

# POMIARY ELEKTRYCZNE

## W PRAKTYCE

Numer specjalny 28

### Zasady bezpieczeństwa podczas prac elektrycznych

W NUMERZE SPECJALNYM  
PRZEDSTAWIAMY

zawarte w przepisach i wynikające z doświadczenia fachowców zasady bezpiecznego wykonywania pracy przez elektryka. Dotyczą one ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym czy zranieniem łukiem elektrycznym oraz unikania innych zagrożeń.

ZOSTAŃ CZYTELNIKIEM MAGAZYNU, A ZYSKASZ DOSTĘP DO STREFY CZYTELNIKA:



**Pytania do eksperta**  
Potrzebujesz wsparcia,  
wyślij pytanie ekspertowi:  
[pomiary@wip.pl](mailto:pomiary@wip.pl)



**E-letter**  
„Instalacje elektryczne  
w praktyce”  
Co tydzień najnowsze  
aktualności i porady



**Serwis online**  
Najnowsze wydanie i archi-  
wum publikacji na stronie  
[www.pomiarywelektryce.pl](http://www.pomiarywelektryce.pl)



**Szkolenia wideo**  
Filmy instruktażowe  
i fachowe materiały  
szkoleniowe



**Wzory dokumentów**  
Dostęp do aktywnych  
wzorów dokumentów i wielu  
innych narzędzi niezbędnych  
w Twojej pracy

Wskazówki • Przykłady • Filmy instruktażowe • Wzory dokumentów

## OD REDAKCJI

### Pomiary elektryczne w praktyce

Redaktor merytoryczny: **Tomasz Karwat**  
Redaktor prowadzący: **Wiesław Waliszewski**  
Menedżer produktu: **Anna Jagodzińska**  
Segment Manager:  
**Marta Grabowska-Peda**  
Koordynator produkcji: **Magdalena Huta**  
Korekta: **Zespół**  
Projekt graficzny: **Magdalena Huta**  
Skład i łamanie: **6AN Studio**  
Drukarnia: **KRM Druk**  
Nakład: 750  
Nr rejestrowy BDO: **000008579**

### Wiedza i Praktyka sp. z o.o.

03-918 Warszawa, ul. Łotewska 9a  
tel. 22 518 29 29, faks 22 617 60 10  
e-mail: [cok@wip.pl](mailto:cok@wip.pl)  
NIP: 526-19-92-256  
Numer KRS: 0000098264  
– Sąd Rejonowy dla m.st. Warszawy,  
Sąd Gospodarczy XIII Wydział Gospodarczy  
Rejestrowy  
Wysokość kapitału zakładowego: 200.000 zł

Publikacja „Pomiary Elektryczne w Praktyce” wraz z przysługującymi Czytelnikom innymi elementami dostępnymi w subskrypcji (e-letter, WWW i inne) chronione są prawem autorskim. Przedruk i sprzedaż tych materiałów bez zgody wydawcy są zabronione. Zakaz nie dotyczy cytowania publikacji z powołaniem się na źródło.

Publikacja „Pomiary Elektryczne w Praktyce” została przygotowana z zachowaniem najwyższej staranności i wykorzystaniem wysokich kwalifikacji, wiedzy i doświadczenia autorów i konsultantów. Zaproponowane w publikacji „Pomiary Elektryczne w Praktyce” oraz w innych dostępnych elementach subskrypcji wskazówki, porady i interpretacje nie mają charakteru porady prawnej i dotyczą sytuacji typowych. Ewentualne zastosowanie się do nich powinno być skonsultowane z wykwalifikowanym specjalistą lub ekspertem, w celu uwzględnienia indywidualnych okoliczności związanych z daną sprawą, w związku z czym zastosowanie lub wykorzystanie w jakikolwiek sposób informacji zawartych w tych materiałach następuje na własne ryzyko i odpowiedzialność osoby tego dokonującej. Publikowane rozwiązania nie mogą być traktowane jako oficjalne stanowiska organów i urzędów państwowych.



### SZANOWNI PAŃSTWO!

„Elektryka prąd nie tyka” – mówi popularne powiedzenie, w którego prawdziwość chyba nikt nie wierzy, a tym bardziej sami zainteresowani. Dr inż. Łukasz Rosłaniec przypomina w tym numerze, że 60% ofiar śmiertelnych porażenia prądem w Europie stanowią przeszkoleni fachowcy. Warto także pamiętać, że porażenie prądem czy oparzenie łukiem elektrycznym to nie jedyne zagrożenia podczas prac pomiarowych lub instalacyjnych. Żle może się skończyć upadek z drabiny lub przysypanie w wykopie. Inne ryzyko – prawne – wiąże się z odpowiedzialnością za pracowników. Tutaj zagrożeniem jest więzienie.

Do roku – jeśli działaliśmy nieumyślnie, trzy lata – gdy wiedzieliśmy, że nie wszystkie procedury są zachowane (art. 220 kodeksu karnego).

W tym numerze specjalnym „Pomiarów...” radzimy, jak unikać wypadków przy pracach elektrycznych. Nie skupiamy się na samych pomiarach, bo o zagrożeniach z nimi związanych pisaliśmy w numerze 63 przed dwoma laty. W tym wydaniu zwracamy natomiast uwagę na zasady ochrony przed porażeniami i łukami elektrycznymi w ogóle podczas prac elektrycznych. Piszemy m.in. kiedy należy pracować z asekuracją – a przepisy dotyczące tego zagadnienia nie są tak jasne, jak kiedyś. Sporo miejsca poświęcamy też pracom na wysokości. Czyli jeden metr nad powierzchnią podłoża (tak mówią przepisy). Upadki z drabiny lub rusztowania to niestety wypadki zdarzające się bardzo często.

Tematy poruszone w tym numerze specjalnym „Pomiarów...” nie obejmują całej tematyki zachowania bezpieczeństwa podczas prac elektrycznych. Zachęcam więc do sięgnięcia do poprzednich numerów naszego czasopisma, w których omawialiśmy inne aspekty tego tematu.

Życzę owocnej lektury  
Wiesław Waliszewski  
redaktor prowadzący

Przypominamy, że nasi prenumeratorzy mają dostęp do e-wydania czasopisma na stronie [pomiarywelektryce.pl](http://pomiarywelektryce.pl). Znajdą tam Państwo nowy numer jeszcze przed otrzymaniem magazynu papierowego, a także archiwum magazynu.



**mgr inż. Fryderyk Łasak**

specjalista ds. pomiarów elektrycznych, autor publikacji dotyczących pomiarów oraz wykładowca na szkoleniach dotyczących ochrony przeciwporażeniowej



**dr inż. Łukasz Rosłaniec**

absolwent Politechniki Warszawskiej, specjalista w zakresie układów zasilania rezerwowego, rozproszonych źródeł energii, jakości energii elektrycznej, a także energoelektroniki



**mgr inż. Janusz Strzyżewski**

członek Centralnego Kolegium Sekcji Instalacji i Urządzeń Elektrycznych, Polskiego Komitetu Oświateniowego SEP, Izby Inżynierów Budownictwa



**mgr inż. Krzysztof Wincencik**

rzeczoznawca SEP w zakresie instalacji elektrycznych, członek Polskiego Komitetu Ochrony Odgromowej SEP, członek Polskiego Komitetu Normalizacyjnego



**mgr inż. Janusz Wojnarski**

projektant instalacji elektrycznych z wieloletnim doświadczeniem, specjalista w dziedzinie pomiarów i ochrony przeciwporażeniowej, autor artykułów oraz wzorów protokołów pomiarowych

# Przepisy bhp dotyczące robót elektrycznych

Istnieją określone przepisy i procedury bhp, do których należy się stosować. Warto pamiętać, że odpowiedzialność za ich przestrzeganie ponoszą nie tylko pracownicy, lecz także pracodawcy.

Bezpiecznego wykonywania robót budowlano-instalacyjnych, w tym także robót elektrycznych, dotyczą:

- rozporządzenie ministra infrastruktury z 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz.U. z 2003 r. nr 120, poz. 1126),
- rozporządzenie ministra infrastruktury z 6 lutego 2003 r. (Dz.U. z 2003 r. nr 47, poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych. Rozporządzenie to zostało wydane na podstawie ustawy Kodeks pracy. Te przepisy zobowiązują wykonawcę do opracowania, przed przystąpieniem do realizacji robót, instrukcji bezpiecznego ich wykonywania. Stanowi ona element tzw. planu bioz. Z instrukcją muszą być zaznajomieni pracownicy w takim zakresie, jaki odpowiada wykonywanym przez nich pracom.

O pracy przy urządzeniach energetycznych mówi rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. z 2019 r. poz. 1830).

## Przepisy o odpowiedzialności pracodawcy

O bezpieczeństwie pracy mówi wiele aktów prawnych. Artykuł 66 pkt 1 Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej stwierdza: „Każdy ma prawo do bezpiecznych i higienicznych warunków pracy”. Znaczenie odpowiedzialności pracodawcy podkreśla Kodeks pracy (tekst jedn.: Dz.U. z 2016 r. poz. 1666), jego art. 207 § 1 mówi: „Pracodawca ponosi odpowiedzialność za stan bezpieczeństwa i higieny pracy. Na zakres odpowiedzialności pracodawcy nie wpływają obowiązki pracowników w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz powierzenie wykonywania zadań służby bezpieczeństwa i higieny pracy specjalistom spoza zakładu pracy”.

Pracodawca jest także odpowiedzialny za przeszkolenie pracownika w zakresie bhp – stwierdza to § 2 rozporządzenia ministra gospodarki i pracy z 27

lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. z 2004 r. nr 180, poz. 1860).

