



MINISTERSTWO EDUKACJI  
i NAUKI



**Eleonora Muszyńska**

## **Budowa i eksploatacja linii kablowych 311[08].Z3.02**

**Poradnik dla nauczyciela**

**Wydawca**

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy  
Radom 2005**

Recenzenci:

mgr inż. Jan Krzemiński

mgr Joachim Strzałka

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr Bożena Zając

Korekta:

mgr inż. Jarosław Sitek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[08].Z3.02 „Budowa i eksploatacja linii kablowych” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik elektryk.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

# SPIS TREŚCI

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Wprowadzenie</b>                                                                             | 3  |
| <b>2. Wymagania wstępne</b>                                                                        | 4  |
| <b>3. Cele kształcenia</b>                                                                         | 5  |
| <b>4. Scenariusze zajęć</b>                                                                        | 6  |
| <b>5. Ćwiczenia</b>                                                                                | 10 |
| <b>5.1. Budowa i oznaczanie kabli elektroenergetycznych</b>                                        | 10 |
| 5.1.1. Ćwiczenia                                                                                   | 10 |
| <b>5.2. Osprzęt kablowy – rodzaje i przeznaczenie</b>                                              | 12 |
| 5.2.1. Ćwiczenia                                                                                   | 12 |
| <b>5.3. Łączenie kabli. Montaż muf i głowic kablowych</b>                                          | 13 |
| 5.3.1. Ćwiczenia                                                                                   | 13 |
| <b>5.4. Układanie kabli w ziemi. Budowa linii kablowej przy skrzyżowaniach z różnymi obiektami</b> | 15 |
| 5.4.1. Ćwiczenia                                                                                   | 15 |
| <b>5.5. Układanie kabli w blokach, rurach, kanałach, tunelach i budynkach</b>                      | 17 |
| 5.5.1. Ćwiczenia                                                                                   | 17 |
| <b>5.6. Eksploatacja linii kablowych. Lokalizacja i usuwanie uszkodzeń w liniach kablowych</b>     | 18 |
| 5.6.1. Ćwiczenia                                                                                   | 18 |
| <b>5.7. Zasady bezpiecznej pracy przy budowie i eksploatacji linii kablowych</b>                   | 20 |
| 5.7.1. Ćwiczenia                                                                                   | 20 |
| <b>6. Ewaluacja osiągnięć ucznia</b>                                                               | 22 |
| <b>7. Literatura</b>                                                                               | 36 |

# 1. WPROWADZENIE

Przekazujemy Państwu Poradnik dla nauczyciela, który ma być skutecznym narzędziem do realizacji programu nauczania w zakresie budowy i eksploatacji linii kablowych.

Wiadomości i umiejętności z tej dziedziny zostały określone w jednostce modułowej 311[08].Z3.02 „Budowa i eksploatacja linii kablowych”. Jest to jednostka modułowa zawarta w module „Budowa i eksploatacja sieci elektroenergetycznych”.

W poradniku zamieszczono:

- szczegółowe cele kształcenia,
- przykładowe scenariusze dwóch zajęć z wykorzystaniem aktywizujących metod kształcenia,
- ćwiczenia,
- przykładowe zestawy zadań testowych przygotowane dla potrzeb sprawdzenia efektywności kształcenia.

Treść programu jednostki modułowej obejmuje zagadnienia związane z budową i eksploatacją linii kablowej. Szczególnie ważne jest opanowanie przez uczniów umiejętności rozpoznawania kabli stosowanych do budowy linii elektroenergetycznych, charakteryzowania osprzętu potrzebnego do ich wykonania oraz lokalizacji i usuwania uszkodzeń.

Aby umożliwić uczniowi opanowanie tych umiejętności, zaleca się stosować aktywizujące i praktyczne metody nauczania, takie jak metoda tekstu przewodniego czy ćwiczenia praktyczne. Ćwiczenia należy wykonywać z podziałem na dwu-, trzy- lub czteroosobowe grupy.

Po zakończeniu realizacji programu jednostki modułowej nauczyciel powinien sprawdzić wiadomości i umiejętności za pomocą testu. W tym celu, w poradniku zamieszczono dwa przykładowe testy sprawdzające, razem z obudową metodyczną.

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej „Budowa i eksploatacja linii kablowych” uczeń powinien umieć:

- rozróżniać podstawowe wielkości elektryczne i ich jednostki,
- stosować ważniejsze wzory z zakresu elektrotechniki,
- charakteryzować zjawiska zachodzące w polu elektrycznym i magnetycznym,
- rozróżniać materiały stosowane w elektrotechnice,
- odczytywać proste schematy i na ich podstawie dokonywać analizy,
- korzystać z literatury technicznej, podręczników, norm, katalogów oraz przepisów budowy i eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych,
- wykorzystywać technologię komputerową i informacyjną,
- pracować w grupie i indywidualnie,
- analizować i wyciągać wnioski,
- oceniać swoje umiejętności,
- uczestniczyć w dyskusji,
- przygotowywać prezentację,
- prezentować siebie i grupę, w której pracuje,
- stosować różne sposoby przekazywania przygotowanych informacji,
- przestrzegać przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

### 3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej uczeń powinien umieć:

- sklasyfikować elektroenergetyczne linie kablowe,
- rozpoznać rodzaj kabla po jego wyglądzie i oznaczeniu literowo-cyfrowym,
- rozpoznać części składowe linii kablowej na schemacie (planie) oraz na modelu,
- rozróżnić osprzęt linii kablowych,
- dobrać osprzęt do budowy linii kablowej,
- zmontować mufy i głowice kablowe,
- ułożyć kable w różnych warunkach,
- zlokalizować i usunąć uszkodzenie linii kablowej,
- posłużyć się instrukcjami eksploatacji i dokumentacją techniczną,
- skorzystać z literatury, norm i kart katalogowych wyrobów,
- zastosować zasady bhp, ochrony ppoż. i ochrony środowiska obowiązujące na stanowisku pracy.

## 4. SCENARIUSZE ZAJĘĆ

### Scenariusz zajęć 1

Osoba prowadząca .....

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: „Budowa i eksploatacja sieci elektroenergetycznych” 311[08].Z3

Jednostka modułowa: „Budowa i eksploatacja linii kablowych” 311[08].O3.04

Temat: **Budowa i oznaczanie kabli elektroenergetycznych**

**Cel ogólny:** Kształtowanie umiejętności rozpoznawania kabli elektroenergetycznych po ich wyglądzie i oznaczeniu literowo-cyfrowym.

#### Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- rozpoznać rodzaj kabla po jego wyglądzie,
- rozpoznać rodzaj kabla po oznaczeniu literowo-cyfrowym,
- wymienić podstawowe elementy budowy kabla,
- nazwać rodzaj materiału, z którego wykonane są poszczególne elementy kabli,
- skorzystać z literatury, norm i kart katalogowych wyrobów,
- zastosować zasady bhp, ochrony ppoż. i ochrony środowiska obowiązujące na stanowisku pracy.

#### Metody nauczania:

- pogadanka heurystyczna,
- pokaz z elementami wykładu,
- ćwiczenia praktyczne.

#### Formy organizacyjne pracy uczniów

- zbiorowa,
- indywidualna,
- w grupach trzyosobowych.

**Czas:** 90 minut

#### Środki dydaktyczne

- odcinki kabli elektroenergetycznych,
- gabłota pogładowa,
- katalogi kabli elektroenergetycznych różnych firm,
- podręczniki, poradniki elektroenergetyka.

#### Przebieg zajęć:

1. Powitanie uczniów, sprawdzenie listy obecności.
2. Podanie celów zajęć, sformułowanie tematu, zapisanie tematu do zeszytów.
3. Z pomocą uczniów (metodą pytań i odpowiedzi), przy wykorzystaniu dostępnych środków dydaktycznych, następuje ustalenie, z jakich podstawowych elementów składa się każdy kabel, z jakich materiałów wykonane są poszczególne warstwy i jaka jest ich rola w kablu.
4. Uczniowie, pracując indywidualnie, zapisują w zeszytach najważniejsze informacje na temat budowy i przeznaczenia: żyły, izolacji, powłoki, ekranu, pancerza, wypełniacza.
5. Przedstawienie uczniom zasad oznaczania literowego i cyfrowego kabli, zapisanie wszystkich oznaczeń do zeszytów,

6. Podział uczniów na grupy (dwu- lub trzyosobowe), przydział zadań (**załącznik do scenariusza 1**).
7. Praca w grupach przy wykonywaniu ćwiczenia.
8. Prezentacja rozwiązań przez liderów poszczególnych grup uczniowskich.
9. Ocena pracy poszczególnych grup, podsumowanie zajęć.

### **Zakończenie zajęć**

#### **Praca domowa**

Wyjaśnij, jaka jest budowa i zastosowanie kabli elektroenergetycznych o izolacji z sześćfluorku siarki SF<sub>6</sub>?

### **Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po skończonych zajęciach**

- ankieta ewaluacyjna

## **Załącznik do scenariusza 1**

### **Ćwiczenie**

Spośród dostępnych Wam dziesięciu krótkich odcinków różnych kabli elektroenergetycznych należy wybrać cztery, których budowa świadczy o tym, że są to kable oznaczone symbolem:

- 1) YKY-žo 4x16 RE mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV,
- 2) YKYFty 3x10 RE mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV,
- 3) YAKXs-žo 4x50 SM mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV,
- 4) AKnFtA 3x35 mm<sup>2</sup> 6/10 kV.

#### **Wskazówki do realizacji**

Aby wykonać ćwiczenie należy:

- 1) dokonać krótkiej analizy budowy wszystkich odcinków kabli,
- 2) na podstawie informacji dostępnych w oznaczeniach literowo-cyfrowych wyłonić właściwe odcinki kabli,
- 3) podczas prezentacji wybór uzasadnić.

Wypożyczenie stanowisk pracy:

- skrzynki zawierające krótkie odcinki różnych kabli elektroenergetycznych (po jednej skrzynce na każdą grupę uczniów).

### **Uwaga:**

Wszystkie grupy uczniowskie mogą mieć to samo polecenie ćwiczenia lub też każda grupa może mieć do identyfikacji różne odcinki kabli (w zależności od dostępnych środków).

Czas na wykonanie zadania 20 minut (w tym pięć minut na prezentację).

## Scenariusz zajęć 2

Osoba prowadząca .....

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: „Budowa i eksploatacja sieci elektroenergetycznych” 311[08].Z3

Jednostka modułowa: „Budowa i eksploatacja linii kablowych” 311[08].O3.04

Temat: Łączenie kabli, montaż muf kablowych

**Cel ogólny:** Kształtowanie umiejętności łączenia kabli elektroenergetycznych i montażu muf z materiału termokurczliwego.

### Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- rozróżnić osprzęt linii kablowych,
- dobrać osprzęt do budowy linii kablowej,
- zmontować mufy kablowe,
- posłużyć się instrukcją i dokumentacją techniczną,
- zastosować zasady bhp, ochrony ppoż. i ochrony środowiska obowiązujące na stanowisku pracy.

### Metody nauczania:

- wykład,
- instruktaż stanowiskowy,
- ćwiczenia praktyczne,
- prezentacja.

### Formy organizacyjne pracy uczniów:

- zbiorowa,
- grupowa.

**Czas:** 90 minut

### Środki dydaktyczne:

- zestawy do montażu muf kablowych,
- praski do przeformowania żył,
- pilniki, ściereczki,
- noże monterskie,
- palniki lub nagrzewnice,
- mierniki do pomiaru rezystancji izolacji,
- poradniki elektroenergetyka.

### Przebieg zajęć

1. Powitanie uczniów, sprawdzenie listy obecności.
2. Podanie celów zajęć, zapisanie tematu do zeszytów.
3. Krótkie przypomnienie wiadomości o rodzajach kabli elektroenergetycznych, rodzajach osprzętu kablowego oraz przeznaczeniu poszczególnych elementów osprzętu.
4. Krótki instruktaż dotyczący sposobu montowania osprzętu termokurczliwego,
5. Przypomnienie zasad bhp i ochrony przeciwpożarowej podczas pracy.
6. Podział uczniów na dwuosobowe grupy i praca nad montażem mufy przelotowej (załącznik do scenariusza 2).
7. Prezentacja pracy – demonstracja zmontowanych muf.
8. Podsumowanie i ocena pracy uczniów na zajęciach.

### Zakończenie zajęć

## **Praca domowa**

Wyjaśnij, co to są żywice chemoutwardzalne i na czym polega montaż muf z żywic chemoutwardzalnych.

## **Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach**

– ankieta ewaluacyjna

## **Załącznik do scenariusza 2**

### **Ćwiczenie**

Dokonaj montażu mufy kablowej przelotowej dla kabli czterożyłowych niskiego napięcia

Wskazówki do realizacji:

Aby wykonać ćwiczenie:

- 1) dobierz zestaw montażowy do wykonania mufy kablowej przelotowej dla kabli czterożyłowych – 0,6/1 kV,
- 2) przeczytaj uważnie instrukcję montażu dołączoną do zestawu,
- 3) przygotuj kabel do montażu:
  - a) oczyść kable z brudu i kurzu,
  - b) zdejmij powłoki z kabli oraz odizoluj końce łączonych żył na długości będącej połową długości złączki plus 10 mm,
  - c) przeformuj końce żył sektorowych za pomocą praski, nierówności usuń pilnikiem i oczyść,
  - d) na koniec jednego z kabli nasuń rurę do odtwarzania powłoki oraz nasuń na dłuższe końce rury do odtwarzania izolacji.
- 4) wykonaj montaż mufy:
  - a) na każdą żyłę po jednej stronie połączenia nałóż złączki i zaprasuj,
  - b) zaprasuj wszystkie żyły pamiętając o zachowaniu kolorów łączonych żył,
  - c) oczyść złączki z nierówności i zatłuszczeń,
  - d) podgrzej połączenie do temperatury 50°C palnikiem na gaz propan-butan lub nagrzewnicą elektryczną,
  - e) na połączenie nasuń rury termokurczliwe, obkurczanie rur rozpocznij od ich środka w kierunku ich końców,
  - f) po ostygnięciu uformuj żyły, dociskając je do siebie kilkoma owinięciami taśmy PCV,
  - g) nasuń rurę do odtwarzania powłoki tak, aby zachodziła na powłoki obu połączonych kabli na taką samą długość i obkurcz.
- 5) dokonaj sprawdzenia połączenia przez mechaniczne pociąganie oraz pomiar rezystancji izolacji,
- 6) uporządkuj stanowisko pracy,
- 7) dokonaj prezentacji zmontowanej mufy.

### **Uwaga:**

Czas na wykonanie ćwiczenia 60 minut.

## 5. ĆWICZENIA

### 5.1. Budowa i oznaczanie kabli elektroenergetycznych

#### 5.1.1. Ćwiczenia

##### Ćwiczenie 1

Odczytaj oznaczenia kabli i rozpoznaj ich rodzaje na podstawie symbolu literowo-cyfrowego:

- HKnFt 12/20 kV 3x240 RMC mm<sup>2</sup>,
- YKYFoy 0,6/1 kV 4x50 mm<sup>2</sup>,
- XHAKXS 10 kV 1x400 mm<sup>2</sup>,
- YKY-žo 0,6/1 kV 5x10 mm<sup>2</sup>,
- XUHAkXS 12/20 kV 1x120 mm<sup>2</sup>,
- AKnFt 6/10 kV 3x120 RMC mm<sup>2</sup>,
- YHKXS 15 kV 1x120 mm<sup>2</sup>,
- HAKnFtA 12/20 kV 3x240 RMC mm<sup>2</sup>,
- YKSYFoy-žo 0,6/1 kV 25x1,5 RE mm<sup>2</sup>,
- NHKXS 6/10 kV 1x120 RM mm<sup>2</sup>.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) nazwać kabel, wymieniając wszystkie warstwy podane w symbolu literowym,
- 2) wskazać wartość napięcia znamionowego kabla, liczbę żył, ich przekrój znamionowy i rodzaj budowy,
- 3) zapisać do zeszytu pełne nazwy kabli rozpoznanych po symbolach literowo-cyfrowych.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

Uwaga: W zależności od okoliczności rozwiązywania ćwiczenia, uczeń powinien pracować całkiem samodzielnie albo może mieć do dyspozycji również katalog lub podręcznik.

##### Ćwiczenie 2

Masz do dyspozycji skrzynkę zawierającą krótkie odcinki różnych kabli elektroenergetycznych. Wybierz wśród nich pięć różnych próbek, a następnie na podstawie ich wyglądu zewnętrznego rozpoznaj ich rodzaje i podaj właściwe symbole.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

#### Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować samodzielnie mając 20 minut na wykonanie ćwiczenia,
- 2) dokonać szczegółowych oględzin wszystkich wybranych próbek i omówić ich budowę,
- 3) wyjaśnić rolę poszczególnych warstw w każdym rozpoznanym kablu,
- 4) podać oznaczenie literowo-cyfrowe każdego rozpoznanego kabla.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- skrzynka zawierająca co najmniej 10 różnych odcinków kabli.

### Ćwiczenie 3

Korzystając z wiadomości dostępnych w Internecie i w innych źródłach, przygotuj prezentację na temat polskich firm zajmujących się produkcją kabli elektroenergetycznych, ich ofertą handlową oraz nowych oznaczeń kabli według standardów Unii Europejskiej.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

#### Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyszukać informacje na temat adresów firm produkujących kable (w tym adresów elektronicznych),
- 2) zapoznać się z ofertą handlową danej firmy,
- 3) dokonać porównania pod kątem zgodności normy, oznaczeń, cen,
- 4) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko z dostępem do Internetu,
- katalogi kabli.

## 5.2. Osprzęt kablowy – rodzaje i przeznaczenie

### 5.2.1. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Korzystając z informacji dostępnych w Internecie i innych źródłach przygotuj prezentację na temat ofert handlowych producentów różnego rodzaju osprzętu kablowego.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyszukać firmy zajmujące się produkcją osprzętu kablowego,
- 2) sporządzić raport odnośnie do oferty handlowej tych zakładów,
- 3) odpowiedzieć na pytanie: „Jakie rodzaje osprzętu produkuje się najczęściej?”,
- 4) zaprezentować wyniki swojej pracy, mając 30 minut na przygotowanie i 10 minut na prezentację.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko z dostępem do Internetu,
- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

#### Ćwiczenie 2

Wśród dostępnych Ci elementów wyposażenia mechanicznego znajdź elementy zaliczane do osprzętu kablowego. Omów rolę poszczególnych elementów wybranego przez Ciebie osprzętu.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować samodzielnie mając 10 minut na wykonanie ćwiczenia,
- 2) wśród różnych elementów wyposażenia mechanicznego wybrać elementy zaliczane do osprzętu kablowego,
- 3) na podstawie wyglądu zewnętrznego nazwać wszystkie elementy osprzętu,
- 4) podać przeznaczenie poszczególnych elementów osprzętu i sposób montażu,
- 5) zwracać szczególną uwagę na poprawność wypowiedzi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

- Środki dydaktyczne:
- skrzynka zawierająca różne elementy osprzętu kablowego.

## **5.3. Łączenie kabli. Montaż muf i głowic kablowych**

### **5.3.1. Ćwiczenia**

#### **Ćwiczenie 1**

Połącz żyły dwóch kabli i wykonaj montaż mufy kablowej.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zorganizować stanowisko pracy zgodnie z zasadami bhp i ochrony ppoż.,
- 2) dobrać zestaw montażowy do wykonania mufy kablowej przelotowej dla kabli czterożyłowych – 0,6/1 kV,
- 3) przygotować kabel do montażu:
  - a) oczyścić kable z brudu i kurzu,
  - b) zdjąć powłoki z kabli oraz odizolować końce łączonych żył na długości będącej połową długości złączki plus 10 mm,
  - c) przeformować końce żył sektorowych za pomocą praski, nierówności usunąć pilnikiem i oczyścić,
  - d) na koniec jednego z kabli nasunąć rurę do odtwarzania powłoki oraz nasunąć na dłuższe końce rury do odtwarzania izolacji,
- 4) wykonać montaż mufy:
  - a) na każdą żyłę po jednej stronie połączenia nałożyć złączki i zaprasować,
  - b) zaprasować wszystkie żyły pamiętając o zachowaniu kolorów łączonych żył,
  - c) złączki oczyścić z nierówności i zatłuszczeń,
  - d) podgrzać połączenie do temperatury 50°C palnikiem na gaz propan-butan lub nagrzewnicą elektryczną,
  - e) na połączenie nasunąć rury termokurczliwe – obkurczanie rur rozpocząć od ich środka w kierunku ich końców,
  - f) po ostygnięciu uformować żyły, dociskając je do siebie kilkoma owinięciami taśmy PCV,
  - g) nasunąć rurę do odtwarzania powłoki tak, aby zachodziła na powłoki obu połączonych kabli na taką samą długość i obkurczyć ją
- 5) dokonać sprawdzenia połączenia przez mechaniczne pociąganie oraz pomiar rezystancji izolacji.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- odcinki kabli do wykonania połączenia,

- zestawy montażowe do wykonania mufy,
- praska hydrauliczna,
- pilnik, papier ścierny,
- palnik lub nagrzewnica,
- taśma PCV,
- miernik do pomiaru rezystancji izolacji.

## Ćwiczenie 2

Wykonaj montaż głowicy kablowej.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zorganizować stanowisko pracy zgodnie z zasadami bhp i ochrony ppoż.,
- 2) dobrać zestaw montażowy do wykonania głowicy dla kabli trójżyłowych w zależności od przekroju żył w kablu,
- 3) przygotować kabel do wykonania głowicy:
  - a) oczyścić kabel z kurzu i brudu,
  - b) zdjąć powłokę kabla (indywidualnie potrzeb, ale nie mniej niż 250 mm),
  - c) zdjąć izolację z żył kabla na długości zgodnej z tabelą,

| Przekrój żył, mm <sup>2</sup>  |                     | 16       | 25       | 35       | 50       | 70       | 95       |
|--------------------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Długość<br>zdjętej<br>izolacji | Kabel<br>miedziany  | 15<br>mm | 20<br>mm | 20<br>mm | 25<br>mm | 25<br>mm | 30<br>mm |
|                                | Kabel<br>aluminiowy | 40<br>mm | 45<br>mm | 50<br>mm | 55<br>mm | 60<br>mm | 65<br>mm |

Źródło: Firma RADPOL S.A. w Czulchowie

- d) przeformować końce żył sektorowych za pomocą praski, a nierówności usunąć pilnikiem.
- 4) wykonać głowicę,
  - 5) przetrzeć chusteczką czyszczącą miejsce nałożenia kształtki trójpalczastej (izolacja żył, powłoka), nasunąć kształtkę dociskając ją maksymalnie do miejsca rozgięcia żył, obkurczanie kształtki rozpocząć od części środkowej, przesuwając płomień z palnika w kierunku powłoki kabla, a zakończyć na izolacji żył roboczych,
  - 6) dobrać odpowiednie końcówki do przekroju żył kabla i zaprasować je. Po zaprasowaniu końcówki oczyścić z nierówności i zatłuszczeń,
  - 7) na zaprasowane końcówki nałożyć oznaczniki faz, aż do obkurczonej kształtki trójpalczastej, tak aby oznaczenia faz były od strony końcówek, obkurczanie rozpocząć od kształtki w kierunku końców żył.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- odcinki kabli do wykonania połączenia,

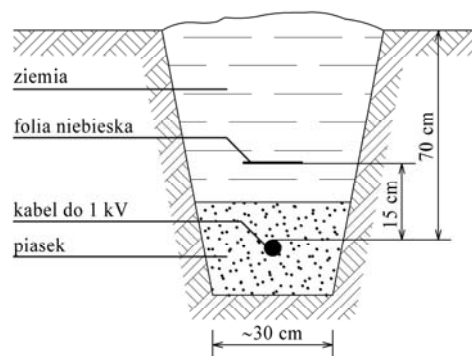
- zestawy montażowe do wykonania mufy,
- praska hydrauliczna,
- pilnik, papier ścierny,
- palnik lub nagrzewnica,
- taśma PCV.

## 5.4. Układanie kabli w ziemi. Budowa linii kablowej przy skrzyżowaniach z różnymi obiektami

### 5.4.1. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Kabel elektroenergetyczny jest ułożony w ziemi w układzie jak na rysunku. Wyjaśnij dlaczego jest on niewłaściwie eksploatowany.



Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie:
  - głębokości na jakich zakopuje się kable,
  - sposób ułożenia kabla na dnie wykopu,
  - zasady oznaczania trasy kabla,
- 2) dokonać analizy układu przedstawionego na rysunku i wyciągnąć odpowiednie wnioski,

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

#### Ćwiczenie 2

Ułóż w ziemi odcinek wskazanego kabla.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

## Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pobrać z magazynu odcinek kabla wskazany przez nauczyciela przez podanie symbolu literowo-cyfrowego,
- 2) pracować na poligonie ćwiczeniowym, w grupie 3-osobowej, mając 2 godziny na wykonanie zadania,
- 3) zgodnie z przepisami, stosownie do rodzaju kabla, wykonać wykop pod kabel, pamiętając o zachowaniu zasad bhp podczas robót ziemnych,
- 4) ułożyć kabel zgodnie z przyjętymi zasadami układania kabli w ziemi,
- 5) zgłosić ułożenie kabla i po sprawdzeniu przez prowadzącego zajęcia, odpowiednio oznaczyć trasę kabla.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- wykop pod kabel częściowo przygotowany na poligonie ćwiczeniowym, ,
- piasek,
- kabel niskiego napięcia (około 5 m długości),
- sprzęt i narzędzia niezbędne do prowadzenia ręcznych robót ziemnych,
- różne rodzaje folii i oznaczników kablowych.

## Ćwiczenie 2

Zaproponuj sposób rozmieszczenia w wykopie 2 kabli niskiego napięcia i 2 kabli średniego napięcia. Narysuj przekrój poprzeczny wykopu, oznaczając dokładnie położenie poszczególnych kabli względem siebie oraz zaznaczając położenie kabli w wykopie.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

## Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z przepisami odpowiednich norm dotyczących zasad układania kabli w ziemi, z uwzględnieniem kabli o różnych napięciach znamionowych,
- 2) narysować przekrój wykopu, dostosowując jego wymiary do liczby kabli i ich napięcia znamionowego,
- 3) zaznaczyć na rysunku położenie kabli w wykopie oraz poziome i pionowe odległości między nimi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- norma PN-76/E-05125 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe”.
- podręczniki i poradniki,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory kreślarskie.

## **5.5. Układanie kabli w blokach, rurach, kanałach, tunelach i budynkach**

### **5.5.1. Ćwiczenia**

#### **Ćwiczenie 1**

Zaprojektuj sposób ułożenia kabli elektroenergetycznych w kanale i tunelu kablowym. Uwzględnij możliwość układania kabli o różnych napięciach znamionowych (rodzaj i ilość kabli, a także rodzaj kanału lub tunelu dowolne).

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować w grupach dwuosobowych mając 30 minut na wykonanie zadania,
- 2) zapoznać się z definicją kanału i tunelu,
- 3) zapoznać się z różnymi sposobami rozmieszczania kabli z uwzględnieniem ich napięcia znamionowego,
- 4) przedstawić sposób ułożenia kabli na rysunku,
- 5) zaprezentować wyniki swojego projektu.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- podręcznik lub poradnik elektroenergetyka,
- przepisy odpowiednich norm,
- przybory kreślarskie.

#### **Ćwiczenie 2**

Przedstaw zasady układania kabli w blokach.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować w grupach dwuosobowych, mając 30 minut na wykonanie zadania,
- 2) wyjaśnić, co to jest blok kablowy, jaka jest jego budowa,
- 3) podać głębokość zakopywania bloków kablowych,
- 4) przedstawić sposób łączenia kabli układanych w blokach,
- 5) przedstawić sposób łączenia bloków.

- Zalecane metody nauczania–uczenia się:
- metoda projektów.

- Środki dydaktyczne:
- podręcznik lub poradnik elektroenergetyka,
  - zeszyt do ćwiczeń, długopis.

## **5.6. Eksploatacja linii kablowych. Lokalizacja i usuwanie uszkodzeń w liniach kablowych**

### **5.6.1. Ćwiczenia**

#### **Ćwiczenie 1**

Korzystając z wiadomości zawartych w podręcznikach, poradnikach, przepisach i różnych innych źródłach, przygotuj prezentację na temat zakresu pomiarów i prób eksploatacyjnych linii kablowych o napięciu znamionowym 110 kV i wyższym.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyjaśnić, jakie rodzaje prób i pomiarów przeprowadza się w danych liniach i jak się je wykonuje,
- 2) podać wymagania techniczne oraz terminy wykonania prób i pomiarów.

- Zalecane metody nauczania–uczenia się:
- praca projektowa.

- Środki dydaktyczne:
- podręczniki, poradniki, przepisy odpowiednich norm,
  - zeszyt do ćwiczeń, długopis.

Uwaga: Ćwiczenie można wykonywać na zajęciach (w czasie około 30 minut) lub w postaci pracy domowej.

#### **Ćwiczenie 2**

Rozpoznaj rodzaj uszkodzenia w danym odcinku kabla YAKY 4x35 mm<sup>2</sup>.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

## Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) sprawdzić, czy kabel nie ma uszkodzeń mechanicznych,
- 2) w zależności od wyników oględzin dokonać sprawdzenia ciągłości żył i pomiarów rezystancji izolacji (zapoznaj się z zasadami tych pomiarów),
- 3) sporządzić zestawienie wyników pomiarów,
- 4) wyciągnąć odpowiednie wnioski,
- 5) zastosować zasady bhp i ochrony ppoż. podczas pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- miernik do pomiaru rezystancji uzwojeń,
- miernik do pomiaru rezystancji izolacji,
- podręczniki, poradniki, przepisy odpowiednich norm,
- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

### Ćwiczenie 3.

W warunkach laboratoryjnych, dokonaj lokalizacji uszkodzenia w kablu za pomocą metody opartej na mostku Wheatstone’a.

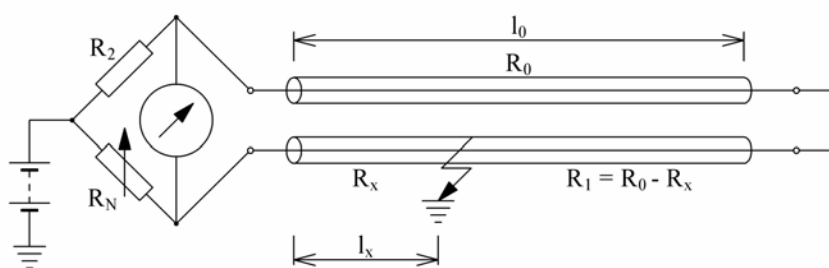
Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

## Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować w grupach dwuosobowych mając 45 minut na całkowite wykonanie zadania,



Zasada pomiaru

- 2) przypomnieć sobie zasadę pomiaru mostkiem Wheatstone’a,
- 3) pokonać przeniesienia mostkowej metody pomiarowej na pomiar umożliwiający lokalizację uszkodzenia w kablu,
- 4) pokonać analizy układu pomiarowego z rysunkiem,
- 5) zgromadzić niezbędną aparaturę pomiarową,
- 6) połączyć układ według schematu z rysunku,

- 7) dokonać zrównoważenia mostka,
- 8) zlokalizować uszkodzenia (podać odległość uszkodzenia od miejsca zasilania),
- 9) zastosować zasady bhp i ochrony ppoż. podczas pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- odcinek kabla z wykonanym celowo uszkodzeniem symulującym zwarcie jednofazowe,
- układ mostka (odpowiednio dobrane wartości rezystancji  $R_2$  i  $R_N$ , zasilacz prądu stałego, galwanometr),
- zeszyt do ćwiczeń, kalkulator.

## **5.7. Zasady bezpiecznej pracy przy budowie i eksploatacji linii kablowych**

### **5.7.1. Ćwiczenia**

#### **Ćwiczenie 1**

Wyjaśnij, jakie warunki muszą być spełnione, aby można było przystąpić do prac remontowych na czynnej linii kablowej.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wymienić czynności niezbędne przed przystąpieniem do jakichkolwiek prac przy linii kablowej,
- 2) uzasadnić, dlaczego linia wyłączona spod napięcia w dalszym ciągu stwarza zagrożenie porażeniem,
- 3) wyjaśnić, z jakiego sprzętu ochronnego należy korzystać przy przecinaniu kabla.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- podręczniki, poradniki elektroenergetyka,
- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

#### **Ćwiczenie 2.**

Dokonaj oceny ryzyka zawodowego na stanowisku pracy przy budowie elektroenergetycznej linii kablowej.

### Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wymienić wszystkie czynności wykonywane przy budowie linii kablowych,
- 2) wskazać zagrożenia zawodowe związane z wykonywanymi czynnościami,
- 3) opisać skuteczne środki zabezpieczające.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

– ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- przepisy budowy i eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych,
- podręczniki, poradniki elektroenergetyka,
- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

## 6. EWALUACJA OSIĄGNIĘĆ UCZNIA

### Przykłady narzędzi pomiaru dydaktycznego

#### Dwa testy dwustopniowe do jednostki modułowej „Budowa i eksploatacja linii kablowych”

##### Test 1

Test składa się z 20 zadań wielokrotnego wyboru, z których:

- zadania 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 20 są z poziomu podstawowego,
- zadania 15, 16, 17, 18, 19 są z poziomu ponadpodstawowego.

##### Punktacja zadań: 0 lub 1 punkt

Za każdą poprawną odpowiedź uczeń otrzymuje 1 punkt, za błędną odpowiedź lub jej brak uczeń otrzymuje 0 punktów.

#### Proponuje się następujące normy wymagań – uczeń otrzyma następujące oceny szkolne:

- dopuszczający – za rozwiązanie co najmniej 8 zadań z poziomu podstawowego,
- dostateczny – za rozwiązanie co najmniej 12 zadań z poziomu podstawowego,
- dobry – za rozwiązanie od 15 do 17 zadań, w tym co najmniej 2 z poziomu ponadpodstawowego,
- bardzo dobry – za rozwiązanie co najmniej 18 zadań, w tym co najmniej 4 z poziomu ponadpodstawowego.

**Klucz odpowiedzi: 1. d, 2. c, 3. b, 4. d, 5. b, 6. a, 7. a, 8. b, 9. c, 10. a, 11. a, 12. c, 13. c, 14. c, 15. d, 16. c, 17. a, 18. c, 19. d, 20. d.**

##### Plan testu 1

| Nr zadania | Cel operacyjny<br>(mierzone osiągnięcia uczniów) | Kategoria celu | Poziom wymagań | Poprawna odpowiedź |
|------------|--------------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| 1.         | Rozpoznać rodzaj kabla po jego symbolu           | A              | P              | d                  |
| 2.         | Określić przeznaczenie elementów budowy kabla    | B              | P              | c                  |
| 3.         | Rozpoznać rodzaj kabla po jego symbolu           | A              | P              | b                  |
| 4.         | Scharakteryzować zasady układania kabli          | B              | P              | d                  |
| 5.         | Podać głębokość ułożenia kabla w ziemi           | B              | P              | b                  |
| 6.         | Scharakteryzować sposób ułożenia kabla w ziemi   | B              | P              | a                  |

|      |                                                                  |   |    |   |
|------|------------------------------------------------------------------|---|----|---|
| 7.   | Scharakteryzować zasady układania kabli w wykopie                | B | P  | a |
| 8.   | Scharakteryzować zasady oznaczania kabli w kanałach i tunelach   | B | P  | b |
| 9.   | Scharakteryzować zasady wykonywania przepustów pod drogą         | B | P  | c |
| 10.  | Podać odległości między kablami przy ich zbliżaniu               | B | P  | a |
| 11.  | Scharakteryzować zasady zostawiania zapasów przy układaniu kabla | B | P  | a |
| 12.  | Rozróżnić osprzęt linii kablowych                                | B | P  | c |
| 13.  | Rozróżnić układy do pomiarów eksploatacyjnych kabli              | B | P  | c |
| 14.  | Rozróżnić oznaczenia żył w kablu                                 | B | P  | c |
| 15.  | Ocenić wyniki pomiarów eksploatacyjnych                          | B | PP | d |
| 16.  | Rozpoznać układ służący do lokalizacji uszkodzenia               | B | PP | c |
| 17.. | Podać zależność, przy której osiąga się równowagę mostka         | B | PP | a |
| 18.  | Podać zależność pozwalającą zlokalizować miejsce uszkodzenia     | B | PP | c |
| 19.  | Zastosować zasady bhp przy naprawie linii kablowej               | B | PP | d |
| 20.  | Zastosować zasady bhp podczas budowy linii kablowej              | B | P  | d |

P– poziom podstawowy, PP– poziom ponadpodstawowy

## Przebieg testowania

### Instrukcja dla nauczyciela

1. Ustal z uczniami termin przeprowadzenia sprawdzianu z wyprzedzeniem co najmniej tygodniowym.
2. Uczeń rozwiązuje 20 zadań testowych wielokrotnego wyboru.
3. W każdym zadaniu jest tylko jedna poprawna odpowiedź.
4. Uczeń wybiera poprawną odpowiedź, zaznaczając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
5. W przypadku pomyłki bierze złą odpowiedź w kółko i zaznacza właściwą.
6. Na rozwiązanie testu uczeń ma 40 minut oraz 5 minut na zapoznanie się z instrukcją.
7. Po zakończeniu testu uczeń podnosi rękę i czeka, aż nauczyciel odbierze od niego pracę.

## Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tę czynność 5 minut.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test składa się z 20 zadań dotyczących budowy i eksploatacji linii kablowych.
5. Wszystkie zadania to zadania wielokrotnego wyboru. Zawierają cztery możliwe odpowiedzi, z których tylko jedna jest poprawna. Zaznacz poprawną odpowiedź, zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi. Jeśli się pomyliłeś, to otocz błędną odpowiedź kółkiem i zaznacz nową odpowiedź.
6. Za każdą poprawną odpowiedź otrzymasz 1 punkt, za złą odpowiedź lub brak odpowiedzi 0 punktów.
7. Możesz uzyskać maksymalnie 20 punktów.
8. Na rozwiązanie wszystkich zadań masz 40 minut.
9. Odpowiedzi udzielaj wyłącznie na załączonej karcie odpowiedzi.
10. Pamiętaj, że pracujesz samodzielnie.
11. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj, aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

## Materialy dla ucznia:

- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

## ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Kabel o żyłach miedzianych w izolacji polietylenowej i powłoce polwinitowej oznacza się symbolem:
  - a) YAKY,
  - b) YKY,
  - c) YKXS,
  - d) YKX.
2. Ekran w kablu stosuje się w celu:
  - a) ochrony przed szkodliwym wpływem czynników chemicznych,
  - b) ochrony przed przecięciem i zarysowaniem,
  - c) wyrównania i zmniejszenia naprężenia elektrycznego w pobliżu żyły,
  - d) ochrony przed wilgocią.
3. Symbol YAKYFty oznacza:
  - a) kabel o żyłach miedzianych w izolacji i powłoce polwinitowej opancerzony taśmami stalowymi w zewnętrznej powłoce polwinitowej,
  - b) kabel o żyłach aluminiowych w izolacji i powłoce polwinitowej opancerzony taśmami stalowymi w zewnętrznej powłoce polwinitowej,
  - c) kabel o żyłach miedzianych w izolacji i powłoce polwinitowej opancerzony drutami okrągłymi w zewnętrznej powłoce polwinitowej,
  - d) kabel o żyłach aluminiowych w izolacji polietylenowej i powłoce polwinitowej opancerzony taśmami stalowymi w zewnętrznej powłoce polwinitowej.

4. Kable elektroenergetyczne można układać:
- tylko w ziemi,
  - tylko w ziemi, kanałach i tunelach,
  - tylko w ziemi, kanałach, tunelach i budynkach,
  - praktycznie w każdych warunkach.
5. Kable na napięcie do 1 kV należy układać w ziemi na głębokości (z wyłączeniem użytków rolnych):
- 60 cm,
  - 70 cm,
  - 80 cm,
  - 90 cm.
6. Kable ułożone w ziemi należy:
- zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie przykryć warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 15 cm, następnie przykryć folią w kolorze niebieskim (dla kabli do 1 kV) lub czerwonym (dla kabli powyżej 1 kV),
  - zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie przykryć warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 15 cm, następnie przykryć folią w kolorze czerwonym (dla kabli do 1 kV) lub niebieskim (dla kabli powyżej 1 kV),
  - zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 15 cm, następnie przykryć warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 10 cm, następnie przykryć folią w kolorze niebieskim (dla kabli do 1 kV) lub czerwonym (dla kabli powyżej 1 kV),
  - zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 15 cm, następnie przykryć warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 10 cm, następnie przykryć folią w kolorze czerwonym (dla kabli do 1 kV) lub niebieskim (dla kabli powyżej 1 kV).
7. Kable powinny być ułożone w wykopie z zapasem:
- $(1 \div 3) \%$  długości,
  - $(5 \div 5) \%$  długości,
  - $(6 \div 7) \%$  długości,
  - $(8 \div 9) \%$  długości.
8. Oznaczniki kabli ułożonych w kanałach i tunelach należy umieszczać w odległości:
- nie większej 10 m,
  - nie większej niż 20 m,
  - co najmniej 30 m,
  - co najmniej 50 m.
9. Wykonując przejście kabla niskiego napięcia przez drogę należy osłonić go rurą ułożoną na głębokości minimum:
- 60 cm,
  - 80 cm,
  - 100 cm,
  - 120 cm.

10. Odległość pozioma przy zbliżaniu między kablem średniego i niskiego napięcia wynosi minimum:

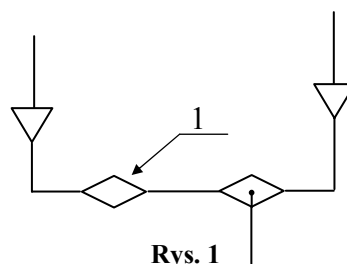
- a) 10 cm,
- b) 25 cm,
- c) 90 cm,
- d) 100 cm.

11. Po obu stronach mufy, przy głowicach i przy wprowadzaniu kabla na napięcie do 1kV do kanałów lub tuneli, należy pozostawić zapas:

- a) 1÷5 m,
- b) 5÷10 m,
- c) 10÷15 m,
- d) 15÷20 m.

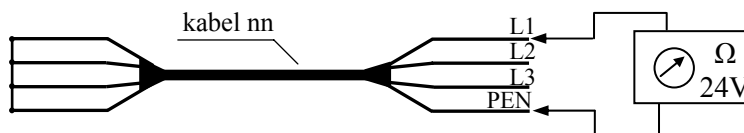
12. Symbol 1 zaznaczony na rys.1 oznacza:

- a) głowicę kablową,
- b) mufę kablową rozgałęźną,
- c) mufę kablową przelotową,
- d) oznacznik kablowy.



13. Układ pomiarowy przedstawiony na rys.2 służy do:

- a) pomiaru rezystancji izolacji,
- b) pomiaru impedancji pętli zwarciowej,
- c) sprawdzenia ciągłości żył,
- d) pomiaru rezystancji uziemienia.



Rys. 2.

14. Symbole L1, L2, L3, PEN z rys. 2 oznaczają odpowiednio:

- a) żyły przewodów fazowych i przewód neutralny,
- b) żyły przewodów fazowych i przewód ochronny,
- c) żyły przewodów fazowych i przewód ochronno-neutralny,
- d) żyły przewodów fazowych i pancerz ochronny.

15. Pomiar rezystancji izolacji, po przeliczeniu na 1 km długości, w czterożyłowym kablu na napięcie do 1 kV o izolacji polietylenowej, dał następujące wyniki:

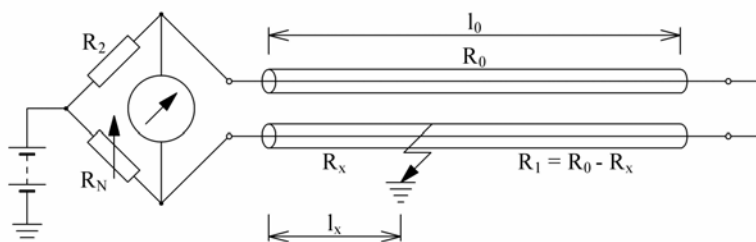
$$\begin{array}{lll} R_{L1-L2, L3} = 95 \text{ M}\Omega, & R_{L2-L1, L3} = 100 \text{ M}\Omega, & R_{L3-L2, L1} = 100 \text{ M}\Omega \\ R_{L1-PEN} = 50 \text{ }\Omega, & R_{L2-PEN} = 120 \text{ M}\Omega, & R_{L3-PEN} = 125 \text{ M}\Omega \end{array}$$

Wyniki pomiarów świadczą że:

- a) kabel jest sprawny, ale ma jedną żyłę z osłabioną izolacją,
- b) kabel jest uszkodzony i występuje zwarcie między fazą L1 a przewodem neutralnym,
- c) kabel jest uszkodzony i występuje zwarcie między fazą L1 a przewodem ochronnym,
- d) kabel jest uszkodzony i występuje zwarcie między fazą L1 a przewodem ochronno-neutralnym.

16. Układ przedstawiony na rys.3 służący do lokalizacji uszkodzenia kabla wykorzystuje układ:

- a) mostka Thomsona,
- b) mostka Wiena,
- c) mostka Wheatstone'a,
- d) mostka Maxwella.



Rys. 3

17. W układzie z rys. 3 równowagę mostka uzyskujemy, gdy spełniona jest zależność:

- a)  $\frac{R_2}{R_N} = \frac{2R_0 - R_x}{R_x}$ ,
- b)  $\frac{R_2}{R_N} = \frac{R_0 - R_x}{R_x}$ ,
- c)  $\frac{R_2}{R_N} = \frac{R_x}{2R_0 - R_x}$ ,
- d)  $\frac{R_2}{R_N} = \frac{R_x}{R_0 - R_x}$ .

18. Szukaną długość  $l_x$  z rys.3 wyznaczyć można z zależności:

- a)  $l_x = 2l_0 \cdot \frac{R_2 + R_N}{R_N}$ ,
- b)  $l_x = l_0 \cdot \frac{R_2 + R_N}{R_N}$ ,
- c)  $l_x = 2l_0 \cdot \frac{R_N}{R_2 + R_N}$ ,
- d)  $l_x = l_0 \cdot \frac{R_N}{R_2 + R_N}$ .

19. Przed przystąpieniem do jakichkolwiek prac, kabel elektroenergetyczny należy wyłączyć spod napięcia, koniecznie rozładować i uziemić, zachowuje się on bowiem jak odbiornik o charakterze:

- a) rezystancyjnym,
- b) indukcyjnym,
- c) rezystancyjno-indukcyjnym,
- d) pojemnościowym.

20. Jedną z podstawowych zasad bezpiecznego wykonywania wykopu pod kabel jest:

- a) ustawienie wzdłuż rowów, od strony przejść dla pieszych, barierki w kolorze czerwono-białym,
- b) zabezpieczenie wykopu sznurkiem na całej długości po obu stronach,
- c) postawienie na początku wykopu tabliczki z napisem: UWAGA WYKOP,
- d) ustawienie chorągiewek na trasie robót ziemnych.

# KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko .....

## Budowa i eksploatacja linii kablowych

Zaznacz poprawną odpowiedź

| Nr zadania | Odpowiedź |   |   |   | Punkty |
|------------|-----------|---|---|---|--------|
| 1          | a         | b | c | d |        |
| 2          | a         | b | c | d |        |
| 3          | a         | b | c | d |        |
| 4          | a         | b | c | d |        |
| 5          | a         | b | c | d |        |
| 6          | a         | b | c | d |        |
| 7          | a         | b | c | d |        |
| 8          | a         | b | c | d |        |
| 9          | a         | b | c | d |        |
| 10         | a         | b | c | d |        |
| 11         | a         | b | c | d |        |
| 12         | a         | b | c | d |        |
| 13         | a         | b | c | d |        |
| 14         | a         | b | c | d |        |
| 15         | a         | b | c | d |        |
| 16         | a         | b | c | d |        |
| 17         | a         | b | c | d |        |
| 18         | a         | b | c | d |        |
| 19         | a         | b | c | d |        |
| 20         | a         | b | c | d |        |
| Razem      |           |   |   |   |        |

## Test 2

Test składa się z 20 zadań wielokrotnego wyboru, z których:

- zadania 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 18, 19, 20 są z poziomu podstawowego,
- zadania 12, 13, 16, 17 są z poziomu ponadpodstawowego.

## Punktacja zadań: 0 lub 1 punkt

Za każdą poprawną odpowiedź uczeń otrzymuje 1 punkt, za błędną odpowiedź lub jej brak uczeń otrzymuje 0 punktów.

## Proponuje się następujące normy wymagań – uczeń otrzyma następujące oceny szkolne:

- dopuszczający – za rozwiązanie co najmniej 8 zadań z poziomu podstawowego,
- dostateczny – za rozwiązanie co najmniej 12 zadań z poziomu podstawowego,
- dobry – za rozwiązanie od 15 do 17 zadań, w tym co najmniej 2 z poziomu ponadpodstawowego,
- bardzo dobry – za rozwiązanie co najmniej 18 zadań, w tym co najmniej 3 z poziomu ponadpodstawowego.

**Klucz odpowiedzi: 1. c, 2. c, 3. b, 4. b, 5. d, 6. d, 7. c, 8. a, 9. d, 10. b, 11. c, 12. a, 13. c, 14. d, 15. c, 16. a, 17. c, 18. a, 19. c, 20. b.**

## Plan testu 2

| Nr zadania | Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)                | Kategoria celu | Poziom wymagań | Poprawna odpowiedź |
|------------|--------------------------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| 1          | Rozpoznać rodzaj kabla po jego symbolu                       | A              | P              | c                  |
| 2          | Rozpoznać podstawowe elementy w budowie kabla                | A              | P              | c                  |
| 3          | Rozpoznać rodzaj kabla po jego oznaczeniu                    | A              | P              | b                  |
| 4          | Podać głębokości ułożenia kabla w ziemi                      | B              | P              | b                  |
| 5          | Scharakteryzować sposób ułożenia kabli oświetlenia ulicznego | B              | P              | d                  |
| 6          | Odpowiednio oznakować kable                                  | B              | P              | d                  |
| 7          | Odpowiednio ułożyć kable                                     | B              | P              | c                  |
| 8          | Scharakteryzować sposób wprowadzania kabla do budynku        | B              | P              | a                  |
| 9          | Rozróżnić osprzęt linii kablowych                            | B              | P              | d                  |

|    |                                                                 |   |    |   |
|----|-----------------------------------------------------------------|---|----|---|
| 10 | Wyjaśnić, jaki jest zalecany zapas kabla po obu stronach muf    | B | P  | b |
| 11 | Podać odległości między kablami przy ich skrzyżowaniu           | B | P  | c |
| 12 | Scharakteryzować zasady układania kabli w tunelach              | B | PP | a |
| 13 | Rozróżnić układy do pomiarów eksploatacyjnych kabli             | B | PP | c |
| 14 | Scharakteryzować pomiary wykonywane w linii kablowej            | B | P  | d |
| 15 | Określić wartość rezystancji izolacji w kablu                   | B | P  | c |
| 16 | Rozróżnić symbole umieszczone w protokołach badań kabli         | B | PP | a |
| 17 | Scharakteryzować metody lokalizacji uszkodzeń w kablu           | B | PP | c |
| 18 | Zastosować zasady bezpiecznej pracy przy budowie linii kablowej | B | P  | a |
| 19 | Rozpoznać linię kablową na modelu i w terenie                   | B | P  | c |
| 20 | Zastosować zasady ochrony ppoż. na stanowisku pracy             | B | p  | b |

P– poziom podstawowy, PP– poziom ponadpodstawowy

## Przebieg testowania

### Instrukcja dla nauczyciela

1. Ustal z uczniami termin przeprowadzenia sprawdzianu z wyprzedzeniem co najmniej tygodniowym.
2. Uczeń rozwiązuje 20 zadań testowych wielokrotnego wyboru.
3. W każdym zadaniu jest tylko jedna poprawna odpowiedź.
4. Uczeń wybiera poprawną odpowiedź, zaznaczając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
5. W przypadku pomyłki bierze złą odpowiedź w kółko i zaznacza właściwą.
6. Na rozwiązanie testu uczeń ma 40 minut oraz 5 minut na zapoznanie się z instrukcją.
7. Po zakończeniu testu uczeń podnosi rękę i czeka, aż nauczyciel odbierze od niego pracę.

## Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tę czynność 5 minut.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test składa się z 20 zadań dotyczących budowy i eksploatacji linii kablowych.
5. Wszystkie zadania to zadania wielokrotnego wyboru. Zawierają cztery możliwe odpowiedzi, z których tylko jedna jest poprawna. Zaznacz poprawną odpowiedź, zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi. Jeśli się pomyliłeś, to otocz błędną odpowiedź kółkiem i zaznacz nową odpowiedź.
6. Za każdą poprawną odpowiedź otrzymasz 1 punkt, za złą odpowiedź lub brak odpowiedzi 0 punktów.
7. Możesz uzyskać maksymalnie 20 punktów.
8. Na rozwiązanie wszystkich zadań masz 40 minut.
9. Odpowiedzi udzielaj wyłącznie na załączonej karcie odpowiedzi.
10. Pamiętaj, że pracujesz samodzielnie.
11. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj, aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

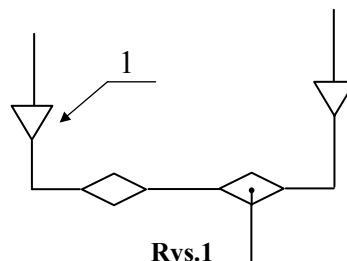
## Materiały dla ucznia:

- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

## ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

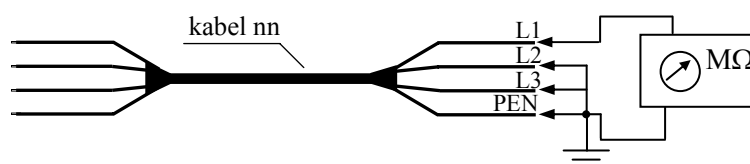
1. Kabel o żyłach aluminiowych w izolacji z polietylenu usieciowanego oraz w powłoce polwinitowej oznacza się symbolem:
  - a) YAKY,
  - b) YKX,
  - c) YAKXS,
  - d) YKY.
2. Ekran w kablu wykonany jest najczęściej z:
  - a) tworzywa sztucznego,
  - b) przędzy jutowej,
  - c) metalizowanego lub półprzewodzącego papieru,
  - d) taśm stalowych.
3. Symbol HAKnFtA oznacza kabel:
  - a) z żyłami miedzianymi, ekranowany, o izolacji papierowej przesyczonej syciwem nieciekającym, o powłoce ołowianej, opancerzony taśmami stalowymi, z osłoną włóknistą,
  - b) z żyłami aluminiowymi, ekranowany, o izolacji papierowej przesyczonej syciwem nieciekającym, o powłoce ołowianej, opancerzony taśmami stalowymi, z osłoną włóknistą,
  - c) z żyłami miedzianymi, ekranowany, o izolacji papierowej przesyczonej syciwem nieciekającym, o powłoce ołowianej, z osłoną włóknistą,
  - d) z żyłami aluminiowymi, o izolacji papierowej przesyczonej syciwem nieciekającym, o powłoce ołowianej, opancerzony taśmami stalowymi, z osłoną włóknistą.

4. Głębokość ułożenia w ziemi kabli na napięcie do 15 kV, na użytkach rolnych, powinna wynosić co najmniej:
  - a) 80 cm,
  - b) 90 cm,
  - c) 100 cm,
  - d) 110 cm.
5. Głębokość ułożenia, pod chodnikiem lub drogą rowerową, kabli oświetlenia ulicznego wynosi:
  - a) 100 cm,
  - b) 90 cm,
  - c) 70 cm,
  - d) 50 cm.
6. Odległość folii z tworzywa sztucznego (niebieskiej lub czerwonej) od kabla ułożonego w ziemi powinna wynosić minimum:
  - a) 10 cm,
  - b) 15 cm,
  - c) 20 cm,
  - d) 25 cm.
7. Minimalny promień zgięcia  $R$  dla kabli o izolacji z tworzyw sztucznych wynosi:
  - a) 1 x średnica zewnętrzna kabla,
  - b) 2 x średnica zewnętrzna kabla,
  - c) 10 x średnica zewnętrzna kabla,
  - d) 30 x średnica zewnętrzna kabla.
8. Przy wprowadzaniu kabla do budynku należy go zabezpieczyć osłoną w postaci rury, która powinna:
  - a) mieć wewnętrzną średnicę równą co najmniej 1,5-krotnej średnicy zewnętrznej kabla i powinna być ułożona ze spadkiem na zewnątrz budynku,
  - b) mieć wewnętrzną średnicę równą co najmniej 1,5-krotnej średnicy zewnętrznej kabla i powinna być ułożona ze spadkiem do wewnątrz budynku,
  - c) mieć wewnętrzną średnicę równą co najmniej 3-krotnej średnicy zewnętrznej kabla i powinna być ułożona ze spadkiem na zewnątrz budynku,
  - d) mieć wewnętrzną średnicę równą co najmniej 3-krotnej średnicy zewnętrznej kabla i powinna być ułożona ze spadkiem do wewnątrz budynku.
9. Symbol 1 przedstawiony na rys.1 oznacza:
  - a) mufę przelotową,
  - b) odgromnik zaworowy,
  - c) oznacznik na trasie linii kablowej,
  - d) głowicę kablową.



Rys.1

10. Po obu stronach mufy, w przypadku kabla na napięcie od 1 do 10 kV, należy pozostawić zapas minimum:
- 1 m,
  - 3 m,
  - 5 m,
  - 10 m.
11. Najmniejsza dopuszczalna odległość pionowa przy skrzyżowaniu kabli elektroenergetycznych z kablami telekomunikacyjnymi wynosi:
- 10 cm,
  - 25 cm,
  - 50 cm,
  - 150 cm.
12. Układając kable w tunelach kablowych należy pamiętać, że:
- kable o napięciach powyżej 1 kV powinny być układane na konstrukcjach wsporczych nad kablami o napięciu do 1 kV,
  - kable o napięciach powyżej 1 kV powinny być układane na konstrukcjach wsporczych pod kablami o napięciu do 1 kV,
  - kable można układać również na dnie tuneli (w przejściach),
  - kable można mocować bezpośrednio do ściany.
13. Układ pomiarowy przedstawiony na rys. 2 służy do:
- sprawdzenia ciągłości żył,
  - pomiaru rezystancji żył,
  - pomiaru rezystancji izolacji,
  - próby napięciowej izolacji.



Rys. 2

14. Próba napięciowa izolacji polega na:
- doprowadzeniu do kabla na określony czas napięcia znamionowego,
  - doprowadzeniu do kabla na określony czas napięcia bezpiecznego,
  - doprowadzeniu do kabla na określony czas napięcia równego połowie napięcia znamionowego,
  - doprowadzeniu do kabla na określony czas napięcia probierczego znacznie przewyższającego wartość znamionową.
15. Wartość rezystancji izolacji przeliczona na 1 km długości, w kablach o izolacji papierowo-olejowej, na napięcie do 6 kV, powinna wynosić co najmniej:
- 200 kΩ,
  - 2000 kΩ,
  - 20 MΩ,
  - 200 MΩ.

16. Symbol >!  
< zamieszczony w protokole z pomiarów kabli elektroenergetycznych oznacza:
- a) przebicie izolacji,
  - b) zachowaną ciągłość żył,
  - c) pozytywny wynik pomiarów rezystancji izolacji,
  - d) negatywny wynik próby napięciowej.
17. Metoda indukcyjna lokalizacji uszkodzenia w linii kablowej polega na:
- a) wysyłaniu na kabel udarowej fali napięciowej, która powoduje przeskok iskrowy w miejscu uszkodzenia kabla. Trzask jest wychwytywany przez mikrofon i wzmacniany,
  - b) wymuszeniu przepływu prądu o wartości kilku amperów i za pomocą czułego woltomierza i dwóch ruchomych sond zbadaniu wartości i kierunku spadków napięć wzdłuż trasy,
  - c) dołączeniu do kabla generatora sygnałów wytwarzających impulsy o częstotliwości kilkuset Hz. Częstotliwość wysyłania tych impulsów wynosi kilka Hz. Aby odszukać miejsce uszkodzenia należy posuwać się wzdłuż trasy kabla ze wzmacniaczem, który przetwarza impulsy na dźwięki słyszane przez słuchającego za pomocą słuchawki,
  - d) wysyłaniu na kabel krótkotrwałego, powtarzalnego impulsu i dokładnym pomiarze czasu, jaki upływa od wysłania impulsu do jego powrotu na początek linii.
18. Po ułożeniu kabla, zamontowaniu osprzętu, ale przed jego zasypaniem należy między innymi:
- a) sprawdzić ciągłość żył i powłok metalowych,
  - b) przykryć kabel na całej długości papą,
  - c) załączyć na próbę napięcie robocze,
  - d) sprawdzić, czy kabel jest w miarę możliwości ułożony linią prostą.
19. Trasa linii kablowej oznakowana jest najczęściej betonowymi słupkami wystającymi z ziemi z napisem K (kabel). Słupki te umieszcza się:
- a) regularnie co 50 m,
  - b) regularnie co 100 m,
  - c) co 100 m na prostych odcinkach oraz w miejscach zmiany kierunku, skrzyżowań, po obu stronach rzek,
  - d) co 200 m na prostych odcinkach oraz w miejscach zmiany kierunku, skrzyżowań, po obu stronach rzek .
20. Palące się kable należy gasić:
- a) gaśnicą pianową,
  - b) gaśnicą proszkową, ale także piaskiem po uprzednim wyłączeniu napięcia,
  - c) hydronetką wodno-pianową,
  - d) wodą z najbliższego hydrantu i piaskiem.

# KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko .....

## Budowa i eksploatacja linii kablowych

Zakreśl poprawną odpowiedź

| Nr zadania | Odpowiedź |   |   |   | Punkty |
|------------|-----------|---|---|---|--------|
| 1          | a         | b | c | d |        |
| 2          | a         | b | c | d |        |
| 3          | a         | b | c | d |        |
| 4          | a         | b | c | d |        |
| 5          | a         | b | c | d |        |
| 6          | a         | b | c | d |        |
| 7          | a         | b | c | d |        |
| 8          | a         | b | c | d |        |
| 9          | a         | b | c | d |        |
| 10         | a         | b | c | d |        |
| 11         | a         | b | c | d |        |
| 12         | a         | b | c | d |        |
| 13         | a         | b | c | d |        |
| 14         | a         | b | c | d |        |
| 15         | a         | b | c | d |        |
| 16         | a         | b | c | d |        |
| 17         | a         | b | c | d |        |
| 18         | a         | b | c | d |        |
| 19         | a         | b | c | d |        |
| 20         | a         | b | c | d |        |
| Razem      |           |   |   |   |        |

## 7. LITERATURA

1. Kotlarski W.: Sieci elektroenergetyczne. WSiP, Warszawa 1999
2. Kupras K., Ślirz W.: Pomiary w elektroenergetyce do 1 kV. KS KRAK, Kraków 2000
3. Laskowski J.: Poradnik elektroenergetyka przemysłowego, COSiW SEP, Warszawa 2000
4. Musiał E.: Instalacje i urządzenia elektroenergetyczne. WSiP, Warszawa 2001
5. Orlik W.: Egzamin kwalifikacyjny elektryka w pytaniach i odpowiedziach. KaBe, Krosno 2001
6. Praca zbiorowa: Elektroenergetyczne układy przesyłowe. WNT, Warszawa 1997