

Ewa Strużewska*

TERENOWE REJESTRACJE DRGAŃ EOLSKICH W PRZEWODACH ODGROMOWYCH TYPU OPGW

Streszczenie: W referacie nawiązano do problemu wytrzymałości drganiowej przewodów odgromowych typu OPGW produkcji amerykańskiej firmy Alcoa Fujikura Ltd., zainstalowanych w liniach NN. Przedstawiono wyniki rejestracji drgań eolskich wykonywanych na trzech liniach 220 kV, dla dwóch wariantów pomiarów: bez ochrony przeciwdrganiowej i z ochroną przeciwdrganiową.

Dokonano oceny narażenia zmęczeniowego i wytrzymałości zmęczeniowej tych przewodów dla ww. wariantów pomiarów. Badania wykazały, że rozważane przewody OPGW nie są zagrożone zmęczeniowo przy uchwytach przelotowych, na skutek występowania drgań eolskich.

Słowa kluczowe: linie przesyłowe, drgania eolskie, narażenia drganiowe, czas życia przewodów

1. Wprowadzenie

Zjawisko powstawania drgań eolskich znane było już w starożytnej Grecji. Określenie to zostało zaczerpnięte od imienia mitycznego boga wiatrów — Eola i użyte do nazwania instrumentu znanego jako „harfa eolska”, w którym wiejący wiatr, wprawiając struny w drgania powodował monotonne dźwięki. Nazwa ta jest już tradycyjnie używana do określania zjawisk tego rodzaju. Dlatego również w elektroenergetyce jest ona powszechnie stosowana, w odniesieniu do stanu pobudzenia wibracyjnego przewodów linii napowietrznych, inicjowanego przez wiatr wiejący z równomierną prędkością od 1 do 7 m/s w kierunku poprzecznym do naprężonych przewodów energetycznych [1, 2].

* Polskie Sieci Elektroenergetyczne S. A., 00-496 Warszawa, ul. Mysia 2

Przyczyny powstawania zjawiska drgań eolskich i skutki temu towarzyszące znane są energetykom już od lat. Jednakże z uwagi na koszty instalacji przewodów odgromowych skojarzonych z jednomodowymi włóknami światłowodowymi typu OPGW, wykonywanych ostatnio w modernizowanych i nowo budowanych liniach NN, problemy eksploatacyjne towarzyszące temu zjawisku nabrały znaczenia i ponownie wzbudzają zainteresowanie użytkowników linii [3].

Należy tu wspomnieć, że przewody te spełniają podwójną rolę w sieci elektroenergetycznej: teletransmisyjną i energetyczną, w związku z czym różnią się one budową od tradycyjnych przewodów stalowo-aluminiowych. Konstrukcje przewodów OPGW są bardzo zróżnicowane, w zależności od przyjętych przez producentów rozwiązań. Dla Polskich Sieci Elektroenergetycznych S. A. istotna jest przede wszystkim konstrukcja produkowana przez amerykańską firmę Alcoa Fujikura Ltd, której przewody zainstalowano już w PSE S. A. na ponad 4000 km linii NN. Budowa tych przewodów przedstawia się następująco: włókna światłowodowe zgrupowane w jednej jednostce optycznej lub kilku, odizolowane oplotem bawełnianym i taśmą kevlarową, umieszczone są w rurce aluminiowej wykonanej wg specjalnej bezszwowej technologii. Rurka aluminiowa chroniona jest przez oplot drutowy, jedno lub wielowarstwowy, skręcony z drutów stalowych aluminiowanych i drutów ze stopu aluminiowego typu 6201. Jak wiadomo z literatury [1, 3], stop ten charakteryzuje się niską odpornością na działanie drgań eolskich. Dlatego też przewody wykonane ze stopu 6201 powinny być chronione przed wibracjami bardziej niż typowe przewody aluminiowo-stalowe. Instalowanie przewodów OPGW w liniach NN wymaga więc wnikliwego doboru ochrony przeciwdrganiowej, zabezpieczającej je przed skutkami drgań. Dla instalacji wykonywanych w PSE S. A. producent przewodów OPGW zapewnił ochronę przeciwdrganiową dla każdego przewodu, poprzez dobranie odpowiedniego typu tłumików Stockbridge'a i podanie dokładnego ich rozmieszczenia w przęsłach linii. Prawidłowe wykonawstwo tych instalacji było nadzorowane poprzez Energoprojekty.

