

Wymiana przewodów odgromowych na elektroenergetycznych liniach pod napięciem

Jedną z możliwości poprawy efektywności wykorzystania napowietrznych linii elektroenergetycznych jest wymiana przewodów. Wymiana ich na liniach czynnych jest od wielu lat praktykowana w wielu krajach, w Polsce odnotowujemy początki zainteresowania.

Nawet znawcy techniki prac pod napięciem (PPN) przyznają, że wymiana przewodów jest jedną z najtrudniejszych prac, wymagającą współpracy wielu osób (nawet ponad 60) i wykorzystującą wiele specjalistycznych maszyn i sprzętu.

W artykule scharakteryzowano różne metody wymiany przewodów odgromowych na przewody typu OPGW na czynnych liniach [1, 7]. Analogicznie do tego rodzaju prac określono możliwości wymiany przewodów fazowych. Znane prace przy przewodach typu: wymiany złączek różnego rodzaju, odstępników, uchwytów odciągowych, mikroregulacji przewodów składowych w wiązce, często są uzupełniane nowymi możliwościami poprawy zdolności przesyłowych linii o różnych poziomach napięć poprzez prace z samymi przewodami. Technika PPN przy wymianie przewodów jest warta popularyzacji, gdyż zbieramy doświadczenia z pierwszych zastosowań tego typu prac w Polsce podczas modernizacji linii napowietrznych [7–9, 18].

Czy wymiana przewodów odgromowych to prace pod napięciem czy w pobliżu napięcia?

Wprowadzenie do praktyki przedsiębiorstw pracujących na rzecz energetyki, zwłaszcza przesyłowej, technologii wymiany przewodów zastanawia jaki charakter mają te prace? Nie budzi wątpliwości, że niepraktykowana jeszcze w kraju technika wymiany przewodów roboczych, fazowych będzie pracą pod napięciem. Ale czy taką jest wymiana przewodów odgromowych na przewody tego samego rodzaju, a zwłaszcza najczęściej na świecie wykonywana wymiana na przewody typu OPGW, światłowodowe? Problem ten przypomina dyskusje podczas narodzin normalizacji i tworzenia słownika terminologicznego: które prace są typowe dla techniki PPN? Czy przykładowo sprawdzanie obecności napięcia¹⁾ jest pracą pod napięciem? Z czasem te spory wygasły, gdyż eksploatacja urządzeń elektrycznych obejmuje nie tylko prace pod napięciem, w pobliżu napięcia, ale także te najbardziej rozpowszechnione, tradycyjne prace przy wyłączonym napięciu; wszystkie uznane w UE na podstawie normy europejskiej obowiązującej²⁾ również w kraju PN-EN 50110-1 i 50110-2 [4].

¹⁾ W kraju upowszechniono pojęcie równoważne – sprawdzenie braku napięcia

²⁾ Fakt obowiązywania przynależy jest kulturze technicznej

O zakwalifikowaniu prac do PPN nie decyduje tylko odległość, ale wiele innych parametrów, toteż projekty norm związane z techniką wymiany przewodów są objęte normami, które w nagłówku już nie pozostawiają wątpliwości, że chodzi o PPN. Także w słowniku terminologicznym do prac pod napięciem poświęcono rozdział (rozdz. 14 PN-EN 60743) elementom sprzętu do wymiany przewodów. Jednocześnie zakwalifikowanie wymiany przewodów do techniki PPN nie oznacza, że wielu prac składowych nie można wykonywać innymi metodami, o tym powinna decydować przyjęta instrukcja lub zatwierdzony projekt technologiczny. Sprawy te są przedmiotem podjętej próby uporządkowania zasad organizacji bezpiecznej pracy w projektach zmian do rozporządzenia³⁾ Ministra Gospodarki.

Wymiana przewodów odgromowych linii przesyłowych na OPGW pod napięciem

Wymianę przewodów odgromowych linii przesyłowych na przewody typu OPGW pod napięciem prezentowano na konferencji EU1'2007 [1]. Od tego czasu wykonano kilka istotnych prac z tego zakresu, a w bieżącym roku jest planowana praca na jednej z ważnych linii 400 kV *Kozienice – Miłosna*.

Dotychczas tego typu przedsięwzięcia w Polsce realizowano na liniach wyłączonych. Jednak prace te wymagają – w zależności od instalacji przewodu OPGW na jednym czy na wielu przęsłach – oraz od przebiegu linii – długich czasów wyłączeń. Obecnie coraz trudniej jest uzyskać wyłączenia linii, albo wręcz narzucane są terminy możliwych wyłączeń na dni wolne od pracy, święta. Rozwleka to prace w czasie, zmusza do pośpiechu; w konsekwencji może to być przyczyną niższej jakości prac oraz nieuchronnie powoduje straty związane z niedostarczeniem energii, zwiększeniem strat na innych liniach, obniżeniem bezpieczeństwa energetycznego.

Istniejące oraz dostępne techniki i technologie pracy na świecie pozwalają na wymianę przewodu odgromowego na przewód typu OPGW bez konieczności wyłączania linii. Jednocześnie prace te można prowadzić nad obiektami krzyżującymi się z innymi liniami elektroenergetycznymi pozostającymi pod napięciem. Wymagania są znormalizowane [2],[3].

