

GEDIMŲ ELEKTROS TINKLŲ 0,4–10 kV LINIJOSE ŠIAULIŲ REGIONE TYRIMAS

Nerijus Šulčius, Donatas Blėdis

Šiaulių universitetas, Technologijos fakultetas

Įvadas

Esant gedimų elektros tinklų linijose, vartotojai turi nuostolių dėl nepagamintos produkcijos, nesuteiktų paslaugų, produkcijos broko, darbo sąlygų pablogėjimo, sugadintų elektros įrenginių (Navickas, 2007; Svinkūnas, Navickas, 2011). Todėl reikia sumažinti galimų gedimų skaičių ir jų padarinių mastą prieš tai atlikus jų analizę.

Tyrimo tikslas – ištirti ir įvertinti gedimus elektros tinklų žemosios (0,4 kV) ir vidutinės (10 kV) įtampos linijose.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti Šiaulių regiono kiekvieno rajono elektros tinklų 0,4–10 kV linijų gedimų skaičių, atjungtų vartotojų skaičių, atjungimų trukmę.

2. Nustatyti kiekvieno Šiaulių regiono rajono elektros tinklų 0,4–10 kV linijų gedimų priežastis.

3. Apskaičiuoti kiekvieno Šiaulių regiono rajono elektros tinklo patikimumo rodiklius.

Tyrimo metodas – eksploatacijos metu gautų duomenų analizė.

Šiaulių regiono elektros tinklų 0,4–10 kV linijų gedimų apimtis

AB „LESTO“ aptarnaujamas Šiaulių regionas skirstomas į 9 rajonus: Šiaulių, Kuršėnų, Mažeikių, Naujosios Akmenės, Joniškio, Pakruojo, Kelmės, Radviliškio ir Raseinių. 2011 m. Šiaulių regiono rajonų gedimų skaičius 0,4–10 kV oro (OL) ir kabelinėse (KL) linijose pateiktas 1 lentelėje.

1 lentelė. Šiaulių regiono rajonų gedimų skaičius

Rajonas	10 kV OL	10 kV KL	0,4 kV OL	0,4 kV KL	Bendras
Šiaulių	77	131	614	121	943
Kuršėnų	106	76	675	44	901
Mažeikių	131	45	757	28	961
Naujosios Akmenės	74	46	521	–	641
Joniškio	145	92	431	12	680
Pakruojo	104	58	387	–	549
Kelmės	223	120	1374	20	1737
Radviliškio	163	86	887	33	1169
Raseinių	248	17	1525	–	1790

Kaip matyti iš 1 lentelės, daugiausia gedimų tiek 10 kV, tiek ir 0,4 kV tinkluose įvyksta oro linijose daugiausia dėl medžių ar jų šakų užvirtimo. Daugiausia gedimų užfiksuota Kelmės ir Raseinių rajonuose. Tam įtakos turi didelis tų rajonų linijų ilgis ir miškingos vietovės (Blėdis, 2012). Mažiausiai gedimų užfiksuota Pakruojo, Naujosios Akmenės ir Joniškio rajonuose.

2011 m. Šiaulių regione dėl gedimų 0,4–10 kV linijose atjungtų vartotojų skaičius pateiktas 2 lentelėje.

2 lentelė. Šiaulių regiono rajonų atjungtų vartotojų skaičius

Rajonas	Dėl 10 kV atjungimų	Dėl 0,4 kV atjungimų	Bendras
Šiaulių	83289	12475	95764
Kuršėnų	42546	8031	50577
Mažeikių	31745	9387	41132
Naujosios Akmenės	26709	8500	35209
Joniškio	48340	3414	51754
Pakruojo	21033	5143	26176
Kelmės	49627	9236	58863
Radviliškio	51602	9092	60694
Raseinių	28616	16770	45386

Daugiausiai vartotojų atjungama 10 kV linijose, nes prie jų prijungta yra daugiau vartotojų (2 lentelė). Šiaulių rajone yra daugiausia vartotojų, todėl ir daugiausia jame atjungtų vartotojų.

2011 m. elektros energijos nutraukimų trukmės dėl gedimų 0,4–10 kV linijose pateiktos 3 lentelėje.

