

Joachim BARGIEL
Wiesław GOC

NOWELIZACJA STATYSTYKI ZAKŁÓCEŃ W SIECIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH WYSOKIEGO NAPIĘCIA

Streszczenie. W artykule przedstawiono systemy gromadzenia danych o zakłóceniach i ich klasyfikacje w sieciach wysokiego napięcia w Polsce i w Niemczech. Porównując te systemy i możliwe ich wyniki stwierdzono, że dotychczasowa statystyka zakłóceń wymaga zmian. Przedstawiono założenia nowej statystyki zakłóceń [1], jej zastosowania i propozycje rozwiązania [5]. Wyniki tej nowej statystyki będą wykorzystane do gromadzenia danych niezawodnościowych elementów do obliczeń niezawodności sieci wysokiego napięcia.

STATISTIC OF DISTURBANCES AMENDMENTS IN HV NETWORKS

Summary. This paper presents the data collecting system of disturbances and its classifications in HV networks of Poland and Germany. Comparing these systems and its possible results it is ensured that changes of the statistics of disturbances past are needed. The new statistic of disturbances [1], its applications and proposal of the realization are presented [5]. The results of this new statistic will be used for gathering reliability data of components for reliability evaluation of high voltage networks.

NEUFORMULIERUNG DER STÖRUNGSSTATISTIK FÜR DIE HOCHSPANNUNGSELEKTRONETZE

Zusammenfassung. In der Arbeit wird die Auswertung und Vergleich der Störungen im deutschen und polnischen Verbundnetz vorgestellt. Der Versuch, das polnische Verbundnetz dem neu Deutschland eingeführten System anzupassen, wird gemacht.

1. WPROWADZENIE

W ostatnich latach pojawiły się publikacje w całej Europie dotyczące problemów związanych z połączeniem systemów elektroenergetycznych wszystkich państw w jeden wspólny system. Jednym z ważniejszych problemów w tej tendencji towarzyszy jest niezawodność pracy tego nowego, zarazem bardzo dużego, systemu elektroenergetycznego obejmującego obszar od Atlantyku po Ural. Z zagadnieniem niezawodności pracy dużych systemów elektroenergetycznych łączy się szereg ważnych problemów technicznych m.in.:

- poziom rezerwy mocy w poszczególnych krajach,
- zagadnienia regulacji mocy i częstotliwości,
- poziom niezawodności pracy połączeń pomiędzy poszczególnymi krajami oraz podsystemami,
- zagadnienia współpracy dyspozycji mocy różnych państw i innych jednostek organizacyjnych energetyki.

Z zagadnieniami współpracy poszczególnych jednostek organizacyjnych energetyki (w tym szczególnie Dyspozycji Mocy) wiąże się m.in. problem wprowadzenia wspólnego, jednolitego systemu ewidencji danych statystycznych, dotyczących zarówno:

- charakterystyki zbiorów poszczególnych elementów przesyłowo-rozdzielczych oraz ich liczebności,
- charakterystyki zakłóceń zachodzących w połączonym systemie oraz ich przyczyn.

Obecnie w szeregu krajach (również w Niemczech) prowadzi się prace nad wdrażaniem nowych systemów gromadzenia i przetwarzania danych dotyczących zakłóceń w pracy poszczególnych elementów. Również w Polsce prowadzi się prace idące w tym kierunku. Istnieją jednak rozbieżności dotyczące głównie zakresu merytorycznego gromadzonych informacji o zakłóceniach. Artykuł niniejszy ma na celu zaproponowanie zmian w dotychczas obowiązującym systemie ewidencji i przetwarzania danych o zakłóceniach.

2. BADANIA PROWADZONE W NIEMCZECH NAD SYSTEMEM GROMADZENIA I PRZETWARZANIA DANYCH O ZAKŁÓCENIACH W SIECIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

W Niemczech w roku 1988 został utworzony zespół "Dyspozycyjność". W skład tego zespołu weszli pracownicy energetyki, szkół wyższych oraz instytutów wysokich

napięć i prądów. Zadaniem Zespołu było opracowanie nowego systemu gromadzenia, a szczególnie przetwarzania informacji dotyczących zakłóceń w pracy elementów systemu elektroenergetycznego. W 1991 roku wdrożono ten system w 18 zakładach energetycznych. Objął on swym zasięgiem ok.70% długości linii 110 kV, 98% długości linii 220 kV i 96% długości linii 380 kV byłej zachodniej części Niemiec.

Na podstawie bardzo rozbudowanego systemu gromadzenia danych odnośnie do liczebności poszczególnych elementów (zał. 1) oraz liczby zakłóceń dla tych elementów, a także przyczyn zakłóceń (zał. 2) dokonuje się przeglądu i przetwarzania tych danych. Przegląd zakłóceń obejmuje 10 różnych tablic dla każdego napięcia. Ponadto dla sieci 110 kV wyróżnia się sieć pracującą z uziemionym punktem zerowym oraz sieć skompensowaną. Do najważniejszych tablic należą tablice typów: A, AK, FO. W tablicach typu A wyszczególnia się liczby zakłóceń z uwzględnieniem zakresu wyłączeń oraz czasów wyłączeń. Przykładowo zamieszczono przekrój tablicy typu A (tabl.1) dla sieci 380 kV.

