



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Barbara Kapruziak

Budowa i eksploatacja linii napowietrznych 311[08].Z3.01

Poradnik dla nauczyciela

Wydawca

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

Recenzenci:

mgr inż. Henryk Kucharski

dr inż. Gerard Lipiński

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr inż. Bożena Zając

Korekta:

mgr inż. Jarosław Sitek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[08].Z3.01 „Budowa i eksploatacja linii napowietrznych” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik elektryk.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Scenariusze zajęć	6
5. Ćwiczenia	10
5.1. Charakterystyka linii napowietrznych	10
5.1.1. Ćwiczenia	10
5.2. Zasady budowy i eksploatacji linii napowietrznych	15
5.2.1. Ćwiczenia	15
6. Ewaluacja osiągnięć ucznia	20
7. Literatura	30

1. WPROWADZENIE

Poradnik, który Państwu przekazujemy, będzie pomocny w prowadzeniu zajęć dydaktycznych w szkole zawodowej kształcącej w zawodzie technik elektryk oraz w przyswajaniu przez uczniów wiedzy związanej z budową i eksploatacją elektroenergetycznych linii przesyłowych, a także w kształtowaniu umiejętności z zakresu rozpoznawania elementów składowych linii napowietrznych, dobierania osprzętu potrzebnego do ich wykonania oraz określania zasad budowy. Wskazane jest, by zajęcia dydaktyczne były prowadzone metodami aktywizującymi, ze szczególnym uwzględnieniem:

- metody tekstu przewodniego,
- ćwiczeń praktycznych,
- pokazu z objaśnieniem.

Istotne jest, by uczniowie samodzielnie zdobywali wiadomości i umiejętności poprzez pracę zespołową oraz korzystanie z różnych źródeł informacji.

Zajęcia można uatrakcyjnić poprzez zaprezentowanie filmów dydaktycznych oraz organizowanie wycieczek dydaktycznych umożliwiających rozpoznawanie elementów elektroenergetycznych linii napowietrznych w naturalnych warunkach.

W Poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne określające umiejętności, jakie powinien posiadać uczeń, by mógł bez problemów rozpocząć pracę ze swoim poradnikiem,
- cele kształcenia, czyli wykaz umiejętności, jakie opanuje uczeń w wyniku kształcenia w ramach tej jednostki modułowej,
- przykładowe scenariusze zajęć,
- propozycje ćwiczeń (zawierające polecenia, sposób wykonania oraz wyposażenie stanowiska pracy), które pozwolą uczniowi ukształtować określone umiejętności praktyczne,
- ewaluację osiągnięć ucznia w postaci testu, który umożliwi sprawdzenie wiadomości i umiejętności ucznia opanowanych podczas realizacji programu jednostki modułowej,
- literaturę związaną z programem jednostki modułowej umożliwiającą pogłębienie wiedzy z zakresu programu tej jednostki.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Aby rozpocząć pracę z niniejszym Poradnikiem i tym samym przystąpić do realizacji programu jednostki modułowej „Budowa i eksploatacja linii napowietrznych” uczeń powinien umieć:

- komunikować się i pracować w zespole,
- dokonywać oceny swoich umiejętności,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- wyszukiwać, selekcjonować, porządkować, przetwarzać i przechowywać informacje niezbędne do wykonywania zadań zawodowych,
- dokonywać jakościowej i ilościowej analizy zjawisk fizycznych,
- dokonywać klasyfikacji, porównań, poszukiwać analogii oraz dostrzegać związki przyczynowo-skutkowe między wielkościami i zjawiskami,
- interpretować założenia teoretyczne i stosować je w praktyce,
- przedstawiać graficznie zależności oraz interpretację wykresów, tabel i schematów,
- analizować treść działania, dobierać metody i plan rozwiązania,
- uzasadniać działanie na podstawie określonej teorii, planować czynności, tabele pomiarów,
- prezentować wyniki opracowań,
- rysować schematy, montować układy, wykonywać pomiary,
- interpretować wyniki doświadczeń i dokonywać uogólnień,
- samodzielnie podejmować decyzje,
- rozróżniać i charakteryzować różne rodzaje przewodów,
- rozróżniać materiały stosowane do budowy przewodów,
- rozróżniać oznaczenia literowo-cyfrowe przewodów,
- czytać proste schematy linii,
- posługiwać się podstawowymi pojęciami z zakresu elektroenergetyki,
- swobodnie posługiwać się językiem technicznym.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej „Budowa i eksploatacja linii napowietrznych” uczeń powinien umieć:

- sklasyfikować elektroenergetyczne linie napowietrzne,
- rozpoznać rodzaj przewodów stosowanych do budowy linii elektroenergetycznych po ich wyglądzie i oznaczeniu literowym,
- dobrać przewód dla określonego obciążenia i warunków pracy linii,
- rozpoznać części składowe linii napowietrznych na schemacie (planie) modelu oraz w terenie,
- rozróżnić rodzaje słupów stosowanych w liniach napowietrznych,
- rozróżnić izolatory stosowane w linii napowietrznej,
- scharakteryzować osprzęt używany do budowy linii napowietrznych,
- dokonać analizy pracy linii napowietrznych na podstawie schematu elektrycznego,
- wyjaśnić sposoby budowy linii przy obostrzeniach różnego stopnia,
- dobrać osprzęt do wykonania określonej linii napowietrznej,
- scharakteryzować ochronę przeciwporażeniową w liniach napowietrznych,
- scharakteryzować ochronę przepięciową w liniach napowietrznych,
- określić zasady eksploatacji elektroenergetycznych linii napowietrznych,
- skorzystać z literatury, norm i kart katalogowych wyrobów,
- zastosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska obowiązujące na stanowisku pracy.