Wyróżnia się dwie metody wymiany przewodów odgromowych na przewody OPGW pod napięciem: naprężeniową oraz rolek obrotowych.

³⁾ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie BHP przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz.U. z dnia 8 października 1999)

Metoda naprężeniowa

Metoda montażu przewodów OPGW metodą naprężeniowa na czynnych liniach przesyłowych polega na rozwinięciu przewodu OPGW za pomocą urządzeń naprężających (wciągarka i hamownik⁴⁾) – patrz rysunek 1. Urządzenia te powinny mieć regulowaną siłę naciągu oraz prędkość wciągania przewodów, powinny też być wyposażone w hydrauliczny hamulec, który automatycznie zatrzymuje urządzenie po przekroczeniu nastawionej siły naciągu lub gdy przewody zostaną uszkodzone.

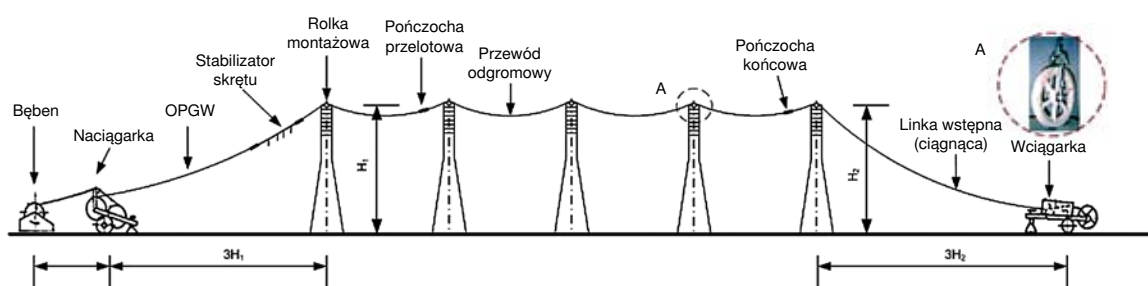
Dzięki pomiarowi wymienionych wielkości jest możliwe utrzymanie takiej samej siły naciągu oraz uzyskanie bezpiecznego odstępu elektrycznego między wciąganiem przewodami a przewodami roboczymi.

Podczas instalacji przewodów OPGW na czynnych liniach przesyłowych stosuje się liny izolacyjne (PN-EN 62192) ze względu na ich lekkość oraz niską wagę. Na każdym słupie

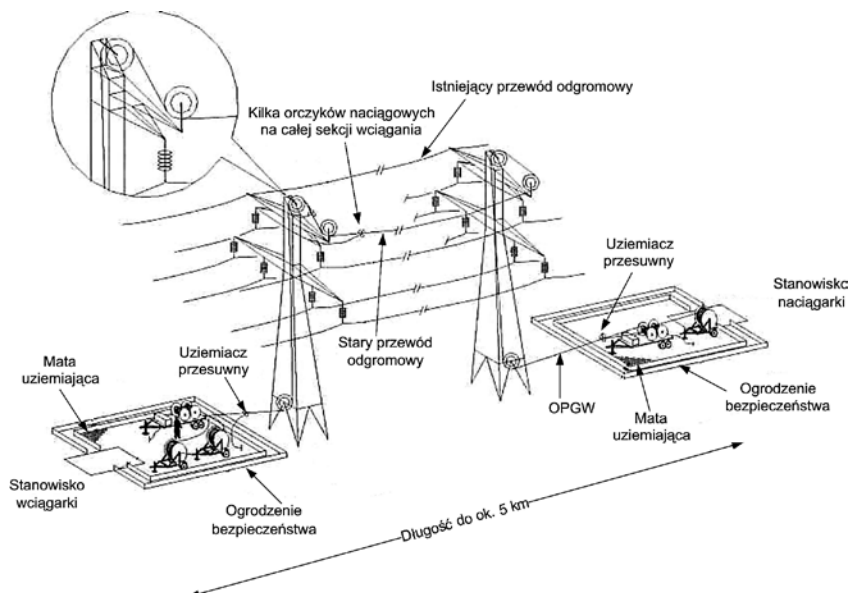
sekcji odciągowej montowane są rolki montażowe, na które wykładą się przewód odgromowy. Przewód odgromowy wykorzystuje się jako linę ciągnącą dla przewodu OPGW. W tym przypadku należy sprawdzić czy przewód odgromowy nie jest uszkodzony oraz należy skalkulować czy wytrzyma potencjalną siłę naciągu podczas wciągania przewodu OPGW.

Linę izolacyjną rozwija się od wciągarki do słupa na końcu sekcji odciągowej, przekłada przez rolkę montażową na tym słupie i łączy za pomocą pończochy z przewodem odgromowym.