W trakcie zawierania z firmą Alcoa Fujikura Ltd. w 1996 r. kolejnego kontraktu na zakup nowej partii przewodów odgromowych typu OPGW, wynegocjowano urządzenie do rejestracji drgań eolskich w liniach NN, celem sprawdzenia, czy pomimo zastosowania ochrony przeciwdrganiowej, przewody te nie są narażone na wzmożone oddziaływanie drgań tego rodzaju. Rejestrator do pomiaru aktywności drgań o nazwie SCOLAR IV został dostarczony do Wydziału Techniki Liniowej gdzie w uzgodnieniu z Dyrekcją Zarządzania Majątkiem Sieciowym, podjęto decyzję o uruchomieniu pracy badawczej mającej na celu:

- określenie zagrożenia zmęczeniowego przewodów OPGW, przy uchwycie przelotowym, na skutek wystąpienia drgań eolskich; rejestracji drgań dokonywano na przewodach bez ochrony przeciwdrganiowej,
- sprawdzenie skuteczności zastosowanego systemu ochrony przeciwdrganiowej; rejestracji drgań dokonywano na przewodach wyposażonych w tłumiki Stockbridge'a, i oplot typu armor-rod w uchwycie przelotowym.

2. Rejestracja drgań eolskich w liniach NN

Terenowe pomiary wibracji przewodów uważane są za najlepszą metodę oceny zagrożenia drganiowego linii elektroenergetycznych i dlatego są dość powszechnie stosowane w wielu krajach do badania narażenia zmęczeniowego przewodów energetycznych. Aktualnie na świecie stosowanych jest kilka różnych rozwiązań konstrukcyjnych rejestratorów drgań. Jednakże zasada pomiarów jest taka sama dla wszystkich typów tego urządzenia. Jeśli w wyniku pomiarów stwierdza się zagrożenie drganiowe przewodów, to znajomość skali tego zjawiska jest pomocna przy doborze ochrony przeciwdrganiowej lub przy jej weryfikacji.

Z uwagi na fakt, że przewody odgromowe typu OPGW o wspomnianej konstrukcji wymagają wnikliwego doboru czynnej ochrony przeciwdrganiowej, zabezpieczającej je przed skutkami drgań eolskich, dokonano rejestracji sprawdzających poziomych tych drgań w wybranych, pod względem podatności na ich występowanie, przęsłach trzech zmodernizowanych ostatnio linii 220 kV: Mory – Janów, Mory – Miłosna, Mory – Podolszyce.

1. Linia Mory – Janów wybudowana w 1951 r. i zmodernizowana w 1997 roku jest linią jednotorową usytuowaną na terenie nizinnym. Pomiary drgań eolskich przeprowadzono w przęsle nr 220-221, w okresach od 14.11.97 r. do 05.01.98 r. i od 14.04.98 r. do 6.06.98 r. Przęsło to, o długości 427,9 m, rozpięte jest nad otwartym, niezabudowanym i niezadrzewionym terenem. Badaniom poddano przewód odgromowy OPGW typu 30/38mm²/496-12f, o średnicy 12,6 mm, zainstalowany w linii w 1997 r. Naprężenie projektowe przewodu — p_o wynosi 194 MPa.
2. Linia Mory – Miłosna wybudowana w 1966 r. i zmodernizowana w 1994 roku jest linią jednotorową. Pomiary drgań przeprowadzono w przęsle nr 17-18, od 16.01.98 r. do 20.02.98 r. i w okresie od 20.02.98 r. do 06.04.98 r., w odpowiednio wybranym przęsle o długości 412,4 m, usytuowanym na otwartym terenie. Badaniom poddano przewód odgromowy OPGW typu 37/37mm²/551-24f, o średnicy 14 mm, zainstalowany w linii w 1994 roku. Naprężenie projektowe przewodu — p_o wynosi 185 MPa.
3. Linia Mory – Podolszyce wybudowana w 1969 roku i zmodernizowana w roku 1993 jest również linią jednotorową. Rejestracji drgań eolskich dokonano tym razem w przęsle skrzyżowaniowym nr 474-475 o długości 499,9 m, rozpiętym nad otwartym, niezabudowanym i niezadrzewionym terenem (grunty rolne) w okresach od 11.12.1998 r. do 25.01.1999 r. i od 25.01.1999 r. do 12.03.1999 r. Badaniu poddano przewód odgromowy OPGW typu 22/26mm²/437 o średnicy 11,1 mm, zainstalowany w linii w 1993 roku. Naprężenie projektowe przewodu — p_o wynosi 220 MPa.

