

## Spis treści:

1	Przedmiot i zakres opracowania .....	4
2	Podstawa opracowania .....	4
3	Podstawa prawna .....	4
4	Zasilanie obiektu .....	5
5	Wnętrzowa stacja transformatorowa SN/nN.....	5
5.1	Stacja transformatorowa .....	5
5.2	Dane znamionowe i wyposażenie stacji .....	5
5.3	Transformatory .....	6
5.4	Obsługa stacji transformatorowej.....	7
5.5	Rozdzielnica główna niskiego napięcia i rozdzielnice obiektowe .....	7
5.6	Układy pomiarowe .....	7
5.7	Tablice ostrzegawcze i identyfikacyjne .....	8
5.8	System ochrony od porażeń.....	8
6	Linia kablowa SN .....	8
7	Linie kablowe nN .....	8
8	Wewnętrzne instalacje elektryczne .....	8
9	Przeciwpożarowy wyłącznik prądu.....	9
10	Pomiary i próby odbiorcze.....	9
11	Dokumentacja powykonawcza .....	9
12	Sprzęt BHP stacji transformatorowej.....	9
13	Uwagi końcowe.....	9
14	Obliczenia .....	10
14.1	Sprawdzenie doboru kabli SN .....	10
14.2	Układ pomiarowo-rozliczeniowy poboru energii – sekcja 1 .....	11
14.2.1	Moc przyłączeniowa.....	11
14.2.2	Warunki zwarcia na szynach 15 kV rozdzielni SN 15 kV .....	11
14.2.3	Dobór przekładników dla układu pomiarowego po stronie SN – przekładniki prądowe .....	12
14.2.4	Dobór przekładników dla układu pomiarowego po stronie SN – przekładniki napięciowe .....	14
14.2.5	Straty obciążeniowe energii elektrycznej dla układu pomiarowo - rozliczeniowego ..	15
14.3	Układ pomiarowo-rozliczeniowy poboru energii – sekcja 2.....	15
14.3.1	Moc przyłączeniowa.....	15
14.3.2	Warunki zwarcia na szynach 15 kV rozdzielni SN 15 kV .....	16
14.3.3	Dobór przekładników dla układu pomiarowego po stronie SN – przekładniki prądowe .....	16

14.3.4	Dobór przekładników dla układu pomiarowego po stronie SN – przekładniki napięciowe .....	18
14.3.5	Straty obciążeniowe energii elektrycznej dla układu pomiarowo - rozliczeniowego 19	
15	Zestawienie zasadniczych materiałów .....	20

Spis rysunków:

Lp.	Nr rys.	Temat
1.	E-01	Plan zagospodarowania terenu - lokalizacja stacji transformatorowej
2.	E-02	Schemat stacji transformatorowej – stan istniejący
3.	E-03	Schemat stacji transformatorowej – stan projektowany
4.	E-04	Widok i schemat rozdzielnicy SN Unisec
5.	E-05	Schemat podłączenia instalacji do sieci Enea Operator
6.	E-06	Schemat układu pomiarowo-rozliczeniowego TP1
7.	E-07	Widok tablicy licznikowej TP1
8.	E-08	Schemat układu pomiarowo-rozliczeniowego TP2
9.	E-09	Widok tablicy licznikowej TP2
10.	E-10	Schemat przekładników pomiarowych

## **1 Przedmiot i zakres opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt modernizacji oczyszczalni ścieków, polegającej na wzroście mocy zapotrzebowanej na 2x510 kW (zasilanie podstawowe i rezerwowe). Oczyszczalnia zlokalizowana jest na działce nr 1318/3 w miejscowości Września, gm. Września, pow. wrzeński, woj. wielkopolskie. W zakres opracowania wchodzi:

- dostosowanie do nowych warunków wewnętrznej stacji transformatorowej SN/nN,
- instalacja odgromowa i uziemiająca,
- przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

## **2 Podstawa opracowania**

Opracowanie projektu wykonano na podstawie:

- umowy zawartej z Inwestorem,
- obowiązujących norm i przepisów,
- albumów i katalogów aparatów i urządzeń elektrycznych,
- wizji lokalnej w terenie,
- wypis i wyrys z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego,
- mapy sytuacyjno-wysokościowej dla celów projektowych.

## **3 Podstawa prawna**

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane – tekst jednolity, z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku z późniejszymi zmianami, w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 28 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego
- Ustawa z dnia 27.03.2003 Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 14 września 2010 roku w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o odpadach
- Rozp. MOSZNiL w sprawie określenia rodzajów inwestycji szczególnie szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi albo mogących pogorszyć stan środowiska oraz wymagań, jakim powinny odpowiadać oceny oddziaływania na środowisko tych inwestycji
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 6 sierpnia 2009 roku w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego
- Katalog typowych konstrukcji podatnych i półsztywnych nawierzchni ulic, GDDP, Warszawa 1990
- Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni, GDDP, Warszawa 1997.

#### 4 Zasilanie obiektu

Oczyszczalnia zasilana jest dwoma ciągami zasilania, każdy o mocy 120 kW: zasilanie podstawowe ze stacji WN/SN Września Wschód, a zasilanie rezerwowe ze stacji transformatorowej nr 04-325. Po modernizacji moc zapotrzebowana każdego ciągu zasilania będzie wynosić 510 kW. Miejscem przyłączenia oraz granicą własności i eksploatacji urządzeń Sekcji 1 stacji transformatorowej są zaciski odpływowe łącznika SN nr W-3133 na słupie linii napowietrznej SN-15 kV „Września Wschód-Miasto 4”. Miejscem przyłączenia oraz granicą własności i eksploatacji urządzeń Sekcji 2 stacji transformatorowej są zaciski prądowe głowicy kablowej SN-15 kV w polu nr 7 stacji transformatorowej nr 04-325. Połączenie stacji transformatorowej z siecią elektroenergetyczną ENEA Operator wykonane jest poprzez dwa istn. odrębne przyłącza kablowe SN.

#### 5 Wnętrzowa stacja transformatorowa SN/nN

##### 5.1 Stacja transformatorowa

Do zwiększonego poboru energii elektrycznej z sieci Enea Operator Sp. z o.o. i zasilania potrzeb własnych oczyszczalni ścieków w niniejszym opracowaniu w miejsce istniejących urządzeń zaprojektowano montaż wewnętrznej stacji transformatorowej SN/nN, do ustawienia wolnostojącego w budynku technicznym na terenie oczyszczalni. Stacja składa się z następujących elementów:

- dwa transformatory 630 kVA 15,75/0,42 kV,
- dwie rozdzielnice SN,
- rozdzielnica nN (wg odrębnego opracowania).

Kable SN i nN z zewnątrz wprowadzone są przez otwory przepustowe w budynku stacji.

##### 5.2 Dane znamionowe i wyposażenie stacji

Podstawowe dane techniczne dla strony SN:

- Napięcie znamionowe: 17,5kV
- Napięcie robocze: 15kV
- Napięcie probiercze częstotliwości sieciowej: 38kV
- Napięcie probiercze udarowe piorunowe: 95kV
- Częstotliwość znamionowa: 50Hz
- Prąd znamionowy szyn zbiorczych: 630A
- Znamionowy wytrzymywany prąd krótkotrwały: 16kA
- Znamionowy czas trwania prądu zwarciovego: 1s
- Wytrzymywany prąd szczytowy: 40kA
- Odporność na działanie łuku wew. 1 s (zgodnie z IEC 62271-200): 16 kA
- Poziom ochrony: IP3X
- Typ aparatu: Rozłącznik SF6
- Sposób pakowania: Lokalny
- Testy fabryczne (FAT): Wewnętrzne
- Minimalna temperatura otoczenia: -5°C /40°C
- Minimalna temperatura otoczenia: -5°C
- Wysokość n.p.m.: ≤1000 m

Każda z dwóch rozdzielnic SN 17,5 kV składa się z:

- pola zasilającego z rozłącznikiem i przekładnikami prądowymi,
- pola pomiarowego z rozłącznikiem i przekładnikami napięciowymi,
- pola transformatorowego z rozłącznikiem i bezpiecznikiem.

Rozdzielnice spełniają wymagania związanych tematycznie norm międzynarodowych i posiada świadectwa dopuszczenia do stosowania w energetyce krajowej. Rozdzielnice SN spełniają poniższe parametry:

- rozdzielnica posiada wskaźnik odwzorowania pozycji styków rozłącznik-uziemnika bez dodatkowej przekładni mechanicznej,
- bezpieczna separacja szyn głównych od przedziału kablowego,
- wymaga się aby rozdzielnica była podłączana kablami z głowicami prostymi (nie kątowe),
- części metalowe stanowiące obudowy pól są zabezpieczane przed korozją.