3 lentelė. Šiaulių regiono rajonų elektros energijos nutraukimų trukmės, h

Rajonas	10 kV linijose	0,4 kV linijose	Bendra
Šiaulių	315	2683	2998
Kuršėnų	338	1999	2337
Mažeikių	460	1825	2285
Naujosios Akmenės	224	917	1141
Joniškio	501	1227	1728
Pakruojo	372	660	1032
Kelmės	2100	10942	13042
Radviliškio	1023	3547	4570
Raseinių	769	5078	5847

Gedimų pašalinimo trukmė 10 kV tinkle yra kelis kartus trumpesnė negu žemosios įtampos 0,4 kV elektros tinkle (3 lentelė). Dėl sunkiau pasiekiamų miškingose vietovėse esančių elektros energijos linijų atjungimų trukmė didžiausia yra Kelmės rajone ir net 13 kartų viršija Pakruojo rajono atjungimų trukmę, kurios vertę nulemia mažas gedimų skaičius.

Šiaulių regiono elektros tinklų 0,4–10 kV linijų gedimų priežasčių tyrimas

Pagal elektros energijos persiuntimo patikimumo ir paslaugų kokybės reikalavimus persiuntimo nutrūkimo atvejai pagal jų atsiradimo priežastis skirstomi į keturias grupes: nenugalima jėga, išorinis poveikis, operatoriaus atsakomybė ir nenustatyta priežastis (Blėdis, 2012).

Šiaulių regiono rajonų 0,4–10 kV linijų gedimų priežasčių procentinė sudėtis apskaičiuota remiantis 2011 m. duomenimis (4 lentelė). Daugiausiai gedimų dėl nenugalimos jėgos poveikio įvyksta Kelmės rajone ir tai sudaro beveik pusę visų gedimų. Dėl išorinio poveikio – vartotojų, pašalinių organizacijų ar asmenų nulemtos elektros energijos nutūkimo – daugiausia gedimų įvyksta Naujosios Akmenės ir Mažeikių rajonuose. Operatoriaus atsakomybei visuose rajonuose tenka apie pusę visų gedimų. Dėl nenustatytų priežasčių daugiausia gedimų įvyko Šiaulių rajone.

4 lentelė. Šiaulių regiono rajonų gedimų priežastys, %

Rajonas	Nenugalima jėga	Išorinis poveikis	Operatoriaus atsakomybė	Nenustatytos priežastys
Šiaulių	35,95	7,64	54,08	2,33
Kuršėnų	32,52	13,76	53,05	0,67
Mažeikių	27,89	21,75	48,91	1,45
Naujosios Akmenės	24,81	23,4	51,48	0,31
Joniškio	34,13	12,79	52,79	0,29
Pakruojo	37,16	17,3	44,08	1,46
Kelmės	45,54	9,5	44,62	0,34
Radviliškio	40,72	15,83	43,11	0,34
Raseinių	37,48	17,71	43,58	1,23

Šiaulių regiono elektros tinklų patikimumo rodiklių skaičiavimas

Skirstomuosiuose elektros tinkluose plačiausiai naudojami elektros tinklų patikimumo rodikliai, įvertinantys įvykusių elektros tinklo avarijų dydį (Navickas, 2007; Blėdis, 2012; Santoso ir kt., 2004; Brown, 2008):

