

# Wymagania stawiane wyposażeniu elektroizolacyjnemu stosowanemu podczas prac w warunkach zagrożeń elektrycznych

Marek Dźwiarek, Tomasz Strawiński

## 1. Wstęp

Zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym jest podstawowym rodzajem zagrożenia towarzyszącego procesom wykorzystania energii elektrycznej oraz użytkowania maszyn i urządzeń zasilanych energią elektryczną. Podstawowym środkiem bezpieczeństwa stosowanym przy zagrożeniu porażeniem prądem elektrycznym jest izolacja stosowana w formie różnych rozwiązań technicznych przede wszystkim po stronie urządzeń elektrycznych (konstrukcyjnie przewidziana izolacja części czynnych), która pozwala przeciętnemu użytkownikowi na bezpieczne użytkowanie urządzeń elektrycznych w podstawowym zakresie ich przeznaczenia. Budowanie urządzeń elektrycznych oraz ich okresowa obsługa (konserwacja, naprawa, modernizacja itp.) często odbywają się w warunkach niedostatecznej izolacji części czynnych lub celowo bez izolacji oraz przy niewyłączonym zasilaniu energią elektryczną, co podyktowane jest technologią wykonywania tych prac. Zawodowi elektrycy i monterzy urządzeń i wyposażenia elektrycznego podlegają wtedy zwiększonemu ryzyku porażenia prądem elektrycznym, co wymusza stosowanie podstawowych i dodatkowych środków ochronnych do obniżenia tego ryzyka do poziomu wymaganego przez przepisy. Wyposażenie bezpieczeństwa zmniejszające ryzyko porażenia prądem elektrycznym w znacznym stopniu opiera się na elektroizolacyjnych środkach ochronnych przewidzianych zarówno do użytku indywidualnego, jak i zbiorowego.

Prace pod napięciem stają się obecnie praktycznie obowiązującą technologią utrzymania sieci elektroenergetycznych oraz niektórych maszyn i urządzeń znajdujących się długotrwale w ciągłym ruchu. Praktycznie wszyscy dystrybutorzy energii elektrycznej wdrożyli odpowiednie instrukcje w tym zakresie [1, 2]. Tematyka ta jest również szeroko omawiana w publikacjach [4, 5], prezentowana na konferencjach [6] i upowszechniana w materiałach szkoleniowych [7, 8].

## 2. Wyposażenie elektroizolacyjne

Wyposażenie elektroizolacyjne stanowi środki ochronne przeznaczone do stosowania w warunkach występowania zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym. Są to środki ochronne zasadniczo przewidziane do prac wykonywanych przez osoby wykwalifikowane, tj. mające odpowiednie przeszkolenie i doświadczenie pozwalające im na stwierdzenie zagrożenia.

Wyposażenie elektroizolacyjne przewidziane jest do stosowania w strefach prac pod napięciem lub w pobliżu napięcia,

### REQUIREMENTS FOR ELECTROINSULATING EQUIPMENT USED DURING WORK IN CONDITIONS OF ELECTRICAL HAZARDS

**Abstract:** *The risk of electric shock is the basic type of risk that accompanies the processes of electricity use and the use of machinery and equipment powered by electricity. The basic safety measure applied reduce the risk of electric shock is the insulation used in the form of various technical solutions, primarily on the electrical devices (constructionally designed insulation of active parts), which allows the average user to safely use electrical devices in the basic scope of their use. The construction of electrical equipment and its periodic service (maintenance, repair, modernization, etc.) often take place in conditions of insufficient insulation of the active parts or intentionally without insulation and without power supply disconnected, which is dictated by the technology of performing these works. Professional electricians and assemblers of electrical equipment and appliances are then subject to an increased risk of electric shock, which forces the use of basic and additional protective measures to reduce this risk to the level required by the regulations. Safety equipment that reduces the risk of electric shock relies heavily on electrical insulating protection measures intended for both individual and collective use. The article will describe the design features and safety requirements for the selected electrical insulating equipment: ladders, hand tools, rigid and flexible covers. The rules for the selection of this protective equipment and the requirements for its use, periodic inspections and storage will be presented*

