PRACA KONKURSOWA

# „Energia do nauki klucz”

***Temat: Poligon Edukacyjny***

**ZESPÓŁ SZKÓŁ TECHNICZNYCH IM. GEN. PROF. S. KALISKIEGO W TURKU**

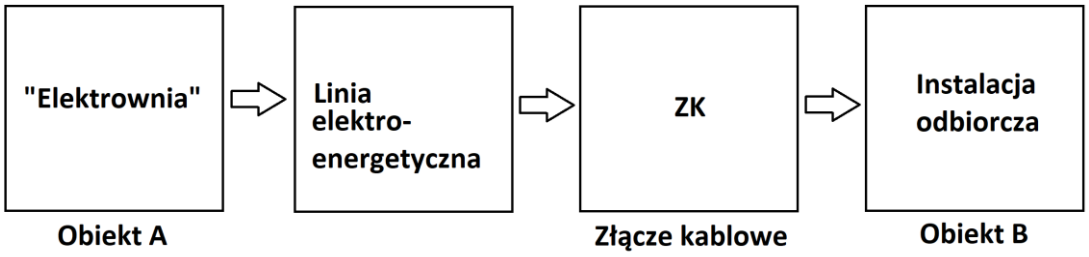
**UL. MILEWSKIEGO 3B, 62 – 700 TUREK**

## 1. Wstęp

Przedstawiony przez nas projekt przedstawiający proces dystrybucji energii elektrycznej w sieci NN z możliwością wykonywania pomiarów w czasie rzeczywistej eksploatacji systemu elektroenergetycznego jest projektem, który mógłby powstać przy wykorzystaniu sprzętu pomiarowego sfinansowanego przez ENERGA-OPERATOR SA.

Projekt zakłada budowę modelu systemu elektroenergetycznego zawierającego jego podstawowe podsystemy związane z :

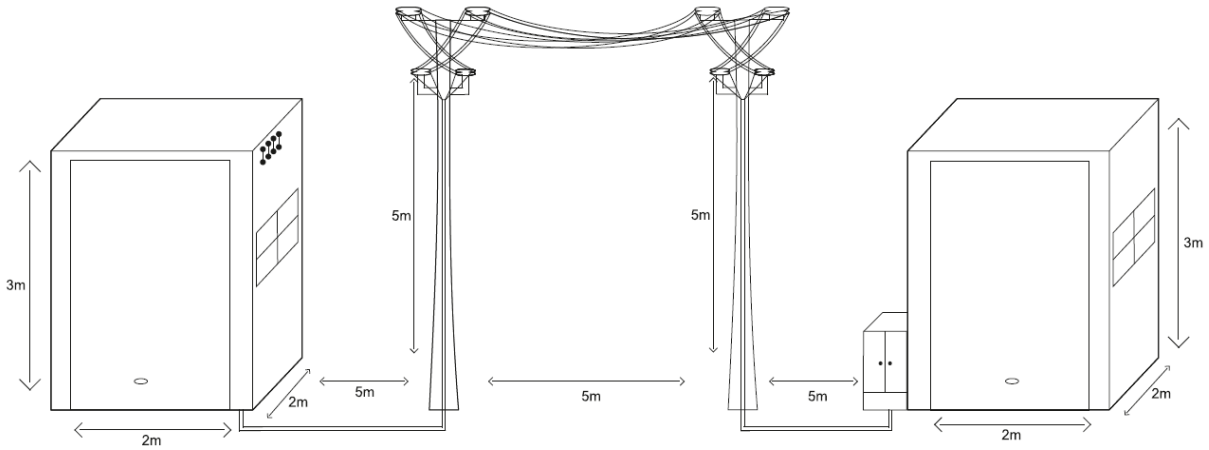
- wytwarzaniem energii elektrycznej o określonych parametrach,
- przesyłaniem energii elektrycznej (fragment linii napowietrznej i kablowej),
- rozdziałem energii elektrycznej (złącze kablowe),
- odbiorem energii elektrycznej ( instalacja elektryczna mieszkaniowa),