Urządzenie rejestrujące mocowano za każdym razem do uchwytych podtrzymujących przewód odgromowy na słupach przelotowych.

Pomiary były wykonywane dwuwariantowo:

- ze zdemontowanymi w przęsle tłumikami drgań Stockbridge’a oraz z przesuniętym poza uchwyt przelotowy ochronnym opłotem typu armor-rod,

- w stanie normalnej pracy linii tj. bez demontażu tłumików drgań oraz bez zmiany położenia oplotu armor-rod [4, 5].

3. Zasada pomiarów rejestratorem SCOLAR IV

Metodyka pomiarów wymaga precyzyjnego zamocowania rejestratora do uchwytu przelotowego przewodu. Sonda, mająca za zadanie przekazywanie drgań przewodu do sensora umieszczonego wewnątrz SCOLAR'a IV, powinna dotykać przewodu w odległości 89 mm od miejsca ostatniego punktu styczności przewodu z uchwytem (punktu podparcia) i powinna być wciśnięta na głębokość 1,6 mm [6].

Podstawowym celem przeprowadzonych badań była ocena narażenia zmęczeniowego przewodów OPGW, dla podanych wyżej wariantów pomiarów, a następnie określenie wytrzymałości zmęczeniowej tych przewodów, wyrażonej za pomocą parametru „minimum lifetime” (minimalny czas życia) — LT . Narażenie zmęczeniowe podawane jest w megacyklach na rok.

Rejestrator w trakcie ekspozycji dokonuje jednoczesnego zapisu następujących wielkości:

- amplitudy względnej przewodu — A_w ,
- częstotliwości drgań przewodu — f ,
- temperatury otoczenia — t ,
- czasu rejestracji — T .

Rejestracja drgań za pomocą SCOLAR'a IV odbywa się w ciągu 6 s w odstępach czasowych co 10,6 minuty, na zasadzie pobierania krótkich próbek fali wibracyjnej w momencie czuwania urządzenia (6 s). Okres wykonywania pomiarów wynosi ok. 6 tygodni.

Zarejestrowane dane pomiarowe są przechowywane w macierzy amplitudowo — częstotliwościowej, opracowanej na bazie Raportu IEEE [7]. Odczyt zarejestrowanych wartości możliwy jest po połączeniu rejestratora z komputerem PC, który komunikuje się z rejestratorem za pomocą programu „Scolar 15”, umożliwiającego odczyt danych, ich zapis na dysku i wydruk raportu [6].

4. Wyniki pomiarów

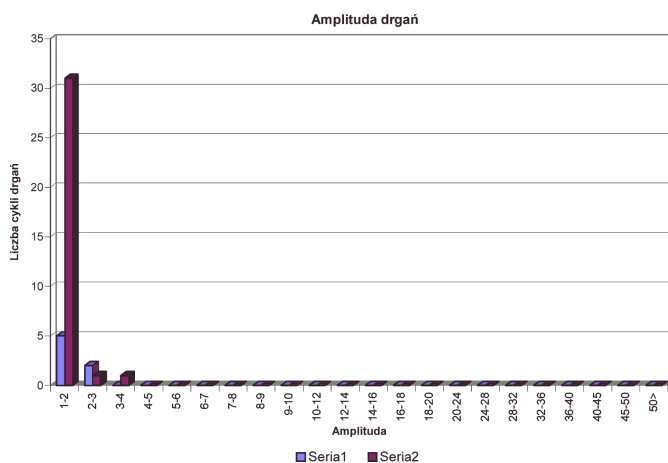
Badania, zgodnie z założeniami objęły sześć cykli pomiarowych, po dwa dla każdej linii. Uzyskane wyniki opracowano dla obu wariantów rejestracji: a) pomiary bez ochrony przeciwdrganiowej i b) pomiary z ochroną przeciwdrganiową kolejno dla:

Linia 220 kV Mory – Janów. Czas ekspozycji dla wariantu a) wynosił 52 dni a dla wariantu b) 53 dni. W trakcie badań realizowanych dla wariantu a, rejestrator był w stanie gotowości pomiarowej 5527 razy. Drgania o mierzalnych wartościach amplitudy względnej zarejestrowane zostały 7 razy, przy czym wartości istotne ze względu na narażenie przewodu wystąpiły tylko dwukrotnie i zostały sklasyfikowane do przedziału o wartościach od 2 do 3 mili. Sumaryczna ilość zarejestrowanych drgań

w przeliczeniu na 1 rok wyniosła 56 megacykli. Wartości amplitudy względnej przewodu podane na rysunkach zostały wyrażone w milach, z uwagi na wykonane w USA skalowanie urządzenia pomiarowego, gdzie obowiązuje angielski układ jednostek miar (1 mil = 0,0254 mm).