4. SCENARIUSZE ZAJĘĆ

Scenariusz zajęć nr 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 napowietrznych 311[08].Z3.01

Temat: Konstrukcje wsporcze w liniach napowietrznych

Cel ogólny: kształtowanie umiejętności rozróżniania i charakteryzowania różnych rodzajów słupów

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- sklasyfikować słupy ze względu na materiał,
- sklasyfikować słupy ze względu na przeznaczenie,
- scharakteryzować słupy przelotowe,
- scharakteryzować słupy mocne,
- rozpoznać rodzaj słupów na planie, modelu i w terenie,
- dobrać słupy w linii napowietrznej,
- sformułować wnioski końcowe,
- współpracować w grupie,
- prowadzić dyskusję zgodnie z obowiązującymi zasadami.

Metody nauczania:

- elementy wykładu,
- ćwiczenia praktyczne,
- dyskusja w grupie,
- metoda gier.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- grupowa jednolita,
- indywidualna.

Czas: 90 minut.

Środki dydaktyczne:

- fragmenty planu linii napowietrznej,
- model linii napowietrznej uwzględniający wszystkie rodzaje słupów,
- rzutnik,
- slajdy,
- katalogi,
- kolorowe mazaki,
- kartki papieru,
- literatura.

Przebieg zajęć:

1. Wprowadzenie do tematu lekcji.
2. Przedstawienie celów zajęć.
3. Nawiązanie do tematu lekcji – krótka charakterystyka konstrukcji wsporczych, podanie kryteriów podziału słupów – pogadanka heurystyczna oraz krótka dyskusja.
4. Prezentacja slajdów przedstawiających poszczególne rodzaje słupów.
5. Podział klasy na grupy liczące 3÷4 osoby (przypadkowy dobór uczniów).
6. Wybór w każdej grupie lidera, sekretarza i prezentera.
7. Przydzielenie pierwszego zadania: każda grupa na podstawie wybranych pozycji z literatury technicznej, notatek sporządzonych przez uczniów w czasie prezentacji slajdów wypisuje cechy poszczególnych rodzajów słupów.
Grupa, która przekaże najwięcej cech charakterystycznych otrzymuje 5 punktów.
Dla grupy, która uplasuje się na drugiej pozycji przewidziano 3 punkty, zaś zdobywcy trzeciego miejsca otrzymają 1 punkt.
8. Podanie grupom kolejnego zadania: nauczyciel pokazuje kolejno ponumerowane slajdy przedstawiające pojedyncze słupy.
Każda grupa na kartkach przyporządkowuje kolejnym slajdom nazwy słupów. Kartki z odpowiedziami poszczególnych grup zostają przypięte do tablicy. Prezenterzy krótko omawiają efekty pracy swojej grupy.
Grupa, która przedstawiła najwięcej poprawnych odpowiedzi otrzymuje 5 punktów.
Druga w kolejności grupa otrzymuje 3 punkty, zaś trzecia – 1 punkt.
9. Podanie następnego zadania do rozwiązania w grupach: na modelu linii napowietrznej zawierającym wszystkie możliwe słupy przelotowe i mocne każdy słup ma przyporządkowany numer. Zadaniem grupy jest przyporządkowanie poszczególnym numerom nazwy słupa oraz podanie jego funkcji. Wybór należy w każdym przypadku uzasadnić.
Kartki z odpowiedziami poszczególnych grup zostają przypięte do tablicy.
Prezenterzy krótko przedstawiają efekty pracy swojej grupy.
Grupa, która przedstawiła najwięcej poprawnych odpowiedzi otrzymuje 5 punktów.
Druga w kolejności grupa otrzymuje 3 punkty, zaś trzecia – 1 punkt.
10. Kolejne zadanie dla grup to: naniesienie nazw słupów na otrzymany plan linii napowietrznej. Wszystkie grupy otrzymują ten sam plan. Dodatkowo należy zaznaczyć sekcje odciągowe. Wypełnione plany zostają przypięte do tablicy. Każda nazwa słupa jest jednocześnie wskazywana przez prezenterów wszystkich grup. W przypadku rozbieżności w odpowiedziach grupa przedstawia swoje argumenty. Ewentualny spór rozstrzyga nauczyciel.
Grupa, która przedstawiła najwięcej poprawnych odpowiedzi otrzymuje 5 punktów, druga w kolejności grupa otrzymuje 3 punkty, zaś trzecia – 1 punkt.
11. Ocena aktywności uczniów; członkowie grup otrzymują oceny zgodnie z punktacją:

17 ÷ 20 punktów	–	bardzo dobry,
13 ÷ 16 punktów	–	dobry,
8 ÷ 12 punktów	–	dostateczny.

Zakończenie zajęć

Praca domowa

Sporządź fragment planu linii napowietrznej zawierającej 9 słupów przelotowych, 2 rozgałęźne, 3 podporowe, 2 podporowo-narożne i 1 krańcowy.

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach:

- rozmowa,
- anonimowe ankiety ewaluacyjne dotyczące sposobu prowadzenia zajęć i zdobytych umiejętności.