Rys.1 Schemat blokowy

## 2. Model systemu elektroenergetycznego

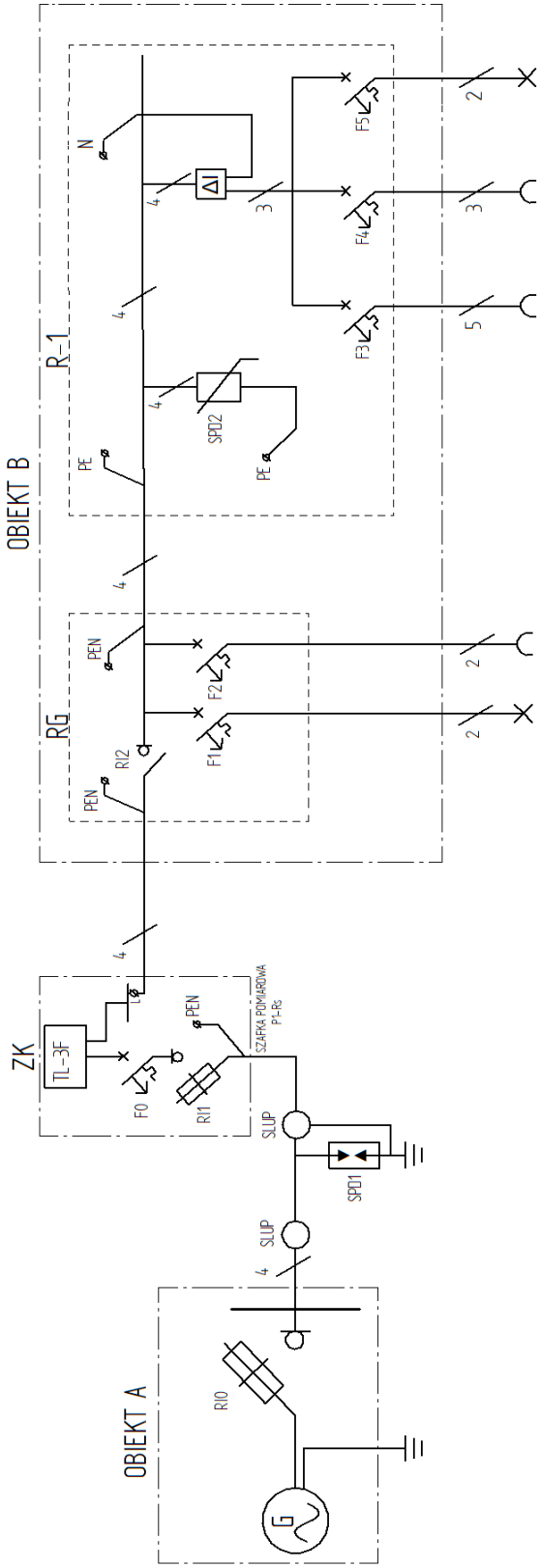
### a. Projekt układu zewnętrznego obiektów:




Rys.2. Poglądowy schemat ogólny projektowanego modelu systemu elektroenergetycznego

W projektowanym modelu zakłada się umieszczenie urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej oraz elementów instalacji odbiorczej w obiektach wykonanych według rys.2. W wersji uproszczonej modelu istnieje możliwość umieszczenia urządzeń wytwórczych w wygrodzonej i zadaszonej przestrzeni o wymiarach jak na rys.2 oraz elementów instalacji odbiorczej w szafie zewnętrznej.

