

Zawartość opracowania	
1 Podstawa opracowania	3
2 Zakres opracowania	3
3 Stan istniejący	3
4 Stan projektowany	3
4.1 Zasilnie w energię elektryczną	3
4.2 Układanie kabli – SN 15kV	3
4.3 Linia kablowa oświetlenia terenu	4
4.4 Układanie kabli – nn 0,4kV	4
5 Instalacje elektryczne wewnętrznej stacji transformatorowej	5
5.1 Układ pomieszczeń dla potrzeb elektroenergetycznej infrastruktury technicznej	5
5.1.1 Komora transformatora	5
5.1.2 Pomieszczenie rozdzielni nn	5
5.1.3 Pomieszczenie rozdzielni SN	5
5.2 Opis układu pomiaru energii elektrycznej	5
5.3 Obliczenia techniczne	5
5.3.1 Elementy układu pomiarowego	6
5.3.2 Dobór przekładników prądowych i napięciowych	6
5.3.3 Obliczenia strat I^2t oraz U^2t	9
5.3.4 Obliczenia pętli zwarciowej i parametrów zwarciowych	9
5.3.5 Dobór wkładek bezpiecznikowych	10
5.3.6 Określenie dopuszczalnego czasu zwarcia w sieci SN-15kV	11
5.3.7 Sprawdzenie linii kablowej SN 15kV na grzanie prądem zwarciowym	11
5.3.8 Sprawdzenie doboru przekładników prądowych	11
5.3.9 Uziemienie stacji	12
6 Informacja BIOZ	13
6.1 Zakres robót	13
6.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych	13
6.3 Elementy mogące stwarzać zagrożenia	13
6.4 Przewidywane zagrożenia	13
6.5 Sposób prowadzenia instruktażu	13
6.6 Wskazanie środków zapobiegających niebezpieczeństwom	13
7 Uwagi końcowe	14

Rysunki:

rys. 01Eiep	Plansza sieci elektrycznej.
rys. 02Eiep	Plan rozmieszczenia urządzeń w stacji transformatorowej.
rys. 03Eiep	Plan instalacji uziemiającej.
rys. 04Eiep	Plan instalacji oświetleniowej i gniazd wtyczkowych.
rys. 05Eiep	Schemat zasilania SN.
rys. 06Eiep	Schemat układu pomiarowego.
rys. 07Eiep	Schemat rozdzielnic potrzeb własnych.
rys. 08Eiep	Plan uproszczony linii kablowych oświetlenia terenu.

UWAGA:

Wszystkie aparaty i urządzenia przyjęte w niniejszym opracowaniu należy traktować jako przykładowe. W przypadku zamiany, stosować aparaty i urządzenia o tym samym standardzie i parametrach. Opisane w niniejszym opracowaniu aparaty i urządzenia posiadają swoje odpowiedniki innych producentów.

1 Podstawa opracowania

- Wizja lokalna oraz inwentaryzacja szkicowa dla potrzeb projektowych.
- Podkłady architektoniczne.
- Obowiązujące przepisy i normy.
- Warunki przyłączenia do sieci Enea Operator Sp. z o.o. nr 47221/2018/OD1/RR1 z dn. 09.11.2018.

2 Zakres opracowania

Projekt obejmuje linię kablową oświetlenia terenu, abonencką linię kablową SN i stację transformatorową dla zadania pn: „Budowa budynku dydaktycznego dla potrzeb Uniwersytetu Technologiczno – Przyrodniczego im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy”.

W zakres niniejszego opracowania wchodzi:

- przyłączy kablowe - abonencka linia kablowa SN 3x(NA2XS(F)2Y) 1*120; relacji istniejąca stacja transformatorowa SN-15kV ATR ST-5 nr 10297 - projektowana abonencka wewnętrzna stacja transformatorowa,
- rozdzielnica SN o konfiguracji: pole liniowe, pole pomiarowe, pole transformatorowe;
- pośredni układ pomiaru energii elektrycznej,
- instalacja elektryczna w abonenckiej wewnętrznej stacji transformatorowej,
- linia kablowa oświetlenia terenu YAKY5x25.

3 Stan istniejący

Działka nr 127 w obszarze na którym przewiduje się zlokalizowanie nowego budynku dydaktycznego jest niezabudowana. W sąsiedztwie projektowanego budynku przebiegają linie kablowe SN, nn, oświetlenia terenu, kanalizacja teletechniczna, instalacja wod-kan i ciepłociąg.

4 Stan projektowany

4.1 Zasilanie w energię elektryczną

Dla potrzeb nowego budynku uzyskano warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej Enea Operator Sp. z o.o. znak 47221/2018/OD1/RR1 z dn. 09.11.2018r. W przedmiotowych warunkach określono następujące parametry przyłącza:

- napięcie - 15kV;
- moc przyłączeniowa - 500kW;
- układ pomiarowy - pośredni;
- miejsce przyłączenia stacja transformatorowa ATR ST.5 nr 10297.

W celu zasilenia projektowanego budynku dydaktycznego, ze stacji transformatorowej ATR ST.5 nr 10297 wyprowadzone zostanie przyłączy kablowe SN 15kV typu 3x(NA2XS(F)2Y) 1*120 o długości l=354(384)m. Na kondygnacji podziemnej przewiduje się zabudowanie abonenckiej wewnętrznej stacji transformatorowej z transformatorem 1600kVA, rozdzielnicą SN 15kV i rozdzielnicą nn 0,4kV.

4.2 Układanie kabli – SN 15kV

Abonencką linię kablową SN należy wykonywać kablami typu 3x(NA2XS(F)2Y) 1*120 na napięcie znamionowe 20kV. Nowe kable układać zgodnie z trasą pokazaną na rysunku. Kabel układać na głębokości 0,8 m, w warstwie piasku grubości 10 cm pod i 10 cm nad kablem, po wcześniej przeprowadzonej niwelacji terenu. Kable zaopatrzyć w opaski opisowe rozmieszczone, co około 10m zawierające typ: kabla, napięcie, nr obwodu, trasę, nazwę użytkownika, rok ułożenia. W odległości 25 cm nad kablami

ułożyć folię oznacznikową koloru czerwonego. W przypadku zbliżenia kabla do urządzeń uzbrojenia terenu, kabel zabezpieczyć rurami osłonowymi HDPE160. W miejscach skrzyżowania na istniejące kable energetyczne nn nałożyć rury dwudzielne. Końce rur uszczelnić. Minimalna odległość projektowanych kabli od istn. kabli energetycznych nn wynosi 0,5 m. Przed projektowaną stacją transformatorową pozostawić zapasy kablowe długości 4m. Przy skrzyżowaniach i zbliżeniach z drogami, kablami elektrycznymi i telefonicznymi i innymi instalacjami podziemnymi, przestrzegać odległości i wymogów określonych normą, oraz warunków i zaleceń zawartych w załączonych uzgodnieniach gestorów uzbrojenia podziemnego.

4.3 Linia kablowa oświetlenia terenu

Do oświetlenia terenu zastosowano oprawy ledowe 5200lm 43W na słupie h=6m, z fundamentem prefabrykowanym. Zasilanie opraw oświetleniowych wykonać kablem YAKY5x25. Obwód oświetlenia terenu wyprowadzić z rozdzielnicy RBp zlokalizowanej w pomieszczeniu rozdzielni nn w piwnicy. Sterowanie odbywa się ręcznie lub automatycznie zegarem astronomicznym czasowym.

4.4 Układanie kabli – nn 0,4kV

Projektowane kable nn układać po wcześniejszej niwelacji terenu do rzędnych docelowych układu drogowego. Z uwagi na prowadzenie linii kablowych w sąsiedztwie projektowanych instalacji wody i kanalizacji prace budowlane skoordynować z branżą wod.-kan. Projektowane kable układać linią falistą na 10cm podsypce z czystego piasku w rowie kablowym na głębokości 0,7m. Na całej długości zastosować folię z tworzywa sztucznego o grubości 0,5mm koloru niebieskiego. Folię ułożyć ok. 25cm nad górną krawędzią kabli, tj. kable należy przykryć 10cm warstwą czystego piasku oraz 15cm warstwą gruntu rodzimego. Szerokość folii winna być taka aby wystawała 15cm poza osłonę zewnętrzną kabla. Przy zbliżeniach i skrzyżowaniach z obcymi instalacjami podziemnymi projektowany kabel nn zabezpieczyć rurami HDPE110. Wytyczenie i inwentaryzację uzbrojenia podziemnego może dokonać jedynie uprawniona jednostka geodezyjna. Przy skrzyżowaniach i zbliżeniach do dróg, i instalacji podziemnych przestrzegać odległości i wymogów określonych normą N-SEP-E-004 oraz PN-E05115. Przy wykonywaniu wykopu zwrócić należy szczególną uwagę na lokalizację i rzędne posadowienia istniejącego uzbrojenia w tym kabli SN, nN, oświetleniowych, sieci telekomunikacyjnych, wodociągu, kanalizacji. Stosować należy kable nn na napięciu 0,6/1kV. Kable zaopatrzyć w opaski opisowe zawierające typ: kabla, napięcie, nr obwodu, trasę, nazwę użytkownika, rok ułożenia.

5 Instalacje elektryczne wewnętrznej stacji transformatorowej.

5.1 Układ pomieszczeń dla potrzeb elektroenergetycznej infrastruktury technicznej

W stacji transformatorowej przewidziano wydzielone pomieszczenia dla potrzeb zabudowania elektroenergetycznej infrastruktury technicznej:

- pomieszczenie rozdzielni SN z wygradzoną komorą transformatora,
- pomieszczenie rozdzielni nn.

5.1.1 Komora transformatora.

W komorze transformatora zaprojektowano transformator suchy, żywiczne o mocy 1600kVA. W otworze drzwiowym do komory należy przewidzieć belki ograniczające przypadkowe wejście do komory po otwarciu drzwi.

5.1.2 Pomieszczenie rozdzielni nn.

W pomieszczeniu rozdzielni nn zaprojektowano rozdzielnicę RGnn składającą się z szaf wolnostojących o głębokości 600mm. Rozdzielnica RGnn o konfiguracji:

- sekcja nr 1 - pole wyłącznika głównego,
- sekcja nr 2 do nr 4 - pola wyłącznikowe dla odpływów zasilających,

5.1.3 Pomieszczenie rozdzielni SN.

W pomieszczeniu rozdzielni SN zaprojektowano następujące elementy:

- rozdzielnia SN SF6 o konfiguracji:
 - o pole nr 1 – SL1 - pole liniowe,
 - o pole nr 2 – SP1 - pole pomiarowe,
 - o pole nr 3 – ST1 - pole transformatorowe,
- tablica pomiarowa TP z pośrednim układem pomiaru energii elektrycznej.

5.2 Opis układu pomiaru energii elektrycznej

Zgodnie z warunkami przyłączenia do sieci elektroenergetycznej w zakresie dotyczącym urządzeń odbiorcy, odbiorca zobowiązany jest do wybudowania linii kablowej SN ze stacji nr 10297 do abonenckiej stacji transformatorowej 15/0,4kV a także do przygotowania pola pomiarowego w rozdzielni SN 15kV w abonenckiej stacji transformatorowej i zabudowanie pośredniego układu pomiarowo-rozliczeniowego.

Pomiar zrealizowano jako pośredni z licznikiem elektronicznymi typu LZQJ-XC kl.0,2; 3x58/100V; 5A; z wbudowanym modułem komunikacyjnym i modułem synchronizacji czasu.

Zastosowane przekładniki prądowe typu TPU60.13 25/5A-24kV, P=5VA, I_{th}=300In, kl.0,2S legalizowane ze współczynnikiem bezpieczeństwa FS 5, przekładniki napięciowe typu UMZ24-1 $15/\sqrt{3}$ / $0.1/\sqrt{3}$ - uzwojenie wtórne mocy 10VA – kl. 0.2 – legalizowane. Połączenia napięciowe i prądowe układu pomiarowego wykonać poprzez listwę zaciskową Ska-P1, zgodnie z załączonym do projektu schematem.

5.3 Obliczenia techniczne

Dane elektroenergetyczne:

Napięcie zasilania	Un = 15kV
współczynnik mocy po kompensacji	tgφ = 0,40, cosφ = 0,93
prąd szczytowy (15kV)	I _{sz} = 20,7 A
Moc przyłączeniowa	P _p = 500kW

Miejsce przyłączenia: stacja WN/SN GPZ ATR (pole nr 27) - ST 20

Miejsce dostarczania energii elektrycznej: w rozdzielni SN stacji ATR ST-5 nr 10297 zaciski na głowicy kablowej SN w kierunku instalacji podmiotu przyłączanego.

5.3.1 Elementy układu pomiarowego

Zaprojektowany układ pomiarowy będzie układem typu pośredniego na napięciu 15kV.

W polu pomiarowym SP1 zainstalowane zostaną:

- odłącznik typu GTR SF4
- 3szt.bezpieczniki PBPM –20
- 3szt. przekładniki prądowe TPU60.13 25/5A-24kV, P=5VA, I_{th}=200In, kl.0.2S, FS 5
- 3szt. przekładniki napięciowe UMZ24-1 $15/\sqrt{3}$ / $0.1/\sqrt{3}$ - uzwojenia mocy 10VA – kl. 0.2
- dodatkowe rezystory dociążające R_{dod} 3x1,2kΩ.

Na tablicy pomiarowej TP zainstalowane zostaną:

- licznik trójfazowy pośredni na napięcie 3x58/100V i prąd 5A
- typu LZQJ-XC
- listwa zaciskowa Ska-P1,
- zabezpieczenia i gniazdo 1f 230V

Zasilanie liczników zrealizowano z obwodów potrzeb własnych stacji transformatorowej poprzez UPS typu 800VA/450W.

5.3.2 Dobór przekładników prądowych i napięciowych

Tor prądowy

prąd szczytowy po stronie SN:
$$I_{sz} = \frac{500kW}{\sqrt{3} \times 15kV \times 0,93} = 20,7 \text{ A}$$

dobieram:

Przekładnia przekładników prądowych

25/5A

Mnożna przekładników prądowych

25A :5A = 5

Prąd szczytowy po stronie wtórnej przekładnika prądowego:

$$I_{2sz} = \frac{20,7A}{5} = 4,14 \text{ A}$$

Dla prawidłowego działania układu pomiarowego obciążenie przekładników prądowych nie powinno przekraczać wartości znamionowych i nie powinno być mniejsze od 25% mocy znamionowej przekładnika.

$$0,25 \times S_{zn} < S_{obc} < S_{zn}$$

gdzie:

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

S_{zn} - znamionowa moc uzwojenia wtórnego przekładnika prądowego,

S_{ap} - strata mocy na przyrządach pomiarowych,

S_p - strata mocy na przewodach łączących układ pomiarowy

S_z - strata mocy na opornościach zestyków

Strata S_p na przewodach łączących układ pomiarowy wynosi:

$$l=9m, \gamma_{Cu}= 54\Omega m/mm^2, s = 2,5mm^2$$

$$S_p = (2 \cdot I^2 \cdot l) / (\gamma_{Cu} \cdot s) = (2 \cdot 4,14^2 \cdot 9) / (54 \cdot 2,5) = 2,2853VA$$

S_p = 2,2853VA

Strata mocy na opornościach zestyków S_z (rezystancja zestyku R_z = 0,05Ω)

$$S_z = I_{2sz}^2 \cdot R_z = 4,14^2 \cdot 0,05 = 0,8570 \text{ VA}$$

$$S_z = 0,8570 \text{ VA}$$

Pobór mocy S_{ap} jednego uzwojenia toru prądowego układu pomiarowego wynosi:

$$S_{ap} = 0,075 \text{ VA}$$

$$\text{Suma strat } S_{obc} = S_p + S_z + S_{ap} = 2,2853 + 0,8570 + 0,075 = 3,2173 \text{ VA}$$

$$1,25 \text{ VA} < 3,22 \text{ VA} < 5 \text{ VA}$$

warunek spełniony

Dobrano przekładniki prądowe typu TPU60.13 25/5A-24kV, P=5VA, I_{th}=200In, kl.0.2S, FS 5

Tor napięciowy

Przekładnia przekładników napięciowych $15/\sqrt{3} / 0.1/\sqrt{3} \text{ kV}$

$$\text{Mnożna przekładników napięciowych } 15 \text{ kV} : 100 \text{ V} = 150$$

Dobrano liczniki energii o napięciu 3x 58V / 100V

Obciążenie przekładników napięciowych w układach pomiarowo – rozliczeniowych nie powinno przekraczać wartości znamionowych i nie powinno być mniejsze od 25% mocy znamionowej przekładnika

$$0,25 \times S_{zn} < S_{obc} < S_{zn}$$

S_{zn} - znamionowa moc uzwojenia wtórnego przekładnika napięciowego

S_{ap} - strat mocy na przyrządach pomiarowych ($S_{obc} = S_{ap}$)

Pobór mocy jednego toru napięciowego układu pomiarowego wynosi:

$$S_{zn} = 10 \text{ VA} \qquad 0,25 \times S_{zn} = 0,25 \times 10 \text{ VA} = 2,5 \text{ VA}$$

S_{ap} - pobór mocy przez obwód napięciowy licznika wg karty katalogowej

$S_{ap(z \text{ Upomocnicze})} = 0,02 \text{ VA}$ pobór mocy dla obwodu napięciowego z podłączonym napięciem do zacisków zasilania pomocniczego

$S_{ap(bez \text{ Upomocnicze})} = 2,30 \text{ VA}$ pobór mocy dla obwodu napięciowego bez podłączonego napięcia do zacisków zasilania pomocniczego

$S_{ap(zanik \ 2 \ faz \ i \ Upomocnicze)} = 3 * 2,30 \text{ VA}$ pobór mocy dla obwodu napięciowego przy zaniku 2 faz i bez podłączonego napięcia do zacisków zasilania pomocniczego

$2,5VA < 0,02VA < 10VA$ (z napięciem pomocniczym)
 $2,5VA < 2,30VA < 10VA$ (bez napięcia pomocniczego)
warunki nie są spełnione

$2,5VA < 6,90VA < 10VA$ (zanik 2 faz i bez napięcia pomocniczego)
warunek jest spełniony

W celu prawidłowej pracy przekładników napięciowych dobrano dodatkowe rezystory dociążające $3 \times R_{dod} = 1,2k\Omega$; $S_{Rdod} = 2,77VA$.

Po dołożeniu dodatkowych rezystorów RD50/1 $3 \times 1,2k\Omega$ połączonych gwiazdę:

$$0,25 \times S_{zn} < S_{obc} + S_{Rdod} < S_{zn}$$

$2,5VA < 2,79VA < 10VA$ (z napięciem pomocniczym)
 $2,5VA < 5,07VA < 10VA$ (bez napięcia pomocniczego)
 $2,5VA < 9,67VA < 10VA$ (zanik 2 faz i bez napięcia pomocniczego)
warunki są spełnione

Dobrano przekładniki napięciowe o przekładni UMZ24-1 $15/\sqrt{3}$ / $0,1/\sqrt{3}$ - uzwojenia mocy 10VA – kl. 0.2 (legalizowane) z rezystorami dodatkowymi RD50/1 $3 \times 1,2k\Omega$ połączonymi w gwiazdę.

Sprawdzenie spadku napięcia w obwodzie napięciowym licznika:
 $l=9m$, $\gamma_{Cu}= 54\Omega m/mm^2$, $U_n= 58V$, $s = 2,5mm^2$

$$\Delta U_{\%} = (2 * I * S_{obc} * 100\%) / (\gamma_{Cu} * s * U_n^2) =$$

$$= (2 * 9 * 9,67 * 100\%) / (54 * 2,5 * 58^2) = 0,038\%$$

Dopuszczalny spadek napięcia wynosi 0,1%, warunek spełniony.

Mnożna układu pomiarowego

Mnożna przekładników prądowych	$25A : 5A = 5$
Mnożna przekładników napięciowych	$15kV : 100V = 150$
Mnożna układu pomiarowego	$n = 5 \times 150 = 750$

5.3.3 Obliczenia strat I^2h oraz U^2h

Dane do obliczeń:

- linia kablowa 3x(NA2XS(F)2Y) 1*120

- konduktywność aluminium

- prąd znamionowy pierwotny przekładnika prądowego

- prąd znamionowy wtórny przekładnika prądowego

stąd przekładnia przekładnika prądowego

- przekładnia przekładnika napięciowego

- współczynnik strat dielektrycznych

- pojemność robocza kabla

długość $l = 384$ [m];

przekrój $s = 120$ [mm²],

$\gamma_{AL} = 34$ [m/Ω*mm²],

$I_{pn} = 50$ [A],

$I_{sn} = 5$ [A],

$$\delta_p = \frac{50A}{5A} = 10$$

$$\delta_U = \left(\frac{15kV}{\sqrt{3}} / \frac{100V}{\sqrt{3}} \right) = 100$$

$$tg\delta = 0,004$$

$$C = 0,21$$
 [μF/km]

Straty I^2h .

Mnożna dla strat obciążeniowych I^2h .

$$A_{obc} = \left(\frac{l}{\gamma_{AL} \cdot s} \right) \cdot \delta_p^2 = \left(\frac{384m}{34m/\Omega * mm^2 \cdot 120mm^2} \right) \cdot \left(\frac{50A}{5A} \right)^2 = 9,412$$

Straty U^2h .

Mnożna dla strat jałowych U^2h .

$$A_{jal} = \omega \cdot C \cdot l \cdot \delta_U^2 \cdot tg\delta \cdot 10^{-9} = 314 \cdot 0,21 \cdot 384 \cdot 150^2 \cdot 0,004 \cdot 10^{-9} = 0,002279$$

5.3.4 Obliczenia pętli zwarciowej i parametrów zwarciowych

- impedancja wstępna

$$x_w = \frac{1,1 \cdot U_{SN}^2}{S_w} = \frac{1,1 \cdot 15^2}{161,8} = 1,530\Omega$$

W skład pętli zwarciowej wchodzi linie kablowe:

- 3x(NA2XS(F)2Y) 1*120, $l=0,384$ km

- 3*XRUHAKSX 1 * 240, $l=0,450$ km

przekrój kabla	mm	120	240
Rkj	Ω/km	0,324	0,150
Xkj	Ω/km	0,123	0,170
Zkj	Ω/km	0,347	0,227
l	km	0,348	0,450

- linia kablowa 3x(NA2XS(F)2Y) 1*120

$$R_{k120} = 0,1244 \Omega$$

$$X_{k120} = 0,0472 \Omega$$

$$Z_{k120} = 0,1331 \Omega$$

- linia kablowa 3*XRUHAKSX 1 * 240

$$R_{k240} = 0,0675 \Omega$$

$$X_{k240} = 0,0765 \Omega$$

$$Z_{k240} = 0,1020 \Omega$$

- rezystancja wypadkowa

$$R_z = R_{k120} + R_{k240} = 0,1919 \Omega$$

- reaktancja wypadkowa

$$X_z = x_w + X_{k120} + X_{k240} = 1,6534 \Omega$$

- impedancja wypadkowa

$$Z_z = \sqrt{X_z^2 + R_z^2} = 1,6645 \Omega$$

$$R / X = 0,116 \quad \text{stąd} \quad k_u = 1,71$$

- składowa okresowa początkowa prądu zwarcia

$$I_k'' = (1,1 * U_n) / (\sqrt{3} * Z_z)$$

$$I_k'' = (1,1 * 15) / (\sqrt{3} * 1,4301) = 5,723 \text{ kA}$$

- współczynnik udaru

$$k_u = 1,71$$

- zwarciový prąd udarowy

$$i_p = k_u * \sqrt{2} * I_k'' = 1,71 * \sqrt{2} * 5,723 = 13,815 \text{ kA}$$

- moc zwarciová na szynach abonenckiej rozdzielni SN

$$S_{zw1} = \sqrt{3} * I_k'' * U_n = \sqrt{3} * 5,723 * 15 = 148,69 \text{ MVA.}$$

- prąd zwarciový zastępczy cieplny

Prąd zwarciový zastępczy cieplny jest to wartość skuteczna prądu zwarciového w czasie trwania zwarcia T_k (przyjęto $T_k = 1\text{s}$). Prąd zastępczy cieplny wyraża się zależnością:

$$I_{th} = I_k'' * \sqrt{(n+m)} = 5,723 * \sqrt{1+0,1} = 6,009 \text{ kA}$$

gdzie:

m - współczynnik uwzględniający wpływ cieplny składowej nieokresowej prądu zwarciového (przyjęto $m=0,1$),

n - współczynnik uwzględniający wpływ cieplny wywołany zanikającą składową podprześciową i prześciową prądu zwarciového (przyjęto $n=1$).

5.3.5 Dobór wkładek bezpiecznikowych

Dobór wkładek bezpiecznikowych przeprowadzono na podstawie typoszeregu zakresów prądowych wkładek topikowych, do zabezpieczania obwodów pierwotnych transformatorów o napięciu znamionowym 15 kV i znamionowym napięciu wyłączeniowym wkładki bezpiecznikowej 24 kV, czyli stosowanych w polach transformatorowych rozdzielnic SN.

Dobór bezpieczników SN przeprowadza się zgodnie ze wzorem:

$$I_{bSN} \geq (2 \div 2,5) \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} U_N} = 48,5 \text{ A}$$

$$S_{NT} = 630 [\text{kVA}] - \text{moc znamionowa transformatora w [kVA]}$$

$U_N = 15[\text{kV}]$ - znamionowe napięcie strony górnej transformatora [kV]

I_{bSN} - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej

Ze względu na obciążenie transformatora w 80 % dobrano wkładkę 40A.

5.3.6 Określenie dopuszczalnego czasu zwarcia w sieci SN-15kV

Dla linii kablowej 3x(NA2XS(F)2Y) 1*120 dopuszczalny czas trwania zwarcia

$$T_K \leq \left(\frac{k \cdot s}{I_{th}} \right)^2; \quad T_K \leq \left(\frac{94 \cdot 120}{6009} \right)^2;$$

$$T_K \leq 2,52s$$

Przyjęto dopuszczalny czas trwania zwarcia $T_K < 1s$

gdzie:

T_K – czas trwania zwarcia (czas niezbędny do zadziałania zabezpieczeń i przerwania prądu zwarciovego), w [s]

S –przekrój żyły przewodu w [mm²]

k – jednosekundowa dopuszczalna gęstość prądu zwarciovego, w [A/mm²]

I_{th} – prąd zwarciovzy zastępczy cieplny, w [A] .

5.3.7 Sprawdzenie linii kablowej SN 15kV na grzanie prądem zwarciovym

Największe dopuszczalne wartości prądu zwarciovego 1-sekundowego:

–żył roboczych kabli – wyznaczone dla największej dopuszczalnej temperatury żyły przy zwarciu wynoszącej 250stC; dla temperatury początkowej zwarcia wynoszącej 90stC i maksymalnego czasu trwania zwarcia 5 sekund.

Kabel 3x(NA2XS(F)2Y) 1*120.

Dane producenta kabla:

temp. dopuszczalna długotrwale 90stC, przy zwarciu 250stC

obciążenie zwarciovye 1-sekundowe $I_{Cdop} = 11,3\text{kA}$

Warunkiem wytrzymałości kabla jest:

$$I_{Cdop} > I_k''$$

$$11,3\text{kA} > 5,723\text{kA} \quad \textbf{WARUNEK SPEŁNIONY}$$

5.3.8 Sprawdzenie doboru przekładników prądowych

Prawidłowo dobrany przekładnik powinien spełniać następujące warunki

warunek 1 prąd zwarciovzy zastępczy cieplny

$$I_{th} \leq 200 \cdot I_{pn}$$

$$5,723 \text{ kA} \leq 10\text{kA}$$

WARUNEK SPEŁNIONY

warunek 2 zwarciovzy prąd udarowy

$$I_p \leq I_{dyn}$$

$$I_{dyn} = 2,5 \cdot I_{th} = 2,5 \cdot 10\text{kA} = 25\text{kA}$$

$$13,815 \text{ kA} \leq 25 \text{ kA}$$

WARUNEK SPEŁNIONY

5.3.9 Uziemienie stacji

W projektowanej wewnętrznej stacji transformatorowej przewidziano uziemienie ochronne i robocze połączone do wspólnego uziomu fundamentowego i uziomu taśmowo-prętowego na zewnątrz stacji. Uziom fundamentowy w budynku składać się będzie z zatopionej w płycie fundamentowej taśmy FeZn 30x4 i podłączonych do niej zbrojeń płyty fundamentowej i zbrojeń słupów konstrukcyjnych budynku. Uziom taśmowo-prętowy na zewnątrz stacji składać się będzie z taśmy FeZn 30x4, $l=130m$ układanej na dnie rowu kablowego wraz z abonenckim kablem zasilającym SN-15kV oraz z uziomów prętowych $h=6m$ rozmieszczonych co około 25m.

Dookoła pomieszczenia rozdzielni SN na wysokości 50cm nad posadzką wykonać główną szynę uziemiającą z bednarki FeZn40x5. Dookoła pomieszczenia rozdzielni nn na wysokości 50cm nad posadzką wykonać szynę uziemiającą z bednarki FeZn30x4. Do szyn wyrównawczych podłączyć przewodem LgY1*70 obudowę transformatora. Pozostałe metalowe elementy wyposażenia stacji takie jak: drzwi, futryny, wygradzenia z siatki, podłączyć do szyn wyrównawczych za pomocą przewodu LgY1*16. Punkt neutralny transformatora połączyć osobnym odcinkiem bednarki z uziomem taśmowo-prętowym na zewnątrz stacji.

Rezystancja uziemiania roboczego i ochronnego powinna wynosić $R_{uz} < 1,25\Omega$. Pomiar wykonać przy podłączonych kablach SN, uziemieniu sztucznym stacji oraz żyłach PEN kabli nn.

6 Informacja BIOZ

6.1 Zakres robót

Przedmiotem opracowania jest linia kablowa oświetlenia terenu, abonencka linia kablowa SN i stacja transformatorowa dla zadania pn: „Budowa budynku dydaktycznego dla potrzeb Uniwersytetu Technologiczno – Przyrodniczego im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy”.

6.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

Istniejący kompleks budynków dydaktycznych z istniejącą czynną instalacją elektryczną.

6.3 Elementy mogące stwarzać zagrożenia

- instalacja elektryczna nn.

6.4 Przewidywane zagrożenia

Przy podłączaniu kabli nn i SN do rozdzielnic, pracach związanych z podłączaniem, sprawdzaniem instalacji i urządzeń elektrycznych może wystąpić zagrożenie porażenia prądem elektrycznym za skutkiem śmiertelnym (wymagany plan BIOZ).

6.5 Sposób prowadzenia instruktażu

Pracownicy pracujący przy budowie urządzeń energetycznych powinni posiadać odpowiednie kwalifikacje. Kierownik budowy ma obowiązek przedstawić zagrożenia wynikające w czasie prowadzenia prac budowlanych oraz przygotować i przeprowadzić instruktaż na temat przestrzegania przepisów BHP i udzielania pierwszej pomocy.

6.6 Wskazanie środków zapobiegających niebezpieczeństwom

- wyłączyć i uziemić urządzenia energetyczne,
- wywiesić tablice ostrzegawcze o treści „Nie załączać”,
- egzekwować od pracowników stosowanie właściwych środków ochrony indywidualnej odzieży i obuwia roboczego oraz właściwych narzędzi i sprzętu,
- ściśle stosować się do uzgodnień branżowych.

7 Uwagi końcowe

- Całość prac wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami.
- Przed rozpoczęciem robót wykonawca zobowiązany jest do zapoznania się z treścią uzgodnień z gestorami urządzeń podziemnych i bezwzględnego przestrzegania zawartych w nich uwag i warunków prowadzenia robót.
- Ochrona od porażeń musi spełniać wymagania normy PN-HD60364-4-41:2009.
- Przed oddaniem do eksploatacji wykonać niezbędne pomiary tj. rezystancji izolacji przewodów, ciągłości żył, skuteczności ochrony przeciwporażeniowej, rezystancji obwodów, rezystancji uziemień itp. wystawiając odpowiednie protokoły pomiarów.
- W trakcie prac zwrócić uwagę na właściwą koordynację robót zwłaszcza z branżą c.o. wentylacji oraz wod. kan.
- Przy wykonywaniu przebić przez ściany oraz przy podwieszaniu korytek zwrócić uwagę, aby prowadzone prace nie naruszyły części konstrukcyjnej budynku
- Wszystkie przejścia przewodów i kabli przez przegrody ogniowe muszą być uszczelnione specjalnymi masami ogniochronnymi o odporności ogniowej równej odporności przegrody przez którą są prowadzone.