Podczas badań dla wariantu b), rejestrator był w stanie gotowości pomiarowej 6799 razy. Drgania o mierzalnych wartościach amplitudy względnej zarejestrowane zostały 33-krotnie, przy czym wartości istotne ze względu na narażenie przewodu wystąpiły w dwóch przypadkach, tak samo jak w wariancie a), tylko z tą różnicą, że wartości amplitud pokrywały się z wartościami dwu zakresów parametru A_w , co odpowiada kolejno narażeniu równemu 26,3 oraz 4,3 megacykli na rok. Sumaryczna ilość drgań w przeliczeniu na rok dla wariantu b) wyniosła 30,6 megacykli, tj. o 26 megacykli mniej niż dla wariantu a).

Zestawienie porównawcze wartości amplitudy względnej przewodu zmierzone dla obu badanych wariantów a) i b) (seria 1, seria 2) ilustruje rysunek 1.



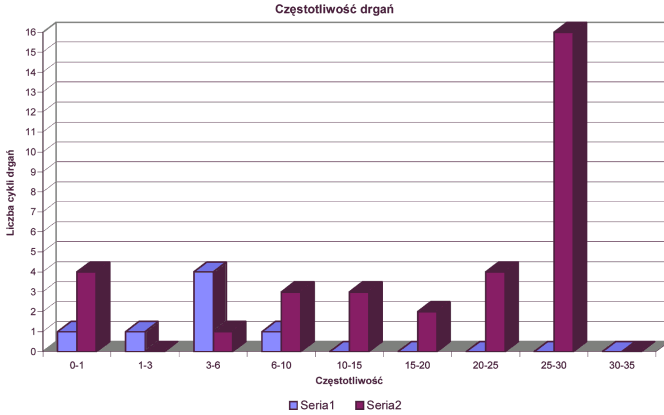
Rys. 1. Porównawcze zestawienie wartości amplitudy względnej drgań

W drugiej serii pomiarów zarejestrowanych zostało więcej drgań niż dla pierwszej; może to świadczyć o wystąpieniu sprzyjających warunków do indukowania się drgań eolskich, w drugim cyklu pomiarowym.

Maksymalna wartość parametru A_w wystąpiła w drugiej serii pomiarów i wyniosła 0,089 mm.

Rysunek nr 2 przedstawia porównawcze zestawienie częstotliwości drgań przewodu zmierzone dla obu badanych wariantów a) i b).

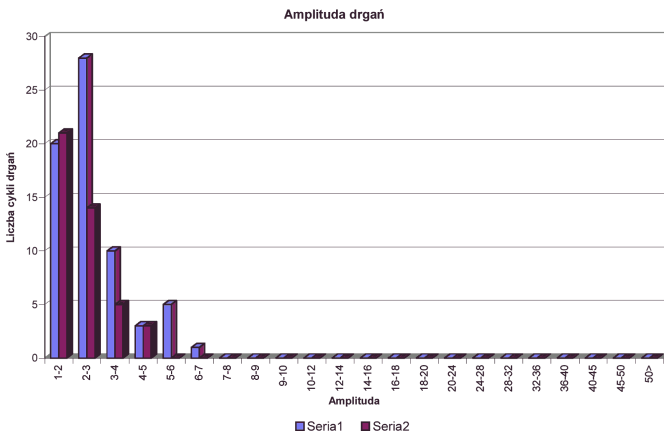
Częstotliwości drgań zarejestrowane w obu seriach pomiarów obejmują zakresy od 0 do 30 Hz, przy czym wyższe częstotliwości wystąpiły w drugiej serii pomiarów. W konsekwencji jednakże narażenie drganiowe dla drugiego cyklu pomiarów jest niższe niż dla pierwszego przypadku.



Rys. 2. Porównawcze zestawienie zakresów częstotliwości drgań

Linia 220 kV Mory – Miłosna. Czas ekspozycji w przypadku a) wynosił 35 dni a w przypadku b) 45 dni. W trakcie pomiarów realizowanych dla wariantu a) rejestrator był w stanie gotowości pomiarowej 4732 razy. Drgania o mierzalnych wartościach amplitudy względnej zarejestrowane zostały 67 razy, przy czym wartości istotne ze względu na narażenie przewodu wystąpiły 47-krotnie. Wartości parametru A_w zostały sklasyfikowane do 5 przedziałów o zakresach amplitud od 2 do 7 mili. Sumaryczna ilość zarejestrowanych drgań w przeliczeniu na jeden rok wyniosła 117,5 megacykli.