Z drugiej strony sekcji odciągowej przewód OPGW łączy się do przewodu odgromowego za pomocą urządzenia przeciwskrętnego i podwiesza na rolce montażowej. Pozwala to na jednoczesne ściąganie starego przewodu i montaż nowego. Po wciągnięciu przewodu OPGW na całej długości sekcji odciągowej następuje regulacja jego zwisu i zamocowanie do konstrukcji wieżeczek odgromowych (rys. 2, 3, 4).



Rys.1. Wymiana istniejącego przewodu odgromowego na przewód OPGW metodą naprężeniową [1]



Rys. 2. Ogólny schemat metody naprężeniowej wymiany przewodu odgromowego na OPGW [2]

⁴⁾ Tu zamiennie używany jest termin: naciągarka



Rys. 3. Przykład ekwipotencjalnego stanowiska maszyn do wymiany przewodów brygady *Eltel* (fot. B. Dudek)
 a) ogólny widok stanowiska b) fragment z uziemiaczem przesuwającym i rolką kierunkową



Rys. 4. Przykład ekwipotencjalnego stanowiska maszyn do wymiany przewodów
 a) brygady francuskiej (www.rte-france.com) b) amerykańskiej brygady przy pracy na linii 345 kV [13]

W celu zwiększenia bezpieczeństwa procesu wciągania nowego przewodu OPGW i wymiany starego przewodu odgromowego stosuje się rolki montażowe. Wyróżnia się kilka ich rodzajów: dwukomorowe, obrotowe, a także umownie nazwane „lotnicze” używane do prac z użyciem śmigłowców. Rolki dwukomorowe mają tzw. krążki po dwa w każdej z komór oraz otwierane boki po każdej stronie. Jeden z górnych krążków rolki styka się z istniejącym przewodem odgromowym, natomiast dolny krążek wspiera linę ciągnącą. Wykorzystuje się je przy instalacji przewodu OPGW na całej długości sekcji odciągowej, natomiast rolki obrotowe używa się do zabezpieczenia prac przy metodzie naprężeniowej oraz przy wymianie przewodów OPGW w jednym przęśle.

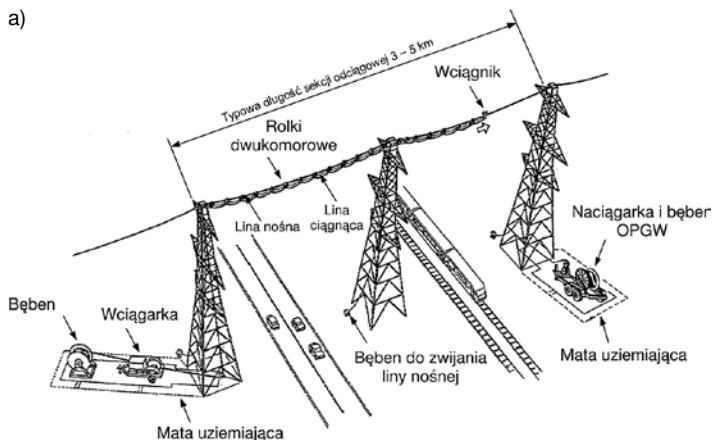
Rolki obrotowe używa się do utrzymania bezpiecznego odstępu elektrycznego między przewodami. W tym przypadku używa się wciągacza poruszającego się po przewodzie odgromowym, który wciąga dwie liny przechodzące przez przęśła sekcji odciągowej. W przypadku przemieszczania wciągacza na wieżycze słupa do ochrony wykorzystuje się specjalne pęto bezpieczeństwa. Pierwsza z wciąganych lin jest używana jako lina ciągnąca dla przewodu OPGW, podczas gdy druga, jako lina nośna, pozwala na rozmieszczenie rolek obrotowych na przewodzie odgromowym. Rolki te są zwykle montowane na przewodzie odgromowym w odległości ok. 10 – do 15 m od siebie. Ten etap prac jest taki sam jak przy wykorzystaniu rolek obrotowych do

wymiany przewodu odgromowego na przewód OPGW na całej długości sekcji odciągowej. Na rysunku 5a pokazano ogólny schemat wykorzystania rolek obrotowych do wymiany przewodów odgromowych na przewody OPGW.

Rolki obrotowe wykorzystuje się w miejscach, gdzie linia krzyżuje się z innymi liniami niższych napięć, z drogami kołowymi lub torami kolejowymi. Dzięki zastosowaniu rolek obrotowych osiąga się niski naciąg mechaniczny przewodów, zminimalizowany zwis lin i przewodów podczas instalacji oraz utrzymuje się bezpieczne dostępy elektryczne pomiędzy przewodami nawet podczas jakiegokolwiek awarii.

Metoda rolek obrotowych

Metoda rolek obrotowych jest w niektórych krajach używana jako główna metoda wymiany przewodu odgromowego na przewód OPGW na całej długości sekcji odciągowej (rys. 5). W innych stosowana jest raczej na skrzyżowaniach z innymi obiektami, np. liniami elektroenergetycznymi, autostradami lub w przypadkach gdy analiza ryzyka zmusza do ograniczenia przypadku zbliżenia z innymi obiektami. Dla liny ciągnącej przyjmuje się orientacyjnie, że nominalne obciążenie powodujące jej zerwanie jest 10-krotnie większe od oczekiwanej siły naciągu.



Rys. 5. Rozmieszczenia rolek obrotowych podczas wymiany przewodu odgromowego
 a) ogólny schemat [2] b) w praktyce – skrzyżowanie linii (fot. B. Dudek)

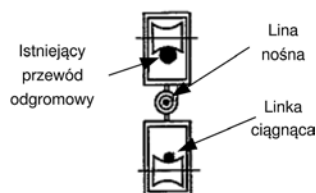
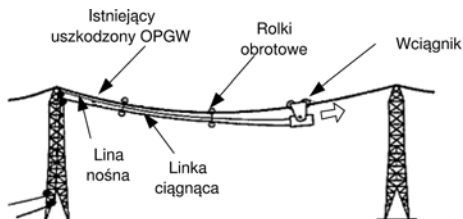
W tej metodzie wciągnik wciąga linię ciągnącą i nośną na całej długości sekcji odciągowej poruszając się po przewodzie odgromowym. Po wciągnięciu lin oraz po umieszczeniu rolek w odpowiednich odstępach, wciągarka wciąga nowy przewód OPGW za pomocą liny ciągnącej. W wyniku naprężenia przewodu OPGW następuje podniesienie go do góry i zamienienie miejscami z przewodem odgromowym. Następnie przewód odgromowy jest odpinany od konstrukcji słupa i jego koniec jest łączony z lekką linią ciągnącą. W tym czasie przewód OPGW ma regulowany zwis i jest mocowany do konstrukcji wieżyczki odgromowej. Ostatnim etapem jest zdjęcie przewodu odgromowego oraz rolek obrotowych.

Ilustrację etapów wymiany przewodu odgromowego na przewód OPGW na czynnej linii napowietrznej z zastosowaniem rolek dwukomorowych przedstawiono w [7].

Z kolei rolki obrotowe używane są do prac w jednym prześle linii przesyłowej, najczęściej przy wymianie uszkodzonego przewodu. Również w tym przypadku używa się wciągnika w celu wciągnięcia liny nośnej i ciągnącej, z tym że może on być mniejszy i lżejszy, gdyż nie występuje potrzeba wciągania długich (w konsekwencji cięższych) lin.

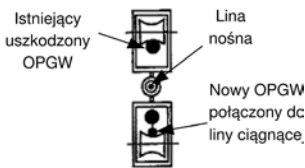
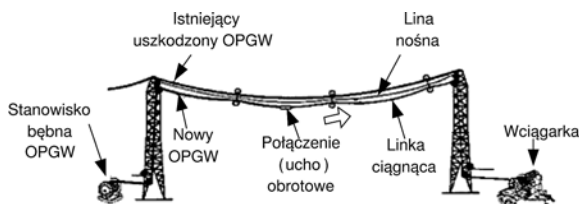
Etapy procesu wymiany uszkodzonego przewodu OPGW na nowy przedstawiono na rysunku 6.

Wciągnik poruszając się po przewodzie OPGW w prześle, wciąga linię nośną i linię ciągnącą. Na linie nośnej mocowane są w odpowiednich odstępach rolki obrotowe



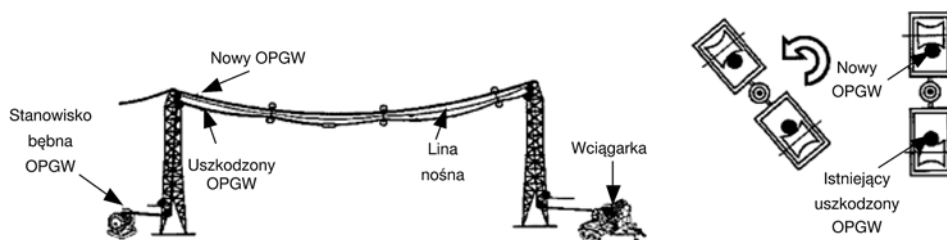
a) etap I – zakładanie rolek

Wciągarka wciąga nowy przewód OPGW za pomocą linki ciągnącej. Naciąg przewodu OPGW jest przez cały czas utrzymywany przez hamownik i/lub bęben z przewodem OPGW



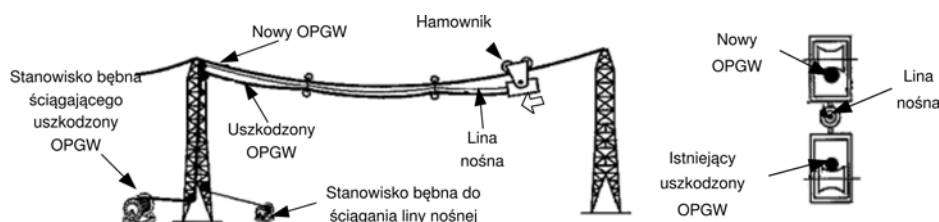
b) etap II – wciąganie nowego przewodu OPGW

