

Ewa Kałużna, Urszula Kałużna  
Zakład Pomiarowo-Badawczy ELEKTROIZOLACJA, Gliwice

## DOŚWIADCZENIA Z OKRESOWYCH BADAŃ DIELEKTRYCZNYCH SPRZĘTU BHP NA PRZYKŁADZIE ROZDZIELNI NA LOTNISKU

### EXPERIENCES FROM PERIODIC DIELECTRICAL TESTING OF OHS EQUIPMENT ON THE EXAMPLE OF AN AIRPORT SWITCHGEAR

**Streszczenie:** Sprzęt zabezpieczający ludzi obsługujących urządzenia elektryczne, przed porażeniem elektrycznym, powinien być sprawny. Sprawność techniczną tego sprzętu weryfikują okresowe badania kontrolne. W artykule autorki przedstawiają doświadczenia własne z prowadzonych badań okresowych sprzętu elektroizolacyjnego.

**Abstract:** The equipment protecting people operating electrical devices against electric shock should be efficient. The technical efficiency of this equipment is verified by periodic control tests. In the article, the authors present their own experiences from periodic tests of electrical insulating equipment.

**Słowa kluczowe:** sprzęt elektroizolacyjny, badania okresowe

**Keywords:** electrical insulating equipment, periodic tests

#### 1. Wstęp

Sprzęt elektroizolacyjny ochronny bhp można podzielić na cztery grupy.

##### Grupa I

Sprzęt chroniący przed porażeniem elektrycznym poprzez izolowanie człowieka od urządzeń będących pod napięciem. Do sprzętu tego zalicza się:

- rękawice dielektryczne,
- półbuty dielektryczne,
- kalosze dielektryczne,
- dywaniki i chodniki gumowe,
- drążki izolacyjne i manipulacyjne,
- drążki izolacyjne do zakładania uziemiaczy,
- drążki izolacyjne pomiarowe,
- kleszcze i uchwyty izolacyjne do bezpieczników,
- wskaźniki napięcia,
- neonowe uzgadniacze faz,
- pomosty izolacyjne,
- hełmy ochronne izolacyjne,
- narzędzia izolowane (śrubokręty, kleszcze i inne).

##### Grupa II

Sprzęt chroniący przed pojawieniem się napięcia:

- przenośne uziemiacze i zwieracze ochronne,
- zarzutki.

##### Grupa III

Sprzęt zabezpieczający przed działaniem łuku elektrycznego, produktów spalania bądź obrażeniami mechanicznymi:

- okulary ochronne przeciwodpryskowe,
- rękawice ochronne przed wysoką temperaturą,
- gaśnice,
- maski przeciwgazowe,
- pasy bezpieczeństwa,
- drabiny i podnośniki,
- słupolazy.

##### Grupa IV

Sprzęt pomocniczy:

- ogrodzenia przenośne i płyty izolacyjne,
- barierki i linki,
- nakładki izolacyjne,
- tablice ostrzegawcze,
- siatki ochronne.

W laboratorium badany jest sprzęt pierwszej i drugiej grupy. Z doświadczenia wiadomo, że do obsługi rozdzielni elektrycznej najważniejszym sprzętem są: rękawice, buty, drążki, wskaźniki napięcia i uziemiacze. Sprzęt ten powinien być na wyposażeniu każdej rozdzielni. Sprawność sprzętu gwarantują okresowe badania kontrolne.

## 2. Przykładowe badania okresowe sprzętu ochronnego bhp w rozdzielniach lotniska

Rozdzielnie na lotniskach, podobnie jak i rozdzielnie w innych firmach przemysłowych, są wyposażone w następujący elektroizolacyjny sprzęt ochronny:

- rękawice dielektryczne o napięciach: 2,5 kV, 5 kV, 10 kV i 20 kV, 30 kV,
- buty dielektryczne o napięciu 20 kV,
- obuwie dla strażaków o napięciu 5 kV,
- akustyczno-optyczne wskaźniki napięcia: AOWN-5/4 o napięciu 12 – 36 kV i AOWN-5/1 o napięciu 0,23 – 1 kV,
- uniwersalne drążki izolacyjne UDI-20-B i UDI-30 A o napięciach 20 kV i 30 kV,
- kleszcze izolacyjne, haki ewakuacyjne, chwytaki izolacyjne o napięciu 20 kV,
- uziemiacze przenośne : 13 kA i 18,5 kA,
- dywaniki elektroizolacyjne 20 kV,
- pomosty izolacyjne 45 kV,
- narzędzia izolacyjne 1 kV,
- hełmy ochronne elektroizolacyjne ze zintegrowaną ochroną twarzy.

