

# Badanie bezpieczeństwa elektrycznego wyposażenia do spawania łukowego

Zgodnie z przeprowadzonymi anketami, bardzo liczną grupę Czytelników Elektroniki Praktycznej stanowią specjaliści aktywnie pracujący w zawodzie. Z tego powodu często publikujemy informacje na temat norm i badań bezpieczeństwa urządzeń. Poniższy artykuł opisuje sposób testowania urządzeń spawalniczych, z którymi zapewne ma do czynienia wielu pracowników służb utrzymania ruchu i niektórzy konstruktorzy.

Z przepisów bezpieczeństwa i zapobiegania wypadkom wynika obowiązek dbania o bezpieczną dla użytkownika eksploatację. Obowiązkiem tym obarczeni są właściciele jak i również producenci urządzeń elektrycznych. Odpowiadają oni za to, że urządzenia po naprawie lub serwisie mogą dalej być eksploatowane bezpiecznie w udokumentowany sposób. Do tego należy poddawanie urządzeń elektrycznych wymagany badaniom wg stanu techniki (norm).

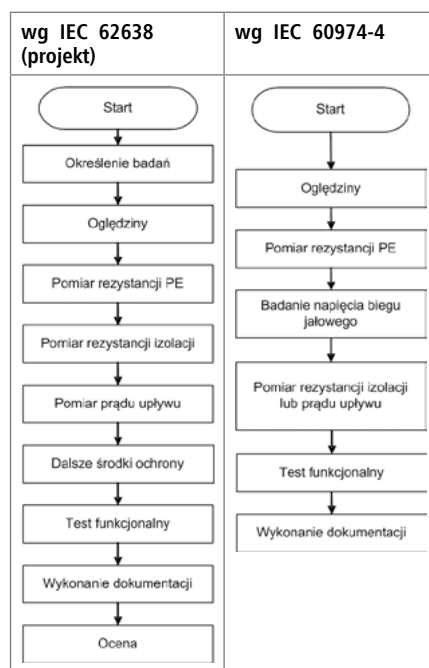
Z powodu różnych przepisów konstrukcyjnych i wymagań bezpieczeństwa oraz różnych obszarów stosowania nie udało się do tej pory stworzyć jednolitego standardu badania bezpieczeństwa elektrycznego urządzeń. Tak więc dla łukowych urządzeń spawalniczych wydano samodzielną normę IEC 60974-4, która wprawdzie stosuje podobne badania jak bardziej znana norma IEC 62638 (projekt), ale różni się jednak w kilku ważnych punktach.

Opracowanie to zestawia różnice i szczegóły badania łukowych urządzeń spawalniczych.

## Kto może badać łukowe urządzenia spawalnicze?

Z powodu podwyższonego zagrożenia życia i zdrowia badania urządzeń spawalniczych po naprawach elektrycznych muszą być prowadzone przez odpowiednio wykwalifikowaną osobę, która zna i rozumie zagadnienia związane ze spawaniem, cięciem i procesami pokrewnymi.

## Przebieg badania



**Uwaga:** Ponieważ pomiar napięcia biegu jałowego aparatu spawalniczego musi być przeprowadzony w stanie roboczym, zaleca się z przyczyn praktycznych przeprowadzenie pomiaru rezystancji izolacji po badaniu rezystancji przewodu ochronnego, ponieważ oba muszą być wykonywane w stanie beznapięciowym (urządzenie wyłączone).

**Ogłędziny.** Zadaniem ogłędzin jest rozpoznanie uszkodzeń zewnętrznych i oszacowaniu zdolności urządzenia do użytkowania; należy przy tym sprawdzić występowanie następujących uszkodzeń i braków w:

- uchwytach elektrod/palników, zaciskach prądu spawania,
- w zasilaniu z sieci energetycznej,
- obwodzie spawania,
- obudowie,
- nastawniku i wskaźnikach.

Ponadto powinny być skontrolowane inne skutki nieprawidłowego użycia.