<b>Pole zasilające z pomiarem prądu (SDC)</b>	
Wskaźnik napięcia	SN2
Przekładniki prądowe	ATB-20 prod. ASTAT, I = 25/5 A, U = 17,5/38/95 kV, S=10 VA, kl.0,2s (FS5), wzorców.
Rozłącznik	GSec SF6 24 kV, 630 A z uziemnikiem
Ogranicznik przepięć	POLIM-D18N
<b>Pole pomiaru napięcia SFV</b>	
Wskaźnik napięcia	SN2
Bezpieczniki topikowe SN	0,5 A
Przekładniki napięciowe (pomiar rozlicz.)	VTB-20-KF2; S=0-10VA, kl. 0,2, 15000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ ; wzorców.
Rozłącznik	GSec SF6, 24 kV, 6 A z uziemnikiem
<b>Pole transformatorowe z bezpiecznikiem SFC</b>	
Rozłącznik z bezpiecznikami	GSec SF6, 125 A, 24 kV z uziemnikiem
Wskaźnik napięcia	SN3
<b>Transformator</b>	
Transformator	15,75/0,42 kV, S = 630 kVA

### 5.3 Transformatory

W stacji przewiduje się montaż dwóch olejowych transformatorów trójzwojeniowych o mocy 630 kVA 15,75 kV/0,42 kV i grupie połączeń Dyn 5, w wykonaniu fabrycznym bez dodatkowych elementów. Transformatory zlokalizowane zostaną wolnostojąco w przeznaczonych do tego pomieszczeniach i zabezpieczone przed przesuwaniem poprzez zablokowanie kół blokadami po przekątnej transformatora. Grawitacyjna wentylacja pomieszczenia transformatora.

#### 5.4 Obsługa stacji transformatorowej

Obsługa urządzeń rozdzielni średniego i niskiego napięcia odbywać się będzie wewnątrz budynku. Łączniki średniego i niskiego napięcia wyposażone są w napędy ręczne i elektryczne.

#### 5.5 Rozdzielnica główna niskiego napięcia i rozdzielnice obiektowe

Stacja transformatorowa będzie wyposażona w rozdzielnicę główną nN, która będzie służyć do zasilania w energię elektryczną instalacji wewnętrznych. Projekt rozdzielnic głównej nN oraz rozdzielnic obiektowych należy wykonać wg odrębnego opracowania.

#### 5.6 Układy pomiarowe

Dwa układy pomiarowo-rozliczeniowe energii pobranej z sieci (odrębny dla każdej z dwóch sekcji stacji transformatorowej) będą zainstalowane wewnątrz stacji transformatorowej. Pomiar dokonywany będzie w sposób pośredni w rozdzielnicy 15 kV. Zaciski pomiarowe przekładników będą wyposażone w osłonę przystosowaną do plombowania.

Jako liczniki zastosowano układ pomiarowo-rozliczeniowy firmy Landis+Gyr typ ZMD405CT44.0459 wyposażony w moduł komunikacyjny GSM/GPRS CU-U52, na majątku i eksploatacji Enea Operator. Przekładniki prądowe i napięciowe połączyć z licznikiem poprzez listwę Ska-P1 za pomocą przewodów kolejno YKSYżo 7x2,5mm<sup>2</sup> oraz YKYżo 5x1,5mm<sup>2</sup>.

Uwagi dotyczące układu pomiarowo – rozliczeniowego:

- Antenę typu ATK 10/850-960 z wtyczką FME oraz konektorem typu FME-MCX dla jednostki komunikacyjnej CU-U52 zamontować na zewnątrz budynku,
- Zaprojektowany układ pomiarowy umożliwia zdalny odczyt pobieranej energii elektrycznej przez transmisję danych za pomocą wbudowanego w licznik modułu GPRS do Enea Operator,
- Tablica licznikowa będzie zasilana napięciem gwarantowanym 230V AC, natomiast licznik będzie zasilany dodatkowo poprzez UPS o mocy 600VA,
- Urządzenia, których obudowa nie jest przystosowana do plombowania należy wyposażyć w osłony umożliwiające plombowanie,
- Przewody od przekładników prądowych i napięciowych do szafki pomiarowej układać w osobnych rurkach ochronnych z kolanami sztywnymi typu RL22 wraz z opisem zastosowanych przewodów,
- Wtórne obwody pomiarowe pomiędzy przekładnikami pomiarowymi, a listwą kontrolno-pomiarową prowadzić w rurkach ochronnych PCV,
- Wtórne obwody pomiarowe należy opisać oraz trwale oznaczyć co 2 mb na całej długości ich prowadzenia,
- Wtórne obwody pomiarowe pomiędzy listwą kontrolno-pomiarową, a zaciskami licznika energii elektrycznej należy wykonać przewodami typu DY w izolacji 750 V,
- Gniazda serwisowe wraz z zabezpieczeniem obwodu zasilającego należy zlokalizować na tablicy licznikowej,
- Przekładniki do układu pomiarowo-rozliczeniowego powinny posiadać świadectwo wzorcowania GUM lub akredytowanego przez PCA laboratorium,
- Wyjście zasilania pomocniczego zabezpieczyć wyłącznikiem 2P S302 B6A.

Plombowaniu podlegają:

- całe pole pomiarowe,
- przekładniki pomiarowe,
- licznik energii elektrycznej,
- listwa kontrolno — zaciskowa,
- moduł GSM/GPRS,
- zabezpieczenia obwodów napięciowych i urządzenia pomocnicze.

## 5.7 Tablice ostrzegawcze i identyfikacyjne

W celu prawidłowego ostrzegania, skutecznej informacji i jednoznacznej identyfikacji stacji należy umieścić na stacji następujące tablice:

- tablice ostrzegawcze umieszczone na drzwiach -2 szt.,
- tablicę identyfikacyjną – umieszczoną pod jedną z tablic ostrzegawczych – zawierającą nr stacji.

## 5.8 System ochrony od porażeń

Dla urządzeń elektroenergetycznych o napięciu znamionowym 15 kV ochronę przed dotykiem pośrednim należy zrealizować przez uziemianie. Uziemienie na stacji transformatorowej projektuje się wykonać dwoma oddzielnymi ciągami przewodów z zastosowaniem ocynkowanej bednarki Fe/Zn, tj. osobno uziemienie robocze punktu neutralnego transformatora oraz uziemienie ochronne stacji transformatorowej. W/w ciągi należy połączyć w ziemi z uziomem otokowym ułożonym wokół stacji transformatorowej lub z uziomem otokowym wspomagany uziomem szpilkowym (głębinowym) w postaci prętów okrągłych stalowych o średnicy minimum  $f=17,2$  mm ocynkowanych lub pokrytych elektrolityczną powłoką z miedzi. Wszystkie połączenia uziomu wykonać przez spawanie zabezpieczając je antykorozyjnie. Do zabezpieczenia uziomów sztucznych przed korozją nie można stosować powłok nieprzewodzących, jak asfalty i farby ochronne. Bednarka uziemienia ochronnego nad powierzchnią ziemi powinna zostać pomalowana, zgodnie z PN, w pasy żółto-zielone, a ciąg przewodów uziemienia roboczego farbą jasnoniebieską. Wypadkowa rezystancja uziemienia (roboczego i ochronnego) powinna wynosić  $R < 1,6 \Omega$ . Pomiar wykonać przy połączonych kablach SN, uziemieniu sztucznym stacji oraz żyłach PEN kabli nN.

W pomieszczeniach stacji należy uzyskać ekwipotencjalność wszystkich metalowych elementów dostępnych aparatów i urządzeń łącząc je z szyną PE, którą należy dodatkowo uziemić. Jako środek ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem projektuje się samoczynne szybkie wyłączenie zasilania. W stacji transformatorowej należy wyznaczyć miejsce do przechowywania sprzętu BHP i sprzętu przeciwpożarowego. Wykonanie ochrony należy zrealizować zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” oraz PN-IEC-60364.

## 6 Linia kablowa SN

Nie projektuje się wymiany istniejących kablowych linii zasilających SN pomiędzy stacjami transformatorowymi a miejscem przyłączenia.

## 7 Linie kablowe nN

Projekt linii kablowych nN stanowiących zasilanie potrzeb własnych należy wykonać wg odrębnego opracowania.

## 8 Wewnętrzne instalacje elektryczne

Należy opracować odrębny projekt wykonawczy sterowania i zasilania urządzeń zawierający typy i długości kabli oraz kompletne szafy automatyki do sterowania pracą oczyszczalni na podstawie kart katalogowych i dokumentacji techniczno-ruchowych zamawianych urządzeń (wg odrębnego opracowania).



## 9 Przeciwpozarowy wyłącznik prądu

Instalacja elektryczna wykonana zostanie z zastosowaniem przeciwpozarowego wyłącznika prądu zgodnie z PN oraz Warunkami technicznymi jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Przeciwpozarowy wyłącznik prądu będzie odcinał dopływ prądu do wszystkich obwodów, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru. Przeciwpozarowy wyłącznik prądu zostanie umieszczony przy wejściu do stacji transformatorowej i odpowiednio oznakowany.

## 10 Pomiary i próby odbiorcze

Przed oddaniem instalacji elektrycznej do eksploatacji należy wykonać niezbędne próby i pomiary, a protokoły z wynikami dołączyć do protokołu końcowego robót elektrycznych:

- pomiar oporności izolacji kabli i przewodów elektroenergetycznych SN i nN,
- badanie rozdzielni SN i nN,
- badanie transformatora,
- badanie zabezpieczenia,
- raport ze sprawdzenia telemechaniki radiowej z systemem OSD
- pomiar skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
- pomiar oporności uziemienia.

## 11 Dokumentacja powykonawcza

Po wykonaniu robót elektrycznych wykonawca powinien przekazać inwestorowi:

- protokół technicznego odbioru robót wraz z kompletem pomiarów,
- powykonawczą dokumentację elektryczną,
- oświadczenie kierownika robót elektrycznych o zgodności wykonanych robót z dokumentacją PN, PBUE,
- atesty zastosowanych materiałów i urządzeń zgodnych z wymaganiami norm,
- kopię uprawnień osoby wykonującej pomiary oraz nadzorującej prace.