**a.** Schemat elektryczny:



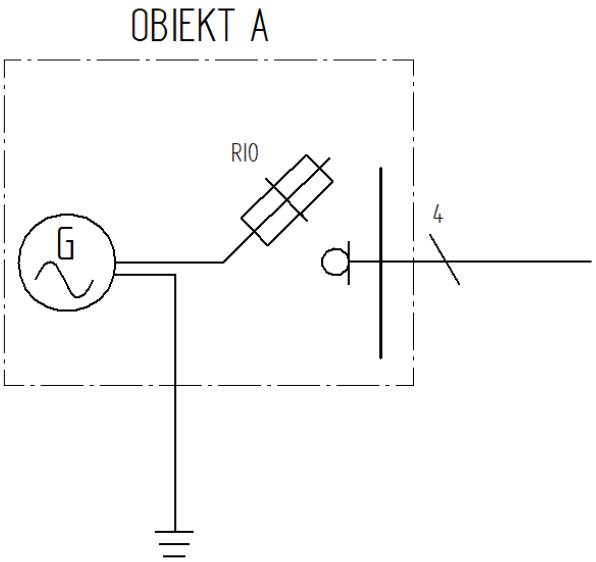

ZK – złącze kablowe,
RG – rozdzielnica główna,
R-1 – rozdzielnica 1,

Rys.3 Schemat elektryczny modelu systemu elektroenergetycznego

## 3. Opis budowy elektrycznej modelu

### a. Obiekt A

Budowę obiektu należy wykonać zgodnie z rys.4

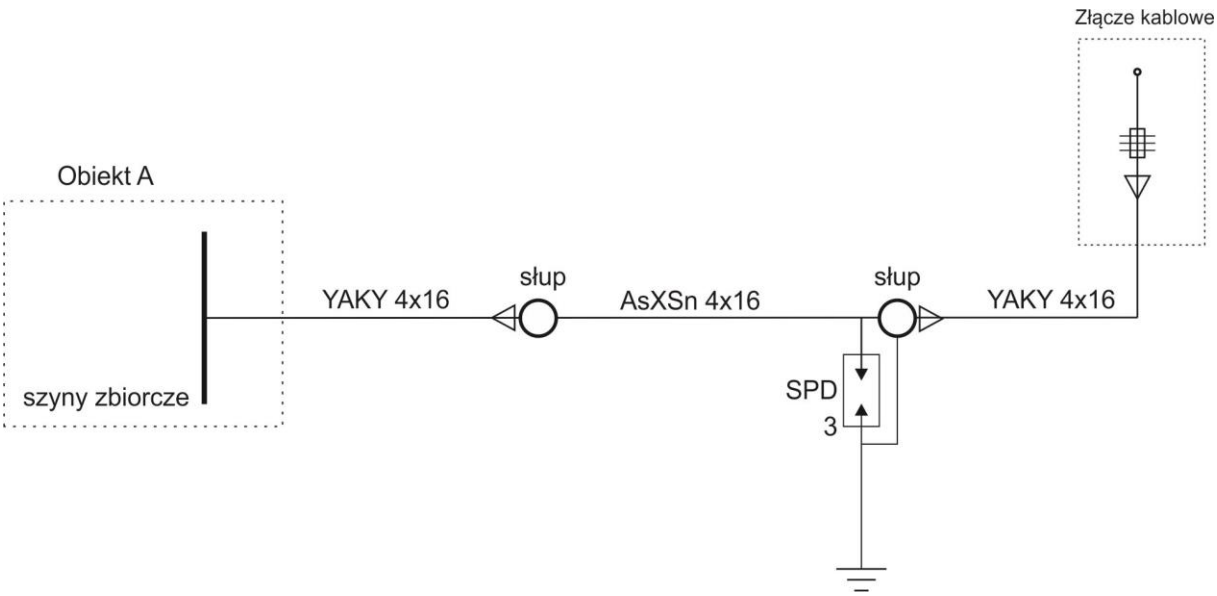



Rys.4 Schemat projektowanego obiektu A

W obiekcie A zainstalowany zostanie generator prądotwórczy (np. Karcher Pgg 8/3 1.042-209.0), którego zadaniem będzie wytworzenie energii elektrycznej potrzebnej do zasilenia fragmentu sieci NN. Proponowany układ generatora składać się będzie z silnika spalinowego, trójfazowej prądnicy synchronicznej i rozdzielnicy. Energia wytworzona przez generator, wyprowadzona zostanie przez rozdzielnicę na szyny zbiorcze wykonane za pomocą przewodów szynowych . Połączenie z fragmentem sieci NN zostanie zrealizowane kablem YAKY 4x16. Całość będzie zabezpieczona rozłącznikiem izolacyjnym (np. RBK-00 WT-50A) . Do uziemienia generatora zostanie wykorzystane uziemienie pionowe wykonane za pomocą pilonów.

**b.** <u>Linia elektroenergetyczna</u>

Budowę linii elektroenergetycznej należy wykonać zgodnie z rys.5