Wyróżniają one m.in.:

- rodzaj zakłóceń (pojedyncze, współzależne z uwzględnieniem wyłączeń planowych, wielokrotne oraz spowodowane automatyką zabezpieczeniową),
- oddziaływania pochodzące od: linii napowietrznych, kablowych, transformatorów oraz pól w stacjach.

Widać więc, że systemy ewidencyjne w Niemczech pozwalają uzyskać szereg cennych informacji odnośnie do:

- zakłóceń współzależnych, spowodowanych jednym oddziaływaniem,
- zakłóceń, których pośrednią przyczyną są wyłączenia planowe elementów,
- zakłóceń wielokrotnych spowodowanych najczęściej wielokrotnymi doziemieniami,
- zakłóceń spowodowanych brakującymi oraz zbędnymi działaniami zabezpieczeń,

czego z oficjalnie obowiązującego w Polsce systemu ewidencji zakłóceń nie można uzyskać.

W tablicach typu AK wyszczególnia się liczby rodzajów zakłóceń i ich kombinacji. Przykładowo zamieszczono przekrój tablicy AK (tabl.2) dla sieci 380 kV.

Tablica 1

Przekrój tablic typu A (przykładowo dla sieci 380 kV)

VDEV	Roczne częstotści zakłóceń wg rodzajów - D [liczba zakł./jedn. x rok]; Oczekiwany czas trwania zakłóceń - T [h/zakł.]; Odchylenie standardowe czasu T - s [h]							
	Rodzaje zakłóceń							
	zakłócenia pojedyncze	zakłócenia współzależne	zakłócenia wielokrotne	zakłócenie podczas wł. plan. elem. do rezerwy	zbędne działanie zabazp.	brakujące działanie zabazpiecz.	zakłócenia pozostałe	suma zakłóceń
	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS
Oddziaływania pochodzące od:								
L								
K								
T								
S								
PL								
PS								
Poz								
Wszystkie zakłócenia wg zakresu wyłączeń								
L								
K								
T								
S								
PL								
PS								
Poz								
Suma zakłóceń								

L - linie napowietrzne, K - linie kablowe, T - transformatory, S - szyny zbiorcze, PL - pole (część od strony szyn z wyłącznikiem systemowym), PS - pole (część od strony szyn z wyłącznikiem systemowym).

Tablica 2

Przekrój tablic typu AK (przykładowo dla sieci 380 kV)

VDEV	Liczby rodzajów zakłóceń i ich kombinacji					
	zakł. pojedyncze	zakł. współzależne	zakł. podczas determin. wyłączenia clem. rezerwow.	zakł. wielokrotne	zakł. pozostałe	suma 2
Zakłócenia krótkotrwałe (sekundowe)						
Brakujące działania zabezpieczeń						
Zbędne działania zabezp.						
Deterministyczny skutek zakł.						
Pozostałe						
Suma 1						
Bez sekundowych zakłóceń						
Suma 3						

Wyróżniają one m.in. również:

- rodzaje zakłóceń (podobnie jak w tabl.1),
- przyczyny pierwotne (zakłócenia krótkotrwałe spowodowane: brakującymi bądź zbędnymi działaniami zabezpieczeń, wyłączeniami planowymi, wyłączeniami pozostałymi).

Tablice typu AK umożliwiają przeprowadzenie analizy statystycznej zakłóceń krótkotrwałych, których następstwem mogą być wyłączenia szeregu elementów nie objętych bezpośrednio przyczyną pierwotną. W polskiej statystyce oficjalnej nie jest to możliwe.

W tablicach typu FO wyszczególnia się podział zakłóceń według miejsca ich powstania. Przykładowo zamieszczono przekrój tablicy FO (tabl.3) dla sieci 380 kV. Wyszczególniają one m.in. pierwotne miejsca zakłócenia i ich związek z wtórnymi miejscami zakłócenia, czyli uwzględniają wszystkie kombinacje wyłączeń oraz podają ich częstości.

Do pozostałych typów należą tablice uwzględniające:

- częstości wyłączeń planowych i czasów wyłączeń planowych,
- przerwy w zasilaniu według rodzajów zakłóceń,
- przerwy w zasilaniu według niedostarczonej mocy,
- przerwy w zasilaniu według niedostarczonej energii,
- sposoby przywrócenia zasilania,
- rodzaje środków zaradczych dla najważniejszych wyłączników,
- sposoby postępowania dla różnych zakłóceń.

