

AB „Energijos
skirstymo operatorius“



REIKALAVIMAI ELEKTRINIŲ PROJEKTAVIMUI

Atnaujinta 2021-03-15

2019

TURINYS

SANTRUMPOS.....	3
LENTELIŲ SĄRAŠAS	3
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	3
ELEKTRINIŲ PROJEKTAVIMO METODIKA.....	4
1. ELEKTRINĖS PRIJUNGIMO PROJEKTAVIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI.....	9
2. ELEKTRINĖS STOVIOSIOS BŪKLĖS ĮTAMPOS KITIMO REIKALAVIMAI	10
3. ELEKTRINĖS ĮTAMPOS STAIGIŲŲ POKYČIŲ BENDRIEJI REIKALAVIMAI.....	13
4. ELEKTRINĖS ĮTAMPOS MIRGĖJIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI	14
5. ELEKTRINĖS GENERUOJAMOS GALIOS SUKELIAMO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI.....	15
6. ELEKTRINIŲ GENERUOJAMOS GALIOS SUKELIAMO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO PAPILDOMIEJI REIKALAVIMAI	15
7. ELEKTRINĖS ĮJUNGIMŲ, PERJUNGIMŲ IR IŠJUNGIMŲ SUKELTO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO LAIPTO FAKTORIAUS BENDRIEJI REIKALAVIMAI	16
8. ELEKTRINIŲ ĮJUNGIMŲ, PERJUNGIMŲ IR IŠJUNGIMŲ SUKELTO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO LAIPTO FAKTORIAUS PAPILDOMIEJI REIKALAVIMAI	17
9. ELEKTRINĖS HARMONINIŲ SROVIŲ BENDRIEJI REIKALAVIMAI.....	17
10. ELEKTRINIŲ HARMONINIŲ SROVIŲ PAPILDOMIEJI REIKALAVIMAI.....	20
11. ELEKTRINĖS TARPHARMONINIŲ SROVIŲ BENDRIEJI REIKALAVIMAI	20
12. ELEKTRINĖS SKLEIDŽIAMŲ TRIKDŽIŲ NUOTOLINIO RYŠIO LINIJOMS BENDRIEJI REIKALAVIMAI	21
13. ĮTAMPOS IR REAKTYVIOSIOS GALIOS VALDYMAS.....	22
14. LAIDININKŲ PAGRINDINĖS CHARAKTERISTIKOS	25
15. GENERATORIŲ PRIJUNGIMO PRIE ELEKTROS ENERGIJOS TINKLO REIKALAVIMŲ TAIKYMAS SKIRTINGIEMS GENERATORIŲ TIPAMS (KOMISIJOS REGLAMENTAS (ES) 2016/631).....	26
LITERATŪRA	29

SANTRUMPOS

PSO – Elektros perdavimo sistemos operatorius
 STO – Elektros skirstomojo tinklo operatorius
 THPF – Telefono harmonikų pavidalo faktorius (*angl. telephone harmonic form factor, THFF*)
 NISF – Netiesinių iškreipčių suminis koeficientas (*angl. THD*)
 EEGM – Elektros energijos gamybos modulis (*angl. PGM*)
 EEGO – Elektros energijos gamybos objektas (*angl. PGMF*)
 SEGM – Sinchroninis elektros energijos gamybos modulis (*angl. SG*)
 EJPM – Elektros jėgainių parko modulis (*angl. PPM*)
 AİNS sistema – aukštosios įtampos nuolatinės srovės sistema (*angl. HVDC system*)

LENTELIŲ SĄRAŠAS

0.1 LENTELĖ. ELEKTROS ENERGIJOS GAMYBOS MODULIŲ TIPAS.....	6
3.1 LENTELĖ. STAIGIŲJŲ ĮTAMPOS POKYČIŲ IR MIRGĖJIMO LEISTINOSIOS RIBOS	13
4.1 LENTELĖ. LEISTINOSIOS PROJEKGINĖS MIRGĖJIMO AŠTRUMO RODIKLIO VERTĖS	14
9.1 LENTELĖ. LEISTINOSIOS PROJEKGINĖS HARMONINIŲ ĮTAMPŲ VERTĖS.....	18
11.1 LENTELĖ. TARPCHARMONINIŲ SROVIŲ RIBINĖS VERTĖS	20
14.1 LENTELĖ. ĮTAMPOS IR REAKTYVIOSIOS GALIOS VALDYMO ALGORITMŲ TAIKYMAS	22
14.1 LENTELĖ. PRIKLAUSOMAI NUO LAIDININKŲ TIPO IR SKERSPJŪVIO ELEKTRINIAI PARAMETRAI	25
15.1 LENTELĖ. BENDRIEJI REIKALAVIMAI ELEKTROS ENERGIJOS GAMYBOS MODULIAMS.....	26
15.2 LENTELĖ. REIKALAVIMAI SINCHRONINIAMS ELEKTROS ENERGIJOS GAMYBOS MODULIAMS	28
15.3 LENTELĖ. REIKALAVIMAI ELEKTROS JĖGAINIŲ PARKŲ MODULIAMS	28

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

0.1 PAV. OBJEKTŲ TERMINŲ APIBRĖŽTYS.....	5
2.1 PAV. 0,4 kV ELEKTROS SKIRSTOMOJO TINKLO SEGMENTO SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA	10
2.2 PAV. 10 kV ELEKTROS SKIRSTOMOJO TINKLO SEGMENTO SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA	11
2.3 PAV. 35 kV ELEKTROS SKIRSTOMOJO TINKLO SEGMENTO SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA	12
14.1 PAV. C TIPO SINCHRONINIŲ ELEKTROS ENERGIJOS GAMYBOS MODULIO U-Q/PMAX PROFILIS	23
14.2 PAV. C TIPO ELEKTROS JĖGAINIŲ PARKO MODULIO U-Q/PMAX PROFILIS.....	23
14.3 PAV. C TIPO SINCHRONINIŲ ELEKTROS ENERGIJOS GAMYBOS MODULIO U-Q/PMAX PROFILIS	24
14.4 PAV. C TIPO ELEKTROS JĖGAINIŲ PARKO MODULIO U-Q/PMAX PROFILIS.....	24

ELEKTRINIŲ PROJEKTAVIMO METODIKA

Intensyviai vystantis atsinaujinančių šaltinių technologijų plėtrai elektros skirstomuosiuose tinkluose, būtina užtikrinti stabilų ir patikimą elektros tinklo darbą. Siekiant numatyti aiškų teisinį jungimo prie tinklo pagrindą, palengvinti prekybą elektros energija visoje Europos Sąjungoje, užtikrinti sistemos saugumą, sudaryti sąlygas integruoti atsinaujinančiuosius elektros energijos išteklius, vartotojų naudai didinti konkurenciją ir užtikrinti galimybę efektyviau naudoti tinklą ir išteklius, buvo nustatytos suderintos elektros energijos gamybos modulių jungimo prie tinklo taisyklės [1-3], kuriose didelis dėmesys kreipiamas elektrinių prijungimo prie elektros tinklo techniniams reikalavimams/sprendimams, kurių įgyvendinimo ir eksploatavimo kokybė labai priklausys nuo techninių projektų atlikimo išsamumo ir kokybės. Siekiant užtikrinti reikiamą techninių projektų atlikimo kokybę AB „Energijos skirstymo operatorius“ sudarė metodiką, skirtą projektuotojams, kurie dirba su generacijos integravimo klausimais elektros skirstomajame tinkle.

Terminų apibrėžtys:

Elektros energijos gamybos modulis (EEGM) – sinchroninis elektros energijos gamybos modulis arba elektros jėgainių parko modulis [1, 2] (EEGM=SEGM/EJPM).

Elektros energijos gamybos objektas (EEGO) – objektas, kuriame pirminė energija paverčiama elektros energija ir kuris sudarytas iš vieno ar kelių elektros energijos gamybos modulių, prijungtų prie tinklo viename ar keliuose prijungimo taškuose [1, 2].

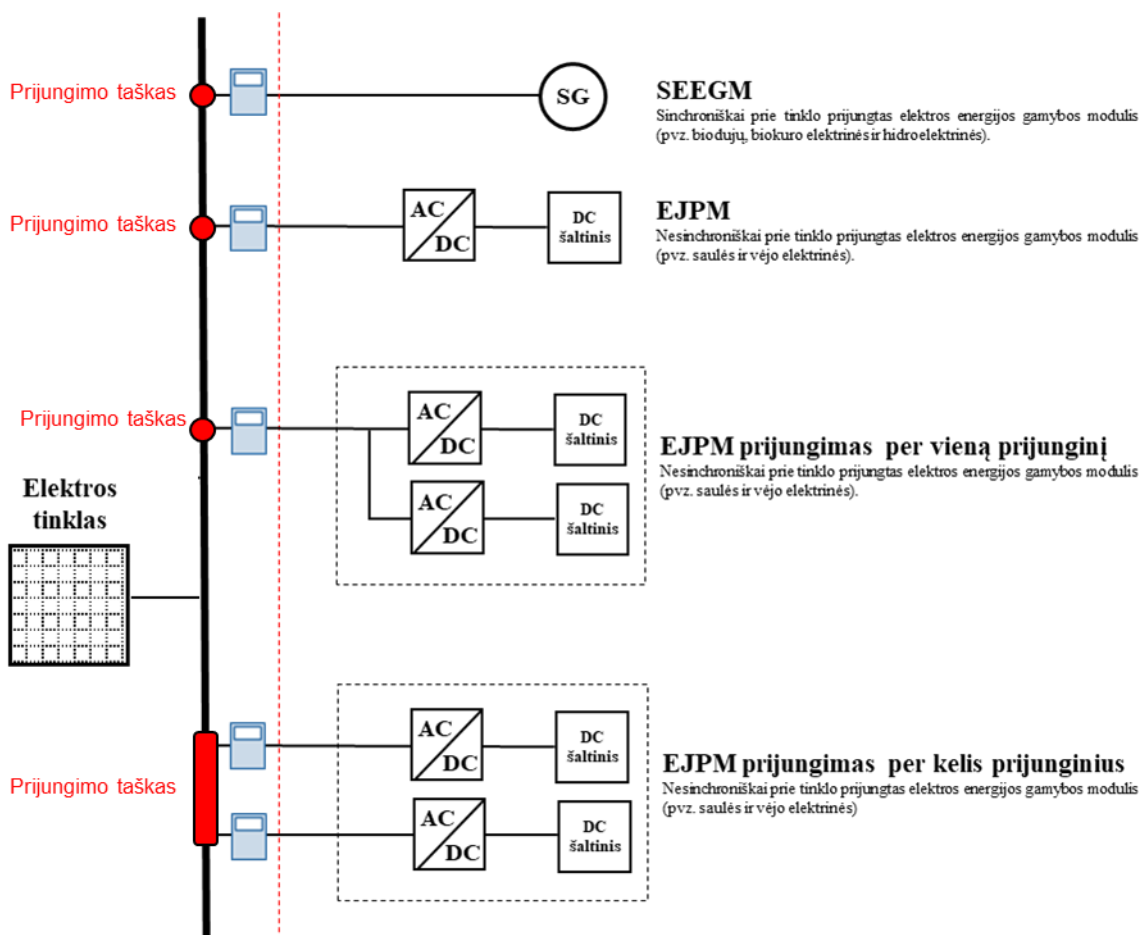
Elektros energijos gamybos objekto savininkas – fizinis arba juridinis asmuo, kuriam nuosavybės teise priklauso elektros energijos gamybos objektas [1, 2].