Rys. 5. Schemat projektowanej linii elektroenergetycznej

Z szyn zbiorczych w obiekcie A (urządzenia wytwarzające energię elektryczną) do słupa nr.1 ułożona zostanie na odcinku 5m linia kablowa doziemna.

Linię doziemną należy wykonać kablem YAKY 4x16. Kabel należy układać na głębokości 70cm, bezpośrednio na dnie wykopu jeżeli grunt jest piaszczysty. W pozostałych przypadkach kabel układamy na warstwie piasku o grubości nie mniejszej niż 10 cm. Na całej długości trasa linii musi być oznaczona za pomocą perforowanej taśmy o kolorze niebieskim.

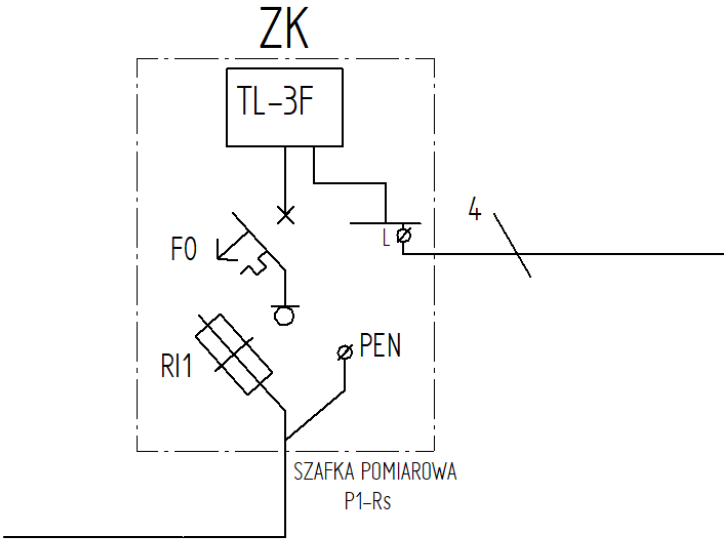
Kabel doziemny zostanie wprowadzony na słup nr.1 i zabezpieczony mocowaną za pomocą taśm metalowych osłoną rurową do wysokości 2m. Zakończony głowicą termokurczliwą kabel YAKY, połączony zostanie z przewodem napowietrznym za pomocą zacisku odgałęźnego przebijającego izolację (np. SLIP22.1).

Przewód samonośny AsXSn 4x16, podwieszony zostanie na słupach za pomocą uchwytu odciągowego (np. SO80S ), zawieszonego na haku wieszakowym montowanym na słupie. Na zakończeniu linii napowietrznej, przy słupie nr.2, zamontowane zostaną ograniczniki przepięć wyposażone w zacisk umożliwiający odgałęzienie od linii izolowanej (np. SE30).