Lina nośna zostaje przepięta, co powoduje obrócenie rolek i wyniesienie przewodu OPGW nad przewód odgromowy (w niektórych przypadkach ten sam efekt powoduje naprężenie przewodu OPGW).
Następnie zostaje wyregulowany zwis przewodu OPGW oraz jego mocowanie do konstrukcji nośnej wieżyczki odgromowej



c) etap III – ściąganie uszkodzonego przewodu OPGW

Uszkodzony przewód OPGW jest odłączony od konstrukcji nośnej, do jego końca po mocowany jest hamownik (inna rola wciągarka), zabezpieczający ściągany przewód, rolki i liny przed nadmiernym rozpędzeniem się i tym samym przed nadmiernym zwisem lin i przewodów. Uszkodzony przewód i liny ściągane są na odpowiednie bębny



d) Etap IV – ściąganie lin

Rys. 6 (a–d). Wymiana przewodu z zastosowaniem rolek obrotowych [2]

Wymienione metody wymiany przewodów odgromowych lub uszkodzonych przewodów OPGW na nowe wykonywane są w wielu krajach na świecie. Na przykład w Indiach, dzięki zastosowaniu metody rolek obrotowych, dla wielu przeseł wymieniono na czynnych liniach przesyłowych ponad 2000 km przewodów odgromowych. Prace te wykonała doświadczona firma szczytująca się wykonaniem wymiany ponad 8000 km przewodów odgromowych na czynnych liniach przesyłowych w Azji. Prace te były prowadzone na liniach jedno- i wielotorowych o napięciach od 66 do 500 kV. Wydajność pracy wynosiła 1 bęben (ok. 3-5 km) na dwa dni. Koszt wykonania takiej pracy był taki sam jak podczas normalnej pracy (przy linii wyłączonej).

Kolejnym ciekawym przykładem szerokiego zastosowania wyżej opisywanych metod jest Brazylia, w której w latach 2001 – 2006 wymieniono oraz zainstalowano prawie 5000 km przewodów OPGW na czynnych liniach napowietrznych o różnych poziomach napięć. W celu zminimalizowania ryzyka uszkodzenia czy awarii wyznaczono specjalne korytarze do wciągania i ściągania przewodów za pomocą urządzenia zaprojektowanego do umieszczenia przeciąganych przewodów w bezpiecznej strefie, uwzględniając tym samym możliwość obniżenia się (opadnięcia) przewodu w trakcie jego montażu pomiędzy przewody robocze znajdujące się pod napięciem [17]. Podobne szeroko zakrojone prace wykonano w Wenezueli [16].

Zastosowanie techniki lotniczej

W latach 90. rozpoczęto w Polsce stosowanie śmigłowców do prac pod napięciem na liniach najwyższych napięć, ale tylko w zakresie diagnostyki. Zastosowanie techniki lotniczej dla potrzeb PPN w wielu krajach pozwoliło na skrócenie czasu napraw oraz posłużyło do szybkiego przemieszczenia się ekip monterskich [15]. Do prac przy wymianie lub naprawie przewodów używa się małych i lekkich śmigłowców, zdolnych do wejścia i zawisu między przewodami linii. Śmigłowce są również stosowane do budowy nowych oraz modernizacji starych linii energetycznych wszystkich poziomów napięć (rys. 7).

Przykładowa instalacja przewodu

1. Lina wstępna (przewód) podawana jest z bębna i łączona do opuszczanej ze śmigłowca linki pomocniczej; praca ta jest wykonywana z zachowaniem szczególnej ostrożności oraz z bezpiecznej odległości.
2. Śmigłowiec z przyczepioną liną (przewodem) przelatuje nad kolejnymi słupami sekcji odciągowej, na których wcześniej zamontowano specjalne rolki lotnicze, lina (przewód) opadając układa się w rowkach rolki, czasami wymaga się obecności montera na słupie, aby wprowadzić linę (przewód) w rowki rolki.
3. Operator wciągarki i bębna z liną wstępną (przewodem) podczas trwania lotu śmigłowca kontroluje rozciąganie liny (przewodu) i jest w bezpośrednim kontakcie z pilotem i obserwatorami.



Rys. 7. Wykorzystanie śmigłowca do wciągania liny wstępnej i montażu przewodów na linii budowanej w terenie leśnym (fot. E. Piechoczek) [15]

4. Na końcach sekcji odciągowej ustawiona jest wciągarka i hamownik.
5. Gdy śmigłowiec dotrze do końca sekcji, lina wstępna łączona jest z liną wciągającą, nawiniętą na wciągarkę. Przewód pozostaje na rolkach do momentu jego mocowania do izolatorów. Praca ta wykonywana jest po wylądowaniu śmigłowca.
6. Lina ciągnąca za pomocą liny wstępnej jest wciągana na rolki montażowe, następnie po połączeniu liny ciągnącej z przewodem OPGW następuje jego wciągnięcie na całej długości sekcji odciągowej.
7. Kiedy czynność wciągania jest zakończona nowy przewód OPGW zostaje zamocowany do konstrukcji słupa, po uprzednim ustaleniu zwisu.

