**Związek Rzemiosła Polskiego w Warszawie**

**Izba Rzemieślnicza Małej i Średniej Przedsiębiorczości w Szczecinie**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**PORADNIK DLA UCZESTNIKA**

**KURSU PRZYGOTOWUJĄCEGO**

**DO UZYSKANIA KWALIFIKACJI**

**W ZAWODZIE ELEKTRYK**

**Kwalifikacja składowa: Kontrolowanie i pomiary elektryczne maszyn i urządzeń**

**Symbol kwalifikacji składowej: Ele/4**

**Szczecin, 2013**

Autor: mgr inż. Piotr Dubis

Korekta stylistyczna: mgr Katarzyna Klimecka

Redakcja techniczna:  Ewelina Gracz

Poradnik opracowano i wydano w ramach projektu:

„Platforma Flexicurity MiŚP - Kreowanie płaszczyzny współpracy w zakresie flexicurity   
w obszarze MiŚP” współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projektodawcy:

Związek Rzemiosła Polskiego

Izba Rzemieślnicza Małej i Średniej Przedsiębiorczości w Szczecinie

Egzemplarz bezpłatny – przeznaczony dla uczestników projektu: „Platforma Flexicurity MiŚP - Kreowanie płaszczyzny współpracy w zakresie flexicurity w obszarze MiŚP”

**Spis Treści**

Wstęp 4

I. Dobieranie środków ochrony instalacji i urządzeń elektrycznych 8

II. Dobieranie środków ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych 13

III. Badanie instalacji i urządzeń pod kątem bezpieczeństwa eksploatacji 18

IV. Dobieranie zabezpieczeń w systemie elektroenergetycznym. 25

V. Wykonywanie prac przy instalacjach i urządzeniach elektroenergetycznych 29

VI. Przykład zadania praktycznego 39

VII. Literatura 40

# Wstęp

Dynamiczny rozwój zewnętrznego kontekstu kształcenia oraz szybkie tempo zmian wymuszają ciągły proces uczenia się i doskonalenia, praktycznie na każdym etapie życia jednostki. Edukacja, traktowana jako podstawowe prawo jednostki, zyskuje w oczach całych społeczeństw coraz wyższą wartość. W krajach europejskich wykształcenie postrzegane jest powszechnie jako jeden z zasadniczych czynników kariery zawodowej oraz wyznacznik pozycji społeczno-ekonomicznej. Takie podejście do edukacji stawia przed polityką społeczną poszczególnych państw szczególne zadania. Zachodzi konieczność prowadzenia takich działań, aby każda jednostka miała zapewniony dostęp do kształcenia na wszystkich jego poziomach. W obliczu kontrastów narastających w wielu obszarach życia społecznego oraz komercjalizacji szeregu usług oświatowych, stworzenie niejednorodnym środowiskom równego dostępu do edukacji wydaje się zadaniem szczególnie ważnym i trudnym zarazem.

Naprzeciw zmianom rynku pracy wychodzi nowe podejście do procesu uczenia się. Z jednej strony nowy sposób opisywania szeroko rozumianej edukacji – poprzez efekty uczenia się, z drugiej – konieczność reagowania na zmiany na rynku pracy w toku całego życia człowieka wymusza lepsze dopasowanie do naszych potrzeb systemów szkolenia i kształcenia, otwarcia się na równoważne traktowanie rozmaitych ścieżek edukacyjnych, stworzenie dostępnych, elastycznych ofert inwestowania w nasz rozwój osobisty i zawodowy. Tylko skuteczne inwestowanie w kapitał ludzki w ramach systemów kształcenia i szkolenia zapewni dalszy rozwój cywilizacyjny Unii Europejskiej, w tym także Polski.

We wrześniu 2010 roku polski rząd zatwierdził wprowadzenie Krajowych Ram Kwalifikacji (KRK) jako nowego narzędzia organizacji kształcenia. System ma być oparty na przyjętym w Europie układzie odniesienia umożliwiającym porównywanie kwalifikacji uzyskiwanych w różnych krajach (European Qualifications Framework, EQF). System charakteryzuje się podejściem całościowym – na jego podstawie można oceniać postępy w edukacji przedstawicieli dowolnego zawodu[[1]](#footnote-1).

Definicje:

1. **Europejska Rama Kwalifikacji (ERK),** to przyjęty w UE układ odniesienia umożliwiający porównywanie kwalifikacji uzyskiwanych w różnych krajach. W ERK wyróżniono 8 poziomów kwalifikacji określonych za pomocą wymagań dotyczących efektów uczenia się. Zgodnie z zaleceniami Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/C 111/01/WE z dnia 23 kwietnia 2008r., można zdefiniować cele ERK. Celem jest ułatwienie porównywania kwalifikacji zdobywanych w różnym czasie, miejscach i formach, lepsze dostosowanie kwalifikacji do potrzeb rynku pracy, a w efekcie wzrost mobilności pracowników, wypromowanie i ułatwienie uczenia się przez całe życie[[2]](#footnote-2). Europejska Rama Kwalifikacji dla uczenia się przez całe życie (ERK) - przyjęta w Unii Europejskiej struktura poziomów kwalifikacji stanowiąca układ odniesienia krajowych ram kwalifikacji umożliwiający porównywanie kwalifikacji uzyskiwanych w różnych krajach[[3]](#footnote-3).

Na równi traktowane będzie kształcenie formalne, pozaformalne i nieformalne. Ponadto nabyte kompetencje będą tak opisane, aby były rozpoznawalne i porównywalne w Polsce oraz w Europie.

Europejska Rama Kwalifikacji w skrócie pozwala na porównanie poziomów kształcenia bez konieczności unifikacji programów kształcenia, czyli pozwala na zachowana odrębności systemów edukacji przy jednoczesnej możliwości porównania poziomu, na którym pozostaje kwalifikacja. Pozwala na mobilność, gwarantuje transparentność, przy zachowaniu różnorodności treści kształcenia, instytucji kształcących i pozwala na różnorodność dróg dochodzenia do uzyskania kompetencji i kwalifikacji[[4]](#footnote-4).

1. **Polska Rama Kwalifikacji (PRK) -** Opis hierarchii poziomów kwalifikacji wpisywanych do zintegrowanego rejestru kwalifikacji w Polsce[[5]](#footnote-5).

PRK jest wzorowana na ERK i w naszym przypadku przyjęto osiem poziomów podobnie, jak to zaproponowano w ERK. PRK to zbiór różnych kwalifikacji tj. dyplomów, certyfikatów i świadectw formalnie potwierdzających wiedzę, umiejętności kompetencje przypisane danej kwalifikacji, a uzyskane w różnych formach edukacji:

- formalnej (w szkole)

- nieformalnej (na kursie, szkoleniu)

- pozaformalniej (w procesie pracy i samoedukacji)

1. **Edukacja formalna -** uczenie się poprzez udział w programach kształcenia i szkolenia prowadzących do uzyskania kwalifikacji zarejestrowanej[[6]](#footnote-6).
2. **Edukacja pozaformalna -** uczenie się zorganizowane instytucjonalnie jednak poza programami kształcenia i szkolenia prowadzącymi do uzyskania kwalifikacji zarejestrowanej[[7]](#footnote-7).
3. **Uczenie się nieformalne -** dochodzenie do nowych kompetencji bez korzystania z programów prowadzonych przez podmioty kształcące/szkolące (bez nauczyciela/instruktora/trenera), przez samodzielną aktywność podejmowaną w celu osiągnięcia określonych efektów uczenia się, i/lub przez uczenie się nieintencjonalne (niezamierzone)[[8]](#footnote-8).
4. **Kwalifikacja zarejestrowana -** opisany w zintegrowanym rejestrze kwalifikacji zestaw efektów uczenia się/kształcenia się, którego osiągnięcie zostało formalnie potwierdzone przez uprawnioną instytucję. Kwalifikacja opisana w rejestrze może być pełna lub cząstkowa[[9]](#footnote-9).
5. **Kwalifikacje składowe** - układ umiejętności i wiadomości określonych przez zestaw zadań zawodowych oraz cech psychofizycznych określonych przez zestaw kompetencji personalnych i społecznych, które umożliwiają efektywne wykonywanie pracy na określonym stanowisku pracy.
6. **Walidacja -** wieloetapowy proces sprawdzania, czy - niezależnie od sposobu uczenia się - kompetencje wymagane dla danej kwalifikacji zostały osiągnięte. Walidacja prowadzi do certyfikacji[[10]](#footnote-10).
7. **Certyfikowanie -** proces, w którego wyniku uczący się otrzymuje od upoważnionej instytucji formalny dokument, stwierdzający, że osiągnął określoną kwalifikację. Certyfikacja następuje po walidacji[[11]](#footnote-11).
8. **Wiedza -** zbiór opisów faktów, zasad, teorii i praktyk, przyswojonych w procesie uczenia się, odnoszących się do dziedziny uczenia się, lub działalności zawodowej[[12]](#footnote-12).
9. **Egzaminy sprawdzające kwalifikacje składowe** – egzamin sprawdzający przeprowadzany na podstawie z art. 3, ust. 3a ustawy o rzemiośle z dnia 22 marca 1989r. (Dz. U. 1989 Nr 17 poz. 92)[[13]](#footnote-13). – zgodnie z rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 września 2012r. w sprawie egzaminu czeladniczego, egzaminu mistrzowskiego oraz egzaminu sprawdzającego, przeprowadzanych przez komisje egzaminacyjne izb rzemieślniczych.
10. **Kurs** – kurs umożliwiający uzyskiwanie kwalifikacji zawodowych zgodnie z §3 pkt.5 rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 11 stycznia 2012r. w sprawie kształcenia ustawicznego w formach pozaszkolnych (Dz. U. 2012 Nr 0 poz.186)[[14]](#footnote-14).

Poradnik, który masz do dyspozycji ma pomóc Ci w pozyskaniu wiedzy i umiejętności związanych z zadaniami, dotyczącymi przygotowania do zawodu elektryk oraz przygotowaniu się do egzaminu sprawdzającego kwalifikację składową, a docelowo do egzaminu czeladniczego lub mistrzowskiego w zawodzie elektryk. Dla zawodu elektryk określono 5 kwalifikacji składowych.

Jeżeli zdobędziesz doświadczenie zawodowe oraz stosowne wykształcenie będziesz mógł przystąpić do egzaminu czeladniczego a później mistrzowskiego w zawodzie elektryk.

W poradniku zamieszczono wiadomości teoretyczne dotyczące wykonywania zadań zawodowych koniecznych na określonym stanowisku pracy. Opis każdego zadania zawodowego przedstawiony jest jako osobny temat.

W poradniku w postaci zwięzłych informacji, wskazano to, co w treściach poszczególnych tematów jest najważniejsze. Aby dobrze opanować te treści konieczne jest, abyś poszerzył swoją wiedzę o wiadomości zawarte w literaturze fachowej. Musisz też opierać się na swoim doświadczeniu zawodowym i umiejętnościach zdobytych podczas szkolenia praktycznego. Po każdym temacie podano przykładowe pytania sprawdzające wraz z odpowiedziami oraz ćwiczenie do samodzielnego wykonania. Na końcu każdego poradnika zamieszczono zadanie praktyczne, które sprawdzi Twoje opanowanie kwalifikacji składowej i tym samym przygotowanie do egzaminu sprawdzającego.

