

Zbigniew GACEK, Wiktor KIS

## LOKALNY WSKAŹNIK USZKODZEŃ MECHANICZNYCH IZOLATORÓW LINIOWYCH WISZĄCYCH DŁUGOPNIOWYCH

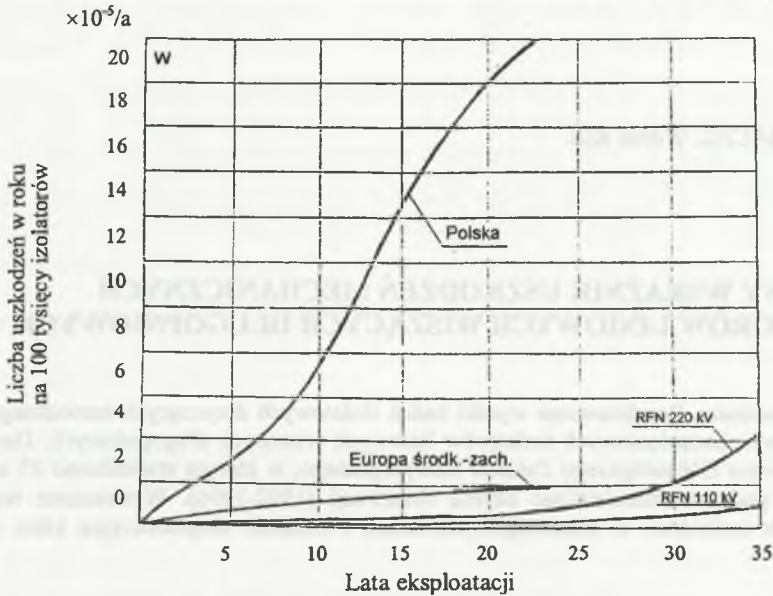
**Streszczenie.** Przedstawiono wyniki badań ilościowych dotyczących samoistnego zrywania się wysokonapięciowych izolatorów liniowych wiszących długopniowych. Dane pochodzą z terenu Górnośląskiego Zakładu Energetycznego, w którym stwierdzono 95 zerwań izolatorów podczas czteroletniego okresu obserwacji (1992-1996). Wyznaczono wartości wskaźników uszkodzeń w poszczególnych latach i trwałość eksploatacyjną kilku typów izolatorów.

## LOCAL MECHANICAL FAILURE RATE OF LINK LONG-RODE TYPE LINE INSULATORS

**Summary.** The quantitative investigation results dealing with "unaided" breakages of high voltage long-rode type line insulators are presented. Data come from the Upper Silesian Power Company where 95 breakages of insulators were stated during four years' observation period (1992-1996). Failure rate values in particular years and operating life for a few type of insulators have been calculated.

### 1. WPROWADZENIE

Znaczna część krajowych linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia wyposażona jest w izolatory ceramiczne wiszące długopniowe. Według oceny specjalistycznych organizacji międzynarodowych (Komitet 22 i 23 CIGRE, sierpień 1996 r.) od takich izolatorów oczekuje się trwałości eksploatacyjnej rzędu 50 lat. Wynika to przynajmniej z niektórych zagranicznych danych eksploatacyjnych (rys.1), podczas gdy w warunkach krajowych uszkodzalność mechaniczna izolatorów wzrosła gwałtownie już w latach osiemdziesiątych [1, 2, 3]. Zaobserwowano wówczas niepokojąco duży wzrost liczby tzw. samoistnych zerwań izolatorów, związanych ze zbyt szybko postępującymi procesami starzeniowymi części ceramicznej izolatorów.



Rys.1. Uszkodzalność roczna liniowych izolatorów długopniowych w sieciach 110 i 220 kV w Polsce oraz w Europie [2]:  $w$  - wskaźnik uszkodzeń wyrażający liczbę uszkodzonych w ciągu roku izolatorów na 100 tysięcy izolatorów eksploatowanych

Fig.1. Annual vulnerability of long-rod type line insulators used in 110 and 220 kV networks in Poland and Europe (acc. to [2]):  $w$  - failure rate expressed by the number of damaged insulators during a year in relation to 100 000 used insulators

Przyczyny nasilenia tych zjawisk przypisywano częściowo usterkom technologicznym, a przede wszystkim - stosowaniu nieodpowiedniej masy ceramicznej (kwarcowej). W związku z tym krajowe izolatory długopniowe LP-75/17 wytwarzano po 1970 r. z masy korundowej. Obecnie w eksploatacji znajdują się - licznie jeszcze reprezentowane - izolatory starej generacji (głównie LS 75/21 i LF 75/16, pochodzące z byłej NRD oraz jugosłowiańskie LP 75/22), oraz izolatory nowsze (krajowe), w tym izolatory LP-75/27 (od około 8 lat).