Sinchroninis elektros energijos gamybos modulis (SEGM) – nedalomas rinkinys įrenginių, kurie gali gaminti elektros energiją taip, kad generuojamos įtampos dažnio, generatoriaus sukimosi dažnio ir tinklo įtampos dažnio santykis būtų pastovus, taigi šie parametrai būtų sinchroniški [1, 2].

Elektros jėgainių parko modulis (EJPM) – nesinchroniškai arba per elektroninius galios įrenginius prie tinklo prijungtas elektros energijos gamybos blokas arba tokių blokų grupė, prie perdavimo sistemos, skirstomojo tinklo, įskaitant uždaruosius skirstomuosius tinklus, ar AİNS sistemos prijungti viename taške [1, 2].

AĪNS sistema – elektros energijos sistema, kurioje energija tarp dviejų arba daugiau kintamosios srovės šynų perduodama aukštosios įtampos nuolatine srove ir kurią sudaro bent dvi AĪNS keitiklių stotys bei jas jungiančios nuolatinės srovės oro arba kabelinės linijos;

Elektros energijos gamybos modulių svarba turėtų būti grindžiama jų dydžiu ir jų poveikiu visai sistemai. Sinchroninės mašinos turėtų būti klasifikuojamos pagal mašinos dydį ir jose turėtų būti visi elektros energijos gamybos objekto, kuris paprastai veikia kaip nedalomas vienetas, komponentai, pvz., atskiri kintamosios srovės generatoriai, varomi atskiriomis dujų ir garo turbinomis viename kombinuoto ciklo dujų turbinų įrenginyje. Jei objekte yra keli tokie kombinuoto ciklo dujų turbinų įrenginiai, turėtų būti vertinamas kiekvieno tokio įrenginio dydis, o ne bendras viso objekto pajėgumas. **Nesinchroniškai prijungti elektros energijos gamybos įrenginiai, kai jie kartu sudaro ekonominį vienetą ir turi vieną prijungimo tašką, turėtų būti vertinami pagal jų suminį pajėgumą** [1, 2].



0.1 pav. Objektų terminų apibrėžtys

Elektros energijos gamybos modulių kategorijos/tipai [1, 2]:

- a) mažesnės kaip 110 kV prijungimo taško įtampos ir ne mažesnio kaip 0,8 kW didžiausio pajėgumo (A tipo);
- b) mažesnės kaip 110 kV prijungimo taško įtampos ir didžiausio pajėgumo, kuris atitinka arba viršija pagal 3 dalį [1, 2] atitinkamo **elektros perdavimo sistemos operatoriaus (PSO)** pasiūlytą slenkstinę vertę (B tipo). Ši slenkstinė vertė negali būti didesnė už 1 lentelėje nurodytas B tipo elektros energijos gamybos moduliams taikomas ribas;
- c) mažesnės kaip 110 kV prijungimo taško įtampos ir didžiausio pajėgumo, kuris atitinka arba viršija pagal 3 dalį [1, 2] kiekvieno atitinkamo PSO nustatytą slenkstinę vertę (C tipo). Ši slenkstinė vertė negali būti didesnė už 1 lentelėje nurodytas C tipo elektros energijos gamybos moduliams taikomas ribas;
- d) 110 kV arba aukštesnės prijungimo taško įtampos (D tipo). Elektros energijos gamybos modulis taip pat yra D tipo, jeigu jo prijungimo taško įtampa yra žemesnė nei 110 kV, o jo didžiausias pajėgumas ne mažesnis už slenkstinę vertę, nustatytą pagal 3 dalį [1, 2]. Ši slenkstinė vertė negali būti didesnė už 0.1 lentelėje nurodytą D tipo elektros energijos gamybos moduliams taikomą ribą.

0.1 lentelė. Elektros energijos gamybos modulių tipas

Elektros energijos gamybos modulio tipas	A₀* (vienfazis)	A₀ (trifazis)	A₁ (trifazis)	A₂ (trifazis)	B (trifazis)	C (trifazis)
Galios slenkstinės vertės, nuo kurių elektros energijos gamybos modulis priskiriamas tam tikram tipui	0,8-3,6 kW	0,8 -29,999 kW	30-99,999 kW	100-249,999 kW	0,250-4,999 MW	5-14,999 MW

0.2 lentelė. Elektrinės prijungimo vertinimas pagal EE kokybinius parametrus (X – reikalavimas taikomas, X (tik VE) – reikalavimas taikomas tik vėjo elektrinėms)
Vertinami tinklo darbo režimai: Normalus + Nenormalus (avarinis / remontinis) režimas

Vertinami elektrinės režimai: Elektrinių prijungimo prie žemos ar vidutinės įtampos tinklo įtampos lygio vertinimas atliekamas prie ribinio režimo kai esamų ir planuojamų elektrinių galia lygi leistinajai generuoti galiai (PG=Pleist), vartojimo galia nevertinama (PV=0) elektrinės galios faktorius lygus 1 ($\cos \varphi = 1$);

Skirius	Skiriaus pavadinimas	A0* (vienfazis)	A0 (trifazis)	A1	A2	B	C	Projektavimo metu apskaičiuojama ir patikrinama su leistinosiomis tinklo įrenginių / parametrų norminėm vertėm	Elektrinės parametrai (duomenys gaunami iš elektrinės savininko/gamintojo)	ESO pateikiama informacija
1	ELEKTRINĖS PRIJUNGIMO PROJEKTAVIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI	X	X	X	X	X	X	1. Įtampos lygis (U, kV) 2. Įtampos nuokrypis nuo vardinės įtampos (dU, %) 3. Galios srautai 4. Talpinės srovės (pagal poreikį) 5. Trumpojo jungimo srovės	---	1. Tinklo parametrai (transformatorių, linijų, kompensavimo įrenginių parametrai) 2. esamos elektrinės ir jų leistinosios generuoti galios; 3. galimi tinklo režimai 4. normos žemos įtampos tinkle +10% (1,1 s.v), vidutinėje įtampoje +8% (1,08 s.v)
2	ELEKTRINĖS STOVIOSIOS BŪKLĖS ĮTAMPOS KITIMO REIKALAVIMAI	X	X	X	X	X	X	1. Staigus įtampos pokytis d(%), 2. ψ_k – trumpojo jungimo grandinės fazinis kampas prijungimo taške; 3. Sk – trumpojo jungimo galia prijungimo taške;	1. ku – sukeliamas įtampos pokyčio faktorius; 2. Sn – elektrinės vardinė pilnutinė galia.	Parametro d(%) normos pateikiama 3.1 lentelėje
3	ELEKTRINĖS ĮTAMPOS STAIGIŪJŲ POKYČIŲ BENDRIEJI REIKALAVIMAI			X	X	X	X	1. c(ψ_k , va) – įtampos mirgėjimo koeficientas 2. Sk – trumpojo jungimo galia prijungimo taške; 3. ψ_k – trumpojo jungimo grandinės fazinis kampas prijungimo taške; 4. Sk – trumpojo jungimo galia prijungimo taške;	1. va – metinis vidutinis vėjo greitis veleno aukštyje 2. Sn – elektrinės vardinė pilnutinė galia 3. Spark – vėjo elektrinių parko pilnutinė vardinė galia.	Parametro Plt normos pateikiama 4.1 lentelėje
4	ELEKTRINĖS ĮTAMPOS MIRGĖJIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI			X (tik VE)	X (tik VE)	X (tik VE)	X (tik VE)	---	1. va – metinis vidutinis vėjo greitis veleno aukštyje 2. Sn – elektrinės vardinė pilnutinė galia 3. Spark – vėjo elektrinių parko pilnutinė vardinė galia.	Parametro Plt normos pateikiama 4.1 lentelėje
5	ELEKTRINĖS GENERUOJAMOS GALIOS SUKELIAMO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI			X (tik VE)	X (tik VE)	X (tik VE)	X (tik VE)	1. Trumpalaikio (10min) mirgėjimo aštrumo rodiklis Pst 2. Sk – trumpojo jungimo galia prijungimo taške;	1. Sn – elektrinės vardinė pilnutinė galia 2. Spark – vėjo elektrinių parko pilnutinė vardinė galia.	---
6	ELEKTRINIŲ GENERUOJAMOS GALIOS SUKELIAMO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO PAPILDOMIEJI REIKALAVIMAI				X (tik VE)	X (tik VE)	X (tik VE)	1. Ilgalaikio (2h) mirgėjimo aštrumo rodiklis PltΣ	---	NV – prie prijungimo taško prijungtų (įskaitant planuojamas) kartu veikiančių elektrinių skaičius
7	ELEKTRINĖS ĮJUNGIMŲ, PERJUNGIMŲ IR IŠJUNGIMŲ SUKELTO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO LAIPTO FAKTORIAUS BENDRIEJI REIKALAVIMAI					X (tik VE)	X (tik VE)	1. Atskirų harmonikų nuo h2 iki h25 eilės lygis 2. Suminis harmonikų (nuo 2 iki 25) lygis NISF (THD) 3. Sk – trumpojo jungimo galia prijungimo taške.	Ih(%) – elektrinės h-harmoninės srovės ir pagrindinio dažnio srovės santykis	1. Atskirų harmonikų Uh (%) – santykinė h-harmoninės įtampos leistinoji vertė pateikiama 9.1 lentelėje 2. Suminis harmonikų (nuo 2 iki 25) maksimalus lygis į skirstomąjį tinklą pateikiamas 9 skyriuje - NISF (THD) 6,5%;
8	ELEKTRINIŲ ĮJUNGIMŲ, PERJUNGIMŲ IR IŠJUNGIMŲ SUKELTO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO LAIPTO FAKTORIAUS PAPILDOMIEJI REIKALAVIMAI					X (tik VE)	X (tik VE)	1. Suminis harmonikų (nuo 2 iki 25) lygis NISF (THD) į 110kV tinklą 2. Sk – trumpojo jungimo galia TP, prie kurios jungiama elektrinė, 110kV pusėje.	Ih(%) – elektrinės h-harmoninės srovės ir pagrindinio dažnio srovės santykis	1. Suminis harmonikų (nuo 2 iki 25) maksimalus lygis į perdavimo tinklą pateikiamas 10 skyriuje - NISF (THD) 1,5%
9	ELEKTRINĖS HARMONINIŲ SROVIŲ IR ĮTAMPŲ BENDRIEJI REIKALAVIMAI					X	X	1. Suminis tarpharmonikų (nuo 2 iki 25) lygis pagal 10 formulę	Ih(%) – elektrinės h-tarpharmoninės srovės ir pagrindinio dažnio srovės santykis	1. Suminis tarpharmonikų (nuo 2 iki 25) maksimalus lygis pateikiama 11.1 lentelėje
10	ELEKTRINIŲ HARMONINIŲ SROVIŲ SROVIŲ IR ĮTAMPŲ PAPILDOMIEJI REIKALAVIMAI					X	X	1. Telefono harmonikų pavidalo faktorius THPF 2. Uh – h-osios harmonikos įtampa prijungimo taške; 3. fh – h-osios harmonikos dažnis;	---	1. Ph – telefono grandinėje susidarantis fh dažnio santykinis trikdis 2. Maksimalus leistinas Telefono harmonikų pavidalo faktorius THPF pateikiamas 12 skyriuje 1%.
11	ELEKTRINĖS TARP HARMONINIŲ SROVIŲ BENDRIEJI REIKALAVIMAI					X	X			
12	ELEKTRINĖS SKLEIDŽIAMŲ TRIKDŽIŲ NUOTOLINIO RYŠIO LINIJOMS BENDRIEJI REIKALAVIMAI						X			

