

| | |
|---|---|
| NAZWA ELEMENTU PROJEKTU BUDOWLANEGO | PROJEKT TECHNICZNY |
| NR ELEMWNTU / NR TOMU | ELEMENT 3 / TOM 2 |
| NAZWA ZAMIERZENIA INWESTYCYJNEGO | Budowa przyłącza elektroenergetycznego SN-15kV wraz ze słupową stacją transformatorową 15/0,4kV w celu zasilenia Wytwórni Mas Bitumicznych na dz. nr 580 w m. Słupsk, gm. Miasto Słupsk |
| KATEGORIA OBIEKTU | XXVI – sieci elektroenergetyczne |
| ADRES OBIEKTU | Jednostka ewidencyjna: Miasto Słupsk [226301_1] Obręb ewidencyjny: 22 [0022] działka nr ewid.: 580 identyfikator działki budowlanej : 226301_1.0022.580 |
| INWESTOR ADRES | Kobylarnia S.A. Kobylarnia, ul. Zakole 1, 86-061 Brzoza |
| JEDNOSTKA PROJEKTOWA | Pracownia projektowa COLOSSEUM Mirosław Zwolski w spadku 76-200 Słupsk, ul. Tuwima 3a/3, tel. 59 8413612 |

| zakres opracowania | pełniona funkcja projektowa | Imię i nazwisko, nr uprawnień budowlanych, specjalność | Data opracowania | podpis |
|-----------------------|--------------------------------|---|---------------------|--------|
| BRANŻA ELEKTRYCZNA | Autor projektu | mgr inż Łukasz Gągała upr. proj. POM/0256/PBE/16 specjalność konstrukcyjno-budowlana bez ograniczeń | 05-02-2025 | |

| | |
|--------------------|---|
| SPIS ZAWARTOŚCI | 1. Strona tytułowa 2. Spis treści 3. Oświadczenie projektantów o zgodności z przepisami 4. Część opisowa projektu technicznego 5. Część rysunkowa projektu technicznego |
|--------------------|---|

1. Strona tytułowa

Spis treści

| | |
|---|----|
| 1. Strona tytułowa | 1 |
| 2. Spis treści | 2 |
| 3. Oświadczenie projektantów o zgodności z przepisami | 3 |
| 4. Część opisowa projektu technicznego..... | 4 |
| 4.1. Podstawa opracowania | 4 |
| 4.2. Przedmiot i zakres opracowania..... | 4 |
| 4.3. Istniejący stan zagospodarowania terenu..... | 4 |
| 4.4. Opis stanu projektowanego | 4 |
| 5. Uwagi końcowe | 7 |
| 6. Obliczenia techniczne | 8 |
| 7. Zestawienie zasadniczych materiałów | 13 |

| <u>Nr rysunku</u> | <u>Nazwa rysunku</u> | <u>Skala</u> | |
|-----------------------|------------------------------|--------------|--|
| 1 | PLAN ZAGOSPODAROWANIA TERENU | 1:500 | |
| 2 | SCHEMAT IDEOWY | | |
| 3 | SCHEMAT UKŁADU POMIAROWEGO | | |
| 4 | SYLWETKA STACJI | | |

3. Oświadczenie projektantów o zgodności z przepisami

Słupsk, 2025-03-07

Zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej zgodnie z art. 34 ust. 3d pkt 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U.2020 poz. 1333 z późn. zm.) niniejszym oświadczam, że:

projekt techniczny

budowy przyłącza elektroenergetycznego SN-15kV wraz ze słupową stacją transformatorową 15/0,4kV w celu zasilenia Wytwórni Mas Bitumicznych w miejscowości Słupsk, na działce ewidencyjnej nr 580, obręb ewidencyjny 22, identyfikator działki budowlanej: 226301_1.0022.580 gmina Słupsk, powiat Słupski, województwo pomorskie.

dla potrzeb i warunków miejscowych został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej na dzień opracowania.

Ponadto wskazuje się również imiona, nazwiska, numer uprawnień budowlanych lub numer decyzji o nadaniu uprawnień budowlanych:

1. osób, o których mowa w art.20 podstawowe obowiązki projektanta ust. 1 pkt 1a, biorących udział w opracowaniu projektu, do którego dołączone jest oświadczenie;
2. projektantów sprawdzających, którzy dokonali sprawdzenia projektu, do którego dołączone jest oświadczenie

| zakres opracowania | pełniona funkcja projektowa | Imię i nazwisko, nr uprawnień budowlanych, specjalność | Data opracowania | Podpis |
|-----------------------|-----------------------------|---|------------------|--------|
| BRANŻA ELEKTRYCZNA | Autor projektu | mgr inż Łukasz Gągała upr. proj. POM/0256/PBE/16 specjalność konstrukcyjno-budowlana bez ograniczeń | 05-02-2025 | |

4. Część opisowa projektu technicznego

4.1 PODSTAWA OPRACOWANIA

- miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego,
- aktualna mapa do celów projektowych w skali 1:500,
- warunki przyłączenia nr P/24/021763 z dnia 28.03.2024 r.
- zlecenie Inwestora,
- wizja lokalna,
- uzgodnienia robocze z Inwestorem;
- obowiązujące przepisy i normy;

4.2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Zgodnie z założeniem inwestora planowana jest budowa przyłącza elektroenergetycznego SN-15kV wraz ze słupową stacją transformatorową 15/0,4kV w celu zasilenia w energię elektryczną Wytwórni Mas Bitumicznych. Całość przedsięwzięcia zlokalizowana będzie na działce numer 580 obręb 0022 w miejscowości Słupsk, gmina Miasto Słupsk.

4.3. ISTNIEJĄCY STAN ZAGOSPODAROWANIA TERENU

Obecnie na rozpatrywanym terenie znajduje się plac budowy. Planowana Wytwórnia Mas Bitumicznych na działce nr 580 obręb ewidencyjny 0022 w miejscowości Słupsk nie posiada przyłącza elektroenergetycznego. W marcu 2024 roku Energa-Operator S.A. Oddział w Koszalinie określił warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej nr P/24/021763 przewidujące budowę przyłącza kablowego SN-15kV. Analizowana działka położona jest w obszarze, dla którego obowiązuje Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego dla terenu w części obrębów Bierkowo-Strzelino, gmina Słupsk - Uchwała nr XXXVI/389/2014 Rady Gminy Słupsk z dnia 25 marca 2014 r.

4.4. OPIS STANU PROJEKTOWANEGO

Projekt przewiduje budowę odcinka linii kablowej SN-15kV wraz ze słupową stacją transformatorową 15/0,4kV.