## 12 Sprzęt BHP stacji transformatorowej

Stację transformatorową należy wyposażyć w sprzęt BHP zgodnie z poniższym zestawieniem:

- |  |        |
|--|--------|
| • Półbuty dielektryczne na napięcie 20 kV                              | 1 para |
| • Rękawice dielektryczne na napięcia 20 kV                             | 1 para |
| • Komplet przenośnych uziemiaczy ochronnych na napięcie 20 kV          | 1 kpl. |
| • Drążek izolacyjny 20 kV  | 1 kpl. |
| • Zaczep manewrowy ZO ZU ZL  | 1 kpl. |
| • Sygnalizator obecności napięcia 20 kV                                | 1 szt. |
| • Wskaźniki obecności napięcia 1kV                                     | 1 szt. |
| • Apteczka z wyposażeniem  | 1 szt. |
| • Instrukcje pomocy doraźnej i p.poż i BHP.                            | 1 kpl. |
| • Gaśnice proszkowe i śniegowe   | 1 kpl. |
| • Komplet tablic ostrzegawczych i informacyjnych z tworzywa sztucznego |        |

## 13 Uwagi końcowe

- Całość robót należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami, rozwiązaniami katalogowymi, zaleceniami zawartymi w załączonych do projektu decyzjach administracyjnych oraz odpowiednimi normami.

- Użytkowanie urządzeń elektroenergetycznych dopuszczalne jest dopiero po wykonaniu prób, właściwych pomiarów i sprawdzeniu skuteczności ochrony przeciwporażeniowej prądem elektrycznym i sporządzeniu przez uprawnioną osobę właściwego protokołu pokontrolnego.
- Wykonanie ochrony należy zrealizować zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” oraz PN-IEC-60364.
- Urządzenia przyłączane do sieci rozdzielczej muszą posiadać odpowiednie parametry, wymagane atesty lub homologacje oraz certyfikaty i znaki bezpieczeństwa.
- Urządzenia, instalacje oraz sieci do granicy własności stron pozostają na majątku i eksploatacji Inwestora. Szczegóły na etapie projektu wykonawczego oraz wykonawstwa konsultować na bieżąco z Enea Operator Sp. z o.o. Tablicę licznikową, pola rozdzielni nN i SN należy opisać w sposób trwały.
- Prowadzenie ruchu i eksploatacji urządzeń pozostających na majątku użytkownika wymaga posiadania oprócz wykwalifikowanego personelu instrukcji ruchu i eksploatacji posiadanych urządzeń, instalacji i sieci przyłączanych do sieci dostawcy.
- Całość prac należy geodezyjnie zinwentaryzować.

## 14 Obliczenia

### 14.1 Sprawdzenie doboru kabli SN

#### • Sekcja 1

Dopuszczalny czas trwania zwarcia:

$$t_{\text{dop}} = \left( \frac{k \cdot S}{I_{\text{th}}} \right)^2 = \left( \frac{74 \cdot 150}{4519} \right)^2 = 6,03 \text{ s} \quad k=74 \text{ dla przewodów Al z izolacją PCV}$$

Sprawdzenie spadku napięcia na przyłączy SN-15 kV 3xYHAKXs 1x120 mm<sup>2</sup> o długości 474 m:

$\cos\varphi$	$\sin\varphi$	$U_n$ [V]	$P$ [W]	$I_B$ [A]	$R$ [ $\Omega$ ]	$X$ [ $\Omega$ ]
0,9	0,31	15000	510 000	$\frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = 21,81 \text{ A}$	0,113	0,0379

Spadek napięcia na linii na przyłączy SN-15kV:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot (R \cos\varphi + X \sin\varphi) = 4,28 \text{ V}$$

Procentowy spadek napięcia na przyłączy SN-15kV:

$$\Delta U_{\%} = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot (R \cos\varphi + X \sin\varphi) \cdot \frac{100}{U_n} = 0,029 \%$$

Linia kablowa dobrana prawidłowo.

#### • Sekcja 2

Dopuszczalny czas trwania zwarcia:

$$t_{\text{dop}} = \left( \frac{k \cdot S}{I_{\text{th}}} \right)^2 = \left( \frac{74 \cdot 150}{7167} \right)^2 = 2,4 \text{ s} \quad k=74 \text{ dla przewodów Al z izolacją PCV}$$

Sprawdzenie spadku napięcia na przyłączy SN-15 kV 3xHAKFtA 1x150 mm<sup>2</sup> o długości 1060 m:

$\cos\varphi$	$\sin\varphi$	$U_n$ [V]	$P$ [W]	$I_B$ [A]	$R$ [ $\Omega$ ]	$X$ [ $\Omega$ ]
0,9	0,31	15000	510 000	$\frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = 21,81$ A	0,201	0,0848

Spadek napięcia na linii na przyłączy SN-15 kV:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot (R \cos\varphi + X \sin\varphi) = 7,84 \text{ V}$$

Procentowy spadek napięcia na przyłączy SN-15 kV:

$$\Delta U\% = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot (R \cos\varphi + X \sin\varphi) \cdot \frac{100}{U_n} = 0,052 \%$$

Linia kablowa dobrana prawidłowo.

## 14.2 Układ pomiarowo-rozliczeniowy poboru energii – sekcja 1

### 14.2.1 Moc przyłączeniowa

Na podstawie danych otrzymanych od Enea Operator, maksymalna moc zwarcia na szynach rozdzielni 15 kV stacji WN/SN Września Wschód wynosi 200 MVA. Napięcie w miejscu przyłączenia przyjmuje się na poziomie 15 kV.

### 14.2.2 Warunki zwarcia na szynach 15 kV rozdzielni SN 15 kV

Projektowana stacja transformatorowa połączona będzie z zaciskami odpływowymi łącznika SN nr W-3133 na słupie linii napowietrznej SN-15 kV „Września Wschód-Miasto 4”. Linia zasilająca do stacji transformatorowej: 3xYHAKXs 3x120 mm<sup>2</sup> o długości 474 m.

- Impedancja zastępcza SE**

$$Z_{zw} = \frac{1,1 \cdot 15000^2}{200 \cdot 10^6} = 1,24 \Omega$$

- Odcinek 1 - linia kablowa 3xYHAKXs 3x120 mm<sup>2</sup> o długości  $l = 0,474$  km.**

$$R_{0XRUHAKXS} = 0,238 \Omega/\text{km}$$

$$X_{0XRUHAKXS} = 0,08 \Omega/\text{km}$$

$$\text{Rezystancja linii: } R_{HAKFtA} = R_0 \cdot l = 0,238 \cdot 0,474 = 0,113 \Omega$$

$$\text{Reaktancja linii: } X_{HAKFtA} = X_0 \cdot l = 0,08 \cdot 0,474 = 0,038 \Omega$$

$$\text{Impedancja linii: } Z_{HAKFtA} = \sqrt{0,09^2 + 0,0379^2} = 0,119 \Omega$$

**Impedancja całkowita (rozdzielnica SN):**

$$Z_c = 1,357$$

$$S_{kQ} = \frac{c * U_n^2}{Z_c} = 182,453 \quad \text{MVA}$$

**Obliczenia dla przekładników pomiarowych:**

$$I_k'' = \frac{c_{max} * U_n}{\sqrt{3} * Z_c} = 7,023 \quad \text{kA}$$

Zastępczy zwarciovowy prąd cieplny dla czasu zwarcia 1s:

$$m = 0,2$$

$$n = 1$$

$$I_{th} = I_k'' * \sqrt{m + n} = 7,693 \quad \text{kA}$$

$$I_p = \chi * \sqrt{2} * I_k'' = 10,229 \quad \text{kA}$$

**14.2.3 Dobór przekładników dla układu pomiarowego po stronie SN – przekładniki prądowe**

Układ pomiarowy projektuje się w stacji pomiarowej po stronie SN. Obwody wtórne przekładników prądowych należy połączyć przewodami YKSYżo 7x2,5 mm<sup>2</sup>, a przekładników napięciowych YKYżo 5x1,5 mm<sup>2</sup> poprzez listwę Ska-P1 z układem pomiarowym. Projektuje się zastosowanie licznika pomiarowo - rozliczeniowego Landis+Gyr typu ZMD405CT44.0459 z modułem komunikacyjnym GSM/GPRS CU-U52 3x58/100 V. Licznik należy zasilić napięciem pomocniczym, poprzez dodatkowy UPS 600 VA. Moc szczytowa: P<sub>s</sub> = 510 kW.