Egzaminy: sprawdzający, czeladniczy oraz mistrzowski przeprowadzane są przez komisje egzaminacyjne izby rzemieślniczej w dwóch etapach – praktycznym i teoretycznym. Kolejność zdawania etapów ustala przewodniczący komisji.

Etap praktyczny – polega na samodzielnym wykonaniu przez Ciebie zadań egzaminacyjnych sprawdzających umiejętności praktyczne.

Etap teoretyczny egzaminu czeladniczego i mistrzowskiego obejmuje dwie części: pisemną i ustną. Część pisemna przeprowadzana jest w formie testu i obejmuje 7 tematów w przypadku czeladnika lub 9 w przypadku egzaminu na mistrza, natomiast w części ustnej musisz odpowiedzieć na pytania zawarte w wylosowanym przez Ciebie zestawie obejmującym 3 tematy tj. technologia, maszynoznawstwo, materiałoznawstwo.

Na egzaminie sprawdzającym etap teoretyczny przeprowadzany jest tylko w części ustnej z zakresu: umiejętności zawodowych wchodzących w zakres zawodu, którego dotyczy egzamin oraz tematów: przepisy i zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej, a także podstawowe zasady ochrony środowiska.

Egzamin sprawdzający przeprowadza komisja czeladnicza izby rzemieślniczej.

1. **Wymagania dla kandydatów na egzamin sprawdzający**

Do egzaminu sprawdzającego możesz przystąpić jeżeli ukończyłeś odpowiedni kurs. Po kursie składasz wniosek do izby rzemieślniczej i następnie przystępujesz do egzaminu sprawdzającego. Jeżeli zdasz egzamin sprawdzający otrzymasz „Zaświadczenie o zdaniu egzaminu sprawdzającego”, potwierdzające znajomość podstawowych zagadnień dotyczących przepisów i zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej, zasad ochrony środowiska oraz umiejętności właściwych dla danej kwalifikacji składowej określonej dla zawodu elektryk.

1. **Wymagania dla kandydatów na egzamin czeladniczy**

Do egzaminu czeladniczego możesz przystąpić, o ile spełniasz jeden z poniższych warunków:

- jeśli ukończyłeś naukę zawodu u rzemieślnika to konieczne jest, abyś dokształcił się w szkole lub w systemie pozaszkolnym,

- jeżeli jesteś absolwentem gimnazjum lub ośmioletniej szkoły podstawowej to musisz mieć co najmniej 3-letni staż pracy w zawodzie elektryk lub mieć potwierdzenie, że uzyskałeś umiejętności zawodowe w zawodzie elektryk w formie pozaszkolnej,

- posiadasz świadectwo ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej lub dotychczasowej szkoły ponadpodstawowej, prowadzącej kształcenie zawodowe o kierunku związanym z zawodem elektryk,

- posiadasz tytuł zawodowy w zawodzie wchodzącym w zakres zawodu elektryk oraz po uzyskaniu tytułu zawodowego co najmniej pół roku pracowałeś w zawodzie elektryk,

- posiadasz zaświadczenie o zdaniu egzaminu sprawdzającego lub świadectwo potwierdzające kwalifikacje w zawodzi oraz po ich uzyskaniu przez co najmniej rok wykonywałeś prace elektryka.

**III. Wymagania dla kandydatów na egzamin na mistrza**

Do egzaminu mistrzowskiego możesz przystąpić jeśli spełniasz jeden z poniższych warunków:

- posiadasz tytuł czeladnika lub równorzędny w zawodzie i po uzyskaniu tytułu co najmniej 3–letni staż pracy w zawodzie, w którym zdajesz egzamin oraz świadectwo ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej albo dotychczasowej szkoły ponadpodstawowej,

- jeżeli przez co najmniej sześć lat prowadziłeś samodzielną działalność gospodarczą i wykonywałeś w jej ramach zawód elektryka oraz posiadasz świadectwo ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej albo dotychczasowej szkoły ponadpodstawowej,

- posiadasz tytuł mistrza w zawodzie wchodzącym w zakres zawodu elektryk i po uzyskaniu tytuł mistrza co najmniej roczny staż pracy w zawodzie elektryk oraz świadectwo ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej albo dotychczasowej szkoły ponadpodstawowej,

- posiadasz świadectwo ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej albo dotychczasowej szkoły ponadpodstawowej, dających wykształcenie średnie, w zawodzie wchodzącym w zakres zawodu elektryk i tytuł zawodowy w zawodzie wchodzącym w zakres zawodu elektryk, oraz po uzyskaniu tytułu zawodowego co najmniej dwuletni staż pracy w zawodzie elektryk,

- posiadasz dyplom ukończenia uczelni wyższej na kierunku lub w specjalności w zakresie wchodzącym w zakres zawodu elektryk, i po uzyskaniu tytułu zawodowego co najmniej roczny staż pracy w zawodzie elektryk.

**Metryczka zawodu**

**Zestawienie kwalifikacji składowych dla zawodu elektryk**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Symbol kwalifikacji składowej** | **Nazwa kwalifikacji składowej** | **\*** |
| Ele/1 | Przygotowywanie i montaż osprzętu elektrycznego |  |
| Ele/2 | Montowanie instalacji elektrycznych |  |
| Ele/3 | Eksploatacja maszyn i urządzeń elektrycznych |  |
| Ele/4 | Kontrolowanie i pomiary elektryczne maszyn i urządzeń elektrycznych |  |
| Ele/5 | Eksploatowanie sieci elektroenergetycznych |  |

\* - kolumna przeznaczona do określenia indywidualnego programu nauczania

**Metryczka kwalifikacji składowej**

**Zestawienie zadań zawodowych dla kwalifikacji składowej: eksploatacja maszyn i urządzeń elektrycznych**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Numer zadania zawodowego** | **Nazwa zadania zawodowego** | **\*** |
| Ele/4 – 1 | Dobieranie środków ochrony instalacji i urządzeń elektrycznych |  |
| Ele/4 – 2 | Dobieranie środków ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych |  |
| Ele/4 – 3 | Badanie instalacji i urządzeń pod kątem bezpieczeństwa eksploatacji |  |
| Ele/4 – 4 | Dobieranie zabezpieczeń w systemie elektroenergetycznym |  |
| Ele/4 – 5 | Wykonywanie prac przy instalacjach i urządzeniach elektroenergetycznych |  |

\* - kolumna przeznaczona do określenia indywidualnego programu nauczania

# Dobieranie środków ochrony instalacji i urządzeń elektrycznych

Norma PN-HD 60364 przewiduje następujące ochrony:

* przeciwporażeniową,
* przed skutkami oddziaływania cieplnego,
* przeciwpożarową,
* przed prądem przetężeniowym,
* przed spadkiem napięcia,
* przed przepięciami.

Pojęcia podstawowe związane ze środkami ochrony instalacji i urządzeń:

* przewód zerowy izolowany – to przewód neutralny N (zawsze niebieski),
* przewód zerowy uziemiany dodatkowo i wykorzystywany do celów ochrony to – przewód ochronno neutralny PEN (wykorzystywany w starych instalacjach 4-przewodowych),
* przewód zerujący – to przewód ochronny PE (zawsze żółto–zielony),
* ochrona podstawowa – to ochrona przed dotykiem bezpośrednim,
* ochrona dodatkowa – to ochrona przed dotykiem pośrednim,
* część pod napięciem – to część czynna,
* metalowe konstrukcje obiektów budowlanych oraz metalowe instalacje gazowe, wodne, centralnego ogrzewania itp. – to części przewodzące obce,
* zerowanie – szybkie samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieciowym TN,
* uziemienie ochronne – to szybkie samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TT oraz IT.

Ochrona przed prądem przetężeniowym jest realizowana we wszystkich instalacjach. Zgodnie z PN-HD 60364 wszystkie instalacje elektryczne powinny być zabezpieczone przed skutkami przeciążeń oraz zwarć. Według podanej normy wszystkie przewody robocze powinny posiadać zabezpieczenia zwarciowe umieszczone na początku linii, natomiast zabezpieczenia przeciążeniowe przewodów można montować w dowolnej odległości od początku linii pod warunkiem, że będzie to miało miejsce jeszcze przed gniazdem wtykowym bądź przed pierwszym rozgałęzieniem. Zabezpieczenia przetężeniowe realizuje się przy użyciu jednego lub dwóch różnych urządzeń. W pierwszym przypadku jest to wyłącznik instalacyjny lub bezpiecznik, który zabezpiecza przed skutkami zwarć i przeciążeń w drugim przypadku jedno urządzenie zabezpiecza przed skutkami zwarć a drugie przed skutkami przeciążeń. Urządzenia zabezpieczające przewody instalacyjne od przeciążenia powinny mieć odpowiednią charakterystykę działania. Bezpieczniki topikowe stały się najbardziej rozpowszechnionymi urządzeniami zabezpieczającymi z uwagi na dużą zdolność ograniczenia prądu zwarciowego oraz stosunkowo prostą budowę. Niemniej jednak obecnie stosuje się na ogół wyłączniki instalacyjne i wyłączniki różnicowoprądowe, które  
w przypadku zadziałania nie ulegają, jak bezpieczniki topikowe uszkodzeniu (nie wolno ich naprawiać). Charakterystyki pasmowe określające czas zadziałania w funkcji płynącego prądu wyłączników instalacyjnych są różne, w zależności od zabezpieczanego układu. Innej reakcji spodziewamy się w zabezpieczeniu linii zasilającej układ elektroniczny, a inne w przypadku zabezpieczenia silnika indukcyjnego. Wyróżnia się cztery rodzaje charakterystyki wyłączników instalacyjnych:

* wyłączniki typu A (instalacje z elementami elektroniki),
* wyłączniki typu B (instalacje ogólnego przeznaczenia),
* wyłączniki typu C (instalacje z silnikami elektrycznymi),
* wyłączniki typu D (instalacje z urządzeniami o dużych udarach prądowych np. silniki o trudnym rozruchu).

Dobierając zabezpieczenia należy pamiętać, że urządzenia zabezpieczające powinny działać selektywnie. To znaczy, że zadziałać powinien jako pierwszy bezpiecznik znajdujący najbliżej miejsca w którym wystąpiło zakłócenie (zwarcie, przeciążenie itp.)

Ochrona odgromowa jest kolejnym typem ochrony mającym wpływ na bezpieczeństwo użytkowników instalacji i urządzeń elektrycznych. Wymagania szczegółowe dotyczące ochrony odgromowej obiektów budowlanych i doboru elementów instalacji piorunochronnej zawarte są w normach PN/E-05003 oraz PN-HD 61024-1. Zgodnie z tymi wymaganiami budynki mieszkalne powinny posiadać ochronę odgromową, jeżeli są to obiekty, które:

* nie występują w zwartej zabudowie, o wysokości powyżej 15 m i powierzchni ponad 500 m2,
* ze względu na rodzaj konstrukcji budynku (materiały łatwopalne), położenie (strefa

o częstych wyładowaniach) – istnieje średnie zagrożenie piorunowe.