Tablica 3

Przekrój tablic typu FO (przykładowo dla sieci 380 kV)

Pierwotne miejsce zakłócenia	Podział zakłóceń według miejsca ich powstania								
	Wtórne miejsce zakłócenia								
	linia napowietrzna	linia kablowa	transfor- matory	szyny zbiorcze	pole	pozostałe	suma 1	bez wtórnego miejsca	suma 2
Linia napowietrzna									
Linia kablowa									
Transformator									
Szyny zbiorcze									
Pole (część z wyłącznikiem liniowym)									
Pole (część z wyłącznikiem systemowym)									
Suma 3									

Stanowią one komplet 10 typów tablic i są punktem wyjścia dla dalszych analiz statystycznych.

Na podstawie informacji zawartych w arkuszach danych dotyczących liczebności poszczególnych elementów takich jak: linie napowietrzne (słupy), linie kablowe (mufy), stacje elektroenergetyczne (wyłączniki, bezpieczniki), transformatory, przekładniki i odgromniki dla wszystkich rodzajów napięć (w Zał. 1 - dla linii napowietrznych 380 kV) oraz na podstawie zakodowanych informacji pierwotnych zawartych w standardowych arkuszach:

- zakłóceń według przyczyn bezpośrednich (zał. 2 dla napowietrznych linii 380 kV),
- uszkodzeń według przyczyn pierwotnych (mechaniczne, elektryczne, materiałowe, montażowe, konserwacyjne),

również dla wszystkich rodzajów napięć da się uzyskać szereg wartościowych wskaźników określających niezawodność pracy poszczególnych elementów.

W tablicy 4 przedstawiono wartości oczekiwane: częstości zakłóceń niezależnych $E(H_A)$ oraz ich czasów trwania $E(T_A)$ dla linii napowietrznych jedno- i dwutorowych linii kablowych, pól wyłącznikowych, szyn zbiorczych oraz transformatorów.

Na podstawie informacji pierwotnych zawartych w zał. 1 i 2 można również uzyskać szereg dodatkowych danych dotyczących wskaźników niezawodnościowych m.in. dla:

- szyn zbiorczych:
 - współczynnik brakujących działań wyłączników,
 - współczynnik zbędnych działań wyłączników,

- transformatorów:
 - współczynnik współzależnych wyłączeń,
- linii napowietrznych i kablowych:
 - współczynnik współzależnych wyłączeń dwóch torów linii dwutorowej z przyczyn konstrukcyjnych i pogodowych.

Tablica 4

Uzyskane wartości liczbowe wskaźników niezawodnościowych charakteryzujących zakłócenia niezależne

E (H _A) E (T _A)	110 kV _K (sieć skompensowana)	110 kV _N sieć uziemiona	220 kV	380 kV
FL linie jednotorowe	0.255/100 km.a 8.8 h	0.468/100 km.a 1.7 h	0.285/100 km.a 3.2 h	0.330/100 km.a 11.3 h
DL linie dwutorowe	0.157/100 km.a 1.2 h	- -	0.065/100 km.a 24.6 h	0.019/100 km.a 1.6 h
KB linie kablowe	0.429/100 km.a	0.791/100 km.a	-	-
SF pole wyłącznikowe	0.446·10 ⁻² /a 23.2 h	1.030·10 ⁻² /a 24.8 h	1.247·10 ⁻² /a 35.1 h	2.910·10 ⁻² /a 45.6 h
SS szyny zbiorcze	0.121·10 ⁻³ /pól.a 0.7 h	0.939·10 ⁻³ /pól.a 94.7 h	-	1.323·10 ⁻³ /pól.a 9.6 h
TF transformatory	0.917·10 ⁻² /a 40.2 h	0.917·10 ⁻² /a 486.9 h	3.418·10 ⁻² /a 101.2 h	5.058·10 ⁻² /a 745.8 h

Dane te mogą zostać wykorzystane dla szeregu analiz - w tym również niezawodnościowych. Przedstawiony w artykule jedynie w zarysie system uznano za spełniający wymogi różnych celów wykorzystania i wprowadzono go obligatoryjnie od 1 stycznia 1994 roku w całej energetyce niemieckiej.

3. OCENA OBECNEJ METODYKI BADAŃ ZAKŁÓCEŃ W SIECIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH W POLSCE

Badania i klasyfikację zakłóceń w sieciach elektroenergetycznych przeprowadza się obecnie na podstawie "Instrukcji ..." [9]. Badaniu podlegają zakłócenia, które są tam zdefiniowane następująco: "... nieplanowe wyłączenia oraz uszkodzenia lub niedotrzymanie zadanych parametrów pracy urządzeń w stopniu uznanym za istotny. Zakłócenia mogą być z uszkodzeniami i bez uszkodzeń". Obecny system badania i klasyfikacji zakłóceń jest bardziej uproszczony od poprzedniego [8], którego oceny dokonano głównie w pracy [1] oraz częściowo w [6,7]. Sposób badania i klasyfikacji zakłóceń uzależniono tam od ich następstw: komisyjnie są badane zakłócenia o znaczących skutkach dla sieci i odbiorców oraz nie są rejestrowane zakłócenia

krótkotrwałe wynikające z działania automatyki. Zestawione tam przyczyny [8,9] stanowią niekompletny zbiór przyczyn bezpośrednich i przyczyn pośrednich - powoduje to, że w pewnych przypadkach można wybrać jedną spośród kilku przyczyn wg uznania wypełniającego.