sistemos vidutinis elektros tiekimo nutraukimo dažnio rodiklis

$$SAIFI = \frac{f}{N}, \quad (1)$$

vartotojų vidutinis elektros tiekimo nutraukimo dažnio rodiklis

$$CAIFI = \frac{f}{N_{net}}, \quad (2)$$

sistemos vidutinės nutraukimo trukmės rodiklis

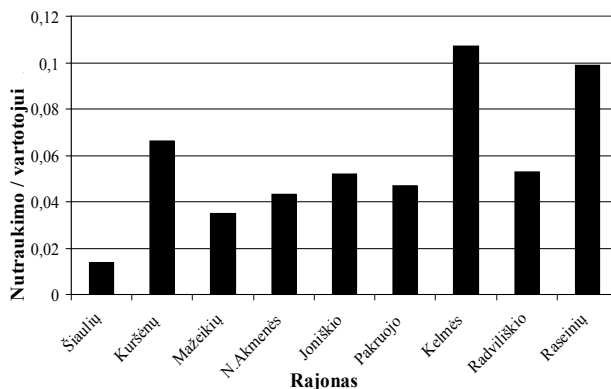
$$SAIDI = \frac{T}{N}, \quad (3)$$

vartotojų vidutinis nutraukimo trukmės rodiklis

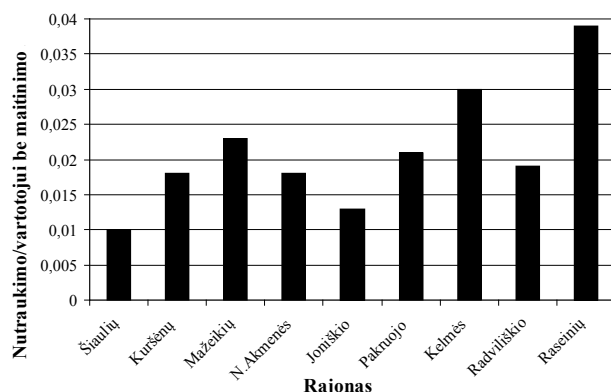
$$CAIDI = \frac{T}{f}, \quad (4)$$

čia: f – visų elektros nutraukimų skaičius, N – visų vartotojų skaičius, N_{net} – maitinimo netekusių vartotojų skaičius, T – visų elektros nutraukimų trukmių suma.

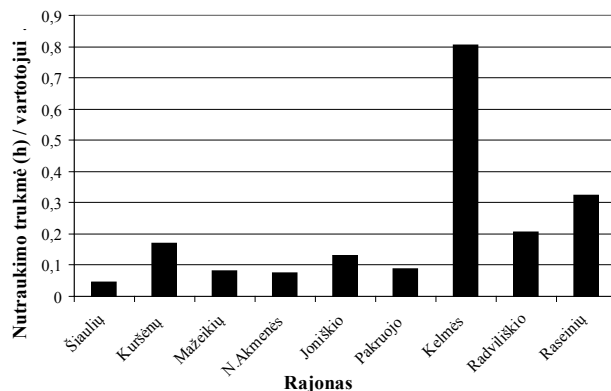
Dažniausiai elektros energijos tiekimas vartotojams nutraukiamas Kelmės ir Raseinių rajonuose, rečiausiai – Šiaulių rajone (1 pav.). Nutūkus elektros energijos tiekimui, daugiausiai vartotojų elektros maitinimo netenka Raseinių rajone (2 pav.). Vidutinė elektros energijos nutraukimo trukmė vienam vartotojui ilgiausia Kelmės rajone (3 pav.). Vidutinė vieno elektros energijos nutraukimo trukmė ilgiausia taip pat Kelmės rajone (4 pav.) ir siekia net 7,5 h.



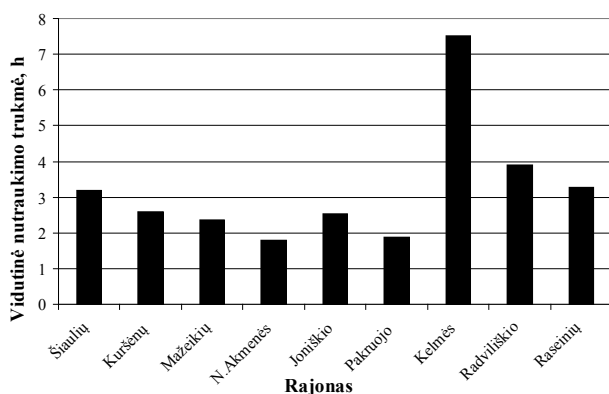
1 pav. Šiaulių regiono rajonų SAIFI rodiklis



2 pav. Šiaulių regiono rajonų CAIFI rodiklis



3 pav. Šiaulių regiono rajonų SAIDI rodiklis



4 pav. Šiaulių regiono rajonų CAIDI rodiklis

Išvados

- 2011 m. Šiaulių regiono rajonų elektros tinklų 0,4–10 kV linijų gedimų apimtys tyrimas rodo, kad daugiausiai gedimų įvyksta 0,4 kV linijose, tačiau vartotojų daugiau atjungiama 10 kV linijose. Gedimų pašalinimo trukmė 10 kV tinkle yra perpus trumpesnė negu žemosios įtampos 0,4 kV elektros tinkle. Daugiausia gedimų tiek 10 kV, tiek ir 0,4 kV tinkluose įvyksta Kelmės ir Raseinių rajonuose esančiuose oro linijose.
- 2011 m. Šiaulių regiono rajonų skyriuose 0,4–10 kV

linijose įvyko 9371 gedimas. Pagrindinė gedimų priežastis – operatoriaus atsakomybė, tai sudaro 48,41 % visų atjungimų. Nenugalimos jėgos gedimų priežastis sudaro 35,13 % visų gedimų. Išorinis poveikis sudaro 15,52 % visų gedimų. Nenustatytos priežastys sudaro 0,94 % visų gedimų.

- Šiaulių regiono rajonų elektros tinklo patikimumo rodiklių skaičiavimai rodo, kad Kelmės ir Raseinių rajonuose dažniausiai nutraukiamas elektros energijos tiekimas vienam vartotojui. Raseinių rajone maitinimo netekusiam vartotojui tenka daugiausiai elektros energijos nutraukimų. Vidutinė vieno nutraukimo trukmė ilgiausia Kelmės rajone.
- Kelmės rajonas vartotojų aprūpinimo elektros energija požiūriu yra pats nepatikimiausias Šiaulių regiono rajonas.

Literatūra

- Navickas A., 2007, *Elektros energetikos sistemų patikimumas*. Kaunas: Technologija.
- Svinkūnas G., Navickas A., 2011, *Elektros energetikos pagrindai*. Kaunas: Technologija.
- Blėdis D., 2012, *Gedimų elektros tinklų 0,4–10 kV linijose tyrimas*. Magistro darbas. Šiauliai: Šiaulių universitetas.
- Santoso S., Beaty H. W., Dugan R. C., McGranaghan M. F., 2004, *Electrical Power Systems Quality*.
- Brown R. E., 2008, *Electric Power Distribution Reliability*. Taylor & Francis.

INVESTIGATION OF FAULTS IN 0.4 – 10 kV ELECTRICAL POWER NETWORK IN THE ŠIAULIAI REGION

Nerijus Šulčius, Donatas Blėdis

Summary

In this article the number of faults and interrupted customers, the interruption duration, and fault reasons of 0.4-10 kV grid lines of the Šiauliai region have been investigated. Reliability indicators of the electrical network of the Šiauliai region have been calculated. The analysis of operating data demonstrates that most faults occur in 0.4 kV grid lines, but more customers are interrupted in 10 kV grid lines. Faults elimination duration are twice shorter in 10 kV grid lines compared with 0.4 kV grid lines. Most faults occur in overhead lines both in 0.4 kV and 10 kV grid lines. The main fault reason, operator responsibility, occurs in almost the half of all interruptions. Calculations of reliability indicators demonstrate that mostly the electrical power supply is interrupted for customers in the Kelmė and Raseiniai districts. For the interrupted customer in the Raseiniai district, most electrical power interruptions occur. The average for one interruption duration is longest in the Kelmė district. According to the investigation results, the Kelmė district is the most unreliable district of the Šiauliai region in view of electrical power supply for the customers.

Key words: electrical network, 0.4 kV, 10 kV, faults, reliability indicators.

GEDIMŲ ELEKTROS TINKLŲ 0,4–10 kV LINIJOSE ŠIAULIŲ REGIONE TYRIMAS

Nerijus Šulčius, Donatas Blėdis

Santrauka

Straipsnyje nagrinėjamas Šiaulių regiono elektros tinklų 0,4–10 kV linijų gedimų skaičius, atjungtų vartotojų skaičius, atjungimų trukmė, gedimų priežastys, apskaičiuojami patikimumo rodikliai. Eksploatacijos metu gautų duomenų tyrimai rodo, kad daugiausiai gedimų įvyksta 0,4 kV linijose, tačiau vartotojų daugiau atjungiama 10 kV linijose. Gedimų pašalinimo trukmė 10 kV tinkle yra perpus trumpesnė negu žemosios įtampos 0,4 kV elektros tinkle. Daugiausiai gedimų tiek 10 kV, tiek ir 0,4 kV tinkluose įvyksta oro linijose. Pagrindinė gedimų priežastis – operatoriaus atsakomybė, tai sudaro beveik pusę visų atjungimų. Patikimumo rodiklių skaičiavimai rodo, kad Kelmės ir Raseinių rajonuose dažniausiai nutraukiamas elektros energijos tiekimas vienam vartotojui. Raseinių rajone maitinimo netekusiam vartotojui tenka daugiausiai elektros energijos nutraukimų. Vidutinė vieno nutraukimo trukmė ilgiausia Kelmės rajone. Remiantis atliktų tyrimų rezultatais, galima konstatuoti, kad Kelmės rajonas vartotojų aprūpinimo elektros energija požiūriu yra pats nepatikimiausias Šiaulių regiono rajonas.

Prasminiai žodžiai: elektros tinklas, 0,4 kV, 10 kV, gedimai, patikimumo rodikliai.

Įteikta 2013-04-24