W przypadku b) SCOLAR był w stanie gotowości pomiarowej 3143 razy i zarejestrował 43 wartości amplitudy względnej, przy czym wartości istotnych było 22. Zostały one sklasyfikowane do trzech przedziałów o wartościach od 2 do 5 mili. Sumaryczna ilość drgań w przeliczeniu na rok wyniosła 85,9 megacykli.

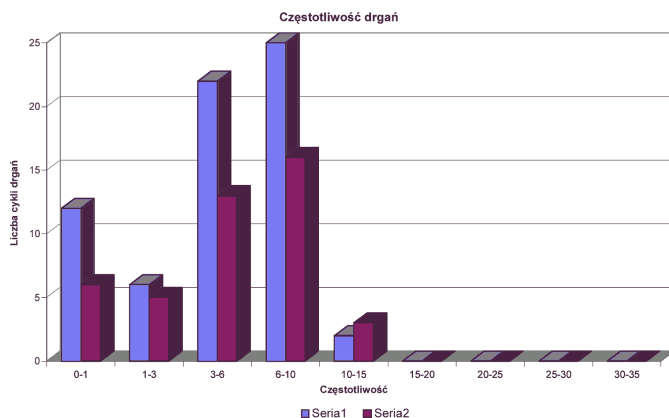


Rys. 3. Porównawcze zestawienie wartości amplitudy względnej drgań

Rysunek nr 3 ilustruje porównanie wartości amplitudy względnej przewodu zmierzone dla obu badanych wariantów a) i b). Maksymalna wartość amplitudy względnej drgań wyniosła 0,165 mm.

Jak można zauważyć, liczba cykli drgań dla różnych zakresów amplitudy A_w w pierwszej serii pomiarów jest większa niż w drugiej oraz, że sumaryczna wielkość zarejestrowanych drgań, w pierwszym wariancie jest większa niż w drugim, z wyjątkiem najmniejszego zakresu amplitud, gdzie więcej drgań zarejestrowano dla wariantu b). Rejestracja ta świadczyć może o prawidłowym doborze ochrony przeciwdrganiowej.

Rysunek nr 4 ilustruje zestawienie porównawcze zakresów częstotliwości drgań przewodu zmierzone dla obu wariantów. Ilość zakresów częstotliwości drgań mierzonych w obu przypadkach jest taka sama i mieści się w granicach od 0 do 15 Hz.



Rys. 4. Porównawcze zestawienie zakresów częstotliwości drgań

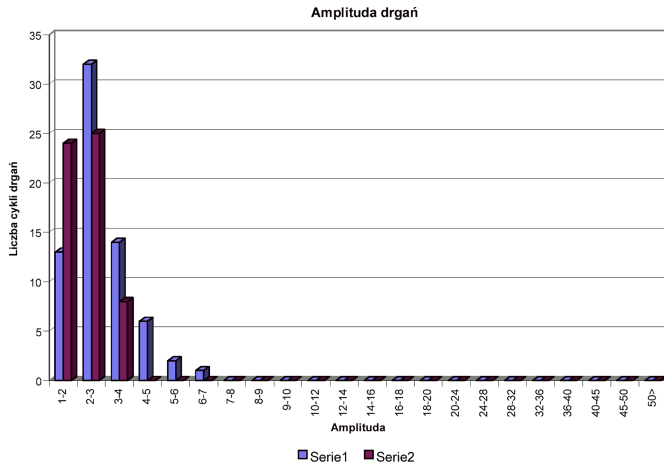
Linia 220 kV Mory – Podolszyce. Czas ekspozycji dla wariantu a) wyniósł 45 dni, a dla wariantu b) 46 dni. Podczas pierwszego cyklu pomiarowego rejestrator był w stanie gotowości pomiarowej 6045 razy. Drgania o minimalnych wartościach amplitudy względnej zarejestrowane zostały 68 razy. Istotne dla określenia narażenia drganiowego przewodu wartości parametru A_w wystąpiły 55 razy i zostały sklasyfikowane do 5 przedziałów macierzy amplitudowo-częstotliwościowej o wartościach A_w od 2 do 7 mili.