W razie nieprzestrzegania praw przez pracodawcę – warto się o nie upomnieć. W tym celu można posłużyć się też Kodeksem karnym. Jego art. 220 § 1 mówi: „Kto, będąc odpowiedzialny za bezpieczeństwo i higienę pracy, nie dopełnia wynikającego stąd obowiązku i przez to naraża pracownika na bezpośrednie niebezpieczeństwo utraty życia albo ciężkiego uszczerbku na zdrowiu, podlega karze pozbawienia wolności do lat 3”. Ponadto pamiętajmy, że jeśli wymaga się od nas wykonania pracy bez zapewnienia niezbędnych środków bhp, co sprawia, że dane zadanie staje się niebezpieczne dla naszego życia lub zdrowia, mamy pełne prawo odmówić wykonania takiego polecenia.

## Doświadczenie nie zastępuje procedur

Do zaniebdywania przepisów bhp dochodzi niestety często wśród samych zainteresowanych, czyli pracowników. Często wynika to ze źle pojmowanego doświadczenia i pozorowanej łatwości wykonania danego zadania. Polega to na tym, że pracownik wykonujący już od 20 lat tę samą czynność, przy której do tej pory nic mu się nie stało, postanawia zrezygnować ze środków bezpieczeństwa przedłużających czas przygotowania się do wykonania zadania. Niestety nie jesteśmy w stanie przewidzieć, co stanie się w danym momencie. Tak naprawdę każda sytuacja, na pozór identyczna i powtarzana od kilkunastu lat, jest inna! Prawie za każdym razem mamy do czynienia z innymi warunkami atmosferycznymi, z inną sprawnością urządzenia, a także z odmienną kondycją naszego organizmu.

Z tego względu wymagane jest stosowanie nie tylko środków technicznych zapewniających bezpieczeństwo (wskaźniki dwupolowe obecności napięcia, rękawice dielektryczne czy szelki), ale na równi istotnych środków organizacyjnych (polecenia na wykonanie pracy, regulaminy, procedury wewnętrzne zakładu).

## Szkolenia i instrukcje ostrzegają przed zagrożeniami

Podstawowe przepisy bhp poznajemy podczas obowiązkowych szkoleń, jednak warto później samodzielnie zapoznać się jeszcze z instrukcją eksploatacji czy instrukcją bhp, zarówno ogólną, jak i tą dotyczącą konkretnych urządzeń, ponieważ nie zawsze zdajemy sobie sprawę z tego, co może nam grozić.

Trzeba również pamiętać, że osoby wykonujące określone w rozporządzeniu prace mają obowiązek odbywać także okresowe szkolenie bhp. Są to: pracodawcy oraz inne osoby kierujące pracownikami, zatrudnieni na stanowiskach robotniczych, inżynierji-technicznych, technolodzy i organizatorzy produkcji, pracownicy służby bezpieczeństwa i higieny pracy i inne osoby wykonujące zadania tej służby. Obowiązek ten dotyczy także pracowników administracyjno-biurowych i innych niewymienionych wcześniej, których

charakter pracy wiąże się z narażeniem na czynniki szkodliwe dla zdrowia, uciążliwe lub niebezpieczne. Wszelkie przepisy i normy dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy powstały w trosce o pracownika i oparte są w większości – niestety – na doświadczeniach z wypadków. Zapisy rozporządzeń i norm dotyczące bhp nie powstały dlatego, aby utrudnić wykonywanie zadań, tylko po to, żeby realizować prace bezpiecznie.



**mgr inż. Tomasz Karwat**

rzecznik IR SEP i NOT, wykładowca Akademii Umiejętności Inżynierskich

Potrzebujesz wsparcia, wyślij pytanie ekspertowi: [pomiary@wip.pl](mailto:pomiary@wip.pl)

# Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

**Porażenie prądem następuje w wyniku dotknięcia, ewentualnie zbliżenia się do niez izolowanych części urządzeń elektrycznych, znajdujących się pod napięciem. Porażeniu można ulec także, dotykając urządzenia elektrycznego z uszkodzoną izolacją.**

Skutki porażenia prądem zależą od warunków, w jakich ono nastąpiło. Porażenie może spowodować m.in. zaburzenie rytmu pracy serca, utratę przytomności, zaburzenia ośrodków nerwowych.

## Zwiększone zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym

W trakcie realizacji robót elektrycznych monter musi liczyć się z faktem, że na terenie budowy praktycznie wszędzie występuje zwiększone zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym spowodowane:

- zmniejszeniem odporności organizmu człowieka wywołanym zawilgoceniem naskórka i zanieczyszczenia pyłem,
- ograniczeniem swobody ruchów,
- trudną pozycją pracy,
- niedostatecznym oświetleniem miejsca pracy,
- bliskim sąsiedztwem wielu metalowych przedmiotów, rurociągów, innych konstrukcji,
- bezpośrednim kontaktem z uziemionymi masami metalowymi,

- pracą na konstrukcjach, platformach, stropach żelbetowych,
- kontaktem z zawilgoconym podłożem, gołą ziemią,
- pracą w trakcie opadów atmosferycznych,
- użytkowaniem ręcznych narzędzi i lamp.

Te przyczyny mają charakter obiektywny. Natomiast dodatkowym subiektywnym czynnikiem jest częste lekceważenie zasad bhp.

W przypadku wystąpienia porażenia mogą wystąpić różne efekty oddziaływania prądu rażenia (tabela 1).

**Tabela 1.** Działanie prądu elektrycznego na organizmy ludzkie

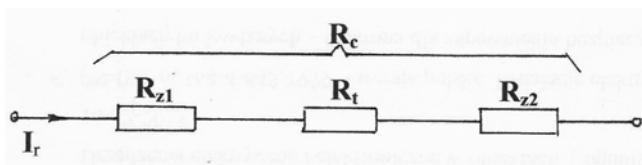
Rodzaj działania	Skutki
Elektrolityczne	W zależności od natężenia prądu i czasu jego przepływu może spowodować zaburzenie rytmu pracy serca, utratę przytomności, zaburzenia ośrodków nerwowych, a w szczególnie niekorzystnych warunkach nawet śmierć.

Dynamiczne	Może powodować skurcz mięśni. Podczas badań stwierdzono, że prąd o natężeniu 16 mA (u kobiet i dzieci nawet 10 mA) może być groźny, powodując samoczynne zaciskanie przez porażonego dłoni na przedmiocie pozostającym pod napięciem. Zacisk taki – niezależny od woli porażonego – powoduje, że czas przepływu prądu przedłuża się, a jego wartość rośnie (wskutek pocenia się ulega obniżeniu wartość rezystancji skóry dłoni), co może spowodować śmierć osoby porażonej.
Termiczne	Powoduje oparzenia. Przy długotrwałym działaniu może spowodować nieodwracalne zmiany w organizmie.
Łuk elektryczny	Może spowodować chwilowe lub trwałe oślepienie.

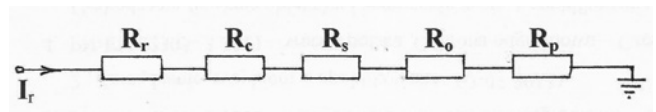
Obowiązujące obecnie przepisy dotyczące ochrony od porażen są oparte na wynikach badań prowadzonych na świecie w ciągu ostatnich 30 lat, zarówno na ludziach, jak i na zwierzętach. W okresie tym nastąpił znaczący postęp w rozpoznaniu skutków rażenia człowieka prądem elektrycznym.

### Czynniki decydujące o stopniu zagrożenia prądem elektrycznym

O wielkości prądu rażenia decyduje suma rezystancji obwodu rażenia. Rezystancja ciała ludzkiego jest tylko jednym jego elementem (rys. 1.). Szacuje się, że jej wartość wynosi w normalnych warunkach 1000  $\Omega$ . Istotna jest rezystancja naskórka w miejscach styku. Jej wartość zależy od powierzchni styku, siły nacisku, czasu trwania rażenia oraz zanieczyszczenia pyłem i/lub zawilgocenia. Ważne są również rękawice, skarpety i obuwie oraz rodzaj podłoża, na którym стоимy. Rezystancja skarpet lub rękawic to ok. 100  $\Omega$ . Rezystancja obuwia zależy od materiału, z jakiego jest wykonane, oraz ew. jego zawilgocenia (tabela 2.). Duży wpływ na wartość prądu rażenia ma rodzaj podłoża (tabela 3.). Suma rezystancji wszystkich tych elementów decyduje o stopniu zagrożenia (rys. 2).



Rys. 1. Schemat zastępczy rezystancji ciała człowieka:  $R_c$  – rezystancja całkowita,  $R_{z1}$ ,  $R_{z2}$  – rezystancja skóry w miejscu styku z urządzeniami,  $R_t$  – rezystancja tkanek wewnętrznych,  $I_r$  – prąd rażenia (szkic autora)



Rys. 2. Schemat zastępczy rezystancji obwodu rażenia:  $R_r$  – rezystancja rękawic roboczych,  $R_c$  – rezystancja ciała człowieka (wg rys. 1.),  $R_s$  – rezystancja skarpet,  $R_o$  – rezystancja obuwia,  $R_p$  – rezystancja podłoża,  $I_r$  – prąd rażenia (szkic autora)

Tabela 2. Orientacyjna rezystancja obuwia

Rodzaj obuwia	Rezystancja $R_o$ [ $\Omega$ ]
Buty na spodach gumowych	$200 \times 10^6$
Buty na spodach skórzanych	$0,8 \times 10^6$
Buty tekstylne	$0,1 \times 10^6$
Wilgotne buty tekstylne	25

Tabela 3. Przykładowe wartości rezystancji właściwej podłoża[2]

Rodzaj podłoża	Rezystancja właściwa $\rho$ [ $\Omega$ m]
Płytki PCV	$10^7 - 10^9$
Terakota	$10^5 - 10^7$
Linoleum	$10^6 - 10^{10}$
Drewno	$10^8 - 10^{14}$
Asfalt	$10^{10} - 10^{12}$

Prowadzenie prac na wilgotnym, przewodzącym podłożu sprzyja zwiększeniu wartości prądu rażenia. Natomiast suche, o małej konduktywności podłoża ogranicza prąd rażenia. Brak odzieży ochronnej w połączeniu z zanieczyszczeniem i zawilgocenie naskórka oraz przewodząca posadzka mogą sprawić, że prąd rażenia może osiągnąć niebezpieczną wartość. Także groźne może być jednoczesne dotknięcie jedną dłonią urządzenia pod napięciem z uszkodzoną izolacją, a drugą dobrze uziemionego przedmiotu, np. metalowej rury wodociągowej, grzejnika c.o. itp. W tym przypadku przez ciało człowieka może popłynąć bardzo duży prąd rażenia, ograniczony jedynie przez rezystancję ciała.