Scenariusz zajęć nr 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 napowietrznych 311[08].Z3.01

Temat: Metody stawiania słupów

Cel ogólny: kształtowanie umiejętności rozróżniania i dobierania różnych metod stawiania słupów

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- rozróżnić metody stawiania słupów,
- opisać przebieg każdej metody,
- dobrać metodę do założonych warunków,
- rozwiązać problemy w grupie,
- podjąć określone decyzje i przewidzieć ich skutki,
- rzeczowo uzasadnić swoje stanowisko poprzez trafny dobór argumentów.

Metody nauczania:

- dyskusja w grupie,
- ćwiczenie praktyczne.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- grupowa jednolita,
- grupowa zróżnicowana.

Czas: 90 minut

Środki dydaktyczne:

- film dydaktyczny,
- model słupa kratowego składający się z elementów do samodzielnego montażu,
- masa solna imitująca fundament,
- cienki drut do wykonania kotew zawiasowych,
- koraliki imitujące izolatory,
- patyczki imitujące nożyce,
- literatura.

Przebieg zajęć:

1. Wprowadzenie do lekcji.
2. Przedstawienie celu zajęć.
3. Przypomnienie wiadomości o rodzajach słupów.
4. Wyświetlenie filmu dydaktycznego: „Metody stawiania słupów w liniach napowietrznych”.
5. Krótkie podsumowanie treści przedstawionych w czasie projekcji filmu, dyskusja.
6. Podział klasy na grupy 3 ÷ 4 osobowe; wybór w każdej grupie lidera, sekretarza i prezentera.

7. Przydzielenie zadań dla poszczególnych grup: każda grupa, na podstawie wiadomości przekazanych w filmie oraz korzystając z dostępnych środków dydaktycznych opracowuje krótką charakterystykę określonej metody stawiania słupów, uwzględniając jej zalety i wady. Prezenterzy przedstawiają efekty pracy swojej grupy.
8. Podanie grupom następnego zadania polegającego na zademonstrowaniu wszystkich czynności związanych z procesem stawiania słupa dwiema metodami: obrotową i wysokościową. Grupy losują rodzaj metody. Mając do dyspozycji składany model słupa kratowego i inne materiały niezbędne do realizacji zadania wybrany przedstawiciel grupy (po uprzednich konsultacjach i uzgodnieniach z grupą) powinien wykonać po kolei wszystkie czynności związane z procesem stawiania słupa wylosowaną metodą. Wykonywanie zadania ma charakter pokazu – wszyscy uczniowie bacznie obserwują poczynania kolegi. Po zakończeniu prezentacji uczniowie wskazują słabe i mocne strony pokazu, zwracając uwagę na popełnione błędy.
9. Sformułowanie wniosków podsumowujących.
10. Podsumowanie lekcji przez nauczyciela i ocena aktywności uczniów.

Zakończenie zajęć

Praca domowa

Porównaj w tabelce zalety i wady znanych Ci metod stawiania słupów.

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach:

- rozmowa,
- anonimowe ankiety ewaluacyjne dotyczące sposobu prowadzenia zajęć i zdobytych umiejętności.

5. ĆWICZENIA

5.1. Charakterystyka linii napowietrznych

5.1.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Oblicz, jakie będzie naprężenie przewodu linii napowietrznej o przekroju 50 mm^2 , przy naciągu 3923 N.

Jak zmieni się naprężenie, jeśli:

- naciąg zostanie zmniejszony dwukrotnie?
- zostanie zastosowany przewód o przekroju 25 mm^2 ?
- zostanie zastosowany przewód o średnicy 1,5 razy mniejszej?

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- dokonać analizy danych dotyczących linii napowietrznej,
- wyszukać zależności pomiędzy wielkościami charakteryzującymi przesłó linii,
- prawidłowo wykonać obliczenia liczbowe i dokonać właściwego doboru jednostek,
- wykonać obliczenia naprężenia przewodu w oparciu o dane, przypominając sobie zależność pomiędzy naciągiem i naprężeniem, zwracając przy tym uwagę na właściwy dobór jednostek.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- kartka papieru,
- kalkulator,
- literatura.

Ćwiczenie 2

Narysuj fragment linii napowietrznej uwzględniając następujące założenia:

- linia z jednej strony jest ograniczona stacją elektroenergetyczną,
- występują dwa punkty załomu linii: jeden o niewielkim kącie załomu, drugi – o dużym,
- linia ma trzy odcinki proste o długościach: 900 m, 1,5 km, 450 m,
- rozpiętość przesłó na całej długości linii wynosi 150 m,
- w połowie odcinka o długości 1,5 km linia rozgałęzia się.

Nazwij zaznaczone na rysunku słupy, wskaż sekcje odciągowe.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) rozróżnić części składowe linii napowietrznej, dokonać analizy warunków pracy tej linii, dobrać słupy i narysować plan zadanej linii,
- 2) ustalić liczbę przęseł występujących w danym fragmencie linii,
- 3) przypomnieć sobie, jakie rodzaje słupów występują w liniach napowietrznych, kiedy się je stosuje i wybrać te rodzaje, które należy zastosować w tym przypadku,
- 4) wykonać rysunek w określonej skali i zaznaczyć na nim w odpowiednich punktach właściwe rodzaje słupów,
- 5) wyodrębnić na rysunku sekcje odciągowe.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- kartka papieru,
- przybory geometryczne,
- kalkulator.