**Keywords:** *live working, protection against electric shock, electrically insulating equipment*

tj. w przestrzeni wokół części czynnych, na stanowiskach lub miejscach pracy odpowiednio przygotowanych w zakresie niezbędnym do bezpiecznego wykonywania pracy. W przestrzeni wokół części czynnych, gdzie realizowana jest ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym, zastosowanie wyposażenia elektroizolacyjnego pozwala wprowadzić tymczasową izolację części czynnych normalnie izolowanych odpowiednim

odstępem powietrznym, przez co na czas wykonywania prac możliwe jest znaczne zmniejszenie odległości do części czynnych wymaganych do zachowania bezpieczeństwa.

### 2.1. Drabiny elektroizolacyjne

Drabiny elektroizolacyjne (rys. 1) do stosowania w pobliżu instalacji elektrycznych niskiego napięcia (do 1000 V napięcia przemiennego lub 1500 V napięcia stałego) lub na tych instalacjach są środkiem ochronnym przeznaczonym do zapobiegania porażeniom prądem elektrycznym podczas wykonywania prac pod napięciem w warunkach wykonywania pracy na wysokości. Powinny one zapewnić bezpieczny dostęp do instalacji, na której wykonywana będzie praca, oraz zmniejszać ryzyko związane z zagrożeniami elektrycznymi, szczególnie porażeniem prądem elektrycznym, poprzez odpowiednie odizolowanie pracownika od podłoża i zapewnienie odpowiedniej odległości od części czynnych. W sytuacji dotyku pracownika do części znajdującej się pod napięciem nie powinien popłynąć prąd rażeniowy doziemny. Drabina elektroizolacyjna jest przewidziana do użytku tylko przez jedną osobę w danym momencie, nie jest przewidziana do bezpośredniego kontaktu z częściami znajdującymi się pod napięciem, lecz w przypadku takiego kontaktu powinna zapewnić odpowiednią izolację. Drabina elektroizolacyjna może być traktowana wyłącznie jako dodatkowy środek ochronny i z tego powodu przy pracach pod napięciem lub w pobliżu napięcia powinny być równocześnie stosowane odpowiednie elektroizolacyjne podstawowe środki bezpieczeństwa przeciwporażeniowego, zapewniające izolację od strony części czynnych, np. rękawice elektroizolacyjne, hełm elektroizolacyjny, narzędzia elektroizolacyjne itp.

Wymagania szczegółowe dotyczące drabin elektroizolacyjnych zawarte są w normie PN-EN 50528:2010 *Drabiny elektroizolacyjne do stosowania w pobliżu instalacji elektrycznych niskiego napięcia lub na tych instalacjach* [9].

### 2.2. Narzędzia ręczne

Narzędzia ręczne do stosowania przy napięciu przemiennym do 1000 V i napięciu stałym do 1500 V (elektroizolacyjne narzędzia ręczne), ze względu na swoją zasadniczą konstrukcję, dzielą się na narzędzia izolowane (rys. 2) i izolacyjne (rys. 3). Narzędziami izolowanymi są narzędzia wykonane z materiału przewodzącego, które są całkowicie lub częściowo pokryte materiałem izolacyjnym. Narzędzia izolacyjne są wykonane całkowicie lub zasadniczo z materiału izolacyjnego, z wyjątkiem opcjonalnie stosowanych wkładek, wykonanych z materiału przewodzącego w celu wzmocnienia konstrukcji i poprawienia właściwości użytkowych narzędzia.

