



**PROJEKTOWANIE NADZORY WYKONAWSTWO
W BRANŻY ELEKTRYCZNEJ
MACIEJ GALANTOWICZ
62 - 200 GNIEZNO, UL. BRZECHWY 7**

Temat	Budowa przyłącza kablowego SN 15kV w związku z przyłączeniem do sieci elektroenergetycznej Budynku Szkoły w miejscowości Gniezno ul. Wrzesińska 43-55, dz. numer 7/13, 7/6, 7/8, 7/10, 7/11, 7/12, 7/25, 7/26, 7/27, 7/31, 7/34, 7/38, 7/44, powiat gnieźnieński.	
Stadium	<u>Branża elektryczna</u>	
Obiekt	przyłącze kablowe elektroenergetyczne SN 15kV.	
Lokalizacja	miejscowość Gniezno ul. Wrzesińska 43-55, powiat gnieźnieński, województwo wielkopolskie działka: 7/38, ark. mapy 86, w obrębie ewidencyjnym Miasto Gniezno [0001].	
Inwestor	Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Hipolita Cegielskiego w Gnieźnie ul. ks. kard. Stefana Wyszyńskiego 38, 62-200 Gniezno.	
Symbol	Nr egz. EGZ. NR 1 EGZEMPLARZ INWESTORA	Tom

Oświadczamy, że projekt został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

AUTORZY	<u>Imię i nazwisko</u>	<u>Pieczątka i podpis</u>
Projektował:	mgr inż. Maciej Galantowicz upr. nr WKP/0304/POOE/04	
Projektował:	mgr inż. Szymon Pochylski upr. nr WKP/0206/PWOE/17	

miejsce i data opracowania:
Gniezno, październik 2020r.

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1. Strona tytułowa
2. Zawartość opracowania
3. Dane ogólne
 - 3.1 Przedmiot opracowania
 - 3.2 Podstawa opracowania oraz materiały wyjściowe
4. Informacje szczegółowe o terenie opracowania
 - 4.1 Dane ewidencyjne
 - 4.2 Forma ochrony konserwatorskiej
 - 4.3 Informacje o zagrożeniach dla środowiska naturalnego
 - 4.4 Dostęp dla osób niepełnosprawnych
 - 4.5 Informacja o obszarze oddziaływania obiektu
 - 4.6 Ocena warunków geologiczno – inżynierskich
5. Zestawienie właścicieli gruntów
6. Warunki techniczne przyłączenia numer 30297/2019/OD5/RR6 z dnia 15.10.2019r
7. Uzgodnienia branżowe
8. Opis techniczny
 - 8.1 Przyłączy kablowe SN 15kV
 - 8.2 Stacja transformatorowa 15,75/0,4kV typu Mzb1 20/630-1,
9. Układanie kabla SN 15kV
10. Układanie kabla niskiego napięcia 0,4kV
11. Ochrona przeciwporażeniowa
12. Obliczenia techniczne
13. Uwagi końcowe
14. Zestawienie podstawowych materiałów

CZEŚĆ RYSUNKOWA – WYKAZ RYSUNKÓW:

- Projekt zagospodarowania terenu RYS. E-1
- Jednokreskowy schemat połączeń RYS. E-2
- Plan sieci SN 15kV RYS. E-3
- Schemat układu pomiarowego RYS. E-4
- Gabaryty stacji transformatorowej, rozmieszczenie urządzeń w stacji transformatorowej RYS. E-5
- Lokalizacja obwodów pomiarowych w stacji transformatorowej RYS. E-6
- Uziemienie stacji transformatorowej RYS. E-7
- Elewacja frontowa i tylna stacji transformatorowej RYS. E-8
- Elewacje boczne stacji transformatorowej RYS. E-9
- Posadowienie stacji transformatorowej RYS. E-10
- Widok rozdzielnic SN 15kV RYS. E-11
- Widok rozdzielnic nn 0,4kV i tablicy licznikowej RYS. E-12

Maciej Galantowicz
ul. Brzechwy 7
62 – 200 Gniezno

OŚWIADCZENIE
projektanta

Stosownie do zapisu art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo budowlane (tekst jedn. Dz. U. z 2020r. poz. 1333 z późn. zm). **oświadczam iż projekt budowlany:**

budowa przyłącza kablowego SN 15kV w związku z przyłączeniem
do sieci elektroenergetycznej Budynku Szkoły
w miejscowości Gniezno ul. Wrzesińska 43-55,
dz. numer 7/13, 7/6, 7/8, 7/10, 7/11, 7/12, 7/25, 7/26, 7/27, 7/31, 7/34, 7/38, 7/44,
(nazwa projektu budowlanego)

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa
im. Hipolita Cegielskiego w Gnieźnie
ul. ks. kard. Stefana Wyszyńskiego 38, 62-200 Gniezno.
(inwestor)

Gniezno ul. Wrzesińska, dz. nr 7/38, ark. mapy 86,
Miasto Gniezno [0001], powiat gnieźnieński.
(adres inwestycji)

opracowany: **październik 2020r**

został sporządzone zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

Projekt techniczny został opracowany zgodnie z prawem budowlanym art. 29a

.....
podpis składającego oświadczenie z pieczęcią imienną

Szymon Pochylski
ul. F. Roosevelta 143a/2
62 – 200 Gniezno

OŚWIADCZENIE
projektanta

Stosownie do zapisu art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo budowlane (tekst jedn. Dz. U. z 2020r. poz. 1333 z późn. zm). **oświadczam iż projekt budowlany:**

budowa przyłącza kablowego SN 15kV w związku z przyłączeniem
do sieci elektroenergetycznej Budynku Szkoły
w miejscowości Gniezno ul. Wrzesińska 43-55,
dz. numer 7/13, 7/6, 7/8, 7/10, 7/11, 7/12, 7/25, 7/26, 7/27, 7/31, 7/34, 7/38, 7/44,
(nazwa projektu budowlanego)

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa
im. Hipolita Cegielskiego w Gnieźnie
ul. ks. kard. Stefana Wyszyńskiego 38, 62-200 Gniezno.
(inwestor)

Gniezno ul. Wrzesińska, dz. nr 7/38, ark. mapy 86,
Miasto Gniezno [0001], powiat gnieźnieński.
(adres inwestycji)

opracowany: **październik 2020r**

został sporządzone zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

Projekt techniczny został opracowany zgodnie z prawem budowlanym art. 29a

.....
podpis składającego oświadczenie z pieczęcią imienną

3. Dane ogólne

3.1 Przedmiot opracowania

Niniejsze opracowanie stanowi projekt techniczny budowy przyłącza kablowego średniego napięcia 15kV w związku z przyłączeniem do sieci elektroenergetycznej Budynku Szkoły w miejscowości Gniezno ul. Wrzesińska 43-55, dz. numer 7/13, 7/6, 7/8, 7/10, 7/11, 7/12, 7/25, 7/26, 7/27, 7/31, 7/34, 7/38, 7/44, powiat gnieźnieński.