Prowadzone obecnie w IEiSU Pol.Śl. badania awaryjności sieci wynikają głównie z potrzeb zgromadzenia danych dla prognostycznych analiz niezawodnościowych. Analizy takie są koniecznym składnikiem planowania rozwoju sieci. Historycznie zadanie to powstało jako jedno z ostatnich zadań oceny awaryjności sieci elektroenergetycznych.

Podobnie jak w przeszłości [1], również obecnie panuje przekonanie o niewystarczalności oficjalnej statystyki do wymagań eksploatacji oraz planowania i projektowania rozwoju sieci elektroenergetycznych. Świadczą o tym stosowane w różnych zakładach energetycznych dodatkowo własne badania zakłóceń, a dla sieci najwyższych napięć prowadzi się nawet gromadzenie danych o zakłóceniach dla danego obiektu sieciowego. Wynika z tego potrzeba nowelizacji statystyki.

Dostępna technika pozwala na gromadzenie szczegółowych informacji o zakłóceniach z dzienników operacyjnych dyspozytora mocy (odpowiednio zakodowanych), analiz działania zabezpieczeń, badań zakłóceń komisyjnych, arkuszy ewidencyjnych zakłóceń itp. - powstanie wówczas wielocelowy zbiór informacji pierwotnej. Lecz można również narzucić pewien sposób opisu każdego zakłócenia wychodząc z przewidywanych celów użytkowania statystyki awaryjności. Autorzy skłaniają się do tej drugiej drogi gromadzenia danych. Bowiern przeglądając informacje o zakłóceniach z przeszłości nie jesteśmy w stanie opisać przyczyn i przebiegu wielu zakłóceń. Dlatego nawet w tym przypadku wydaje się celowa wstępna klasyfikacja.

Jako cele badania i klasyfikacji zakłóceń proponuje się przyjąć:

1. ocena eksploatowanych sieci elektroenergetycznych i metod eksploatacji,
 - 1.1. analiza jakości urządzeń i aparatury,
 - 1.2. wychwycenie "słabych miejsc" w układzie sieci,
 - 1.3. ocena remontów awaryjnych i planowych (konserwacji),
 - 1.4. ocena organizacji i jakości pracy personelu,
 - 1.5. analiza układów pracy sieci w różnych stanach normalnych i konserwacyjnych (remontów planowych),
2. dostarczenie danych do prognostycznych analiz niezawodnościowych potrzebnych do planowania rozwoju sieci.

Szczególną uwagę zwrócono na p.2. Zatem uzyskane wyniki badań zakłóceń powinny możliwie dokładnie określić warunki, przyczyny i skutki, w których wystąpiło dane zdarzenie. Dlatego do wyliczenia wskaźników dla prognostycznych analiz niezawodnościowych należałoby:

- określić zestaw stanów i zdarzeń, które należy wyróżnić,
- rejestrować czasy wyróżnionych stanów awaryjnych i konserwacyjnych urządzenia,
- określić warunki pracy urządzenia (obiektu) i warunki, w których wystąpiło zakłócenie,
- rejestrować przyczyny bezpośrednie i pośrednie zakłóceń,
- rejestrować przypadki rozszerzenia się zakłócenia na inne urządzenia (obiekty),
- określić działanie wyłączników, zabezpieczeń i automatyki w tych przypadkach oraz podać przyczyny i czasy.

W obecnie prowadzonej statystyce awaryjności wyróżniono trzy rodzaje obiektów: linia napowietrzna, linia kablowa, stacja elektroenergetyczna. Te obiekty dzieli się na urządzenia i następnie ich części składowe. Wyniki statystyki mogą być opracowane w zależności od producenta, roku produkcji i napięcia. Obecna statystyka awaryjności nie spełnia wszystkich kierunków związanych z eksploatacją (por. cel 1.) i tylko w niewielkim stopniu prognozę (cel 2.). Wskazuje to potrzebę rozbudowy i nowelizacji statystyki.

4. KONCEPCJA NOWELIZACJI STATYSTYKI AWARYJNOŚCI

W pracy [1] przedstawiono wymagania doskonałego systemu gromadzenia i klasyfikowania informacji statystycznych, mianowicie:

- "ściśłość i logiczna spójność definicji,
- kompletność, jednoznaczność i rozłączność układu klasyfikacji,
- przystosowanie wstępnie klasyfikowanych informacji do różnych celów, z góry sprecyzowanych i ewentualnie ograniczonych,
- elastyczność w ewentualnym korygowaniu wcześniej przyjętych podziałów klasyfikacyjnych,
- łatwość zdobywania wymaganych informacji pierwotnych,
- uniwersalność, tj. jednolitość układu formalnego do badań różnych grup urządzeń,
- zgodność z przyjętymi ogólnymi zasadami klasyfikacji w energetyce,
- możliwość zachowania ciągłości niektórych dotychczas obliczonych wskaźników,
- przystosowanie do użycia techniki cyfrowej w procesie gromadzenia i przetwarzania pierwotnych informacji statystycznych".