Budowa przyłącza kablowego SN-15kV

Projekt przewiduje budowę przyłącza kablowego 15kV kablem 3x XRUHAKXS 1x70/25mm² o całkowitej długości L=50m. Projektowane przyłącze kablowe należy poprowadzić od przygotowanego wcześniej słupa nr 47A/1 z rozłącznikiem zlokalizowanego na dz. nr 580. Przygotowanie słupa wraz z rozłącznikiem zrealizowane będzie na podstawie odrębnego projektu ENERGA-OPERATOR SA. Granicę własności stron stanowiły będą zaciski głowicy kablowej na rozłączniku SN.

Kable w miejscach skrzyżowania z innymi sieciami uzbrojenia terenu zabezpieczyć osłonami rurowymi typu DVK Φ160.

Projektowaną linię kablową 15kV 3xXRUHAKXS 1x70/25mm² ułożyć w gruncie na głębokości 0,9m na posypce z piasku o grubości 10cm, przykryć 10cm warstwą piasku, a następnie warstwą ziemi rodzimej oraz folią z tworzywa sztucznego koloru czerwonego o grubości co najmniej 0,5mm. Na kable należy założyć tabliczki identyfikacyjne informujące o typie, przekroju kabla, nazwy użytkownika oraz rok ułożenia. Układanie kabla wykonać w sposób wykluczający jego uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie i mufowanie. Ponadto, przy układaniu

zachować środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się na trasie budowanej linii kablowej SN 15kV. Kabel układać ręcznie lub za pomocą rolek tocznych. Kable należy układać zgodnie z zasadami podanymi w normie kablowej PN-76/E-05125 oraz w normie N SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”. Kable na słupie do wysokości 3m nad ziemią prowadzić w rurze osłonowej AROT BE Ø110 uszczelnionej palczatką termokurczliwą powyżej w uchwytach mocowanych do żerdzi. Kable na słupie oraz na projektowanej stacji zakończyć głowicami napowietrznymi CHE-F 24kV 25-150 prod. BBC Cellpack GmbH. Sposób połączenia projektowanej linii kablowej 15kV z istniejącą siecią pokazano na załączonym schemacie sieci 15kV rys. nr 2.

Budowa słupowej stacji transformatorowej typu STNK220/630/PP3

Projektuje się wybudowanie słupowej stacji transformatorowej 15/0,4kV typu STNK-20/630/PP3 wg. „Albumu słupowych stacji transformatorowych SN/nN STN, STNu z transformatorami o mocy do 630kVA na żerdziach wirowanych Tom I ENERGOLINIA w Poznaniu” zgodnie z załączonym projektem zagospodarowania terenu (rys. 1) oraz schematu zasilania (rys. 2).

Po stronie 15kV stacja transformatorowa wyposażona będzie w:

- napowietrzny transformator olejowy 15/0,4 kV o mocy 630 kVA,
- podstawy bezpiecznikowe PBNW-24,
- ograniczniki przepięć typu ASM 18N A+W3+0,
- przekładniki prądowe,
- przekładniki napięciowe.

Po stronie 0,4kV stacja wyposażona będzie w:

- szafkę rozdzielczą typu SKVP prod. ZPUE WŁOSZCZOWA,
- ograniczniki przepięć ASA A500-5 F2K prod. ALPAR,
- podwieszaną szafkę pomiarową.

Przekroje przewodów transformatora projektuje się zgodnie z opracowaniem katalogowym jak dla transformatora 630kVA. Układ połączeń, wyposażenie oraz sylwetkę stacji przedstawiono na załączonym rysunku. Szczegóły wyposażenia przedstawiono w zestawieniu montażowym stacji.

Posadowienie stacji

Wg albumu słupowych stacji transformatorowych, zgodnie ze schematem obciążeń statycznych przyjęto słup o dopuszczalnej obciążalności żerdzi 12kN. Konstrukcję nośną stacji stanowi żerdź wirowana typu E-10,5/12. Posadowienie stacji przyjęto dla gruntu średniego. Dobrano ustój płytowy typu UP3+UP6 w wykopie kopanym. Projektowaną stację należy posadowić w uprzednio przygotowanym wykopie o głębokości 2,5 m w miejscu zgodnym z projektem zagospodarowania terenu (rys. nr 1).

Wszystkie prace fundamentowe należy prowadzić wg zasad podanych niżej oraz zgodnie z wymaganiami normy PN-B-06050:199 „Geotechnika – Roboty ziemne – Wymagania ogólne”. Przed przystąpieniem do wykopów należy upewnić się, czy w strefie wykopu nie znajdują się niezainwentaryzowane urządzenia podziemne. W przypadku pojawienia się kolizji, należy je usunąć lub zabezpieczyć za zgodą użytkownika. Wykopy powinno poprzedzić usunięcie ziemi rodzimej do głębokości 20cm na powierzchni o wymiarach boków zwiększonych o około 1m od obrysu wykopu. Zasypanie powinno być wykonane warstwami zagęszczaniem gruntu co 20-30 cm. Po zasypaniu wykopu należy rozsypać grunt rodzimy z zewnętrznej warstwy do wysokości 15 cm powyżej terenu przy obwodzie słupa ze spadkiem na zewnątrz do linii obrysu zasypanego wykopu.

Ochronę elementów stalowych i betonowych posadowień słupa przed szkodliwymi wpływami wykonać należy zgodnie z normą PN-E-05100-1:1998 punkt 7.6. Elementy stalowe i ich połączenia w części podziemnej słupa należy dodatkowo zabezpieczyć przed korozją lakierem lub

masą asfaltową. Podziemne betonowe części ustojów należy chronić przed szkodliwymi wpływami jedynie w gruncie bardzo agresywnym dopierając odpowiedni rodzaj zabezpieczenia do występującego zagrożenia.

Uziemienie stacji

Projektuje się wspólne uziemienie stacji transformatorowej spełniające funkcję uziemienia roboczego, ochronnego i odgromowego. Do głównego przewodu uziemiającego na słupie stacyjnym podłączyć elementy konstrukcji stacji na których instalowana jest aparatura i ograniczniki przepięć.

Rezystancja uziemienia stacji nie powinna przekraczać wartości wyliczonej ze wzoru:

| | | |
|------------|------------------------------------|--------|
| I_{CS} | Pojemnościowy prąd doziemienia | 149,4A |
| I_{AWSC} | Prąd czynny wymuszany w sieci | 20A |
| r | Współczynnik redukcyjny | 1 |
| U_F | Dopuszczalne napięcie uziomowe | 86V |
| t_F | Czas wyłączenia zwarcia doziemnego | 5s |

$$I_E = r \cdot \sqrt{(0,1 \cdot I_{CS})^2 + I_{AWSC}^2} = 1 \cdot \sqrt{(0,1 \cdot 149,4)^2 + 20^2} = 24,96A$$

$$R_B \leq \frac{U_F}{I''_K} = \frac{86V}{24,96A} = 3,45\Omega$$

Wymagana wartość rezystancji uziemienia otokowego dla stacji transformatorowej nie może przekraczać wartości 3,45Ω.