Ćwiczenie 3

Dokonaj analizy sytuacji Polski pod kątem rozbudowania sieci linii napowietrznych. Porównaj wartość najwyższych napięć w liniach napowietrznych w różnych krajach świata.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) korzystając z różnych źródeł informacji wyszukać dane dotyczące:
 - liczby linii napowietrznych o określonej wartości napięcia wchodzących w skład sieci przesyłowej w Polsce,
 - łącznej długości tych linii,
 - linii o najwyższym napięciu w Polsce, Europie i na świecie,
- 2) dokonać analizy rozbudowania sieci linii napowietrznych,
- 3) porównać wartości najwyższych napięć w liniach napowietrznych w różnych krajach świata.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu,
- roczniki statystyczne,
- katalogi.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij tabelkę wstawiając w puste miejsca oznaczenie literowo-cyfrowe przewodu (typ przewodu), opis słowny przewodu lub wartość napięcia linii.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie oznaczenia przewodów gołych i znaczenie poszczególnych symboli,
- 2) rozpoznać przewody stosowane do budowy linii na podstawie ich oznaczeń literowo-cyfrowych oraz dobrać przewody z uwagi na wartość napięcia linii,
- 3) opisać słownie przewód (opis w postaci symbolu literowo-cyfrowego) i dobrać właściwe napięcia, przy których stosuje się te przewody,
- 4) dane wpisać do przygotowanej przez nauczyciela tabeli.

Symbol przewodu	Opis słowny przewodu	Napięcie linii [kV]
	linka staloalumiowa o stosunku stali do aluminium 1:6 i przekroju oplotu aluminiowego 120 mm ²	
AFL-1,7 70 mm ²		
		400

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- karty ćwiczeń zawierające częściowo wypełnioną tabelkę z danymi o przewodach gołych, stosowanych w liniach napowietrznych,
- katalogi,
- normy.

Ćwiczenie 5

W linii 15 kV o przewodach typu AFL-6 70 mm², z największym naprężeniem dopuszczalnym w normalnych warunkach pracy 98 MPa określ zwisy na odcinku zawierającym przęsła o rozpiętości 150 m. Jakie zwisy należy ustalić, jeśli w czasie regulacji temperatura przewodu wynosi +20°C.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) z wykresu opracowanego dla przęseł o podanych w zadaniu parametrach odczytać wartość zwisu w temperaturze +20°C i odpowiadające mu średnie naprężenie w przewodzie,

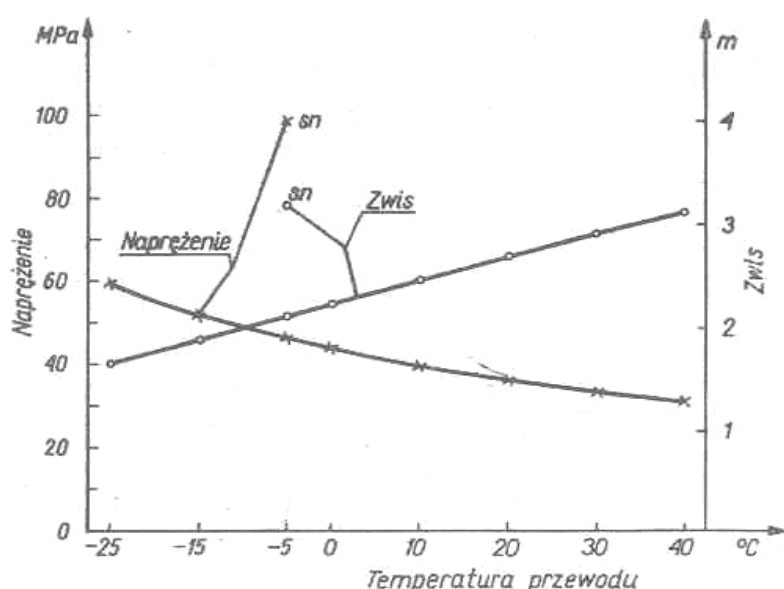
- 2) odczytać wartości zwisów przy temperaturze $+40^{\circ}\text{C}$ i -5°C oraz wartości naprężeń przy temperaturze -25°C i -5°C ,
- 3) sprawdzić, czy nie zostaną przekroczone wartości dopuszczalne.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- karta zawierająca wykres montażowy przewodu AFL-6 70 mm^2 dla przęsła o rozpiętości 150 m,
- linijka,
- lupa.



Rys. 1. Wykres montażowy przewodu AFL-6 70 mm^2 dla przęsła o rozpiętości 150 m (zastosowane naprężenie 98 MPa), sn – sadz normalna [4]

Ćwiczenie 6

Rozpoznaj na modelu linii napowietrznej rodzaje zastosowanych słupów i scharakteryzuj je.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) rozróżnić słupy i porównać je,
- 2) przypomnieć sobie, jakie słupy stosowane są w określonych punktach linii napowietrznej, jakie są ich cechy zewnętrzne i jakie siły na nie działają,
- 3) nazwać i krótko scharakteryzować każdy słup.

- Zalecane metody nauczania-uczenia się:
- ćwiczenia.
- Środki dydaktyczne:
- model linii napowietrznej uwzględniający wszystkie możliwe rodzaje słupów.