**Obliczenia dla ukł. pomiarowo- rozliczeniowego:**

- znamionowy (maksymalny) prąd pierwotny przekładników

$$I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} * U_N * \cos\varphi} = \frac{510}{\sqrt{3} * 15 * 0,9} = 21,81 \text{ A}$$

Obliczenie maksymalnej straty mocy w przewodach:

$$S_{przewodów} = \frac{I_N^2 * 2 * L}{\gamma * s} = \frac{5^2 * 2 * 10}{55 * 2,5} = 3,64 \text{ VA}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 55 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2 \\ s &= 2,5 \text{ mm}^2 \\ I_N &= 5 \text{ A} \\ L &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

Obliczenie obciążenia rdzenia przekładnika prądowego:

$$S_{obc} = S_{licz} + S_{przew.} + S_{zest}$$

$$S_{obc} = 0,125 + 3,64 + 1,25 = 5,01 \text{ VA}$$

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

$$S_{zest} = 1,25 \text{ VA}$$

$$\text{dla } R_{zest} = 0,05 \Omega$$

Obliczenie procentowego obciążenia rdzenia przekładnika prądowego –  $S_{obc\%}$ :

$$S_{obc\%} = \frac{S_{obc}}{S_n} * 100\% = \frac{5,01}{10} * 100\% = 50,1\%$$

$$S_n = 10 VA$$

moc obw. wtórnych przekładników prądowych

Warunek obciążenia:

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

$$2,5 < 5,01 < 10 \quad \text{-warunek spełniony}$$

Dobór znamionowego prądu pierwotnego:

Ze względu na zależność błędów pomiarowych przekładnika w funkcji prądu, prąd pierwotny przekładnika powinien zawierać się w przedziale określonym zależnością:

$$0,01 \times I_{1n} < I_{1obl} < 1,2 \times I_{1n}$$

gdzie:

$I_{1n}$  – prąd znamionowy przekładnika po stronie pierwotnej

$I_{1obl}$  – maksymalny obliczeniowy prąd obciążeniowy po stronie pierwotnej

$$0,01 \times 25 < 21,81 < 1,2 \times 25$$

$$0,25 < 21,81 < 30$$

Dobór znamionowego prądu wtórnego:

Należy spełnić warunek:

$$I_{2obl} \leq I_{2n}$$

gdzie:

$I_{2n}$  – prąd znamionowy przekładnika po stronie wtórnej

$I_{2obl}$  – maksymalny obliczeniowy prąd obciążeniowy po stronie wtórnej

Maksymalny prąd obciążenia przekładnika po stronie wtórnej wynosi:

$$I_{2obl} = \frac{I_{1obl}}{\frac{I_{1n}}{I_{2n}}} = \frac{21,81}{\frac{25}{5}} = 4,36$$

Sprawdzenie:  $4,36 < 5 \rightarrow$  **warunek jest spełniony**

Na podstawie obliczeń dobrano przekładniki prądowe wewnętrzne ATB-20 prod. ASTAT o parametrach:

- Znamionowy prąd pierwotny  $I_{np} = 25 A$
- Znamionowy prąd wtórny ( układ pomiarowy)  $I_{nw} = 5 A$
- Przekładnia 25/5 A
- Moc obwodu wtórnego  $S_n = 10 VA$
- Klasa dokładności dla przekładnika pomiarowego 0,2 s
- Współczynnik bezpieczeństwa FS5 dla przekładnika klasy 0,2 s
- Prąd cieplny 1 sek min.  $I_{th} = 10 kA$
- Krótkotrwały prąd dynamiczny  $I_{dyn} = 2,5 * I_{th} = 25 kA$
- Znamionowy poziom izolacji  $U_{ni} = 17,5/38/95 kV$

**14.2.4 Dobór przekładników dla układu pomiarowego po stronie SN – przekładniki napięciowe**

Pobór własny mocy w obwodzie napięciowym licznika wraz z przystawką CU-U52 uzależniony jest od stanu pracy i wynosi odpowiednio (dane producenta):

Wariant I –  $S_{obc} = 1,8 VA$  – przy podłączonym zasilaniu napięciem gwarantowanym 230 V

Wariant II –  $S_{obc} = 1,8 VA$  – bez zasilania gwarantowanego, zasilanie z przekładników

Wariant III –  $S_{obc} = 5,4 VA$  – bez zasilania gwarantowanego i przy zaniku dwóch faz

**Wariant I = Wariant II –  $S_{obc} = 1,8 VA$**

Obliczenie obciążenia przekładnika napięciowego –  $S_{obc}$

$$S_{obc} = S_{licz_{1(2)}} = 1,8 VA$$

Moc i klasa obw. wtórnych  
przekładników napięciowych  
 $S_N = 10 VA$   
Klasa: 0 - 10

Obliczenie procentowego obciążenia rdzenia przekładnika napięciowego –  $S_{obc\%}$

$$S_{obc\%} = \frac{S_{obc}}{S_N} * 100\% = \frac{1,8}{10} * 100\% = 18\%$$

Warunek obciążenia

$$S_{MIN} < S_{obc} < S_{MAX}$$

$$0 < 1,8 < 10 \quad - \text{warunek spełniony}$$

**Wariant III –  $S_{obc} = 5,4 VA$**

Obliczenie obciążenia przekładnika napięciowego –  $S_{obc}$

$$S_{obc} = S_{licz_3} = 5,4 VA$$

Obliczenie procentowego obciążenia rdzenia przekładnika napięciowego –  $S_{obc\%}$

$$S_{obc\%} = \frac{S_{obc}}{S_N} * 100\% = \frac{5,4}{10} * 100\% = 54\%$$

Warunek obciążenia

$$S_{MIN} < S_{obc} < S_{MAX}$$

$$0 < 5,4 < 10 \quad - \text{warunek spełniony}$$

**Sprawdzenie spadku napięcia na obwodzie napięciowym licznika:**

Odcinki obwodu	I	R	X	Z pętli zwarcia	Z rzecz	P narastaj.	I odc. i	$\Delta U$	$\Delta U$
	m	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$		A	V	%
przekł. nap. – Ska1	10	121	0,8	121,003	151,253	5,4	0,054	0,02257	0,0389

$$\Delta U = \frac{100 \cdot P}{U^2} \cdot \frac{2 \cdot l}{\sigma \cdot s} = \frac{100 \cdot 5,6}{58^2} \cdot \frac{2 \cdot 10}{55 \cdot 1,5} = 0,028 \%$$

Warunek spełniony

Na podstawie powyższego dobrano przekładnik napięciowy VTB-20-KF2 prod. ASTAT, którego parametry są następujące:

- typ VTB-20-KF2
- Moc uzwojenia  $S = 0-10 \text{ VA}$
- Znamionowe napięcie wtórne  $100:\sqrt{3}$
- Znamionowe napięcie pierwotne  $15000:\sqrt{3}$
- Przekładnia  $15000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}$
- Znamionowy poziom izolacji  $U_{ni} = 17,5/38/95 \text{ kV}$
- Klasa dokładności 0,2
- Wzorcowane przez GUM.

#### 14.2.5 Straty obciążeniowe energii elektrycznej dla układu pomiarowo - rozliczeniowego

Symbol	Nazwa	Wartość
$A_{obc}$	mnożna strat obciążeniowych	–
$A_{jał}$	mnożna strat jałowych	–
$\delta_p$	Przekładnia przekładnika prądowego 25/5 A/A	5
$\delta_u$	Przekładnia przekładnika prądowego 15/0,1 kV/kV	150
$R_{120}$	rezystancja jednostkowa kabla	$0,238 \Omega/\text{km}^*$
$C_{120}$	pojemność jednostkowa kabla	$0,23 \mu\text{F}/\text{km}^*$
$l$	długość linii	$0,474 \text{ km}$
$s$	przekrój przewodu linii	$120 \text{ mm}^2$
$\gamma$	konduktywność przewodów linii	$35 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$
$L$	Indukcyjność kabli na napięcie znamionowe	$0,38 \text{ mH}/\text{km}$
$tg(\delta)$	Współczynnik stratności izolacji kabla XLPE	0,004

#### Straty obciążeniowe w linii (I2h)

$$A_{obc} = R_0 \cdot l \cdot \delta_p^2 = 0,238 \cdot 0,474 \cdot 5^2 = 2,8203$$

#### Straty jałowe w linii

$$A_{jał} = \omega \cdot C \cdot l \cdot \delta_u^2 \cdot tg(\delta) \cdot 10^{-6}$$

$$A_{jał} = 314 \cdot 0,25 \cdot 474 \cdot 150^2 \cdot 0,004 \cdot 10^{-6} = 3,34881$$

### 14.3 Układ pomiarowo-rozliczeniowy poboru energii – sekcja 2

#### 14.3.1 Moc przyłączeniowa

Na podstawie danych otrzymanych od Enea Operator, maksymalna moc zwarcia na szynach rozdzielni 15 kV stacji 110 kV/SN wynosi 200 MVA. Napięcie w miejscu przyłączenia przyjmuje się na poziomie 15 kV.

### 14.3.2 Warunki zwarcia na szynach 15 kV rozdzielni SN 15 kV

Projektowana stacja transformatorowa połączona będzie z zaciskami prądowymi głowicy kablowej SN-15 kV w polu nr 7 stacji transformatorowej nr 04-325. Linia zasilająca do stacji transformatorowej: 3xHAKFtA 3x150 mm<sup>2</sup> o długości 1060 m.