Na zakończenie prac montażowych należy zmierzyć rezystancję uziemienia w celu sprawdzenia czy jest wystarczająca. Należy sprawdzić stan izolacji kabla SN poprzez badanie napięciem wolnozmiennym „VLF” oraz badanie izolacji powłoki kablowej. Protokoły pomiarów dołączyć do odbioru robót.

Ochrona przeciwprzepięciowa i uziemienia

Jako ochronę przeciwprzepięciową na projektowanej stacji transformatorowej 15/0,4kV zaprojektowano ograniczniki przepięć typu ASM 18N A+W3+0 po stronie SN oraz ograniczniki przepięć ASA A500-5 F2K prod. ALPAR instalowane bezpośrednio na zaciskach nN transformatora. Dodatkowo należy wykonać uziemienia ochronno – funkcjonalne i odgromowe projektowanej stacji transformatorowej. Rezystancja uziemienia stacji transformatorowej nie może przekraczać 5Ω. W przypadku, gdy w wyniku pomiaru okaże się, że rezystancja uziemienia stacji transformatorowej przekracza dopuszczalne wartości należy rozbudować uziemienie powierzchniowe, uziemieniem prętowym wykorzystując do tego sondy miedziowane Bezpól, długości 1,5 m. Po wykonaniu dodatkowego uziomu ponownie sprawdzić czy osiągnięto wymagane wartości rezystancji.

Pomiary energii elektrycznej

Układ pomiarowo-rozliczeniowy energii pobranej z sieci będzie zainstalowany wewnątrz dedykowanej, podwieszanej szafki pomiarowej. Pomiar dokonywany będzie w sposób pośredni. Przekładniki prądowe i napięciowe będą zainstalowane na konstrukcjach stacji transformatorowej 15/0,4kV. Urządzenia wchodzące w skład układu pomiarowo-rozliczeniowego

musza spełniać wymagania prawa, a w szczególności powinny posiadać zatwierdzenie typu, legalizację oraz powinny być zgodne z odpowiednimi normami.

Jako licznik zastosowano układ pomiarowo-rozliczeniowy firmy Landis+Gyr typ ZMY405CW wyposażony w moduł komunikacyjny, będący na majątku i eksploatacji OSD.

Uwagi dotyczące układu pomiarowo – rozliczeniowego:

1. Licznik oraz moduł komunikacyjny wraz z kartą SIM dostarcza OSD tj. Energa-Operator S.A.
2. Na stacji transformatorowej należy zamontować uchwyt do montażu anteny kierunkowej z ułożonym przewodem RG174 i uchwytem antenowym, anteną z wtyczką FME oraz konektorem typu FME-MCX.
3. Przekładniki prądowe i napięciowe połączyć z licznikiem poprzez listwę kontrolno-pomiarową WAGO 847-713 za pomocą przewodów kolejno YKSYżo 7x2,5mm² oraz YKYżo 5x1,5mm²,
4. Antenę GSM dla jednostki komunikacyjnej zamontować na zewnątrz budynku,
5. Zaprojektowany układ pomiarowy umożliwia zdalny odczyt pobieranej energii elektrycznej przez transmisję danych za pomocą zewnętrznego modułu GPRS typu do OSD,
6. Tablica licznikowa będzie zasilana napięciem gwarantowanym 230V AC, natomiast licznik będzie zasilany dodatkowo poprzez UPS o mocy 650VA,
7. Urządzenia, których obudowa nie jest przystosowana do plombowania należy wyposażyć w osłony umożliwiające plombowanie,
8. Plombowaniu podlegają:
 - przekładniki pomiarowe,
 - licznik energii elektrycznej,
 - listwa kontrolno – pomiarowa,
 - moduł GSM/GPRS,
 - zabezpieczenia obwodów napięciowych i urządzenia pomocnicze.

Na tablicy pomiarowej umieścić gniazdo serwisowe 230V AC. Gniazdo serwisowe zasilic z obwodu zalicznikowego 230V AC. Pomiar energii elektrycznej przewidziano do zainstalowania w tablicy pomiarowej wykonanej z materiału elektroizolacyjnego. Wszystkie miejsca łączeń obwodów przystosować do plombowania.

Schemat układu pomiarowego pokazano na rys. nr 3.

5. UWAGI KOŃCOWE

- Wszelkie prace objęte niniejszym opracowaniem powinny być wykonywane zgodnie z przepisami oraz przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia wykonawcze / świadectwa kwalifikacyjne, bądź pod ich nadzorem,
- Należy stosować jedynie materiały i aparaty posiadające wymagane przepisami świadectwa i certyfikaty dopuszczające je do stosowania w Polsce,
- Przed rozpoczęciem robót zapoznać się z dokumentacją prawną oraz uzyskać niezbędne pozwolenie na prowadzenie robót,
- Usytuowanie urządzeń podziemnych, uzbrojenia terenu naniesiono zgodnie z inwentaryzacją geodezyjną,
- Dokonać geodezyjnego wytyczenia oraz inwentaryzacji po wykonaniu robót – zlecić uprawnionej jednostce geodezyjnej,
- Przy zbliżeniu do urządzeń podziemnych roboty ziemne wykonać z zachowaniem szczególnej ostrożności,
- Zastosować tabliczki i opaski informacyjne zgodnie z projektem,

- Po zakończeniu robót teren doprowadzić do stanu pierwotnego z zastosowaniem stabilizacji gruntu,
- Wykonać pomiary pomontażowe: rezystancji izolacji proj. kabli, rezystancji uziemienia proj. urządzeń, skuteczności ochrony przy uszkodzeniu realizowanej przez samoczynne wyłączenie zasilania w czasie $t < 5s$,
- Protokoły z pomiarów przekazać wraz z dokumentacją powykonawczą,
- Po wykonaniu prac budowlanych zgłosić je do odbioru technicznego Inwestorowi.

6. OBLICZENIA TECHNICZNE

Dobór transformatora 15/0,4kV

Moc przyłączeniowa: $P_s = 1000kW$

Deklarowane przez Inwestora zapotrzebowanie na moc ok. 580kW

Uwzględniając współczynnik jednoczesności – 1 szt.

$$P_z = P_s \cdot k_j = 580 \cdot 1 = 580kW$$

$$Q_z = P_z \cdot \tan \phi = 580 \cdot 0,4 = 232kVar$$

$$S_z = \sqrt{P_z^2 + Q_z^2} = 624,7kVA$$

Wg. warunków przyłączeniowych P/24/021763 z dnia 28.03.2024 r. oraz przy uwzględnieniu współczynnika jednoczesności wg normy N SEP-E-002 WJ=1 dobrano transformator o mocy 630kVA.