**Ciągłość obwodu ochronnego.** Pomiar rezystancji przewodu ochronnego służy wykazaniu prawidłowego połączenia pomiędzy miejscem przyłączenia przewodu ochronnego w urządzeniu a każdą, połączoną z przewodem ochronnym,

## Terminy i definicje

wg IEC 62638 (projekt)	wg IEC 60974-4
Rezystancja przewodu ochronnego Rezystancja pomiędzy dołączoną do przewodu ochronnego dla celów ochrony częścią przewodzącą a stykiem ochronnym wtyczki sieciowej lub gniazdem aparatu, lub stykiem do przyłączenia przewodu ochronnego do urządzenia.	Rezystancja przewodu ochronnego Rezystancja pomiędzy dowolną połączoną z przyłączem przewodu ochronnego dla celów ochrony dotykającą przewodzącą częścią a stykiem ochronnym wtyczki sieciowej.
Prąd dotykowy Prąd, który popłynie przy dotknięciu niepołączonej z przewodem ochronnym części urządzenia elektrycznego do ziemi przez ciało osoby dotykającej.	Prąd upływu z obwodu prądu spawania Prąd płynący pomiędzy gniazdem obwodu spawania a przewodem ochronnym.
Prąd przewodu ochronnego Suma prądów, które płyną przez izolację urządzenia do przewodu ochronnego.	Pierwotny prąd upływu Prąd płynący w przewodzie ochronnym.
Badania okresowe Badania wykonywane w określonych odstępach czasu służące wykazaniu, że jest spełnione wymagane bezpieczeństwo elektryczne badanego urządzenia.	Regularne inspekcje i badania Badanie przeprowadzane w ustalonych odstępach czasu dla minimalizacji zagrożenia powodowanego przez urządzenie.
Napięcia bezpieczne Wysokość napięcia SELV/ PELV, napięcia bez obciążenia.	Napięcie biegu jałowego obwodu prądu spawania Wysokość napięcia w warunkach bez obciążenia.

dotykającą częścią, która w przypadku błędu lub awarii może przewodzić prąd elektryczny.

Dla oceny przewodu ochronnego sieciowego kabla przyłączeniowego należy kabel ten w czasie pomiaru poruszać na całej długości. Jeśli podczas tej czynności obserwuje się zmiany rezystancji, należy przyjąć, że przewód ochronny jest uszkodzony lub mamy do czynienia z brakiem dostatecznego styku połączenia. Należy zwracać szczególną uwagę na miejsca mocowania, dławnice i rezystancje przejścia kontaktów wtyczkowych. Miejsce pomiaru należy przed pomiarem oczyścić a do jego wykonania stosować odpowiednią sondę badawczą (np. sondę szczotkową).

## Porównanie Badań wykonywanych zgodnie z IEC 62638 i IEC 60974-4

wg IEC 62638 (projekt)	wg IEC 60974-4
<p>Dla kabli do 5 m długości i prądzie pomiarowym o natężeniu do 16 A rezystancja przewodu ochronnego nie może przekraczać wartości granicznej 0,3 <math>\Omega</math>.</p> <p>Dla kabli dłuższych o prądzie pomiarowym o natężeniu do 16 A wartość graniczna może wzrastać na każde 7,5 m dodatkowej długości o 0,1 <math>\Omega</math> aż do osiągnięcia wartości maksymalnej tj. 1 <math>\Omega</math>.</p> <p>Dla kabli o większym prądzie pomiarowym i o większych przekrojach obowiązuje jako wartość graniczna wyliczana ze wzoru</p>	<p>Dla kabli do 5 m długości i prądzie pomiarowym do 16 A rezystancja przewodu ochronnego nie może przekraczać wartości granicznej 0,3 <math>\Omega</math>.</p> <p>Dla kabli dłuższych wartość graniczna może wzrastać na każde 7,5 m dodatkowej długości o 0,1 <math>\Omega</math> aż do osiągnięcia do wartości maksymalnej 1 <math>\Omega</math>.</p> <p><b>Uwaga!</b> Sprawdzenie przekroju połączenia przewodu ochronnego nie jest wprawdzie wymagane przez normę, jednak powinno być wykonane szczególnie dla kabli przyłączeniowych o dużym przekroju, jak wymagane w VDE 0701-0702. Wartość graniczna rezystancji 1 <math>\Omega</math> dla kabli przyłączeniowych &gt;32 A nie jest akceptowalna, ponieważ bezpieczniki sieciowe nie są w stanie wyłączyć obwodu w przepisowym czasie i w przypadku błędów powstaje niedopuszczalne zagrożenie.</p>

