

INGINERIE AGRARĂ ȘI TRANSPORT AUTO

CZU: 621.311.1-192(478)

COMPORTAMENTUL FACTORILOR DE INFLUENȚĂ ASUPRA FIABILITĂȚII SISTEMELOR DE DISTRIBUȚIE A ENERGIEI ELECTRICE

V. POPESCU

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Abstract. The problems connected to the optimization of reliability in the electrical networks of different voltage levels have a probabilistic character and depend on a number of definite and indefinite factors which have a significant importance in the selection of electric equipment in the structure and development graph of the electrical networks and systems.

The determination of the influence factors determining the functioning regimes of the electrical equipment and the assessment of their statistical behaviour allow to elaborate mechanisms ensuring the reliability of electrical distribution systems and networks with different levels of voltage.

Key words: Electric power distribution system, Electric power systems, Electrical networks, Functional reliability, Outward and inward factors, Probabilistic character.

INTRODUCERE

În sistemele electrice de distribuție republicane are loc un număr semnificativ de refuzuri, care afectează fiabilitatea alimentării cu energie electrică a tuturor consumatorilor, inclusiv și a celor din sectorul agrar. Determinarea comportamentului factorilor de cauză ai acestor întreruperi și estimarea nivelului de influență a lor asupra fiabilității echipamentelor instalate în sistemele de distribuție, permite elaborarea mecanismului de asigurare a continuității alimentării consumatorilor cu energie electrică calitativă (I. Felea, Dzițac Simona, 2006).

Factorii de cauză a refuzurilor și impactul lor asupra fiabilității sistemelor de distribuție nu sunt studiate în prezent la nivelul stipulat de documentele în vigoare privind indicatorii de fiabilitate (F. Munteanu ș.a., 1999). Asigurarea continuității alimentării cu energie electrică calitativă a consumatorilor poate fi realizată numai în baza cunoașterii profunde a fenomenelor ce însoțesc acest proces, ceea ce permite o planificare justificată, din punct de vedere tehnic și economic, a măsurilor și activităților serviciilor de exploatare a sistemelor de distribuție, în vederea asigurării indicatorilor normați de fiabilitate (V. Popescu, 2007).

Această lucrare este consacrată aprecierii comportamentului factorilor de influență asupra fiabilității sistemelor electrice de distribuție și elaborarea mecanismului de prognoză și asigurare a continuității alimentării consumatorilor cu energie calitativă.

MATERIAL ȘI METODĂ

Analiza factorilor de influență asupra fiabilității sistemelor de distribuție, s-a realizat pe o durată de 7 ani (2005-2011), în baza RED-urilor din sistemul electroenergetic republican.

În vederea stabilirii factorilor de cauză a întreruperilor, a fost elaborat conceptul de analiză și sistematizare a datelor experimentale privind refuzurile din sistemele electrice de distribuție și schema de clasificare a întreruperilor (fig. 1a), care au dat posibilitatea de a evidenția factorii de influență asupra procesului de furnizare a energiei electrice (V. Popescu, 2012).

Ca rezultat al procesării datelor experimentale au fost determinați 12 factori aleatori, care au condiționat apariția refuzurilor în funcționarea sistemelor de distribuție și au influențat procesul de alimentare cu energie electrică a consumatorilor de toate categoriile de fiabilitate.

Pentru aprecierea comportamentului factorilor de influență examinați s-a elaborat algoritmul de calcul analitic al nivelului de fiabilitate (fig. 1b), care sistematizează consecutivitatea operațiilor realizate în procesul de apreciere a fiabilității.

Reieșind din cele menționate, factorii aleatori au fost examinați luând în considerație trei parametri:

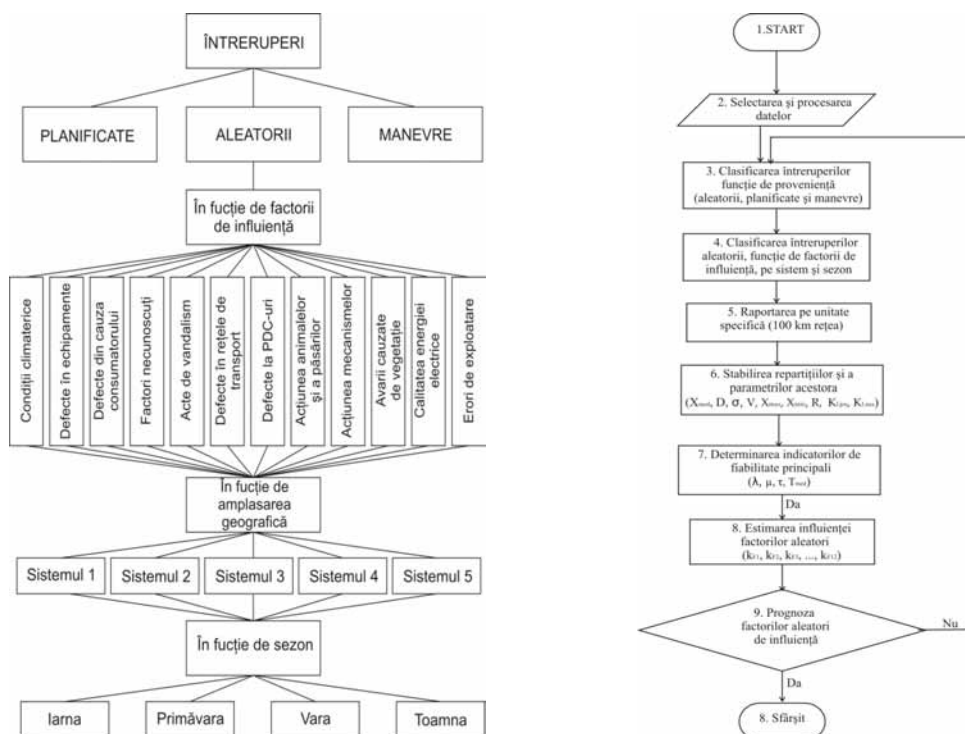


Figura 1. Schema de clasificare a întreruperilor (a), algoritmul de calcul și prognoză a fiabilității (b)

frecvența de apariție a refuzurilor condiționate în sistemele de distribuție pentru fiecare sezon; durata acestor refuzuri; numărul consumatorilor de energie afectați.

Pentru procesarea informației caracteristice privind refuzurile condiționate în sistemele examinate, în baza unui procedeu standard de analiză și calcul, s-a propus conceptul de apreciere a comportamentului factorilor de influență, prin utilizarea noțiunii de unitate specifică de lungime (100 km de rețea), care permite de a determina și compara influența acestor factori asupra nivelului real de fiabilitate pentru toate rețelele electrice, indiferent de lungimea sumară a lor (V. Popescu, 2011).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Utilizând schema de clasificare și conceptul elaborat privind procesarea informației statistice referitoare la întreruperile înregistrate, s-a determinat frecvența de apariție a refuzurilor cauzate de fiecare factor aleator, la 100 km de linie, pentru fiecare sistem în funcție de sezon. Toate acestea au dat posibilitatea de a simplifica calculul și a stabili repartițiile întreruperilor pentru toți factorii aleatori de influență, în funcție de particularitățile individuale ale sistemelor examinate, care permit determinarea structurilor complexe și de a trasa măsurile de sporire a fiabilității în sistemele de distribuție.

În conformitate cu cele expuse s-au stabilit repartițiile experimentale și cele teoretice pentru următorii indici examinați: frecvența de apariție a refuzurilor pe sistem și sezon (la 100 km de rețea), durata refuzurilor și numărul consumatorilor deconectați.

În tabelul 1 se prezintă parametrii repartițiilor stabilite a întreruperilor aleatorii, care apar anual la o unitate specifică (100 km de rețea) în sistemele cercetate (numărul mediu de întreruperi, dispersia D , abaterea medie pătratică σ , coeficientul de variație, numărul minim și maxim de întreruperi, valorile marginale ale intervalului de încredere, coeficienții de asimetrie și exces).

Ca rezultat al procesării datelor experimentale, s-a constatat că întreruperile aleatorii din punct de vedere al apariției lor pe sistem și sezon, se caracterizează cu distribuția Normală-Gaussiană pentru toți cei 12 factori de influență. Acest fapt permite de a examina rezultatele privind procesarea refuzurilor ca un ansamblu de date compatibile, care aparțin aceleiași comunități.

În tabelul 2 sunt prezentate modelele matematice, care determină legile de distribuție experimentale și cele teoretice ale întreruperilor aleatorii în funcție de durată.