Dobór kabla SN-15kV

Prąd obliczeniowy na szynach rozdzielni stacji transformatorowej dla mocy transformatora $S_n = 630kVA$

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{630kVA}{1,73 \cdot 15kV \cdot 0,93} = 26,07 [A]$$

Dobrano z katalogu NKT S.A. kabel ziemny typu 3x XRUHAKXS 1x70/25mm² - 12/20kV o obciążalności prądowej długotrwałej 210A (w układzie trójkąt). Jest to kabel elektroenergetyczny jednożyłowy z żyłą aluminiową o izolacji z polietylenu usieciowanego z żyłą powrotną miedzianą koncentryczną uszczelnioną wzdłużnie i promieniowo z powłoką z polietylenu termoplastycznego.

Sprawdzenie żyły roboczej kabla SN-15kV na warunki zwarcia:

Moc zwarcia na szynach 15kV w GPZ Słupsk Grunwaldzka: $S_{kQ}^* = 121MVA$

Wynikająca z niej impedancja Z_{GPZ} wynosi:

$$Z_{kQ} = \frac{c_{max} \cdot U_n^2}{S_{kQ}} = \frac{1,1 \cdot 15000^2}{121000000} = 2,05 [\Omega]$$

Stąd rezystancja oraz reaktancja systemu energetycznego

$$R_Q = 0,1 \cdot Z_{kQ} = 0,1 \cdot 2,05 = 0,205[\Omega]$$

$$X_Q = 0,995 \cdot Z_{kQ} = 0,995 \cdot 2,05 = 2,04[\Omega]$$

Pomiędzy GPZ Słupsk Grunwaldzka, a projektowanym miejscem przyłączenia znajdują się linie elektroenergetyczne o następujących parametrach:

| Typ linii | długość [km] | R[Ω/km] | X[Ω/km] | R _z [Ω] | X _z [Ω] |
|-------------------------------|--------------|---------|---------|---------------------|----------------------|
| XRUHAKXs 120mm ² | 0,123 | 0,253 | 0,1 | 0,03 | 0,01 |
| NA2XS(FL)2Y 70mm ² | 0,98 | 0,443 | 0,1 | 0,43 | 0,1 |
| HAKFtA 95mm ² | 0,838 | 0,319 | 0,1 | 0,19 | 0,06 |
| AFL-6 70mm ² | 3,95 | 0,442 | 0,4 | 1,75 | 1,58 |
| Razem | | | | R _z =2,4 | X _z =1,75 |

Impedancja wypadkowa w miejscu przyłączenia

$$R_{cał.15} = (R_0 + R_z) = (0,205 + 2,4) = 2,605 \, \Omega$$

$$X_{cał.15} = (X_0 + X_z) = (2,04 + 1,75) = 3,79 \, \Omega$$

$$Z_{cał.15} = \sqrt{R_{cał.15}^2 + X_{cał.15}^2} = \sqrt{6,79 + 14,36} = 4,6 \, \Omega$$

Początkowy prąd zwarcia trójfazowego po stronie 15kV w miejscu przyłączenia wyniesie:

$$I_{K3}'' = \frac{C_{max} \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cał.15}} = \frac{1,1 \cdot 15}{1,73 \cdot 4,6} = 2,07 \, kA$$

Udarowy prąd zwarcia na zaciskach SN-15kV w miejscu przyłączenia wyniesie

$$K = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{R_{cał.15}}{X_{cał.15}}} = 1,16$$

$$i_p = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K3}'' = 1,16 \cdot \sqrt{2} \cdot 2,07 = 3,4 \, kA$$

Zastępczy cieplny prąd zwarcia SN-15kV w miejscu przyłączenia wyniesie:

$$I_{th} = I_{K3}'' \cdot \sqrt{n + m} = 2,07 \cdot \sqrt{1 + 0,2} = 2,39 \, kA$$

gdzie:

n,m – współczynniki zależne od rodzaju zwarcia i czasu trwania, przyjęto n=1 i m=0,2

Prąd zwarcia 1-sekundowy:

$$I_{Z1s} = I_{th} \cdot \sqrt{T_K} = 2,39 \cdot \sqrt{2,5} = 3,78 \, kA$$

Sprawdzenie żyły roboczej projektowanego kabla SN na warunki zwarcia

Odczytano wartość dopuszczalnej wytrzymałości zwarcia jednosekundowej kabla typu XRUHAKXS 1x70/25mm² z katalogu NKT S.A., która wynosi 6,6 kA.

$$I_{Z1skabla} \geq I_{Z1s} \Rightarrow 6,6kA \geq 3,78 - \text{warunek spełniony}$$

Sprawdzenie żyły powrotnej projektowanego kabla SN na warunki zwarcia

Dla kabla typu XRUHAKXS 1x70/25mm², 12/20kV największy dopuszczalny prąd zwarcia 1-sek I_{Z1} dla żyły powrotnej miedzianej o przekroju 25mm² wynosi 5,0kA.

Żyła powrotna projektowanego kabla będzie miała dostateczną obciążalność zwarcia cieplną jeżeli będzie spełniony warunek

$$I_{z1s} \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{S_z}{U_n}$$

Gdzie S_z – moc zwarciowa w miejscu zwarcia

$$S_z = U_n \cdot I_{K3} \cdot \sqrt{3} = 15 \cdot 2,07 \cdot \sqrt{3} \approx 53,8 MVA$$

Warunek

$$5kA \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{53,8}{15} = 1,8kA - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekładników prądowych

Sprawdzenie doboru strony pierwotnej przekładnika prądowego:

Zgodnie z warunkami przyłączenia numer P/24/021763 z dnia 28.03.2024 r., moc przyłączeniowa dla Wytwórni Mas Bitumicznych wynosi 1000kW.

Maksymalne, deklarowane przez Inwestora wykorzystanie mocy oraz wynikające z maksymalnego możliwego do zastosowania transformatora dla projektowanej stacji wynosi ~580kW

Parametry sieci:

$U_n=15kV$, $P_{U0}=580W$, $\cos\varphi=0,93$, $\tan\varphi=0,4$

Prąd po stronie SN przy pełnym obciążeniu mocą 580 kW:

$$I_{BO} = \frac{P_{U0}}{\sqrt{3} \cdot \cos\varphi \cdot U_n} = 24 A$$

Prąd obciążenia musi być mniejszy od wartości dopuszczalnej, przy której zachowana jest klasa dokładności przekładnika.

Dobrano wzorcowane jednordzeniowe przekładniki prądowe napowietrzne CTSO 17 o parametrach: 25/5 A/A

I. 5VA, kl. 0,2s, FS5, $I_{th}=10kA$

Zgodnie z warunkami przyłączenia dla nowo projektowanych układów pomiarowych prąd wynikający z mocy umownej nie powinien być mniejszy niż 20% oraz większy niż 120% wartości prądu pierwotnego przekładnika prądowego zgodnie z zależnością:

$$0,2I_n < I_L < 1,2I_n$$

gdzie:

I_n – prąd znamionowy strony pierwotnej przekładnika,

I_L – prąd obciążający przekładnik.