W opinii firm zajmujących się wykorzystaniem śmigłowców do wymienionych prac metoda ta jest metodą wymagającą zachowania szczególnej ostrożności. Stosuje się ją głównie na przesłach krzyżujących się z szerokimi rzekami, w terenie trudno dostępnym, zalesionym czy tamm, gdzie trudno jest dojechać ciężkim sprzętem. Wykorzystanie śmigłowca do wciągania samego przewodu OPGW nie jest stosowane, gdyż istnieje uzasadniona obawa o jego uszkodzenie, a naprawy są kosztowne i mogą prowadzić do nieprzewidywanego wzrostu budżetu.

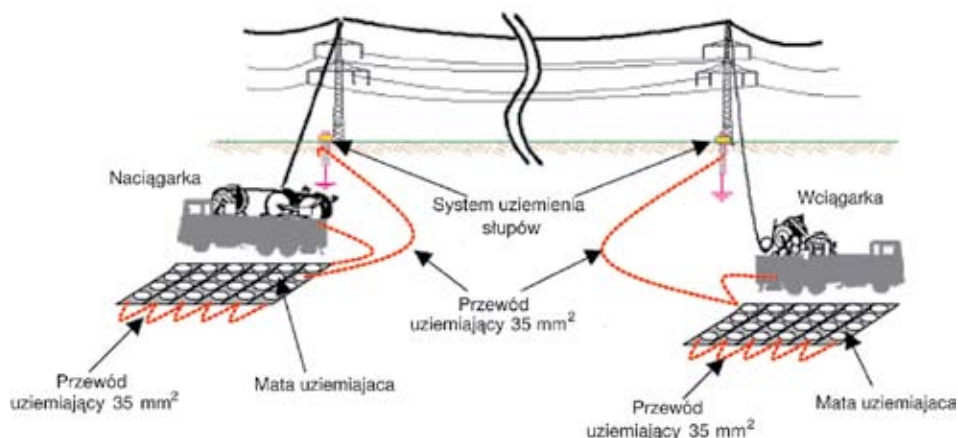
Wymagania związane z bezpieczeństwem prowadzenia procesu technologicznego

Technika prac pod napięciem postępuje się uniwersalną zasadą postępowania przy doborze metod redukcji ryzyka. Przede wszystkim powinno się rozważyć możliwość eliminacji zagrożenia elektrycznego. Jeżeli okaże się to niemożliwe, to należy ograniczyć dostęp do zagrożenia do niezbędnego minimum.

Należy przyjąć, że zagrożenia będą obecne w całym procesie pracy i dlatego należy je kontrolować i analizować za pomocą skutecznych metod, zwiększając bezpieczeństwo odpowiednimi środkami ochronnymi.

Wymagania dotyczące uzemień

W celu bezpiecznego prowadzenia instalacji przewodów czy to ogromnych, OPGW, czy fazowych należy spełnić następujące wymagania: zastosować połączenie i uzziemienie urządzeń wciągających i naprężających, zastosować uzziemienie ślizgowe uzemiające wciągane przewody, zastosować siatkę uzemiającą (maty uzemiającej) w miejscu pracy oraz uzziemienia rolek montażowych na słupach (rys. 8).

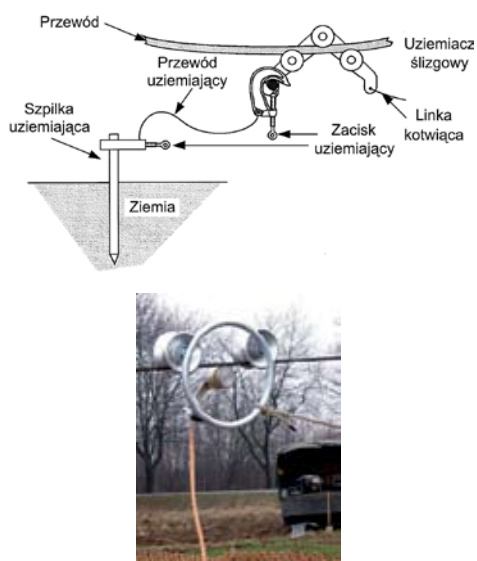


Rys. 8. Schemat prawidłowego uzemiaenia miejsca pracy [10]

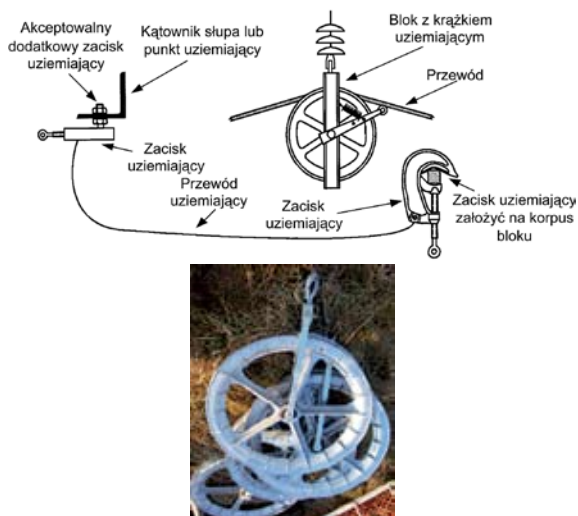
Wszystkie urządzenia w procesie zakładania przewodów powinny mieć przewidziany jeden punkt do przyłączenia uziemienia, zwykle w najdogodniejszym miejscu. Zaleca się, aby do wszystkich urządzeń była przyspawana fabrycznie szyna uziemiacza przeznaczona do przyłączenia zacisku uziemiaczego. Zacisk uziemiaczy powinien być przyłączony poprzez przewód uziemiaczy do siatki uziemiaczej i uziemień ślizgowych.