- Impedancja zastępcza SE**

$$Z_{zw} = \frac{1,1 * 15000^2}{200 * 10^6} = 1,24 \Omega$$

- Odcinek 1 - linia kablowa 3xHAKFtA 3x150 mm<sup>2</sup> o długości l = 1,06 km.**

$$R_{0XRUHAKXS} = 0,19 \Omega/\text{km}$$

$$X_{0XRUHAKXS} = 0,08 \Omega/\text{km}$$

$$\text{Rezystancja linii: } R_{HAKFtA} = R_0 * l = 0,19 * 1,06 = 0,201 \Omega$$

$$\text{Reaktancja linii: } X_{HAKFtA} = X_0 * l = 0,08 * 1,06 = 0,085 \Omega$$

$$\text{Impedancja linii: } Z_{HAKFtA} = \sqrt{0,201^2 + 0,085^2} = 0,219 \Omega$$

**Impedancja całkowita (rozdzielnica SN):**

$$Z_c = 1,456$$

$$S_{kQ} = \frac{c * U_n^2}{Z_c} = 169,983 \quad \text{MVA}$$

**Obliczenia dla przekładników pomiarowych:**

$$I_k'' = \frac{c_{max} * U_n}{\sqrt{3} * Z_c} = 6,543 \quad \text{kA}$$

Zastępczy zwarciaowy prąd cieplny dla czasu zwarcia 1s:

$$m = 0,2 \quad n = 1$$

$$I_{\tau h} = I_k'' * \sqrt{m + n} = 7,167 \quad \text{kA}$$

$$I_p = \chi * \sqrt{2} * I_k'' = 9,530 \quad \text{kA}$$

### 14.3.3 Dobór przekładników dla układu pomiarowego po stronie SN – przekładniki prądowe

Układ pomiarowy projektuje się w stacji pomiarowej po stronie SN. Obwody wtórne przekładników prądowych należy połączyć przewodami YKSYżo 7x2,5 mm<sup>2</sup>, a przekładników napięciowych YKYżo 5x1,5 mm<sup>2</sup> poprzez listwę Ska-P1 z układem pomiarowym. Projektuje się zastosowanie licznika pomiarowo - rozliczeniowego Landis+Gyr typu ZMD405CT44.0459 z modułem komunikacyjnym GSM/GPRS CU-U52 3x58/100 V. Licznik należy zasilć napięciem pomocniczym, poprzez dodatkowy UPS 600VA. Moc szczytowa: P<sub>s</sub> = 510 kW.



**Obliczenia dla ukł. pomiarowo- rozliczeniowego:**

- znamionowy (maksymalny) prąd pierwotny przekładników

$$I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} * U_N * \cos\varphi} = \frac{510}{\sqrt{3} * 15 * 0,9} = 21,81 \text{ A}$$

Obliczenie maksymalnej straty mocy w przewodach:

$$S_{przewodów} = \frac{I_N^2 * 2 * L}{\gamma * s} = \frac{5^2 * 2 * 10}{55 * 2,5} = 3,64 \text{ VA}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 55 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2 \\ s &= 2,5 \text{ mm}^2 \\ I_N &= 5 \text{ A} \\ L &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

Obliczenie obciążenia rdzenia przekładnika prądowego:

$$S_{obc} = S_{licz} + S_{przew.} + S_{zest}$$

$$S_{obc} = 0,125 + 3,64 + 1,25 = 5,01 \text{ VA}$$

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

$$S_{zest} = 1,25 \text{ VA}$$

$$\text{dla } R_{zest} = 0,05 \Omega$$

Obliczenie procentowego obciążenia rdzenia przekładnika prądowego –  $S_{obc\%}$ :

$$S_{obc\%} = \frac{S_{obc}}{S_n} * 100\% = \frac{5,01}{10} * 100\% = 50,1\%$$

$$S_n = 10 \text{ VA}$$

moc obw. wtórnych przekładników prądowych

Warunek obciążenia:

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

$$2,5 < 5,01 < 10 \quad \text{-warunek spełniony}$$

Dobór znamionowego prądu pierwotnego:

Ze względu na zależność błędów pomiarowych przekładnika w funkcji prądu, prąd pierwotny przekładnika powinien zawierać się w przedziale określonym zależnością:

$$0,01 * I_{1n} < I_{1obl} < 1,2 * I_{1n}$$

gdzie:

 $I_{1n}$  – prąd znamionowy przekładnika po stronie pierwotnej $I_{1obl}$  – maksymalny obliczeniowy prąd obciążeniowy po stronie pierwotnej

$$0,01 * 25 < 21,81 < 1,2 * 25$$

$$0,25 < 21,81 < 30$$

Dobór znamionowego prądu wtórnego:

Należy spełnić warunek:

$$I_{2obl} \leq I_{2n}$$

gdzie:

 $I_{2n}$  – prąd znamionowy przekładnika po stronie wtórnej $I_{2obl}$  – maksymalny obliczeniowy prąd obciążeniowy po stronie wtórnej

Maksymalny prąd obciążenia przekładnika po stronie wtórnej wynosi:

$$I_{2obl} = \frac{I_{1obl}}{\frac{I_{1n}}{I_{2n}}} = \frac{21,81}{\frac{25}{5}} = 4,36$$

Sprawdzenie:  $4,36 < 5 \rightarrow$  **warunek jest spełniony**

Na podstawie obliczeń dobrano przekładniki prądowe wewnętrzne ATB-20 prod. ASTAT o parametrach:

- Znamionowy prąd pierwotny  $I_{np} = 25 A$
- Znamionowy prąd wtórny (układ pomiarowy)  $I_{nw} = 5 A$
- Przekładnia 25/5 A
- Moc obwodu wtórnego  $S_n = 10 VA$
- Klasa dokładności dla przekładnika pomiarowego 0,2 s
- Współczynnik bezpieczeństwa FS5 dla przekładnika klasy 0,2 s
- Prąd cieplny 1 sek min.  $I_{th} = 10 kA$
- Krótkotrwały prąd dynamiczny  $I_{dyn} = 2,5 * I_{th} = 25 kA$
- Znamionowy poziom izolacji  $U_{ni} = 17,5/38/95 kV$

#### 14.3.4 Dobór przekładników dla układu pomiarowego po stronie SN – przekładniki napięciowe

Pobór własny mocy w obwodzie napięciowym licznika wraz z przystawką CU-U52 uzależniony jest od stanu pracy i wynosi odpowiednio (dane producenta):

Wariant I –  $S_{obc} = 1,8 VA$  – przy podłączonym zasilaniu napięciem gwarantowanym 230 V

Wariant II –  $S_{obc} = 1,8 VA$  – bez zasilania gwarantowanego, zasilanie z przekładników

Wariant III –  $S_{obc} = 5,4 VA$  – bez zasilania gwarantowanego i przy zaniku dwóch faz

**Wariant I = Wariant II** –  $S_{obc} = 1,8 VA$

Obliczenie obciążenia przekładnika napięciowego –  $S_{obc}$

$$S_{obc} = S_{licz\_1(2)} = 1,8 VA$$

Moc i klasa obw. wtórnych  
przekładników napięciowych  
 $S_N = 10 VA$   
Klasa: 0 - 10

Obliczenie procentowego obciążenia rdzenia przekładnika napięciowego –  $S_{obc\%}$

$$S_{obc\%} = \frac{S_{obc}}{S_N} * 100\% = \frac{1,8}{10} * 100\% = 18\%$$

Warunek obciążenia

$$S_{MIN} < S_{obc} < S_{MAX}$$

$$0 < 1,8 < 10 \quad - \text{warunek spełniony}$$

**Wariant III** –  $S_{obc} = 5,4 VA$

Obliczenie obciążenia przekładnika napięciowego –  $S_{obc}$

$$S_{obc} = S_{licz\_3} = 5,4 VA$$

Obliczenie procentowego obciążenia rdzenia przekładnika napięciowego –  $S_{obc\%}$

$$S_{obc\%} = \frac{S_{obc}}{S_N} * 100\% = \frac{5,4}{10} * 100\% = 54\%$$

Warunek obciążenia

$$S_{MIN} < S_{obc} < S_{MAX}$$

$$0 < 5,4 < 10 \quad - \text{warunek spełniony}$$

**Sprawdzenie spadku napięcia na obwodzie napięciowym licznika:**

Odcinki obwodu	I	R	X	Z <sub>pętli zwarcia</sub>	Z <sub>rzecz</sub>	P <sub>narastaj.</sub>	I <sub>odc. i</sub>	ΔU	ΔU
	m	Ω	Ω	Ω	Ω		A	V	%
przekł. nap. – Ska1	10	121	0,8	121,003	151,253	5,4	0,054	0,02257	0,0389

$$\Delta U = \frac{100 \cdot P}{U^2} \cdot \frac{2 \cdot l}{\sigma \cdot s} = \frac{100 \cdot 5,6}{58^2} \cdot \frac{2 \cdot 10}{55 \cdot 1,5} = 0,028 \%$$

Warunek spełniony

Na podstawie powyższego dobrano przekładnik napięciowy VTB-20-KF2 prod. ASTAT, którego parametry są następujące:

- typ VTB-20-KF2
- Moc uzwojenia  $S = 0-10 \text{ VA}$
- Znamionowe napięcie wtórne  $100: \sqrt{3}$
- Znamionowe napięcie pierwotne  $15000: \sqrt{3}$
- Przekładnia  $15000: \sqrt{3}/100: \sqrt{3}$
- Znamionowy poziom izolacji  $U_{ni} = 17,5/38/95 \text{ kV}$
- Klasa dokładności 0,2
- Wzorcowane przez GUM.