Stopień zagrożenia zależy od czynników zestawionych w tabeli 4. Wiele z nich dotyczy szczególnie osób pracujących przy instalacjach, urządzeniach i sieciach elektrycznych.

Tabela 4. Czynniki wpływające na zmniejszenie odporności organizmu na działanie prądu elektrycznego oraz czynniki zwiększające zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym

Grupa A	Grupa B
Zmniejszenie odporności organizmu	Zwiększenie możliwości porażenia

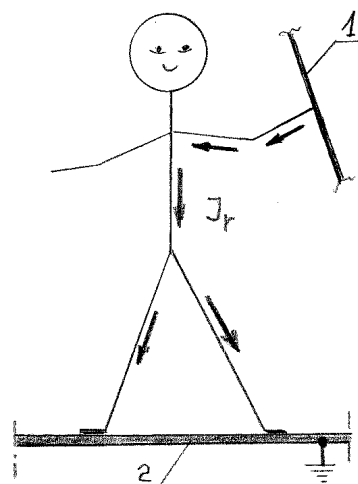
Rodzaj czynnika	Przykładowe wnętrza oraz przestrzenie, w których czynnik może występować	Rodzaj czynnika	Przykładowe wnętrza oraz przestrzenie, w których czynnik może występować
Silne zmęczenie	W dowolnym	Przewodzące podłoże	Łazienki, sauny, baseny, obiekty przemysłowe i rolnicze oraz tereny otwarte
Silne zdenerwowanie	W dowolnym	Obecność w zasięgu ręki uziemionych metalowych konstrukcji, rur, słupów itp.	Warsztaty, obiekty przemysłowe i rolnicze, łazienki, kuchnie itp.
Wysoka temperatura	Sauna, łazienka, kuchnia, pralnia, szklarnia, kotłownia, huta, inne wybrane obiekty przemysłowe oraz w lecie tereny otwarte		
Duża wilgotność	Łazienka, sauna, basen kąpielowy, garaż, pralnia, szklarnia, wybrane obiekty przemysłowe oraz okresowo tereny otwarte		
Skrepowanie ruchów	Ciasne pomieszczenia, kanały rewizyjne, wnętrza zbiorników		

W pokojach mieszkalnych i biurowych oraz innych podobnych pomieszczeniach zagrożenie jest mniejsze, niż np. w łazience, na terenie oraz w budynkach gospodarczych i przeznaczonych do produkcji rolniczej na wsi, a także w większości obiektów przemysłowych oraz na otwartej przestrzeni. Suche podłoże o małej przewodności ogranicza prąd rażenia. Natomiast przewodząca posadzka lub ziemia, a także wilgotna skóra sprawiają, że prąd rażenia może osiągnąć niebezpieczną wartość. Dlatego ważną sprawą jest prowadzenie prac w rękawicach ochronnych

oraz w odpowiednim obuwiu. Groźne może być jednoczesne dotknięcie jedną dłonią urządzenia pod napięciem z uszkodzoną izolacją, a drugą dobrze uziemionego przedmiotu, np. metalowej rury wodociągowej, grzejnika c.o. itp. Pod względem zagrożeń porażeniem elektrycznym nawet w domu mieszkalnym lub biurowym występują prawie wszystkie strefy. Normalne warunki środowiskowe są w pokojach, korytarzach, holach i na klatkach schodowych. Kuchnia, łazienka, łaźnia, basen, garaż, sauna, kotłownia, obiekty przemysłowe czy przestrzeń zewnętrzna to strefy o zwiększonym zagrożeniu, które występuje także we wszystkich budynkach związanych z hodowlą lub uprawą roślin na wsi i na zewnątrz budynków. Zasadniczy wpływ na dużą liczbę śmiertelnych porażen prądem elektrycznym w Polsce ma nie tylko zły stan techniczny instalacji elektrycznych, ale także lekceważenie niebezpieczeństwa, również przez niektórych ulegających rutynie fachowców elektryków.

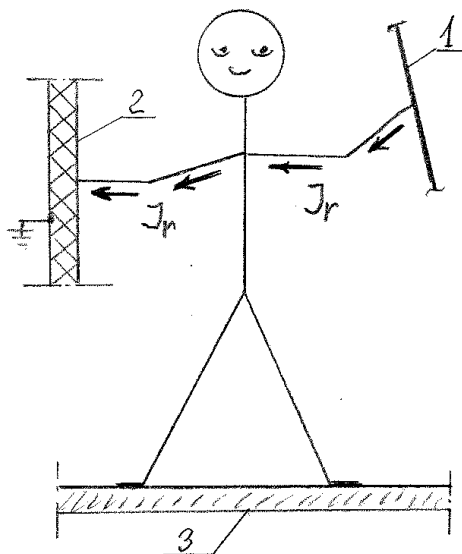
**Najgroźniejszy jest przepływ prądu na drodze: lewa ręka – stopy**

Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (IEC) w kolejnych wydaniach raportu 479 opublikowała uzgodnione poglądy dotyczące reakcji człowieka na przepływ prądu rażenia zarówno przemiennego, jak i stałego. Stwierdzono, że istotną rzeczą jest także droga przepływu prądu rażenia. Najgroźniejsza sytuacja występuje wtedy, gdy prąd przepływa na drodze: lewa ręka – lewa stopa lub prawa stopa bądź obie stopy (rys. 1.).



**Rys. 1.** Największe zagrożenie występuje w przypadku przepływu prądu rażenia od lewej ręki do jednej lub obu stóp 1 – przewód z uszkodzoną izolacją, 2 – przewodząca połączona z ziemią podłoga,  $I_r$  – trasa przepływu prądu rażenia (szkic autora)

Mniejsze zagrożenie występuje np. wtedy, gdy prąd rażenia przepływa na drodze: lewa ręka – prawa ręka (rys. 2.).



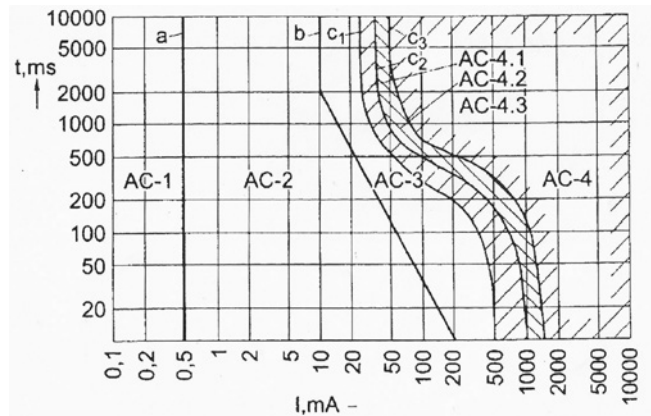
**Rys. 2.** Wbrew pozorom mniejsze zagrożenie występuje przy przepływie prądu rażenia tylko pomiędzy rękami w porównaniu z przepływem od rąk do stóp (por rys. 1.) 1 – przewód z uszkodzoną izolacją, 2 – uziemiona konstrukcja metalowa 3 – nieprzewodząca podłoga,  $I_r$  – trasa przepływu prądu rażenia (szkic autora)

Miarą zagrożenia jest współczynnik określający jego stopień (tabela 5.), zwany „współczynnikiem prądu serca”.

**Tabela 5.** Współczynnik skali zagrożenia w zależności od drogi przepływu prądu rażenia

Droga przepływu prądu rażenia	Współczynnik „prądu serca”
Klatka piersiowa do lewej ręki	1,5
Klatka piersiowa do prawej ręki	1,3
Lewa ręka do jednej lub obu stóp	1,0
Obydwie ręce do obydwu stóp	1,0
Prawa ręka do jednej lub obu stóp	0,8
Plecy do lewej ręki	0,7
Pośladek do jednej lub obu rąk	0,7
Lewa ręka do prawej ręki	0,4
Plecy do prawej ręki	0,3

Na przykład prąd rażenia o wartości 200 mA płynący przez ciało ludzkie na trasie: lewa ręka – prawa ręka powoduje taki sam skutek, jak dużo mniejszy prąd o wartości 80 mA płynący na drodze: lewa ręka – obie stopy. Na rys. 3 przedstawiono strefy skutków oddziaływania prądu przemiennego o częstotliwości 50/60 Hz na ciało ludzkie, przy przepływie na trasie lewa ręka – stopy.



**Rys. 3.** Strefy skutków oddziaływania prądu przemiennego o częstotliwości 50/60 Hz na ciało ludzkie na drodze lewa ręka – stopy (Boczkowski A.: Wymagania techniczne dla instalacji elektrycznych niskiego napięcia w budynkach. Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa 2008)

AC-1 – zazwyczaj brak reakcji organizmu,

AC-2 – zazwyczaj nie występują szkodliwe skutki patofizjologiczne. Linia „b” jest progiem samodzielnego uwolnienia człowieka od kontaktu z częścią pod napięciem, AC-3 zazwyczaj nie występują uszkodzenia organiczne. Prawdopodobieństwo skurczu mięśni i trudności w oddychaniu przy przepływie prądu w czasie dłuższym niż 2 s. Odwracalne zakłócenia powstawania i przenoszenia impulsów w sercu, włącznie z migotaniem przedsionków i przejściową blokadą pracy serca, bez migotania komór serca, wzrastające wraz z wielkością prądu i czasem jego przepływu,

AC-4 – dodatkowo, oprócz skutków charakterystycznych dla strefy AC-3, pojawia się wzrastające wraz z wartością prądu i czasem jego przepływu niebezpieczeństwo skutków patofizjologicznych, np. zatrzymanie czynności serca, zatrzymanie oddychania i ciężkie oparzenia,

AC-4.1 – 5% przypadków migotania komór serca,

AC-4.2 – nie więcej niż 50% przypadków migotania komór serca,

AC-4.3 – powyżej 50% przypadków migotania komór serca,

a, b,  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$  – górne granice stref.