Sumaryczna ilość zarejestrowanych drgań w przeliczeniu na 1 rok wyniosła 233 megacykle. Podczas badań dla wariantu b) rejestrator był w stanie gotowości pomiarowej 6204 razy, przy czym drgania o mierzalnych wartościach amplitudy względnej zarejestrowane zostały 57 razy. Wartości istotne ze względu na narażenie przewodu wystąpiły 33-krotnie i objęły dwa przedziały macierzy o wartościach parametru A_w : 2–3, 3–4 mili.

Sumaryczna ilość drgań, w przeliczeniu na rok, dla wariantu b) wyniosła 178 megacykli, tj. o 55 megacykli mniej niż dla wariantu a).

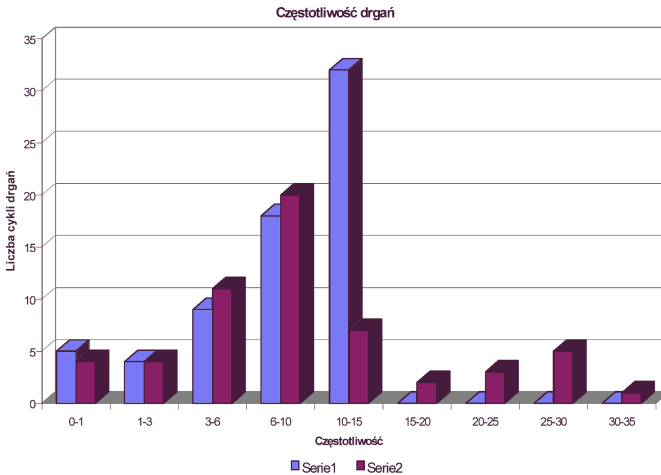
Rysunek nr 5 przedstawia porównawcze zestawienie wartości amplitudy względnej drgań przewodu zmierzone w obu przypadkach a) i b). Maksymalna wartość pa-

rametru A_w została zarejestrowana w pierwszej serii pomiarów i wyniosła 6,5 mili, tj. 0,165 mm.



Rys. 5. Porównawcze zestawienie wartości amplitudy względnej drgań

Rysunek nr 6 przedstawia porównawcze zestawienie zakresów częstotliwości drgań przewodu zmierzone dla obu wariantów a) i b). Częstotliwości drgań zarejestrowane w pierwszej serii pomiarów obejmują zakresy od 0 do 15 Hz, w drugiej od 0 do 35 Hz. Jest to najczęściej rejestrowany zakres powstawania drgań eolskich, przy prawidłowym działaniu ochrony przeciwdrganiowej.



Rys. 6. Porównawcze zestawienie zakresów częstotliwości drgań

5. Analiza wyników pomiarów

5.1. Ocena ryzyka uszkodzenia przewodu

Do oceny wytrzymałości zmęczeniowej przewodu przyjęto w niniejszej pracy metodę wyznaczania „minimalnego czasu życia — LT ”, polegającą na określeniu przedziału czasowego, podczas którego nie powinno zdarzyć się uszkodzenie przewodu. Minimalny czas życia przewodu OPGW obliczono stosując regułę Miner’a, która w najprostszy sposób pozwala wyznaczyć kumulatywną krzywą narażenia, na podstawie zarejestrowanych wartości drgań eolskich [8, 9].

Obliczeń wartości parametru LT dokonuje się przy użyciu następujących wzorów:

$$D = \sum_{j=1}^i \frac{n_j}{N_j}$$

$$LT = \frac{1}{\sum_{j=1}^i \frac{n_j}{N_j}}$$

w których: n_i – liczba cykli dla każdego zarejestrowanego poziomu drgań, N_i – liczba cykli drgań dla zmierzonych poziomów drgań, odpowiadająca bezpiecznej linii granicznej, i – i -ty poziom drgań

Wartość parametru LT wyrażona w latach, określa oczekiwany czas życia przewodu w warunkach eksploatacyjnych.

Wartości znacznie przekraczające projektowany czas życia przewodu mogą być rozważane jako bezpieczne, natomiast wartości zbliżone do projektowanego czasu życia lub niższe powinny być wnikliwie rozważone. Należy je zweryfikować poprzez wykonanie badań laboratoryjnych dla analizowanego układu przewodów – uchwyt przelotowy lub rozważyć zastosowanie odpowiednio dobranej ochrony przeciwdrganiowej dla danego układu.

Dla oceny czasu życia przewodów kryterium odniesienia stanowi 100 lat. Wartości powyżej 100 lat gwarantują brak zagrożenia zmęczeniowego drganiami eolskimi.