W obwodzie pierwotnym przekładnika prądowego o prądzie znamionowym $I_n = 25A$ płynie prąd w granicach: $0,2 I_n = 5A < I_{max} = 24A < 1,2 I_n = 30A$

Powyższy warunek jest spełniony, przekładniki są więc dobrane prawidłowo obciążenie wynosi:

$$96 < 120\%$$

Sprawdzenie cieplnej i dynamicznej wytrzymałości zwarciowej:

Urządzenie elektryczne ma dostateczną obciążalność zwarciową cieplną, jeżeli prąd zwarciowy cieplny spełnia następującą zależność:

$$I_{thr} \geq I_{th1sek} - \text{warunek spełniony}$$

gdzie:

$I_{thr}=10\text{kA}$ – znamionowy prąd cieplny przekładnika,

$I_{th}=2,39\text{kA}$ – obliczeniowy prąd cieplny,

$$I_{thr}=10\text{kA} \geq I_{th}=2,39\text{kA} - \text{warunek spełniony}$$

Sprawdzenie doboru ze względu na prąd dynamiczny:

$I_{dynr}=25\text{kA}$ – znamionowy prąd dynamiczny przekładnika,

$i_p=3,4\text{kA}$ – obliczeniowy prąd dynamiczny,

$$I_{dynr}=25\text{kA} \geq i_p=3,4\text{kA} - \text{warunek spełniony}$$

Sprawdzenie obciążenia rdzenia pomiarowego:

Warunki obciążenia przekładnika

$$0,25S_n < S_{obc} < S_n$$

$$S_{obc} = S_{licz} + S_{dod}$$

$$S_{dod} = (R_p + R_z) \cdot I_n^2 = S_p + S_z$$

Gdzie:

$S_{licz} = 0,125\text{VA}$ – pobór mocy przez obwód prądowy liczników ZMY405CW

R_p – rezystancja przewodów $R_p = \frac{2L}{\gamma \cdot s}$

$s=2,5\text{mm}^2$ – przekrój przewodów prądowych,

$S_z = 1\text{VA}$ – moc tracona na zaciskach,

$I_n = 5\text{A}$ – prąd znamionowy w obwodzie strony wtórnej przekładnika prądowego,

$L = 8\text{mb}$ – długość przewodów prądowych od przekładnika do licznika $\gamma_{Cu} = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

Moc tracona na przewodach

$$S_p = I_n^2 \cdot \frac{2L}{\gamma \cdot s} = 5^2 \cdot \frac{2 \cdot 8}{2,5 \cdot 56} = 2,86\text{VA}$$

Całkowita moc obciążenia uzwojenia wtórnego przekładnika prądowego dla układu pomiarowego:

$$S_{obc} = S_{licz} + S_p + S_z = 0,125 + 2,86 + 1 = 3,96\text{VA}$$

Sprawdzenie warunku poprawnej pracy przekładnika prądowego

$$0,25S_n < S_{obc} < S_n$$

$$0,25S_n = 1,25\text{VA} < 3,96\text{VA} < S_n = 5\text{VA}$$

Warunek jest spełniony, przekrój przewodów i moc obciążenia przekładnika zostały dobrane prawidłowo.

Warunki poprawnej pracy przekładników prądowych i napięciowych po stronie obwodów wtórnych do współpracy z licznikami ustalają odpowiednie przepisy (Dz.U.Nr.34, poz.299 z dnia 10 lutego 2004r) i normy. Zgodnie z obowiązującymi zasadami (norma PN-IEC 186 „Przekładniki napięciowe” aktualna - PN-EN 60044-2:2001 (U), („Przekładniki prądowe” - PN-EN 60044-1:2000 (I)) wartości graniczne błędów przekładników muszą być dotrzymane, gdy przekładnik jest obciążony od 25% do 100% obciążenia znamionowego.

Stąd obciążenie przekładnika nie powinno być mniejsze od 25% jego mocy znamionowej.

$$25\% < 79,2\% < 100\%$$

Dobór prawidłowy = 79,2%

Dobór przekładników napięciowych

Dobrano wzorcowane jednordzeniowe przekładniki napięciowe VTO 17 o parametrach:

Zakres pomiarowy: $(15/\sqrt{3}) / (0,1/\sqrt{3}) \text{ kV/kV}$,

Moc obwodu wtórnego układu pomiarowego - 7,5VA, kl. 0,2.

Obciążenie strony wtórnej przekładnika napięciowego wynosi:

$$S_{obc} = S_{licz} + S_{mk} + S_z = 1,3 + 5,5 + 0,1 = 6,9VA$$

$S_{licz} = 1,3VA$ – moc pobierana przez obw. napięciowe licznika ZMY405CW

$S_{mk} = 5,5VA$ – moc pobierana przez moduł komunikacyjny

$S_z = 0,1VA$ – moc tracona na zestykach

Moc znamionową przekładnika napięciowego przyjmuje się $S_n = 7,5VA$

Obciążenie przekładnika napięciowego powinno spełniać warunek:

$$0,25S_n < S_{obc} < S_n$$

$$0,25S_n = 1,88VA < 6,9VA < S_n = 7,5VA \text{ - warunek jest spełniony}$$

Przekładniki spełniają wymaganą klasę dokładności w zakresie 25% - 100% obciążenia obwodów wtórnych, a dla przekładników z mocą uzwojeń do 7,5VA mogą spełniać wymaganą klasę dokładności od 0% - 100% obciążenia obwodów wtórnych.

$$0\% < 92\% < 100\%$$

Dobór prawidłowy: obciążenie = 92%.