0.3 lentelė. Funkcinių reikalavimų taikymas pagal elektrinės tipą

		A0* (vienfazis)	A0 (trifazis)	A1	A2	B	C	ESO pateikiama informacija
13	PRIE ELEKTROS SKIRSTOMOJO TINKLO JUNGIAMŲ ELEKTRINIŲ INFORMACINIŲ SIGNALŲ, VALDYMO KOMANDŲ IR MATUOJAMŲ PARAMETRŲ SĄRAŠAS				X	X	X	Supaprastintas signalų sąrašas pateiktas 13.1 lentelėje. Detalizuotas signalų sąrašas pateiktas eso.lt „projektų techniniai reikalavimai“
14	ĮTAMPOS IR REAKTYVIOSIOS GALIOS VALDYMAS					X	X	Įtampos ir reaktyviosios galios valdymo algoritmai 14.1 lentelėje ir 14.1, 14.2, 14.3, 14.4 pav.
15	ELEKTROS JĖGAINIŲ PARKO MODULIŲ, JUNGIAMŲ PRIE ELEKTROS SKIRSTOMOJO TINKLO, KEITIKLIŲ (INVERTERIŲ) NUOSTATOS	X	X	X	X	X	X	Nuostatos pateikiamos 15.1 lentelėje
17	GENERATORIŲ PRIJUNGIMO PRIE ELEKTROS ENERGIJOS TINKLO REIKALAVIMŲ TAIKYMAS SKIRTINGIEMS GENERATORIŲ TIPAMS (KOMISIJOS REGLAMENTAS (ES) 2016/631)	X	X	X	X	X	X	Bendri ES reglamento 2016/631 reikalavimai pateikti 17.1, 17.2, 17,3 lentelėje
---	KOMERCINĖS (ATITINKAMAI ATVEJAI IR KONTROLINĖS) APSKAITOS ĮRENGIMAS	X	X	X	X	X	X	Įrengimo principinės schemos nurodytos ESO tinklo plėtros standarto 17A priede

1. ELEKTRINĖS PRIJUNGIMO PROJEKTAVIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas A0, A1, A2, B, C tipo elektrinėms

Planuojant prijungti elektrinę prie skirstomojo tinklo, reikia atlikti tinklo įtampos verčių kitimo skaičiavimus. Transformatoriaus atšakos bei įtampos regulatoriaus statos / nuostatos turi būti naujai apskaičiuotos bei suderintos. Įprastinėmis veikos sąlygomis, neatsižvelgiant į įtampos kryčius ir pertrūkius, skirstomojo tinklo įtampos kitimas turi neviršyti **elektros skirstomojo tinklo operatoriaus (STO)** nurodytų įtampos ribų.

- a) žemos įtampos tinkle +10% (1,1 s.v)
- b) vidutinėje įtampoje +8% (1,08 s.v)

Elektrinių prijungimo prie bendro naudojimo skirstomojo elektros tinklo projektuose reikalinga apskaičiuoti ribinę būklę/darbo režimą – esamų ir planuojamų prijungti (kurioms rezervuota galia) elektrinių didžiausio generavimo ($P_{Gmax} =$ Leistinoji generuoti galia) režime, nevertinant vartotojų apkrovos ($P_v = 0$).

Trumpųjų jungimų srovių skaičiavimai atliekami vertinant galimus trifazius trumpuosius jungimus, kurių metu srovė yra mažiausia ir didžiausia ($I_k^{(3)max}$, $I_k^{(3)min}$), bei dvifazį trumpąjį jungimą, kurio metu galima mažiausia trumpojo jungimo srovė ($I_k^{(2)min}$).

Kai, dėl elektrinės prijungimo prie skirstomojo tinklo, yra numatoma įrengti naujas ar papildomas vidutinės įtampos (6-35kV) kabelinių linijas skirstomajame ar Gamintojo vidaus tinkle, reikia suskaičiuoti talpines sroves (susidarancias iš skirstomojo ir Gamintojo tinklo) ir esant poreikiui numatyti/parinkti kompensavimo įrenginius skirstomajame tinkle (pvz., kompensacinę ritę).

Skaičiavimai turi būti atlikti normaliems ir nenormaliems (poavariniams arba remontiniams) elektros skirstomojo tinklo segmento darbo režimams.

Skaičiavimus rekomenduojama atlikti specializuotais programiniais paketais, skirtais elektros tinklo darbo režimų vertinimui.

2. ELEKTRINĖS STOVIOSIOS BŪKLĖS ĮTAMPOS KITIMO REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas A0, A1, A2, B, C tipo elektrinėms

Jei prie prijungimo taško yra prijungiama ne viena, bet kelios elektrinės arba parkas, skaičiuojant tinklo įtampas, elektrinių vardines galias reikia sudėti.

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{N_E} P_{N,i}, \text{ kai elektrinės nedalyvauja įtampos valdyje (}\cos\varphi=1\text{)} \quad (1)$$

$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{N_E} S_{N,i}$, kai elektrinės nedalyvauja įtampos valdyje, bet generuoja reaktyviąją galią (sudėti reikia kaip kompleksinius dydžius, turinčius realiąją ir menamąją dalis)

(2)

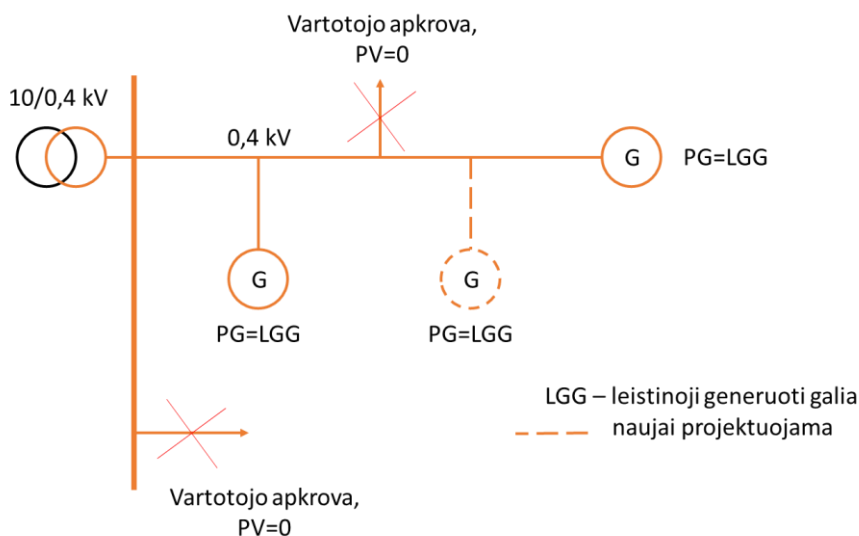
Čia N_E – elektrinių skaičius, kurių galia sudedama;

P – elektrinės vardinė aktyvioji galia;

S – elektrinės vardinė pilnoji galia.

0,4 kV elektros skirstomasis tinklas

Jeigu elektrinę numatoma prijungti prie 0,4 kV tinklo, skaičiuojamoji schema turi būti sudaroma/modeliuojama pradedant galios transformatoriumi 10/0,4 kV ir elektros tinklo linija/linijomis, su jau esamais/prijungtais generatoriais/elektrinėmis bei projektuojamu/planuojamu prijungti generatoriumi/elektrine, bei kitomis prie 0,4kV tinklo planuojamomis prijungti elektrinėmis. Skaičiuojamosios schemas pavyzdys pateiktas 2.1 paveiksle.

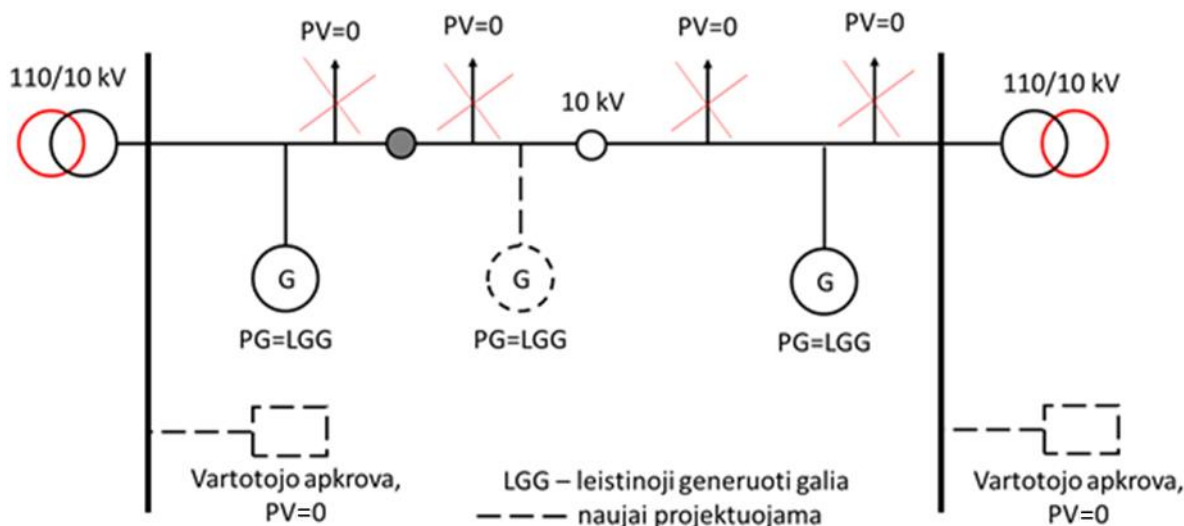


2.1 pav. 0,4 kV elektros skirstomojo tinklo segmento skaičiuojamoji schema

10 kV elektros skirstomasis tinklas

Jeigu elektrinę numatoma prijungti prie 10 kV tinklo, skaičiuojamoji schema turi būti sudaroma/modeliuojama galios transformatoriumi 110/10 kV, 110/35/10 ir 10kV elektros tinklo linija/linijomis ir su jau esamais/prijungtais generatoriais/elektrinėmis bei projektuojamu/planuojamu prijungti generatoriumi/elektrine, bei kitomis planuojamomis prijungti elektrinėms kurioms rezervuota galia skirstomajame tinkle. Skaičiuojamosios schemas pavyzdys pateiktas 2.2 paveiksle.