5.2. Ocena czasu życia przewodów OPGW w liniach 220 kV

Mory – Janów, Mory – Miłosna, Mory – Podolszyce

Maksymalna amplituda względna zmierzona w trakcie rejestracji wynosi 6,5 mili, tj. 0,165 mm a maksymalny zakres częstotliwości 30–35 Hz. Są to wartości niskie, klasyfikujące drgania na początku macierzy amplitudowo-częstotliwościowej, świadczące o typowym przebiegu zjawiska drgań eolskich w napowietrznych liniach elektroenergetycznych, niezagrażające żywotności przewodu.

Ocena „czasu życia — LT ” badanych przewodów OPGW, zainstalowanych w liniach Mory – Janów, Mory – Miłosna i Mory – Podolszyce została wykonana w oparciu o wytyczne grupy roboczej 22.11 CIGRE [9]. Podstawę do obliczeń parametru LT stanowiła krzywa $S - N$ Wöhlera, będąca funkcją amplitudy względnej A_w i liczby cykli drgań f ($A_w = N$) oraz naprężenia zginającego σ_b i liczby cykli drgań f ($\sigma_b = N$).

Krzywa ta, będąca wynikiem wielu badań w różnych laboratoriach i instytucjach [1, 7, 8, 9], jest wyznaczona jako „bezpieczna linia graniczna”, określająca dopuszczalną amplitudę względną zginania i odpowiadające jej naprężenie zginające dla danej ilości cykli drgań, przy której nie występuje zagrożenie zmęczeniowe przewodu.

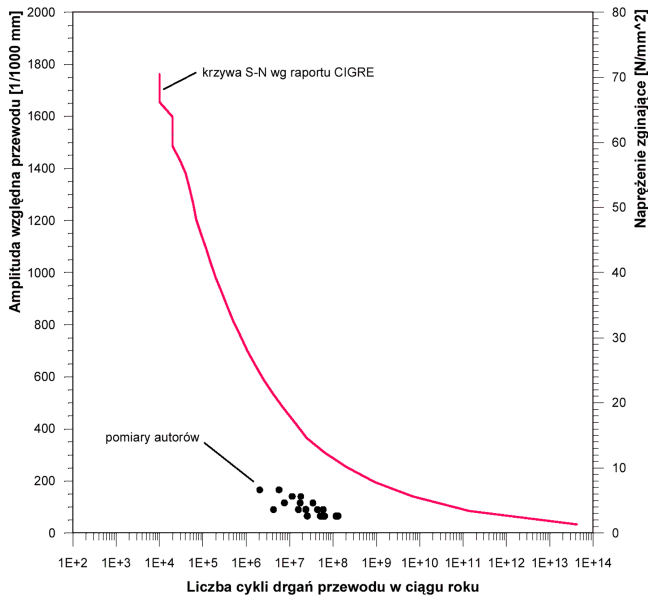
Czas życia przewodów OPGW w liniach Mory – Janów, Mory – Miłosna i Mory – Podolszyce obliczony dla obu wariantów badań, podano w tabeli 1.

Tabela 1. Narażenie drganiowe i czas życia przewodów OPGW

Wariant pomiarów	Mory – Janów		Mory – Miłosna		Mory – Podolszyce	
	Narażenie drganiowe	Czas życia	Narażenie drganiowe	Czas życia	Narażenie drganiowe	Czas życia
	[mc/rok]	[lata]	[mc/rok]	[lata]	[mc/rok]	[lata]
a	56,3	>500	117,5	>500	231,9	>500
b	30,6	>500	86,5	>500	178,7	>500

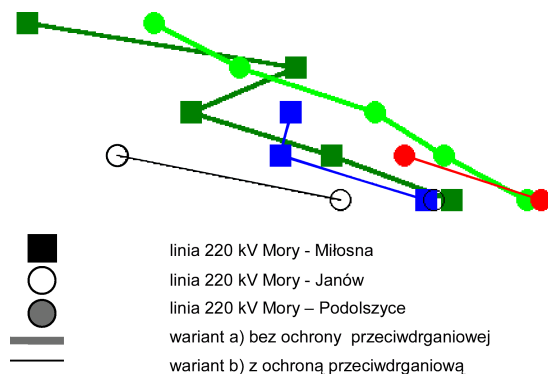
Minimalny czas życia badanych przewodów przekracza 500 lat. Jest to wartość, która gwarantuje bezpieczną pracę tych przewodów w okresie planowanej eksploatacji, przy występujących poziomach narażeń drganiowych.