Ćwiczenie 7

Rozpoznaj elementy osprzętu sieciowego. Dobierz osprzęt niezbędny do wykonania linii 220 kV.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie, które elementy wchodzą w skład osprzętu sieciowego i jaką funkcję pełnią,
- 2) spośród elementów wybrać te, które stosowane są przy najwyższych napięciach,
- 3) każdy element położyć na przygotowanej wcześniej kartce z wpisaną jego nazwą.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- elementy osprzętu sieciowego,
- karteczki z wypisanymi nazwami wszystkich posiadanych elementów.

Ćwiczenie 8

Scharakteryzuj linię napowietrzną zaobserwowaną w terenie, w czasie wycieczki dydaktycznej.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) rozpoznać elementy składowe linii napowietrznej w naturalnych warunkach,
- 2) w czasie wycieczki dydaktycznej zaobserwować podstawowe cechy napotkanej linii i podać dane w arkuszu obserwacji: wartość napięcia linii (z uzasadnieniem), układ przewodów, wskazać i podać nazwy co najmniej 6 słupów, wymienić rodzaje zastosowanych izolatorów oraz określić, ile torów występuje w tej linii,
- 3) wskazać przewody fazowe i przewody odgromowe (o ile występują).

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- rzeczywista linia napowietrzna (zajęcia w terenie),
- tekst przewodni,
- arkusz obserwacji.

Ćwiczenie 9

Scharakteryzuj wszystkie słupy, napotkane podczas wycieczki dydaktycznej w terenie.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) rozróżnić słupy w warunkach naturalnych oraz porównać ich budowę i przeznaczenie,
- 2) obserwując słupy napotkane po drodze określić materiał, z jakiego zostały wykonane oraz funkcję, jaką pełnią (zważywszy na miejsce ustawienia na trasie linii),
- 3) na wycieczkę zabrać aparat fotograficzny i wykonać serię zdjęć,
- 4) wymienić cechy zaobserwowanych słupów, które udało mu się zauważyć, a także nazwać te słupy.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- rzeczywista linia napowietrzna (zajęcia w terenie),
- arkusz obserwacji,
- aparat fotograficzny.

5.2. Zasady budowy i eksploatacji linii napowietrznych

5.2.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zademonstruj znane Ci metody stawiania słupów na modelu linii napowietrznej.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) rozróżnić metody stawiania słupów i scharakteryzować je,
- 2) wykonać po kolei wszystkie czynności związane z procesem stawiania słupa dwiema metodami: obrotową i wysokościową, mając do dyspozycji składany model słupa kratowego i inne materiały niezbędne do realizacji ćwiczenia,
- 3) sformułować wnioski po wykonaniu zadania.

- Zalecane metody nauczania-uczenia się:
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- model słupa kratowego składający się z elementów do samodzielnego montażu,
- masa solna imitująca fundament,
- cienki drut do wykonania kotew zawiasowych,
- koraliki imitujące izolatory,
- patyczki imitujące nożyce.

Ćwiczenie 2

Obserwując w terenie linię napowietrzną spróbuj określić, jaką metodą zostały zawieszone przewody tej linii.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) rozważyć wszystkie warunki, jakie mają wpływ na wybór metody zawieszenia przewodów linii,
- 2) opisać, w jaki sposób dokonać zawieszenia przewodów w przypadku tej linii
- 3) uzasadnić swoją odpowiedź.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- rzeczywista linia napowietrzna (zajęcia w terenie),
- katalogi,
- normy.

Ćwiczenie 3

Wskaż dla konkretnej linii napowietrznej, zaobserwowanej w terenie w czasie wycieczki dydaktycznej, miejsce zbliżeń i skrzyżowań tej linii z dowolnymi obiektami. Określ rodzaj obiektu i zaproponuj stopień obostrzenia.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie, na czym polega zbliżenie i skrzyżowanie linii napowietrznej z dowolną przeszkodą terenową,
- 2) odszukać przypadki zbliżeń i skrzyżowań w terenie (dokonując obserwacji przebiegu linii napowietrznej i wykonując niezbędne pomiary),
- 3) określić stopnie obostrzenia dla każdego przypadku,
- 4) uzasadnić swój wybór.

- Zalecane metody nauczania-uczenia się:
- ćwiczenia.

- Środki dydaktyczne:
- rzeczywista linia napowietrzna (zajęcia w terenie),
 - tekst przewodni,
 - normy,
 - tablice obostrzeń linii napowietrznych,
 - taśma miernicza.

Ćwiczenie 4

Dokonaj wyboru uziemienia, które zastosowałbyś w przypadku linii przebiegającej:

- a) przez teren pastwiska,
- b) przez teren przedmieścia wiedząc, że zbudowano tam ciąg podziemnych garaży.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie, jakie są rodzaje uziemień i kiedy można je stosować,
- 2) określić, jakie warunki występują na proponowanych terenach i wybrać odpowiedni rodzaj uziemienia,
- 3) uzasadnić wybór.

- Zalecane metody nauczania-uczenia się:
- ćwiczenia.

- Środki dydaktyczne:
- katalogi,
 - normy.

Ćwiczenie 5

Obserwując linię napowietrzną w terenie, spróbuj odnaleźć jak najwięcej środków ochrony odgromowej zastosowanych w tej linii.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wybrać dowolny odcinek linii napowietrznej, który podda obserwacji,
- 2) wyszukać przy pomocy lornetki wszystkie możliwe środki ochrony odgromowej i nazwać je,
- 3) wpisać nazwy środków ochrony odgromowej do arkusza obserwacji.