Przedmiotem projektu jest:

- budowa przyłącza kablowego SN 15kV zasilającego projektowaną stację transformatorową kompaktową Mzb1 20/630-1,
- budowę stacji transformatorowej 15,75/0,42kV kompaktowej Mzb1 20/630-1.

3.2 Podstawa opracowania oraz materiały wyjściowe

Podstawę opracowania dokumentacji technicznej na przyłączenie do sieci elektroenergetycznej Budynku Szkoły w miejscowości Gniezno ul. Wrzesińska 43-55, dz. nr 7/13, 7/6, 7/8, 7/10, 7/11, 7/12, 7/25, 7/26, 7/27, 7/31, 7/34, 7/38, 7/44, stanowią:

- Warunki techniczne przyłączenia nr 30297/2019/OD5/RR6 z dnia 15.10.2019r. wydanymi przez ENEA Operator Sp. z o.o. Oddział Dystrybucji Poznań,
- Zlecenie Inwestora,
- Uzgodnienia z właścicielami działek,
- Aktualna mapa sytuacyjno – wysokościowa terenu w skali 1:500,
- Wizja lokalna projektanta,
- Obowiązujące normy i przepisy prawa.

4. Informacje szczegółowe o terenie opracowania

4.1 Dane ewidencyjne

Teren projektu przyłącza kablowego średniego napięcia 15kV wraz ze stacją transformatorową obejmuje działkę numer 7/38 obręb [0001 – Miasto Gniezno] w jednostce ewidencyjnej Gniezno.

4.2 Forma ochrony konserwatorskiej

Na terenie planowanej inwestycji nie zewidencjonowano stanowisk archeologicznych.

Planowane prace nie naruszają zasad ochrony archeologicznego dziedzictwa kulturowego.

UWAGA: Prace wykonać zgodnie z decyzją numer 127/2020 z dnia 09.12.2020 wydaną przez Miejskiego Konserwatora Zabytków w Gnieźnie. Wszystkie szczegóły rozwiązań prac w tym ostateczną kolorystykę okładziny ceglanej i opierzeń blacharskich należy uzgodnić z MKZ przed rozpoczęciem robót budowlanych.

4.3 Informacje o zagrożeniach dla środowiska naturalnego

Planowana inwestycja nie wpływa negatywnie na środowisko naturalne. Nie przewiduje się emisji szkodliwych substancji do środowiska naturalnego podczas użytkowania obiektów. Nie przewiduje się również przekraczających dopuszczalnych poziomów hałasu podczas eksploatacji. Planowana inwestycja nie wpływa negatywnie na zapotrzebowanie i jakość wody oraz ilości, jakość i sposób odprowadzenia ścieków. Przyjęte w projekcie rozwiązania przestrzenne, funkcjonalne i techniczne nie wykazują wpływu obiektu budowlanego na środowisko przyrodnicze, zdrowie ludzi i inne obiekty budowlane, zgodnie z odrębnymi przepisami. Zmiany wprowadzone w trakcie realizacji i po zakończeniu prac nie zmieniają sposobu użytkowania terenu.

Zastosowane w opracowaniu rozwiązania projektowe w pełni respektują przepisy dotyczące ochrony środowiska naturalnego.

4.4 Dostęp dla osób niepełnosprawnych

Projekt nie ogranicza dostępności terenu dla osób niepełnosprawnych i wózków

4.5 Informacja o obszarze oddziaływania obiektu

Obszar oddziaływania inwestycji zgodnie z art. 20 ust. 1 pkt 1c Prawo Budowlane (Dz. U. z 2020r. poz. 1333 z późn. zm.) i § 13a pkt. 1 oraz Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012r w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego Dz. U. z 2012 poz. 462 ze zmianami nie wpływa negatywnie na działki sąsiednie i nie wykracza poza obszar działki nr ewidencyjny 7/38 obręb [0001] – Miasto Gniezno. Teren wnioskowanego zainwestowania nie znajduje się na terenie górniczym w rozumieniu ustawy z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 163, poz. 981 z późn. zm.) i tym samym obszar ten nie jest narażony na szkodliwe wpływy robót górniczych zakładu górniczego, w tym na osuwanie się mas ziemnych.

4.6 Ocena warunków geologiczno – inżynierskich

Zakres robót budowlanych w odniesieniu do przyłącza kablowego średniego napięcia 15kV wraz ze stacją transformatorową należy zaliczyć do **pierwszej kategorii geotechnicznej**. Grunt jaki tam występuje jest gruntem jednorodnym genetycznie i litologicznie. Projektowany wykop wykonywany będzie na głębokości min. 1,0m, szerokości 0,4m i łącznej długości 70m wykopu otwartego.

5. Zestawienie właścicieli gruntów

Lp.	Imię i Nazwisko	Adres zamieszkania	nr działki	rodzaj obowiązania - zgody
1.	Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Hipolita Cegielskiego w Gnieźnie	ul. ks. kard. Stefana Wyszyńskiego 38 62-200 Gniezno	dz. 7/38 ark. mapy 86	oświadczenie z dnia 07.10.2020r

8. Opis techniczny

W celu zasilania Budynku Szkoły w miejscowości Gniezno ul. Wrzesińska 43-55, zachodzi potrzeba zrealizowania wydanych przez ENEA Operator Sp. z o.o. Oddział Dystrybucji Poznań warunków technicznych przyłączenia numer 30297/2019/OD5/RR6 z dnia 15.10.2019r.

8.1 Przyłącze kablowe SN 15kV

Z projektowanego złącza kablowego średniego napięcia ZKSN typu UK 1700-15 (według oddzielnego opracowania - w zakresie ENEA Operator Sp. z o.o. WTP: 30297/2019/OD5/RR6) z pola odpływowego numer 3, usytuowanego w granicy działki numer 7/38, należy pobudować przyłącze kablowe SN 15kV do projektowanej stacji transformatorowej kompaktowej typu Mzb1 20/630-1 zlokalizowanej na działce numer 7/38. Projektowane przyłącze kablowe SN 15kV, należy wykonać linią kablową SN 15kV typu 3×YHAKXs 1×70/16mm² w izolacji 12/20kV o długości 15m wykopu otwartego, 23m linii kablowej. Projektowane przyłącze kablowe SN 15kV przebiegać będzie zgodnie z załączonym projektem zagospodarowanie terenu - RYS. E-1.

Do podłączenia kabla SN w stacji transformatorowej zastosować głowice wewnętrzne do kabli jednożyłowych o ekranowanej izolacji z tworzyw sztucznych na napięcie 20kV typu POLT 24D/1XI. Do podłączenia kabla SN w złączu kablowym ZKSN zastosować głowice wewnętrzną do kabli jednożyłowych o ekranowanej izolacji z tworzyw sztucznych na napięcie 20kV typu POLT 24D/1XI z adapterem kątowym RICS 5133.

GRANICA STRON: Zaciski na głowicy kablowej w złączu kablowym ZKSN (złącze ZKSN wg. oddzielnego opracowania – w zakresie ENEA Operator Sp. z o.o.) w kierunku instalacji podmiotu przyłączanego. Głowica kablowa na majątku i w eksploatacji podmiotu przyłączanego.

8.2 Stacja transformatorowa Mzb1 20/630-1

Stacja transformatorowa kompaktowa zlokalizowana będzie na działce nr 7/38, zgodnie z projektem zagospodarowania terenu – RYS E-1. Projektuje się budowę stacji transformatorowej z obsługą zewnętrzną 15/0,4kV typu Mzb1 20/630-1. Obudowa stacji wykonana będzie z dwóch monolitycznych elementów, tj.: bryły głównej i dachu. Komora transformatora przystosowana jest do zabudowy transformatora o mocy max. 630kVA. W stacji zastosowano jednopolewą rozdzielnicę SN ZPUE Włoszczowa. Dla zabezpieczenia przekładników napięciowych zastosowano podstawy bezpiecznikowe typu PBPM-20 z wkładką bezpiecznikową WBP-20 0,5A.

W polu pomiarowym należy zabudować przekładniki napięciowe firmy ABB typu TJC 6 o napięciu $15000 : \sqrt{3} / 100 : \sqrt{3}$; 10VA, klasa dokładności 0,2, wzorcowane oraz przekładniki prądowe jednordzeniowe w wykonaniu wewnętrznym firmy ABB typu TPU 60.11 o prądzie znamionowym pierwotnym $I_{pn}=15A$ i prądzie znamionowym wtórnym $I_{wn}=5A$ o mocy 5VA; klasa dokładności 0,2s i współczynnik bezpieczeństwa FS 5 wzorcowane.

Układ pomiarowy pośredni na napięciu SN 15kV przy pomocy przekładników napięciowych i prądowych w układzie trójsystemowym znajduje się nad rozdzielnią nn 0,4kV w stacji transformatorowej 15/0,4kV.

Stacja transformatorowa kompaktowa wykonana w okładzinie ceglanej – cegielka. Elementy stacji SN/nn typu drzwi, żaluzja wywiewna – kolor RAL 8011-8016. Dokładny kolor należy dobrać przed wykonaniem robót budowlanych po konsultacjach z MKZ w Gnieźnie.

Uziemienie stacji

Stacja posiada wspólne uziemienie spełniające funkcje uziemienia roboczego, ochronnego i odgromowego. Wartość wypadkowej rezystancji uziemienia (roboczego i ochronnego) nie powinna przekraczać 1,60Ω. Rezystancja uziemienia sztucznego stacji transformatorowej nie powinna przekraczać 5,0Ω. Należy dążyć do podłączenia wszystkich uziomów naturalnych. Uziom stacji należy wykonać jako pionowy taśmowo - prętowy: otok z bednarki ocynkowanej ułożony na głębokości min. 0,6 m w odległości ok. 1 m od budynku wraz z wbitymi prętami. W przypadku, gdyby po wykonaniu uziomu jego rezystancja okazała się wyższa niż wymagana należy wbijać następne pręty uziomowe (łączyć je bednarką) aż do uzyskania odpowiedniej wartości rezystancji uziemienia. W części naziemnej wspólny główny przewód uziemiający należy wykonać bednarką ocynkowaną 30x 4mm. Od przewodu głównego należy odgałęzić przewody uziemiające i ochronne do aparatury i konstrukcji stalowych. Należy też dospawać do konstrukcji zaciski uziemiające i również połączyć je z bednarką uziemiającą. Kolorystykę przewodów uziemiających jak dla przewodów ochronno-neutralnych należy zastosować jako zielonożółtą. Odgałęzienia od bednarki głównej do odgromników i zacisku zerowego transformatora oznaczyć kolorem niebieskim. Wszelkie połączenia instalacji uziemiającej winny być zabezpieczone przed korozją i ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi. Po wykonaniu uziomu należy przeprowadzić pomiar rezystancji uziemienia i w razie konieczności dokonać ewentualnej rozbudowy.

Rezystancja uziemienia stacji nie może przekroczyć wartości:

- 1,60Ω jako wypadkowa rezystancja uziemienia (roboczego i ochronnego),
- 5,0Ω jako rezystancja uziemienia sztucznego. Należy dążyć do podłączenia wszystkich uziomów naturalnych.

Ochronę przepięciową

Ochronę przepięciową linii należy wykonać zgodnie z Rozporządzeniem MGİE oraz MBiPMB z dnia 1969.03.12 (Dziennik Budownictwa nr 6 poz. 21 z 1969.05.23) oraz aktualnymi wskazówkami "Ochrona sieci elektroenergetycznych od przepięć" z 2005r. (opracowanie PTPiREE).

Zabezpieczenie transformatora

Zabezpieczenie transformatora przed skutkami od zwarć i przeciążeń przewiduje się podstawowo za pomocą wysokonapięciowych wkładek bezpiecznikowych o prądzie znamionowym dostosowanym do mocy transformatora o wartości 31,5A.

Tablice ostrzegawcze, identyfikacyjne i informacyjne

Tablice ostrzegawcze, identyfikacyjne i informacyjne należy stosować zgodnie z wymaganiami norm PN-E-05100-1 oraz PN-88-E-08501 "Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa". Za stacji należy zabudować następujące tablice:

- tablice ostrzegawcze (2 szt.)
- tablicę identyfikacyjną,

Tablice należy wykonać z materiału pozwalającego na ich ukształtowanie do typu żerdzi i zapewniającego trwałość co najmniej 20 lat.

Układ pomiarowy

Układ pomiarowo - rozliczeniowy pośredni w układzie trójsystemowym znajduje się w tablicy pomiarowej nad rozdzielnią nn 0,4kV. Przekładniki prądowe i napięciowe pośredniego układu pomiarowego zabudować w rozdzielni SN w stacji transformatorowej. Schemat układu pomiarowego pokazano na załączonych schematach.

Wyposażony on będzie w:

- licznik energii elektrycznej typu ZMD405CT44.0459 S3 B33, 5A kl. dokładności P-0,5, Q-1 wyposażony w modem bezprzewodowej transmisji danych GSM/UMTS typu CU-U52 i antenę, umożliwiającą podłączenie do niego źródła zasilania awaryjnego, który zostanie dostarczony przez ENEA Operator Sp. z o.o.,
- przekładniki prądowe firmy ABB typu TPU 60.11 15/5, 5VA, klasa dokładności 0,2s, współczynnik bezpieczeństwa FS5, wzorcowane,
- przekładniki napięciowe firmy ABB typu TJC 6, przekładnia $15 : \sqrt{3}\text{kV}/0,1 : \sqrt{3}\text{kV}$, kl. 0,2, $S_n=10\text{VA}$, wzorcowane,
- atestowane rezystory dociążające z typoszeregu $3 \times 1,2\text{k}\Omega$ połączone w gwiazdę w obudowie RD-50/1 o mocy $3 \times 2,77\text{VA}$ produkcji ZPrAE Sp. z o.o. Siemianowice Śląskie przystosowane do oplombowania, które należy połączyć przy układzie pomiarowym do listwy SKA,
- układ synchronizacji czasu co najmniej raz na dobę,
- obwody wtórne napięciowe wyposażać w przekaźniki ciągłości obwodów lub wykorzystać, o ile istnieje, sygnalizację ciągłości napięcia w licznikach energii elektrycznej. Urządzenia zasilające, do układu pomiarowo-rozliczeniowego włącznie, należy przystosować do plombowania, w tym skrzynki zaciskowe przekładników,
- sygnalizacja ciągłości napięcia znajduje się w liczniku energii elektrycznej. Urządzenia zasilające, do układu pomiarowo-rozliczeniowego włącznie, należy przystosować do plombowania, w tym skrzynki zaciskowe przekładników.

Należy zabudować licznik energii elektrycznej: podstawowy typu ZMD405CT44.0459 S3 B33 $3 \times 58/100\text{V}$, 5A. Układ pomiarowo rozliczeniowy należy przystosować do transmisji danych. Zastosowano moduł komunikacyjny CU-U52 wbudowanym modemem GSM/UMTS.

Transmisja danych z podstawowego układu pomiarowo-rozliczeniowego do systemu pomiarowego ENEA Operator sp. z o.o. realizowana będzie w sposób „off-line”. System pomiarowy Klienta będzie zdalnie przekazywać dane pomiarowe w standardzie „PTPiREE” na serwer ftp lub stronę www ENEA Operator sp. z o.o., w dobie n+1 do godziny 6:00. Układ zapewnia znormalizowany standard protokołu transmisji, umożliwiając zdalny odczyt danych pomiarowych do systemu pomiarowego ENEA Operator sp. z o.o.. Transmisja danych pomiarowych z podstawowego układu pomiarowo-rozliczeniowego realizowana będzie za pośrednictwem interfejsów szeregowych liczników energii elektrycznej. Urządzenia technologiczne systemów łączności posiadają homologację ministerstwa właściwego ds. łączności, dopuszczającą do instalowania i użytkowania urządzeń na terenie Rzeczypospolitej Polskiej.

W stacji znajdować się będzie rozdzielnica niskiego napięcia zawierająca dziesięć pól odpływowych wyposażonych w listwowe rozłączniki bezpiecznikowe. Stacja transformatorowa wyposażona będzie w transformator TRANSFIX 15,75/0,42kV o grupie połączeń Dyn5 o mocy 400kVA.

Obwód pomiarowy przekładników prądowych wykonać kablem zasilającym typu 3×YKY 2×2,5mm² o długości 5m, obwód pomiarowy przekładników napięciowych wykonać kablem typu 3×YKY 2×1,5mm² o długości 6m; kable prowadzić do projektowanej tablicy pomiarowej zlokalizowanej w wydzielonej części istniejącej rozdzielnicy niskiego napięcia 0,4kV w projektowanej stacji transformatorowej SN/nn.

Schemat układu pomiarowego pokazano na rysunku **nr E-4**.

Widok lokalizacji obwodów pomiarowych pokazano na rysunku **nr E-6**,

Linia zalicznikowa nn 0,4kV

W miejscu pokazanym na projekcie zagospodarowania terenu – RYS. E-1 przy stacji transformatorowej należy pobudować szafę kablową typu SK-8 oraz szafkę oświetleniową SO w wykonaniu wolnostojącym. Szafę kablową SK-8 oraz szafkę oświetleniową SO należy uziemić, rezystancja uziemienia $\leq 30\Omega$. Z projektowanej stacji transformatorowej typu Mzb1 20/630-1 z pola odpływowego numer VII wyprowadzić linię kablową niskiego napięcia 0,4kV typu YAKY 4×240mm² o długości 4(10)m, i wprowadzić do projektowanej szafy kablowej SK-8. Z projektowanej stacji transformatorowej typu Mzb1 20/630-1 z pola odpływowego numer VIII wyprowadzić linię kablową niskiego napięcia 0,4kV typu YAKY 4×35mm² o długości 5(11)m, i wprowadzić do projektowanej szafki oświetleniowej SO. Projektowane uziemienie ochronno – robocze wykonać wspólnie, jako element poziomy zastosować bednarkę ocynkowaną FeZn 30×4mm układaną we wspólnym wykopie z projektowaną linią kablową a jako element pionowy zastosować uziom prętowy stalowy ocynkowany.

UWAGA: Istniejące linie kablowe niskiego napięcia 0,4kV (zalicznikowe stanowiące własność inwestora – PWSZ) w kierunku istniejących budynków szkolnych z istniejącej stacji transformatorowej numer 561167 (stacja transformatorowa przeznaczona do rozbiórki), należy zlokalizować, odkopać, przeciąć i wprowadzić do projektowanej rozdzielniczy nn 0,4kV w proj. stacji SN/nn, do projektowanej szafy kablowej SK-8 i szafki oświetleniowej SO zlokalizowanych na działce numer 7/38. Typ, przekrój i miejsce podłączenia istniejących linii kablowych pokazano na załączonym schemacie – RYS. E-2.

Z projektowanej szafy kablowej SK-8 należy wyprowadzić cztery linie kablowe nn 0,4kV typu YAKY $4 \times 120 \text{mm}^2$ o długości $2 \times 58 \text{m}$ i $2 \times 63 \text{m}$ i połączyć je za pomocą projektowanych muf przelotowych typu ZRM z istniejącymi liniami kablowymi nn 0,4kV (UWAGA: ze względu na brak informacji o typie i przekroju istniejących linii kablowych nn 0,4kV, ich typ i przekrój dostosować na etapie wykonawstwa).

UWAGA:

- dokładny przebieg istniejących kabli nn 0,4kV ustalić na etapie wykonawstwa. Przewiduje się potrzebę ich lokalizacji przebiegu,
- w miejscu prowadzenia prac budowlanych przewiduje się porządkowanie terenu,
- ilość, typ i przekrój istniejących linii kablowych nn 0,4kV – zgodny z wytycznymi przekazanymi przez inwestora.

9. Układanie kabla SN 15kV

Projektowany kabel średniego napięcia 15kV ułożyć na dnie rowu kablowego o głębokości min. 1,0m i szerokości 0,4m na 10cm warstwie piasku linią falistą z zapasem 1-3% długości wykopu w celu skompensowania przesunięć gruntu. W miejscach zmiany załomu trasy linii kablowej w pionie lub w poziomie kierunków kabli należy zachować minimalne promienie zgięcia R, które w zależności od rodzaju i średnicy kabla d_z wynoszą dla kabli jednożyłowych $R=20d_z$. Kabel w stanie odkrytym zgłosić do odbioru technicznego oraz do wykonania geodezyjnej inwentaryzacji trasy kabla. Po pozytywnym wyniku odbioru technicznego przez upoważnionego pracownika ze strony Inwestora, kabel przysypać 20cm warstwą piasku, 5cm warstwą rodzimego gruntu, a następnie pokryć na całej trasie folią koloru czerwonego (perforowana). Następnie wykop przysypać warstwą 35cm warstwą rodzimego gruntu i pokryć ponownie na całej trasie folią koloru czerwonego (perforowana). Pozostałą część rowu kablowego zasypać ziemią rodzimą ubijaną warstwami. W gruncie rodzimym służącym do zasypiania rowu kablowego nie mogą znajdować się: kamienie, gruzy oraz inne ostre materiały lub elementy. Zakończenia kabli jednożyłowych należy wykonać głowicami kablowymi. Kabel na całej trasie w odstępach nie większych niż 5mb oraz w miejscach charakterystycznych jak załomy do rur itp. zaopatrzyć w trwałe oznaczniki kablowe.

Oznaczniki kablowe powinny zawierać trwałe napisy takie jak:

- napięcie nominalne sieci
- oznaczenie ciągu kablowego
- typ i przekrój kabla
- rok budowy linii kablowej

Oznakowanie trasy linii kablowej

Trasa linii kablowej (ułożoną metodą wykopu otwartego) musi być oznaczona na całej długości taśmą ostrzegawczą koloru czerwonego (perforowana) o szerokości 300mm i grubości minimum 0,5mm umieszczoną na wysokości do 25cm względem powierzchni zewnętrznej kabla lub osłony kabla.

W celu ograniczenia liczby awarii wynikających z uszkodzeń mechanicznych kabli, należy stosować dodatkową taśmę ostrzegawczą koloru czerwonego (perforowana) z nadrukiem na czarno napisem o treści: „UWAGA KABEL – na głębokości 0,5-1,0m, KABEL POD NAPIĘCIEM”. Taśmę ostrzegawczą należy układać na terenach nieprzeznaczonych pod użytek rolny, na głębokości od 25cm do 30cm względem powierzchni ziemi. Grubość taśmy ostrzegawczej minimum 0,5mm, szerokość minimum 300mm, długość napisu do 600mm, odległość między kolejnymi napisami nie większa niż 300mm, wielkość liter: napisu o treści: „UWAGA KABEL” – 49-50mm, napisu o treści: „na głębokości 0,5-1,0m KABEL POD NAPIĘCIEM” – 33-34mm. Taśma ostrzegawcza musi spełniać wymogi zawarte w normie PN-EN 12613:2010.

Projektowaną linię kablową energetyczną należy ułożyć bezpośrednio w ziemi zgodnie z opracowaniem N SEP-E-004

10. Układanie kabla niskiego napięcia 0,4kV

Projektowane odcinki linii kablowych nn 0,4kV ułożyć na dnie rowu kablowego o głębokości min. 0,9m i szerokości 0,4-0,6m na 10cm warstwie piasku linią falistą z zapasem 1-3% długości wykopu w celu skompensowania przesunięć gruntu. W miejscach zmiany kierunków kabli zaleca się, aby promienie łuków załomu trasy linii kablowej w pionie lub poziomie przy rozciąganiu kabla nie były mniejsze niż 0,8m. Kable w stanie odkrytym zgłosić do odbioru technicznego oraz do wykonania geodezyjnej inwentaryzacji trasy linii kablowych. Po pozytywnym wyniku odbioru technicznego przez upoważnionego pracownika od strony Inwestora, kabel przysypać 10-15cm warstwą piasku, 15-20cm warstwą rodzimego gruntu, a następnie pokryć na całej trasie taśmą koloru niebieskiego (perforowaną) o szerokości 300mm i grubości minimum 0,5mm. Pozostałą część rowu kablowego zasypać ziemią rodzimą ubijaną warstwami. W gruncie rodzimym służącym do zasypania rowu kablowego nie mogą znajdować się: kamienie, gruz oraz inne ostre materiały lub elementy.

Oznakowanie linii kablowej

Na kablu ułożonym w ziemi (na całej długości trasy kabla) założyć trwałe oznaczniki wykonane z tworzywa sztucznego, rozmieszczone co 5m (wykonane otworowanie oznacznika winno umożliwiać jego mocowanie do linii kablowej opaskami zaciskowymi w układzie poziomym). Oznaczniki dodatkowo zakładać przy mufach oraz z każdej strony przepustu kablowego.

Na oznacznikach należy podać:

- napięcie nominalne sieci
- typ i przekrój kabla
- rok budowy

Na kablach przyłączonych do rozdzielnic stacyjnej nn należy umieścić tabliczki opisowe wykonane z tworzywa sztucznego (nieprzewodzącego), na których należy zamieścić informację o: numerze obwodu, kierunku kabla (np. numer szafy kablowej, numer słupa) oraz typie kabla.

Na kablach w złączach, szafach kablowych należy umieścić tabliczki opisowe wykonane z tworzywa sztucznego (nieprzewodzącego), na których zamieścić informację o: numerze obwodu i odgałęzienia, kierunku kabla (np. numer szafy kablowej, numer słupa) oraz typie kabla.

W przypadku ułożenia uziomu taśmowego stalowego należy ułożyć w rowie kablowym, poniżej kabla w odległości minimum 20cm

Projektowaną linię kablową energetyczną należy ułożyć bezpośrednio w ziemi zgodnie z opracowaniem N SEP-E-004.

11. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową należy wykonać zgodnie z wymogami zawartymi w polskich normach N SEP – E – 001, N SEP – E – 002, N SEP – E – 004 oraz PN – IEC 60364 z odpowiednimi częściami. Dla napięcia SN 15kV i stacji transformatorowej zastosować uziemienie ochronne. W stacji SN/nN zastosować wspólny uziom strony średniego napięcia i niskiego napięcia. Wypadkowa rezystancja uziemienia (roboczego i ochronnego) stacji transformatorowej zasilanej linią kablową SN 15kV nie powinna przekroczyć **$R \leq 1,60\Omega$** . Uziemienie ochronno – funkcjonalne i ochronne stacji wspólne wykonać taśmą stalową cynkowaną metodą zanurzeniową (ogniowo) o wymiarach nie mniejszych niż 30×4mm oraz prętów stalowych cynkowanych o min. grubości powłoki cynkowej 80µm lub stalowych miedziowanych o min. grubości powłoki miedzianej 250 µm. Zastosowane pręty muszą mieć średnicę nie mniejszą niż 16mm. Wszystkie elementy przewodzące - konstrukcje stacji transformatorowej, nie będące podczas normalnej pracy pod napięciem należy uziemić. Wszystkie elementy metalowe powinny być zabezpieczone antykorozyjnie lub odporne na korozję poprzez wykonanie z metali nieulegających korozji lub ze stali zabezpieczonej przez cynkowanie ogniowe.

Uwagi końcowe

Całość prac wykonać zgodnie z niniejszym projektem oraz w myśl obowiązujących przepisów. Prace na czynnych urządzeniach energetycznych wykonać pod nadzorem i po dopuszczeniu przez upoważnionego pracownika ENEA Operator Sp. z o.o. Przed przystąpieniem do prac, istniejące uzbrojenie podziemne zlokalizować przy pomocy przekopów próbnych pod nadzorem właścicieli urządzeń.

PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC NALEŻY SZCZEGÓŁOWO ZAPOZNAĆ SIĘ Z PROTOKOŁEM Z POSIEDZENIA NARADY KOORDYNACYJNEJ ORAZ POZOSTAŁĄ CZĘŚCIĄ UZGODNIENÍ. PO ZAKOŃCZENIU PLANOWANYCH PRAC, TEREN BUDOWY NALEŻY PRZYWRÓCIĆ DO STANU PIERWOTNEGO.

12. Obliczenia techniczne

Dane wyjściowe:

Napięcie strony pierwotnej	$U_{SN} = 15,75\text{kV}$
Napięcie strony wtórnej	$U_{nN} = 0,42/0,23\text{kV}$
Wymagana izolacja aparatury	SN - 17,5kV
Moc zwarciova	$S_{zw} = 200\text{MVA}$
Linia kablowa SN:	$3 \times \text{YHAKXs } 1 \times 70/16\text{mm}^2, l=23\text{m}$
Moc przyłączeniowa	$P_p = 255\text{kW}$

Dobór kabla SN 15kV

Dobieram kabel SN 15kV zasilający projektowaną stację transformatorową typu **3×YHAKXs 1×70/16mm² 12/20kV**.

Obciążalność długotrwała projektowanej linii kablowej SN 15kV:

- w układzie trójkątnym lub płaskim, stykające się ze sobą - **210A**
- w układzie płaskim, odstęp między kablami równy średnicy zewnętrznej kabla (kable w powietrzu) lub 7cm (kable w ziemi) - **235A**

Dobór transformatora

Do obliczeń przyjęto:

- moc przyłączeniową $P_p=255\text{kW}$
- $\cos\varphi = 0,95 \rightarrow \varphi=18,19^\circ$
- $\tan\varphi_{18,19^\circ} = 0,33$

moc bierna zapotrzebowana: $Q_z = \tan\varphi \times P_p$
 $Q_z = 0,33 \times 255 = 84,15\text{kVar}$

moc pozorna zapotrzebowana: $S_z = \sqrt{P_p^2 + Q_z^2}$
 $S_z = \sqrt{255,0^2 + 84,15^2} = 268,53\text{kVA}$

Ze względu na moc przyłączeniową $P_p=255\text{kW}$ i możliwy wzrost mocy zapotrzebowanej, projektuje się transformator hermetyczny **TRANSFIX 15,75/0,42kV o mocy 400kVA** i grupie połączeń Dyn5.

Dobór wkładki bezpiecznikowej SN do zabezpieczenia transformatora:

$$I_b = \frac{S_{nT}}{\sqrt{3} \times U_n}$$

gdzie:

I_b - prąd znamionowy górnego uzwojenia transformatora SN/nn

U_n - napięcie znamionowe górnego uzwojenia transformatora SN/nn

S_{nT} - moc znamionowa transformatora

$$I_b = \frac{400}{\sqrt{3} \times 15,75} = 14,68A$$

Zaprojektowano zabezpieczenie po stronie SN 15kV wkładkę bezpiecznikową SN 15kV o prądzie znamionowym **31,5A** dla zabezpieczenia transformatora o mocy 400kVA.

Dobre zabezpieczenie musi spełnić warunek:

$$I_n \geq k \times I_b$$

$$31,5A \geq 2,0 \times 14,68A$$

$$31,5A > 29,36A$$

Warunek spełniony

Dobór baterii kondensatorów do kompensacji biegu jałowego transformatora

$$Q_c = \frac{I_0\%}{100} \times S_n = \frac{1,4}{100} \times 400 = 5,60kVAr$$

$I_0\%$ – procentowy prąd biegu jałowego transformatora,

S_n – moc znamionowa transformatora,

Dobieram kondensator do kompensacji biegu jałowego transformatora o mocy 6,25kVAr.

Dobór przekładników prądowych po stronie SN

Moc zwarciova $S_z=200MVA$, $U_N=15kV$

Obliczenie impedancji zastępczej systemu:

$$Z_s = \frac{c_{\max} \times U_N^2}{S_z} = \frac{1,1 \times 15^2}{200} = 1,2375 \Omega$$

$$I_k'' = \frac{c_{\max} \times U_N}{\sqrt{3} \times Z_s} = \frac{1,1 \times 15}{\sqrt{3} \times 1,2375} = 7,70kA$$

$$i_u = \chi \times \sqrt{2} \times I_k'' = 1,8 \times \sqrt{2} \times 7,70 = 19,60 kA$$

gdzie:

c_{\max} – wsp. korekcyjny dla $U > 1kV$ wynosi 1,1,

I_k'' – prąd początkowy zwarcia trójfazowego,

χ - współczynnik udaru, dla sieci wysokiego napięcia przyjmuje się 1,8,

i_u – prąd udarowy.

$$I_{th1} \geq I_k''$$

$$I_{dyn} \geq i_u$$

$$I_{th1} = 600 \times I_{1n} = 600 \times 15 = 9,0 \text{ kA}$$

zatem:

$$9,0 \text{ kA} > 7,70 \text{ kA}$$

warunek spełniony

$$I_{dyn} = 2,5 \times I_{th1} = 2,5 \times 9,0 = 22,5 \text{ kA}$$

zatem:

$$22,5 \text{ kA} > 19,60 \text{ kA}$$

warunek spełniony

Obliczenie prądu pierwotnego przekładnika prądowego

$$I_b = \frac{P_p}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos \varphi} = \frac{255000}{\sqrt{3} \times 15000 \times 0,93} = 10,57 \text{ A}$$

WARUNEK:

$$1,2 \times I_{1n} \geq I_n \geq 0,01 \times I_{1n}$$

$$1,2 \times 15 \geq 10,57 \geq 0,01 \times 15$$

$$18 > 10,57 > 0,15$$

warunek jest spełniony

Moc znamionowa

WARUNEK:

$$S_n \geq S_2 \geq 0,25 \times S_n$$

Strata mocy w przewodach obwodu pomocniczego Cu 2,5mm².

$$S_p = 2 \times I^2 \times \frac{l}{\zeta \times s} = 2 \times 5^2 \times \frac{5}{56 \times 2,5} = 1,786 \text{ VA}$$

Strata mocy na zaciskach przy łącznej rezystancji przejścia $R_{z \text{ całk.}} = 0,05 \Omega$

$$S_z = I^2 \times R_z = 5^2 \times 0,05 = 1,25 \text{ VA}$$

$$S_{licz} = 0,125 \text{ VA}$$

Obciążenie całkowite obwodu wtórnego

$$S_{obc} = S_p + S_z + S_{licz}$$

$$S_{obc} = 1,786 + 1,25 + 0,125$$

$$S_{obc} = 3,161 \text{ VA}$$

$$5 \geq 3,161 \geq 0,25 \times 5$$

$$5 > 3,161 > 1,25$$

Warunek jest spełniony.

Dobieram przekładniki prądowe jednorzeniowe w wykonaniu wewnętrznym typu **TPU 60.11** o prądzie znamionowym pierwotnym $I_{pn}=15A$ i prądzie znamionowym wtórnym $I_{wn}=5A$ o mocy **5VA**; klasa dokładności **0,2s** i współczynnik bezpieczeństwa **FS 5** wzorcowane, poziom izolacji 25/50/125kV $I_{th1}=600 \times I_{1n}$, $I_{dyn}=22,5kA$.

Dobór przekładników napięciowych

Dla zasilania licznika napięciem rezerwowym

Znamionowe napięcie pierwotne	$U_{1n} = 15 \times \sqrt{3}kV$
Klasa dokładności	0,2
Znamionowe napięcie wtórne	$U_{2n} = 0,1 \times \sqrt{3}kV$
Moc znamionowa	$S_n = 10VA$
Moc znamionowa licznika	$S_{licz} = 1,8VA$
Moc tracona na zestykach	$S_{zest} = 0,05VA$
	$S_{obl} = 1,8 + 0,05 = 1,85VA$

WARUNEK:

$$S_n \geq S_{obl} \geq 0,25 \times S_n$$

$$10 \geq 1,85 \geq 0,25 \times 10$$

$$10 > 1,85 > 2,5$$

warunek nie spełniony

Z uwagi na nie spełnienie warunku obciążeniowego należy dociążyć obwody wtórne przekładników napięciowych podłączając rezystory dociążające do listwy SKA.

Zakładam poziom obciążenia przekładnika napięciowego do obciążenia przekładników prądowych tj. 50% - 5VA

$$S_{dod} = S_{wymagane} - S_{obl}$$

$$S_{dod} = 5 - 1,85 = 3,15VA$$

Obliczenie wartości rezystancji dodatkowej:

$$R_{dod} = \frac{(100/\sqrt{3})^2}{S_{dod}} = \frac{3341,19}{3,15} = 1060,7\Omega$$

Dobieram rezystory dociążające z typoszeregu **3x1,2kΩ** połączone w gwiazdę w obudowie **RD-50/1** o mocy **2,77VA** produkcji ZPrAE Sp. z o.o. Siemianowice Śląskie przystosowane do oplombowania, które należy połączyć w przy układzie pomiarowym do listwy SKA.

Obliczenie dodatkowej mocy obciążającej przekładnik napięciowy:

$$S_{dod\ obl.} = \left[\frac{(100/\sqrt{3})^2}{R_{dod\ zast.}} \right] = \left[\frac{(100/\sqrt{3})^2}{1200} \right] = 2,77VA$$

$$S_{obl1} = S_{obl} + S_{RD} = 1,85 + 2,77 = 4,62VA$$

WARUNEK:

$$S_n \geq S_{obl1} \geq 0,25 \times S_n$$

$$10 \geq 4,62 \geq 0,25 \times 10$$

$$10 > 4,62 > 2,5$$

warunek jest spełniony

Dla zasilania licznika przy zaniku dwóch napięć pomiarowych

Moc znamionowa licznika $S_{licz} = 3 \times 1,8 = 5,4VA$

Moc tracona na zestykach $S_{zest} = 0,05VA$

Moc rezystora dociążającego $S_{RD} = 2,77VA$

$$S_{obl} = S_{licz} + S_{zest} + S_{RD} = 5,4 + 0,05 + 2,77 = 8,22VA$$

WARUNEK:

$$S_n \geq S_{obl} \geq 0,25 \times S_n$$

$$10 > 8,22 > 0,25 \times 10$$

$$10 > 8,22 > 2,5$$

warunek jest spełniony

Minimalny przekrój przewodów dla pomiaru w klasie wynosi:

- z zasilaniem rezerwowym:

$$S_{min} = \frac{l \times S_{obl}}{(16,7 - R_z \times S_{obl}) \times \gamma} = \frac{6 \times 4,62}{(16,7 - 0,5 \times 4,62) \times 56} = 0,03439mm^2$$

- przy zaniku dwóch napięć pomiarowych:

$$S_{min} = \frac{l \times S_{obl}}{(16,7 - R_z \times S_{obl}) \times \gamma} = \frac{6 \times 8,22}{(16,7 - 0,5 \times 8,22) \times 56} = 0,06995mm^2$$

Spadek napięcia w obwodzie pomiarowym wynosi:

- z zasilaniem rezerwowym:

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times S_{obl} \times l}{\gamma \times s \times U_f^2} = \frac{200 \times 4,62 \times 6}{56 \times 1,5 \times 58^2} \approx 0,019619\%$$

- przy zaniku dwóch napięć pomiarowych:

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times S_{obl} \times l}{\gamma \times s \times U_f^2} = \frac{200 \times 8,22 \times 6}{56 \times 1,5 \times 58^2} \approx 0,03491\%$$

Dobieram przekładniki napięciowe w wykonaniu wewnętrznym **typu TJC 6**, przekładnia $\frac{15000/\sqrt{3}}{100/\sqrt{3}}$,

kl. 0,2, S_n=10VA.

Obliczenie strat – licznik z profilem strat (SN)

Dane:

- granica własności: zaciski odpływowe na głowicy kablowej w złączu kablowym ZKSN (wg. oddzielnego opracowania - w zakresie ENEA Operator Sp. z o.o.),
- linia kablowa typu 3×YHAKXs 1×70mm² o długości l=23m,
- przekładnia napięciowa układu pomiarowego $\delta_N = 15000 : \sqrt{3} / 100 : \sqrt{3} = 150$
- przekładnia prądowa układu pomiarowego $\delta_p = 15/5 = 3$
- konduktancja jednostkowa przewodu $\gamma = 32,247662$
- pojemność jednostkowa kabla 70mm² C=0,20
- współczynnik stratności izolacji kabla $\text{tg}\delta = 0,004$

Dla strat obciążeniowych (mnożna dla strat I²h):

$$A_{Obc} = \left(\frac{l}{\gamma \times S} \right) \times \delta_p^2$$

Dla strat jałowych (mnożna dla strat U²h):

$$A_{jał} = \omega \times C \times l \times \delta_N^2 \times \text{tg}\delta \times 10^{-6}$$
$$\omega = 2 \times \pi \times f$$

Mnożna strat obciążeniowych I²h:

$$A_{Obc} = \left(\frac{23}{32,247662 \times 70} \right) \times 3^2 = 0,091701$$

Mnożna strat jałowych U²h:

$$A_{jał} = 2 \times 3,14 \times 50 \times 0,20 \times 23 \times 150^2 \times 0,004 \times 10^{-6} = 0,129996$$

Do obliczeń energii zapotrzebowanej przez Odbiorcę przyjęto 50% wartości mocy umownej.

$$\Delta E_{zaopatr/rok} = \frac{P_z}{2} \times h = \frac{255}{2} \times 8760 = 1116900 \text{ kWh}$$

Prąd średni wyznaczony na podstawie energii zapotrzebowanej

$$I_{sr} = \frac{\Delta E_{zapotr/rok}}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi \times h} = \frac{1116900}{\sqrt{3} \times 15,75 \times 0,93 \times 8760} = 5,031536 \text{ A}$$

Straty jałowe:

$$\Delta P_{jał} = U^2 \times \omega \times c \times \text{tg}\delta \times l = 15,75^2 \times 2 \times 3,14 \times 50 \times 0,20 \times 0,004 \times 0,023 = 1,4332059 \text{ W}$$

$$\Delta E_{jałrok} = \frac{\Delta P_{jał} \times h}{1000} = \frac{1,4332059 \times 8760}{1000} = 12,5548837 \text{ W}$$

Straty obciążeniowe:

$$\Delta P_{obc} = 3 \times I_{sr}^2 \times R_0 \times l = 3 \times 5,031536^2 \times 0,443 \times 0,023 = 0,773845W$$

$$\Delta E_{obcrok} = \frac{\Delta P_{obc} \times h}{1000} = \frac{0,773845 \times 8760}{1000} = 6,7788823W$$

Straty energii wynoszą:

$$\Delta E_{\%} = \frac{\Delta E_{jałrok} + \Delta E_{obcrok}}{\Delta E_{zapotr/rok}} \times 100\% = \frac{12,5548837 + 6,7788823}{1116900} \times 100\% = 0,0017310\%$$

12. Uwagi końcowe

- wykonawca robót winien zapoznać się z uwagami podanymi na rysunkach oraz z uwagami zawartymi w poszczególnych uzgodnieniach,
- wyznaczenie trasy linii oraz inwentaryzację powykonawczą linii winien wykonać uprawniony geodeta,
- skrzyżowania i zbliżenia do istniejących urządzeń podziemnych wykonać pod nadzorem wyznaczonych osób, do których należą dane urządzenia,
- szczegółowe dane dotyczące zastosowanego osprzętu, konstrukcji oraz rozwiązań katalogowych - patrz zestawienia montażowe i katalogi,
- pracę na czynnych urządzeniach energetycznych wykonać pod nadzorem i po dopuszczeniu przez upoważnionego pracownika ENEA Operator Sp. z o.o.

Całość prac wykonać zgodnie z projektem i obowiązującymi PBUE z zachowaniem zasad BHP przy wykonawstwie prac elektrycznych.

Do odbioru technicznego dostarczyć:

- 1 egzemplarz sprawdzonej dokumentacji technicznej,
- schemat jednokreskowy układu pomiarowo – rozliczeniowego wraz z zabezpieczeniami,
- wypełnioną i podpisaną przez poszczególnych odbiorców i wykonawcę umowę o dostarczenie energii elektrycznej,
- geodezyjna inwentaryzację trasy linii kablowej w skali 1:500 lub 1:1000,
- dwa egzemplarze planu z naniesioną i zwymiarowaną trasą kabla przed zasypaniem.

Protokóły:

- odbioru kabla przed zasypaniem,
- badania kabla,
- pomiaru rezystancji uziemienia,
- obmiar.