Uziemienia przewodów i bloków

Zaleca się, aby na każdym instalowanym przewodzie (roboczym, odgromowym oraz linie wciągającej) stosowane było uziemienie jezdne ślizgowe. To uziemienie zakładane jest bezpośrednio na przewód przed naprężarką w miejscu jej usytuowania i na linę wciągającą przed wciągarką w miejscu jej ustawienia (rys. 9). Natomiast do uziemienia bloków, rolek montażowych do przewodów służą zaciski uziemiacze i przewody uziemiacze je łączące (rys. 10).



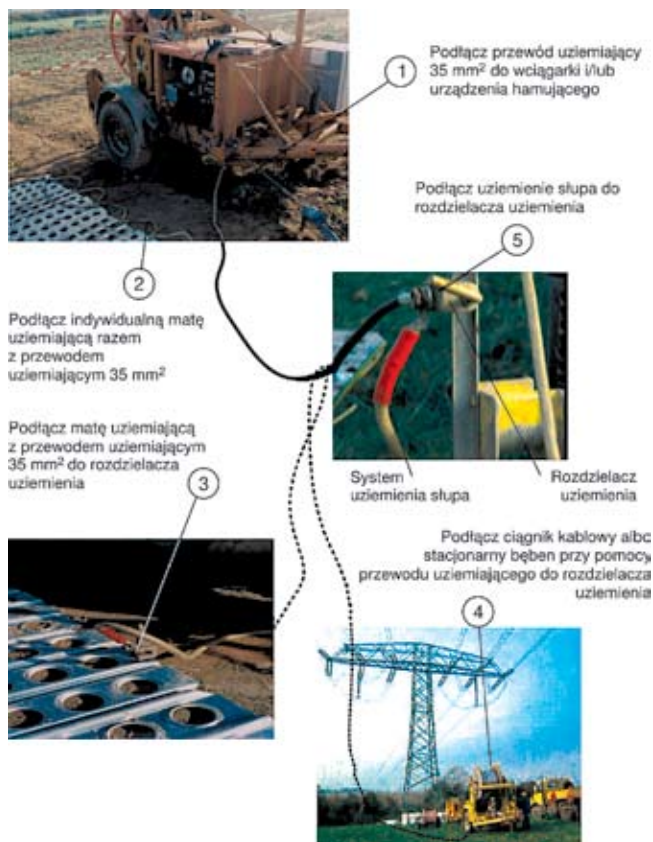
Rys. 9. Sposoby uziemienia przewodu poprzez uziemiacz ślizgowy a) schemat [3], b) praktyczne rozwiązanie (fot. B. Dudek)



Rys. 10. Sposoby uziemienia przewodu poprzez blok a) schemat [3], b) praktyczne rozwiązanie (fot. B. Dudek)

Mata uziemiacza wykonana jest z połączonych między sobą gołych przewodów tworzących metalową siatkę i połączona jest z uziomami szpilkowymi. Układana jest na ziemi pod urządzeniami do wciągania lub naprężania przewodów albo też pod stanowiskiem do zakładania złączy prasowanych.

Poglądowy schemat uziemienia urządzeń i słupów do mat uziemiaczych przez przewody uziemiacze z zastosowaniem rozdzielacza uziemienia przedstawiono na rysunku 11.

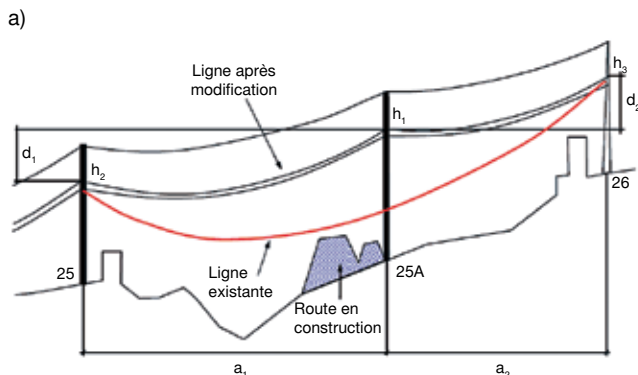


Rys. 11. Schemat prawidłowego uziemienia elementów w miejscu pracy [10]

Wymiana przewodów roboczych i inne prace przy przewodach

W krajach, w których zebrano wiele doświadczeń z zastosowania techniki prac pod napięciem coraz chętniej sięga się po metody wymiany przewodów roboczych, fazowych. Umożliwia to praktyka zastosowania tymczasowych linii i przewoźnych pól, prezentowana niedawno na łamach *Energetyki* [19]. Także występujące doraźne potrzeby prac na liniach napowietrznych przy przewodach są realizowane w technice PPN. Przykładowo w portugalskim artykule [12] przedstawiono wstawienie słupa w czynną linię, aby podzielić długie przęsło nad budowaną drogą (rys. 12).