Elektroizolacyjne narzędzia ręczne przewidziane są do użytkowania przez doświadczonych pracowników, według zasad bezpiecznej pracy i zgodnie z instrukcją, jeżeli ma ona zastosowanie. W zależności od warunków wykonywania pracy należy przewidywać równoczesne stosowanie różnych rodzajów elektroizolacyjnych środków bezpieczeństwa przeciwporażeniowego, szczególnie podstawowych, takich jak np. elektroizolacyjne rękawice, rękawy, ubrania, hełmy.

Wymagania szczegółowe dotyczące elektroizolacyjnych narzędzi ręcznych zawarte są w normie PN-EN 60900:2012



Rys. 1. Drabina elektroizolacyjna do stosowania w pobliżu instalacji elektrycznych



Rys. 2. Przykłady narzędzi ręcznych izolowanych



Rys. 3. Przykłady narzędzi ręcznych izolacyjnych

*Prace pod napięciem – Narzędzia ręczne do stosowania przy napięciu przemiennym do 1000 V i napięciu stałym do 1500 V* [10].

### 2.3. Osłony elastyczne na przewody ręczne

Elektroizolacyjne osłony elastyczne (rys. 4) są środkiem ochronnym przeznaczonym do ochrony pracowników przed przypadkowym zetknięciem z przewodami czynnymi lub uziemionymi i zapobiegania zwarciom w czasie prac pod napięciem. Osłona elektroizolacyjna może być traktowana wyłącznie jako

dotatkowy środek ochronny i z tego powodu przy pracach pod napięciem lub w pobliżu napięcia powinny być równocześnie stosowane odpowiednie elektroizolacyjne podstawowe środki bezpieczeństwa przeciwporażeniowego, zapewniające izolację od strony części czynnych, np. rękawice elektroizolacyjne, hełm elektroizolacyjny, narzędzia elektroizolacyjne itp.

Wymagania szczegółowe dotyczące osłon elektroizolacyjnych elastycznych zawarte są w normie PN-EN 61497:2004 *Prace pod napięciem. Osłony izolacyjne elastyczne na przewody* [11].

Osłony na przewody powinny być wykonane z elastycznego materiału izolacyjnego. W normie [11] określono wymagania dotyczące osłon na przewody wykonanych z elastomerów i tworzyw sztucznych lub ich mieszanek. Osłony na przewody klasyfikujemy według klas, kategorii i typów. Klasyfikacja według klas, podana w tabeli 1, określa maksymalne dopuszczalne napięcie użytkowania osłony.

Kategorie osłon określają ich właściwości szczególne. Klasyfikację osłon wg kategorii podano w tabeli 2.

## 2.4. Osłony elektroizolacyjne sztywne

Elektroizolacyjne osłony sztywne (rys. 5) służą do osłaniania elementów będących pod napięciem lub bez napięcia, w celu uniknięcia przypadkowego ich dotyku podczas pracy. Wymagania szczegółowe dotyczące osłon elektroizolacyjnych sztywnych zawarte są w normie PN-EN 61229:2000+A2:2004 *Osłony izolacyjne sztywne do prac pod napięciem na urządzeniach prądu przemiennego* [12].

Osłony elektroizolacyjne sztywne klasyfikujemy według:

- typu – osłona izolacyjna:
  - na przewód,
  - układu odciągowego,
  - łańcucha przelotowego,
  - uchwyty odciągowego,
  - izolatora stojącego,
  - izolatora kompozytowego,
  - słupa,
  - głowicy słupa,
  - poprzecznika,
  - inne;
- klasy – w zależności od granicznych wartości napięcia podanych w tabeli 3.