Išskirtiniais atvejais STO gali nurodyti „tiksliai“ vertinti vartotojų apkrovas, t.y. modeliuojamos apkrovos turi atitikti realių apkrovų dydžius ir jų prijungimo vietas prie realaus 10 kV elektros tinklo, t.y. apkrovos nėra „agreguojamos/ekvivalentinamos“.

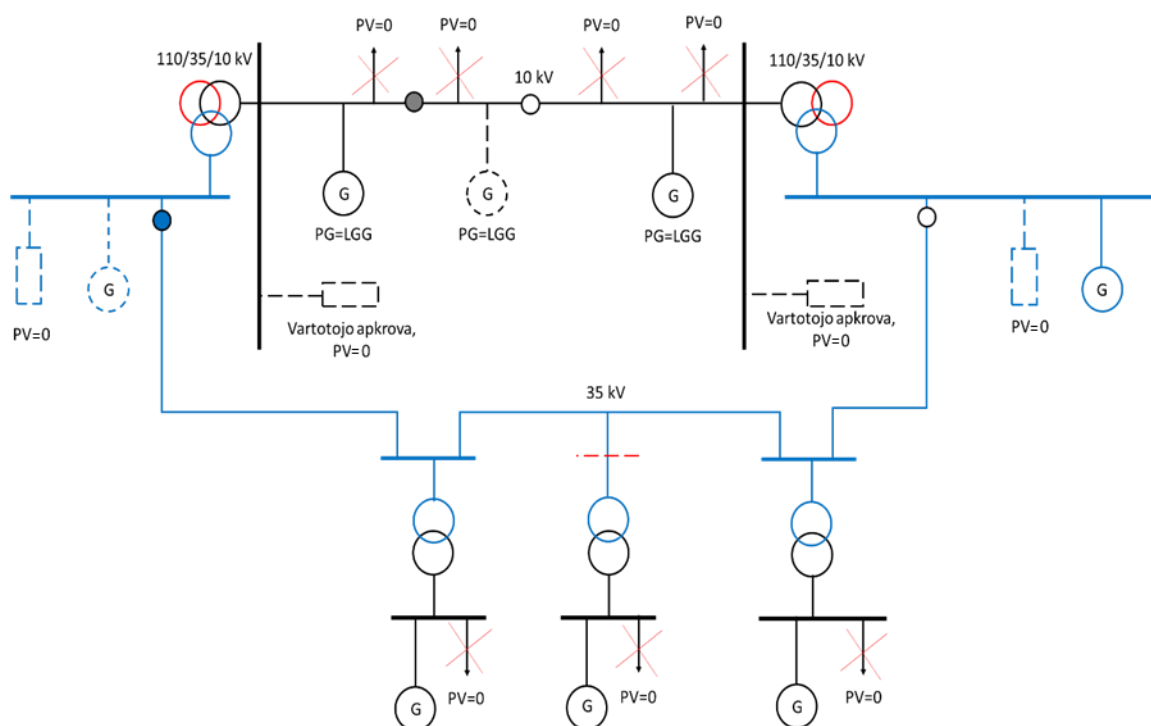


2.2 pav. 10 kV elektros skirstomojo tinklo segmento skaičiuojamoji schema

35 kV elektros skirstomasis tinklas

Jeigu elektrinę numatoma prijungti prie 35 kV tinklo, skaičiuojamoji schema turi būti sudaroma/modeliuojama galios transformatoriumi 110/35/10 kV ir elektros tinklo linija/linijomis ir su jau esamais/prijungtais generatoriais/elektrinėmis bei projektuojamu/planuojamu prijungti generatoriumi/elektrine, bei kitomis planuojamomis prijungti elektrinėms kurioms rezervuota galia skirstomajame tinkle. Skaičiuojamosios schemas pavyzdys pateiktas 2.3 paveiksle.

Išskirtiniais atvejais STO gali nurodyti „tiksliai“ vertinti vartotojų apkrovas, t.y. modeliuojamos apkrovos turi atitikti realių apkrovų dydžius ir jų prijungimo vietas prie realaus 10 ir 35 kV elektros tinklo, t.y. apkrovos nėra „agreguojamos/ekvivalentinamos“.



2.3 pav. 35 kV elektros skirstomojo tinklo segmento skaičiuojamoji schema

Visi aukščiau aprašomi skaičiavimai turi būti atlikti normaliems ir nenormaliems (poavariniams arba remontiniams) elektros skirstomojo tinklo segmento darbo režimams. STO sprendžia ar generatorius/elektrinė visais darbo režimais gali dirbti vardiniais parametrais ar tam tikruose darbo režimuose galimi ribojimai ir kokio dydžio (pvz., esant poavariniams arba remontiniams elektros skirstomojo tinklo segmento darbo režimams, generatoriaus/elektrinės darbas galimas tik pažeminta/sumažinta generuojama aktyviaja galia arba paaukštinta/pažeminta įtampa).

3. ELEKTRINĖS ĮTAMPOS STAIGIŪJŲ POKYČIŲ BENDRIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas A1, A2, B, C tipo elektrinėms

- a) 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 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Staigiųjų įtampos pokyčių ir mirgėjimo leistinosios ribos

Įtampos pokyčių ir mirgėjimo dažnis r (kartai per val.)	Didžiausias leistinasis įtampos pokytis ir mirgėjimas $d = \frac{\Delta U_{din}}{U_n}, \%$
	35 kV ir žemesnė įtampa
$r \leq 1$	4
$1 < r \leq 10$	3
$10 < r \leq 100$	2
$100 < r \leq 1000$	1,25

- b) Jei prijungimo taške yra prijungtos kelios elektrinės, galimybė keliems generatoriams įsijungti kartu yra mažai tikėtina, todėl paneigiama/nevertinama (jei STO nenustato kitaip).
- c) Elektrinės generatoriaus įjungimo, išjungimo ar apvijų (polių) perjungimo sukeliamas įtampos pokytis elektrinės atitikties sertifikate apibrėžiamas $k_u(\psi_k)$ faktoriumi. Šis faktorius nustatomas per elektrinės tipo bandymus (išskyrus saulės elektrines) ir gali būti tikrinamas matavimais elektrinei veikiant (arba/ir atliekant atitikties modeliavimą, jei taip nusprendžia STO). Staigiojo įtampos pokyčio (d) ir įtampos pokyčio faktorius santykis yra:

$$d(\%) = 100 \cdot k_u(\psi_k) \cdot \frac{S_n}{S_k}. \quad (3)$$

Čia: S_k – trumpojo jungimo galia prijungimo taške;
 k_u – sukeliamas įtampos pokyčio faktorius;
 ψ_k – trumpojo jungimo grandinės fazinis kampas prijungimo taške;
 S_n – elektrinės vardinė pilnutinė galia.

- d) Iš (3) formulės apskaičiuotas staigusis įtampos pokytis elektrinės prijungimo taške turi būti mažesnis už 3.1 lentelėje pateiktas ribines vertes.

4. ELEKTRINĖS ĮTAMPOS MIRGĖJIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas A1, A2, B, C tipo vėjo elektrinėms

Vėjo elektrinės sukelti įtampos mirgėjimai yra nuolat pasikartojantys, santykinai greitai vykšmai/procesai, atsirandantis dėl vėjo greičio ir oro tankio kitimų. Sukelti įtampos pokyčiai, per elektrinio apšvietimo prietaisus neigiamai veikia žmonių regėjimą, akyse sukelia mirgėjimo pojūčius. Fiziologiniais tyrimais nustatytos ribinės tokio mirgėjimo vertės pateiktos dokumentuose [4-6]. Vertinant vėjo elektrinės sukeltą mirgėjimą prijungimo taške skiriami du faktoriai:

- a) pirmuoju faktoriumi, kuris vadinamas mirgėjimo koeficientu, vertinamas vėjo elektrinės generuojamos galios svyravimų indėlis į tinklo įtampos mirgėjimą;
- b) vėjo elektrinės perjungimų įtakai įtampos mirgėjimui prijungimo taške išreikšti yra taikomas antrasis – įtampos mirgėjimo laipto faktorius.

Abu faktoriai nustatomi per vėjo elektrinės tipo bandymus. Jie dar priklauso nuo vidutinio metinio vėjo greičio statybos vietoje v_a , matuojamo vėjaračio veleno aukštyje, ir tinklo trumpojo jungimo grandinės pilnutinės varžos fazinio kampo vertės ψ_k prijungimo taške. Vėjo elektrinių gamintojai turi nustatyti mirgėjimo koeficiento ir mirgėjimo laipto faktoriaus vertes esant vidutiniams metiniams vėjo greičiams:

$$v_a = 6 \text{ m/s}, 7,5 \text{ m/s}, 8,5 \text{ m/s ir } 10 \text{ m/s}$$

bei esant trumpojo jungimo grandinės faziniams kampams, lygiems:

$$\psi_k = 30^\circ, 50^\circ, 70^\circ \text{ ir } 85^\circ.$$

Jei statybos vietoje konkrečiai tokių vėjo greičių nėra ar prijungimo tinklo taške fazinio kampo vertė skiriasi, mirgėjimo koeficiento ir mirgėjimo laipto faktoriaus vertės randamos interpoliuojant elektrinės tipo bandymo rezultatus.

Įtampos mirgėjimo aštrumo rodiklis P_{lt} , kurio priežastis yra vėjo elektrinė, turi atitikti 4.1 lentelėje pateiktus reikalavimus [6].

4.1 lentelė. Leistinosios projektinės mirgėjimo aštrumo rodiklio vertės

10 (20) kV tinkle	$P_{lt} \leq 0,50$
35 kV tinkle	$P_{lt} \leq 0,35$

5. ELEKTRINĖS GENERUOJAMOS GALIOS SUKELIAMO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas A1, A2, B, C tipo vėjo elektrinėms

Elektrinės įtampos mirgėjimo koeficientui keliami reikalavimai išreiškiami formule [6]:

$$c(\psi_k, v_a) < P_{lt} \cdot \frac{S_k}{\sqrt{S_{park} \cdot S_n}}. \quad (4)$$

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 pilnutinė vardinė galia;

S_{park} – vėjo elektrinių parko pilnutinė vardinė galia.

Jei prie prijungimo taško yra prijungta tik viena vėjo elektrinė, o elektrinių parko nėra ir jis neplanuojamas, formulė tampa paprastesnė [6]:

$$c(\psi_k, v_a) < P_{lt} \cdot \frac{S_k}{S_n}. \quad (5)$$

6. ELEKTRINIŲ GENERUOJAMOS GALIOS SUKELIAMO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO PAPILDOMIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas A2, B, C vėjo tipo elektrinėms

Jei, be parke esančių elektrinių, prie tos pačios bendro naudojimo tinklo pastotės yra arba bus jungiamos kitos vėjo elektrinės, tai turi būti įvertinama. Įtampos mirgėjimo koeficientui keliamuose reikalavimuose į tai bus atsižvelgta, jei vietoje S_{park} bus įrašyta visų vėjo elektrinių, kurios bus prijungtos prie tos bendro naudojimo tinklo pastotės, suminė galia.