Z badań IEC wynika, że najgroźniejszy dla ludzi jest prąd przemienny, mniej groźny jest prąd stały, choć też nie należy go lekceważyć.

Biorąc pod uwagę przeciętną rezystancję (opór) ciała ludzkiego, przyjmuje się, że w normalnych warunkach środowiskowych (np. w pokoju mieszkalnym

lub biurowym) wartość dopuszczalnego napięcia dotykowego wynosi:

50 V dla prądu przemiennego,

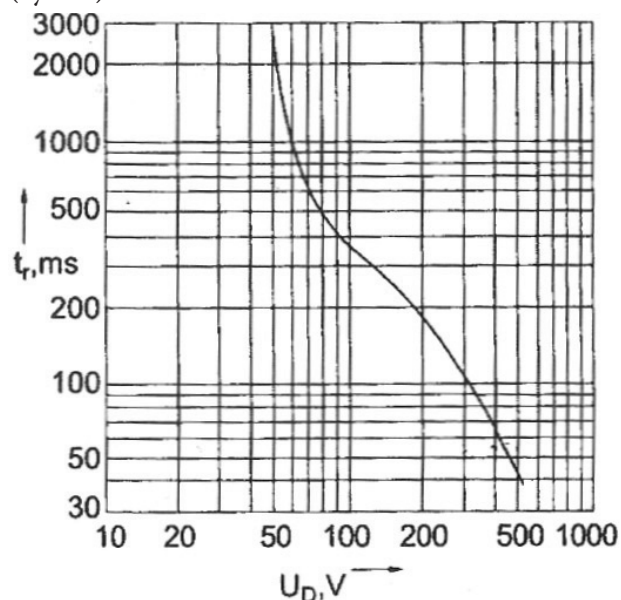
120 V dla prądu stałego.

W warunkach zwiększonego zagrożenia, np. w łazience czy hali fabrycznej, są to wartości o połowę mniejsze:

25 V dla prądu przemiennego,

60 V dla prądu stałego.

Ponieważ reakcja organizmu na prąd rażenia zależy od czasu jego przepływu i rezystancji (oporu) ciała ludzkiego, określono także zależność wzajemną czasu trwania zjawiska i wartości napięcia dotykowego (rys. 4.).



**Rys. 4.** Największe dopuszczalne napięcie dotykowe  $U_D$  w zależności od czasu przepływu prądu rażenia  $t_r$  (Boczkowski A.: Wymagania techniczne dla instalacji elektrycznych niskiego napięcia w budynkach. Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa 2008)

Z wykresu widać, że im krótszy jest czas, tym wielkość napięcia dotykowego może być większa, bez niepożądanych skutków dla człowieka, np. jeżeli układ zabezpieczeń wyłączy uszkodzenie w czasie krótszym niż 100 ms (1 ms = 0,001 s), napięcie dotykowe może mieć wartość 300 V, natomiast przy czasie 3000 ms – tylko 50 V.

### Ratowanie osób porażonych prądem elektrycznym

Porażenie może nastąpić podczas użytkowania, naprawiania czy sprawdzania niesprawnej instalacji elektrycznej lub urządzeń z uszkodzoną izolacją.

Bywa i tak, że przyczyną jest błąd człowieka, mimo że urządzenia i instalacja są bez zarzutu pod względem technicznym. Każdy człowiek, ale przede wszystkim elektryk, powinien znać zasady ratowania osób porażonych prądem elektrycznym.

W przypadku porażenia prądem elektrycznym należy przede wszystkim zadbać o bezpieczeństwo porażonego, osoby ratującej i osób postronnych. Pierwszą czynnością powinno być odłączenie osoby porażonej od źródła napięcia. Najlepszym sposobem jest odłączenie napięcia w obwodzie. Teoretycznie powinno to nastąpić samoczynnie w wyniku zadziałania aparatury zabezpieczającej. Jednak w razie potrzeby należy odłączyć napięcie ręcznie. Można to zrobić, wykręcając bezpiecznik topikowy, wyłączając wyłącznik nadprądowy lub ochronny różnicowoprądowy bądź, gdy źródłem porażenia jest obwód lub urządzenie zasilane z gniazda wtyczkowego, przez wyciągnięcie wtyczki z gniazda. Gdy odłączenie obwodu jest niemożliwe, należy odciągnąć osobę porażoną od uszkodzonego urządzenia. Należy przy tym postępować rozważnie, aby samemu nie ulec porażeniu. Nie wolno chwycić osoby porażonej gołą dłońią. Jako izolację można zastosować suchą rękawicę, koc, sznur, deskę itp. Następnie należy ocenić stan poszkodowanego, sprawdzając, czy jest przytomny, czy oddycha, usunąć z jamy ustnej resztki jedzenia, sprawdzić, czy nie przykleiła się np. guma do żucia lub nie obluzowała się proteza zębowa.

Jeżeli porażony jest nieprzytomny i nie oddycha, należy niezwłocznie powiadomić służby ratunkowe i przystąpić do sztucznego oddychania, wykonując najpierw dwa wdechy, jeżeli występuje brak oznak pracy serca, trzeba wykonać 30 ucisków mostka. Czynności te należy powtarzać na przemian, aż do przywrócenia czynności życiowych poszkodowanego lub do momentu przybycia lekarza, ewentualnie innych służb wykwalifikowanych. W wyjątkowych sytuacjach, w trosce o nasze bezpieczeństwo, możemy pominąć sztuczne oddychanie i wykonywać wyłącznie masaż serca.

Porażonemu nie wolno podawać żadnych napojów, nic do jedzenia oraz żadnych lekarstw. Należy go okryć ciepłym kocem (delikatnie), aby nie dopuścić do wychłodzenia organizmu wywołanego doznaniem szokiem.

Jeżeli poszkodowany został poparzony prądem elektrycznym, należy (po odłączeniu go od źródła napięcia) miejsce oparzenia schłodzić (można zimną wodą) nie dłużej niż przez 10 minut, aby nie dopuścić do wychłodzenia organizmu. Następnie należy nałożyć jałowy opatrunek (z gazy) i czekać na przybycie kwalifikowanej pomocy. Przy ratowaniu osoby porażonej, głównie takiej, która jest nieprzytomna, liczy się czas. Jak podaje w swojej publikacji H. Markiewicz „Bezpieczeństwo w elektroenergetyce” – pomoc udzielona w ciągu minuty daje 100% szans na uratowanie życia, a w ciągu 2–3 minut już tylko 80%. Podjęcie akcji ratunkowej po czterech minutach zmniejsza szanse poszkodowanego do 50%, a po kolejnych dwóch minutach do 20%. Po siedmiu minutach szanse na uratowanie życia maleją do 10% i zmniejszają się wraz z kolejnymi upływającymi minutami.

Pomoc należy wezwać niezwłocznie już w momencie przystąpienia do akcji ratunkowej (prosić w tym celu kogoś z obecnych, aby wezwał pomoc lub, jeżeli nie ma nikogo w pobliżu, zrobić to samemu). Wzywając pomoc należy krótko, ale dokładnie powiadomić o tym, co się stało, ile osób uległo porażeniu i jaki jest ich stan. Należy podać dokładny adres i prosić o potwierdzenie przyjętego zgłoszenia o wypadku.

### Wyposażenie apteczki

Odpowiednio wyposażona apteczka powinna znajdować się w każdym miejscu pracy. Także warsztat elektryka powinien być w nią wyposażony. Standardowo w apteczce powinno znajdować się co najmniej następujące wyposażenie:

- opatrunek osobisty – 1 szt.,
- opaska dziana 4 × 5 cm – 4 szt.,
- opaska dziana 4 × 10 cm – 4 szt.,
- opaska dziana 4 × 15 cm – 1 szt.,
- chusta trójkątna – 1 szt.,
- paczka waty opatrunkowej,
- gaza opatrunkowa 1 – op. 0,5 m<sup>2</sup>,
- kompresy bawełniane 5 × 5 cm – 1 op.,
- kompresy bawełniane 7 × 7 cm – 1 op.,
- kompresy bawełniane 10 × 10 cm – 1 op.,
- plaster z opatrunkiem szer. 5 cm – 1 op.,
- plaster na rolce szer. 21 cm – 1 op.,
- rękawiczki ochronne jednorazowe - 1 op.,

- nożyczki – 1 szt.,
- instrukcja udzielania pierwszej pomocy.

### Środki zapobiegające porażeniu

Wszystkie prace, gdy tylko jest to możliwe, powinny być prowadzone przy wyłączonym napięciu. Prace prowadzone „pod napięciem” wymagają zachowania specjalnych procedur, których omówienie wykracza poza ramy niniejszego tekstu. Wyłączony spod napięcia obwód elektryczny należy zabezpieczyć przed przypadkowym mylnym włączeniem oraz opatrzyć tabliczką z napisem „nie włączać”.

Jak wynika z podanych wcześniej informacji, zasadnicze znaczenie dla ograniczenia wartości prądu rażenia ma wielkość rezystancji obwodu. Dlatego niezbędne jest używanie odpowiedniej do wykonywanych czynności odzieży oraz narzędzi z izolowanymi uchwytaami. Każdy elektryk pracujący samodzielnie przy instalacjach i urządzeniach elektrycznych powinien być pełnoletni oraz musi posiadać odpowiednią wiedzę potwierdzoną ważnym świadectwem, potocznie zwanym uprawnieniami SEP do eksploatacji E lub dozoru D. Ponadto powinien przejść odpowiednie do wykonywanych czynności przeszkolenie bhp. Ważny jest też ogólny stan zdrowia, który powinien być sprawdzany okresowo i potwierdzony świadectwem lekarskim wydanym przez specjalistę medycyny pracy. W większości przypadków musi to być także świadectwo dopuszczające do pracy na wysokości. Elektryk, przystępując do pracy powinien być wypoczęty oraz trzeźwy.