Punkty określające poziomy narażenia drganiowego przewodu OPGW w liniach objętych rejestracją, w odniesieniu do krzywej $S - N$, przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Bezpieczna linia graniczna $S - N$ i punkty pomiarowe naprężenia zginającego dla badanych linii

Dla celów porównawczych i poglądowych na rysunku 8 zestawiono wszystkie punkty narażenia drganiowego wyznaczone dla przewodów OPGW w trakcie ich badań dla przypadku a) i b). Nie obserwuje się istotnej różnicy pomiędzy krzywymi kumulatywnymi opisującymi narażenie drganiowe dla wariantu a), a krzywymi wyznaczonymi dla wariantu b) [4, 5].



Rys. 8. Kumulatywne krzywe narażenia drganiowego

6. Wnioski

1. Terenowe pomiary drgań eolskich, wykonane dwuwariantowo bez ochrony oraz z ochroną przeciwdrganiową na przewodach OPGW linii 220 kV Mory – Janów, Mory – Miłosna i Mory – Podolszyce, wykazały, że przewody te nie są zagrożone zmęczeniowo przy uchwytach przelotowych, na skutek występowania drgań eolskich obliczony czas życia badanych przewodów w obu przypadkach jest dłuższy niż 500 lat, wg przyjętego kryterium.
2. Zarejestrowane w trakcie pomiarów amplitudy względne drgań przewodu w stosunku do uchwytu przelotowego, osiągnęły niewielkie wartości i powstały w zakresie częstotliwości od 0 do 35 Hz. Fakt ten świadczy o typowym przebiegu zjawiska, dobrym samotłumieniu i tłumieniu przez zastosowaną ochronę przeciwdrganiową indukowanych przez wiatr drgań eolskich.
3. Porównanie wyników rejestracji drgań wykonanych na przewodach OPGW wykazało, że poziomy narażenia określone dla różnych linii 220 kV i dla różnych typów tych przewodów są zbliżone, zarówno pod względem mierzonych wartości amplitudy A_w , jak i zakresu częstotliwości drgań.
4. Uważa się za celowe wykonanie porównawczych badań laboratoryjnych i terenowych dla tego samego typu przewodu OPGW, celem zweryfikowania wyników uzyskanych z pomiarów terenowych. Potwierdzenie zgodności rezultatów otrzymanych z pomiarów laboratoryjnych i terenowych ułatwi podejmowanie decyzji — w trudnych sytuacjach eksploatacyjnych linii NN — odnośnie doboru ochrony przeciwdrganiowej.

Literatura

- [1] Transmission Line Reference Book, Wind-Induced Conductor Motion Electric Power Research I Based on EPRI Research Project 792, Materiały u autora
- [2] Wind-Induced Vibrations on High-Voltage Overhead Lines MOSDORFER — methods for computing, Materiały u autora
- [3] **Strużewska E.:** *Niektóre przesłanki uzasadniające celowość atestacji przewodów odgromowych typu OPT-GW*, Elektroenergetyka: Technika, Ekonomia, Organizacja, Nr 4, 1996
- [4] **Strużewska E., Skiba A., Wierzchowski J.:** *Pomiary drgań eolskich w wybranych przęsłach linii 220 kV za pomocą rejestratora SCOLAR IV*, Elektroenergetyka: Technika, Ekonomia, Organizacja, Nr 3, 1998
- [5] **Strużewska E., Skiba A., Wierzchowski J.:** *Pomiary drgań eolskich w wybranych przęsłach linii 220 kV za pomocą rejestratora drgań*, opracowanie PBE Elbud Warszawa Sp. z o.o
- [6] ALCOA SCOLAR IV Vibration recorder, 1996, Materiały u autora
- [7] IEEE, Standarization of Conductor Vibration Measurements 1966, IEEE Tr. Action 31TP65-156
- [8] Recommendations for the evaluation of the lifetime of transmission line conductors, Working Groups 04 of Study Committee No 22, Electra nr 63, str. 103–145
- [9] CIGRE: Guide to vibration measurements on overhead lines. Task force 2 of working group 22.11 Bückner W.F. Interpretation of aeolian — Vibration Data Field and laboratory vibration studies were carried out on transmission conductors in various countries. Transmission & Distribution World, 1996

THE FIELD MEASUREMENTS OF AEOLIAN VIBRATION ON THE OPGW CABLES

The vibration study was carried out on three 220 kV transmission lines on the OPGW cables for two variants: without and with Stockbridge type dampers. All measurements showed that aeolian vibration activity is relatively low i.e. the level of risk is acceptable.