Tikrinant, ar prie prijungimo taško prijungtos kartu veikiančios vėjo elektrinės neviršija elektros vartotojams žalos nedarančios leistinosios mirgėjimo aštrumo rodiklio vertės, taikoma kvadratinio vidurkio formulė [6]:

$$P_{st} = P_{lt} = \frac{1}{S_k} \sqrt{\sum_{i=1}^{N_{VE}} [c_i(\psi_k, v_a) \cdot S_{n,i}]^2}. \quad (6)$$

Čia N_E – prie prijungimo taško prijungtų kartu veikiančių vėjo elektrinių skaičius.

Šioje formulėje vėjo elektrinių įtampų mirgėjimų tarpusavio koreliacija neįvertinta [6].

7. ELEKTRINĖS ĮJUNGIMŲ, PERJUNGIMŲ IR IŠJUNGIMŲ SUKELTO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO LAIPTO FAKTORIAUS BENDRIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas B, C, tipo vėjo elektrinėms

Elektrinių mirgėjimo laipto faktorius gali būti nustatomas pagal formulę [6]:

$$k_f(\psi_k) < \frac{P_{lt}}{8 \cdot \sqrt[3]{N_{120}}} \cdot \frac{S_k}{\sqrt[3]{S_{park}} \cdot S_n^2}. \quad (7)$$

Čia: $k_f(\psi_k)$ – mirgėjimo laipto faktorius;

S_k – trumpojo jungimo galia prijungimo taške;

ψ_k – trumpojo jungimo grandinės fazinis kampas prijungimo taške;

S_n – elektrinės pilnutinė vardinė galia;

S_{park} – elektrinių parko pilnutinė vardinė galia;

N_{120} – elektrinės sujungimų ir vėjo elektrinės generatoriaus(-ių) perjungimų didžiausias projektinis skaičius per 120 min. (arba 2 val.) trukmę.

Jei prijungimo taške prijungiama tik viena vėjo elektrinė, o elektrinių parko nėra ir jis neplanuojamas, (7) ir (9) formulių vardiklyje paliekama tik S_n (kaip 5 formulėje).

Jei vėjo elektrinės valdymo įrenginiai didžiausio (projektinio) įjungimų, išjungimų ir perjungimų skaičiaus per 2 val. trukmę neriboja, įtampos mirgėjimo laipto faktoriui keliamų reikalavimų riba yra [6]:

$$k_f(\psi_k) < \frac{P_{lt}}{16} \cdot \frac{S_k}{\sqrt[3]{S_{park}} \cdot S_n^2}. \quad (8)$$

8. ELEKTRINIŲ ĮJUNGIMŲ, PERJUNGIMŲ IR IŠJUNGIMŲ SUKELTO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO LAIPTO FAKTORIAUS PAPILDOMIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas B, C tipo vėjo elektrinėms

Jei, be parke esančių elektrinių, prie tos pačios bendro naudojimo tinklo pastotės yra arba bus jungiamos kitos vėjo elektrinės, tai turi būti papildomai įvertinama. Parenkamos statyti elektrinės įtampos mirgėjimo koeficientui keliamuose reikalavimuose į tai bus atsižvelgta, jei vietoje S_{spark} bus įrašyta visų vėjo elektrinių, kurios bus prijungtos prie bendro naudojimo tinklo pastotės, suminė galia [6].

Tikrinant, ar prie prijungimo taško prijungtų kartu veikiančių elektrinių perjungimai neviršija elektros vartotojams žalos nedarančios leistinosios mirgėjimo aštrumo rodiklio vertės (4.1 lentelė), taikoma kubinio vidurkio formulė [6]:

$$P_{It\Sigma} = \frac{8}{S_k} \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{N_{VE}} N_{120} [k_{f,i}(\psi_k) \cdot S_{n,i}]^3}. \quad (9)$$

Čia N_V – prie prijungimo taško prijungtų kartu veikiančių elektrinių skaičius.

9. ELEKTRINĖS HARMONINIŲ SROVIŲ BENDRIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas B, C tipo elektrinėms

Jei elektrinėje įrengtas ir prie elektros tinklo tiesiai prijungtas asinchroninis generatorius ir jokių dažnio keitiklių ar nuolatinės srovės linijų ar intarpų nėra, harmoninės srovės, kaip rodo patirtis, yra menkos, ir atitiktis šio skyriaus reikalavimams gali būti netikrinama.

Jei elektrinės generatorius prie elektros tinklo yra prijungtas per dažnio keitiklius/inverterius, per nuolatinės srovės linijas ar interpus, susidaro dideli harmoninių srovių ir įtampų lygiai, todėl atitiktis šio skyriaus reikalavimams turi būti patikrinta.

Pareikalavus STO turi būti patikrinta atitiktis šio skyriaus reikalavimams ir PSO pusėje.

Tiriant elektrinių sukeltas harmonikas, rekomenduojama registruoti kiekvienos harmoninės srovės ar įtampos 10 minučių intervalo vidutinę vertę.

Jei elektrinių paleidimo schemoje taikoma švelnaus paleidimo per tiristorius schema, paleidžiant susidaro didelės, bet tik trumpai trunkančios harmoninės srovės ir įtampos.

Skaičiuojant 10 minučių trukmės vidurkius, harmoniniai paleidimo srovės sandai, net ir labai dideli, bet trunkantys tik kelias sekundes, vidurkių verčių beveik nepakeičia.

Elektrinės harmoninės srovės turi būti tokios, kad elektrinės prijungimo taške būtų išvengta nepageidautinų harmoninių įtampų. Harmoninės srovės turi būti tokios mažos, kad jų sukeltos harmoninės įtampos prijungimo taške atitiktų šiuos reikalavimus:

$$I_h(\%) \leq U_h(\%) \cdot \sqrt{\frac{1 + (\operatorname{tg} \psi_k)^2}{1 + (h \cdot \operatorname{tg} \psi_k)^2}} \cdot \frac{S_k}{S_{apkr} + S_{park}}. \quad (10)$$

Čia: I_h – elektrinės h -harmoninės srovės ir pagrindinio dažnio srovės santykis;

$U_h(\%)$ – santykinė h -harmoninės įtampos leistinoji vertė (9.1 lentelė);

S_k – trumpojo jungimo galia prijungimo taške;

ψ_k – trumpojo jungimo grandinės fazinis kampas prijungimo taške;

S_{apkr} – bendro naudojimo elektros tinklo pastotės vietinė (be vietinio generavimo) apkrovos galia;

S_{park} – elektrinės(ių) arba parko pilnutinė vardinė galia prijungimo taške.

9.1 lentelė. Leistinosios projektinės harmoninių įtampų vertės

Nelyginės harmonikos, kurios nekartinės 3			Nelyginės harmonikos, kurios kartotinės 3			Lyginės harmonikos					
Eilė h	Projektinė leistinoji vertė, %			Eilė h	Projektinė leistinoji vertė, %			Eilė h	Projektinė leistinoji vertė, %		
	$\leq 0,4$ kV	10-35 kV	≥ 110 kV		$\leq 0,4$ kV	10-35 kV	≥ 110 kV		$\leq 0,4$ kV	10-35 kV	≥ 110 kV
5	5	5	2	3	4	4	2	2	1.6	1.6	1,5
7	4	4	2	9	1,2	1,2	1	4	1	1	1
11	3	3	1,5	15	0,3	0,3	0,3	6	0,5	0,5	0,5
13	2,5	2,5	1,5	21	0,2	0,2	0,2	8	0,4	0,4	0,4
17	1,6	1,6	1	>21	0,24	0,24	0,2	10	0,4	0,4	0,4
19	1,2	1,2	1					12	0,2	0,2	0,2
23	1,2	1,2	0,7					>12	0,2	0,2	0,2
25	1,2	1,2	0,7								
>25	$0,2+0,5 \frac{25}{h}$	$0,2+0,5 \frac{25}{h}$	$0,2+0,5 \frac{25}{h}$								

Jeigu galių suma vardiklyje yra didesnė už bendro naudojimo tinklo pastotės (prijungimo taško) transformatoriaus vardinę galią, vietoje jų turi būti įrašoma transformatoriaus vardinė galia.

Santykinių harmoninių įtampų leistinosios projektinės vertės, pateiktos 9.1 lentelėje, yra harmoninės įtampos ir pagrindinio dažnio įtampos santykis:

$$U_h(\%) = \frac{U_h}{U_1} \cdot 100\%. \quad (11)$$

Jei prie prijungimo taško prijungta tik viena elektrinė, kitų elektrinių ar jų parko nėra ir statyti toje vietovėje neplanuojama, 10 formulėje vietoje parko galios pasirenkama tik tos vienos elektrinės galia.

Tikrinant, ar prie prijungimo mazgo prijungta elektrinė, ypač jei elektrinė prijungta per dažnio keitiklius, negadina elektros vartotojams įtampos kokybės, reikia apskaičiuoti, o elektrinei veikiant išmatuoti **netiesinių iškreipų suminį koeficientą (NISF, angl. THD)**, kuris įtampoms yra lygus:

$$NISF = 100 \sqrt{\sum_{h=2}^{50} \left(\frac{U_h}{U_1} \right)^2}, \%. \quad (12)$$

Čia h – harmonikos eilė;

U_1 – pirmosios (pagrindinės) harmonikos įtampa;

U_h – h -osios harmonikos įtampa prijungimo taške.

12 formulėje apsiribota 50 harmonikos eile (2500 Hz). Jei elektrinės prijungimo schemoje yra aukštadažnių keitiklių, formulės taikymo ribas reikia praplėsti iki keitiklių vidinių dažnių srities, pavyzdžiui, iki 9 kHz.

Elektrinėms taikoma netiesinių iškreipų suminio faktoriaus nuo 10 kV iki 35 kV įtampos tinkluose leistinoji projektinė **vertė yra 6,5 %**. Ribų vertės atitinka IEC/TR 61000-3-6:2008 [4] ir IEC 61400-21-1 [5] standartų reikalavimus.

Elektrinės apsauga nuo įžemėjimo turi būti harmonikoms nejautri, tekant didelėms harmoninėms paleidimo srovėms, nepaveikti, bei, pavyzdžiui, paleidžiant elektrinę, jos neatjungti.

10. ELEKTRINIŲ HARMONINIŲ SROVIŲ PAPILDOMIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas B, C tipo elektrinėms

Jei kitos elektrinės, šalia numatomų įrengti (projektuojamų) elektrinių (arba jų parko) yra arba bus jungiamos prie bendro naudojimo tinklo tos pačios pastotės, turi būti įvertintas bendras poveikis elektros tinklui. Sukeliamų harmoninių srovių ribų skaičiavimuose į tai bus atsižvelgta, jei 10 formulėje vietoje S_{park} bus įrašyta visų vėjo elektrinių, kurios bus prie tos bendro naudojimo tinklo pastotės prijungtos, suminė galia.