## 3. Dobór wyposażenia

Dobór wyposażenia elektroizolacyjnego do określonych zastosowań i rodzajów wykonywanych prac wymaga zarówno porad i pomocy ich producenta, jak i wiedzy oraz doświadczenia użytkownika. Szczególnie istotne jest, aby nie wykroczyć poza obszar możliwych zastosowań. Z tego powodu producent powinien dostarczyć wyczerpującą informację dla użytkownika, a użytkownicy powinni być z nią zapoznani. Dla użytkownika podstawową rzeczą jest zamieszczenie czytelnego, zrozumiałego i trwałego oznakowania (etykieta znakowania produktu), oznakowania informującego o przeznaczeniu (symbol podwójnego trójkąta wraz z numerem odpowiedniej normy europejskiej), zakresie napięć, do których dopuszczono wyrób do stosowania (klasa napięciowa), i o innych parametrach użytkowych (kategoria ze względu na czynniki środowiskowe).



Rys. 4. Elektroizolacyjne osłony elastyczne na przewody



Rys. 5. Elektroizolacyjne osłony sztywne

Tabela 1. Wartości maksymalne napięcia użytkowania elektroizolacyjnych osłon elastycznych

Klasa	Napięcie przemiennie (AC) [V]	Napięcie stałe (DC) [V]
0	1000	1500
1	7500	11250
2	17000	25500
3	26500	39750
4	36000	54000

Tabela 2. Klasyfikacja osłon wg kategorii

Kategoria osłony	Odporność na działanie
A	Kwasu
H	Oleju
C	Skrajnie niskiej temperatury
W	Skrajnie wysokiej temperatury
Z	Ozonu
P	Warunków wilgotności

Tabela 3. Wartości maksymalne napięcia użytkowania elektroizolacyjnych osłon sztywnych

Klasa	Napięcie przemiennie kV sk
0	1,0
1	7,5
2	17,5
3	26,5
4	36,0
5	46,0



#### 4. Informacja dla użytkownika

Informacja dla użytkownika powinna umożliwiać poznanie i zrozumienie właściwości elektrycznych (izolacyjnych) wyposażenia elektroizolacyjnego oraz ich powiązanie z największym napięciem sieci, przy którym mogą być stosowane. Ważne są tu także ograniczenia stosowania ze względu na wybraną metodę pracy (np. praca w kontakcie, praca z odległości) i miejsce pracy (np. elektroenergetyczne linie napowietrzne, stacje rozdzielcze, elektroenergetyczne linie kablowe, urządzenia prądotwórcze). Informacja dla użytkownika powinna również wyjaśniać ograniczenia mechaniczne i środowiskowe związane z użytkowaniem tych środków, w szczególności wytrzymałość lub odporność na narażenia mechaniczne powiązane z możliwością oddziaływania czynników środowiskowych (wysokie albo niskie lub skrajnie niskie temperatury, wilgotność względna, opady atmosferyczne, mgła, kwas, olej, ozon, wysokość nad poziomem morza). Istotne są również właściwości cieplne, ze względu na możliwość wystąpienia łuku elektrycznego (tłumienie płomienia) lub ze względu na użytkowanie w niskich temperaturach (odporność na niską lub skrajnie niską temperaturę).

Informacja dla użytkownika powinna również określać środki ostrożności podczas użytkowania wyposażenia elektroizolacyjnego. Producent powinien dołączyć instrukcję umieszczenia na stanowisku roboczym z uwzględnieniem ograniczeń z tym związanych. Powinien on również zalecić wykonanie każdorazowo przed użyciem procedury sprawdzenia w celu upewnienia się odnośnie do wymaganej integralności elektrycznej i mechanicznej. Należy podać tę procedurę. Powinna ona obejmować sprawdzenie, czy wyposażenie elektroizolacyjne nie uległo uszkodzeniu podczas przechowywania lub transportu (np. przedziurawienie, załamanie, złuszczenie, zarysowanie, popękanie) oraz czy jest czyste i suche.