Potwierdzenie takich możliwości stanowi nowa statystyka niemiecka.

Proponuje się wyróżnienie trzech rodzajów pojęć:

- a) pojęcia określające przedmiot badań statystycznych,
- b) pojęcia określające możliwe stany eksploatacyjne,
- c) pojęcia określające możliwe zdarzenia eksploatacyjne.

Przedmiotem badań statystycznych są urządzenia, elementy sieciowe oraz **obiekty** sieciowe. Proponuje się wyróżnić następujące urządzenia: wyłączniki, odłączniki, przekładniki prądowe i napięciowe, izolatory, odgromniki, oszynowanie rozdzielni, zabezpieczenia i automatyka, układy potrzeb własnych rozdzielni, kompensatory, transformatory, linie napowietrzne, kable energetyczne.

Element sieciowy tworzy urządzenie lub zestaw urządzeń traktowanych jako całość z punktu widzenia potrzeb analiz niezawodności sieci elektroenergetycznych. Cechą elementu sieciowego jest to, że jest wyłączony samoczynnie w całości w przypadku zakłócenia na którymkolwiek urządzeniu wchodzącym w jego skład. Granice między elementami sieciowymi tworzą łączniki przystosowane do samoczynnego wyłączenia prądów zwarciovych. Elementami wg niniejszej propozycji będą: **l i n i a** (napowietrzna, kablowa) wyposażona w urządzenia samoczynnie wyłączające prądy zwarciovye, **t r a n s f o r m a t o r** z przynależnym osprzętem i zabezpieczeniami, **sekcja** lub **system s z y n z b i o r c z y c h** rozdzielni z przynależnymi urządzeniami, lecz bez wyłącznika, **w y ł ą c z n i k** (z przynależnymi zabezpieczeniami i potrzebami własnymi), **z e s t a w** zastępujący wyłącznik (zwierak - odłącznik z napędem wraz z układem zabezpieczeń i automatyki itp.).

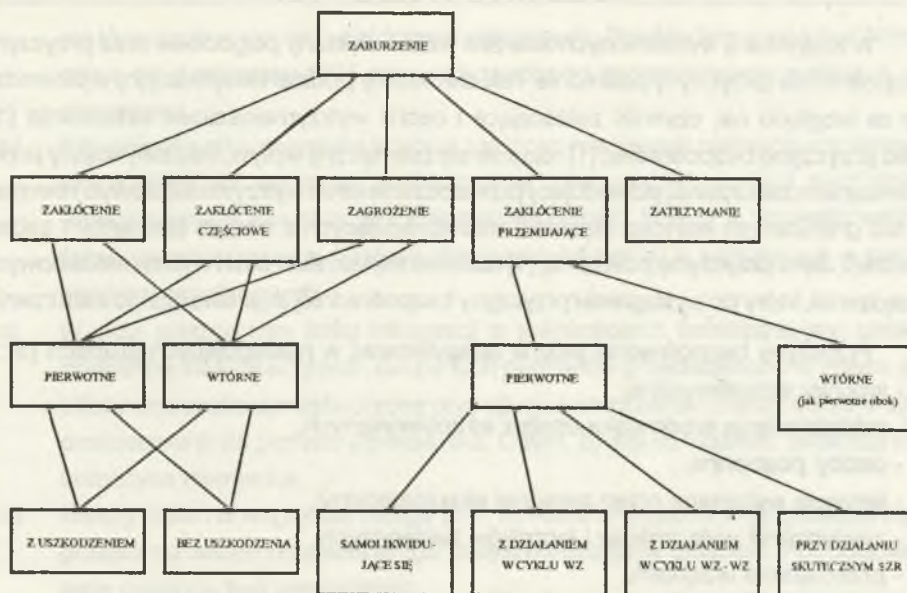
Elementy sieciowe tworzą **o b i e k t y s i e c i o w e** podane wcześniej.

Stany eksploatacyjne urządzenia można podzielić na [2,3]:

1. stan dyspozycyjności (stan ruchu i stan postoju),
2. stan niedyspozycyjności,
 - 2.1. stan awarii (stany zakłóceniovye, zaburzeniowe, przestoju),
 - 2.2. stan konserwacji.

Pojęcia określające zdarzenia eksploatacyjne przedstawiono na rys. 1. Jako ogólny termin przyjęto zaburzenie, określone jako zdarzenie losowe polegające na chwilowym bądź długotrwałym niezamierzonym, wymuszonym naruszeniu normalnych warunków pracy, stanu urządzeń lub ich połączeń w układzie. Zaburzenia zostały podzielone na:

- * **Zakłócenie** - zdarzenie polegające na utracie, w stopniu uznanym za istotny, zdolności do wykonania określonych czynności (funkcji) przez urządzenie, które w tym celu zostało zaprojektowane, wyprodukowane i zabudowane w układzie.