Instalacja piorunochronna powinna skutecznie odprowadzać ładunki pochodzące od pioruna, w taki sposób, aby nie dopuścić do indukowania się niebezpiecznych napięć  
w obwodach metalowych. Głównie w instalacjach elektrycznych oraz w instalacjach grzewczych, wodociągowych czy gazowych. Instalacja piorunochronna składa się przede wszystkim z:

* zwodów: służą do bezpośredniego przyjęcia wyładowań atmosferycznych,
* przewodów odprowadzających: służą do połączenia zwodów z przewodami uziemiającymi,
* przewodów uziemiających: łączą przewody odprowadzające z uziomem,
* uziomu: stanowi elementy metalowe ułożone w gruncie zapewniające z nim połączenie elektryczne.

Jako zwody oraz przewody odprowadzające wykorzystuje się elementy metalowe budynku, natomiast jako uziomy: elementy metalowe umieszczone w ziemi. Instalacje piorunochronne montowane są przez elektryków wykonujących instalacje elektryczne, które powinny być skoordynowane z instalacją odgromową poprzez zastosowanie właściwych środków ochrony wewnętrznej. Ochronę wewnętrzną przed skutkami wyładowań piorunowych realizuje się poprzez ekwipotencjalizację instalacji wprowadzonych do budynku i zastosowanie odstępów izolacyjnych.

Ochrona przeciwprzepięciowa ma chronić przed pojawieniem się w instalacji napięć wyższych niż znamionowe. Przyczyną przepięć w sieciach elektroenergetycznych mogą być wszelkie czynności łączeniowe (przepięcia wewnętrzne). Powodowane są brakiem bezwładności urządzeń regulacyjnych, które nie nadążają za szybkimi zmianami obciążenia, wyłączaniem zwarć przez wyłączniki instalacyjne, załączaniem i wyłączaniem odbiorników. Również przepięcia mogą być wywołane przez wyładowania atmosferyczne (przepięcia zewnętrzne). Charakteryzują się dużymi wartościami prądów szczytowych (do 100 kA) oraz krótkimi czasami trwania wyładowań. Pojawiają się również przepięcia wynikające ze zjawiska elektryczności statycznej.

Podczas przepięć może dojść do uszkodzenia wytrzymałości elektrycznej izolacji, dlatego w celu ochrony ludzi stosuje się odpowiednie urządzenia ochronne. Zasady dotyczące identyfikowania i określania miejsc w instalacjach elektrycznych, w których mogą występować przepięcia oraz kryteria doboru środków ograniczających przepięcia zawiera norma PN-HD 60364. Do ochrony przeciwprzepięciowej instalacji elektrycznych budynków stosowane są ochronniki przepięciowe w postaci ograniczników przepięć iskiernikowych lub częściej warystorowych.

**Zestawy pytań i odpowiedzi**

1. W jakim miejscu linii należy montować zabezpieczenia przeciążeniowe?

Odpowiedź:

Zabezpieczenia przeciążeniowe przewodów można montować w dowolnej odległości od początku linii pod warunkiem, że będzie to miało miejsce jeszcze przed gniazdem wtykowym bądź przed pierwszym rozgałęzieniem.

1. Jakie cechy spowodowały powszechne używanie bezpieczników topikowych?

Odpowiedź:

Bezpieczniki topikowe stały się najbardziej rozpowszechnionymi urządzeniami zabezpieczającymi z uwagi na dużą zdolność ograniczenia prądu zwarciowego oraz stosunkowo prostą budowę.

1. Jakie stosuje się charakterystyki pasmowe w wyłącznikach instalacyjnych?

Odpowiedź:

Wyróżnia się cztery rodzaje charakterystyki wyłączników instalacyjnych:

* wyłączniki typu A (instalacje z elementami elektroniki),
* wyłączniki typu B (instalacje ogólnego przeznaczenia),
* wyłączniki typu C (instalacje z silnikami elektrycznymi),
* wyłączniki typu D (instalacje z urządzeniami o dużych udarach prądowych np. silniki o trudnym rozruchu).

1. W jakim wypadku budynki mieszkalne powinny posiadać ochronę odgromową?

Odpowiedź:

Jeżeli są to obiekty, które: nie występują w zwartej zabudowie, o wysokości powyżej 15m i powierzchni ponad 500 m2, i ze względu na rodzaj konstrukcji budynku (materiały łatwo palne), oraz położenie (strefa o częstych wyładowaniach) – istnieje średnie zagrożenie piorunowe.

1. Jakie funkcje spełnia ochrona przeciwprzepięciowa?

Odpowiedź:

Ochrona przeciwprzepięciowa ma chronić przed pojawieniem się w instalacji napięć wyższych niż znamionowe.

**Przykład ćwiczenia praktycznego**

Polecenie:

Wykonaj przegląd instalacji odgromowej budynku.

Zestawienie materiałów i narzędzi:

* Zestaw narzędzi elektromonterskich.
* Szpadel, szczotka druciana.
* Smar do konserwacji złączy i zacisków probierczych.
* Zapasowe złącza do zwodów.

Sposób wykonania:

1. Oceń stan zwodów na budynku.
2. Oceń stan przewodów odprowadzających i ich mocowania do ścian budynku.
3. Oczyść kolejno zaciski probiercze z zanieczyszczeń.
4. Rozkręć zaciski i oczyść miejsca łączenia przewodu odprowadzającego z przewodem uziemiającym.
5. Po usunięciu zanieczyszczeń oceń stan zacisku i elementów łączących, jeśli jest taka potrzeba wymień elementy zardzewiałe.
6. Skręć ponownie zaciski probiercze, na gwinty śrub nałóż smar ochronny.
7. Jeśli jest to możliwe odkop jeden z uziomów i sprawdź czy warstwa antykorozyjna nie jest uszkodzona pod powierzchnią ziemi.
8. Sprawdź poprawność wykonania połączeń skręcanych w miejscach zacisków probierczych instalacji odgromowej, konserwacji połączeń śrubowych.

# Dobieranie środków ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych

Środki ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych mają do spełnienia bardzo ważną role, a mianowicie mają chronić użytkowników tej instalacji przed konsekwencjami kontaktu fizycznego z prądem elektrycznym. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim jest wymagana, kiedy znamionowe napięcie sieci zasilającej przekracza wartości bezpieczne: 25 V dla prądu przemiennego oraz 60 V dla prądu stałego. Realizowana jest poprzez:

* ochronę przez izolowanie części czynnych będących pod napięciem,
* ochronę przez zastosowanie ogrodzeń i osłon (obudów),
* ochronę przez zastosowanie barier,
* ochronę przez zastosowanie odstępów (części czynne poza zasięgiem ręki).

Na wypadek nieskutecznego działania wymienionych powyżej środków ochrony stosuję się ochronę uzupełniającą, przed dotykiem bezpośrednim, polegającą na użyciu wyłączników różnicowoprądowych RCD. Prąd wyzwalający wyłącznika  
RCD IΔn ≤ 30 mA ogranicza prąd rażenia, zapewniając tym samym spełnienie wszystkich wymagań ochrony przeciwporażeniowej przy dotyku bezpośrednim i pośrednim. Nie wolno jednak stosować wyłączników różnicowoprądowych jako jedynej ochrony przeciwporażeniowej.

Ochrona (dodatkowa) przy dotyku pośrednim zabezpiecza przed skutkami niebezpiecznego napięcia dotykowego, które może się pojawić na częściach przewodzących dostępnych np.: na obudowie urządzenia, w wyniku uszkodzenia izolacji. Ponadto ochrona przy dotyku pośrednim nie powinna dopuścić do występowania napięć dotykowych, które są niebezpieczne dla ludzi. Ochrona przy dotyku pośrednim, polega na zastosowaniu jednego z następujących środków takich jak:

* samoczynne wyłączenie zasilania,
* stosowanie urządzeń II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej,
* separacji elektrycznej,
* nieuziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych,
* izolowania stanowiska.

Samoczynne szybkie wyłączanie zasilania jest najczęściej stosowanym i najpewniejszym środkiem ochrony dodatkowej stosowanym w układach sieciowych TN, TT oraz IT. Polega na zapewnieniu szybkiego wyłączenia spodziewanego niebezpiecznego napięcia dotykowego, by chronić człowieka, w przypadku zwarcia pomiędzy częścią czynną a częścią przewodzącą dostępną bądź przewodem ochronnym obwodu. Generalnie jest to ochrona, która polega na utworzeniu pętli zwarciowych poprzez przewody ochronne, które łączącą dostępne części przewodzące z punktem neutralnym sieci lub z ziemią (zależnie od układu sieci) oraz zastosowaniu ochronnych urządzeń wyłączających w odpowiednim czasie napięcie.

Ochrona przez stosowanie urządzeń II klasy ochronności realizowana jest poprzez stosowanie dodatkowej izolacji ochronnej, tak aby w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej nie doszło do pojawienia się niebezpiecznego napięcia dotykowego na częściach przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych. Izolację ochronną można uzyskać przez izolację podwójną, izolacje wzmocnioną lub fabrycznie wykonaną całkowitą izolację urządzenia (obudowa izolacyjna). Izolacja ochronna mierzona napięciem stałym musi mieć rezystancję wynoszącą co najmniej 2 MΩ i stosuje się ją w przypadku:

* elektronarzędzi,
* obudowy wyłączników i wtyczek,
* urządzeń elektrycznych gospodarstwa domowego.

Ochrona przez izolowanie stanowiska polega na izolowaniu podłóg i ścian pomieszczenia – w przypadku braku izolacji podstawowej zapobiega dotknięciu części przewodzących pod napięciem i przyłożeniu różnych potencjałów do dwóch stykających się osób bądź jednej osoby względem potencjału ziemi.

Rezystancja podłóg i ścian powinna wynosić:

* przy znamionowym napięciu zasilania sieci do 500 V – nie mniej niż 50 kΩ,
* przy napięciach zasilania sieci powyżej 500 V – nie mniej niż 100 kΩ.

Ochrona przez zastosowanie separacji elektrycznej polega na galwanicznym rozdzieleniu obwodów prądowych odbiornika od sieci zasilającej. W tym celu stosuje się transformator separujący o przekładni 1:1 lub oddzielny agregat prądotwórczy z izolowanymi uzwojeniami. Takie rozwiązanie pozwala uniknąć wystąpienia na obudowie urządzenia napięcia dotykowego względem uziemionej sieci zasilającej. Należy pamiętać, iż zaciski transformatora separującego nie mają połączenia galwanicznego z ziemią. Separacja elektryczna jest najskuteczniejsza przy zasilaniu tylko pojedynczego odbiornika. Natomiast jeżeli z obwodu separowanego zasilanych jest więcej urządzeń, to ich części przewodzące dostępne powinny być połączone nieuziemionymi przewodami wyrównawczymi.

Ochrona przez zastosowanie nieuziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych polega na połączeniu między sobą wszystkich części przewodzących jednocześnie dostępnych oraz części przewodzących obcych za pomocą nieuziemionych połączeń wyrównawczych. Stosuje się ją w celu wyrównania potencjału części jednocześnie dostępnych na izolowanych stanowiskach. Nieuziemione połączenia wyrównawcze mają za zadanie zapobiegać pojawieniu się niebezpiecznych napięć dotykowych. Ochrona jest skuteczna, gdy zostanie spełniony warunek: gdzie: I – jest to prąd powodujący zadziałanie urządzenia wyłączającego w [A], R – jest to rezystancja połączenia wyrównawczego w [Ω], UL – jest to największe napięcie dotykowe dopuszczalne w danych warunkach środowiskowych w [V].