Okresowe badania kontrolne sprzętu elektroizolacyjnego bhp mają na celu sprawdzenie stanu technicznego, który gwarantuje bezpieczeństwo ludziom pracującym przy urządzeniach elektrycznych. Wynik badań jest dwustanowy „tak” – „nie”. Sprzęt elektroizolacyjny starzeje się, jego właściwości izolacyjne zmieniają się, w uziemiaczach styki utleniają się, a ich rezystancja zwiększa się. Dlatego sprzęt ochronny powinien być okresowo sprawdzany. Sprzęt, którego termin ważności badań okresowych minął, nie powinien być używany. Badania okresowe należy wykonywać w terminach ustalonych w instrukcjach producentów bądź instrukcjach stanowiskowych obowiązujących w zakładzie pracy. Ogólne zasady ustalania czasokresu sprawdzania sprzętu ochronnego, będącego na wyposażeniu rozdzielni na lotnisku, są podane w tabeli 1.

Tabela 1. Czasokresy badanie sprzętu dielektrycznego bhp

Rodzaj sprzętu	Czasookres badań [miesiące]	Podstawa badań
Rękawice dielektryczne	6	PN-EN 60903/2006

Kalosze i półbuty dielektryczne	6	PN-77C-94136; KOW/S-01/2015
Obuwie do prac przy niskim napięciu	6	PN-EN 50321-1/2018-05
Obuwie dla strażaków	6	PN-EN 15090/2012
Drążki izolacyjne	12	PN-EN 60832:2010 Prace pod napięciem: Część 1 - Drążki izolacyjne, Część 2 - narzędzia wymienne.
Kleszcze izolacyjne	12	
Haki ewakuacyjne	12	
Chwytaki izolacyjne	12	
Wskaźniki napięcia	12	PN-EN IEC 61243-1:2022-01.
Uzgadniacze faz	12	PN-EN 61481-1 i 2/2015-04
Chodniki i dywaniki elektroizolacyjne	12	PN-EN 61111/2009
Pomosty izolacyjne	12	PN-EN 60060-1/2011
Uziemiacze przenośne	12 i po prądzie zwarcia	PN-EN 61230/2011
Hełmy ochronne	12	PN-EN 50365/2005
Narzędzia izolacyjne	12	VDE 100 V IEC 609000:2004

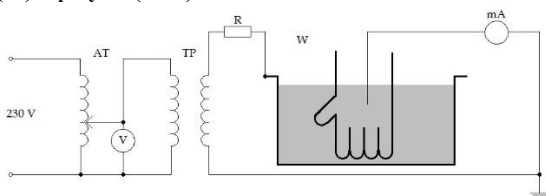
Sprzęt ochronny w czasie użytkowania ulega degradacji. Jest to spowodowane przez:

- starzenie się izolacji pod wpływem działania promieni słonecznych i temperatury (guma, tworzywa sztuczne, drewno),
- uszkodzenia mechaniczne,
- zawilgocenie (drewno),
- w uziemiaczach styki utleniają się,
- zabrudzenie i osadzanie się różnego

rodzaju pyłu przemysłowego np. w: hutach, kopalniach, elektrowniach, cementowniach i innych fabrykach, jest to najczęściej pył technologiczny często półprzewodzący.

Badania okresowe mają na celu sprawdzenie, czy parametry techniczne i użytkowe odpowiadają wymaganiom bezpieczeństwa.

Sprzęt elektroizolacyjny (poza uziemiaczami) sprawdza się napięciem przemiennym 50 Hz, na stanowisku pomiarowym przedstawionym na rysunku 1. Stanowisko składa się z: wanny wysokonapięciowej (W), transformatora probierczego (TP) (230V/ 60kV, 40A/0,15A), wodnego rezystora ochronnego (R) (minimum 500 k $\Omega$ ), autotransformatora regulacyjnego (AT): (0 – 230V, 40A), mierników pomiarowych napięcia (V) i prądu (mA).