7. ZESTAWIENIE ZASADNICZYCH MATERIAŁÓW

Stacja transformatorowa 15/0,4kV typu STNK-20/630/PP3

| Lp. | Nazwa konstrukcji | Ilość |
|-----|---|-------|
| 1 | Żerdź wirowana E-10,5/12 | 1 |
| 2 | Konstrukcja pod głowicę KGZ-3 | 1 |
| 3 | Konstrukcja pod ograniczniki KZO-1/S | 1 |
| 4 | Ogranicznik przepięć POLIM D 18N | 3 |
| 5 | Konstrukcja pod podstawy KB-8K(30) | 1 |
| 6 | Podstawa bezpiecznikowa PBNW-24 | 3 |
| 7 | Wkładka bezpiecznikowa BWMW-24 40A | 3 |
| 8 | Przekładnik prądowy | 3 |
| 9 | Przekładnik napięciowy | 3 |
| 10 | Kon. LSN/PR pod przekładnik KPR-3 | 3 |
| 11 | Kon. LSN/PR nośna KNR-1 | 1 |
| 12 | Uchwyt kabla EOK-4/E | 3 |
| 13 | Transformator olejowy Eco-design Minera 630kVA 15,75/0,42 | 1 |
| 14 | Konstrukcja pod transformator KTZ-8 | 1 |
| 15 | Rura osłonowa fi 110 AROT (fi 160 AROT) | 3 mb |
| 16 | Uchwyt rury UMR(o)110 (UMR(o)160) | 2 |
| 17 | Rozdzielnica nN podwieszana typu RS-W prod. ZPUE Włoszczowa | 1 |
| 18 | Przewód w osłonie 20kV 70mm ² CCST-W | 20 mb |
| 19 | Kabel 0,6/1kV YKXS 1x240mm ² | 48 mb |
| 20 | Zacisk do przew. SN z osłoną ZGU prod. BEZPOL (do izol. SN transf.) | 3 |
| 21 | Uziom prętowy G9032 fi16 dł. 1,5m prod. ALPAR | 14 |
| 22 | Taśma stalowa ocynkowana 30x4mm | 75 mb |
| 23 | Uchwyt krzyżowy | 5 |

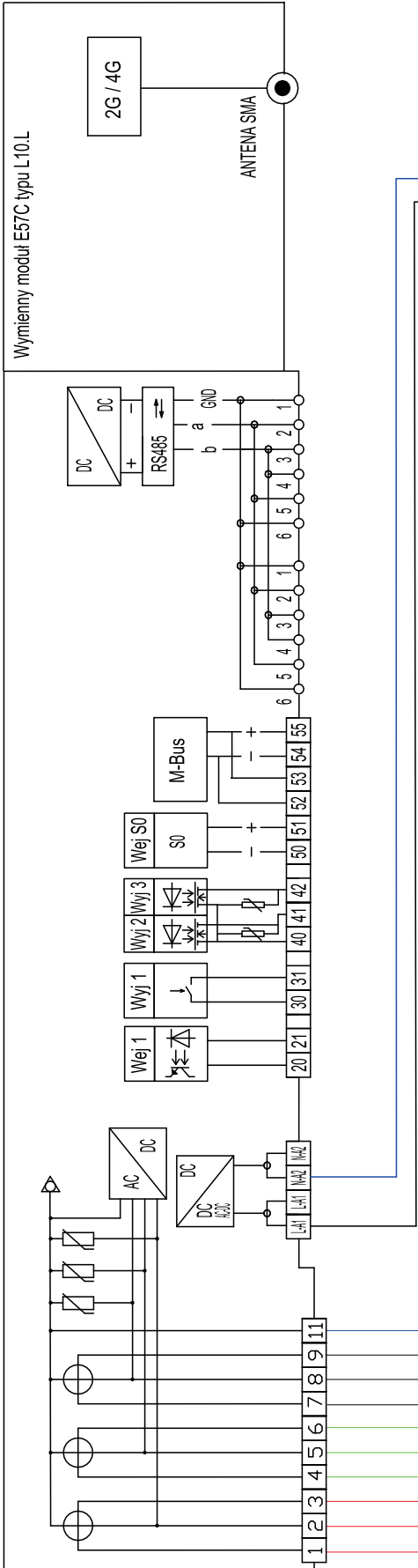
Ustój płytowy typu UP3+UP6

| Lp. | Nazwa konstrukcji | Ilość |
|-----|------------------------|-------|
| 1 | Płyta ustojowa U-85 | 2 |
| 2 | Płyta ustojowa U-130 | 1 |
| 3 | Obejmka OU-2/E | 3 |
| 4 | Płyta stopowa 0,5x0,5m | 1 |

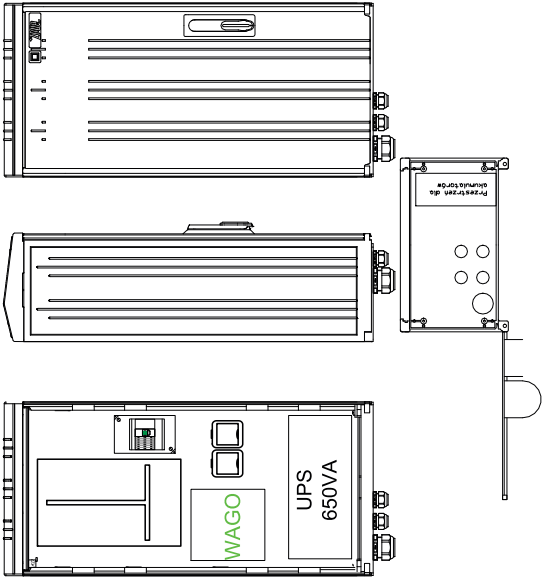
Przyłącze kablowe SN-15kV

| Lp. | Nazwa konstrukcji | Ilość |
|-----|---|-------|
| 1 | Kabel elektroenergetyczny XRUHAKXS 1x70/25mm ² | 150 |
| 2 | Głowice napowietrzne CHE-F 24kV 25-150 prod. Cellpack | 6 |
| 3 | Konstrukcja pod głowice kablowe | 1 |