Wyłączniki różnicowoprądowe stosuje się jako środki ochrony przeciwporażeniowej do wyłączania obwodów zabezpieczonych w chwili pojawienia się niebezpiecznego napięcia dotykowego grożącego porażeniem prądem. W momencie pojawienia się niebezpiecznego napięcia dotykowego na obudowie urządzenia, wyłącznik różnicowoprądowy odłącza wszystkie przewody czynne tego urządzenia od sieci zasilającej. Nie spełnienia on jednak funkcji zabezpieczenia obwodów i wyposażenia przed skutkami przeciążeń i zwarć oraz, nie reaguje na prądy zwarciowe lub zakłócenia płynące jedynie w przewodach czynnych. Zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego możliwe jest dopiero przy prądach przekraczających 6 - krotną wartość znamionowego prądu obciążenia In. Z tego też powodu, każdy obwód z wyłącznikiem różnicowoprądowym powinien być koniecznie dodatkowo zabezpieczony za pomocą wyłączników instalacyjnych o dobranych parametrach przeciążeniowych i zwarciowych.

**Zestawy pytań i odpowiedzi**

1. W jakich instalacjach wymagana jest ochrona przed dotykiem bezpośrednim?

Odpowiedź:

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim jest wymagana, kiedy znamionowe napięcie sieci zasilającej przekracza wartości bezpieczne: 25 V dla prądu przemiennego oraz 60 V dla prądu stałego.

1. Jakie środki techniczne realizują ochronę przed dotykiem bezpośrednim?

Odpowiedź:

Realizowana jest poprzez: izolowanie części czynnych będących pod napięciem,

zastosowanie ogrodzeń i osłon (obudów), zastosowanie barier, zastosowanie odstępów

(części czynne poza zasięgiem ręki).

1. W Jaki sposób zabezpiecza się użytkowników sieci na wypadek nieskutecznego działania ochrony podstawowej przed dotykiem bezpośrednim?

Odpowiedź:

Na wypadek nieskutecznego działania środków ochrony podstawowej stosuję się ochronę uzupełniającą, przed dotykiem bezpośrednim, polegającą na użyciu wyłączników różnicowoprądowych RCD.

1. Na czym polega ochrona dodatkowa przy dotyku pośrednim?

Odpowiedź:

Ochrona przy dotyku pośrednim, polega na zastosowaniu jednego z następujących środków: samoczynnego wyłączenie zasilania, stosowania urządzeń II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej, separacji elektrycznej, nieuziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych, izolowania stanowiska.

1. W jakich przypadkach stosuje się izolację ochronną?

Odpowiedź:

Stosuje się ją w przypadku: elektronarzędzi, obudowy wyłączników i wtyczek, urządzeń elektrycznych gospodarstwa domowego.

1. Na czym polega ochrona przez zastosowanie separacji elektrycznej?

Odpowiedź:

Ochrona przez zastosowanie separacji elektrycznej polega na galwanicznym rozdzieleniu obwodów prądowych odbiornika od sieci zasilającej. W tym celu stosuje się transformator separujący o przekładni 1:1 lub oddzielny agregat prądotwórczy

z izolowanymi uzwojeniami. Takie rozwiązanie pozwala uniknąć wystąpienia na obudowie urządzenia napięcia dotykowego względem uziemionej sieci zasilającej.

**Przykład ćwiczenia praktycznego**

Polecenie:

Zamontuj i sprawdź poprawność działania wyłącznika różnicowoprądowego zabezpieczającego obwód zasilania gniazda wtykowego.

Zestawienie materiałów i narzędzi:

* Rozdzielnia elektryczna wraz z osprzętem zasilana w układzie TN-S.
* Wyłącznik różnicowoprądowy 1-fazowy.
* Gniazdo wtykowe do montażu w rozdzielni na szynę montażową.
* Przewody instalacyjne.
* Miernik uniwersalny.
* Narzędzia elektromonterskie.
* Miernik do badania wyłączników różnicowoprądowych.

Sposób wykonania:

1. Przed dokonaniem podłączeń elektrycznych upewnij się, że zasilanie rozdzielni jest wyłączone.
2. Zamontuj w rozdzielni wyłącznik różnicowoprądowy i gniazdo wtykowe.
3. Podłącz przewody zasilające (fazowy i neutralny) do wyłącznika różnicowoprądowego.
4. Wyprowadź przewody zasilające gniazdo jednofazowe, pamiętając o podłączeniu styku ochronnego do przewody ochronnego.
5. Sprawdź jakość połączeń i ciągłość przewodów.
6. Zasil rozdzielnie i włącz wyłącznik różnicowoprądowy.
7. Sprawdź zadziałanie przycisku testowego na wyłączniku różnicowoprądowym.
8. Zmierz napięcie między przewodem fazowym a przewodem neutralnym w gnieździe.
9. Sprawdź za pomocą miernika wyłączników różnicowoprądowych zadziałanie zainstalowanego wyłącznika.
10. Jeżeli nastąpiło zadziałanie wyłącznika podczas badania, a parametry wskazane przez miernik mieszczą się w normach to wyłącznik działa prawidłowo i został prawidłowo zainstalowany.

# Badanie instalacji i urządzeń pod kątem bezpieczeństwa eksploatacji

Zakres prac pomiarowych i oględzin instalacji elektrycznych do 1 kV określają normy. Częstotliwość wykonywania badań określa się na podstawie charakteru instalacji, warunków środowiskowych w jakich instalacja pracuje. Przykładowe czasy między badaniami przedstawia tabela. Jednak w ocenie osoby przeprowadzającej badania pozostaje czy te czasy należy skrócić czy zachować w przedstawionej formie.

**Tabela 1 Zakres pomiarów i prób eksploatacyjnych instalacji o napięciu znamionowym do 1 kV oraz przykładowe terminy ich wykonania.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Rodzaj pomiaru i prób** | **Wymagania techniczne** | **Termin wykonania** |
| Pomiar napięć i obciążeń. | Zgodnie z przepisami w sprawie obciążeń prądem przewodów i kabli. | Nie rzadziej niż co 5 lat, w miarę możliwości w okresie największego obciążenia prądowego danej instalacji. |
| Sprawdzenie skuteczności działania środków ochrony przeciwporażeniowej. Pomiar rezystancji uziemień roboczych i ochronnych.  Sprawdzenie ciągłości przewodów ochrony przeciwporażeniowej. | Zgodnie z przepisami w sprawie ochrony przeciwporażeniowej. | 1. Instalacja na otwartym powietrzu albo w pomieszczeniach o wilgotności względnej około 100% o temp. powietrza wyższej niż +35°C lub w pomieszczeniach o wyziewach żrących - nie rzadziej niż raz w roku.  2. Instalacje w pomieszczeniach o wilgotności względnej wyższej niż 75% do 100%, zapylonych oraz zaliczonych do kat. I, II i III niebezpieczeństwa pożarowego lub kat. I, II i III zagrożenia ludzi - nie rzadziej niż co 5 lat.  3. Instalacje w pozostałych pomieszczeniach - nie rzadziej niż co 5 lat. |
| Pomiar rezystancji izolacji przewodów roboczych instalacji. | Odpowiadające wymaganiom przy przyjmowaniu do eksploatacji. | 1. Instalacje w pomieszczeniach o wyziewach żrących lub zaliczonych do kat. I, II i III niebezpieczeństwa pożarowego lub kat. I, II i III zagrożenie ludzi – nie rzadziej niż raz w roku.  2.Instalacja na otwartym powietrzu albo w pomieszczeniach o wilgotności względnej wyższej niż 75% do 100%, o temp. powietrza wyższej niż +35°C lub zapylonych - nie rzadziej niż co5 lat.  3. Instalacje w pozostałych pomieszczeniach - nie rzadziej niż co 5 lat. |

#### Pomiary impedancji pętli zwarciowych

Celem tych pomiarów jest sprawdzenie skuteczności działania urządzeń ochrony – bezpieczników i wyłączników instalacyjnych. W przypadku jednofazowych zwarć z obudową urządzeń połączonych z przewodami ochronnymi PE lub PEN, ich zadanie polega na samoczynnym wyłączeniu zasilania. Jeżeli natężenie prądu zwarcia jednofazowego Ik jest większe od prądu zadziałania zabezpieczeń zwarciowych Ia to wymagania ochrony są spełnione. W czasie wykonywania pomiarów należy zachować szczególną ostrożność ze względu na możliwość wystąpienia warunków niebezpiecznych w przypadku braku ciągłości przewodów ochronnych. Z tego względu przed przystąpieniem do pomiarów należy sprawdzić ciągłość przewodów ochronnych. Obecnie stosuje się specjalne przyrządy do badania impedancji pętli zwarciowych (cyfrowe i wskazówkowe). Podczas pomiarów impedancji pętli zwarciowej, zabezpieczonej bezpiecznikami o prądzie znamionowym do 25 A, na ogół wystarcza pomiar rezystancji pętli. Jeżeli jednak w skład pętli wchodzą linie napowietrzne n.n. bądź też pętla jest zabezpieczona wyłącznikami o prądzie znamionowym większym niż 25 A to konieczny jest również pomiar reaktancji pętli oraz obliczenie, korzystając z odpowiednich wzorów, samej impedancji.

##### Badanie wyłącznika przeciwporażeniowego różnicowoprądowego

Podczas normalnej eksploatacji obwodu zabezpieczonego wyłącznikiem różnicowoprądowym, można sprawdzić poprawność jego działania za pomocą wbudowanego przycisku kontrolnego. Jego naciśnięcie powinno natychmiast wyłączyć obwód spod napięcia.

W trakcie okresowych badań wyłączników różnicowoprądowych mierzy się prąd zadziałania wyłącznika, za pomocą specjalnych mierników i testerów. Prąd różnicowy, który wyzwala wyłącznik wyznacza się przez zmianę rezystancji Rp od bardzo dużej wartości (wyłącznik nie działa) do wartości prądu, która pozwoli mu zadziałać IΔw. W przypadku sieci TN badanie skuteczności działania wyłączników różnicowoprądowych polega na wyznaczeniu wartości wyzwalającego prądu różnicowego. Wyłącznik powinien zadziałać przy prądzie, którego natężenie ma wartość zbliżoną do znamionowego prądu zadziałania wyłącznika IΔp i nie powinien rozłączać obwodu dla prądów mniejszych niż połowa znamionowego prądu jego zadziałania 0,5 IΔN.

##### Badanie ciągłości połączeń

Do badania ciągłości połączeń używa się próbników zasilanych napięciem nie przekraczającym kilku woltów. Nie należy natomiast używać induktorowego miernika izolacji. Podczas pomiarów sprawdza się czy rezystancja nie uległa zwiększeniu. Jeżeli tak się stało to prawdopodobnie nastąpiła przerwa w badanym obwodzie lub zwiększyła się rezystancja połączeń. W takiej sytuacji należy sprawdzić jakość połączeń obwodu (puszki rozgałęźne, łączniki instalacyjne, itp.).