Tabelul 1

Parametrii repartițiilor refuzurilor cauzate de factorii aleatori

N.	Factorii	Num. mediu de într.	D	σ	Coef. de var.	Num. min. de într.	Num. max. de într.	Diapazon, într.	Lim. de jos, într.	Lim. de sus, într.	Coef. de asim.	Coef. de exces	Repartiția teoretică apropiată
1	Acte de vandalism	1,54	0,56	0,75	0,49	0,26	3,18	2,92	1,23	1,85	1,18	0,29	Normală
2	Acțiunea animalelor și păsărilor	0,84	0,53	0,73	0,86	0,11	3,93	3,82	0,54	1,14	1,79	1,49	Normală
3	Acțiunea mecanismelor	0,63	0,25	0,50	0,79	0,10	2,12	2,02	0,43	0,84	1,17	1,68	Normală
4	Avarii cauzate de vegetație	1,33	0,49	0,70	0,53	0,18	2,81	2,63	1,04	1,62	0,52	-0,41	Normală
5	Calitatea energiei electrice	0,11	0,00	0,07	0,61	0,00	0,29	0,29	0,08	0,14	1,26	1,50	Normală
6	Condiții climaterice	15,86	48,01	6,93	0,44	2,84	30,89	28,05	13,00	18,72	0,14	-0,20	Normală
7	Defecte din cauza consumatorului	3,29	5,18	2,28	0,69	1,23	10,18	8,95	2,35	4,23	1,61	1,01	Normală
8	Defecte în echipamente	18,58	28,82	5,37	0,29	8,45	33,75	25,30	16,36	20,79	1,26	1,49	Normală
9	Defecte în rețele de transport	0,80	0,47	0,69	0,86	0,18	2,52	2,34	0,52	1,09	1,45	1,90	Normală
10	Defecte la PDC	2,84	12,15	3,49	1,23	0,49	14,14	13,65	1,41	4,28	1,98	1,80	Normală
11	Erori de exploatare	0,08	0,00	0,05	0,66	0,00	0,25	0,25	0,06	0,11	1,57	1,86	Normală
12	Factori neidentificați	17,70	72,24	8,50	0,48	3,12	30,76	27,64	14,19	21,20	0,04	-1,21	Normală

Tabelul 2

Modelele matematice ce determină comportamentul factorilor de influență în funcție de durata refuzurilor

N.	Factorii	Tipul funcției	Modelul matematic	Parametrii modelului matematic			
				a	b	c	d
1	Acte de vandalism	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	539,34	536,02	3,54	-2,07
2	Acțiunea animalelor și păsărilor	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	1 611,64	1 681,86	0,23	-0,56
3	Acțiunea mecanismelor	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	275,12	271,17	4,46	-2,42
4	Avarii cauzate de vegetație	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	507,71	503,03	5,28	-2,29
5	Calitatea energiei electrice	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	221,52	219,37	4,13	-2,18
6	Condiții climaterice	Lognormal 3-parametri	$y = e^{a+b/x+cln(x)}$	11,57	-3,40	-2,28	-
7	Defecte din cauza consumatorilor	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	1 206,12	1 196,70	3,24	-2,11
8	Defecte în echipamente	Lognormal 3-parametri	$y = e^{a+b/x+cln(x)}$	11,74	-3,97	-2,19	-
9	Defecte în rețele de transport	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	295,68	292,83	4,87	-2,28
10	Defecte la PDC	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	1 167,29	1 168,84	2,23	-1,80
11	Erori de exploatare	Exponentială	$y = ae^{b/x}$	1,58	4,48	0,00	0,00
12	Factori neidentificați	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	3 663,49	3 609,07	46,88	-2,94

Modelele matematice stabilite confirmă că cei 12 factori de influență, din punct de vedere al duratei întreruperilor cauzate, au comportări diferite. S-a constatat că 9 factori (acte de vandalism, acțiunea animalelor și păsărilor, acțiunea diferitor mecanisme, avarii cauzate de vegetație, calitatea energiei electrice, defecte din cauza consumatorilor, defecte în rețele de transport, defecte la PDC, factori neidentificați) se caracterizează cu legea de distribuție de tip Weibull, 2 factori (defecte în echipamente, condiții climaterice) au o distribuție de tip Lognormal (3-parametri) și un factor (erori de exploatare) are o distribuție Exponențială.