Połączenie linii napowietrznej z kablem doziemnym na słupie nr.2 zostanie wykonane przy wykorzystaniu zamontowanych ograniczników przepięć, wyposażonych w zacisk jednostronnie przebijający izolację. Przy słupie nr.2 wykonany zostanie uziom pionowy o rezystancji <10Ω. Wykonany uziom zostanie wykorzystany do połączenia ograniczników przepięć oraz słupa nr.2 z ziemią. Połączenie od słupa nr.2 do złącza kablowego zostanie wykonane linią kablową doziemną.

**c.** <u>Złącze kablowe</u>

Budowę złącza kablowego z polem licznikowym należy wykonać zgodnie z Rys.6

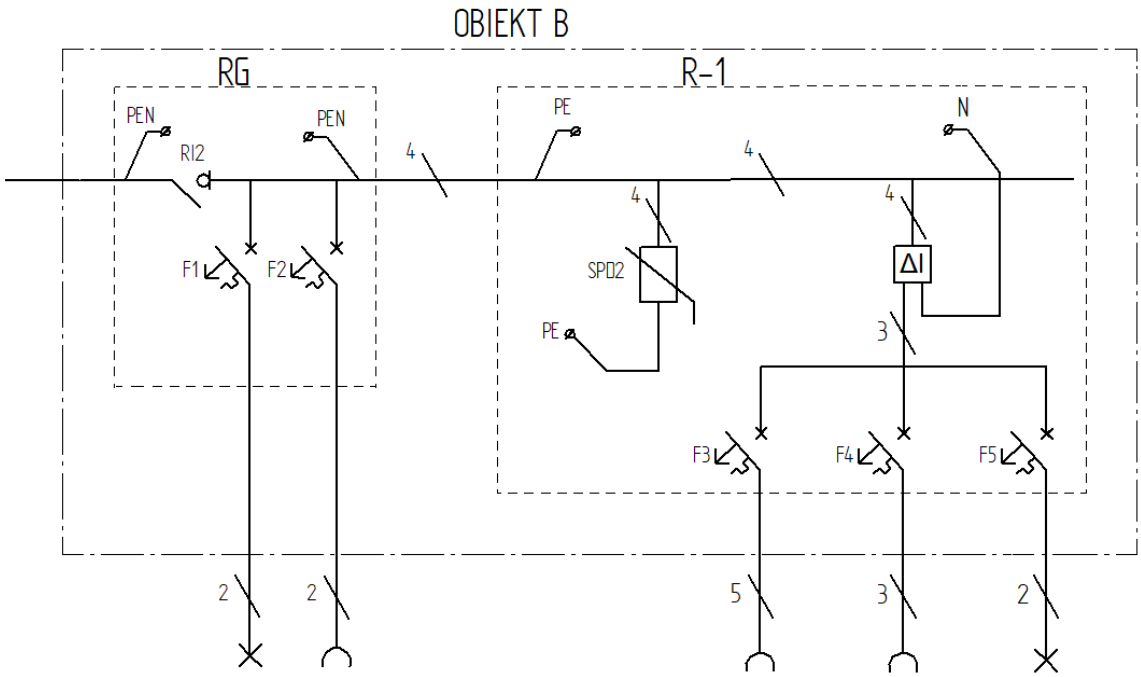



Rys.6. Schemat projektowanego złącza kablowego

Wyposażenie złącza umieszczone zostanie w szafie pomiarowej (np.P1-RS). Pierwsze zabezpieczenie umieszczone w złączu, wykonane zostanie za pomocą rozłącznika bezpiecznikowego (np.RBK-00 WT-50A). Jako ograniczenie mocowe zostanie zastosowany wyłącznik nadmiarowo prądowy S303B 25A. W polu licznikowym zainstalowany zostanie 3-fazowy licznik energii elektrycznej . Ze złącza zostanie wyprowadzony WLZ do rozdzielnicy głównej przewodem YDY 4x16

**d.** <u>Obiekt B (Odbiorczy)</u>

Budowę obiektu B należy wykonać zgodnie z Rys.7




Rys.7. Schemat instalacji w obiekcie B

W obiekcie B zainstalowane zostaną dwie rozdzielnice oraz dwie instalacje w układzie TN-C oraz TN-S.