##### Badanie rezystancji uziemień

Pomiarów rezystancji uziemień dokonuje się metodą techniczną za pomocą amperomierza i woltomierza (rezystancję należy wyliczyć) lub metodą kompensacyjną napięcia, przy użyciu specjalistycznych przyrządów pomiarowych.

##### Pomiary rezystancji izolacji

Wymagane wartości rezystancji izolacji określone są poprzez szczegółowe przepisy eksploatacji konkretnych urządzeń elektrycznych. Dla instalacji o napięciu:

* do 500 V wymagana rezystancja powinna wynosić co najmniej 0,5 MΩ,
* od 500 V ÷ 1 kV wymagana wartość rezystancji powinna wynosić przynajmniej 1 MΩ.

Do pomiaru rezystancji wykorzystuje się specjalne omomierze, które zawierają źródło napięcia stałego o różnych napięciach znamionowych, mianowicie: 50V, 100V, 250V, 500V, 1000V, 2500V. W zależności od napięcia znamionowego badanego obwodu lub urządzenia dobiera się odpowiedni miernik. W przypadku obwodów SELV i PELV do 50 V używa się napięcia pomiarowego 250 V. W obwodach od 50 V ÷ 500 V stosuje się napięcie pomiarowe o wartości 500 V. Napięcie pomiarowe 1000 V stosuje się zaś w obwodach od 500 V ÷ 1000 V. Do badania kabli energetycznych o napięciu znamionowym większym niż 1 kV oraz urządzeń elektroenergetycznych o napięciu większym niż 1 kV stosuje się największe napięcie pomiarowe o wartości 2,5 kV. Przed wykonaniem pomiarów rezystancji izolacji instalacji eksploatowanych należy pamiętać, aby wyłączyć napięcie instalacji, a następnie upewnić się, że nie ma żadnego napięcia w punktach, do których zamierzamy przyłączyć miernik. Jest to bardzo ważne, gdyż w przypadku przyłączenia miernika rezystancji izolacji do punktów, między którymi występuje różnica potencjałów, możemy doprowadzić do trwałego uszkodzenia miernika.

##### Pomiary rezystancji izolacji w urządzeniach

Jeżeli chcemy zmierzyć wypadkową rezystancję izolacji wszystkich uzwojeń silnika połączonego w trójkąt lub gwiazdę z wykorzystaniem megaomomierza względem obudowy, możemy przeprowadzić tylko jeden pomiar. W tym celu należy włączyć miernik pomiędzy dowolny zacisk silnika V2, W2, U2 lub U1, V1, W1 i obudowę silnika. Jeżeli zaś chcemy przeprowadzić pomiar rezystancji izolacji uzwojeń kolejnych faz silnika to należy w tym celu zdemontować połączenia w trójkąt lub gwiazdę i pomierzyć rezystancję izolacji uzwojenia względem obudowy lub rezystancję izolacji uzwojeń względem siebie. Dokładne (pełne) zmierzenie rezystancji izolacji silnika trójfazowego wymaga przeprowadzenia sześciu pomiarów, mianowicie:

* miernik włącza się między obudowę a zaciski V2, W2 lub U2, albo między obudowę, a zaciski U1, V1 lub W1,
* miernik włącza się między zaciski V2–W2, W2–U2, U2–V2 lub U1–V1, V1–W1 i W1–U1.

##### Pomiar rezystancji izolacji instalacji oświetleniowej

Polega on na wyłączeniu napięcia instalacji i podłączeniu megaomomierza pomiędzy przewód fazowy L i neutralny N. Rezystancja izolacji powinna wynosić co najmniej 1 kΩ na 1 V napięcia w instalacjach nowych, dzięki czemu prąd upływu instalacji nie przekroczy 1 mA i tym samym nie zaistnieje zagrożenie porażeniem prądem.

###### Tabela 2. Minimalne wartości rezystancji izolacji.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Napięcie nominalne obwodu [V]** | **Napięcie probiercze prądu stałego [V]** | **Rezystancja izolacji [**MΩ] |
| SELV i FELV w zależności od warunków środowiskowych | 250 | ≥ 0,25 |
| ≤ 500 V | 500 | ≥ 0,5 |
| > 500 V | 1000 | ≥ 1,0 |

#### Pomiar rezystancji stanowiska

Pomiar rezystancji izolacji Rst podłogi oraz ścian wykonywany jest co najmniej w trzech miejscach, z wykorzystaniem tej samej metody pomiarowej. Do pomiaru wykorzystuje się dostępne w badanym pomieszczeniu napięcie przemienne.

W czasie pomiarów należy zmierzyć napięcie pomiędzy przewodem fazowym a ziemią (U1) oraz napięcie pomiędzy przewodem fazowym a metalową płytą (U2). Po zmierzeniu odpowiednich wartości należy je podstawić do wzoru: .



Dodatkowo, aby obliczyć wartość rezystancji należy znać wartość rezystancji wewnętrznej przyrządu pomiarowego RV.

##### Protokół z prac kontrolno-pomiarowych

Protokół z prac kontrolno pomiarowych powinien zawierać przede wszystkim dane ogólne o obiekcie badań, informację o wykonujących pomiary oraz:

* dane o rodzaju badań,
* dane o metodzie pomiarów i charakterystykę użytych przyrządów pomiarowych,
* dane o warunkach przeprowadzenia badań,
* tabelaryczne zestawienie wyników badań i ich ocenę,
* szkice rozmieszczenia badanych urządzeń, uziomów i obwodów instalacji,

Protokół powinien zakończyć się wnioskami i zaleceniami wynikającymi z przeprowadzonych pomiarów i oględzin. W protokole powinna być również zawarta data przeprowadzenia kolejnego badania.

**Zestawy pytań i odpowiedzi**

1. Jakie zabezpieczenia sprawdzane są podczas badania impedancji pętli zwarciowej?

Odpowiedź:

Celem tych badań jest sprawdzenie skuteczności działania urządzeń ochrony – bezpieczników i wyłączników instalacyjnych.

1. Na co należy zwrócić uwagę przy wykonywaniu pomiarów impedancji pętli zwarcia?

Odpowiedź: W czasie wykonywania pomiarów należy zachować szczególną ostrożność ze względu na możliwość wystąpienia warunków niebezpiecznych w przypadku braku ciągłości przewodów ochronnych.

1. Przy jakiej wartości prądu różnicowego powinien zadziałać wyłącznik różnicowoprądowy?

Odpowiedź:

Wyłącznik powinien zadziałać przy prądzie, którego natężenie ma wartość zbliżoną do znamionowego prądu zadziałania wyłącznika IΔp i nie powinien rozłączać obwodu dla prądów mniejszych niż połowa znamionowego prądu jego zadziałania 0,5 IΔN.

1. Z jakich mierników należy korzystać przy badaniu ciągłości połączeń?

Odpowiedź:

Do badania ciągłości połączeń używa się próbników zasilanych napięciem nie przekraczającym kilku woltów. Nie należy natomiast używać induktorowego miernika izolacji.

1. Jakiego rodzaju mierników używa się do pomiaru rezystancji izolacji w instalacjach elektrycznych?

Odpowiedź:

Do pomiaru rezystancji wykorzystuje się specjalne omomierze, które zawierają źródło napięcia stałego o różnych napięciach znamionowych, mianowicie: 50V, 100V, 250V, 500V, 1000V, 2500V. W zależności od napięcia znamionowego badanego obwodu lub urządzenia dobiera się odpowiedni miernik

1. Jakie napięcie pomiarowe stosuje się przy badaniu rezystancji izolacji kabli o napięciu znamionowym 1kV?

Odpowiedź:

Do badania kabli energetycznych o napięciu znamionowym 1 kV oraz urządzeń elektroenergetycznych o napięciu większym niż 1 kV stosuje się największe napięcie pomiarowe o wartości 2,5 kV.

**Przykład ćwiczenia praktycznego**

Polecenie:

Wykonaj badanie reyzstancji izolacji silnika trójfazowego połączonego w trójkąt. Pomiaru dokonaj megaomomierzem. Silnik zasilany jest napięciem międzyfazowym 400V.

Zestawienie materiałów i narzędzi:

* Silnik Indukcyjny trójfazowy.
* Megaomomierz o napięciu pomiarowym 500V.
* Sądy pomiarowe.

Sposób wykonania:

1. Zdemontuj pokrywę skrzynki zaciskowej.
2. Zdemontuj połączenia początków i końców uzwojeń w skrzynce zaciskowej.
3. Włącz miernik między obudowę a zacisk V2, , albo między obudowę a zaciski V1 i dokonaj pomiaru, zanotuj wynik.
4. Włącz miernik między obudowę, a zacisk U2, , albo między obudowę, a zaciski U1 i dokonaj pomiaru, zanotuj wynik.
5. Włącz miernik między obudowę, a zacisk W2, , albo między obudowę, a zaciski W1 i dokonaj pomiaru, zanotuj wynik.
6. Włącz miernik między zaciski V2–W2, lub V1–W1 i dokonaj pomiaru, zanotuj wynik.
7. Włącz miernik między zaciski U2–W2, lub U1–W1 i dokonaj pomiaru, zanotuj wynik.
8. Włącz miernik między zaciski V2–U2, lub V1–U1 i dokonaj pomiaru, zanotuj wynik.
9. Dokonaj oceny uzyskanych wyników wydając decyzje o dopuszczeniu do dalszej eksploatacji badanego silnika.

# Dobieranie zabezpieczeń w systemie elektroenergetycznym.

Zabezpieczenie ciągłości zasilania odbiorców energii elektrycznej jest kluczowym problemem systemu elektroenergetycznego. Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa odpowiada również za zabezpieczenie urządzeń elektroenergetycznych  
w przypadku wystąpienia uszkodzeń, niedopuszczenie do rozszerzania się awarii oraz ochronę ludzi i urządzeń znajdujących się w pobliżu uszkodzonych urządzeń systemu energetycznego. Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa musi reagować na występujące uszkodzenia, do których należą:

* zwarcia w sieciach elektroenergetycznych,
* przerwy w przewodach,
* utrata ciągłości zasilania,
* uszkodzenia generatorów takie jak zwarcia w stojanie wielofazowe, doziemne i zwojowe, zwarcia w wirniku, utrata wzbudzenia, nadmierna asymetria, nadmierny wzrost temperatury, uszkodzenia mechaniczne generatora i napędu,
* uszkodzenia transformatorów: zwarcia wewnętrzne między fazowe, doziemne i zwojowe, nadmierny wzrost temperatury, uszkodzenia mechaniczne,
* utrata równowagi współpracy równoległej generatorów z systemem, głównie powodowana zwarciami w systemie,
* utrata stabilności napięcia wywołana przez zwarcia lub deficyt mocy biernej,
* spadek częstotliwości sieciowej wskutek lokalnego deficytu mocy czynnej, tzw. udarów obciążenia spowodowanych wyłączeniem dużych jednostek wytwórczych.

Ogólnie elektroenergetyczną automatykę zabezpieczeniową można podzielić na automatykę eliminacyjną, powodującą samoczynne wyłączenie uszkodzonych urządzeń, automatykę prewencyjną powodującą niedopuszczenie do zagrożenia pracy układu (np. SCO i APKO) i automatykę restytucyjną, której zadaniem jest przywracanie normalnych warunków pracy układu (np. SPZ lub SZR).