W zakładach pracy opracowywane są specjalne procedury, których przestrzeganie warunkuje bezpieczne wykonywanie pracy przez elektryka. Zawarte w nich zalecenia powinni stosować także elektrycy pracujący indywidualnie. Procedury takie przewidują wykonanie określonych czynności.

### Przed rozpoczęciem pracy należy:

1. Szczegółowo zapoznać się z instrukcją bhp danego stanowiska pracy.
2. Zdjąć także z rąk wszystkie zbędne przedmioty, takie jak biżuteria itp.
3. Założyć odzież roboczą i ochronną przewidzianą do użycia na danym stanowisku pracy. Powinno to być łatwe do prania ubranie robocze, buty robocze na gumowej podeszwie, rękawice ochronne, nakrycie głowy. Jeśli istnieje taka potrzeba, także

- w skład zestawu powinien wchodzić dielektryczny hełm, okulary ochronne, dielektryczne kalosze.
4. W razie potrzeby uzyskać od zwierzchnika wytyczne dotyczące zakresu swojej pracy.
  5. Przygotować niezbędny sprzęt, narzędzia i pomoce:
    - a. sprzęt izolacyjny chroniący przed porażeniem prądem elektrycznym:
      - cęgi izolujące do bezpieczników,
      - drążki izolacyjne,
    - b. izolowane narzędzia:
      - śrubokręty,
      - cęgi uniwersalne,
    - c. wskaźniki napięcia,
    - d. uzgadniacze faz,
    - e. wskaźniki prądu (cęgi Dietza),
    - f. w miarę potrzeby dodatkowy sprzęt chroniący:
      - gumowe dywaniki i chodniki,
      - pomosty izolacyjne.

W razie stwierdzenia jakichkolwiek uszkodzeń czy usterek odzieży lub sprzętu nie wolno podejmować pracy. Należy niezwłocznie powiadomić o tym swojego bezpośredniego przełożonego w celu szybkiej ich likwidacji. Dopiero po upewnieniu się, że zostały one usunięte, pracownik może przystąpić do wykonania zadania.

#### W trakcie wykonywania pracy należy:

1. Ścisłe przestrzegać instrukcji bhp.
2. Koncentrować całą swoją uwagę wyłącznie na wykonywanych czynnościach.
3. Pracować z szybkością odpowiadającą naturalnemu rytmowi pracy.
4. Wykonywać tylko prace zlecone przez bezpośredniego przełożonego.
5. Materiały używane podczas pracy składować tak, by nie stwarzały żadnych zagrożeń.
6. Odkładać narzędzia na ściśle wyznaczone miejsce.

#### Dodatkowe zalecenia:

1. Przed przystąpieniem do prac w wykopie należy teren ogrodzić i oznakować oraz w razie potrzeby odeskować ściany wykopu.
2. Prace wykonywane w studzienkach, przewodach kanalizacyjnych lub zbiornikach należy wykonywać tylko z zewnętrzną asekuracją, prowadzoną przez drugiego pracownika.

3. Przy pracach na wysokości niezbędne jest stosowanie pasów lub szelek bezpieczeństwa oraz kasku ochronnego.
4. Do przenoszenia osobistych narzędzi należy stosować odpowiednie torby.

#### Po zakończeniu pracy należy:

1. Wyłączyć używane urządzenia lub narzędzia z napięciem elektrycznym.
2. Sprawdzić i załączyć napięcie w wyłączonych na czas prowadzenia prac obwodach instalacji elektrycznej. Usunąć wszystkie zastosowane na czas prowadzenia prac napisy ostrzegawcze.
3. Dokładnie oczyścić i uporządkować stanowisko robocze, ułożyć narzędzia i przyrządy pomocnicze w miejscach na to przeznaczonych.
4. Oczyścić używane ochrony osobiste i odłożyć je na stałe miejsce ich przechowywania.
5. Upewnić się, że pozostawione stanowisko i urządzenia nie stworzą żadnych zagrożeń dla otoczenia.
6. Przekazać informacje o stanie zaawansowania wykonywanych prac swojemu bezpośredniemu przełożonemu.

#### Przepisy i publikacje

1. Rozporządzenie ministra infrastruktury z 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. z 2003 r. nr 47, poz. 401).
2. Pawełek r. „Ergonomia i zasady bezpiecznej pracy”. Instytut Energetyki.
3. Raport Techniczny nr 479-1 Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (IEC).



**mgr inż. Janusz Strzyżewski**

członek Centralnego Kolegium Sekcji Instalacji i Urządzeń Elektrycznych, członek Polskiego Komitetu Oświetleniowego SEP

Potrzebujesz wsparcia, wyślij pytanie  
ekspertowi: [pomiary@wip.pl](mailto:pomiary@wip.pl)

# Zagrożenia wywołane łukiem elektrycznym

Zwarcia łukowe pojawiają się zazwyczaj w rozdzielniach średniego napięcia, gdzie prąd zwarciový wynosi od kilku do kilkudziesięciu kA. Zjawisko to jest bardzo groźne dla przebywających w pobliżu ludzi.

Według danych Zakładu Bezpieczeństwa Pracy Instytutu Energetyki średnia częstość wypadków z udziałem łuku elektrycznego zawiera się w zakresie 0,35–0,45 wypadków na 1000 zatrudnionych. Przy czym są to dane statystyczne dotyczące tylko takich wydarzeń, w których poszkodowani zostali ludzie. Ponadto dane statystyczne nie oddają w pełni problemu, ponieważ z różnych względów wiele przypadków jest ukrywanych. Zwarcia łukowe występują przede wszystkim w obiektach energetyki zawodowej oraz w zakładach przemysłowych. Niestety wiele przypadków porażenia łukiem elektrycznym kończy się śmiercią. Zwarcia łukowe pojawiają się zazwyczaj w rozdzielnicach średniego napięcia, gdzie prąd zwarciový wynosi od kilku do kilkudziesięciu kA. Grozi nie tylko porażeniem, ale także oparzeniem lub oślepieniem. Dlatego producenci rozdzielnic doskonalą swoje konstrukcje, aby zapewnić bezpieczeństwo osobom je obsługującym i zmniejszyć do minimum wypadki i straty spowodowane przez zwarcia łukowe. Pomimo tych starań producentów elektryk zawsze musi pamiętać o istniejącym zagrożeniu.

## Przyczyny powstawania zwarć łukowych

Do zwarć łukowych dochodzi z różnych przyczyn. Jednak większość przypadków wynika z bezpośredniej lub pośredniej działalności człowieka. Do działań pośrednich należą m.in.:

- błędy w projektowaniu (np. nieprawidłowy dobór aparatury),
- błędne lub niestaranne wykonanie (np. niedostateczne skręcenie zacisków),
- uszkodzenie mechaniczne aparatury,
- zużycie lub uszkodzenie izolacji,
- korozja elementów aparatury,
- skraplanie się wody na powierzchniach izolacyjnych,
- niewykonanie testów sprawnościowych aparatury,
- eksploatacja przestarzałych urządzeń niespełniających wymogów bezpieczeństwa,
- niewykonywanie lub niestaranne wykonywanie przeglądów okresowych,
- nieusuwanie systematycznie kurzu, brudu lub pyłów z powierzchni izolacyjnych.

Wśród przyczyn bezpośrednich należy wyróżnić przede wszystkim:

- zaniechanie lub niedbałe stosowanie procedur bezpieczeństwa,
- upuszczenie narzędzia na części znajdujące się pod napięciem,
- pozostawienie narzędzia po przeprowadzonych pracach,
- przypadkowe dotknięcie części pod napięciem,
- dokonanie błędnych czynności łączeniowych,
- zbytne zbliżenie się do części pod napięciem,
- przecenienie swojej wiedzy i umiejętności,
- rutyna, nieuwaga, a także zwykła głupota.

Ponadto zwarcie łukowe może powstać w wyniku:

- ingerencji zwierząt (gryzoni, węży, ptaków),
- przepięcia łączeniowego lub przepięcia pochodzenia burzowego.

## Zjawiska towarzyszące zwarcu łukowemu

Zwarcu łukowemu towarzyszy wiele groźnych zjawisk takich jak:

- wysoka temperatura bliska 20.000°C,
- oślepiające promieniowanie widzialne (błysk),
- wydzielanie się toksycznych gazów,
- rozpylanie drobin stopionego metalu,
- fala uderzeniowa,
- fala dźwiękowa,
- rozrzut odłamków zniszczonych elementów.

## Energia łuku i kategorie zagrożenia

Stopień zagrożenia określany w 4 kategoriach zależy od wartości energii łuku mierzonej w cal/cm<sup>2</sup> (tabela 1).

**Tabela 1.** *Kategoria zagrożenia zależna od wartości energii łuku*

Kategoria zagrożenia	Energia łuku zwarcia [cal/cm <sup>2</sup> ]
0	0–1,2
1	1,2–4,0
2	4,0–8,0
3	8,0–25,0
4	25,0–40,0

W zależności od kategorii zagrożenia stosuje się odpowiedni ubiór ochronny. W przypadku przekroczenia górnej granicy energii dla 4 kategorii brak jest jednak możliwości ochrony.

Stopień zagrożenia wyładowaniem łukowym ustala się, stosując następujący tok postępowania:

- analiza parametrów elementów systemu,
- ustalenie normalnego trybu zasilania systemu,
- ustalenie wartości prądów zwarcia trójfazowego w poszczególnych elementach systemu,
- ustalenie prądów zwarciovych w czasie palenia się łuku,
- analiza urządzeń zabezpieczających oraz czasu palenia się łuku,
- analiza rodzaju rozpatrywanego urządzenia oraz jego napięcia znamionowego,
- określenie odległości roboczej pracownika od analizowanych urządzeń,
- określenie spodziewanej energii łuku i strefy jego działania,
- określenie kategorii zagrożenia.

### Zasady ochrony pracowników

Pracodawca ma obowiązek wyposażenia pracowników narażonych na porażenie łukiem w odpowiedni sprzęt ochronny chroniący przede wszystkim głowę i korpus. Natomiast pracownicy są zobowiązani dbać o ten sprzęt i przechowywać go w odpowiednich warunkach oraz sprawdzać każdorazowo przed użyciem.