Dane przedstawione w artykule pochodzą wyłącznie z terenu Górnośląskiego Zakładu Energetycznego i przedziału czasu 1992-1996. Analizę obejmującą większy obszar geograficzny i inny zakres merytoryczny można będzie znaleźć w [4].

## 2. WARTOŚĆ WSKAŹNIKA USZKODZEŃ IZOLATORÓW

Miarą uszkodzalności izolatorów może być tzw. wskaźnik uszkodzeń ( $w$ ), wyrażający liczbę izolatorów uszkodzonych (zerwanych) w ciągu roku w przeliczeniu na 100 000 sztuk izolatorów eksploatowanych. Przyjmuje się, że w przypadku dobrej jakości izolatorów war-

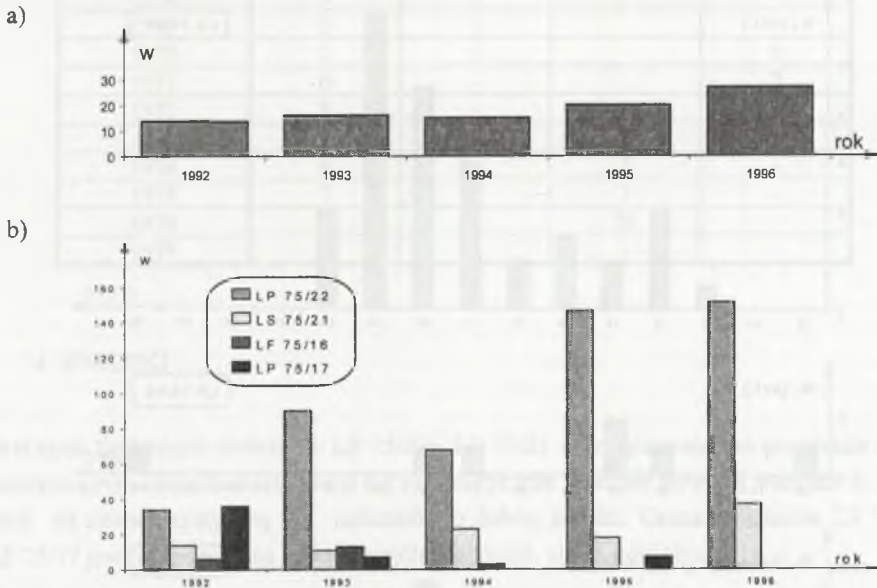
tość liczbowo wskaźnika uszkodzeń nie powinna przekraczać znacznie wartości  $w = 5$  (patrz rys.1). Z zebranych danych (tabl.1) wynika natomiast, że wskaźnik ten w rozpatrywanym obszarze i analizowanym okresie czasu przyjmował wartości zestawione na rys.2.

Tablica 1

Uszkodzalność roczna wskutek zerwań izolatorów liniowych długopniowych

| Rok analizy   |         | 1992  |     | 1993  |     | 1994  |     | 1995  |     | 1996* |       |
|---------------|---------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-------|
| Typ izolatora | $N_a$   | $N_w$ | $w$ | $N_w$ | $w$ | $N_w$ | $w$ | $N_w$ | $w$ | $N_w$ | $w^*$ |
| LS 75/21      | 43679   | 6     | 14  | 5     | 11  | 10    | 23  | 8     | 18  | 11    | 37    |
| LF 75/16      | 31319   | 2     | 6   | 4     | 13  | 1     | 3   | 0     | 0   | 0     | 0     |
| LP 75/22      | 8883    | 3     | 34  | 8     | 90  | 6     | 68  | 13    | 146 | 9     | 151   |
| LP 75/17      | 14065   | 5     | 36  | 1     | 7   | 0     | 0   | 1     | 7   | 0     | 0     |
| LPZ 75/27     | 13853   | 0     | 0   | 0     | 0   | 0     | 0   | 0     | 0   | 0     | 0     |
| Razem         | 111 799 | 16    | 14  | 18    | 16  | 17    | 15  | 22    | 20  | 20    | 27    |

$N_a$  - licznosc analizowanych izolatorów;  $N_w$  - licznosc zerwan w ciagu roku,  
 $w = \frac{N_w}{N_a} \cdot 10^5$  - wskaźnik uszkodzeń w ciągu roku na  $10^5$  izolatorów,  
 \* - po przeliczeniu na pełny rok