W energetyce stosuje się następujące podstawowe układy automatyki:

* samoczynne ponowne załączanie SPZ,
* samoczynne załączanie rezerwy SZR,
* samoczynne częstotliwościowe odciążanie SCO,
* samoczynne gaszenie pola SGP (AGP) w generatorach,
* automatyczne wymuszanie składowej czynnej doziemnego prądu SWSC,
* samoczynna regulacja częstotliwości SRC generatorów (turbin),
* samosynchronizacja, układy forsowania wzbudzenia generatorów,
* sterowanie obciążeniem za pomocą częstotliwości akustycznej SCA,
* automatyka przeciwkołysaniowo-odciążająca APKO,
* lokalne rezerwowanie wyłącznika LWR.

Automatyka SPZ służy do eliminacji wpływu krótkotrwałych zwarć przemijających, stanowiących około 70% uszkodzeń występujących w sieciach napowietrznych systemu. Jeżeli czas trwania zwarcia nie przekracza 0,3-1s, to układ szybkiego SPZ zapewnia praktycznie bezprzerwowe zasilanie. Układy tzw. SPZ powolnego, zapewniają podanie napięcia na uprzednio wyłączoną linię po czasie dłuższym niż 1s. W przypadku zwarć trwałych wyłączenie jest definitywne.

Automatyka SZR ma za zadanie utrzymanie zasilania najważniejszych linii i odbiorów elektroenergetycznych w przypadku zaniku lub nadmiernego obniżenia się napięcia sieciowego. Rezerwa może mieć charakter rezerwy jawnej w postaci linii lub transformatora niepracującego normalnie (rezerwowego) lub rezerwy ukrytej w liniach i transformatorach nie w pełni obciążonych.

Automatyka SCO ma za zadanie ochronę przed powstaniem deficytu mocy czynnej, powodującego spadek częstotliwości sieciowej. Układ powoduje stopniowe wyłączanie grup odbiorników przy obniżaniu się częstotliwości. Układy SCO muszą być blokowane przed działaniem spowodowanym rozruchem silników lub załączaniem baterii kondensatorów służących do kompensacji mocy biernej.

Automatyka AWSC ma za zadanie pobudzenie członów rozruchowych przekaźników ziemnozwarciowych o charakterystyce czynnomocowej, w przypadku zwarć doziemnych w sieci z kompensacją prądów ziemnozwarciowych. Charakter sieci sprawia, że konieczne jest zwiększenie prądu przy zwarciu doziemnym w sposób sztuczny. Uzyskuje się to przez automatyczne włączenie odpowiedniego rezystora szeregowo do dodatkowego uzwojenia cewek gaszących lub transformatora uziemiającego. AWSC działa z opóźnieniem rzędu 3 s. Maksymalny czas załączenia rezystora wymuszającego wynosi zwykle 5 s.

Automatyka odwzbudzania generatora SGP powinna powodować obniżenie się napięcia na zaciskach generatora do wartości poniżej 10% napięcia znamionowego w czasie poniżej 3 s. Działanie automatyki SGP polega na dokonywaniu przełączeń w obwodzie wzbudzenia powodujących zwieranie obwodu przez odpowiednią rezystancję lub wywołanie na rezystorach spadków napięcia przeciwnie skierowanych do napięcia wzbudnicy. Układy automatycznej regulacji napięcia i regulacji częstotliwości generatorów stanowią ich typowe wyposażenie i są dostarczane przez producenta lub dostawcę maszyn w elektrowniach.

Telefonia wysokonapięciowa wykorzystywana wcześniej była do niezależnego kontaktu miedzy dyspozytorami linii wysokich napięć. Obecnie za pomocą tych sygnałów realizuje się dodatkowe funkcje. Istotą sterowania przy pomocy sygnałów o częstotliwości akustycznej SCA jest przesyłanie impulsów o częstotliwości akustycznej (w Polsce zwykle 216 i 2/3 Hz) istniejącą siecią elektroenergetyczną bez stosowania dodatkowych torów transmisji. System SCA jest przeznaczony do kształtowania obciążeń sieci rozdzielczej przez programowe lub dyspozytorskie sterowanie mocą odbiorców zarówno indywidualnych, jak i przemysłowych. SCA ma zastosowanie do przełączania taryf dla grup odbiorców, sterowania oświetleniem publicznym dróg, sygnalizacji ruchu itp.

**Zestawy pytań i odpowiedzi**

1. Za co odpowiada elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa?

Odpowiedź:

Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa odpowiada również za zabezpieczenie urządzeń elektroenergetycznych w przypadku wystąpienia uszkodzeń, niedopuszczenie do rozszerzania się awarii oraz ochronę ludzi i urządzeń znajdujących się w pobliżu uszkodzonych urządzeń systemu energetycznego.

1. Na jakie rodzaje ze względu na zadania można podzielić elektroenergetyczną automatykę zabezpieczeniową ?

Odpowiedź:

Ogólnie elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa można podzielić na automatykę eliminacyjną, automatykę prewencyjną) i automatykę restytucyjną.

1. Jakie znasz podstawowe układy automatyki ?

Odpowiedź:

W energetyce stosuje się następujące podstawowe układy automatyki:

* samoczynne ponowne załączanie SPZ,
* samoczynne załączanie rezerwy SZR,
* samoczynne częstotliwościowe odciążanie SCO,
* samoczynne gaszenie pola SGP (AGP) w generatorach,

1. Jakie zadanie wypełnia układ samoczynnego załączenia rezerwy?

Odpowiedź:

Automatyka SZR ma za zadanie utrzymanie zasilania najważniejszych linii i odbiorów elektroenergetycznych w przypadku zaniku lub nadmiernego obniżenia się napięcia sieciowego.

1. Jakie zadanie spełnia układ automatyki SPZ?

Odpowiedź:

Automatyka SPZ służy do eliminacji wpływu krótkotrwałych zwarć przemijających, stanowiących około 70% uszkodzeń występujących w sieciach napowietrznych systemu. Jeżeli czas trwania zwarcia nie przekracza 0,3-1s, to układ szybkiego SPZ zapewnia praktycznie bezprzerwowe zasilanie.

**Przykład ćwiczenia praktycznego**

Polecenie:

Wykonaj układ samoczynnego załączenia rezerwy w rozdzielnicy instalacyjnej zasilającej silnik elektryczny 1-fazowy. Do zasilania wykorzystaj dwa obwody zasilające z dwóch różnych rozdzielnic.

Zestawienie materiałów i narzędzi:

* Zestaw narzędzi elektromonterskich.
* Rozdzielnice elektryczną.
* Silnik elektryczny indukcyjny 1-fazowy.
* Przewody instalacyjne.
* Wyłącznik zasilania podstawowego.
* Wyłącznik zasilania rezerwowego.
* Przekaźniki napięciowe.
* Przekaźniki czasowe.
* Wyłącznik do odstawienia z pracy układy SZR.

Sposób wykonania:

1. Przygotuj schemat realizacji układu SZR.
2. Zamocuj osprzęt w rozdzielnicy i wprowadź do niej obydwa obwody zasilania.
3. Dokonaj połączeń okładu sterowania obwody SZR.
4. Połącz obwód prądowy układu automatyki SZR.
5. Wyprowadź z rozdzielni przewody zasilające silnik indukcyjny 1-fazowy.
6. Podłącz silnik w skrzynce zaciskowej do obwodu sterowania.
7. Sprawdź poprawność połączeń elektrycznych i ciągłość przewodów.
8. Przetestuj działanie obwodu sterowania SZR, dokonaj regulacji przekaźnika czasowego, aby przełączenie układu zasilania odbyło się w czasie 0,5s.
9. Załącz napięcie w zasilaniu głównym i rezerwowym.
10. Przetestuj działanie układu samoczynnego załączania rezerwy, jak również działanie wyłączników zasilania podstawowego i rezerwowego.

# Wykonywanie prac przy instalacjach i urządzeniach elektroenergetycznych

Organizacja pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych jest szerokim tematem określającym zasady bezpiecznej pracy elektryków. Prace na czynnych urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych mogą być wykonywane na:

* polecenie pisemne,
* polecenie ustne,
* bez polecenia.

Prace w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego należy wykonywać na podstawie polecenia pisemnego, przy zastosowaniu odpowiednich środków zabezpieczających zdrowie i życie ludzkie. Pracownicy nie będący pracownikami zakładu prowadzącego eksploatacje danego urządzenia i instalacji powinni wykonywać prace wyłącznie na podstawie polecenia pisemnego, z pewnymi wyjątkami. Bez poleceń dozwolone jest wykonywanie:

* czynności związanych z ratowaniem zdrowia i życia ludzkiego,
* zabezpieczenia urządzeń i instalacji przed zniszczeniem,
* przez uprawnione i upoważnione osoby prac eksploatacyjnych określonych w instrukcjach.

Wydawanie poleceń i dopuszczenie pracowników do wykonywania pracy należy do obowiązków prowadzącego eksploatacje urządzeń i instalacji elektroenergetycznych, który jest obowiązany prowadzić wykazy poleceniodawców (wydających polecenia), określające zakres udzielonego im upoważnienia. Polecenie wykonania pracy wydaje poleceniodawca, a powinno ono w szczególności określać:

* zakres, rodzaj, miejsce i termin,
* środki i warunki do bezpiecznego wykonania pracy,
* liczbę pracowników skierowanych do pracy,
* pracowników odpowiedzialnych za organizacje i wykonanie pracy, pełniących funkcje: koordynującego lub dopuszczającego, kierownika robót, nadzorującego lub kierującego zespołem pracowników,
* planowane przerwy w czasie pracy.

Koordynującym jest pracownik komórki organizacyjnej sprawującej dozór nad ruchem urządzeń i instalacji elektroenergetycznych, przy których będzie wykonywana praca. Jeżeli natomiast dozór sprawowany jest przez poleceniodawcę to koordynującym powinien być sam poleceniodawca. Do obowiązków koordynującego w szczególności należy:

* koordynowanie wykonania prac, określonych w poleceniu, z ruchem urządzeń i instalacji elektroenergetycznych,
* określenie czynności łączeniowych związanych z przygotowaniem miejsca pracy,
* wydanie zezwolenia na przygotowanie miejsca pracy, dopuszczenie do pracy i likwidacje miejsca pracy,
* podjecie decyzji o uruchomieniu urządzeń i instalacji elektroenergetycznych, przy których była wykonywana praca,
* zapisanie w dokumentacji eksploatacji ustaleń wynikających z powyższych czynności.

Dopuszczający powinien być wyznaczony przez poleceniodawcę do każdej pracy wykonywanej na polecenie. Do obowiązków dopuszczającego należy:

* przygotowanie miejsca pracy,
* dopuszczenie do wykonania pracy,
* sprawdzanie wykonania pracy,
* zlikwidowanie przygotowanego miejsca pracy po jej zakończeniu.

Nadzorujący powinien być wyznaczony przez poleceniodawcę, jeżeli prace wykonywać będzie zespół pracowników nie będący zespołem pracowników kwalifikowanych lub kierujący zespołem nie posiada świadectwa kwalifikacyjnego, oraz kiedy poleceniodawca uzna to za konieczne. Do obowiązków nadzorującego należy:

* sprawdzenie przygotowania miejsca pracy i jego przejęcie od dopuszczającego, jeżeli zostało przygotowane właściwie,
* zapoznanie nadzorowanych pracowników z warunkami bezpiecznego wykonywania pracy,
* sprawowanie ciągłego nadzoru nad pracownikami, aby nie przekraczali obszaru wyznaczonego miejsca pracy,
* powiadomienie dopuszczającego lub koordynującego o zakończeniu pracy.