Jest możliwe, że przerwa lub inna nieregularność przewodu ochronnego, pomimo prawidłowo stosowanej metody pomiarowej nie zostanie wykryta, ponieważ, miejsce błędu jest mostkowane przez połączenie równoległe. Zdarza się to w sytuacjach, gdy mierzone urządzenie (jego część połączona z przewodem ochronnym) ma kontakt z ziemią w otoczeniu, ekranami magistral danych, systemami rur i system pomiarowy jest połączony z przewodem ochronnym instalacji zasilającej.

Jeżeli zachodzi podejrzenie takie połączenia, to obiekt badany musi być na czas pomiaru odizolowany od ziemi i oddzielony od uzziemionych systemów. Tylko wtedy jest możliwe dokładne zbadanie stanu przewodu ochronnego.

**Pomiar rezystancji izolacji.** Minimalna rezystancja izolacji wynosi:

- Obwód prądowy sieci względem obwodu przewodu ochronnego – 2,5 m $\Omega$ .
- Obwód prądowy sieci względem obwodu prądu spawania: 5 M $\Omega$ .
- Obwód prądu spawania względem obwodu przewodu ochronnego: 2,5 M $\Omega$ .

W czasie badania elektrody spawalnicze muszą być odłączone.

Podczas pomiaru należy odłączyć badane urządzenia od obwodu zasilania prądem. W czasie pomiaru wszystkie przełączniki, regulatory itp. muszą być zwarte, aby uwzględnić izolację wszystkich części aktywnych. Dzięki pomiarowi rezystancji izolacji ocenia się przede wszystkim stan izolacji i ścieżek upływu urządzenia. Ocena taka nie jest jednakże możliwa w pełnym zakresie dla urządzeń elektrycznych z elementami przełączającymi, które mogą być czynne tylko po podaniu zasilania. Przy pomiarze rezystancji izolacji styki przełączające leżące za elementami przełączającymi nie są aktywowane i nie mogą być uwzględnione w pomiarze. Dla oceny zagrożenia w eksploatacji należy w takich urządzeniach badać prądy upływu w stanie roboczym.

**Pomiar prądów upływu.** Każde urządzenie elektryczne powoduje prądy upływu, które są dzielone na 2 kategorie:

- Prąd płynący w przewodzie ochronnym, który tylko w przypadku poważnego błędu (przerwa przewodu ochronnego) jako prąd dotykowy prowadzi do zagrożenia życia użytkownika jest nazywany jest **pierwotnym prądem upływu**.
- Prąd, który płynie przez użytkownika do ziemi z przewodzącej, dotykanej części

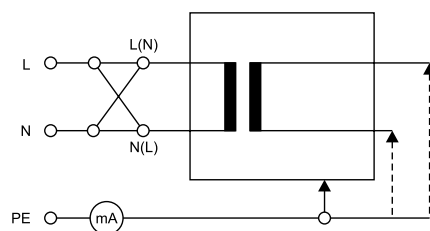
niepołączonej z przewodem ochronnym – tutaj w szczególności prąd płynący do ziemi z obwodu spawania jest nazywany **prądem upływu z obwodu prądu spawania**.

W szczególności urządzenia do spawania łukowego są wyposażone w liczne komponenty nieliniowe i dlatego prądy upływu zawierają też składowe o częstotliwościach wyższych niż 50 Hz. Prądy te mają mniejsze oddziaływanie na człowieka niż porównywalne prądy o częstotliwości 50 Hz. W ten sposób mogłyby być dopuszczalne wyższe wartości graniczne dla prądu przewodu ochronnego i prądu dotykowego, niż podano to w normach dla prądu o częstotliwości 50 Hz. Większość mierników uwzględnia ten fakt przez stosowanie jednobiegowego filtra dolnopręstowego o częstotliwości granicznej ok. 1 kHz.