Natomiast w referacie hiszpańskim [11] omówiono wymianę przewodów roboczych na linii napowietrznej 66 kV pod napięciem. Podobną tematykę można znaleźć w licznych publikacjach poświęconych technice PPN [5, 6, 14].



Rys. 12 Wbudowanie stupa w ciąg czynnej linii 60 kV [12]
(z lewej – czerwoną linią zaznaczono zwis przewodów przed rekonstrukcją, zakreskowane pole to budowana droga)

Podsumowanie

Dzięki zastosowaniu technik prowadzenia prac pod napięciem na liniach do wymiany przewodów odgromowych na OPGW oraz przewodów roboczych uzyskuje się nowe możliwości poprawy zdolności przesyłowych elektroenergetycznych sieci przesyłowych i dystrybucyjnych. W bieżącym roku jak wspomniano, przewiduje się zastosowanie opisywanych technik w Polsce do wymiany przewodu odgromowego na typu OPGW na linii 400 kV *Kozienice – Miłosna*.

LITERATURA

- [1] Dudek B., Frymer K.: Wymiana przewodów odgromowych na liniach przesyłowych pod napięciem na przewody światłowodowe (EUI'2007), *Przegląd Elektrotechniczny* 2007, nr 3
- [2] IEC/TR 62263: 2005 Live Working – Guidelines for the installation and maintenance of optical fibre cables on overhead power lines, 2005
- [3] IEC/TR 61328: 2003 Live working – Guidelines for installation of transmission line conductors and earthwires – stringing equipment and accessory items
- [4] PN-EN 50110-1: 2005 Eksploatacja urządzeń elektrycznych
- [5] Materiały z europejskich konferencji – ICOLIM z lat 1998 – 2008
- [6] Materiały z amerykańskich konferencji – ESMO z lat 1977 – 2006
- [7] Pałasz J., Dudek B., Frymer K.: Wymiana przewodów odgromowych linii przesyłowych na OPGW pod napięciem. Materiały IX krajowej konferencji PPN, Gdańsk, 2007
- [8] Florkowska B., Florkowski M., Timler M.: Narażenia eksploatacyjne kabli światłowodowych ADSS w elektroenergetycznych liniach napowietrznych wysokiego napięcia (EUI'2005), *Przegląd Elektrotechniczny* 2005, nr 1

- [9] Strużewska E.: Przewody odgromowe typu OPGW na liniach NN – doświadczenia eksploatacyjne PSE S.A. (EUI' 2005), *Przegląd Elektrotechniczny* 2005, nr 1
- [10] Live line Optical Ground Wire Installation. Laying OPGW – Cables on Lattice Towers, Siemens ref. 3.21 ICOLIM'2006
- [11] Trullench V., González R.S., Fernández M.A.: Live line works for ACSR conductor replacement by a high temperature conductor on a 66 kV line, ref. 3.2 ICOLIM'2006
- [12] Sá V., Santos A.: Insertion d'un support de béton (avec chaînes suspension), sur une ligne simple de 60 kV établie à armement en triangle dissymétrique, avec câble de garde en fil d'acier et un câble de communications de fibre optique (ADSS) en plan inférieur, sur tension et service, avec ressource à combinaison des méthodes de travail à distance et potentiel. ICOLIM'2006
- [13] 345-kV Live Rebuild, Transmission & Distribution, September 2003
- [14] OPGW Reconductoring on Live Line. General aspect and procedure details, Tesmec, ICOLIM'2008
- [15] Piechoczek E., Macełko J., Dudek B.: Wykorzystanie w Polsce technik lotniczych do prac pod napięciem, *Energetyka* 2008, nr 5 oraz ICOLIM'2008
- [16] José A. Pardiñas G. (i inni): Methods for "Live Line" OPGW Cables Stringing at Voltage Levels of 400 kV and 765kV, IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition Latin America, Venezuela 2006
- [17] Fumitaka Nishimura (i inni): OPGW Installation in Energized Transmission Line, IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition Latin America, Venezuela 2006
- [18] Dudek B.: Modernizacja linii wysokich napięć bez ich wyłączenia – prace przy przewodach, XVII Konferencja Szkoleniowa – Techniczna Kabel 2010, Zakopane, marzec 2010 (str.11-20)
- [19] Dudek B., Pilch W.: Utrzymanie zasilania odbiorców energii elektrycznej za pomocą rozwiązań tymczasowych, *Energetyka* nr 2, 2010



X Konferencja „Prace Pod Napięciem w sieciach nn, SN i WN w Polsce i na świecie”

Organizatorzy:
Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej, PGE Dystrybutor Łódź-Teren SA, Polski Komitet Bezpieczeństwa w Elektryce SEP



17 – 18 czerwca 2010 r., Hotel Grand, Łódź, ul. Piotrkowska 72

Interesujące referaty i ciekawe pokazy prac. Zapraszamy!

Szczegóły na www.ptpiree.pl w dziale Terminarz