Funkcje kierującego zespołem pracowników którzy posiadają świadectwa kwalifikacji powinien pełnić pracownik posiadający ważne świadectwo kwalifikacyjne, właściwe dla określonego w poleceniu zakresu pracy i rodzaju urządzeń i instalacji elektroenergetycznych, przy których będzie wykonywana praca. Natomiast w przypadku zespołu, nie będącego zespołem pracowników kwalifikowanych funkcję kierującego może pełnić osoba nie posiadająca świadectwa kwalifikacyjnego, a posiadająca jedynie umiejętności zawodowe w zakresie wykonywanej pracy, przeszkolona w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Do obowiązków kierującego zespołem należy:

* dobór pracowników o umiejętnościach zawodowych odpowiednich do wykonania poleconego zadania,
* sprawdzenie przygotowania miejsca pracy i przejęcie go od dopuszczającego, jeżeli zostało przygotowane w odpowiedni sposób,
* zaznajomienie podległych pracowników ze sposobem przygotowania miejsca pracy, występującymi zagrożeniami w miejscu pracy i w bezpośrednim sąsiedztwie oraz warunkami i metodami bezpiecznego wykonywania zadania,
* zapewnienie wykonania pracy w sposób bezpieczny,
* dopilnowanie aby członkowie zespołu stosowali właściwe środki ochrony indywidualnej, odzież i obuwie robocze oraz właściwe narzędzia i sprzęt,
* nadzorowanie przestrzegania przez podległych pracowników przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy w czasie wykonywania pracy,
* powiadomienie dopuszczającego lub koordynującego o zakończeniu pracy.

W przypadku, gdy na jednym obiekcie energetycznym wykonuje prace jednocześnie więcej niż jeden zespół pracowników, należy wyznaczyć kierownika robót, jeżeli poleceniodawca uzna to za konieczne. Do obowiązków kierownika robót należy koordynowanie pracy różnych zespołów pracowników, w celu wyeliminowania zagrożeń wynikających z ich jednoczesnej pracy na jednym obiekcie. Polecenie pisemne wykonania pracy powinno być wystawione:

* kierującemu zespołem lub nadzorującemu i przekazane dopuszczającemu,
* na prace wykonywane przez jeden zespół pracowników w jednym miejscu pracy.

Miejsce pracy dla prac wykonywanych w budynkach powinno być ograniczone do jednego pomieszczenia lub strefy wyznaczonej w poleceniu, a wykonujący prace w różnych pomieszczeniach powinni posiadać ważne świadectwo kwalifikacyjne. Polecenie wykonania pracy jest ważne na czas określony przez poleceniodawcę i powinno być rejestrowane przez poleceniodawcę w rejestrze poleceń, przy czym w przypadku polecenia ustnego powinna być odnotowana jego treść. Polecenia pisemne należy przechowywać przez okres 30 dni od daty zakończenia pracy.

Przygotowanie miejsca pracy i dopuszczenie do pracy dokonuje osoba pełniącą funkcje dopuszczającego. Przygotowanie miejsca pracy polega na:

* uzyskaniu zezwolenia na rozpoczęcie przygotowania miejsca pracy od koordynującego, jeżeli został on wyznaczony,
* uzyskaniu od koordynującego potwierdzenia o wykonaniu niezbędnych przełączeń oraz zezwolenia na dokonanie przełączeń i założenia odpowiednich urządzeń zabezpieczających, przewidzianych do wykonania przez dopuszczającego,
* wyłączeniu urządzeń z ruchu w zakresie określonym w poleceniu i uzgodnionym z koordynującym,
* zablokowaniu napędów łączników, zaworów, zasuw w sposób uniemożliwiający przypadkowe uruchomienie wyłączonych urządzeń lub doprowadzenie czynnika,
* sprawdzeniu, czy w miejscu pracy w wyłączonych urządzeniach zostało usunięte zagrożenie,
* zastosowaniu wymaganych zabezpieczeń na wyłączonych urządzeniach - zaślepki, uziemienia,
* założeniu ogrodzeń i osłon w miejscu pracy stosownie do występujących potrzeb,
* oznaczeniu miejsca pracy i wywieszeniu tablic ostrzegawczych - w tym również w miejscach zdalnego sterowania napędami wyłączonych urządzeń.

Po przygotowaniu miejsca pracy oraz dopuszczeniu do pracy następuje rozpoczęcie pracy, które jest dozwolone po:

* sprawdzeniu przygotowania miejsca pracy przez dopuszczającego i kierującego zespołem pracowników lub nadzorującego,
* wskazaniu zespołowi pracowników miejsca pracy,
* pouczeniu zespołu pracowników o warunkach pracy oraz wskazaniu zagrożeń występujących w sąsiedztwie miejsca pracy,
* udowodnieniu, że w miejscu pracy zagrożenie nie występuje,
* potwierdzeniu dopuszczenia do pracy podpisami w odpowiednich rubrykach dwóch egzemplarzy polecenia pisemnego lub w przypadku polecenia ustnego – w dzienniku operacyjnym prowadzonym przez dopuszczającego.

Prace przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych mogą być wykonywane tylko przy zastosowaniu sprawdzonych metod i technologii. Dopuszcza się wykonywanie prac przy zastosowaniu nowych metod i technologii, pod warunkiem wykonywania tych prac w oparciu o opracowane specjalnie dla nich instrukcje. Przy wykonywaniu prac na polecenie jest zabronione:

* rozszerzanie pracy po za zakres i miejsce określone w poleceniu,
* dokonywanie zmian położenia napędów, aparatury i armatury odcinającej, użytej do przygotowania miejsca pracy, usuwanie ogrodzeń, osłon, barier, zaślepek i tablic ostrzegawczych oraz zdejmowanie uziemiaczy, jeżeli ich zdjęcie nie zostało przewidziane w poleceniu.

Zakończenie pracy na polecenie następuje, jeżeli cały zakres prac przewidziany poleceniem został w pełni wykonany. Po zakończeniu pracy kierujący zespołem pracowników lub nadzorujący jest obowiązany:

* zapewnić usuniecie materiałów, narzędzi oraz sprzętu,
* wyprowadzić zespół pracowników z miejsca pracy,
* powiadomić dopuszczającego lub koordynującego o zakończeniu pracy.

Do obowiązków dopuszczającego po zakończeniu pracy należy:

* sprawdzenie i potwierdzenie zakończenia pracy,
* likwidacja miejsca pracy przez usunięcie technicznych środków zabezpieczających użytych do jego przygotowania,
* przygotowanie urządzenia do ruchu i powiadomienie o tym koordynującego.

Koordynujący zezwala na uruchomienie urządzenia lub instalacji energetycznej, przy których była wykonywana praca, po otrzymaniu informacji od dopuszczającego o gotowości urządzenia do ruchu. Jeśli praca była wykonywana przez kilka zespołów pracowników, decyzje o uruchomieniu urządzenia lub instalacji koordynujący może podjąć po otrzymaniu informacji od wszystkich dopuszczających.

Sprzęt ochronny jest niezbędny przy pracach instalatorskich. Odpowiednie posługiwanie się tym sprzętem gwarantuje skuteczne wykonanie prac oraz bezpieczeństwo podczas pracy. Narzędzia pracy i sprzęt ochronny należy przechowywać w miejscach wyznaczonych,

w warunkach zapewniających utrzymanie ich w pełnej sprawności. Sposób ewidencjonowania i kontroli sprzętu ochronnego ustala pracodawca. Stan techniczny narzędzi pracy i sprzętu ochronnego należy sprawdzać bezpośrednio przed jego użyciem. W przypadku stwierdzenia jego uszkodzenia należy niezwłocznie wycofać go z użycia. Używanie uszkodzonych lub niesprawnych narzędzi i sprzętu ochronnego jest zabronione. Ponadto sprzęt ochronny, podobnie jak narzędzia poddaje się okresowym próbom  
w zakresie ustalonym przez normy lub dokumentacje techniczną. Sprawdzając sprzęt ochronny należy zwrócić uwagę na termin ważności próby okresowej, czy nie występują w nim uszkodzenia mechaniczne (pęknięcia, zadrapania, zawilgocenia, itp.) oraz czy wartość napięcia sprzętu odpowiada wartością napięć przy jakich jest on użytkowany. Sprzęt ochronny stanowią przenośne narzędzia, które chronią ludzi pracujących przy urządzeniach elektrycznych lub w pobliżu tych urządzeń m.in. przed:

* porażeniem prądem elektrycznym,
* szkodliwym działaniem łuku elektrycznego,
* urazami mechanicznymi.

Sprzęt ochronny można podzielić na sprzęt izolujący pracownika od części będących pod napięciem, sprzęt chroniący przed pojawieniem się napięcia, sprzęt zabezpieczający przed działaniem łuku elektrycznego i obrażeniami mechanicznymi, sprzęt ostrzegawczy oraz sprzęt pomocniczy. Ze względu na wartości napięć sprzęt izolujący można podzielić na:

* podstawowy do 1 kV: drążki i kleszcze izolacyjne, wskaźniki napięcia, rękawice dielektryczne, izolacyjne narzędzia monterskie,
* podstawowy powyżej 1 kV: drążki i kleszcze izolacyjne, wskaźniki napięcia, uzgadniacze faz,
* dodatkowy do 1 kV: kalosze izolacyjne, dywaniki i chodniki gumowe, pomosty izolacyjne,
* dodatkowy powyżej 1 kV: rękawice dielektryczne, półbuty dielektryczne, dywaniki i chodniki gumowe, pomosty izolacyjne.

Sprzęt chroniący przed pojawieniem się napięcia to przede wszystkim urządzenia przenośne do uziemienia i zwierania. Natomiast jako sprzęt izolacyjny wskazujący obecność napięcia stosuje się np. wskaźniki napięcia czy amperomierze cęgowe. Rolę sprzętu zabezpieczającego stanowią: szelki bezpieczeństwa, okulary ochronne, maski i pasy bezpieczeństwa. Do sprzętu pomocniczego zalicza się zaś: ogrodzenia, barierki, liny, siatki ochronne, tablice ostrzegawcze, itp.

Podczas pracy zdarzają się wypadki każdy pracownik powinien umieć w takich sytuacjach podjąć akcję ratowniczą. Akcja ratowania rozpoczyna się od natychmiastowego uwolnienia porażonego spod działania prądu elektrycznego. Jest to pierwsza czynność, którą należy wykonać w ramach udzielania pomocy przedlekarskiej. Przy czym należy pamiętać, że osoba udzielająca pomocy nie powinna zwlekać z podejmowaniem właściwych decyzji, gdyż powodzenie akcji zależy w dużej mierze od szybkości działania. Niemniej jednak wybór metody i sposobu uwolnienia porażonego spod napięcia dokonuje sam ratujący – zależne jest to od warunków, w jakich nastąpiło porażenie. Dodatkowo ratujący musi mieć na uwadze własne bezpieczeństwo – odpowiedni sprzęt ochronny, eliminacja zagrożenia, zabezpieczenie miejsca wypadku. Jeśli ratujący nie dysponuje odpowiednim sprzętem ochronnym w postaci gumowych rękawic, izolowanych półbutów itp. to może stosować zastępcze materiały izolacyjne, do których należy suche drewno, tworzywa sztuczne czy folie izolacyjne.