**14.3.5 Straty obciążeniowe energii elektrycznej dla układu pomiarowo - rozliczeniowego**

Symbol	Nazwa	Wartość
$A_{obc}$	mnożna strat obciążeniowych	–
$A_{Jał}$	mnożna strat jałowych	–
$\delta_p$	Przekładnia przekładnika prądowego 25/5 A/A	5
$\delta_u$	Przekładnia przekładnika prądowego 15/0,1 kV/kV	150
$R_{150}$	rezystancja jednostkowa kabla	0,19 Ω/km*
$C_{150}$	pojemność jednostkowa kabla	0,25 μF/km*
$l$	długość linii	1,06 km
$s$	przekrój przewodu linii	150 mm <sup>2</sup>
$\gamma$	konduktywność przewodów linii	35 m/Ωmm <sup>2</sup>
$L$	Indukcyjność kabli na napięcie znamionowe	0,38 mH/km
$tg(\delta)$	Współczynnik stratności izolacji kabla XLPE	0,004

**Straty obciążeniowe w linii (I2h)**

$$A_{obc} = R_0 \cdot l \cdot \delta_p^2 = 0,19 \cdot 1,06 \cdot 5^2 = 5,035$$

**Straty jałowe w linii**

$$A_{jał} = \omega \cdot C \cdot l \cdot \delta_u^2 \cdot tg(\delta) \cdot 10^{-6}$$

$$A_{jał} = 314 \cdot 0,25 \cdot 1060 \cdot 150^2 \cdot 0,004 \cdot 10^{-6} = 7,4889$$

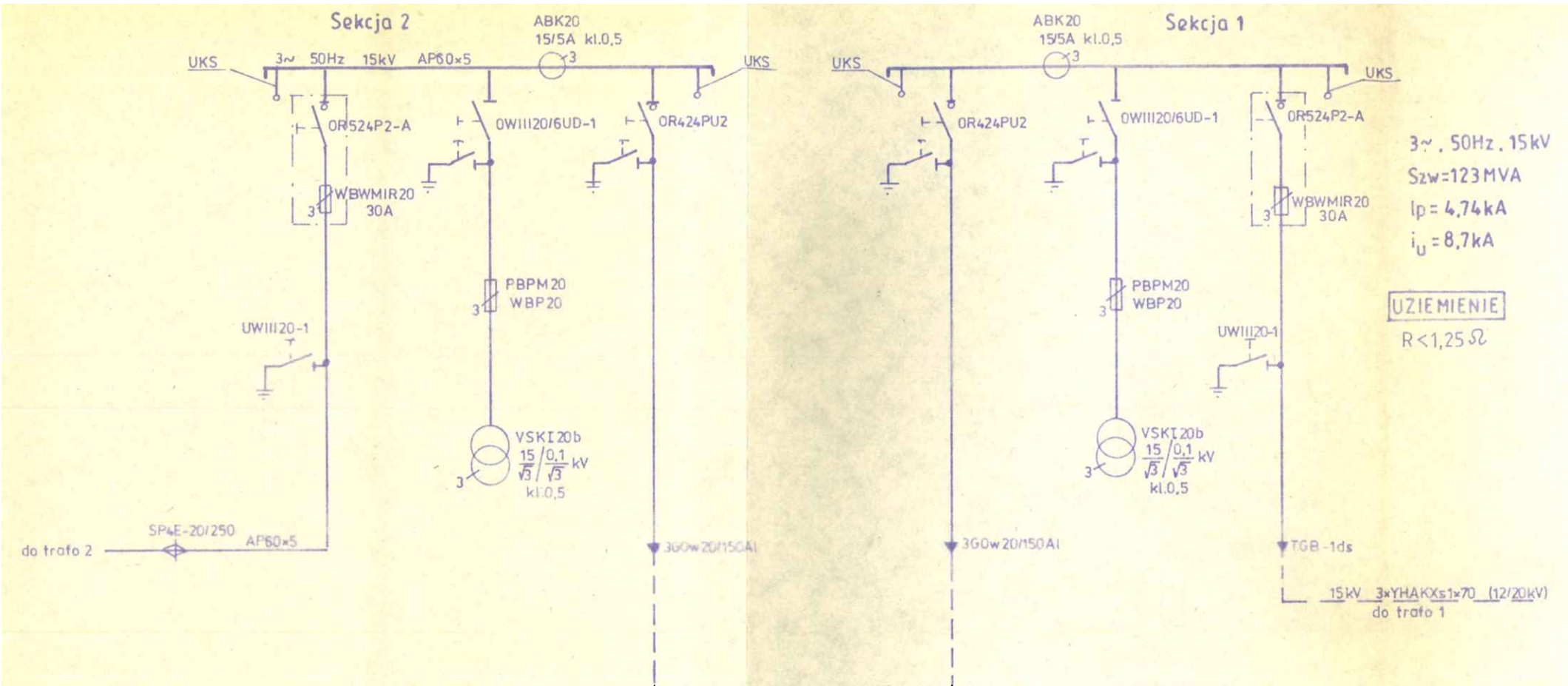
**15 Zestawienie zasadniczych materiałów**

Lp.	Nazwa projektowanego materiału	Jednostka	Ilość
1.	Rozdzielnica SN 3- polowa z wyposażeniem	szt.	2
2.	Transformator 630 kVA 15,75/0,42 kV/kV, DYN5, olejowy	szt.	2
3.	Podkładki antywibracyjne transformatora	szt.	8
4.	Ogranicznik przepięć POLIM-D18N	szt.	6
5.	Przekładnik prądowy ATB-20 prod. ASTAT, I = 25/5A, U = 17,5/38/95 kV, 10 VA, kl.0,2s (FS5), wzorców.	szt.	6
6.	Przekładnik napięciowy VTB-20-KF2; S=0-10VA, kl. 0,2, 15000:√3/100:√3; wzorców.	szt.	6
7.	Wkładki bezpiecznikowe (przekładniki napięciowe) 0,5A	szt.	6
8.	Wkładki bezpiecznikowe cylindryczne D01 2 A (do Z-SLS)	szt.	20
9.	Tablica licznikowa z wyposażeniem (Licznik dostarczy ENEA Operator)	kpl.	2
10.	Listwa pomiarowa Ska-P1	szt.	2
11.	Zasilanie awaryjne UPS 600 VA – tablica pomiarowa	szt.	2
12.	Antena zewnętrzna ATK 10/850-960 z wtyczką FME oraz konektorem typu FME-MCX	szt.	wp.
13.	Kabel YHAKXS 1 x 70/25mm <sup>2</sup>	m	wp.
14.	Kabel YKY 1 x 6mm <sup>2</sup>	m	wp.
15.	Przewód YKY 3x1,5 mm <sup>2</sup>	m	wp.
16.	Przewód YKYżo 5x1,5 mm <sup>2</sup>	m	wp.
17.	Przewód YKSYżo 7x2,5 mm <sup>2</sup>	m	wp.
18.	Pręt stalowy pomiedziowany fi 17,2 mm dł. 1,5	szt.	wp.
19.	Przewód LgY 70mm <sup>2</sup>	m	wp.
20.	Sygnalizatory napięcia SN	kpl.	6
21.	Sprzęt BHP	kpl.	1
22.	Bednarka FeZn 30x4	m.	wp.
23.	Uziom pionowy	szt.	wp.





# Stacja transformatorowa nr K4-160 (sekcja 1 i sekcja 2) - STAN ISTNIEJĄCY



Istn. HAKFtA 3x150 mm<sup>2</sup> , L=1060 m  
Istn. Zasilanie 15 kV ze stacji MST04-325

Istn. 3xYHAKXs 120 mm<sup>2</sup> , L=474 m  
Istn. słup linii napow. 15kV "Września Wschód - Miasto 4"

Nr pola	1	2	3
Nazwa pola	Transf. 2	Pomiar 2	Zasilanie 2
Nr albumowy	21L28.13	21P6	21L22.43
Kier. otwier. drzwi	w lewo	w lewo	w lewo
Typ napędu	NRK/08.01	NRW1 bez POW i BA	NRK/08.01