Rys. 1. Wysokonapięciowe stanowiska pomiarowego do badania sprzętu elektroizolacyjnego



Rys. 2. Pulpit regulacyjno – pomiarowy



Rys. 3. Wanna wysokonapięciowa i transformator probierczy TP

### 3. Zakres badań i procedury badawcze

Standardowo zakres badań obejmuje:

- oględziny sprzętu,
- przygotowanie sprzętu do badań napięciowych,
- sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej,
- opisanie sprzętu po badaniach,
- napisanie protokołu z badań.

Oględziny sprzętu pozwalają wykryć uszkodzenia mechaniczne i stan jego zanieczyszczenia. Sprzęt zakurzony (np. drążki izolacyjne, kleszcze, wskaźniki napięcia) należy przed badaniami wyczyścić na sucho. Sprzęt gumowy (chodniki, rękawice, buty), jeśli jest zabrudzony, należy umyć i wysuszyć. Są to czynności związane z przygotowaniem sprzętu do badań.

Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej sprzętu ochronnego bhp przeprowadza się napięciem przemiennym 50 Hz o wartości skutecznej napięcia podanej w metryczce badanego sprzętu. Jeśli przy tym napięciu prąd upływu przekracza wartość, standardowo 10 mA, to napięcie dopuszczalne dla tego sprzętu odpowiednio obniża się. Sprzęt dielektryczny: rękawice dielektryczne, obuwie dielektryczne, narzędzia elektroizolacyjne, jest badany na mokro w wannie wysokonapięciowej. Procedury badawcze są opisane w instrukcjach badań, które zostały opracowane w Laboratorium. Instrukcje są oparte na normach wymienionych w tabeli 1 i w spisie literatury.



Rys. 4. Suszenie rękawic po badaniach

Dywaniki i chodniki gumowe są badane na sucho, są rozkładane na metalowej uziemionej płycie. Szczotkę drucianą przymocowuje się do drążka, do szczotki przyłącza jest WN i szczotką sprawdza się chodnik (dywanik) czy

nie ma przebicia. Pomosty izolacyjne ustawia się na metalowej płycie i podobnie jak dywaniki szczotką drucianą sprawdza się powierzchnię górną pomostu.



Rys. 5. Półbuty po badaniach

Wskaźniki pojemnościowe napięcia są zakładane na drążek izolacyjny i dotykając do wanny pod napięciem sprawdza się ich działanie. Neonowe uzgadniacze faz zakłada się na drążek izolacyjny, jeden przewód uziemia się a drugim dotyka się do wanny do której dołączone jest napięcie. Drążki izolacyjne, kleszcze i chwytaki sprawdza się zanurzając końcówkę napięciową w wodzie w wannie, a rękojęść uziemia się.



Rys. 6. Drążki izolacyjne i narzędzia wymienne



Rys.7. Wskaźniki pojemnościowe napięcia

Uziemiacze wymagają innej procedury badawczej. Uziemiacze mają znamionowaną wartość prądu od 6 kA do 31,5 kA, jest to prąd jednosekundowy. Badanie uziemiacza przy tym prądzie nie jest możliwe, gdyż uziemiacz niepotrzebnie byłby przegrzewany. W Laboratorium opracowano procedurę badań, która obejmuje:

- oględziny badanego uziemiacza, sprawdzenie stanu zaczepek, stanu linek i sprawdzenie koloru linek miedzianych (tylko przy izolacji przezroczystej) czy nie zmieniły koloru w skutek przegrzania,
- sprawdzenie uziemiacza przeprowadza się poprzez pomiar rezystancji między zaczepekami metodą techniczną, prądem stałym o wartości co najmniej 10 A,
- rezystancja pomiędzy zaczepekami uziemiacza musi być mniejsza od wartości podanej w tabeli 2.