W rozdzielnicy głównej (RG) zostanie umieszczony rozłącznik instalacyjny (np. 3P 25A 400VAC) oraz zabezpieczenia nadmiarowo - prądowe typu S dla: obwodu oświetlenia (np. S301B 10A) i obwodu gniazda jednofazowego (np. S301B 16A). Obwody zostaną wykonane przewodem YDYp 2x2,5 w układzie TN-C.

W rozdzielnicy 1 (R-1) przewód PEN zostanie rozdzielony na przewody N i PE. Uzyskany w ten sposób układ TN-S będzie podzielony na obwody: gniazda trójfazowego, gniazda jednofazowego i oświetlenia, zabezpieczone wyłącznikami nadprądowymi kolejno: S303C-16A; S301B-16A; S301B-10A. Obwody zostaną zabezpieczone również wyłącznikiem różnicowo - prądowym 4P 25A typ AC. W rozdzielnicy zamontowany zostanie ogranicznik przepięć (np. SP02) realizujący ochronę przepięciową. Proponowane przewody to OW 5x2,5

dla gniazda trójfazowego, YDYp 3x2,5 dla gniazda jednofazowego oraz YDYp 3x1,5 dla obwodu oświetleniowego. Przewiduje się zasilanie z gniazd instalacji szlifierki kątowej, przedłużacza i silnika trójfazowego. Instalacja zostanie wyposażona w uziom pionowy.

## 4. Propozycje elementów i urządzeń do zastosowania w projektowanym układzie:

**A.** Obiekt A:

- Generator - Karcher Pgg 8/3 1.042-209.0,
- Kabel YAKY 4x16,
- RI0 – rozłącznik izolacyjny RBK-00 WT-50A,

**B.** Złącze kablowe:

- kWh – licznik energii elektrycznej 3-fazowy ,
- F0 – wył. nadmiarowo-prądowy S303C 25A,
- RI1 – rozłącznik bezpiecznikowy RBK-00 WT-50A,
- Szafka pomiarowa P1-RS,

**C.** Linia elektro-energetyczna:

- Kabel YAKY 4x16,
- Przewód samonośny AsXSn 4x16,
- Uchwyt odciągowy SO80S,
- Ograniczniki przepięć SE30,
- Zacisk odgałęźny SLIP22.1

**D.** Budynek B i złącze kablowe:

- ΔI – RCD - P304 25-30-AC,
- F1 – wył. nadmiarowo-prądowy S301B 10A,
- F2 – wył nadmiarowo-prądowy S301B 16A,
- F3 – wył. nadmiarowo-prądowy - S303C 16A,
- F4 – wył. nadmiarowo-prądowy - S301B 16A,
- F5 - wył. nadmiarowo-prądowy - S301B 10A,
- SPD – ogranicznik przepięć – SP02,
- RI2 – rozłącznik instalacyjny 4P 63A 400VAC ,

- Przewód OW 5x2,5
- Przewód YDYp 3x2,5
- Przewód YDYp 3x1,5

## 5. Pomiary w modelu systemu elektrycznego

Główną funkcją wykonywanego projektu będzie umożliwienie wykonywania pomiarów w systemie elektroenergetycznym. Pomiary będą wykonywane za pomocą nowoczesnych urządzeń pomiarowych sfinansowanych przez Energa Operator S.A

- Miernik Pat 815
- Miernik MPI 520
- Miernik MPI 530
- Miernik MPI 540
- Miernik 2 pole voltage tester
- Miernik DIT-130
- Sonda LP-1
- Sonda PRS-1