W sieciach do 1 kV uwolnienia porażonych spod działania prądu elektrycznego można dokonać przez (kolejność według zalecanego pierwszeństwa brania pod uwagę):

* wyłączenie napięcia we właściwym obwodzie elektrycznym,
* odciągnięcie porażonego od urządzeń będących pod napięciem,
* odizolowanie porażonego od elementów przewodzących będących pod napięciem lub od przewodzącego podłoża.

W sieciach o napięciu powyżej 1 kV uwolnienie porażonego spod działania prądu elektrycznego realizuje się poprzez:

* wyłączenie napięcia we właściwym obwodzie elektrycznym,
* odciągnięcie porażonego od urządzeń będących pod napięciem.

Po uwolnieniu porażonego spod działania prądu elektrycznego należy niezwłocznie przystąpić do udzielania pierwszej pomocy. W tym celu należy rozpoznać stan poszkodowanego oraz ocenić zagrożenie jego życia. Jeśli poszkodowany krwawi, to w pierwszej kolejności należy zatrzymać krwawienie. Podczas przeprowadzania akcji ratowniczych należy zawsze mieć na uwadze własne bezpieczeństwo. Ratownik, który sam ulegnie wypadkowi nie będzie mógł pomóc innym.

**Zestawy pytań i odpowiedzi**

1. Jakie są rodzaje poleceń pracy?

Odpowiedź:

Prace na czynnych urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych mogą być wykonywane na: polecenie pisemne, polecenie ustne, bez polecenia.

1. Jakie prace mogą być wykonywane bez polecenia?

Odpowiedź:

Bez poleceń dozwolone jest wykonywanie: czynności związanych z ratowaniem zdrowia i życia ludzkiego, zabezpieczeniem urządzeń i instalacji przed zniszczeniem, wykonywanie przez uprawnione i upoważnione osoby prac eksploatacyjnych określonych w instrukcjach.

1. Jakie obowiązki ma koordynujący prace?

Odpowiedź:

Do obowiązków koordynującego w szczególności należy koordynowanie wykonania prac, określonych w poleceniu, z ruchem urządzeń i instalacji elektroenergetycznych, określenie czynności łączeniowych związanych z przygotowaniem miejsca pracy, wydanie zezwolenia na przygotowanie miejsca pracy, dopuszczenie do pracy i likwidacje miejsca pracy, podjecie decyzji o uruchomieniu urządzeń i instalacji elektroenergetycznych, przy których była wykonywana praca, oraz zapisanie w dokumentacji eksploatacji ustaleń wynikających z powyższych czynności.

1. Jakie obowiązki ma dopuszczający?

Odpowiedź: Do obowiązków dopuszczającego należy przygotowanie miejsca pracy, dopuszczenie do

wykonania pracy, sprawdzanie wykonania pracy, zlikwidowanie przygotowanego miejsca pracy po jej zakończeniu.

1. W jakim przypadku należy wyznaczyć stanowisko kierownika robót?

Odpowiedź:

W przypadku, gdy na jednym obiekcie energetycznym wykonuje prace jednocześnie więcej niż jeden zespół pracowników, oraz poleceniodawca uzna to za konieczne.

1. Jakie czynności są zabronione przy wykonywaniu prac na polecenie?

Odpowiedź:

Przy wykonywaniu prac na polecenie jest zabronione rozszerzanie pracy poza zakres i miejsce określone w poleceniu, oraz dokonywanie zmian położenia napędów, aparatury i armatury odcinającej, użytej do przygotowania miejsca pracy, usuwanie ogrodzeń, osłon, barier, zaślepek i tablic ostrzegawczych oraz zdejmowanie uziemiaczy, jeżeli ich zdjęcie nie zostało przewidziane w poleceniu.

**Przykład ćwiczenia praktycznego**

Polecenie:

Przy wymianie lampy oświetlenia ulicznego na które zostało wydane polecenie pisemne pełnisz funkcje dopuszczającego zespołu. Przygotuj odpowiednio miejsce pracy i dopuść do pracy zespół zgodnie z poleceniem pisemnym.

Zestawienie materiałów i narzędzi:

* Polecenie pracy
* Sprzęt ochronny
* Zestaw narzędzi elektromonterskich
* Miernik uniwersalny

Sposób wykonania:

1. Zapoznaj się z poleceniem prac.
2. Uzyskaj pozwolenie na rozpoczęcie przygotowania miejsca pracy od koordynującego.
3. Uzyskaj od koordynującego potwierdzenie o wykonania niezbędnych przełączeń oraz zezwolenia na dokonanie przełączeń i założenie odpowiednich urządzeń zabezpieczających.
4. Wyłącz urządzenie z ruchu w zakresie określonym w poleceniu i uzgodnionym z koordynującym .
5. Zablokuj napędy łączników, w sposób uniemożliwiający przypadkowe uruchomienie wyłączonych urządzeń.
6. Sprawdź, czy w miejscu pracy w wyłączonych urządzeniach zostało usunięte zagrożenie.
7. Zastosuj wymagane zabezpieczenia na wyłączonych urządzeniach - zaślepki, uziemienia.
8. Załóż ogrodzenia w miejscu pracy stosownie do występujących potrzeb.
9. Oznacz miejsce pracy i wywieś tablice ostrzegawcze - w tym również w miejscach zdalnego sterowania napędami wyłączonych urządzeń.
10. Sprawdź przygotowanie miejsca pracy.
11. Wskaż zespołowi pracowników miejsce pracy.
12. Poucz zespół pracowników o warunkach pracy oraz wskaż zagrożeni występujące w sąsiedztwie miejsca pracy.
13. Udowodnij, że w miejscu pracy zagrożenie nie występuje.
14. Potwierdź dopuszczenie do pracy pracowników podpisami w odpowiednich rubrykach dwóch egzemplarzy polecenia pisemnego.

# Przykład zadania praktycznego

Polecenie:

Wykonaj badanie odbiorcze instalacji elektrycznej domku jednorodzinnego. Na podstawie wykonanych oględzin i pomiarów przygotuj protokół z badania określający czy wykonanie instalacji jest zgodne z obowiązującymi normami.

Zestawienie materiałów i narzędzi:

* Zestaw narzędzi elektroinstalacyjnych.
* Zestaw mierników do pomiarów parametrów instalacji.
* Miernik uniwersalny.
* Latarka, notatnik.

Sposób wykonania:

1. Oględziny instalacji.

Oględziny wykonaj przed próbami, bez włączonego napięcia. W trakcie oględzin powinieneś sprawdzić czy instalacja spełnia wymagania bezpieczeństwa aktualnych norm. Należy sprawdzić również czy sposób ochrony przed porażeniem prądem jest właściwie dobrany do rodzaju instalacji i charakteru pomieszczeń. Należy przeanalizować dobór przewodów z uwagi na obciążalność prądową. Weryfikacji należy poddać dobór i nastawienia urządzeń zabezpieczeń i sygnalizacji, występowanie i prawidłowe zamocowanie właściwych urządzeń do odłączania izolacyjnego. Należy sprawdzić również prawidłowość oznaczeń przewodów neutralnych i ochronnych, dobór urządzeń i środków ochrony. W rozdzielnicach należy przeprowadzić testy łączeń łączników, wyłączników, oraz obecność schematów i napisów ostrzegawczych i napisów opisujących poszczególne obwody. Należy następnie za pomocą miernika uniwersalnego sprawdzić ciągłość przewodów roboczych i ochronnych wraz z przewodami wyrównawczymi.

1. Próby instalacji.

Do wykonania prób należy używać odpowiednich metod i urządzeń pomiarowych. W zależności od instalacji należy wykonać próby: ciągłości przewodów, rezystancji izolacji przewodów i urządzeń przyłączonych do instalacji, samoczynnego wyłączenia zasilania, środków ochrony uzupełniającej. Dodatkowy powinieneś przeprowadzić jeszcze próby biegunowości, kolejności faz oraz próby funkcjonalne i operacyjne.

1. Pomiary instalacji.

W zakresie przeprowadzanych pomiarów powinieneś przeprowadzić pomiar rezystancji uziomu, pomiar impedancji pętli zwarcia oraz pomiar skuteczności samoczynnego wyłączenia zasilania za pomocą wyłącznika różnicowoprądowego.

1. Protokołowanie sprawdzania odbiorczego.

Po wykonaniu wszystkich czynności sprawdzających nowej instalacji sporządź protokół. Powinien on zawierać szczegóły instalacji objętej protokołem, wyniki przeprowadzonych oględzin, prób badań i pomiarów. Jeśli w trakcie wcześniejszych czynności zostały ujawnione wady lub braki należy je usunąć przed oddaniem instalacji do użytku. Pamiętaj aby w protokole były opisane szczegółowo obwody aby móc łatwo identyfikować każdy obwód łącznie z jego urządzeniami ochronnymi. W protokole powinieneś również zawrzeć zalecenie dotyczące okresu między sprawdzeniem odbiorczym a pierwszym sprawdzeniem okresowym. Na końcu protokołu należy przedstawić dane osoby wystawiającej protokół. Pamiętaj, że protokół jest dokumentem wiążącym jeśli jest wystawiony przez osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia w zakresie prac kontrolno-pomiarowych.

Zadanie wykonywane jest zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej, a także zasadami ochrony środowiska.

# Literatura

* + - 1. Praca zbiorowa: Praktyczna elektrotechnika ogólna. REA, Warszawa 2003.
      2. Praca zbiorowa: Poradnik montera elektryka. WNT, Warszawa 1997.
      3. Januszewski S., Pytlak A., Rosnowska-Nowaczyk M., Świątek H.: Energoelektronika. WSiP, Warszawa 2004.

[www.zrp.pl](http://www.zrp.pl)

[www.program.platforma-flexicurity.pl](http://www.program.platforma-flexicurity.pl)

[www.irszczecin.pl](http://www.irszczecin.pl)

* + - 1. Niestępski S., Patrol M., Pasternakiewicz J., Wiśniewski T.: Instalacje elektryczne. Budowa, projektowanie i eksploatacja. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2001.

1. „Kompetencje pracowników a współczesne potrzeby rynku pracy”, Marta Znajmiecka-Sikora, Bogna Kędzierska, Elżbieta Roszko, Łódź 2011. [↑](#footnote-ref-1)
2. Instytut Badań Edukacyjnych, 2011 [↑](#footnote-ref-2)
3. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-3)
4. [www.ibe.edu.pl](http://www.ibe.edu.pl) [↑](#footnote-ref-4)
5. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-5)
6. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-6)
7. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-7)
8. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-8)
9. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-9)
10. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-10)
11. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-11)
12. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-12)
13. [www.isap.sejm.gov.pl](http://www.isap.sejm.gov.pl) [↑](#footnote-ref-13)
14. [www.isap.sejm.gov.pl](http://www.isap.sejm.gov.pl) [↑](#footnote-ref-14)