Elektrinių parkų prijungimo per elektros skirstomąjį tinklą (pvz. prijungiama į TP) prie elektros perdavimo tinklo taškų leistinoji projektinė netiesinių iškreipių faktoriaus vertė turi **neviršyti 1,5 %**, jei ši reikšmė viršijama, elektrinė(ės) arba jų parkai, turintys galios keitiklių, kartu turi turėti harmoninius reiškinius slopinančius filtrus.

11. ELEKTRINĖS TARP HARMONINIŲ SROVIŲ BENDRIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas B, C tipo elektrinėms

Suminis elektrinės indėlis į tarpharmonines sroves prijungimo taške turi atitikti LST EN IEC 61400-21-1 ED1 standarto [5] reikalavimus (11.1 lentelė). Šių reikalavimų bus laikomasi, jei tarpharmoninės srovės prijungimo taške atitiks gretimoms lyginėms harmoninėms srovėms pagal 10 formulę keliamus reikalavimus.

11.1 lentelė. Tarpharmoninių srovių ribinės vertės

Dažnis, [Hz]	Didžiausias indėlis į tarpharmonines sroves, [%]
<100	0,2
$100 \leq f < 9000$	0,5

12. ELEKTRINĖS SKLEIDŽIAMŲ TRIKDŽIŲ NUOTOLINIO RYŠIO LINIJOMS BENDRIEJI REIKALAVIMAI

Reikalavimas taikomas C tipo elektrinėms

Harmoninių įtampų sukeltamų trikdžių nuotolinio ryšio **linijoms telefono harmonikų pavidalo faktorius (THPF, angl. telephone harmonic form factor, THFF)** apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$THPF = \sqrt{\sum_{h=1}^{50} \left(\frac{U_h}{U_1} \cdot P_h \cdot h \cdot \frac{f_h}{800} \right)^2}. \quad (13)$$

Čia h – harmonikos eilė;

U_1 – pirmosios (pagrindinės) harmonikos įtampa;

U_h – h -osios harmonikos įtampa prijungimo taške;

f_h – h -osios harmonikos dažnis;

P_h – telefono grandinėje susidarantis f_h dažnio santykinis trikdys, kuris nustatomas taikant išmatuotų trikdžių svarumo faktorių pagal Tarptautinės konsultacinės telefonijos ir nuotolinių ryšių koordinavimo komisijos Nuotolinių ryšių linijų apsaugos nuo kenksmingų elektros linijų sukeltamų reiškinių direktyvą (CCITT, 1978).

Jei elektrinės prie perdavimo ar skirstomojo tinklo prijungtos per galios keitiklius, taip pat turi būti ištirti nuo 2,5 kHz iki 40 kHz dažnių srities trikdžiai.

Telefono harmonikų pavidalo faktorius (**THPF**) vertė prijungimo taške turi neviršyti 1%.

13. ĮTAMPOS IR REAKTYVIOSIOS GALIOS VALDYMAS

B tipo sinchroniniams (hidroelektrinės, biokuro/biodujų, gamtinių dujų elektrinės, kurie turi sinchroninį generatorių tiesiogiai prijungtą prie tinklo) elektros energijos gamybos moduliams[3]

Jei nenurodoma kitaip, sinchroniniai elektros energijos gamybos moduliai prie P_{max} turi turėti galimybę pateikti reaktyviosios galios kiekį, atitinkantį galios koeficientą $\cos\varphi=0,9$ ir suvartoti reaktyviosios galios kiekį, atitinkantį galios koeficientą $\cos\varphi=0,9$ [3].

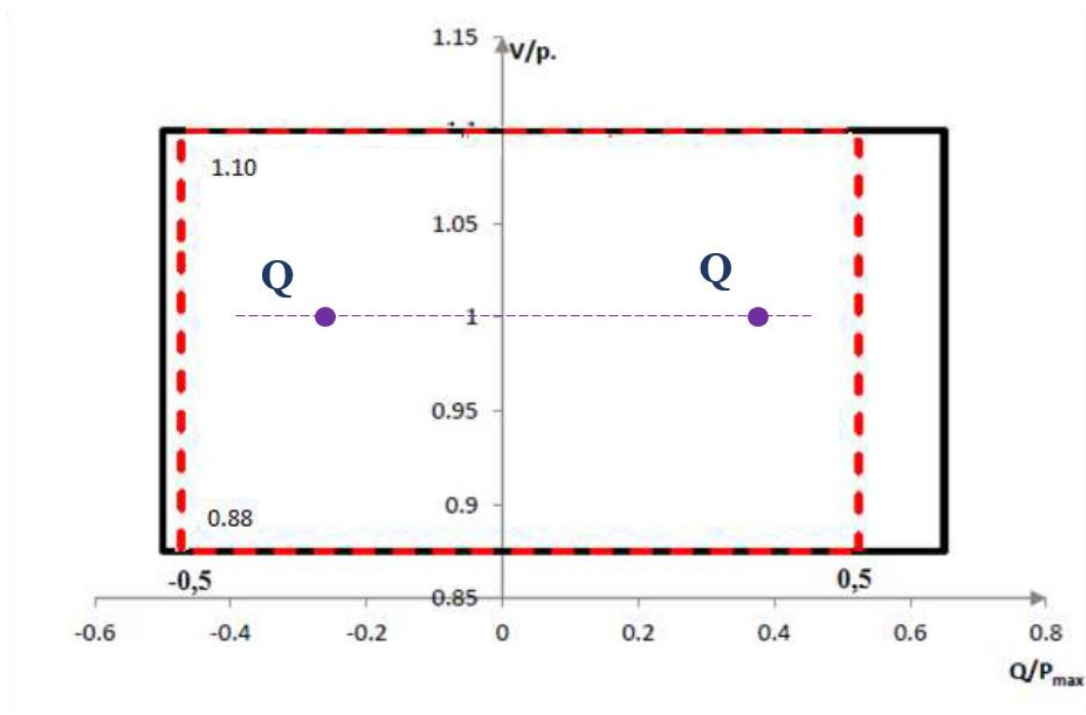
B ir C tipo elektros jėgainių parko moduliai turi sugebėti valdyti įtampą, keisdami reaktyviają galią pagal vieną iš šių valdymo algoritmų, kuriuos parenka/nustato STO (gali būti integruotas daugiau nei vienas valdymo algoritmas, jeigu nurodo STO) [3]:

- a) **Qfix**: išlaikyti pastovią reaktyviają galią P/Q galimybių ribose;
- b) **Q(U)**: palaikyti pastovią kintamosios srovės įtampą, P/Q galimybių ribose;
- c) **Q(P)**: palaikyti tam tikrą reaktyviają galią, P/Q galimybių ribose;
- d) **cosφfix**: išlaikyti pastovią $\cos\varphi$, P/Q galimybių ribose;
- e) **cosφ(U)**: palaikyti tam tikrą $\cos\varphi$ nuolydį pagal kintamosios srovės įtampą, P/Q galimybių ribose;
- f) **cosφ(P)**: palaikyti tam tikrą $\cos\varphi$ nuolydį, priklausomai nuo aktyviosios galios, P/Q galimybių ribose.

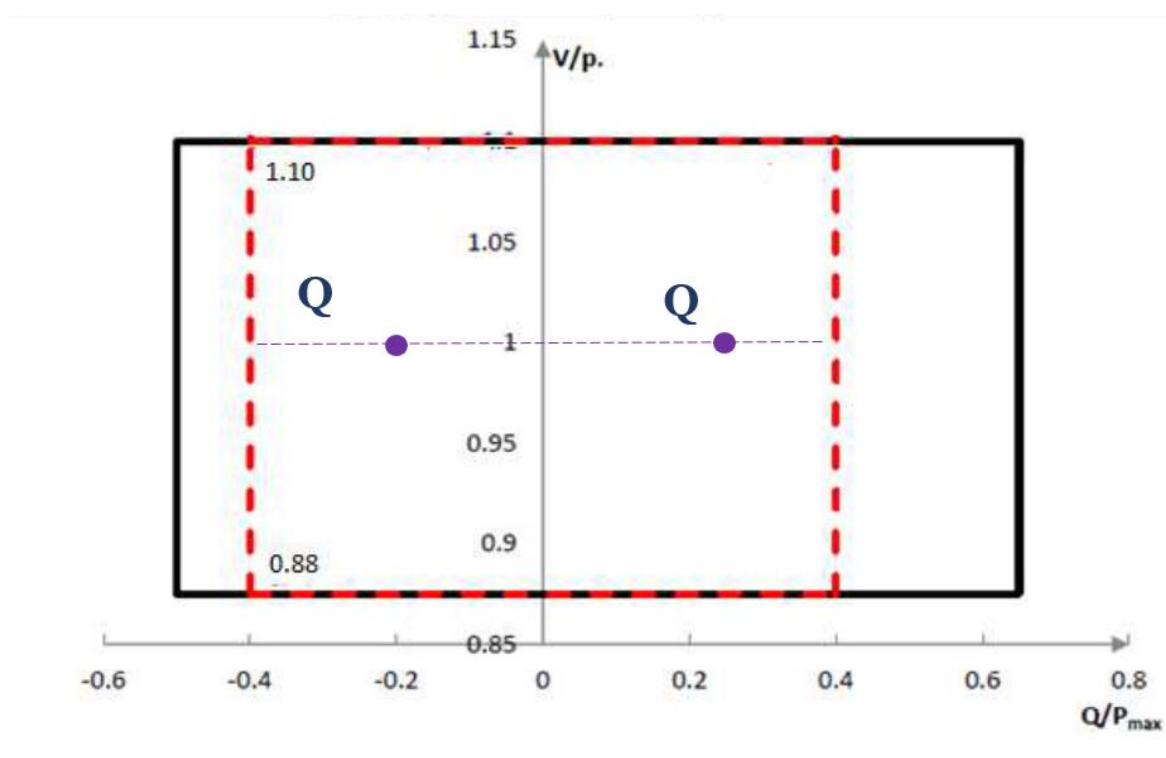
Turi būti galimybė atlikti šį valdymą nuotoliniu būdu [3].