Tabela 2. Rezystancja między zaczepekami uziemiacza

Wartość prądu $I$ uziemiacza [kA]	Rezystancja maksymalna [mΩ]	Wartość napięcia [V] przy prądzie $I$
6	4	24
6,5	3,7	24
9	2,7	24
13	1,8	24
18,5	1,3	24
31,5	0,77	24

Wartość rezystancji jest obliczona przy założeniu, że przy przepływie prądu zmiennego  $I$  przez uziemiacz o wartość podanej w metryczce, wartość napięcia między zaczepekami uziemiacza nie przekracza wartości bezpiecznej 24 V. Wynik pomiaru jest pozytywny jeżeli wartość rezystancji jest mniejsza od wartości podanej w tabeli 2

#### 4. Podsumowanie

Sprzęt zabezpieczający ludzi obsługujących urządzenia elektryczne w rozdzielniach, przed porażeniem prądem elektrycznym, powinien być sprawny. Sprawność techniczną tego sprzętu weryfikują okresowe badania kontrolne. Badania takie wykonuję prawie 40 lat, najpierw robiłam to wspólnie z mężem, dr hab. inż. Alfredem Kałużnym prof. Pol. Śląskiej i prof. Pol. Opolskiej, specjalistą z WN, a po śmierci męża w 2008 r., ja prowadzę Laboratorium

i kieruję badaniami, a pomagają mi córka Ewa Kałużna doktorantka Pol. Śląskiej. Zdobyte doświadczenie oraz śledzenie przepisów i norm, umożliwiło mi opracować własne procedury badawcze. W artykule przedstawiłam wybrane metody badań tego sprzętu.

## Literatura

- [1]. USTAWA. Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997r. Status: obowiązujący. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 19 maja 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo energetyczne. Dz. U. z 2022, poz. 1385.
- [2]. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych. Status: akt objęty tekstem jednolitym. Dz. U. 2019, poz. 1830.
- [3]. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 25 marca 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych. Status; akt posiada tekst jednolity Dz. U. 2020, poz. 529.
- [4]. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych. Status: akt objęty tekstem jednolitym. Dz. U. 2020, poz. 1649.
- [5]. PN-EN 60903/2006, Prace pod napięciem - Rękawice z materiału elektroizolacyjnego.
- [6]. PN-77/C-94136. KOW/S-01/2015. Obuwie ochronne gumowe. Kalosze i półbuty elektroizolacyjne.
- [7]. PN-EN 50321-1/2018-05. Obuwie elektroizolacyjne do prac przy instalacjach niskiego napięcia.
- [8]. PN-EN 15090/2012 - Obuwie dla strażaków.
- [9]. PN-EN IEC 61243-1/2022-01, Prace pod napięciem -- Wskaźniki napięcia -- Część 1: Wskaźniki typu pojemnościowego do stosowania przy napięciach przemiennych powyżej 1 kV.
- [10]. PN-EN 61481-1 i 2/2015-04 Prace pod napięciem -- Przenośne uzgadniacze faz dla napięć prądu przemiennego od 1 kV do 36 kV.
- [11]. PN-EN 60060-1:201.1. Wysokonapięciowa technika probiercza. Ogólne określenia i wymagania probiercze.
- [12]. PN-EN 61230/2011. Prace pod napięciem. Przenośny sprzęt do uziemiania lub uziemiania i zwierania
- [13]. PN-EN 60832-1 i 2/2010. Prace pod napięciem -- Drążki izolacyjne i narzędzia wymienne - Część 1: Drążki izolacyjne. Część 2: Narzędzia wymienne.
- [14]. PN-EN 61111/2009. Prace pod napięciem. Chodniki elektroizolacyjne.
- [15]. PN-EN 60855-1/2017-04. Rury izolacyjne wypełnione pianką i pręty pełne do prac pod napięciem

[16]. PN-EN 61235/1999. Prace pod napięciem. Rury izolacyjne puste do prac pod napięciem.

[17]. PN-EN 60335-2-102:/. Elektryczne wyposażenie urządzeń nieelektrycznych do użytku domowego i podobnego. Wymagania bezpieczeństwa użytkowania.

[18]. Chrzan Krystian Leonard: Ćwiczenia w laboratorium wysokich napięć. Stron 152. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. 2013.

[19]. Flisowski Z.: *Technika wysokich napięć*. Wydanie 6, ss. 370. Wydawnictwo PWN. Warszawa, 2022.

[20]. Flisowski Z., Kuźmiński M., Łoboda M., Rogulski Z., Ślusarek S.: *Laboratorium techniki wysokich napięć*. Stron 170. ISBN 83-7207-634-0. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. 2006.

## Autorzy

mgr inż. Urszula Kałużna i mgr Ewa Kałużna.  
Zakład Pomiarowo-Badawczy ELEKTROIZOLACJA, ul. Daszyńskiego 446, 44-151 Gliwice.  
urszulakaluzna@poczta.fm