

DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF RANDOM FACTORS ON THE QUALITY AND RELIABILITY OF POWER SUPPLY

V.S. POPESCU

Agrarian University of Moldova

Abstract. The operation of power networks is accompanied by a number of issues including the key issue is the reliability of these networks. At the present stage in the transmission and distribution of electricity held a significant number of disconnections, subject to various random factors of influence. The problem of ensuring continuity and quality of electricity supply to consumers is a current Republican power generation, its solution is imperative to know the influence factors, and their impact on the reliability of the equipment installed in the electrical network. This paper is dedicated to the criteria for assessing the impact of influence factors on the reliability of electrical networks and forecasting mechanism and continuity of power supply to consumers.

Keywords: Quality of operation, electrical networks, indicators of reliability, random factors, characteristics of faults in electric networks.

DETERMINAREA NIVELULUI DE INFLUENȚĂ A FACTORILOR ALEATORI ASUPRA CALITĂȚII ȘI FIABILITĂȚII ALIMENTĂRII CU ENERGIE ELECTRICĂ

Popescu V.S.

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Rezumat. Funcționarea rețelelor electrice se confrută cu mai multe dificultăți și cerințe, printre care problema funcționării fiabile se prezintă ca una din cele mai semnificative. În stadiul actual de dezvoltare a rețelelor electrice fie de transport a energiei, fie de distribuție deconectările prezintă un eveniment destul de semnificativ ce influențează asupra fiabilității. Aceste deconectări sunt condiționate de o gamă întreagă de factori aleatori, care sunt greu de prognozat. Totuși rămâne actuală problema prognozei indicilor de fiabilitate ale rețelelor întru asigurarea continuității și calității aprovizionării cu energie electrică a consumatorilor. În prezenta lucrare se examinează criteriile de evaluare a factorilor, care afectează gradul de fiabilitate a rețelelor electrice și asupra metodologiei de prognozare a siguranței aprovizionării cu energie electrică a consumatorilor.

Cuvinte-cheie: Fiabilitatea funcțională, indicatori de fiabilitate, factori aleatori, rețele electrice, caracteristica refuzurilor.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО И НАДЕЖНОСТЬ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Попеску В.С.

Государственный Agrарный Университет Молдовы

Аннотация. Работа электрических сетей сопряжена с многими требованиями, главным среди которых является вопрос надежности этих сетей. На современном этапе при передаче и распределении электроэнергии происходит значительное количество отключений, обусловленные различными случайными факторами. Проблема обеспечения непрерывности и качества электроснабжения потребителей является актуальной задачей и для ее решения необходимо знать факторы, влияющие на надежность оборудования установленного в электрической сети. Эта статья посвящена критериям для оценки факторов влияющих на надежность электрических сетей и механизма прогнозирования непрерывности электроснабжения потребителей.

Ключевые слова: Функциональная надежность, показатели надежности, вероятные факторы, электрические сети, характеристики отказов электрических сетей.

Introducere

Asigurarea alimentării consumatorilor cu energie electrică de calitate este problema cheie a electroenergeticii. Pentru energetica republicană, această problema devine din ce în ce mai stringentă, din cauză că sistemul energetic republican are o vârstă de peste 50 de ani și elementele sale sunt învechite și au un grad sporit de uzură. Din cauza acestei situații, în prezent, în rețelele electrice au loc un număr mare de refuzuri care afectează siguranța

alimentării cu energie electrică a consumatorilor. Asigurarea nivelului de fiabilitate poate fi realizată numai prin cunoașterea tuturor fenomenelor ce însoțesc procesul de funcționare a rețelelor electrice, ceea ce dă posibilitatea de a prognoza factorii de influență și de a planifica lucrările de profilaxie [3-6,9].

În prezent, factorii ce cauzează apariția refuzurilor și impactul lor asupra fiabilității rețelelor electrice nu sunt studiați, iar nivelul de siguranță privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor poate fi sporit numai prin cunoaștere profundă a fenomenelor și a factorilor, ce au o influență directă asupra procesului de funcționare a rețelelor electrice [1,2,5,8].

Această lucrare este consacrată elaborării criteriului de estimare și prognoză a influenței diferitor factori asupra fiabilității rețelelor de alimentare cu energie electrică a consumatorilor, având drept obiective elaborarea și aplicarea modelelor matematice privind determinarea impactului diferitor factori aleatori asupra nivelului de fiabilitate a echipamentelor instalate în rețelele electrice.

Dezvăluirea problemei

Pentru a determina factorii de influență asupra procesului de alimentare cu energie electrică a consumatorilor a fost procesată informația statistică cu privire la fluxurile de refuzuri înregistrate în rețelele electrice. Stabilirea factorilor de cauză a întreruperilor s-a efectuat în baza unui concept elaborat pentru analiza și sistematizarea datelor experimentale privind refuzurile din rețelele electrice, care a dat posibilitatea de a evidenția factorii de influență asupra procesului de furnizare a energiei electrice. În conformitate cu conceptul propus, au fost determinate douăsprezece grupe de factori aleatori care au condiționat apariția refuzurilor în funcționare a rețelelor electrice și au influențat procesul de alimentare cu energie electrică a consumatorilor de toate categoriile de fiabilitate.

Întru estimarea impactului factorilor de influență s-a elaborat algoritmul de calcul analitic al nivelului de fiabilitate, ce sistematizează consecutivitatea operațiilor realizate în procesul de evaluare a factorilor de influență asupra fiabilității. Algoritmul are la bază următoarele etape:

- 1) Procesarea datelor experimentale privind fluxurile de refuzuri din rețelele electrice;
- 2) Clasificarea refuzurilor aleatorii în funcție de factorii de cauză;
- 3) Elaborarea modelelor matematice pentru determinarea coeficienților de pondere a factorilor de influență;
- 4) Determinarea indicatorilor de bază ai fiabilității sistemelor de distribuție;
- 5) Estimarea ponderilor factorilor de influență asupra indicatorilor de fiabilitate;
- 6) Trasarea măsurilor de diminuare a influenței factorilor aleatori;
- 7) Elaborarea mecanismului de asigurare a continuității și calității alimentării consumatorilor cu energie electrică.

Reieșind din cele expuse s-a propus de estimat impactul factorilor de influență reieșind din următorii parametri ai deconectărilor condiționate: frecvența de apariție, durata lor și numărul consumatorilor de energie afectați. Acest fapt poate fi explicat prin aceea că orice întrerupere i cauzată de un factor oarecare n are o anumită durată T_i și afectează un anumit număr de consumatori NC_i . Totodată, cu creșterea numărului de întreruperi pe un interval de timp determinat τ , cauzate de factorii aleatori, are loc o variație semnificativă a indicatorilor de fiabilitate. De aceea fiecare factor are o pondere asupra indicatorilor de fiabilitate reieșind din numărul de întreruperi cauzate, de durata lor și de numărul de consumatori afectați.

În baza criteriului propus pentru estimarea impactului factorilor de influență a fost introdusă noțiunea de coeficienți de pondere asupra calității de funcționare a rețelelor electrice, în conformitate cu care au fost elaborate expresiile matematice pentru determinarea nivelului

de influență al fiecărui factor în parte asupra indicatorilor calității și continuității de funcționare.

Coeficienții de pondere, pentru fiecare factor aleator, se determină:

- coeficientul de pondere al factorului f_1 se determină conform [1]:

$$k_{p1} = \frac{\sum_{k=1}^m NC_{1k} \cdot T_{1k}}{\sum_{k=1}^m NC_{1k} \cdot T_{1k} + \sum_{l=1}^p NC_{2l} \cdot T_{2l} + \sum_{r=1}^s NC_{3r} \cdot T_{3r} + \dots + \sum_{v=1}^t NC_{nv} \cdot T_{nv}} \cdot 100\%; \quad (1)$$

- coeficientul de pondere al factorului f_2 se determină cu expresia:

$$k_{p2} = \frac{\sum_{l=1}^p NC_{2l} \cdot T_{2l}}{\sum_{k=1}^m NC_{1k} \cdot T_{1k} + \sum_{l=1}^p NC_{2l} \cdot T_{2l} + \sum_{r=1}^s NC_{3r} \cdot T_{3r} + \dots + \sum_{v=1}^t NC_{nv} \cdot T_{nv}} \cdot 100\%; \quad (2)$$

- coeficientul de pondere al factorului f_3 se determină, după formula:

$$k_{p3} = \frac{\sum_{r=1}^s NC_{3r} \cdot T_{3r}}{\sum_{k=1}^m NC_{1k} \cdot T_{1k} + \sum_{l=1}^p NC_{2l} \cdot T_{2l} + \sum_{r=1}^s NC_{3r} \cdot T_{3r} + \dots + \sum_{v=1}^t NC_{nv} \cdot T_{nv}} \cdot 100\%; \quad (3)$$

- coeficientul de pondere al factorului f_n se determină:

$$k_{pn} = \frac{\sum_{v=1}^t NC_{nv} \cdot T_{nv}}{\sum_{k=1}^m NC_{1k} \cdot T_{1k} + \sum_{l=1}^p NC_{2l} \cdot T_{2l} + \sum_{r=1}^s NC_{3r} \cdot T_{3r} + \dots + \sum_{v=1}^t NC_{nv} \cdot T_{nv}} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Unde:

NC_{1k} – numărul consumatorilor afectați de întreruperile k , cu durata T_{1k} , cauzate de factorul aleator de influență f_1 ;

NC_{2l} – numărul consumatorilor afectați de întreruperile l , cu durata T_{2l} , cauzate de factorul aleator de influență f_2 ;

NC_{3r} – numărul consumatorilor afectați de întreruperile r , cu durata T_{3r} , cauzate de factorul aleator de influență f_3 ;

NC_{nv} – numărul consumatorilor afectați de întreruperile v , cu durata T_{nv} , cauzate de factorul aleator de influență f_n .

În baza expresiilor matematice elaborate au fost determinați coeficienții de pondere a factorilor aleatori asupra indicatorilor calității de funcționare pentru rețelele cercetate. În tabelul 1 se prezintă ca exemplu valorile coeficienților calculați pentru rețele de medie tensiune.

Tabelul 1. Valorile sezoniere ale coeficienților de pondere asupra indicatorilor de continuitate

Factorii		Valorile coeficienții de pondere			
		Iarna	Primăvara	Vara	Toamna
Nr.	Descrierea	$K_p, \%$	$K_p, \%$	$K_p, \%$	$K_p, \%$
1	Condiții climaterice	37,3	35,7	37,6	41,5
2	Defecte în echipamente	18,3	26,1	31,1	23,7
3	Factori cu caracter nedeterminat	21,2	21,1	17,7	21,3
4	Acte de vandalism	3,8	3,1	2,4	2,9
5	Defecte în rețelele de transport	2,1	2,2	2,5	2,8
6	Defecte la PDC-uri	2,1	1,9	1,7	1,8
7	Acțiunea animalelor și a păsărilor	2,1	1,9	1,3	1,9
8	Acțiunea mecanismelor	2,3	1,4	1,6	1,3
9	Avarii cauzate de vegetație	2,1	1,6	1,5	0,7
10	Defecte din cauza consumatorului	1,6	1,4	1,5	1,7
11	Calitatea energie electrice	7,0	0,6	0,7	0,3
12	Erori de exploatare	0,1	3,0	0,4	0,1

Conform valorilor obținute ale coeficienților de pondere s-a făcut o caracteristică generală a factorilor de influență asupra calității și continuității alimentării cu energie electrică a consumatorilor, care este prezentată grafic în figura 1. Din această caracteristică se pot evidenția factorii cu influență semnificativă asupra procesului de alimentare cu energie electrică.

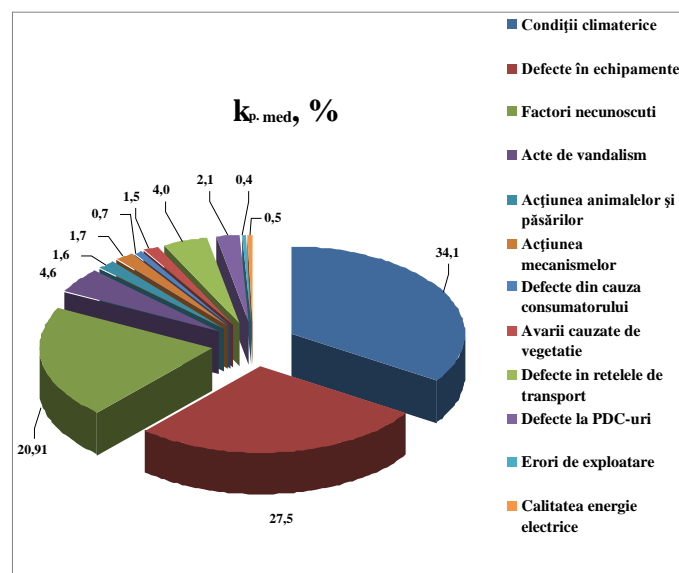


Fig.1. Caracteristica factorilor aleatori de influență

Din analiza rezultatelor obținute reiese că, cei mai semnificativi factori care influențează indicatorii de continuitate și calitate a alimentării cu energie electrică a consumatorilor sunt: condițiile climaterice, defecte în echipamente și factorii cu caracter nedeterminat.

În figura 2 este prezentată variația ponderilor factorilor de influență asupra indicatorilor de fiabilitate pe o perioadă de cinci ani, din care reiese uniformitatea repartiției ponderilor factorilor de influență.

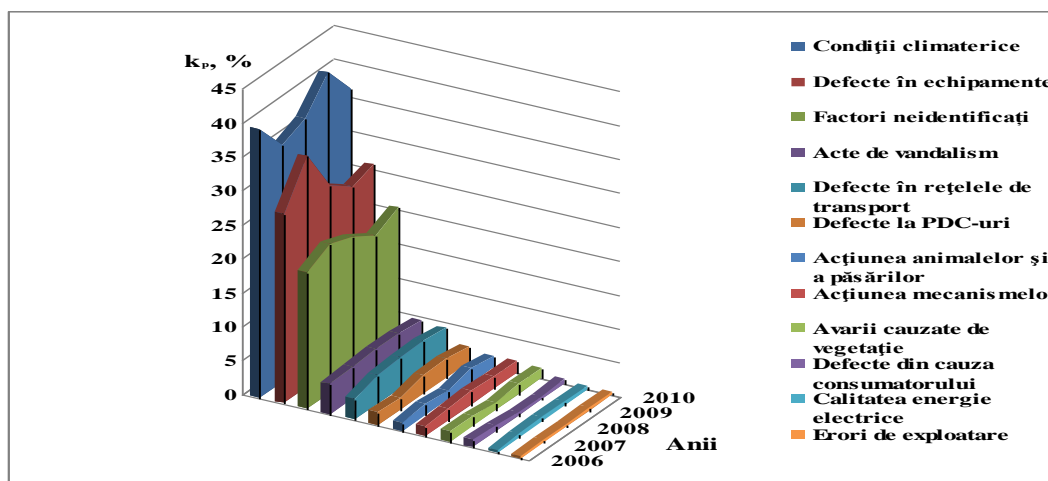


Fig. 2. Evoluția factorilor aleatori în funcție de ponderea lor asupra indicatorilor de fiabilitate

Expresiile matematice pentru determinarea coeficienților de pondere au permis de a scoate în evidență factorii dominanți cu influență pronunțată asupra nivelului de fiabilității de funcționare a rețelelor electrice, care determină calitatea și continuitatea procesului de furnizare a energiei. Rezultatele obținute cu privire la estimarea impactului diferitor factori cu caracter aleatoriu permit planificarea măsurilor de asigurare a indicatorilor normativi de fiabilitate, în conformitate cu cerințele corespunzătoare.

Concluzii

Criteriul de estimare a nivelului de influență a factorilor aleatori asupra fiabilității cu utilizarea coeficienților de pondere a dat posibilitatea de a aprecia impactul diferitor factori asupra calității alimentării cu energie luând în considerație numărul de refuzuri cauzate de fiecare factor în particular, de durata refuzurilor și de numărul consumatorilor afectați.

Rezultatele obținute în baza utilizării expresiilor matematice elaborate pentru determinarea coeficienților de pondere au scos în evidență faptul că factorii cu influență semnificativă asupra calității și continuității alimentării cu energie electrică sunt: condițiile climatice, defectele în echipamente și factorii cu caracter nedeterminat.

Bibliografie

- [1] Popescu V. Analiza fiabilității sistemelor electrice de distribuție. Problemele energeticii regionale, AȘM, Chișinău, 2012 nr.1 (18) p. 52-57.
- [2] Felea I., Dzițac Simona. Fiabilitatea Echipamentelor și Sistemelor Energetice. Editura Universității din Oradea, 2006.
- [3] Matica L. About non-sinusoidal situations energetics effects in electrical networks. *Analele universității din Oradea*. Universitatea din Oradea, România, 2009, Fascicula de Energetică, Nr. 15, p. 73-76.
- [4] Felea I., Secui D., Oltean M. The impact analyze of electric stress level in content of insulating oil gases in power transformers. *Journal of sustainable energy*, România, Oradea, 2011, Vol-II,, Nr. 4, p. 7-12.

- [5] Popescu V., Gaina A, Bodarev G. Reliability analysis of power distribution systems the voltage of which is 6 and 10 KV. În: *Intelectus*, AGEPI, nr. 1, Chişinău 2012, p. 90-97.
- [6] Georgescu O., Sarchiz D., Bucur D. Maintenance Based on Reliability With Applications to Components of Transmission and Distribution Power Lines. *Jurnal of Sustainable Energy* vol.1 Oradea 2010.
- [7] Felea I., Coroiu N., Manea I., Albut D. Electric Switchers Parametrical Reliability Evaluate of an Electric Energi Distribution Zone. *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula de Energetica* vol 13, Oradea 2007.
- [8] Erchan F., The Influence of the Asymmetrical Mode of the Reliability on the Quality Electric Energi of the Distributing Networks. *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula de Energetica* vol 15, Oradea 2009.
- [9] Erchan F., Vilcov I., The Problem of the Reliability of the Electric Power Equipment. *Annales of the University of Craiova* nr.13, Craiova 2007.

Despre autor.



Popescu Victor Serghei, doctor în tehnică, conferențiar universitar al catedrei „Electrificarea și automatizarea mediului rural”, Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Interesele științifice se află în planul asigurării fiabilității rețelelor electrice, auditul energetic al consumatorilor din sectorul agrar și al întreprinderilor de prelucrare primară a producției agricole. Autor și coautor a 67 de lucrări științifice și metodic-didactice și o serie de articole științifice publicate în reviste recenzate, raporturi la Conferințe Științifice Internaționale. E-mail: vspopescu@mail.ru