13.1 lentelė. Įtampos ir reaktyviosios galios valdymo algoritmų taikymas

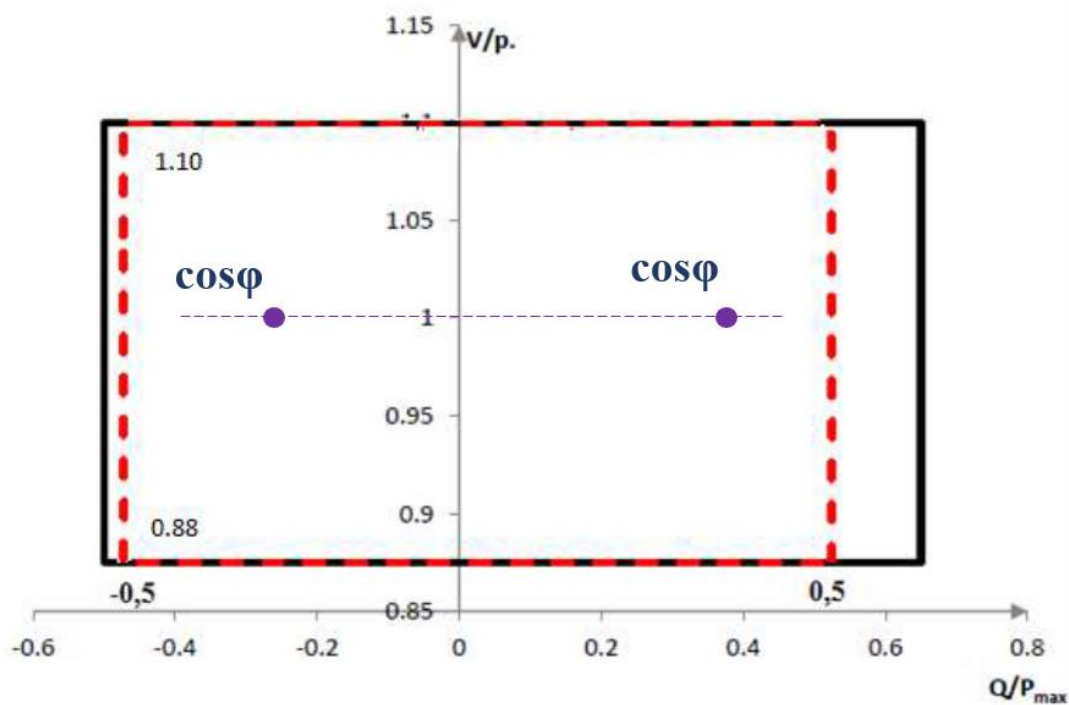
Įtampos ir reaktyviosios galios valdymo algoritmas	B tipo sinchroninis generatorius	C tipo sinchroninis generatorius	B tipo elektros jėgainių parko modulis	C tipo elektros jėgainių parko modulis
Qfix				
Q(U)*	Turi būti įdiegta ir aktyvuota (U-Q/Pmax profilį pateikia įrangos Gamintojas)	Turi būti įdiegta ir aktyvuota (algoritmo profilis 14.1 pav.)	Turi būti įdiegta ir aktyvuota (U-Q/Pmax profilį pateikia įrangos Gamintojas)	Turi būti įdiegta ir aktyvuota (algoritmo profilis 14.2 pav.)
Q(P)				
cosφfix				
cosφ(U)*	Turi būti įdiegta ir aktyvuota (U-Q/Pmax profilį pateikia įrangos Gamintojas)	Turi būti įdiegta ir aktyvuota (algoritmo profilis 14.3 pav.)	Turi būti įdiegta ir aktyvuota (U-Q/Pmax profilį pateikia įrangos Gamintojas)	Turi būti įdiegta ir aktyvuota (algoritmo profilis 14.4 pav.)
cosφ(P)				
Pastaba: * - prijungimo sąlygose pasirinktinai nustatomas vienas iš dviejų algoritmų Q(U) ir cosφ(U).				



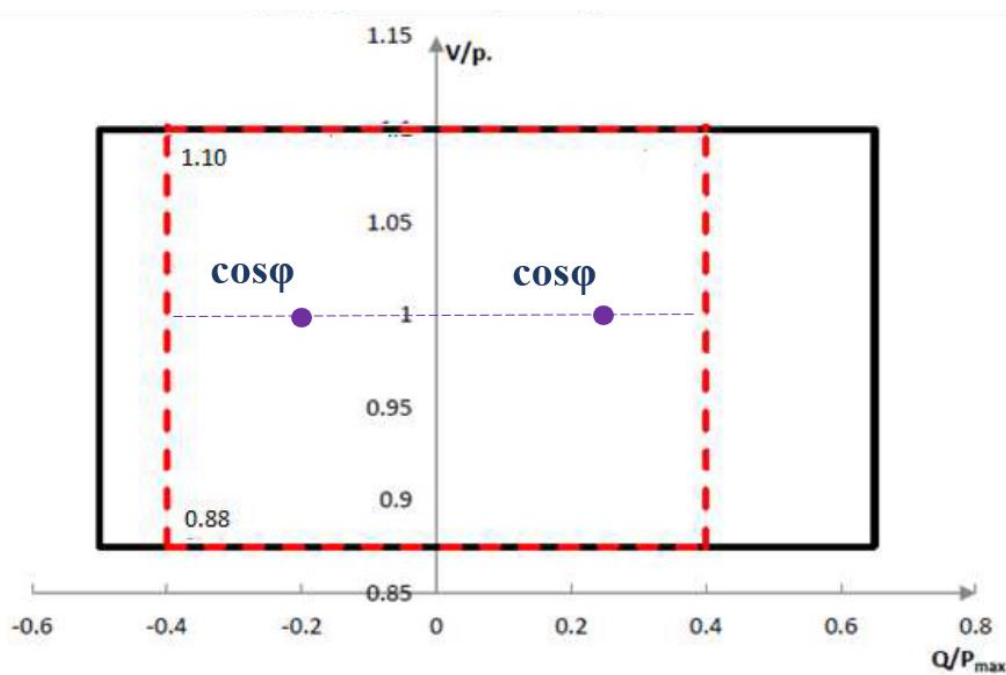
13.1 pav. C tipo sinchroninių elektros energijos gamybos modulio U-Q/Pmax profilis Q(U) algoritmas: palaikyti pastovią kintamosios srovės įtampą P/Q galimybių ribose,
U - pastovi, Q - kinta, P - kinta, $\cos\varphi$ - kinta



13.2 pav. C tipo elektros jėgainių parko modulio U-Q/Pmax profilis Q(U) algoritmas: palaikyti pastovią kintamosios srovės įtampą P/Q galimybių ribose,
U - pastovi, Q - kinta, P - kinta, $\cos\varphi$ - kinta



13.3 pav. C tipo sinchroninių elektros energijos gamybos modulio U-Q/P_{max} profilis $\cos\phi$ (U): palaikyti tam tikrą $\cos\phi$ nuolydį pagal įtampą P/Q galimybių ribose,
U - pastovi, $\cos\phi$ - kinta, Q - kinta, P – kinta



13.4 pav. C tipo elektros jėgainių parko modulio U-Q/P_{max} profilis $\cos\phi$ (U): palaikyti tam tikrą $\cos\phi$ nuolydį pagal įtampą P/Q galimybių ribose,
U - pastovi, $\cos\phi$ - kinta, Q - kinta, P – kinta

14. LAIDININKŲ PAGRINDINĖS CHARAKTERISTIKOS

Skaičiavimuose naudoti AB „Energijos skirstymo operatorius“ pateiktus laidininkų elektrinius parametrus. Jeigu numatomo įrengti laidininko charakteristikos skiriasi nuo pateiktų reikšmių ir jos yra tiksliai žinomos, tuomet naudoti gamintojo dokumentacijoje pateiktus parametrus. Pareikalavus STO, projektuotojas turi pateikti laidininko gamintojo dokumentaciją.

14.1 lentelė. Priklausomai nuo laidininkų tipo ir skerspjūvio elektriniai parametrai

Elektros linijos tipas	Skerspjūvis, mm ²	Aktyvioji varža, Ω/km	Reaktyvioji varža, Ω/km			Talpus, μF/km	Induktyvumas, mH/km	Leistinoji ilgalaikė srovė, A				Leistinoji TJ srovė, kA
		+20°C	0,4kV	10kV	35kV	Trikampė klojimo struktūra Δ	grunte PVC vamzdyje (k=0,85)	grunte (k=1)	ore	patalpoje	1s	
0,4 kV kabeliai plastikine izoliacija, skirti kloti žemėje, patalpose ir atvira ore	16	0,191	0,087	--	--	0,77	--	66	78	80	--	1,5
	25	0,12	0,086	--	--	0,809	--	--	--	--	--	2,3
	35	0,868	0,083	--	--	0,922	--	106	125	125	--	3,3
	50	0,641	0,084	--	--	0,933	--	--	--	--	--	4,7
	70	0,443	0,078	--	--	1,024	--	157	185	196	--	6,6
	95	0,32	0,078	--	--	1,06	--	--	--	--	--	8,9
	120	0,253	0,076	--	--	1,207	--	217	255	274	--	11,3
	150	0,206	0,076	--	--	1,165	--	--	--	--	--	14,2
	185	0,164	0,075	--	--	1,189	--	--	--	--	--	17,5
	240	0,125	0,075	--	--	1,218	--	319	375	425	--	22,7
0,4 kV oro kabeliai, skirti kloti atvira ore	16	1,91	0,11	--	--	--	0,35	--	--	70	--	1
	25	1,2	0,11	--	--	--	0,34	--	--	95	--	1,6
	35	0,868	0,11	--	--	--	0,34	--	--	115	--	2,3
	50	0,641	0,10	--	--	--	0,33	--	--	140	--	3,2
	70	0,443	0,10	--	--	--	0,31	--	--	180	--	4,5
	120	0,253	0,09	--	--	--	0,3	--	--	250	--	5,9
10kV trigysliai, skirti kloti žemėje, kabeliai su popierine izoliacija	95	0,326	--	0,083	--	0,294	--	--	--	--	--	8,9
	120	0,253	--	0,081	--	0,323	--	--	240	185	--	10,7
	150	0,206	--	0,079	--	0,357	--	--	--	--	--	14,2
	185	0,167	--	0,077	--	0,387	--	--	--	--	--	17,5
	240	0,125	--	0,075	--	0,429	--	302	355	270	--	21,4
10 kV suvytų kabelių plastikine izoliacija ir neizoliuota varinė gysla, skirti kloti žemėje ir atvira ore	120	0,253	--	0,10	--	0,32	0,32	225	265	325	--	11,3
	240	0,125	--	0,09	--	0,43	0,43	327	385	510	--	22,6
10 kV trigysliai kabeliai plastikine izoliacija, skirti kloti žemėje ir atvira ore	50	0,641	--	0,11	--	0,24	0,35	123	145	160	--	4,7
	120	0,253	--	0,09	--	0,33	0,3	196	230	265	--	11,3
	240	0,125	--	0,09	--	0,44	0,27	289	340	400	--	22,6
10 kV viengysliai kabeliai plastikine izoliacija, skirti kloti žemėje ir atvira ore / patalpoje	120	0,253	--	0,116	--	0,36	0,38	225	265	325	325	11,3
	240	0,125	--	0,107	--	0,46	0,32	327	385	490	490	22,6
	500	0,061	--	0,094	--	0,6	0,3	485	570	775	775	47,2
10kV izoliuoti laidai (SAX)	35	0,99	--	--	--	--	--	--	--	200	--	3,2
	70	0,495	--	--	--	--	--	--	--	310	--	6,4
	120	0,29	--	--	--	--	--	--	--	430	--	11
35 kV viengysliai kabeliai plastikine izoliacija, skirti kloti žemėje ir atvira ore	50	0,641	--	--	0,13	0,13	--	148	174	187	--	4,7
	70	0,443	--	--	0,144	0,14	--	153	180	225	--	6,6
	95	0,32	--	--	0,138	0,16	0,37	200	235	280	--	8,9
	120	0,253	--	--	0,132	0,17	--	246	289	325	--	11,3
	150	0,206	--	--	0,125	0,18	0,35	255	300	370	--	14,2
	185	0,164	--	--	0,122	0,2	--	281	330	425	--	17,5
	240	0,125	--	--	0,116	0,22	0,32	327	385	490	--	22,6
0,4-35 kV įrengti neizoliuoti aliuminiai laidai (A)	16	1,837	--	0,39	--	--	--	--	--	105	--	--
	25	1,18	--	0,38	--	--	--	--	--	136	--	2,5
	35	0,85	--	0,37	--	--	--	--	--	170	--	3,4
	50	0,59	--	0,36	--	--	--	--	--	215	--	5
	70	0,43	--	0,34	--	--	--	--	--	265	--	7
	95	0,31	--	0,33	--	--	--	--	--	320	--	9,3
	120	0,25	--	0,32	--	--	--	--	--	375	--	--
0,4-35 kV tinkle įrengti neizoliuoti aliuminiai plieniniai laidai (AS)	35	0,79	--	0,37	0,43	0,008	--	--	--	175	--	4
	50	0,6	--	0,34	0,42	0,008	--	--	--	210	--	5,3
	70	0,43	--	0,33	0,41	0,008	--	--	--	265	--	7,5
	95	0,31	--	0,32	0,40	0,009	--	--	--	330	--	10,5
	120	0,25	--	0,31	0,39	0,009	--	--	--	390	--	--
	150	0,2	--	0,3	0,38	0,01	--	--	--	450	--	--
185	0,16	--	0,3	0,38	0,01	--	--	--	--	--	--	