Rys. 1. Diagram zależności zakłóceń

Fig. 1. Diagram of disturbances dependence

- * Zakłócenie częściowe - zdarzenie polegające na częściowej utracie zdolności do wykonania określonych funkcji w układzie.
- * Zagrożenie - zdarzenie wprowadzające istotne pogorszenie ważnych cech urządzenia (np. cech wytrzymałościowych, stopnia bezpieczeństwa obsługi itp.), lecz nie wymagające jego natychmiastowego wyłączenia i umożliwiające działanie w wystarczająco długim okresie.
- * Zakłócenia przemijające - zdarzenie polegające na krótkotrwałym naruszeniu stanu zdadności urządzenia, likwidowanym najczęściej działaniem automatyki lub samolikwidujące się.
- * Zatrzymanie - zdarzenie polegające na przerwaniu pracy urządzenia, które zostało wymuszone stanem niezdatności innego urządzenia.
- * Uszkodzenie - zdarzenie związane z trwałymi zmianami cech fizycznych urządzenia, które uniemożliwiają jego pracę.

Podział zakłóceń na pierwotne i wtórne wiąże się z pojęciem elementu sieciowego. Tak więc pierwotne to te, które zaistniały na danym urządzeniu w obrębie elementu sieciowego. Natomiast wtórne, to te, które zostały spowodowane oddziaływaniem przeniesionym z urządzenia należącego do innego elementu sieciowego, jako następstwo zaburzenia na innym sąsiednim elemencie.

W klasyfikacji wymienionych zdarzeń ważne są stany pogodowe oraz przyczyny bezpośrednie i przyczyny pośrednie. Taki dwukrotny podział klasyfikacyjny wprowadza się ze względu na: czynniki zakłócające i cechy wytrzymałościowe urządzenia [1]. Jako przyczynę bezpośrednią [1] rozumie się zewnętrzny wpływ, oddziałujący przed powstaniem zaburzenia, powodujący przekroczenie cech wytrzymałościowych elementu lub granicznych wartości działania współpracujących z danym elementem zabezpieczeń. Jako przyczynę pośrednią [1] rozumie się taki stan cech wytrzymałościowych urządzenia, który po wystąpieniu przyczyny bezpośredniej doprowadza do zaburzenia.

Przyczyny bezpośrednie można sklasyfikować w następujących grupach [5]:

- wpływy atmosferyczne,
- oddziaływania środowiska oprócz atmosferycznych,
- osoby postronne,
- łączenia wykonane przez personel eksploatacyjny,
- zawiedzenia wyłączników i łączników zastępczych,
- przeciążenia urządzeń,
- wpływy ze strony innych urządzeń, elementów, obiektów.

Natomiast przyczyny pośrednie to:

- wymiarowanie, planowanie i programowanie pracy,
- wadliwe wykonanie urządzeń,
- ruch i utrzymanie (eksploatacja),
- obniżenie wytrzymałości izolacji elektrycznej,
- obniżenie wytrzymałości mechanicznej,
- inne.

Ze względu na ważną funkcję wyłączników w sieci wprowadzono klasyfikację ich zachowania się po wystąpieniu zaburzenia. Nieprawidłowe działanie wyłącznika lub brak działania prowadzi często do rozległych wyłączeń w sieciach.

Klasyfikacji podlegają również objawy i skutki zaburzenia. Dla każdego zdarzenia określa się datę wystąpienia (dzień, miesiąc, rok, godzinę i minutę), datę likwidacji, datę ukończenia remontu awaryjnego oraz sposób likwidacji.

Zakres ewidencji i klasyfikacji informacji o zaburzeniach w sieciach elektroenergetycznych przedstawiono w Załączniku 3.

5. PODSUMOWANIE

- a) Prowadzone w Europie badania są ukierunkowane obecnie na ujednoczenie - z jednoczesnym rozszerzeniem - systemów ewidencji danych statystycznych o

- zakłóceniami w sieciach elektroenergetycznych. Przykładem mogą być Niemcy, gdzie od 1 stycznia 1994 roku wprowadzono znowelizowany system w całej energetyce.
- b) Obecna oficjalna statystyka krajowa zakłóceń nie spełnia należycie ani wymagań eksploatacji ani wymagań projektowania (planowania rozwoju) sieci elektroenergetycznych z punktu widzenia niezawodności. Należy ją znowelizować tak, żeby znacznie poszerzyć zakres zbieranych informacji o załóceniach w sieciach elektroenergetycznych.
 - c) W celu poszerzenia ilości informacji o zakłóceniach konieczne jest ustalenie podziałów klasyfikacyjnych. Grupy tych podziałów przedstawiono w załącz. 3. Te informacje zostaną przetworzone przy użyciu komputerów i będą tworzone zbiory dostosowane do potrzeb użytkownika. O tym, że jest to możliwe, świadczy nowa statystyka niemiecka.
 - d) Należy mieć na względzie uwagę prof. A. Kamińskiego, że w przyszłości należy przejść od statystyki zakłóceń do statystyki działania układów. Podbudową do tego powinna być terminologia.
 - e) Zasady gromadzenia informacji o zakłóceniach w przyszłej statystyce winny szczególną uwagę zwrócić na odwzorowanie działania wyłączników, zabezpieczeń i automatyki sieciowej oraz na przypadki rozszerzania się zakłóceń w sieciach elektroenergetycznych.