În tabelul 3 sunt prezentate modele matematice, care determină legile de distribuție a refuzurilor cauzate de factorii de influență, în funcție de numărul consumatorilor afectați.

Tabelul 3

Modelele matematice ce determină comportamentul factorilor aleatori în funcție de numărul consumatorilor afectați

N.	Factorii	Tipul funcției	Modelul matematic	Parametrii modelului matematic			
				a	b	c	d
1	Acte de vandalism	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	536,83	532,20	543529,85	-2,22
2	Acțiunea animalelor și păsărilor	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	312,19	308,95	1701520,8	-2,39
3	Acțiunea mecanismelor	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	265,37	262,20	106432,41	-2,20
4	Avarii cauzate de vegetație	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	536,87	534,68	31362,10	-2,10
5	Calitatea energiei electrice	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	223,60	221,12	125087,27	-2,35
6	Condiții climaterice	Lognormal 3-Param.	$y = e^{a+b/x+cln(x)}$	23,52	-463,72	-2,40	-
7	Defecte din cauza consumatorilor	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	1274,46	1272,51	1597,60	-1,91
8	Defecte în echipamente	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	6701,21	6748,98	2285,59	-1,59
9	Defecte în RT	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	292,31	289,20	675132,55	-2,34
10	Defecte la PDC	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	1103,55	1099,74	54475,74	-1,96
11	Erori de exploatare	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	104,71	104,92	467,17	-1,54
12	Factori neidentificați	Log-Logistic 3-Param.	$y = a/[1 + (x/b)^c]$	3804,47	464,45	3,36	-

În figura 2 se prezintă grafic ca exemplu distribuțiile întreruperilor în funcție de numărul consumatorilor afectați pentru factorii: acte de vandalism, defecte la PDC-uri, erori de exploatare și condiții climaterice.

S-a stabilit că, după numărul de consumatori afectați, 10 factori se caracterizează cu distribuția de tip Weibull (acte de vandalism, acțiunea animalelor și păsărilor, acțiunea diferitor mecanisme, avarii cauzate de vegetație, calitatea energiei electrice, defecte din cauza consumatorilor, defecte în rețelele de transport, defecte la PDC, defecte în echipamente, erori de exploatare), unul din ei (condițiile climaterice) se caracterizează cu modelul de tip Lognormal (3-Parametri) și unul (factori neidentificați) cu modelul Log-Logistic (3-Parametri).

CONCLUZII

1. În rezultatul procesării datelor experimentale privind refuzurile din sistemele de distribuție republicane, s-a constatat că întreruperile aleatorii din punct de vedere al apariției lor pe sistem și sezon, se caracterizează cu distribuția Normală-Gaussiană pentru toți factorii de influență examinați (12 la număr).

2. Modelele matematice stabilite confirmă că, din punct de vedere al duratelor întreruperilor cauzate, 9 factori (acte de vandalism, acțiunea animalelor și păsărilor, acțiunea diferitor mecanisme, avarii cauzate de vegetație, calitatea energiei electrice, defecte din cauza consumatorilor, defecte în rețelele de transport, defecte la PDC, factori neidentificați) au o distribuție ce corespunde funcției de tip Weibull, 2 factori (defecte în echipamente, condiții climaterice) au o distribuție de tip Lognormal (3-parametri) și un factor (erori de exploatare) are o distribuție Exponențială.

3. După numărul consumatorilor afectați, 10 factori se caracterizează cu legea de distribuție de tip Weibull (acte de vandalism, acțiunea animalelor și păsărilor, acțiunea diferitor mecanisme, avarii cauzate

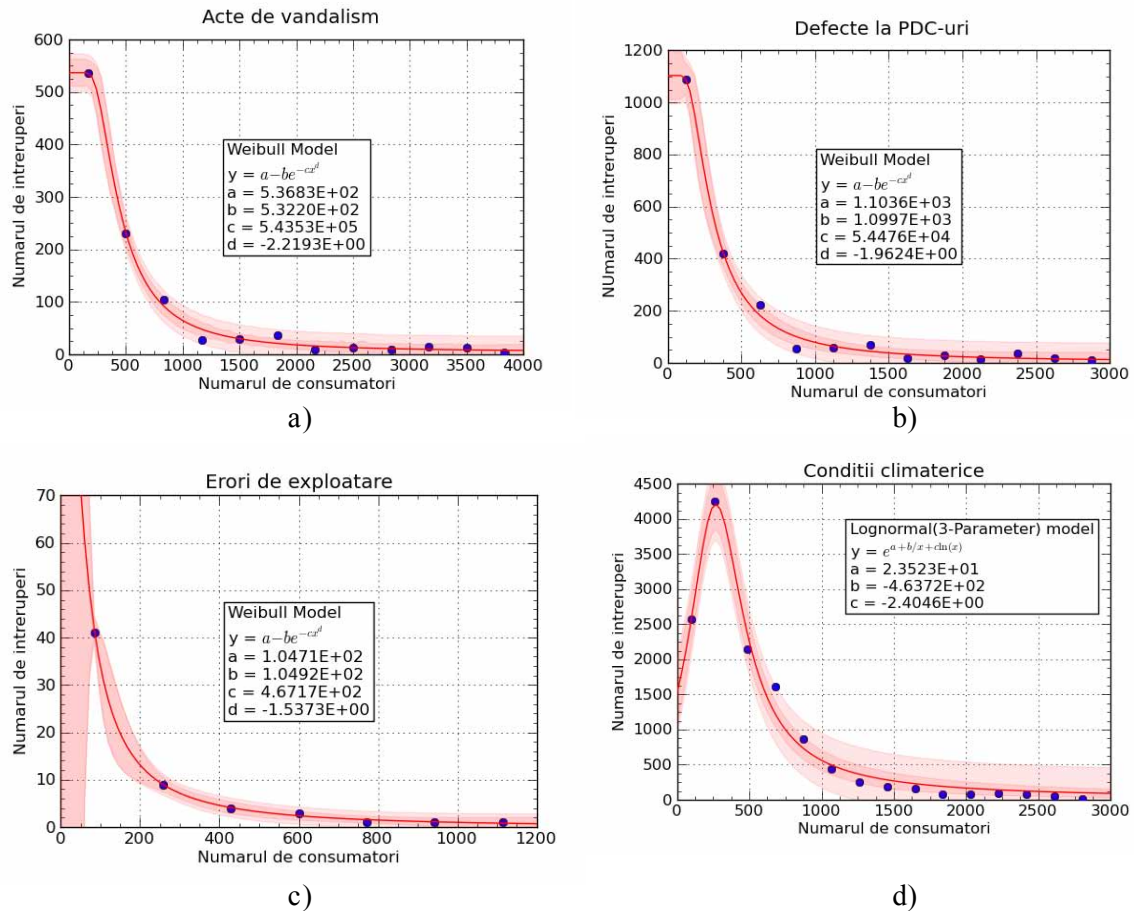


Figura 2. Prezentarea grafică a distribuțiilor refuzurilor în funcție de numărul consumatorilor afectați pentru factorii: acte de vandalism (a), defecte la PDC-uri (b), erori de exploatare (c) și condiții climaterice (d)

de vegetație, calitatea energiei electrice, defecte din cauza consumatorilor, defecte în rețelele de transport, defecte la PDC, defecte în echipamente, erori de exploatare), unul (condițiile climaterice) se caracterizează cu modelul de tip Lognormal (3-Parametri), iar un factor neidentificat cu modelul Log-Logistic (3-Parametri).

BIBLIOGRAFIE

1. Felea, I., Dzițac, Simona. Fiabilitatea echipamentelor și sistemelor energetice. Oradea, 2006, 290 p.
2. Munteanu, F. ș.a. Ingineria disponibilității subsistemelor de distribuție a energiei electrice. Spectrum, Iași, 1999, 254 p.
3. Popescu, V. The influence of asymmetrical regimes on functioning reliability of electro - energetic systems. *Journal of sustainable energy*, vol 2, nr 4, 2011.
4. Popescu, V., Studiul proceselor tranzitorii însoțite de arcul voltaic și influența lor asupra fiabilității sistemelor de distribuție. *Analele Universității din Oradea, România, 2007, Fascicula de Energetică, Nr. 13, p. 60-63.*
5. Popescu, V. Analiza fiabilității sistemelor electrice de distribuție. *Problemele energeticii regionale, AȘM, Chișinău, 2012, nr.1 (17), p. 62-66.*

Data prezentării articolului – 20.09.2012