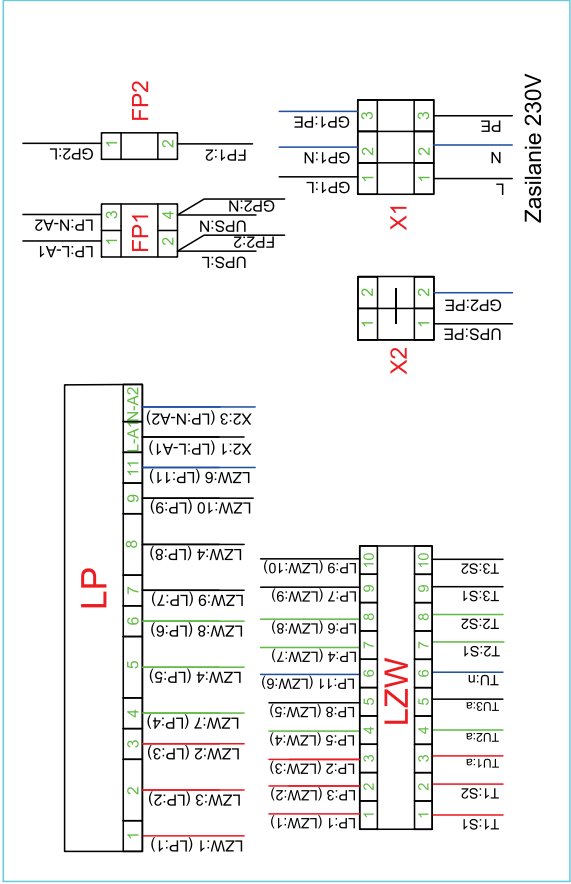
ZMY405CW z modulem L10.L



Rozmieszczenie aparatury

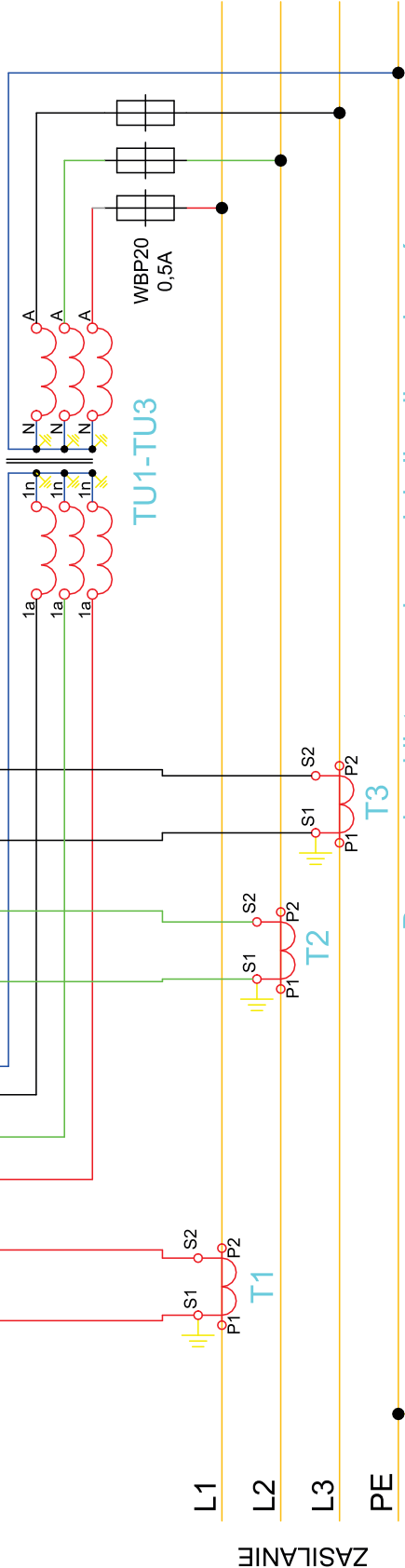


Oznaczniki



Przekładniki napięciowe

$$15 / 0.1 \frac{\text{kVA}}{\sqrt{3}} \text{ kVA / kVA}$$
$$I - 7,5\text{VA; kl. 0,2}$$



Przekładniki prądowe

25/5 A/A
I - 5VA, kl. 0,2s; FS5
I_{th} = 10kA

Przewody od listwy pomiarowej do licznika wykonąć:

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| Obwody prądowe DY 2,5mm ² | |
| Kolorystyka przewodów | |
| L1 | czernony |
| L2 | zielony |
| L3 | czarny |
| N | niebieski |

| | |
|---|-----------|
| Obwody napięciowe DY 1,5mm ² | |
| Kolorystyka przewodów | |
| L1 | czernony |
| L2 | zielony |
| L3 | czarny |
| N | niebieski |

- Uwaga:
- Przekładniki podlegają sprawdzeniu przed załączeniem stacji.
 - Licznik i moduł GSM są własnością ENERGIA-OPERATOR SA.
 - Stację przystosować do montażu anteny kierunkowej z ułożonym przewodem zakończony wykiem do modemu licznikowego (typ SMA), uchwytem antenowym, anteną GSM 2G/3G/4G. Ustawienie anteny obejmujące cały horyzont wokół stacji,
 - Na przekładnikach wygrawerować przekładnię.

Przewody od przekładników do listwy pomiarowej wykonać:

| | |
|---|----------------|
| Obwody prądowe YKSY-żo 7x2,5mm ² | |
| Kolorystyka przewodów | |
| L1 | czernony |
| L2 | czernono-biały |
| L3 | zielony |
| N | zielono-biały |
| L1 | czarny |
| L2 | czarno-biały |

| | |
|---|-----------|
| Obwody napięciowe YKY-żo 5x1,5mm ² | |
| Kolorystyka przewodów | |
| L1 | czernony |
| L2 | zielony |
| L3 | czarny |
| N | niebieski |

Inwestor:

KOBYLARNIA S.A.

Kobylarnia, ul. Zakole 1, 86-061 Brzoza

Zakres Budowa przyłącza kablowego SN-15kV wraz ze słupową stacją transformatorową 15/0,4kV w celu zasilania w energię elektryczną Wytwórni Mas Bitumicznych na dz. nr 560 obręb 0022 w m. Słupsk, gm. Miasto Słupsk

Projektant:

mgr inż. Łukasz Gagala
POM/0256/PBE/16

spec. elektryczna bez ograniczeń

Tytuł rysunku

Sylwetka stacji

Data 2025-03-07

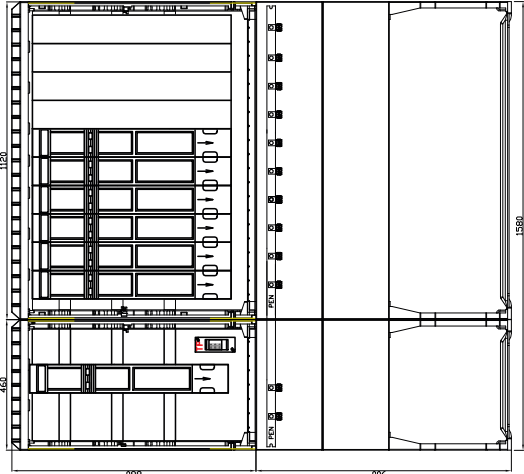
Skala

Nr Rys.