Prądy upływu można mierzyć trzema metodami pomiarowymi:

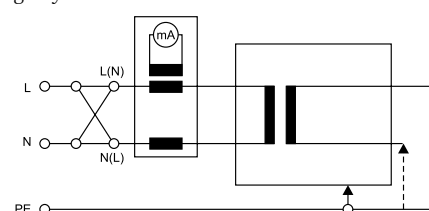
#### 1. Metodą bezpośrednią

Nie wolno stosować w sieciach izolowanych oraz gdy obiektu (miejsce) badania nie można odizolować od ziemi. W czasie badania należy uważać, aby nie dotykać części przewodzących z powodu możliwości porażenia prądem elektrycznym.



#### 2. Metodą różnicową

Nie dla sieci izolowanych. Pomiar prądów upływu o wysokiej częstotliwości może prowadzić do błędnych wyników pomiarów. Prądy upływu DC nie są uwzględnione lub mogą prowadzić do błędnych pomiarów. Na wynik pomiaru mogą wpływać zewnętrzne pola magnetyczne.



#### 3. Metodą zastępczą

Metoda tymczasowo nie jest przewidziana do badania wyposażenia spawalniczego, jednak może już przed uruchomieniem dostarczyć ważnych wskazówek o występowaniu potencjalnego zagrożenia. W tej metodzie badania, podobnie jak przy pomiarze rezystancji izolacji, sprawdzane jest czy izolowany obwód prądu jest wystarczająco oddzielony od obwodu pierwotnego prądu.

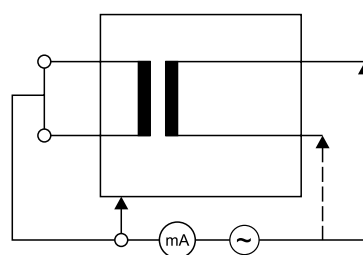


Tabela 1. Prąd przewodu ochronnego, pierwotny prąd upływu

wg IEC 62638	wg IEC 60974-4
<p>Prąd przewodu ochronnego</p> <p>Natężenie prądu nie może przekraczać:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ogólnie: 3,5 mA,</li> <li>– dla urządzeń 3-fazowych: 1 mA/kW.</li> </ul> <p>Pomiar można wykonać metodami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zastępczą</li> <li>– różnicową</li> <li>– bezpośrednią</li> </ul>	<p>Pierwotny prąd upływu</p> <p>Prąd nie może przekraczać:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– przyłącze do 32 A: 5 mA</li> <li>– przyłącze ponad 32 A: 10 mA</li> </ul> <p>Pomiar wykonać metodami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– prądu różnicowego lub</li> <li>– bezpośrednią.</li> </ul> <p>Celowe może być wykonanie pomiaru zastępczego prądu upływu.</p>

Tabela 2. Prąd dotykowy, prąd upływu z obwodu prądu spawania

wg IEC 62638	wg IEC 60974-4
<p>Prąd nie może przekraczać 0,5 mA.</p> <p>Pomiar można wykonać metodami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zastępczą</li> <li>– różnicową</li> <li>– bezpośrednią</li> </ul>	<p>Prąd nie może przekraczać 10 mA.</p> <p>Pomiar można wykonać metodą bezpośrednią.</p> <p>Celowe może być wykonanie pomiaru zastępczego prądu upływu.</p>

Pomiar prądu upływu urządzeń 3-fazowych następuje z reguły z użyciem odpowiedniego adaptera, ponieważ najczęściej mierniki mają gniazda 1-fazowe. W idealnej sytuacji można za pomocą adaptera wybrać metodę pomiaru – bezpośrednią lub prądu różnicowego.

Wartości graniczne prądów upływu oraz informacje dodatkowe podano w tabeli 1 i tabeli 2.

*Badanie dotykalnych wyjść napięciowych.*

Podczas tego pomiaru sprawdza się poziomy napięć, które powinny być bezpieczne dla użytkownika. Porównanie metod wykonywania pomiarów zamieszczono w tabeli 3.

**Test funkcjonalny.** Dla urządzeń do spawania łukowego test funkcjonalny obejmuje:

- sprawdzenie włącznika sieciowego,
- funkcje wyposażenia do obniżania napięcia,
- funkcje zaworów magnetycznych gazu,
- funkcje świateł meldunkowych i kontrolnych.

**Wykonanie dokumentacji.** Wszystkie przeprowadzone badania muszą być wyczerpująco udokumentowane. Dokumenty muszą zawierać co najmniej dane wymienione w odniesieniu do norm IEC 62638 i 60974-4 w tabeli 4.