MPI-520
AUTO
MENU
MEM

MPI-540

**Pomiary do wykonania:**

I. **Obiekt A – „Elektrownia”:**

a. Pomiar temperatury generatora (Miernik – DIT-130),

b. Pomiar rezystancji podłóg i ścian (Miernik – MPI 540 + Sonda PRS-1),

c. Pomiar rezystancji przewodu ochronnego (Miernik – MPI 520),

II. **Fragment linii napowietrznej:**

a. Pomiar uziomu słupów linii napowietrznej (Miernik – MPI 520),

b. Pomiar rezystancji izolacji przewodów (Miernik – MPI 520),

III. **Złącze kablowe:**

a. Sprawdzenie kolejności faz (Miernik – MPI 520),

b. Pomiar prądu na każdej z faz przyłączonych do licznika energii (Miernik – CMP-401),

c. Pomiar jakości zasilania (Miernik – MPI 540),

IV. **Budynek B – Budynek odbiorczy(mieszkaniowy):**

A. Pomiar instalacji:

a. Pomiar parametrów wyłącznika różnicowo-prądowego RCD (Miernik – MPI 540),

b. Pomiar impedancji pętli zwarcia (Miernik – MPI 540),

c. Pomiar rezystancji przewodu ochronnego (Miernik – MPI 520),

d. Pomiar rezystancji izolacji przewodów instalacji (Miernik – MPI 540),

e. Pomiar napięcia w gniazdku (2 pole voltage tester),

B. Pomiar urządzeń przyłączonych do sieci:

a. Silnik 3f

- Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń (Miernik – MPI 540),
- Pomiar rezystancji uzwojeń (Miernik – MPI 540),
- Pomiar temperatury silnia (Miernik – DIT-130),
- Sprawdzenie kierunku wirowania silnika (Miernik – MPI 540),
- Spadek napięcia (Miernik – MPI 540),

b. Przedłużacz:

- Pomiar ciągłości przewodów (Miernik – MPI 540),
- Pomiar rezystancji izolacji (Miernik – MPI 540),

c. Szlifierka kątowa:

- Pomiar wytrzymałości izolacji (Miernik – Pat 815),

- Pomiar zastępczego prądu upływu (Miernik – Pat 815),
- Pomiar mocy P i S, współczynnika mocy i poboru mocy (Miernik – Pat 815),
- Pomiar rezystancji izolacji (Miernik – Pat 815),
- Pomiar rezystancji izolacji przewodu zasilającego(Miernik – MPI 540),

**C.** Pomiary w budynku:

**a.** Pomiar natężenia oświetlenia (Miernik – MPI 540 + Sonda LP-1),

**b.** Pomiar rezystancji podłóg i ścian (Miernik – MPI 540 + Sonda PRS-1),

## 6. Pomiary wykonywane zgodnie z normą

**a.** Pomiar rezystancji izolacji – wykonuje się pomiędzy przewodami elektrycznymi i/lub częściami obudowy. Pomiar wykonywany jest przy wyłączonym zasilaniu obwodu mierzonego.

| Napięcie nominalne obwodu | Napięcie probiercze(V) | Rezystancja izolacji |
|---|---|---|
| Do 500 V włącznie, w tym FELV | 500 | ≥ 1,0 |
| Powyżej 500 V | 1000 | ≥ 1,0 |

Tab.1 Minimalne wartości rezystancji izolacji

**b.** Pomiar rezystancji przewodu(ochronnego) – jest to pomiar rezystancji na odcinku przewodu ochronnego.

**c.** Pomiar ciągłości – wykonywany podobnie jak pomiar rezystancji lecz nie odczytujemy przy nim dokładnej wartości rezystancji lecz sprawdzamy czy jest ona blisko nieskończoności (to w przypadku uszkodzenia) lub prawie równa zeru (przewód nie uszkodzony).

**d.** Pomiar rezystancji podłóg i ścian - jest to pomiar stanu instalacji w której zastosowano izolację stanowiska. Wykonuje się go w odległości około 1m od najbliższej części przewodzącej.