15. GENERATORIŲ PRIJUNGIMO PRIE ELEKTROS ENERGIJOS TINKLO REIKALAVIMŲ TAKYMAS SKIRTINGIEMS GENERATORIŲ TIPAMS (KOMISIJOS REGLAMENTAS (ES) 2016/631)

15.1 lentelė. Bendrieji reikalavimai elektros energijos gamybos moduliams

Eil. Nr.	Reikalavimas užtikrinti	Reikalavimas taikomas (būtinai)	A tipas	B tipas	C tipas
1	Dažnio diapazono reikalavimus (15.1 lentelė)	Dažnio stabilumo užtikrinimui	X	X	X
2	Riboto jautrumo pertekliniam dažnio (RJPD) režimą	Dažnio stabilumo užtikrinimui	X	X	X
3	Atsparumą spartiems dažnio pokyčiams (angl. ROCOF)	Dažnio stabilumo užtikrinimui	X	X	X
4	Pastovios atiduodamosios galios, atitinkančios tikslinę aktyviosios galios vertę išlaikymą	Dažnio stabilumo užtikrinimui	X	X	X
5	Didžiausios galios sumažėjimą mažėjant dažniui	Dažnio stabilumo užtikrinimui	X	X	X
6	Automatinis atsijungimas (15.1 lentelė)	Dažnio stabilumo užtikrinimui	X	X	X
7	Automatinį prisijungimą (15.1 lentelė)	Dažnio stabilumo užtikrinimui	X	X	X
8	Nuotolinio įjungimo/išjungimo valdymą (12.1 lentelė)	Dažnio stabilumo užtikrinimui	X (tik A2 tipui)	X	X
9	Aktyviosios galios mažinimą gavus valdymo komandą	Dažnio stabilumo užtikrinimui		X	X
10	Aktyviosios galios reguliavimą ir reguliavimo intervalus	Dažnio stabilumo užtikrinimui			X
11	Hidroakumuliaciniams elektros energijos gamybos objektams atjungti apkrovą esant nepakankama dažniui	Dažnio stabilumo užtikrinimui			X
12	Jautrumo dažniui (JD) režimą (<i>pirminis aktyviosios galios reguliavimas</i>)	Dažnio stabilumo užtikrinimui			X
13	Dažnio atkūrimo valdymo funkciją (<i>antrinis aktyviosios galios reguliavimas</i>)	Dažnio stabilumo užtikrinimui			X
14	Riboto jautrumo nepakankamam dažniui (RJND) režimą	Dažnio stabilumo užtikrinimui			X

15	JD režimo stebėjimą tikroju laiku	Dažnio stabilumo užtikrinimui			X
16	Valdymo schemas ir nuostatas	Sistemos valdymo užtikrinimui		X	X
17	Keitimąsi informacija	Sistemos valdymo užtikrinimui		X	X
18	Nustatytus apsaugų ir valdymo įtaisų prioritetus	Sistemos valdymo užtikrinimui		X	X
19	Transformatoriaus neutralės žemėjimo konfigūraciją	Sistemos valdymo užtikrinimui			X
20	Elektrinės apsaugų sistemas ir nuostatas	Sistemos valdymo užtikrinimui		X	X
21	Matavimo prietaisų įrengimą	Sistemos valdymo užtikrinimui		X	X
22	Priemonių, kuriomis galima registruoti triktis ir stebėti sistemos veikimo dinamiką įrengimą	Sistemos valdymo užtikrinimui			X
23	Kampinio stabilumo praradimo atveju automatiškai atsijungti nuo tinklo	Sistemos valdymo užtikrinimui			X
24	Aktyviosios galios didinimo ir mažinimo spartos didžiausios ir mažiausios ribas	Sistemos valdymo užtikrinimui			X
25	Skaičiavimo modelių sudarymą	Sistemos valdymo užtikrinimui			X
26	Gebėti neatsijungti nuo tinklo prie linijos vienfazio arba trifazio automatinio kartotinio įjungimo (VAKĮ ir TAKĮ)	Generuojančio šaltinio atsparumui			X
27	Statinio stabilumo išlaikymą galios svyravimų atveju	Generuojančio šaltinio atsparumui			X
28	Automatinį atsijungimą viršijus nustatytą prijungimo taško įtampą	Įtampos stabilumui			X
29	Dėl tinklo trikdžio atsitiktinai atjungus, automatinį prijungimą prie tinklo	Sistemos atkūrimui		X	X
30	Paleidimo po visuotinės avarijos galimybę (angl. Black start) (<i>neprivaloma užtikrinti, nebent PSO nurodo, kad nepakanka esamų galimybių</i>)	Sistemos atkūrimui			X
31	Gebėjimą veikti kartu su kitais moduliais izoliuoto veikimo režimu	Sistemos atkūrimui			X
32	Greito pakartotinio sinchronizavimo galimybę	Sistemos atkūrimui			X

15.2 lentelė. Reikalavimai sinchroniniams elektros energijos gamybos moduliams

Eil. Nr.	Reikalavimas užtikrinti	Reikalavimas taikomas (būtinai)	B tipas	C tipas
1	Aktyviosios galios atkūrimą po trikties	Generuojančio šaltinio atsparumui	X	X
2	Atsparumą triktims taikomą sinchroniniams generatoriams prijungtiems prie <110 kV įtampos tinklų (angl. FRT)	Generuojančio šaltinio atsparumui	X	X
3	Nuolatinės automatinio žadinimo reguliavimo sistemos įrengimą (supaprastintą)	Įtampos stabilumui	X	X
4	Nustatytą gebą reguliuoti reaktyviąją galią (pagal supaprastintą PQ charakteristiką)	Įtampos stabilumui		X
5	Gebėjimą užtikrinti reaktyviąją galią veikiant didžiausiu pajėgumu (pagal PQ charakteristiką)	Įtampos stabilumui		X (ribos nurodytos 15 skyriuje)
6	Gebėjimą užtikrinti reaktyviąją galią veikiant ne visu pajėgumu (pagal PQ charakteristiką)	Įtampos stabilumui		X

15.3 lentelė. Reikalavimai elektros jėgainių parkų moduliams

Eil. Nr.	Reikalavimas užtikrinti	Reikalavimas taikomas (būtinai)	B tipas	C tipas
1	Sintetinę inerciją	Dažnio stabilumo užtikrinimui		X
2	Aktyviosios galios atkūrimą po trikties	Generuojančio šaltinio atsparumui	X	X
3	Atsparumą triktims taikomą elektros jėgainių parkų moduliams prijungtiems prie <110 kV įtampos tinklų (angl. FRT)	Generuojančio šaltinio atsparumui	X	X
4	Gebėjimą tiekti greitąją trikties srovę simetrinių (trifazės) bei nesimetrinių (1 arba 2 fazių) trikčių atveju	Įtampos stabilumui	X	X
5	Nustatytą gebą reguliuoti reaktyviąją galią (pagal supaprastintą PQ charakteristiką)	Įtampos stabilumui	X	
6	Aktyviosios arba reaktyviosios galios užtikrinimo pirmenybę	Įtampos stabilumui		X
7	Gebėjimą užtikrinti reaktyviąją galią veikiant didžiausiu pajėgumu (pagal PQ charakteristiką)	Įtampos stabilumui		X
8	Gebėjimą užtikrinti reaktyviąją galią veikiant ne visu pajėgumu (pagal PQ charakteristiką)	Įtampos stabilumui		X
9	Reaktyviosios galios reguliavimo režimą	Įtampos stabilumui		X
10	Nustatytą galios svyravimų slopinimą (angl. PSS)	Įtampos stabilumui		X

LITERATŪRA

1. KOMISIJOS REGLAMENTAS (ES) 2016/631 2016 m. balandžio 14 d. *dėl tinklo kodekso, kuriame nustatomi generatorių prijungimo prie elektros energijos tinklo reikalavimai.*
2. COMMISSION REGULATION (EU) 2016/631 of 14 April 2016 *establishing a network code on requirements for grid connection of generators.*
3. VALSTYBINĖ KAINŲ IR ENERGETIKOS KONTROLĖS KOMISIJA NUTARIMAS DĖL PARAMETRŲ, NUSTATYTŲ PAGAL 2016 M. BALANDŽIO 14 D. EUROPOS KOMISIJOS REGLAMENTĄ (ES) NR. 2016/631, KURIAME NUSTATOMI GENERATORIŲ PRIJUNGIMO PRIE ELEKTROS ENERGIJOS TINKLO REIKALAVIMAI, PATVIRTINIMO. 2018 m. spalio 15 d. Nr. O3E-323, Vilnius.
4. IEC 61000-3-7:2008 „*Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems*“.
5. IEC 61400-21-1 ED1 „*Wind energy generation systems – Part 21-1: Measurement and assessment of electrical characteristics – Wind turbines*“.
6. *Vėjo elektrinių prijungimo prie elektros tinklų techninės taisyklės.* Patvirtinta - Lietuvos Respublikos energetikos ministro, 2016 m. kovo 25 d. įsakymu Nr. 1-99.