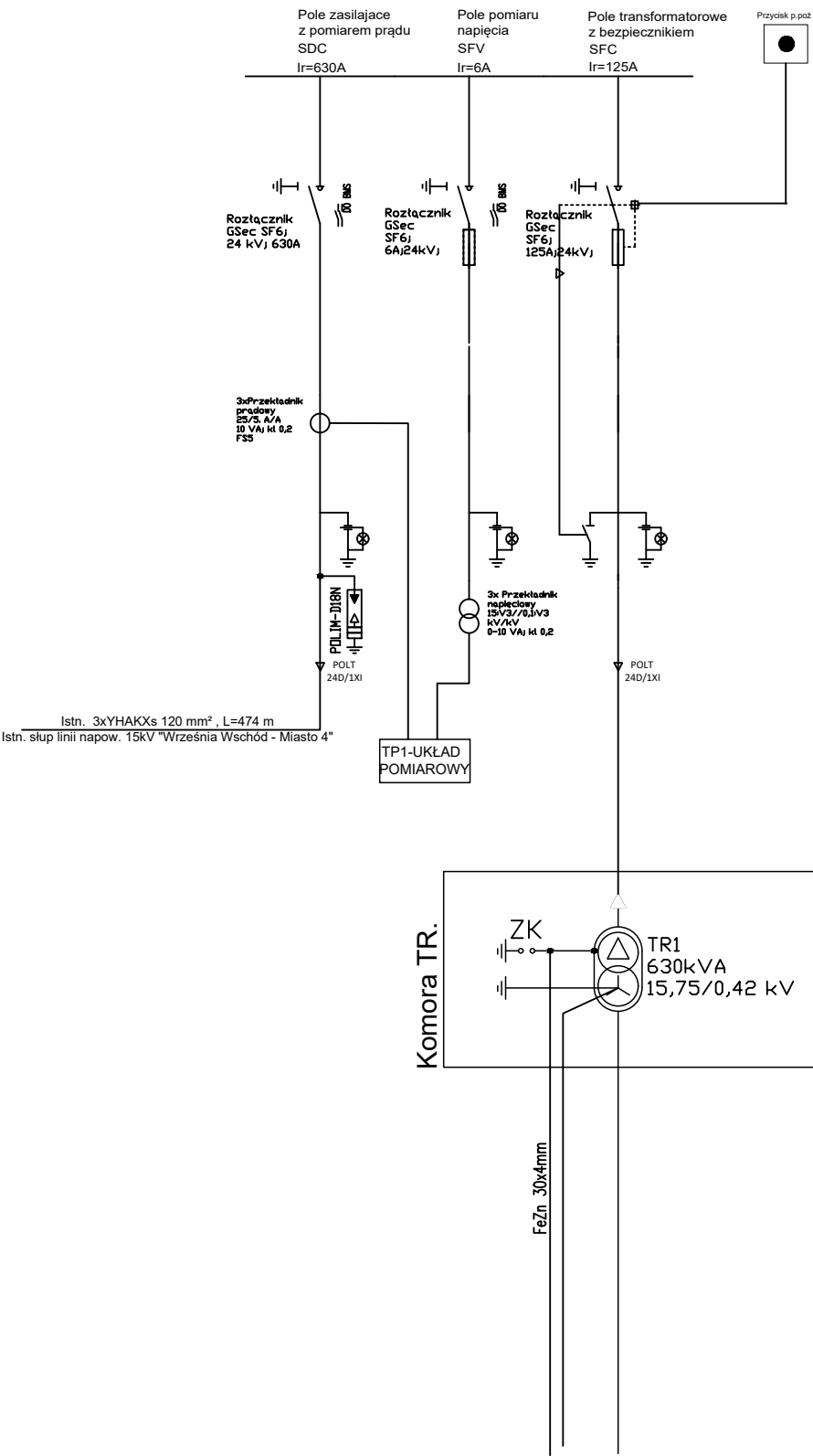
4	5	6
Zasilanie 1	Pomiar 1	Transf. 1
21L22.43	21P6	21L26.13
w prawo	w prawo	w prawo
NRK/08.01	NRW1 bez POW i BA	NRK/08.01

Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15		
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62 -300 Września	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 12.2020r.
Tytuł rysunku:	Schemat stacji transformatorowej – stan istniejący	Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Marek Piwarski Nr upr.: 180/88/Pw	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień		Nr rysunku: E-02
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	

Stacja transformatorowa nr K4-160 (sekcja 1 i sekcja 2)  
- STAN PROJEKTOWANY

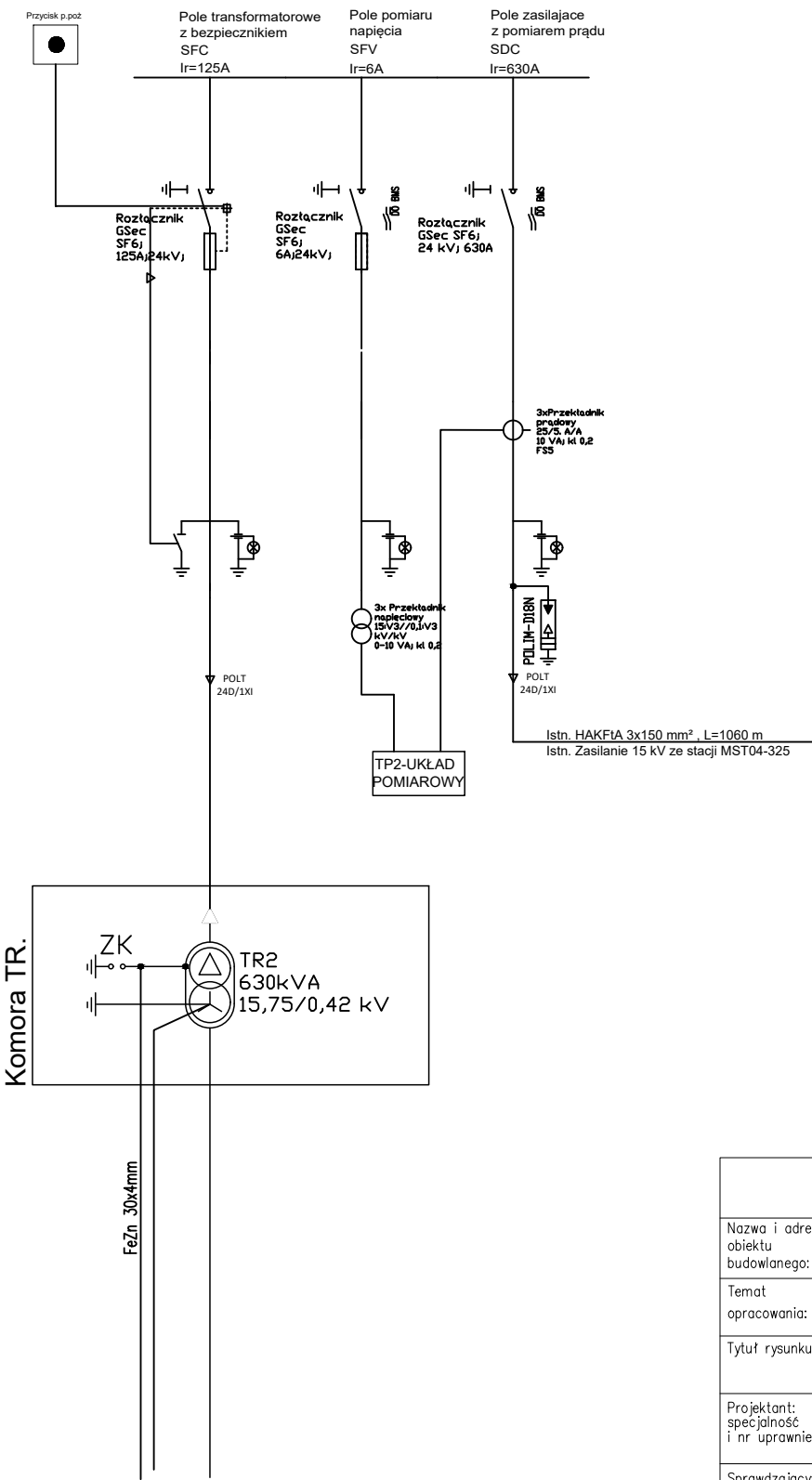
Sekcja 1

Proj. rozdzielnica SN RSN1



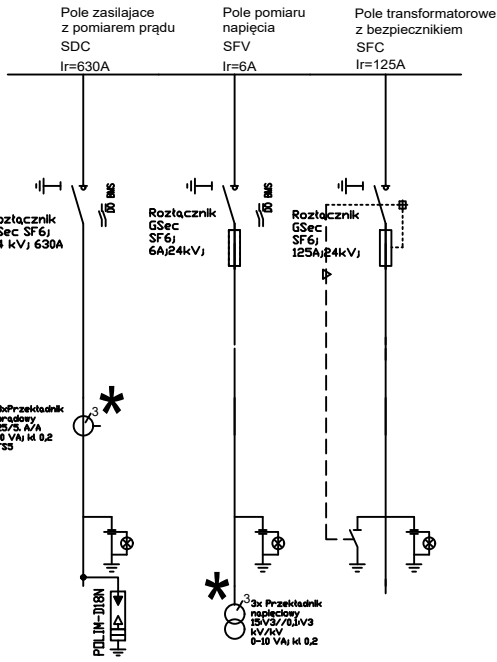
Sekcja 2

Proj. rozdzielnica SN RSN2

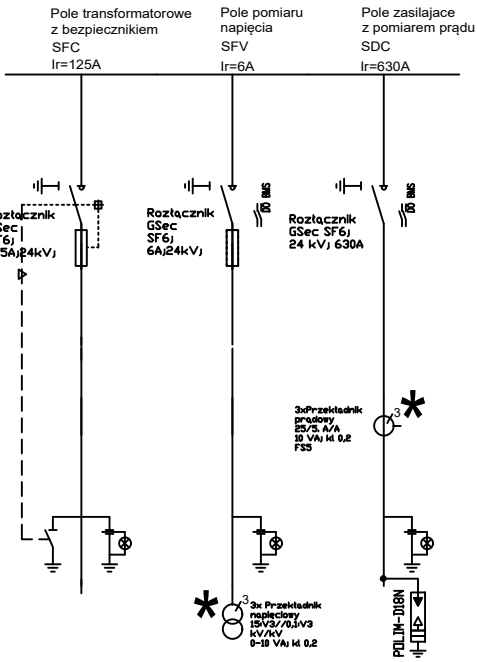


Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15		
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62 -300 Września	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 12.2020r.
Tytuł rysunku:	Schemat stacji transformatorowej - stan projektowany	Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Marek Piwarski Nr upr.: 180/88/Pw	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień		Nr rysunku: <b>E-03</b>
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	