## Jak właściwie sprawdzać obecność napięcia

**Prowadzenie prac pomiarowych oraz instalacyjnych wymaga w zdecydowanej większości wypadków sprawdzenia (nie)obecności napięcia. Jeśli sprawdzenie to będzie wykonane nieprawidłowo, może mieć to bardzo brzemienne skutki, włączając w to śmierć osoby wykonującej pomiary.**

Warto pamiętać, że sprawdzenie braku napięcia to jeden z elementów prac elektrycznych, przy których nie powinniśmy szukać oszczędności. Statystyki w Europie pokazują, że wśród ofiar śmiertelnych porażen prądem aż 60% stanowią tzw. fachowcy, czyli osoby przeszkolone w zakresie prac elektrycznych i bezpieczeństwa z nimi związanego. Dużo wypadków wynika z rutyny, a wśród jej przejawów króluje właśnie zaniechanie lub niewłaściwe wykonanie sprawdzenia obecności napięcia.

### Publikacje

- Publikacje internetowe. Kaźmierczak M., „Zwarcia łukowe – doświadczenia eksploatacyjne w polskiej energetyce zawodowej i przemysłowej”. Firma Energotest sp. z o.o.
- Publikacje internetowe. „Surówka I. Instalacje elektryczne. Zwarcia łukowe w rozdzielnicach elektroenergetycznych SN i nN”. LEONARDO ENERGY.
- Publikacje internetowe. Szadkowski M., „Zagrożenie porażeniem łukiem elektrycznym w instalacjach nn i SN”. Instytut Elektroenergetyki i Sterowania Układów. Politechnika Śląska.
- Katalog firmy Uniform sp. z o.o.



**mgr inż. Janusz Strzyżewski**

członek Centralnego Kolegium Sekcji Instalacji i Urządzeń Elektrycznych, członek Polskiego Komitetu Oświetleniowego SEP

Potrzebujesz wsparcia, wyślij pytanie ekspertowi: [pomiary@wip.pl](mailto:pomiary@wip.pl)

### Zasada potrójnego pomiaru

Sprawdzenie napięcia wykonywane jest na bazie potrójnego pomiaru. Najpierw sprawdza się działanie wskaźnika, wykorzystując linię, w której napięcie jest obecne. Jeśli wskaźnik wykaże obecność napięcia, to wiemy, że działa on poprawnie. To jest pierwszy krok pomiaru. Drugi krok to sprawdzenie obecności napięcia w linii, przy której będziemy pracować. Jeśli napięcie nie jest wykryte, to można przystąpić do wykonania ostatniego kroku, czyli ponownego

sprawdzenia działania wskaźnika w linii, w której jest napięcie. Ten trzeci krok jest również bardzo ważny, ponieważ między pierwszym a drugim krokiem mogło dojść do uszkodzenia wskaźnika napięcia.

Kluczowym elementem bezpieczeństwa podczas owego trzykrotnego pomiaru jest zabezpieczenie linii, w której pracujemy, przed ponownym załączeniem samodzielnym lub przez osoby trzecie. Stosuje się do tego celu specjalne blokady, kłódki lub przynajmniej tabliczki ostrzegające – jeśli nie ma innej możliwości. Trzeba zadbać o ten element, ponieważ sprawdzenie nieobecności napięcia okazać się może działaniem kompletnie niepotrzebnym, jeśli nie zabezpieczymy się przed ponownym załączeniem linii.

Badanie obecności napięcia musi być wykonywane na zasadzie potrójnego pomiaru, czyli nie tylko wykonywane jest sprawdzenie obecności napięcia, ale także sprawdzenie działania samego miernika przed i po badaniu głównym. Jedynie taka procedura może nas upewnić, że napięcie w danej linii jest rzeczywiście nieobecne.

Wykonanie samego pomiaru czasami nie jest łatwe. Po pierwsze: ciężko jest znaleźć odłączoną linię. Po drugie: nie zawsze widać fizyczny kontakt z częścią przewodzącą linii, w której dokonujemy sprawdzenia. Niestety tutaj nie ma wyjścia, musimy być pewni, że dochodzi do kontaktu pomiędzy naszą sondą pomiarową a elementem przewodzącym linii, w której sprawdzamy napięcie. Należy zatem wybierać miejsca nieosłonięte, gdzie widać, czy dochodzi do kontaktu, czy nie. Jeśli nie ma takiej możliwości, warto czasami zdemontować jakieś elementy obudów, żeby obserwację kontaktu można było jednak prowadzić. Jeśli takiej możliwości też nie ma, to należy ruchem sondy wy badać miejsca, gdzie do metalicznego kontaktu dochodzi, czasami to po prostu można usłyszeć. Dobór odpowiedniej sondy w takiej sytuacji też może pomóc. Zbyt cienkie sondy utrudniają w wielu wypadkach doprowadzenie do kontaktu. Jeśli wątpliwości są duże, można wy badać położenie sond dające wynik pozytywny sprawdzenia obecności napięcia i dopiero po poznaniu tego położenia dokonać odłączenia i ponowić badanie, wykorzystując oczywiście zasadę potrójnego pomiaru.

Ważne jest też sprawdzenie warunków środowiskowych. Temperatura w trakcie pomiaru musi mieścić się w przedziale dopuszczalnym dla stosowanych urządzeń. Co więcej, powinno się unikać pomiarów w obecności wilgoci czy opadów. Jeśli musimy mierzyć w takiej sytuacji, to urządzenia muszą posiadać odpowiednio wysoki poziom ochrony obudowy, czyli tzw. IP.

Ważne jest także, żeby dostosować poziom przepięciowy w połączeniu z napięciem nominalnym sieci. Kategoria przeciwprzepięciowa urządzenia musi być dostosowana do miejsca, gdzie wykonywane są pomiary. Nie zaleca się jednak stosowania urządzeń o kategorii niższej niż CAT III.

### Urządzenia, których nie powinno się używać jako wskaźników obecności napięcia

W Polsce powszechne jest wykorzystanie tzw. próbnika napięcia jako urządzenia wskazującego obecność napięcia. Jest to działanie niedopuszczalne. Takie urządzenie może być jedynie używane do szybkiego sprawdzenia, gdzie napięcie jest, a gdzie go nie ma w celach funkcjonalnych. Urządzenie to nie jest dopuszczone do sprawdzania obecności napięcia przed pomiarem. Zasada działania tego prostego urządzenia opiera się na przepływie prądu przez ciało człowieka i poprzez małą lampkę. Ta lampka ma odpowiednią rezystancję, która chroni osobę przeprowadzającą próbę przed porażeniem.

Próbniki te nie są zbyt precyzyjne. Nie są w stanie wykryć napięcia niebezpiecznego, ale niższego niż znamionowe. Oznacza to, że jeśli jakaś specyfika obwodu spowoduje pojawienie się niskiego, ale jednak niebezpiecznego napięcia, nie będziemy w stanie uchronić się przed porażeniem, stosując próbnik. Wskaźnik obecności napięcia nie generuje dużej ilości światła, co powoduje, że stwierdzenie obecności napięcia lub jego braku jest bardzo trudne przy dużym nasłonecznieniu czy silnym oświetleniu.

Podobnie ma się sytuacja z próbnikami bezdotykowymi, które działają na zasadzie wykrywania pola elektromagnetycznego. Są one świetnym narzędziem, jeśli chodzi o możliwość szybkiego sprawdzenia, które obwody są podłączone do źródła zasilania, a które nie. Jeśli chodzi o możliwość bezpiecznego sprawdzenia napięcia, to urządzenia te także nie są źródłem informacji na tyle miarodajnej, żeby uzależniać od nich bezpieczeństwo ludzi. Prosty przykładem

jest pojawienie się w obwodzie napięcia niebezpiecznego, ale niższego niż nominalne.

Wskaźniki elektromagnetyczne wymagają często zasilania, czyli mogą zawieść, gdy go nie ma. Nawet jeśli mają wskaźnik poziomu baterii, to i tak nie jest to wystarczająco bezpieczne rozwiązanie.

### Dwubiegunowe wskaźniki napięcia

Do sprawdzania obecności napięcia należy wykorzystywać urządzenia pomiarowe zgodne z normą IEC 61243-3:2014. Powinny one mieć dwa punkty pomiarowe i przykładając sondy do tych punktów, musimy być pewni, że w dobrym miejscu dokonujemy pomiaru. Dobrą praktyką jest wykorzystywanie przewodu PE jako punktu referencyjnego pomiaru.

### Norma

PN-EN 61243-3:2015-04 – wersja angielska – *Prace pod napięciem – Wskaźniki napięcia – Część 3: Wskaźniki dwubiegunowe niskiego napięcia*



**dr inż. Łukasz Rośliniec**

absolwent studiów magisterskich i doktoranckich na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej, specjalista w zakresie układów zasilania rezerwowego, rozproszonych źródeł energii, jakości energii elektrycznej, a także energoelektroniki

Potrzebujesz wsparcia, wyślij pytanie ekspertowi: [pomiary@wip.pl](mailto:pomiary@wip.pl)

## Kiedy powinno się pracować z asekuracją

**Jednym z ważniejszych, choć często lekceważonych przepisów jest zapis Kodeksu pracy wymagający, by niektóre prace, w tym pomiarowe, były wykonywane przez co najmniej dwie osoby. Sprawę komplikuje fakt, że zbiorczy wykaz takich prac już nie obowiązuje w formie regulacji państwowej.**

W ustawie z 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy (tekst jedn.: Dz.U. z 2023 r. poz. 1465) art. 225 § 1 mówi, że pracodawca jest obowiązany zapewnić wykonywanie prac, przy których istnieje możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego przez co najmniej dwie osoby. Ma to na celu zapewnienie asekuracji. Niestety stracił ważność wykaz takich prac określonych w rozporządzeniu ministra pracy i polityki socjalnej z 28 maja 1996 r. (Dz.U. z 1996 r. nr 62, poz. 288). Obecnie według Kodeksu pracy listę takich robót ustala pracodawca po konsultacji z pracownikami lub ich przedstawicielami, uwzględniając przy tym przepisy wydane przez poszczególnych ministrów na podstawie art. 237 Kodeksu pracy, a dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy w różnych gałęziach działalności.