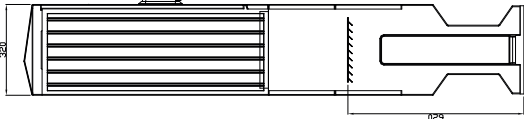
3

ROZDZIELNICA nN SKVP

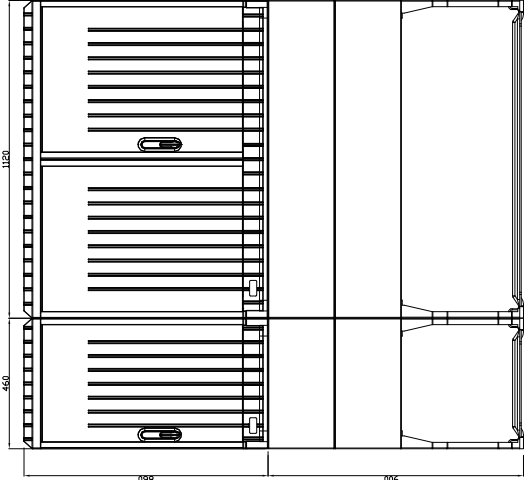
ROZMIESZCZENIE APARATURY



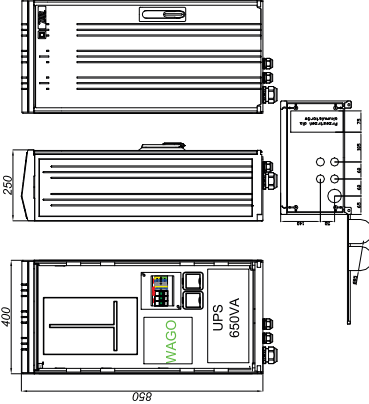
ELEWACJA BOCZNA



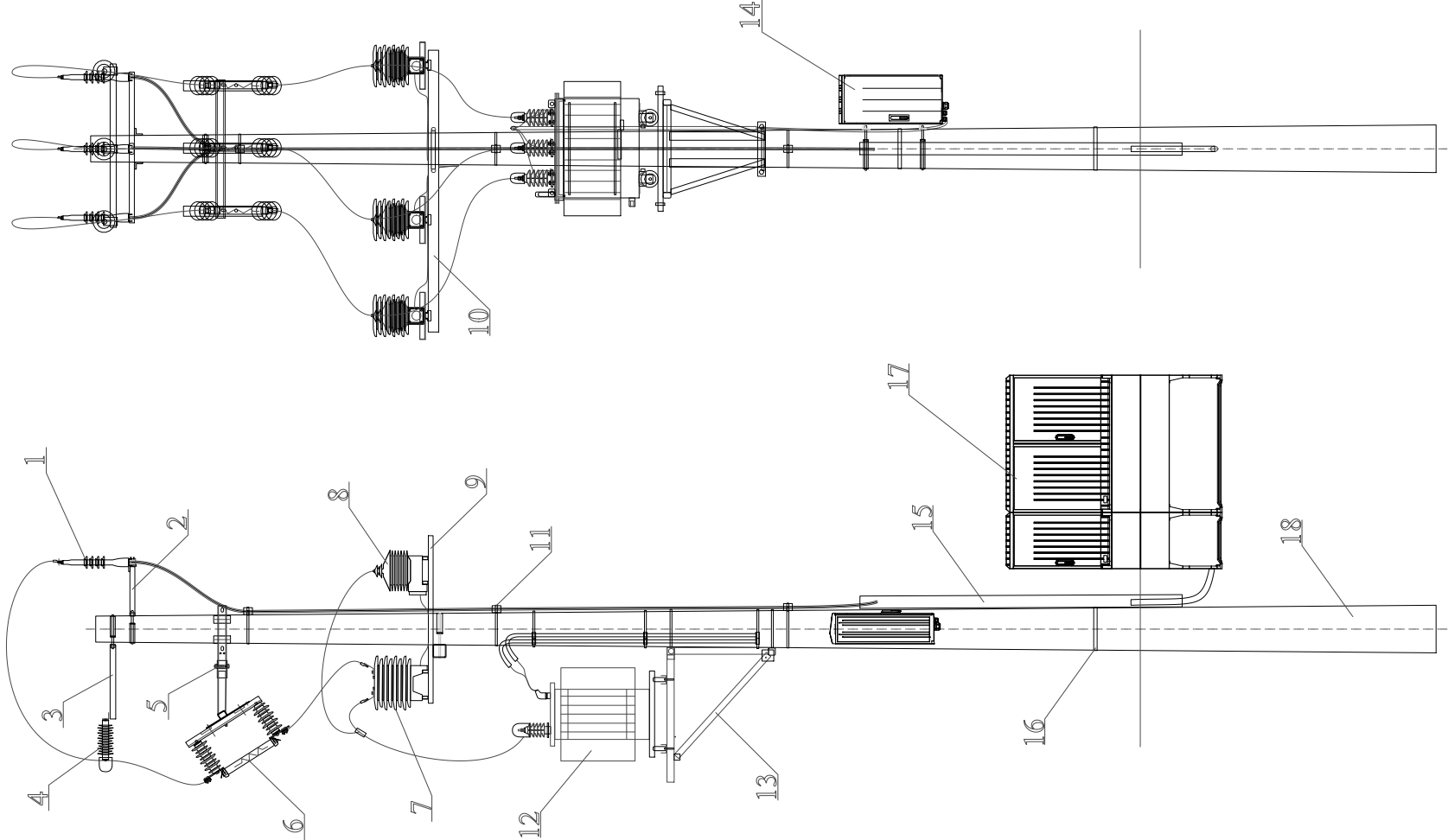
ELEWACJA FRONTOWA



SZAFKA POMIAROWA WISZĄCA



STACJA TRANSFORMATOROWA
STNK-20/630/PP3



| Lp. | Nazwa konstrukcji | Ilość |
|-----|---|--------|
| 1 | Głowica napow. CHE-F 24kV 70-240mm | 1 kpl. |
| 2 | Konstrukcja pod głowicę KGZ-3 | 1 |
| 3 | Konstrukcja pod ograniczniki KZO-1/S | 1 |
| 4 | Ogranicznik przepięć POLIM D 18N | 3 |
| 5 | Konstrukcja pod podstawy KB-8K(30) | 1 |
| 6 | Podstawa bezpiecz. PBNW-24 | 3 |
| 7 | Przekładnik prądowy CTSO 17 | 3 |
| 8 | Przekładnik napięciowy VTO 17 | 3 |
| 9 | Kon. LSN/PR pod przekładnik KPR-3 | 3 |
| 10 | Kon. LSN/PR nośna KNR-1 | 1 |
| 11 | Uchwyt kabla EOK-4/E | 3 |
| 12 | Transformator olejowy Eco-design Minera 630kVA 15,75/0,42 | 1 |
| 13 | Konstrukcja pod transformator KTZ-8 | 1 |
| 14 | Szafka pomiarowa wisząca | 1 |
| 15 | Rura osłonowa fi 110 AROT (fi 160 AROT) | 3 mb |
| 16 | Uchwyt rury UMR(o)110 (UMR(o)160) | 2 |
| 17 | Rozdzielnica nN typ SKVP 630kVA | 1 |
| 18 | Żerdź wirowana E-10,5/12 | 1 |

| | | | |
|---|--|--|---------|
| Inwestor: | | KOBYLARNIA S.A. | |
| Kobylarnia, ul. Zakole 1, 86-061 Brzoza | | Zakres | |
| | | Budowa przyłącza kablowego SN-15kV / wraz ze słupową stacją transformatorową 15/0,4kV w celu zasilenia w energię elektryczną Wytwórni Mas Bitumicznych na dz. nr 580 obręb 0022 w m. Słupsk, gm. Miasto Słupsk | |
| Projektant: | | mgr inż. Łukasz Gagala | |
| | | POM/025/PBE/16 | |
| | | spec. elektryczna bez ograniczeń | |
| Tytuł rysunku | | Sylwetka stacji | |
| Data | | Skala | Nr Rys. |
| 2025-03-07 | | | 4 |