**e.** Sprawdzenie kolejności faz (sprawdzenie kierunku obrotu silnika) – jest to pomiar sprawdzający poprawność wykonania podłączenia instalacji. W razie błędnej kolejności faz na gnieździe np. 3f wał silnika obraca się w przeciwną stronę niż jest to potrzebne (w lewo, przeciwnie do ruchu wskazówek zegara).

**f.** Pomiar prądu metodą cęgową – jest to pomiar prądów bez potrzeby rozwierania mierzonego obwodu. Klasyczny pomiar prądu wymaga rozwarcia badanego

obwodu, w celu szeregowego podłączenia amperomierza (lub multimetru z zakresami prądowymi). Metoda cęgowa umożliwia pomiar zarówno prądów o dużych wartościach, jak i natężenia prądu o niewielkiej wartości.

**g.** Pomiar rezystancji uziomu – ma na celu określenie największej spodziewanej wartości uziemienia celem sprawdzenia czy zostały spełnione warunki ochrony przeciwporażeniowej, przeciwprzepięciowej i odgromowej.

**h.** Pomiar natężenia oświetlenia - polega na sprawdzeniu zgodności parametrów oświetlenia istniejącej instalacji oświetleniowej z wymaganiami określonymi w obowiązującej normie.

**i.** Pomiar jakości zasilania – umożliwia nam zarejestrowanie paramentów podlegających kontroli czyli: częstotliwość napięcia, wartość chwilowa napięcia, wahania napięcia i odchylenia napięcia, zapady napięcia, przerwy w zasilaniu, przepięcia przejściowe i dorywcze, przepięcia o częstotliwości sieciowej, asymetrię napięcia zasilającego, harmoniczne i interharmoniczne dla napięcia i prądu.

**j.** Spadek napięcia – pomiar umożliwia wykrycie uszkodzenia instalacji nawet wtedy gdy nie ma wyraźnych objawów nieprawidłowej pracy. Spadki napięcia mierzone są na poszczególnych odcinkach przewodów lub między zaciskami łączników, odbiorników zainstalowanych w danym obwodzie.

**k.** Pomiar napięcia w gniazdku – Umożliwia sprawdzenie wartości napięcia w gniazdku, dzięki czemu jesteśmy w stanie określić czy zostało do niego podłączone napięcie zasilające.

**l.** Pomiar zastępczego prądu upływu – jest to pomiar prądu upływowego (niewielki prąd, powstający podczas przyłożenia napięcia do izolatora), który wykonuje się przy obniżonej wartości napięcia.

**m.** Pomiar rezystancji izolacji - pozwala nam określić czy izolacja któregoś z uzwojeń maszyny nie została uszkodzona.

Instrukcje wykonywania pomiarów wyszczególnionych do wykonania w opracowanym modelu można opracować w oparciu o instrukcje przyrządów pomiarowych przewidzianych do zastosowania w poszczególnych pomiarach.

## 7. Podsumowanie

Prezentowany przez nas projekt, to projekt edukacyjny pozwalający na poznawanie przez uczniów procesu dystrybucji energii elektrycznej oraz metod i technik pomiarowych w sieci i instalacji elektrycznej, z wykorzystaniem nowoczesnych przyrządów pomiarowych w warunkach zbliżonych do występujących w energetyce.

Sam proces budowy modelu pozwoli uczniom na praktyczne poznanie zagadnień związanych z procesami przesyłania i rozdziału energii elektrycznej.

Zdobywanie doświadczenia na „Poligonie" na pewno uatrakcyjni proces edukacyjny uczniów Zespołu Szkół Technicznych, a możliwości które stworzy „Poligon" zapewnią realizację ,,edukacji przez praktykę."


Projekt wykonali:

Buda Jakub
Gręda Piotr
Grubski Mateusz
Ruda Dominik
Zawadzki Kacper