- Zalecane metody nauczania-uczenia się:
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- rzeczywista linia napowietrzna,
- lornetka,
- katalogi,
- arkusz obserwacji.

Ćwiczenie 6

Dokonaj oględzin określonego odcinka linii napowietrznej zgodnie z wytycznymi zawartymi w przepisach.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wykonać wszystkie czynności wchodzące w zakres oględzin,
- 2) zanotować wyniki obserwacji,
- 3) sporządzić protokół oględzin.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- rzeczywista linia napowietrzna,
- lornetka,
- formularz protokołu oględzin.

Ćwiczenie 7

Dobierz środki ochrony odgromowej w linii napowietrznej o napięciu:

- a) 30 kV,
- b) 220 kV.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie, jakie są środki ochrony przepięciowej i kiedy się je stosuje,
- 2) wskazać różnice w doborze tych środków dla obu wskazanych linii,
- 3) uzasadnić odpowiedź.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- katalogi,
- normy.

Ćwiczenie 8

Dobierz słupy (układy przewodów), które wykorzystałbyś do prowadzenia linii napowietrznej 110 kV lub 220 kV w następujących warunkach:

- a) w lesie,
- b) na polu,
- c) w mieście.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie, czym charakteryzują się poszczególne układy przewodów,
- 2) przemyśleć, czego oczekuje się od linii prowadzonej w określonych warunkach, na przykład w lesie,
- 3) wybrać najkorzystniejsze rozwiązanie,
- 4) uzasadnić swój wybór.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- tekst przewodni,
- normy,
- przepisy o obostrzeniach.

Ćwiczenie 9

Korzystając z różnych źródeł informacji wskaż, jakie środki ochrony przeciwporażeniowej zastosowałbyś w nowo budowanej linii napowietrznej.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) ustalić środki ochrony przeciwporażeniowej stosowane w nowych liniach napowietrznych na podstawie najnowszych przepisów,
- 2) porównać je ze środkami ochrony stosowanymi w dawniej wykonanych liniach.

Zalecane metody nauczania-uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu,
- normy,
- rozporządzenia.

6. EWALUACJA OSIĄGNIĘĆ UCZNIA

Przykłady narzędzi pomiaru dydaktycznego

Test 1.

Test dwustopniowy do jednostki modułowej „Budowa i eksploatacja linii napowietrznych”.

Test składa się z 10 zadań wielokrotnego wyboru, z których:

- zadania 1, 2, 4, 5, 9, 10 są z poziomu podstawowego,
- zadania 3, 6, 7, 8 są z poziomu ponadpodstawowego.

Punktacja zadań: 0 lub 1 punkt

Za każdą prawidłową odpowiedź uczeń otrzymuje 1 punkt. Za złą odpowiedź lub jej brak uczeń otrzymuje 0 punktów.

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

- dopuszczający – za rozwiązanie co najmniej 5 zadań z poziomu podstawowego,
- dostateczny – za rozwiązanie co najmniej 6 zadań z poziomu podstawowego,
- dobry – za rozwiązanie 7 zadań, w tym co najmniej 1 z poziomu ponadpodstawowego,
- bardzo dobry – za rozwiązanie 9 zadań, w tym co najmniej 3 z poziomu ponadpodstawowego.

Klucz odpowiedzi: 1. c, 2. a, 3. b, 4. b, 5. d, 6. c, 7. a, 8. b, 9. d, 10. c.

Plan testu

Nr zadania	Cel operacyjny (mieralne osiągnięcia ucznia)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Poprawna odpowiedź
1	Zidentyfikować linię średniego napięcia	B	P	c
2	Zdefiniować podstawowe pojęcia	A	P	a
3	Scharakteryzować stany przewodów	C	PP	b
4	Rozpoznać słupy mocne	B	P	b
5	Dobrać rodzaj słupa do wartości napięcia linii	B	P	d
6	Scharakteryzować przewody wiązkowe	C	PP	c
7	Zastosować przewody odgromowe	C	PP	a
8	Zastosować układy przewodów	C	PP	b
9	Zidentyfikować izolatory wiszące	B	P	d
10	Wyjaśnić rolę uchwyty w liniach	B	P	c

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

1. Uzgodnij z uczniami dogodny termin przeprowadzenia testu co najmniej tydzień wcześniej.
2. Określ dla uczniów wymagania.
3. Przygotuj instrukcję dla ucznia, test i kartę odpowiedzi dla każdego ucznia.
4. Zapewnij odpowiednie warunki przeprowadzenia testu (czas, możliwość samodzielnej pracy).
5. Przed rozpoczęciem testu zapoznaj uczniów z instrukcją.
6. Przeprowadź test w określonym czasie.

Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj dokładnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Odpowiedzi udzielaj wyłącznie na karcie odpowiedzi.
4. Zapoznaj się z zestawem pytań testowych.
5. Test zawiera 10 pytań.
6. Do każdego pytania podane są cztery odpowiedzi, z których tylko jedna jest prawidłowa.
7. Zaznacz poprawną odpowiedź, zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
8. W przypadku pomyłki zaznacz błędną odpowiedź kółkiem, a następnie zaczernij pole z odpowiedzią prawidłową.
9. Za każde poprawne rozwiązanie zadania otrzymujesz jeden punkt.
10. Za udzielenie błędnej odpowiedzi, jej brak lub zakreślenie więcej niż jednej odpowiedzi - otrzymujesz zero punktów.
11. Uważnie czytaj treść zadań i proponowane warianty odpowiedzi.
12. Nie odpowiadaj bez zastanowienia; jeśli któreś z pytań sprawi Ci trudność – przejdź do następnego. Do pytań, na które nie udzieliłeś odpowiedzi, możesz wrócić później.
13. Pamiętaj, że odpowiedzi masz udzielać samodzielnie.
14. Na rozwiązanie testu masz 25 minut.