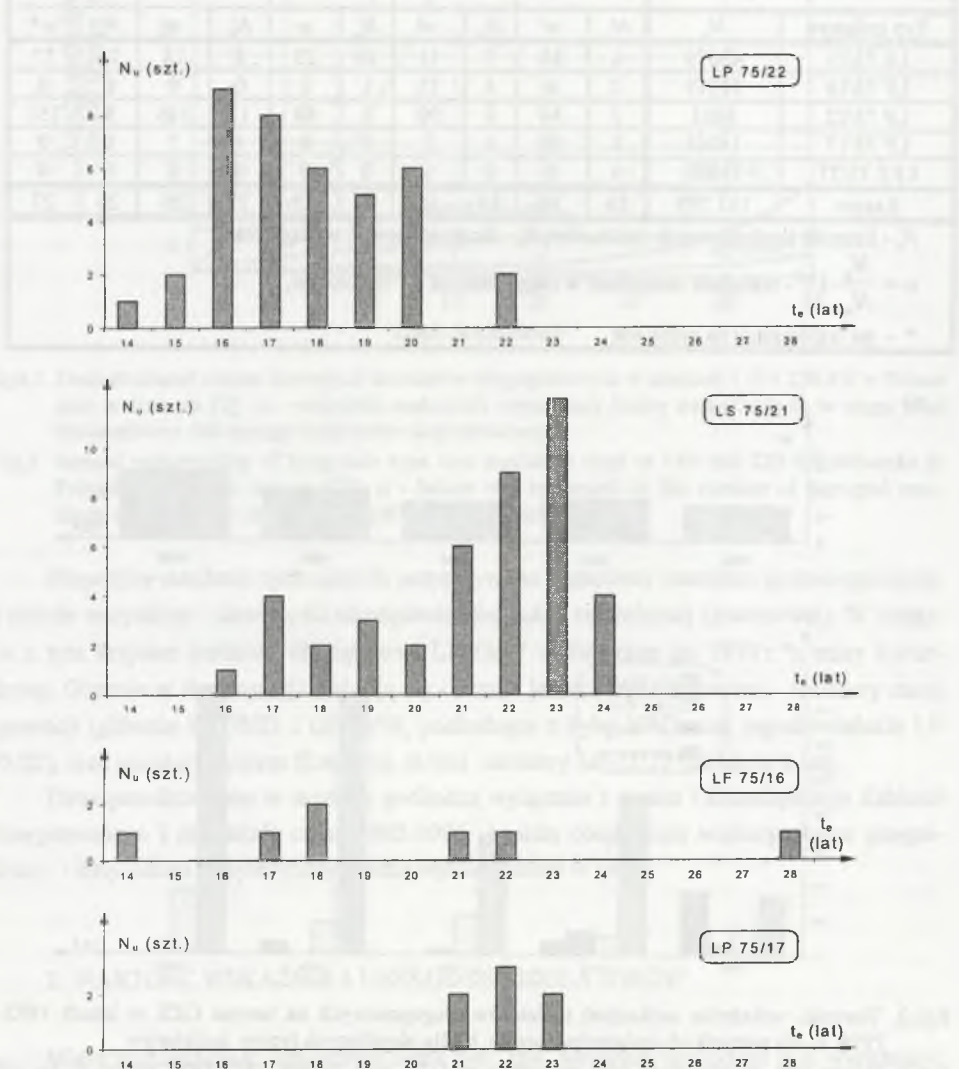


Rys.2. Wartości wskaźnika uszkodzeń izolatorów długopniowych na terenie GZE w latach 1992-1996: a) dla wszystkich izolatorów łącznie, b) dla określonych typów izolatorów

Fig.2. Failure rate of long-rod type insulators in GZE area during 1992-1996 years: a) for all insulators together, b) for specified types of insulators



Służby eksploatacyjne energetyki mogą być zainteresowane informacją na temat czasu, po jakim poszczególne izolatory uległy uszkodzeniu, czyli ich trwałości eksploatacyjnej. Na rys.3 widać, że trwałość ta dla wszystkich zniszczonych izolatorów różnych typów mieściła się na ogół w przedziale 16-23 lat. Wartości dolnej połowy tego zakresu były typowe dla izolatorów LP 75/22, natomiast górnej - dla LP 75/17. Trwałości eksploatacyjnej izolatorów LP 75/27 nie określono, ponieważ dotychczas żaden z nich nie uległ samoistnemu zerwaniu (eksploatowane dopiero od około 8 lat).



Rys.3. Trwałość eksploatacyjna izolatorów zerwanych  
Fig.3. Operating life of broken insulators

### 3. LICZNOŚĆ USZKODZEŃ W ZALEŻNOŚCI OD DATY PRODUKCJI IZOLATORÓW

Rozważany zbiór izolatorów jest zdecydowanie niejednorodny. Wynika to w sposób oczywisty z różnorodności typów i czasu eksploatacji poszczególnych izolatorów. Znaczenie może mieć również data produkcji izolatora, z uwagi na możliwość wystąpienia jakichś powtarzalnych wad materiałowych lub technologicznych w określonych seriach produkcyjnych. Dane zestawione w tablicy 2 sugerują, że np. w przypadku izolatorów LP 75/22 zdarzenia takie mogły mieć miejsce przede wszystkim w 1976 roku. Jednak jednoznaczna ocena w tym zakresie byłaby możliwa dopiero po wykonaniu analizy struktury zakupów izolatorów i ich instalowania w liniach.

Tablica 2

Zestawienie liczby zerwań izolatorów w zależności od ich typu i roku produkcji

| Typ izolatora | LS 75/21            | LF 75/16 | LP 75/22 | LP 75/17 |
|---------------|---------------------|----------|----------|----------|
| Rok produkcji | Ilość zerwań (szt.) |          |          |          |
| 1963          | -                   | 1        | -        | -        |
| 1967          | 6                   | -        | -        | -        |
| 1968          | 3                   | -        | -        | -        |
| 1969          | 2                   | 1        | -        | -        |
| 1970          | 2                   | 1        | -        | 5        |
| 1971          | 6                   | -        | -        | 2        |
| 1972          | 8                   | -        | 4        | -        |
| 1973          | 3                   | -        | -        | -        |
| 1974          | 4                   | -        | 2        | -        |
| 1975          | 7                   | 1        | 7        | -        |
| 1976          | 2                   | 2        | 26       | -        |
| 1979          | -                   | 1        | -        | -        |

### 4. WNIOSKI

- Wskaźnik uszkodzeń izolatorów LP 75/22 i LS 75/21 w rozpatrywanym przedziale czasu i analizowanym obszarze kształtował się systematycznie znacznie powyżej wartości 5, uznawanej za charakterystyczną dla izolatorów o dobrej jakości. Ocena izolatorów LF 75/16 i LP 75/17 jest zróżnicowana w poszczególnych latach, ale na ogół lepsza.
- Rozkład strumienia zerwań zależał od typu izolatorów i długości czasu ich eksploatacji. Średnia trwałość eksploatacyjna różnych typów izolatorów zerwanych mieściła się w przedziale 16-23 lat.
- Zależność liczby zerwanych izolatorów od roku ich produkcji można traktować jako jedno z kryteriów selekcji izolatorów podczas ich eksploatacji.

• Służby eksploatacyjne Energetyki zainteresowane są opracowaniem takiej metodyki badań eksploatacyjnych, która umożliwiłaby diagnozowanie właściwości mechanicznych i prognozowanie stanu izolacji liniowej.

## LITERATURA

1. Bertrand J., Ranachowski J. i in.: Określenie przyczyn pęknięcia izolatorów długopniowych VKLF 75/16 pracujących na liniach energetycznych 110 i 220 kV. Ekspertyza Izby Rzeczników SEP 85/16/82 (nie publik.).
2. Czaplak W.: Analiza uszkodzalności izolatorów długopniowych i możliwości ich użytkowania w sieciach 110-400 kV, Energetyka nr 11/1987, ss.69-73.
3. Kucharski K.: Analiza i przyczyny samoistnych zerwań porcelanowych izolatorów długopniowych, Oprac. BBiSt. ZE Gliwice nr 149, Gliwice 1988 (nie publik.).
4. Gacek Z., Kiś W.: Analiza uszkodzalności mechanicznej izolatorów liniowych wysokiego napięcia. Mat. III Międzynarod. Symp. Nauk.-Techn. w Białowieży, czerwiec 1998 r (monografia przygotowywana do druku w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN).

Recenzent: Dr hab. inż. Marian Soiński, prof. Politechniki Częstochowskiej

Wpłynęło do Redakcji dn. 15 czerwca 1998 r.

## Abstract

Considerable part of high voltage overhead power lines in Poland is equipped with long-rode ceramic insulators. They often suffer from "unaided" breakages which are connected with ageing processes of ceramic material. Operating data and quantitative investigation results relating to this phenomenon come from the Upper Silesian Power Company where 95 "unaided" breakages of insulators have been stated during four years of observation. The so called failure rate ( $w$ ) may be a measure of mechanical vulnerability of insulators. It expresses a number of the failed (broken) insulators during one year with reference to 100,000 of used insulators. Failure rate values in particular years and operating life of the broken insulators (according to the their type and production year) have been calculated.