#### 5. Kontrola, konserwacja i przechowywanie

Sprawdzenia kontrolne i weryfikacje powinny zapewnić skuteczność procedur utrzymania integralności elektrycznej i mechanicznej wyposażenia elektroizolacyjnego. Zasadniczo obejmują one oględziny oraz badania. W zakresie oględzin zaleca się wyszczególnienie typowych i nieakceptowanych pogorszeń właściwości występujących w związku ze starzeniem się i użytkowaniem. Odnośnie do badań okresowych należy określić warunki ich powtarzania (nieprzekraczalny wpływ czasu od ostatniego badania, wysoka lub niska częstość użytkowania, wystąpienie okoliczności świadczących o możliwości pogorszenia właściwości) oraz czynności wchodzące w ich zakres (oględziny, badanie napięciowe określonym napięciem probierczym, czas tego badania).

#### 6. Podsumowanie

Wyposażenie elektroizolacyjne jest skutecznym i praktycznym środkiem ochronnym zmniejszającym ryzyko porażenia prądem elektrycznym w pracach pod napięciem. Warunkiem skuteczności ochrony jest wyprodukowanie tego wyposażenia zgodnie z odpowiednimi wymaganiami szczegółowymi, właściwy dobór oraz późniejsza jego eksploatacja.


#### Literatura

- [1] *Instrukcja prac pod napięciem przy elektroenergetycznych liniach napowietrznych i kablowych oraz urządzeniach rozdzielczych do 1 kV*. Biuro Zarządzania Eksploatacją – Energa Operator, Wersja 02 z dnia 14.10.2013 r.
- [2] *Instrukcja prac pod napięciem przy elektroenergetycznych liniach napowietrznych*. PGE Dystrybucja SA, Oddział Łódź Miasto, E48 wersja 2.21 z dnia 13.01.2011 r.
- [3] *Instrukcja wykonywania prac pod napięciem na urządzeniach elektroenergetycznych do 1 kV*. Tauron Dystrybucja SA, Oddział w Jeleniej Górze, IR-006/O1 z dnia 1.05.2013 r.
- [4] MIKOŁAJCZYK K., GRAMOWSKI J., SZCZEPAŃSKI T.: *Wykorzystanie techniki PPN do poprawy diagnostyki stanu technicznego napowietrznych linii przesyłowych*. „Elektroenergetyka” 3(91)/2011.
- [5] DUDEK B.: *Prace elektryczne w warunkach szczególnego zagrożenia*. „Bezpieczeństwo i higiena pracy w energetyce – INPE” 116/2009.
- [6] SZASTAŁO J., MIKOŁAJCZYK K.: *Doświadczenia z prac bez wyłączenia napięcia w sieci PSE Operator SA*. II Konferencja „Aspekty nowej jakości eksploatacji sieci elektroenergetycznej”, Warszawa, 24–25 października 2011 r.
- [7] CADER ST., DUDEK B., FOBER R., GONTARZ T., WIŚNIEWSKI W.: *Sprzęt i narzędzia do prac pod napięciem – Część 2. Prace pod napięciem przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych*. Materiały Akademii Energetyki, ZIAD Bielsko-Biała.
- [8] CADER ST., DUDEK B., FOBER R., GONTARZ T., WIŚNIEWSKI W.: *Prace pod napięciem w sieciach do 1 kV. Prace pod napięciem przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych*. Materiały Akademii Energetyki, ZIAD Bielsko-Biała.
- [9] PN-EN 50528:2010 *Drabiny elektroizolacyjne do stosowania w pobliżu instalacji elektrycznych niskiego napięcia lub na tych instalacjach*.
- [10] PN-EN 60900:2012 *Prace pod napięciem – Narzędzia ręczne do stosowania przy napięciu przemiennym do 1000 V i napięciu stałym do 1500 V*.
- [11] PN-EN 61497:2004 *Prace pod napięciem. Osłony izolacyjne elastyczne na przewody*.
- [12] PN-EN 61229:2000+A2:2004 *Osłony izolacyjne sztywne do prac pod napięciem na urządzeniach prądu przemiennego*.

#### Informacje dodatkowe

Publikacja opracowana na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2017–2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

 Marek Dźwiarek – e-mail: madzw@ciop.pl

Tadeusz Strawński

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy