OPIS TECHNICZNY

1 PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy branży elektrycznej przebudowy słupowej stacji transformatorowej nr So-309 w zakresie dostosowania do warunków przyłączenia wydanych przez ENEA Operator związanych ze zwiększeniem mocy przyłączeniowej na terenie szkółki leśnej w Smolarach Bytnickich (dz. nr 296/2).

2 PODSTAWA OPRACOWANIA

- umowa pomiędzy Inwestorem, a Projektantem;
- warunki przyłączenia nr 42702/2025/OD4/RR3 z dnia 09-10-2025r
- inwentaryzacja w terenie,
- katalogi, karty katalogowe producentów;
- obowiązujące przepisy i normy, w tym:
  - N SEP-E-001”Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przed porażeniem elektrycznym”
  - N SEP-E-003 „Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa”
  - N SEP-N-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”
  - PN-76/E-05125 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”
  - PN-EN 50341-1 „Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV – część 1: Wymagania ogólne – Specyfikacje wspólne”,
  - PN-EN-50341-2-22 „Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV – część 2-22. Krajowe Warunki Normatywne (NNA) dla Polski”
  - PN-EN 50522 „Uziemienie instalacji elektroenergetycznych prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV”
  - PN-E-04700 „Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych”
  - Standardy techniczne obowiązujące w ENEA Operator.

3. OPIS ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH

3.1 Charakterystyka elektroenergetyczna

- Napięcie sieci zasilającej 15 kV,
- Rząd izolacji R 20 kV,
- Moc przyłączeniowa 40 kW,
- Grupa przyłączeniowa III,
- Moc zwarciowa maksymalna w GPZ 110/15kV Bytnica 52,0 MVA
  Przy t_k = 3,2s,
- Moc zwarciowa minimalna w GPZ 110/15kV Bytnica 18,1 MVA
  Przy t_k = 3,2s,
- Prąd doziemienia I_{k1} = 11,3A. sieć skompensowana,
- Czas trwania rażenia t_F > 10s,
- Ochrona od porażeń strona SN – uziemienie
- Ochrona od porażeń strona nn – szybkie wyłączenie zasilania
- Układ sieciowy dla linii zasilających nn TN–C

3.2 Wprowadzenie

Na terenie szkółki leśnej w Smolarach Bytnickich, na dz. nr 296/2 znajduje się słupowa stacja transformatorowa typu STN-20/400 z transformatorem 15/0,4kV; o mocy 63kVA. Stacja ta po stronie niskiego napięcia zasila liniami kablowymi hydrofornię i ambonę leśną, oraz linią napowietrzną szkółkę leśną. Stan techniczny – stacja nowa. W stacji znajduje się pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej – układ bezpośredni – zrealizowany przez licznik energii typu AM550 TD2. Odczyt wskazań licznika – zdalny.

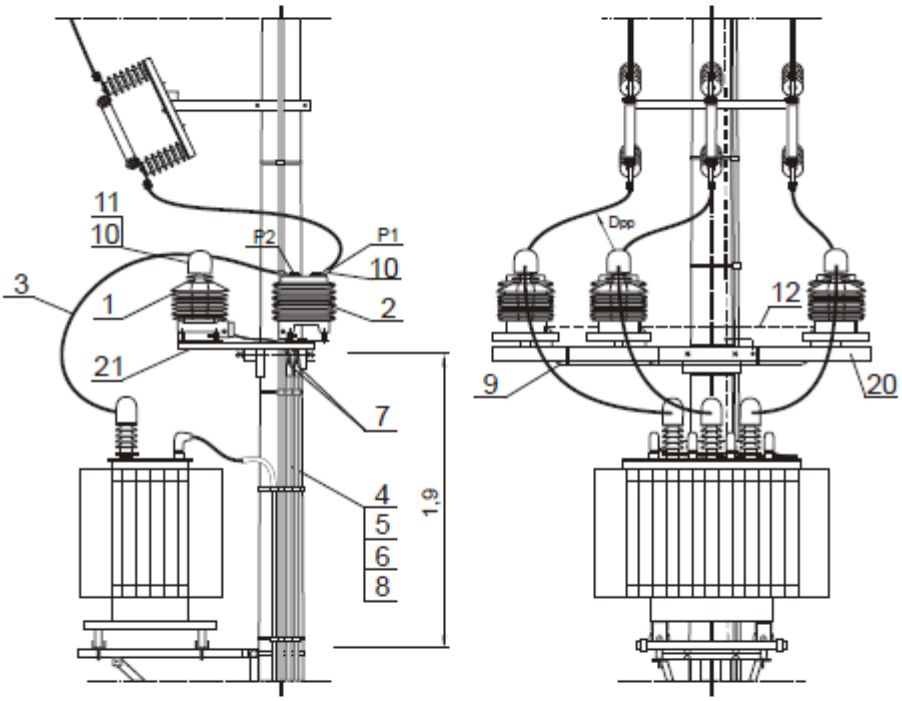
3.3 Przebudowa stacji – dostosowanie do zabudowy pośredniego układu pomiarowego energii elektrycznej.

Istniejącą stację słupową STN-20/400 na żerdzi E-12/12 należy doposażyć w przekładniki prądowe i napięciowe po stronie SN-15kV. Zaprojektowano układ pomiarowy trójsystemowy, czteroprzewodowy. Na konstrukcji wsporczej do przekładników typu KPR-3a/E wraz z konstrukcją nośną KNR-1a/e zabudować przekładniki prądowe typu CTSO 17; o przekładni 5/5A; mocy S_{zn} = 10VA, klasy 0,2s, SF = 5 oraz przekładniki

napięciowe typu VTO 38P 15: $\sqrt{3}$ / 0,1: $\sqrt{3}$ kV; o mocy S_{zn} = 0 ÷ 10 VA; klasy 0,2 z wkładką bezpiecznikową typu VPO-38P 100mA.

Poniżej podaję za katalogiem ENERGOLINII sposób montażu przekładników:

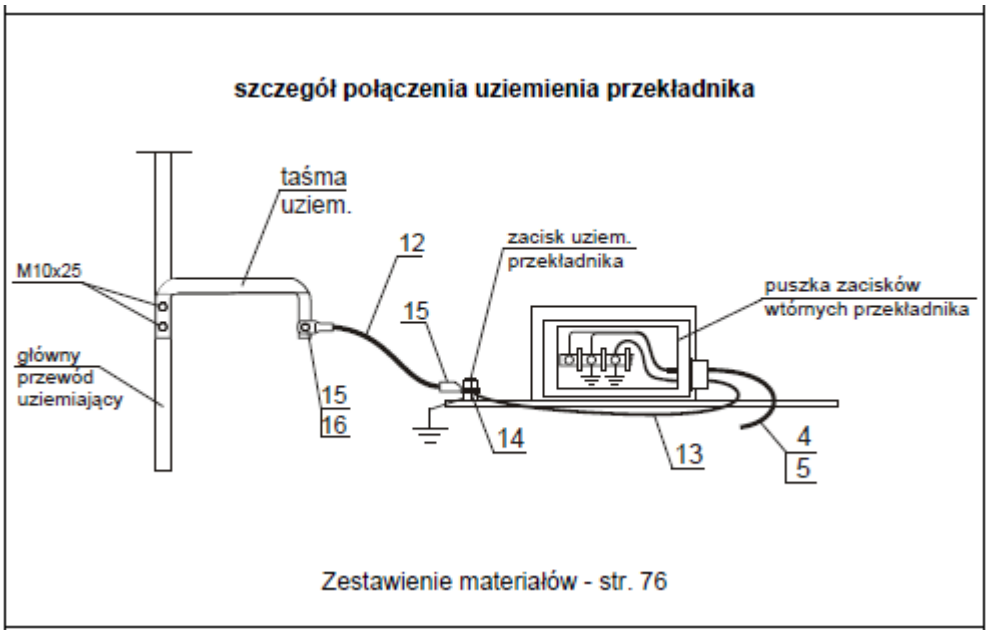
Przekładniki prod. INTRA, ZELISKO (ZOE zgierz),
(przekładniki prod. ABB wg str. 75)



Uwagi:

1. Drabinkę kablową (w przypadku jej stosowania) mocować po stronie prowadzenia kabli jak na powyższym rysunku, ze względu na zachowanie bezpiecznej odległości (D_{el} = 22cm) do elementów pod napięciem SN.
2. Zestawienie materiałów - str.76
3. D_{pp} = 25 cm

Należy zwrócić szczególną uwagę na uziemienie przekładników.



Rozdzielnię stacyjną RS-W wyposażyć w aparaturę wg schematu nr E2 i E3.

3.4 Zasilanie stacji po stronie SN-15kV

Zasilanie stacji po stronie SN-15kV oraz granica stron – zaciski na odpływie odłącznika O-3059 na stanowisku nr 306/31/1 – bez zmian (zgodne z WP).

Powyższy projekt opracowano w oparciu o katalog ENERGILINII w Poznaniu „Album słupowych stacji transformatorowych SN/nn – STN, STNu – z transformatorami o mocy do 630 kVA na żerdziach wirowanych. Wyd. Poznań 20.03.2020

– tom I, – Album rozwiązań stacji STN, STNu
– tom II, – Rysunki elektryczno - montażowe stacji STN, STNu
– tom III, – Konstrukcje stalowe stacji STN, STNu

4. OCHRONA OD PORAŻEŃ

- Strona SN – uziemienie ochronne, Napięcie rażenia $U_r \leq 67V$
- Strona nn – samoczynne szybkie wyłączenie zasilania wg. N-SEP – E-001.

Wymagana rezystancja uziomu Ru ≤ 5 Ω.

5. OCHRONA PRZEPIĘCIOWA

Stacja transformatorowa chroniona jest ogranicznikami przepięć typu POLM-D 16N.
Transformator po stronie nn-0,4kV chroniony ogranicznikami GXO-05/5.

6 UWAGI KOŃCOWE

- Całość prac wykonać zgodnie z „Technicznymi Warunkami Wykonania i Odbioru Robót Budowlano–Montażowych – cz. V" oraz ww norm pod nadzorem osoby uprawnionej,
- Prace demontażowe i montażowe wykonywać w stanie bez napięciowym w warunkach szczególnego zagrożenia dla życia i zdrowia na pisemne polecenie,
- Po zakończeniu robót należy wykonać pomiary sprawdzające skuteczność ochrony przeciwporażeniowej, oporność izolacji, ciągłości żył, oraz rezystancję uziemień,

Do odbioru należy przedłożyć dokumentację powykonawczą.

OBLICZENIA TECHNICZNE:

1. OBLICZENIE OPORNOŚCI UZIEMIENIA STACJI:

Dane:

Prąd ziemnozwarciowy w GPZ 110/15kV BYTNICA wg WP I_{zc} = 11,3A

$$R_u \leq \frac{50}{0{,}2 \times I_{zc}} = \frac{50{,}0}{0{,}2 \times 11{,}3} = 22{,}12\Omega$$

wymagane Ru ≤ 5,0 Ω – przyjęto Ru ≤ 5,0 Ω

2. DOBÓR PRZEKŁADNIKÓW:

Dane do obliczeń:

2.1.	Napięcie zasilania	Un = 15 [kV],
2.2.	Moc przyłączeniowa	P = 40 [kW],
2.3.	Moc znamionowa przekładników prądowych	S_{Pi} = 10 [V·A],
2.4.	Moc znamionowa przekładników napięciowych	S_{Pu} = 0 – 10 [V·A],
2.5.	Pobór mocy przez tor prądowy licznika	S_{Li} = 0,075 [V·A] / fazę,
2.6.	Pobór mocy przez tor napięciowy licznika z aktywnym modemem VAXCLT przy załączonym zasilaniu pomocniczym 230V	S_{Lu} = 0,02 [V·A] / fazę,
2.7.	Pobór mocy przez tor napięciowy licznika z aktywnym modemem VAXCLT przy wyłączonym zasilaniu pomocniczym 230V	S_{Lu} = 2,11 [V·A] / fazę,
2.8.	Znamionowy prąd wtórny przekładnika prądowego	I_{NW} = 5 [A],
2.9.	Przekrój przewodów pomiarowych prądowych	S = 2,5 [mm^2],
2.10.	Długość przewodów pomiarowych prądowych	l = 9 [m]
2.11.	Przekrój przewodów pomiarowych napięciowych	S = 1,5 [mm^2],
2.12.	Przewodność właściwa miedzi	γ= 57 [m/Ω·mm^2].

3. Dobór przekładników prądowych

3.1. Obliczenie prądu w obwodzie pierwotnym i dobór przekładni przekładnika dla mocy umownej

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} * Un * cos\varphi} = \frac{40}{1{,}732 * 15 * 0{,}93} = 1{,}66[A]$$

Minimalny prąd obciążenia strony pierwotnej wynikający z mocy umownej wymagany przez WP wynosi:

$I_{N\ min}$ = 20% I_N

$I_{N\ min}$ = 1,66 x 0,2 = 0,33[A]

Projektuje się przekładnik prądowy **CTSO 17 (5/5 [A]; kl. 0,2s; S = 10 [V·A]; SF5;)**

Zaprojektowany przekładnik prądowy klasy 0,2s, o przekładni δ = 1 [5/5 A] gwarantuje właściwy pomiar energii elektrycznej, gdyż warunek:

$1\% I_p < I_N < 120\% I_p$

$0,05 < 1,66 < 6$ [A] jest spełniony.

$1\% I_p < I_{N\,min} < 120\% I_p$

$0,05 < 0,33 < 6$ [A] jest spełniony

3.2. Obliczenie mocy obwodów wtórnych i dobór przekładnika.

Warunek konieczny prawidłowego doboru mocy przekładników prądowych:

$$25\% S_{Pi} \leq S_{obcl} \leq 100\% S_{Pi}$$

gdzie: $S_{obcl} = S_p + S_{Li} + S_z$

S_p – moc tracona w przewodach pomiarowych,

S_{Li} – moc pobierana przez tor prądowy licznika,

S_z – moc tracona na stykach [przyjmuję 1,25 V·A – wg literatury],

l = 9m długość przewodów pomiarowych prądowych,

Rezystancja przewodów:

$$Rp = \frac{2 * l}{\gamma * S} = \frac{2 * 9}{57 * 2,5} = 0,1263[\Omega]$$

Moc tracona w przewodach

$S_p = I_{NW}^2 \times Rp$

$S_p = 25 \times 0,1263 = 3,16$ [V·A]

stąd: $S_{obcl} = S_p + S_{Li} + S_z$

$S_{obcl} = 3,16 + 0,075 + 1,25 = 4,485$ [V·A]

zatem warunek: $25\% S_{Pi} \leq S_{obcl} \leq 100\% S_{Pi}$

$2,5 \leq 4,485 \leq 10$ [V·A] jest spełniony.

Wniosek: – projektowane przekładniki prądowe CTSO 17 (5/5 [A]; kl. 0,2s; S = 10 [V·A]; SF5) zapewniają prawidłowe rozliczanie energii elektrycznej dla mocy 40 kW

4. Dobór przekładników napięciowych.

Projektuje się przekładniki napięciowe typu VTO 32P (17500:√3 / 100:√3 [V], kl. 0,2;
S = 0 – 10 [V·A]; z bezpiecznikami SN VPO 38P 100[mA])

Warunek konieczny prawidłowego doboru mocy przekładników napięciowych

$0\% S_{PuI} \leq S_{obcU} \leq 100\% S_{PuI}$ gdzie:

$S_{obcU} = S_{Lu} = 0{,}02$ [V·A] ,

moc pobierana przez tor napięciowy licznika z aktywnym modemem VAXCLT
przy załączonym zasilaniu pomocniczym 230 [V],

stąd warunek $0\% S_{PuI} \leq S_{obcU} \leq 100\% S_{PuI}$

$0 \leq 0{,}02 \leq 10{,}0$ [V·A] jest spełniony.

Natomiast przy wyłączonym napięciu pomocniczym

$S_{Lu} = 2{,}11$ [V·A] moc pobierana przez tor napięciowy licznika z aktywnym modemem VAXCLT przy wyłączonym zasilaniu pomocniczym 230 [V],

stąd: $S_{obcU} = 2{,}11$ [V·A]

stąd warunek $0\% S_{PuI} \leq S_{obcU} \leq 100\% S_{PuI}$

$0 \leq 2{,}11 \leq 10{,}0$ [V·A] jest spełniony

Wniosek: – projektowane przekładniki napięciowe VTO 32P (17500:√3 / 100:√3 [V], kl. 0,2; S = 0 – 10 [V·A]; z bezpiecznikami SN VPO 38P 100[mA]) zapewniają prawidłowe rozliczanie energii elektrycznej dla mocy 40 kW

Zaprojektowane wyżej przekładniki prądowe i napięciowe spełniają wymagania określone w warunkach przyłączenia nr 42702/2025/OD4/RR3 z dnia 09-10-2025

5. STRATY NA PRZYŁĄCZU SN:

Dane:

R_o – rezystancja żyły roboczej AFl-35mm^2 = 0,816·10^{-3} kΩ/km,

tgδ – współczynnik strat dielektrycznych = 0,004,

δ_p – przekładnia przekładnika prądowego = 1,

δ_N – przekładnia przekładnika napięciowego = 150,

S – przekrój linii SN = 35 mm^2,

l – długość linii napowietrznej = 0,018 km,

ω – 2πf = 314,159

Straty obciążeniowe (I^{2}h): dla licznika LZQJ i ZMD

$A_{obc} = (R_o \cdot l) \cdot \delta^2_p$

$A_{obc} = (0{,}816 \cdot 0{,}018) \cdot 1^2 = 0{,}014688$

Straty jałowe (U^{2}h): dla licznika LZQJ

$A_{jał} = 0{,}0262 \cdot l \cdot \delta^2_N \cdot 10^{-6}$

$A_{jał} = 0{,}0262 \cdot 0{,}018 \cdot 150^2 \cdot 10^{-6} = 0{,}000010611$

Straty jałowe (U^{2}h): dla licznika ZMD

$A_{jał} = 0{,}0262 \cdot l \cdot \delta^2_N \cdot tg\delta \ 10^{-3}$

$A_{jał} = 0{,}0262 \cdot 0{,}018 \cdot 150^2 \cdot 10^{-3} = 0{,}010611$