Obowiązek opracowywania katalogu prac stwarzających możliwość wystąpienia szczególnego ryzyka dla zdrowia i życia ludzkiego spoczywa obecnie na prowadzącym eksploatację.

Katalog prac szczególnie niebezpiecznych z reguły zawarty jest w instrukcji eksploatacji.

### Przygotowanie listy prac z asekuracją

W przypadku urządzeń energetycznych pracodawca, ustalając wykaz prac z asekuracją, powinien kierować się rozporządzeniem z 8 czerwca 2021 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (tekst jedn.: Dz.U. z 2021 r. poz. 1210). W § 27 wymienione są prace eksploatacyjne stwarzające możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego. Zgodnie z pkt 4 tego paragrafu, roboty te powinny być wykonywane z asekuracją.

Przygotowując listę prac z asekuracją przy instalacjach nieobjętych wyżej wymienianym rozporządzeniem, warto sięgnąć do starego rozporządzenia MPiPS z 1996 r. Straciło ono moc prawną, ale nie wartość merytoryczną. Jest to więc przydatne źródło wiedzy dla pracodawców i pracowników o tym, jakie czynności powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby.

Oczywiście podstawą opracowania katalogu prac szczególnie niebezpiecznych jest ocena ryzyka zawodowego na poszczególnych stanowiskach pracy. Bez wątpienia prace pomiarowe, które wykonywane są przy nieosłoniętych elementach czynnych instalacji, powinny zostać zakwalifikowane do tego katalogu, czyli wymagają one pracy w zespołach dwuosobowych w celu zapewnienia asekuracji.

Nawet nie rozstrzygając ryzyka porażenia prądem przy prowadzeniu prac pomiarowych, doświadczenia eksploatacyjne pokazują, że część prac pomiarowych trudno jest wykonać w pojedynkę lub ich wykonanie jest wręcz niemożliwe.

Warto pamiętać, że część prac pomiarowych nie stwarza możliwości wystąpienia szczególnego ryzyka dla zdrowia i życia, w związku z tym nie wymaga szczególnej organizacji pracy w postaci zespołu dwuosobowego. Na przykład sprawdzanie samoczynnego wyłączenia zasilania dla obwodów gniazdowych – pomiarowic w takich warunkach pracuje tylko przy elementach izolowanych, więc ryzyko porażenia prądem jest małe. Dlatego kwestie organizacji prac pomiarowych powinna regulować dobrze opracowana instrukcja eksploatacji, która odnosi się do poszczególnych urządzeń.

### Przykłady robót, które powinny wykonywać co najmniej dwie osoby

Na podstawie obowiązującego rozporządzenia z 2013 i wykazu z 1996 roku można określić, które pomiary powinny znaleźć się na liście tych wykonywanych z asekuracją. Są to prace:

- wykonywane w pobliżu (w pobliżu oznacza dystans 30 cm od elementów czynnych nieosłoniętych) nieosłoniętych urządzeń elektroenergetycznych lub ich części, znajdujących się pod napięciem;
- przy urządzeniach elektroenergetycznych wyłączonych spod napięcia, lecz uziemionych w taki sposób, że którekolwiek z uziemień nie jest widoczne z miejsca wykonywania pracy;
- konserwacyjne, modernizacyjne lub remontowe przy kolejowej sieci trakcyjnej znajdującej się pod napięciem;
- przy wyłączonych spod napięcia lub znajdujących się w budowie elektroenergetycznych liniach napowietrznych, które krzyżują się w strefie ograniczonej

uziemieniami ochronnymi z liniami znajdującymi się pod napięciem lub mogącymi znaleźć się pod napięciem, w tym przewodami trakcji elektrycznej;

- z zakresu konserwacji, remontów, montażu, kontrolno-pomiarowego, wykonywane wewnątrz turbin wiatrowych lub gondoli oraz prace z zakresu zewnętrznej konserwacji gondoli lub śmigieł wirnika turbiny wiatrowej;
- przy wyłączonym spod napięcia torze wielotorowej elektroenergetycznej linii napowietrznej o napięciu 1 kV i powyżej, jeżeli którykolwiek z pozostałych torów linii pozostaje pod napięciem;
- związane z konserwacją, montażem i naprawą dźwignów, suwnic, żurawi wieżowych i samojezdnych, układnic magazynowych i schodów ruchomych;
- przy budowie i eksploatacji napowietrznych linii elektroenergetycznych w terenie trudno dostępnym lub zalesionym, wymagającym ścinania drzew;
- przy budowie i eksploatacji napowietrznych linii telekomunikacyjnych wykonywanych na skrzyżowaniach z liniami energetycznymi, kolejowymi oraz w bezpośrednim sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych (dróg, rzek, mostów, wiaduktów) i gazociągów;
- w studniach kablowych, w pomieszczeniach z nimi połączonych i dołkach monterskich;
- przy obiektach radiokomunikacyjnych w terenie trudno dostępnym;
- wykonywane na wysokości w przypadkach, w których wymagane jest zastosowanie środków ochrony indywidualnej przed upadkiem z wysokości;
- w wykopach i wyrobiskach o głębokości większej od 2 m.



**mgr inż. Janusz Strzyżewski**

członek Centralnego Kolegium Sekcji Instalacji i Urządzeń Elektrycznych, członek Polskiego Komitetu Oświatleniowego SEP



**mgr inż. Tomasz Karwat**

rzeczoznawca IR SEP i NOT, wykładowca Akademii Umiejętności Inżynierskich

Potrzebujesz wsparcia, wyślij pytanie  
ekspertowi: [pomiary@wip.pl](mailto:pomiary@wip.pl)

# Wymagania dotyczące pracy na wysokości

**Prace na wysokości to roboty przeprowadzane na poziomie co najmniej 1 metra nad podłożem (podłogą lub terenem). W praktyce jest to więc większość czynności wykonywanych przy układaniu instalacji elektrycznych i instalowaniu opraw oświetleniowych, o instalacjach odgromowych nie wspominając.**

Rozporządzenie ministra pracy i polityki socjalnej z 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jedn.: Dz.U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650) zawiera ważne postanowienia dotyczące prowadzenia prac na wysokości. Zgodnie z ustępem 1 w § 105, praca na wysokości jest pracą wykonywaną na powierzchni znajdującej się na wysokości co najmniej 1,0 m nad poziomem podłoża (podłogi lub terenu). Przy czym zgodnie z zapisem zawartym w ustępie 2 tego samego paragrafu do pracy na wysokości nie zalicza się pracy wykonywanej na powierzchni (bez względu na wysokość, na jakiej się znajduje), która jest osłonięta ze wszystkich stron pełnymi lub oszklonymi ścianami albo wyposażono ją w stałe konstrukcje lub urządzenia chroniące pracownika przed upadkiem z wysokości.

Drugim aktem wykonawczym dotyczącym tej tematyki jest rozporządzenie ministra infrastruktury z 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. z 2003 r. nr 47, poz. 401). Zawiera następujące postanowienia dotyczące prowadzenia robót elektrycznych. Zgodnie z § 2, wykonawca robót przed ich rozpoczęciem jest zobowiązany do opracowania instrukcji bezpiecznego ich wykonania, a następnie zapoznania z jej treścią pracowników.

Przedstawione przepisy dotyczą również instalatorów elektryków prowadzących działalność gospodarczą i działających na własny rachunek. Jako płatnicy składek ZUS mają prawo do odszkodowania za wypadek przy pracy. Jednak zgodnie z art. 21.1 ustawy z 30 października 2002 r. o ubezpieczeniu społecznym z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych (Dz.U. z 2002 r. nr 199, poz. 1673): „Świadczenia z ubezpieczenia wypadkowego nie przysługują ubezpieczonemu, gdy wyłączną przyczyną wypadków (...) było udowodnione naruszenie przez ubezpieczonego przepisów dotyczących ochrony życia i zdrowia, spowodowane przez niego umyślnie lub wskutek rażącego niedbalstwa”.

W § 48 zawarto zapisy dotyczące użytkowania drabin przy wykonywaniu robót malarskich. Można przyjąć, że takie same ograniczenia dotyczą także robót elektrycznych. Zgodnie z treścią ustępu 1, prace przy zastosowaniu drabin rozstawnych można wykonywać tylko do wysokości 4 metrów, licząc od poziomu podłogi. W ustępie 2 zapisano, że drabiny należy zabezpieczyć przed poślizgiem i rozsunięciem.

W myśl postanowień zawartych w §106 rozporządzenia w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy na powierzchniach roboczych wzniesionych na wysokość powyżej 1,0 m nad poziomem podłogi lub ziemi powinny być zainstalowane balustrady składające się z poręczy ochronnych umieszczonych na wysokości co najmniej 1,1 m i krawężników o wysokości co najmniej 0,15 m. Pomiędzy poręczą a krawężnikiem powinna być umieszczona w połowie wysokości poprzeczka lub przestrzeń ta powinna być wypełniona w sposób uniemożliwiający wypadnięcie osób. Jeżeli zastosowanie balustrad jest niemożliwe, należy stosować inne skuteczne środki ochrony pracowników przed upadkiem z wysokości. Natomiast zgodnie z treścią § 107, prace na wysokości powinny być organizowane i wykonywane w sposób niezmuszający pracownika do wychylania się poza poręcz balustrady ochronnej. Zapisy w § 108 nakazują, aby:

- drabiny, klamry, rusztowania, pomosty i inne urządzenia służące do prowadzenia robót były stabilne i zabezpieczone przed nieprzewidywaną zmianą położenia oraz posiadały odpowiednią wytrzymałość na przewidywane obciążenie;
- pomosty robocze spełniały następujące wymagania:
  - 1) powierzchnia pomostu powinna być wystarczająca dla pracowników, narzędzi i niezbędnych materiałów,
  - 2) podłoga powinna być pozioma i równa, trwale umocowana do elementów konstrukcyjnych pomostu,
  - 3) w widocznym miejscu pomostu powinny być umieszczone czytelne informacje o wielkości dopuszczalnego obciążenia.