Materiały dla ucznia:

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

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Linia napowietrzna o napięciu 15 kV jest linią:
 - a) niskiego napięcia,
 - b) najwyższego napięcia,
 - c) średniego napięcia,
 - d) wysokiego napięcia.
2. Pozioma odległość pomiędzy punktami zawieszenia przewodów linii to:
 - a) rozpiętość przęsła,
 - b) wysokość zawieszenia przewodu,
 - c) zwis,
 - d) sekcja odciągowa.
3. Maksymalny zwis i jednocześnie maksymalne naprężenie w przewodzie występują w temperaturze:
 - a) $+ 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - b) $- 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - c) $+ 20\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - d) $- 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Do słupów mocnych, przenoszących siły naciągu przewodów, **nie** należą słupy:
 - a) krańcowe,
 - b) przelotowe,
 - c) odporowe,
 - d) odporowo-narożne.
5. Słupy stalowe kratowe stosuje się przy napięciu:
 - a) $U > 220\text{ kV}$,
 - b) $U > 110\text{ kV}$,
 - c) $U < 30\text{ kV}$,
 - d) $U \geq 110\text{ kV}$.
6. Przewody wiązkowe stosuje się w liniach napowietrznych :
 - a) prądu przemiennego o $U \geq 110\text{ kV}$,
 - b) prądu stałego,
 - c) prądu przemiennego o $U \geq 400\text{ kV}$,
 - d) prądu przemiennego o $U \leq 110\text{ kV}$.
7. Przewody odgromowe prowadzi się w liniach napowietrznych o napięciu:
 - a) $U \geq 110\text{ kV}$,
 - b) $U > 400\text{ kV}$,
 - c) $U \leq 110\text{ kV}$,
 - d) $U < 1\text{ kV}$.
8. Układ trójkątny przewodów stosuje się przy prowadzeniu linii napowietrznej:
 - a) przez pola,
 - b) w terenie gęsto zabudowanym,
 - c) w pobliżu składów materiałów wybuchowych,
 - d) na terenach podmokłych.

9. W liniach o napięciu $U \geq 110$ kV stosuje się izolatory:

- a) stojące szklane,
- b) stojące porcelanowe,
- c) trakcyjne,
- d) wiszące.

10. Uchwyty w liniach napowietrznych służą do:

- a) zawieszania dwóch izolatorów równolegle,
- b) mocowania izolatorów stojących na konstrukcjach wspornych,
- c) mocowania przewodów do izolatorów wiszących,
- d) zawieszania izolatorów wiszących na słupie.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

Budowa i eksploatacja linii napowietrznych

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	
Razem:					

Test 2

Test dwustopniowy do jednostki modułowej „Budowa i eksploatacja linii napowietrznych”.

Test składa się z 10 zadań wielokrotnego wyboru, z których:

- zadania 1, 2, 5, 7, 9, 10 są poziomu podstawowego,
- zadania 3, 4, 6, 8 są poziomu ponadpodstawowego.

Punktacja zadań: 0 lub 1 punkt

Za każdą prawidłową odpowiedź uczeń otrzymuje 1 punkt. Za złą odpowiedź lub jej brak uczeń otrzymuje 0 punktów.

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

- dopuszczający – za rozwiązanie co najmniej 5 zadań z poziomu podstawowego,
- dostateczny – za rozwiązanie co najmniej 6 zadań z poziomu podstawowego,
- dobry – za rozwiązanie 7 zadań, w tym co najmniej 1 z poziomu ponadpodstawowego,
- bardzo dobry – za rozwiązanie 9 zadań, w tym co najmniej 3 z poziomu ponadpodstawowego.

Klucz odpowiedzi: 1. a, 2. d, 3. b, 4. c, 5. c, 6. a, 7. c, 8. d, 9. b, 10. a.

Plan testu

Nr zadania	Cel operacyjny (mieralne osiągnięcia ucznia)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Poprawna odpowiedź
1	Scharakteryzować metodę obrotową stawiania słupów	A	P	a
2	Zidentyfikować metody zawieszania przewodów	B	P	d
3	Określić warunki występowania obostrzeń	C	PP	b
4	Zastosować uziemienia w liniach napowietrznych	C	PP	c
5	Rozpoznać środki ochrony odgromowej	B	P	c
6	Scharakteryzować uziom powierzchniowy	C	PP	a
7	Określić warunki przeprowadzania oględzin	B	P	c
8	Określić dopuszczalne przypadki skrzyżowań linii z określonymi obiektami	C	PP	d
9	Wyjaśnić sposoby realizacji ochrony odgromowej	B	P	b
10	Zidentyfikować warunki zbliżenia linii do obiektu	B	P	a

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

1. Uzgodnij z uczniami dogodny termin przeprowadzenia testu co najmniej tydzień wcześniej.
2. Określ dla uczniów wymagania.
3. Przygotuj instrukcję dla ucznia, test i kartę odpowiedzi dla każdego ucznia.
4. Zapewnij odpowiednie warunki przeprowadzenia testu (czas, możliwość samodzielnej pracy).
5. Przed rozpoczęciem testu zapoznaj uczniów z instrukcją.
6. Przeprowadź test w określonym czasie.

Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj dokładnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Odpowiedzi udzielaj wyłącznie na karcie odpowiedzi.
4. Zapoznaj się z zestawem pytań testowych.
5. Test zawiera 10 pytań.
6. Do każdego pytania podane są cztery odpowiedzi, z których tylko jedna jest prawidłowa.
7. Zaznacz poprawną odpowiedź, zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
8. W przypadku pomyłki zaznacz błędną odpowiedź kółkiem, a następnie zaczernij pole z odpowiedzią prawidłową.
9. Za każde poprawne rozwiązanie zadania otrzymujesz jeden punkt.
10. Za udzielenie błędnej odpowiedzi, jej brak lub zakreślenie więcej niż jednej odpowiedzi - otrzymujesz zero punktów.
11. Uważnie czytaj treść zadań i proponowane warianty odpowiedzi.
12. Nie odpowiadaj bez zastanowienia; jeśli któreś z pytań sprawi Ci trudność – przejdź do następnego. Do pytań, na które nie udzieliłeś odpowiedzi, możesz wrócić później.
13. Pamiętaj, że odpowiedzi masz udzielać samodzielnie.
14. Na rozwiązanie testu masz 25 minut.

Materiały dla ucznia:

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

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Metoda obrotowa stawiania słupów charakteryzuje się tym, że:
 - a) wymaga dużej przestrzeni,
 - b) jest pracochłonna,
 - c) jest droga,
 - d) jest uciążliwa.
2. Metoda wykorzystująca linkę wstępną i wciągarkę mechaniczną jest stosowana przy:
 - a) wykonywaniu fundamentów,
 - b) trasowaniu przebiegu linii,
 - c) stawianiu słupów,
 - d) zawieszaniu przewodów.
3. Obostrzenia w liniach napowietrznych występują w przypadku:
 - a) prowadzenia linii na terenach podmokłych,
 - b) skrzyżowań linii z innymi obiektami,
 - c) zastosowania w linii przewodów gołych,
 - d) prowadzenia linii o napięciu $U \geq 30$ kV.
4. W liniach napowietrznych uziemia się :
 - a) wszystkie odgromniki i iskierniki przy $U \geq 110$ kV,
 - b) wszystkie słupy linii przy $U \geq 30$ kV,
 - c) wszystkie słupy linii przy $U \geq 110$ kV,
 - d) tylko słupy mocne linii bez względu na wysokość napięcia.
5. Do środków ochrony odgromowej linii **nie** zalicza się:
 - a) zwodów poziomych,
 - b) iskierników,
 - c) bezpieczników,
 - d) odgromników zaworowych.
6. Uziom powierzchniowy wykonany jest w postaci:
 - a) bednarki tworzącej pod ziemią otok wokół słupa,
 - b) rezystora zakopanego w ziemi,
 - c) prętów stalowych wbitych w ziemię,
 - d) otoku z taśmy stalowej i kilku prętów stalowych.
7. W czasie przeprowadzania oględzin należy:
 - a) wyłączyć linię spod napięcia,
 - b) dokonać napraw zapewniających właściwą pracę linii,
 - c) nie wyłączać linii spod napięcia,
 - d) wykonać czynności konserwacyjne.
8. Linia napowietrzna może krzyżować się z lotniskiem jedynie w przypadku:
 - a) niskiego napięcia linii,
 - b) małej częstotliwości lotów,
 - c) stosowania 3 stopnia obostrzenia,
 - d) nigdy.

9. Ochronę odgromową linii napowietrznej realizuje się przez:
- a) wprowadzenie obostrzeń,
 - b) zastosowanie ograniczników przepięć,
 - c) stosowanie tzw. ochrony podstawowej,
 - d) stosowanie uziemień ochronnych.
10. Zbliżenie linii napowietrznej do przeszkody terenowej zachodzi wtedy, gdy odległość rzutu poziomego linii elektroenergetycznej od rzutu poziomego obiektu jest:
- a) mniejsza od połowy wysokości zawieszenia najwyżej położonego nie uziemionego przewodu linii,
 - b) mniejsza od połowy wysokości zawieszenia najniżej położonego przewodu linii,
 - c) mniejsza od wysokości zawieszenia najwyżej położonego nie uziemionego przewodu linii,
 - d) mniejsza od połowy wysokości zawieszenia najwyżej położonego przewodu fazowego linii.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Budowa i eksploatacja linii napowietrznych

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	
Razem:					

7. LITERATURA

1. Bartodziej G., Kałuża E.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP, Warszawa 2000
2. Jabłoński W.: Zapobieganie porażeniom elektrycznym w urządzeniach elektroenergetycznych wysokich napięć. WNT, Warszawa 1992
3. Kotlarski W., Grad J.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP, Warszawa 1999
4. Musiał E.: Instalacje i urządzenia elektroenergetyczne. WSiP, Warszawa 2001
5. Poradnik monter elektryka. Praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1997
6. Przepisy budowy urządzeń elektroenergetycznych. Wydawnictwa Przemysłowe WEMA, Warszawa 1997
7. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17.09.1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. Nr 80, poz.912).