LITERATURA

1. Kamiński A., Kula M.: Metody prowadzenia statystyki zakłóceń w sieciach rozdzielczych. Mat. Konferencji nt. "Metody analizy niezawodności dostawy energii elektrycznej" ZPJNE PAN i RTPN, Rzeszów 1972.
2. Bojarski W., Gumiński J.: Projekt roboczy terminologii dotyczącej zawodności i nieciągłości pracy urządzeń sieciowych. tamże.
3. Gumiński J., Kumanowski M.: Projekt terminologii z zakresu badań statystycznych w dziedzinie awaryjności linii elektroenergetycznych, transformatorów i stacji. Instytut Energetyki, Warszawa 1971.
4. Kamiński A., Kula M., Goc W., Mrowiec H., Dobrzański A., Gruca K.: Opracowanie systemu zbierania i przetwarzania danych statystycznych dla potrzeb obliczania niezawodności dostawy energii elektrycznej. Praca niepublikowana. IEiSU Pol. Śl., Gliwice 1970.
5. Kamiński A., Goc W., Bargiel J., Teichman B.: Koncepcja gromadzenia danych o zaburzeniach działania elementów sieci elektroenergetycznych dla celów obliczania niezawodności dostawy energii. Praca niepublikowana. IEiSU Pol. Śl., Gliwice 1983.

6. Gronczewski H., Ponianowski A., Stelmarka A.: Znowelizowany system informatyczny badania zakłóceń w sieciach elektroenergetycznych. Konf. pt.: "Informacja-informatyka-ekonomika w energetyce". CIE i SEP, Warszawa 1986.
7. Bargiel J., Goc W.: Analiza systemu gromadzenia i przetwarzania danych o niezawodności sieci przemysłowej - propozycje jego nowelizacji. Konf. pt.: "Informacja-informatyka-ekonomika w energetyce". CIE i SEP, Warszawa 1986.
8. Instrukcja robocza regulująca tryb postępowania w zakresie ewidencji zakłóceń powstałych w obiektach energetycznych. Zjednoczenie Energetyki. Państwowa Dyspozycja Mocy, Warszawa 1968.
9. Instrukcja badania zakłóceń w elektrowniach i sieciach elektroenergetycznych. Warszawa 1985.
10. Bitzer B. E., Gebler H. R., Koglin H. J.: Simultaneous outages of Componente in Power System Networks. Power Syst. Commutation Conference, Lausanne 1981.
11. Faß R., Koglin H. J.: Computer Aided Collecting Disturbances in HV and EHV Networks According to the Enhanced Scheme of the German VDEW-Statistic. CIGRE, Avignon 1992.
12. VDEW - Störung und Schadenstatistik Auswertung der Störungen mit Verlaufsangaben des Probelaufes von 1991, FGH, Mannheim 1993.
13. W.R. Nick - Zuverlässigkeitskenngrößen aus der VDEW Störungs - und Schadenstatistik. Aachen Berichte, 1992.
14. VDEW - Störungen - und Schadenstatistik 1991. Bundesrepublik Deutschland gesamt, Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke, VDEW - Verlag Frankfurt am Main 1993.

Recenzent: Prof. dr inż. Andrzej Kamiński

Wpłynęło do Redakcji dnia 6 kwietnia 1994 r.

Załącznik 1

Arkusz danych dotyczących zbioru linii napowietrznych 380 kV

I. Linie napowietrzne 380 kV			Rok poprzedni	Rok analizowany	Uwagi
Łączna długość linii; [km]	Linie jednotorowe	bez przewodu odgromowego		-	
		z przewodem odgromowym	-	523	
	Linie dwu- i wielotorowe	bez przewodu odgromowego			
		z przewodem odgromowym		10939	
	Suma			11462	
	Linie na słupach stalowych; [km]	Linie jednotorowe	bez przewodu odgromowego		
z przewodem odgromowym				523	
Linie dwu- i wielotorowe		bez przewodu odgromowego			
		z przewodem odgromowym		10939	
Suma				11462	
Linie na słupach betonowych; [km]		Linie jednotorowe	bez przewodu odgromowego		
	z przewodem odgromowym				
	Linie dwu- i wielotorowe	bez przewodu odgromowego			
		z przewodem odgromowym			
	Suma				
	Linie na słupach drewnianych; [km]	Linie jednotorowe	-	-	-
-			-	-	
Linie dwu- i wielotorowe		-	-	-	
		-	-	-	
Suma					
II. Słupy					
Profile stalowe; [szt.]				22205	
Rury stalowe; [szt.]					
Słupy betonowe; [szt.]					
Słupy drewniane; [szt.]					
Suma				22205	
III. Stacje słupowe					
Odłączniki					
Rozłączniki					
Suma					