### Mierniki i przyrządy badawcze

Stosowane mierniki i przyrządy badawcze muszą być zbudowane wg międzynarodowej normy produktowej IEC 61010 i (częściowo)

Tabela 3. Metody wykonywania pomiarów dotykalnych napięć wyjściowych

wg IEC 62638	wg IEC 60974-4
Mierzona jest zgodność napięcia znamionowego z danymi dla SELV PELV w urządzeniach, które wytwarzają napięcie SELV lub PELV przez transformator bezpieczeństwa lub zasilacz impulsowy.	Mierzone jest napięcie biegu jałowego $U_0$ : – w urządzeniach bez wyposażenia do obniżania napięcia przez pomiar napięcia biegu jałowego $U_0$ z oporem obciążającym 5 k $\Omega$ – w urządzeniach z wyposażeniem do zmniejszania napięcia przez pomiar napięcia biegu jałowego $U_0$ z oporem obciążającym, który jest zmieniany od 5 k $\Omega$ do 200 $\Omega$ .

Tabela 4. Minimalne wymagania odnośnie do dokumentacji wyników pomiarów

wg IEC 62638	wg IEC 60974-4
Badania należy dokumentować we właściwej formie (np. w formie naklejek lub rejestracji elektronicznej) Zaleca się – rejestrację wyników, – podanie typu i cech użytego miernika.	Sprawozdanie z badania musi zawierać: – oznaczenie badanego wyposażenia spawalniczego, – wyniki badań, – podpis, nazwisko badającego i jego instytucji, – oznaczenie miernika. Na wyposażenie należy nakleić etykietę dla wskazania, że obiekt badania spełnił wymagania. Na etykiecie musi być umieszczona data.

IEC 61557. W tych standardach ustalone są wymagania dotyczące bezpieczeństwa, dokładności, metod pomiarowych i warunków wpływu. Norma dla urządzeń spawalniczych wymaga (za wyjątkiem pomiaru rezystancji izolacji) dokładności 2,5%. Wymagania tego nie można osiągnąć szczególnie przy stosowaniu pomiaru prądu różnicowego i pomiaru rezystancji przewodu ochronnego lub można osiągnąć tylko z ekstremalnie dużym nakładem środków. W normie

dla mierników (dla badania urządzeń elektrycznych i urządzeń elektrycznych w medycynie) wystarczające są niepewności pomiarowe 10%. Wymaganie to powinno wystarczać również dla badania urządzeń spawalniczych. Przyrządy testujące przeznaczone do badań należy regularnie wzorcować lub kalibrować.

**Dieter Feulner (GMC-I Messtechnik)**  
**Miłosz Ciężyński (Astat Sp z o.o.)**

REKLAMA

## UNIWERSALNY TESTER URZĄDZEŃ SPAWALNICZYCH



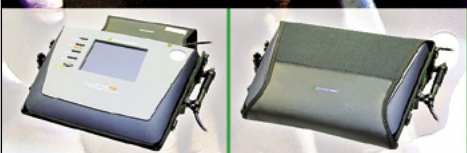
**GOSSEN METRAWATT**

- testy elektronarzędzi zgodne z normą VDE 0701-0702,
- testy aparatury medycznej zgodne z normą VDE 0751, IEC 62353,
- testy urządzeń spawalniczych (urządzenia łukowe) zgodnie z IEC 60974-4,
- możliwość ustawień własnych sekwencji testowych lub pobieranie ich ze strony producenta,
- certyfikat kalibracji DKD.

Tester Secustar FM oferuje:

- pomiary PE prądem 270mA AC,
- test rezystancji izolacji napięciem do 500V DC,
- pomiary prądów upływowych urządzeń 1-fazowych, jak i 3-fazowych,
- pomiar różnicowego prądu upływu,
- pomiar dotykowego prądu upływu,
- testy wyłączników różnicowoprądowych (z czasami 0..400ms).

**ASTAT**  
ENERGETYKA



ASTAT Sp. z o.o. • ul. Dąbrowskiego 441, 60-451 Poznań • tel.: 61 848 88 71, fax: 61 848 82 76 • www.astat.com.pl, e-mail: info@astat.com.pl