Odrębne uregulowania dotyczą prowadzenia prac na wysokości powyżej 2 metrów, a więc w praktyce większości robót instalacyjnych. W § 109 zawarto zalecenia nakazujące, aby przy pracach wykonywanych na rusztowaniach na wysokości powyżej 2 m od otaczającego poziomu podłogi lub terenu zewnętrznego oraz na podestach ruchomych wiszących zapewnić bezpieczeństwo przy komunikacji pionowej i dojściach do stanowisk pracy oraz zapewnić stabilność rusztowań i odpowiednią ich wytrzymałość na przewidywane obciążenia. Przed rozpoczęciem użytkowania rusztowania należy dokonać jego odbioru technicznego. Zgodnie z treścią § 110, przy pracach na: słupach, masztach, konstrukcjach wieżowych, kominach, konstrukcjach budowlanych bez stropów, a także przy ustawianiu lub rozbiórce rusztowań oraz przy pracach na drabinach i kłamrach na wysokości powyżej 2 m nad poziomem terenu zewnętrznego lub podłogi należy w szczególności:

- 1) przed rozpoczęciem prac sprawdzić stan techniczny konstrukcji lub urządzeń, na których mają być wykonywane prace, w tym ich stabilność, wytrzymałość na przewidywane obciążenie oraz zabezpieczenie przed nieprzewidywaną zmianą położenia, a także stan techniczny stałych elementów konstrukcji lub urządzeń mających służyć do mocowania linek bezpieczeństwa;
- 2) zapewnić stosowanie przez pracowników odpowiedniego do rodzaju wykonywanych prac sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości, jak: szelki bezpieczeństwa z linką bezpieczeństwa przyznaną do stałych elementów konstrukcji, a do prac w podparciu – na słupach, masztach itp. szelki bezpieczeństwa z pasem biodrowym;
- 3) zagwarantować stosowanie przez pracowników hełmów ochronnych.

Zapisy zawarte w § 110 dotyczą również prac wykonywanych na galeriach, pomostach, podestach i innych podwyższeniach, jeżeli rodzaj robót wymaga od pracownika wychylenia się poza balustradę lub obrys urządzenia, na którym stoi, albo przyjmowania innej wymuszonej pozycji ciała grożącej upadkiem z wysokości.

### Wykonywanie prac z użyciem drabiny

Szczegółowe zasady posługiwania się drabinami zawiera § 50 rozporządzenia w sprawie ogólnych



Rys. 1. Praca na drabinie przy konserwacji oświetlenia – widoczny poręczny pojemnik na narzędzia zamocowany przy górnej poręczy (Higher)

przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Zgodnie z jego treścią, przy używaniu drabin przenośnych niedopuszczalne jest w szczególności:

- używanie drabin uszkodzonych,
- stosowanie drabin jako dróg stałego transportu,
- wnoszenie na drabinę przedmiotów o wadze przekraczającej 10 kg,
- używanie drabiny rozstawnej jako przystawnej,
- ustawianie drabiny na niestabilnym podłożu,
- opieranie drabiny przystawnej o śliskie lub niestabilne podłoże,



**Rys. 2.** Rozstawna drabina przystosowana do ustawienia na schodach, wyposażona w stopki antypoślizgowe oraz linki łączące dolne części (Domena)

- ustawianie drabiny przed zamkniętymi drzwiami, jeżeli nie są zamknięte na klucz od strony usytuowania drabiny,
- ustawianie drabiny w pobliżu urządzeń, które mogą zagrażać pracownikom pracującym na drabinie,
  - wchodzenie i schodzenie z drabiny plecami do niej,
  - przenoszenie drabiny o długości przekraczającej 4 m przez jedną osobę.

Drabina przystawna powinna wystawać nie mniej niż 75 cm ponad powierzchnię, na którą prowadzi, a kąt jej nachylenia powinien zawierać się w granicach od 65° do 75°.

Postanowienia dotyczące środków ochrony osobistej zawarto w § 110. Zgodnie z jego treścią, przy pracach na masztach, konstrukcjach i przy innych niebezpiecznych czynnościach należy zadbać o to, aby pracownicy byli wyposażeni w sprzęty chroniące przed upadkiem z wysokości. Należą do nich szelki bezpieczeństwa z linką asekuracyjną oraz szelki z pasem

biodrowym. Ponadto pracownicy przy wykonywaniu tego typu prac powinni nosić hełmy ochronne do pracy na wysokości. Prace na drabinach można wykonywać do wysokości 4 metrów. Mogą to być urządzenia przystawne lub rozstawne. W wielu przypadkach wystarczy niewielka drabinka rozstawna. Na przykład taka jak na rysunku 1.

W wyższych pomieszczeniach niezbędne jest stosowanie wyższych drabin, często ustawianych na schodach. Ponadto wszystkie drabiny muszą być wyposażone w stopki zapobiegające poślizgowi, a rozstawne także w linki uniemożliwiające rozjechanie się ich dolnych części (rysunek 2). Praca na wysokiej drabinie wymaga wielkiej rozważności i zachowania pozycji zbliżonej do pionu. Wykluczone jest wychylenie się poza obrys drabiny, ponieważ w praktyce nie ma możliwości zastosowania sprzętu asekuracyjnego przed upadkiem.

### Rusztowania i pomosty

Elektrycy w wielu przypadkach mogą korzystać z rusztowań i pomostów stałych montowanych przez generalnego wykonawcę. Jeżeli jest to niemożliwe, muszą mieć własne tego typu urządzenia. Oprócz stałych stosować można pomosty ruchome (rysunek 3).



**Rys. 3.** Praca na pomostie przejezdnym (krauze.system.pl)

Przy stosowaniu urządzeń przejezdnych niezbędne jest, aby ich kółka miały mechanizm samoblokujący z chwilą obciążenia pomostu oraz niezależnie przynajmniej dwa z nich powinny mieć hamulce. Przy doborze pomostu lub rusztowania rozróżnia się wysokość roboczą mierzoną od poziomu podłoża do zasięgu wyciągniętej ręki pracownika stojącego na pomoście, wysokość pomostu mierzoną od poziomu podłoża do górnej krawędzi barierki ochronnych oraz wysokość pomostu mierzoną od poziomu podłoża.



**Rys. 5.** Rusztowanie przejezdne do prac na wysokości do 14 metrów ([krauze-system.pl](http://krauze-system.pl))

Wiele prac wykonywanych przez elektryków na wysokości polega na konserwacji oświetlenia zewnętrznego. W takich przypadkach jako sprzęt pomocniczy mogą być stosowane lekkie przejezdne rusztowania. Taką sytuację ilustruje rysunek 4.

Wygodniej jest prowadzić prace konserwacyjne przy użyciu przejezdnych podnośników. Na zewnątrz mogą to być podnośniki na podwoziu samochodowym, natomiast we wnętrzach stosować można urządzenia samojezdne z napędem elektrycznym. Ponieważ we wnętrzach istnieje potrzeba przejazdu przez otwory drzwiowe, niezbędne jest stosowanie podnośników składanych, np. nożycowych, takich jakich jak przedstawiony na rysunku 5.



**Rys. 5.** Prace przy instalacji z wykorzystaniem podnośnika nożycowego – przejezdnego z napędem akumulatorowym (Instant Polska)

### Przepisy

1. Ustawa z 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (Dz.U. z 1998 r. nr 21 poz. 94 z późn. zm.).
2. Rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej z 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650 z późn. zm.).
3. Rozporządzenie ministra infrastruktury z 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robot budowlanych (Dz.U. z 2003 r. nr 47, poz.401).
4. Materiały katalogowe firm.



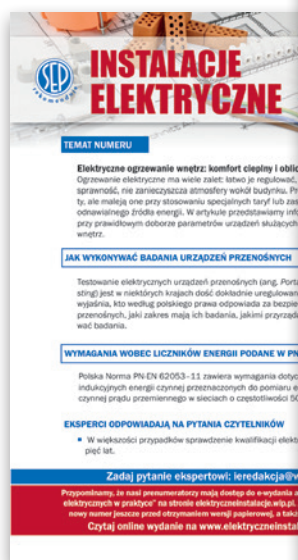
**mgr inż. Janusz Strzyżewski**

członek Centralnego Kolegium Sekcji Instalacji i Urządzeń Elektrycznych, członek Polskiego Komitetu Oświetleniowego SEP

Publikacja jest rekomendowana przez  
Stowarzyszenie Elektryków Polskich (SEP)



# INSTALACJE ELEKTRYCZNE W PRAKTYCE



„Instalacje elektryczne w praktyce” – najbardziej istotne zagadnienia dotyczące pracy z instalacjami elektrycznymi. To nasz główny cel – dostarczać informacji, których elektrycy potrzebują w codziennej pracy.

- Krok po kroku przeprowadzisz powykonawcze lub kontrolne pomiary w instalacjach
- Przyłączysz we właściwy sposób urządzenia podnośne oraz zapewnisz ich prawidłową eksploatację
- Bez problemu wykonasz przyłącze elektryczne i dokonasz jego odbioru
- Zapewnisz bezpieczeństwo eksploatacji instalacji, poprawnie stosując zabezpieczenia przewodów fazowych
- Poprawnie zastosujesz zabezpieczenia przewodów fazowych, zabezpieczenia przeciwprzepięciowe oraz przewodów położonych równolegle i ułożonych w kilku warstwach

 **INSTALACJE  
ELEKTRYCZNE**  
W PRAKTYCE **ONLINE**

Z publikacją papierową otrzymasz dostęp do WSZYSTKICH poprzednich wydań.

Już dziś zamów publikację do testu!

Wejdź na [www.elektryczneinstalacje.wip.pl](http://www.elektryczneinstalacje.wip.pl)