Załącznik 2

Klasyfikacja zakłóceń według przyczyn (przykładowo dla sieci 380 kV)

Wyróżniono m.in. następujące przyczyny zakłóceń (klasyfikacja pozioma):

- wpływy atmosferyczne (burza, wicher, dodatkowe obciążenie mechaniczne, wysoka i niska temperatura, kołysanie przewodów),
- wpływy obce (osoby, zwierzęta, drzewa, roboty, szkody górnicze, oddziaływania mechaniczne, wysoka i niska temperatura),
- zapoczątkowane w urządzeniach wyłączających (mechaniczne),
- zapoczątkowane w urządzeniach przebiegami wewnętrznymi,
- nieprawidłowa obsługa (wyłączenia pod obciążeniem, inne błędy obsługi),
- przeciążenia,
- błędne działanie urządzeń pomocniczych,
- oddziaływania, pochodzące od elektrowni, sieci niższych napięć, odbiorców.

Wyróżniono także m.in. następujące pozycje w klasyfikacji pionowej:

- rodzaje zakłóceń (zakłócenia bezprzerwowe SPZ-WZ oraz zakłócenia z przerwami w dostawie energii elektrycznej, doziemienia przemijające, doziemienia trwałe, doziemienia wielokrotne, zwarcia),
- przyczyny pierwotne (projektowe, produkcyjne, montażowe, konserwacyjne, obsługowe),
- miejsce zakłócenia (linia napowietrzna, linia kablowa, stacje, urządzenia wyłączające, szyny zbiorcze, transformatory),
- szczególne informacje o zakłóceniach (rozszerzanie się zakłóceń z przyczyn zabezpieczeniowych, dyspozytorskich, pożarowych, wybuchowych).

Załącznik 3**Kodowane informacje o przebiegu zaburzenia, miejscu jego wystąpienia oraz czasie (zestawienie grup informacyjnych)**

1. Dane obiektu sieciowego (rodzaj, nazwa, napięcie, warunki terenowe).
2. Dane elementu sieciowego (rodzaj, nazwa, opis, napięcie).
3. Dane urządzenia (rodzaj, opis, obciążalność znamionowa).
4. Dane części urządzenia (rodzaj, liczba).
5. Elementy sieciowe wyłączone równocześnie w wyniku rozprzestrzenienia się zaburzenia - współzależne (rodzaj, nazwa)
6. Stan pogody.
7. Rodzaj zaburzenia.
8. Okoliczności towarzyszące zaburzeniu.
9. Opis i objawy zaburzenia.
10. Uszkodzone urządzenia i ich części (rodzaj, liczba).
11. Objawy uszkodzenia.
12. Przyczyna bezpośrednia zaburzenia.
13. Przyczyna pośrednia zaburzenia.
14. Przyczyna bezpośrednia uszkodzenia.
15. Przyczyna pośrednia uszkodzenia.
16. Rodzaj i warunki działania wyłącznika, zabezpieczeń i automatyki sieciowej.
17. Sposób przywrócenia zdadności i wznowienia zasilania odbiorców.
18. Data powstania zaburzenia (dzień, miesiąc, rok, godzina, minuta).
19. Data likwidacji zaburzenia (jw.).
20. Data ukończenia naprawy (jw.).
21. Czas przerwy zasilania odbiorców.
22. Ograniczenia mocy i energii elektrycznej i rodzaj ograniczeń.
23. Koszt naprawy.
24. Podobne informacje dla elementów sieciowych wyłączonych w wyniku zaburzeń wtórnych (od Lp. 7 do Lp. 23).

Abstract

The amendments of the statistic of disturbances and damages in Poland will be needed for gathering reliability data of the high voltage power networks components for its reliability evaluation. The existing statistic of disturbances has contained the information about the beginnings and terminations as well as causes of disturbances. There is no information about the run and duration of the disturbances which is needed for reliability data. Up to now this data could be only determined by special analyses of disturbances description which have made by the utility.

In last years the statistic of disturbances and damages in Germany have been supplemented and enhanced by information about course and termination of disturbances. The trial run of this statistic have been confirmed to be obtainable for all necessary data for quantitative reliability evaluation of the HV networks (table 1, 2, 3, 4 and appendix 1 and 2).

This paper also describes completely the new statistic proposal in Poland. It presents the supplemented and enhanced scheme of collecting data and modelling failures and disturbances (figure 1). This system will gather the information about run and termination of disturbances for the components of electrical power networks. Here all available information about disturbances will be comprised, particularly the cases of the multiple and secondary failures, their dependencies as well as immediate and indirect causes (appendix 3). It contains the stochastic data for reliability evaluation.