RSN1



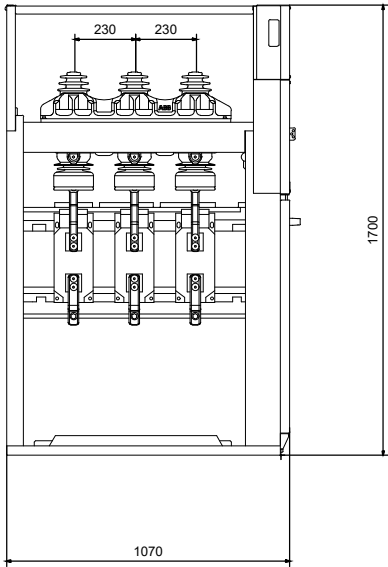
RSN2



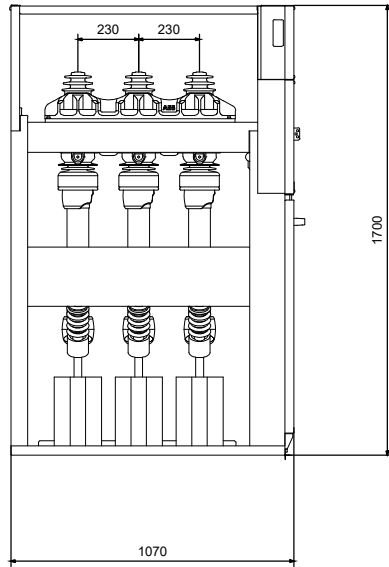
- Dane techniczne ogólne rozdzielnic 24kV typu Unisec:**
- Napięcie znamionowe izolacji: 3~50Hz, 24kV/IT
  - Napięcie znamionowe pracy: 3~50Hz, 15kV/IT
  - Prąd znamionowy szyn: 630A
  - Łączniki: 16kA
  - Napięcie pomocnicze: 230V AC
  - Napięcie zabezpieczeń, cewek: 230V AC
  - Doprowadzenie kabli: od dołu
  - Stopień ochrony: IP3X

Uwaga!  
Elementy oznaczone \* przystosować do plombowania

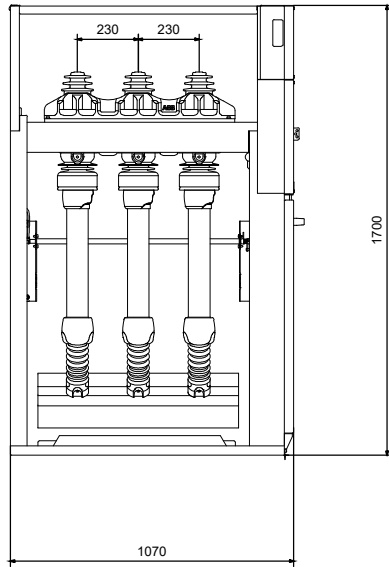
PRZEKRÓJ



Pole: H01  
SDC

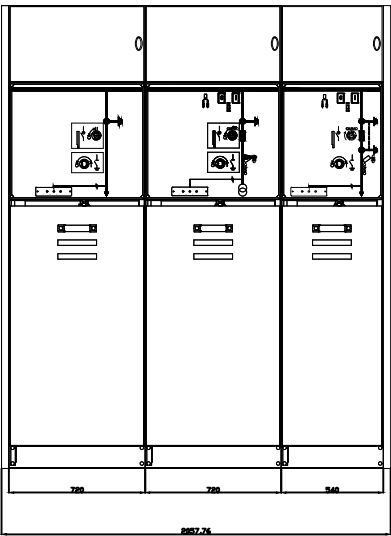


Pole: H02  
SFV

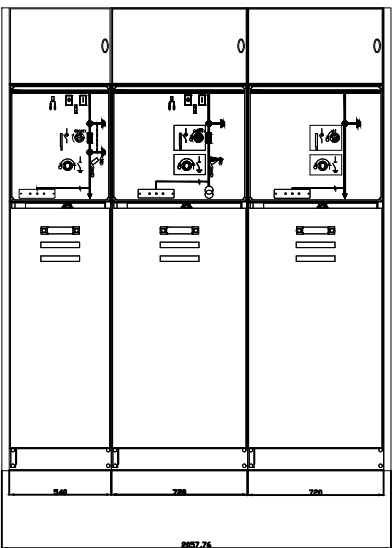


Pole: H03  
SFC

WIDOK ELEWACJI

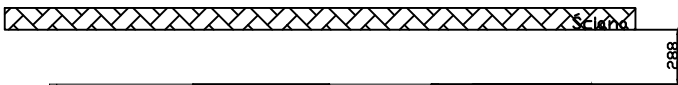


H01  
SDC

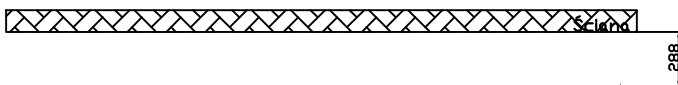


H02  
SFV

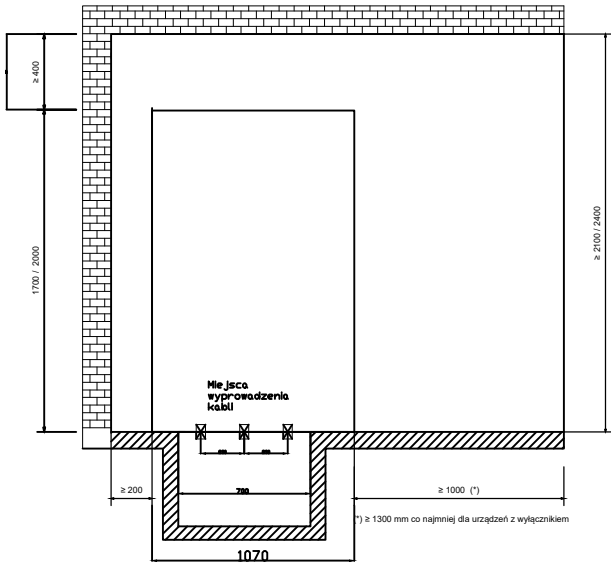
H03  
SFC



H03  
SFC



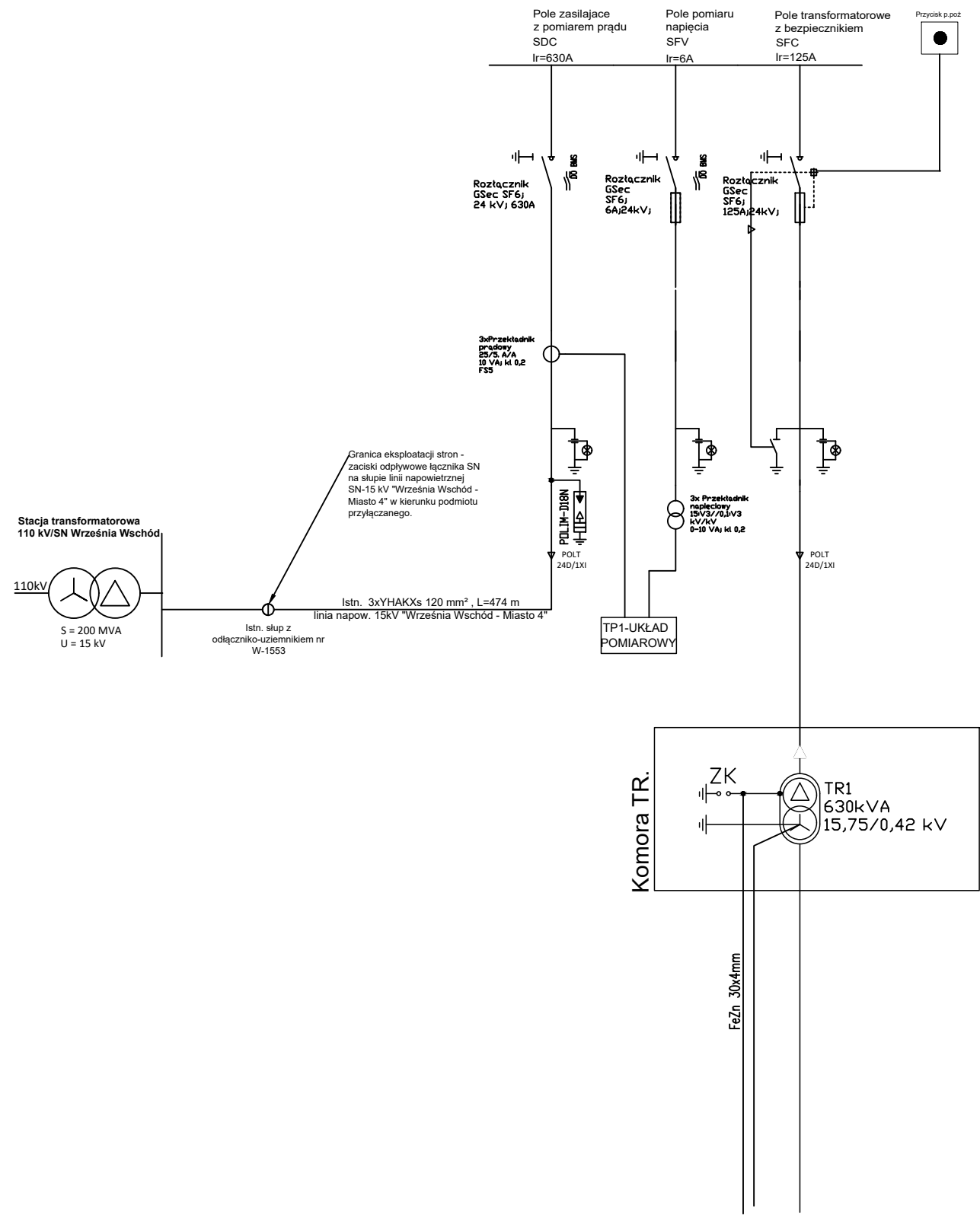
ZASADY INSTALACJI W POMIESZCZENIU



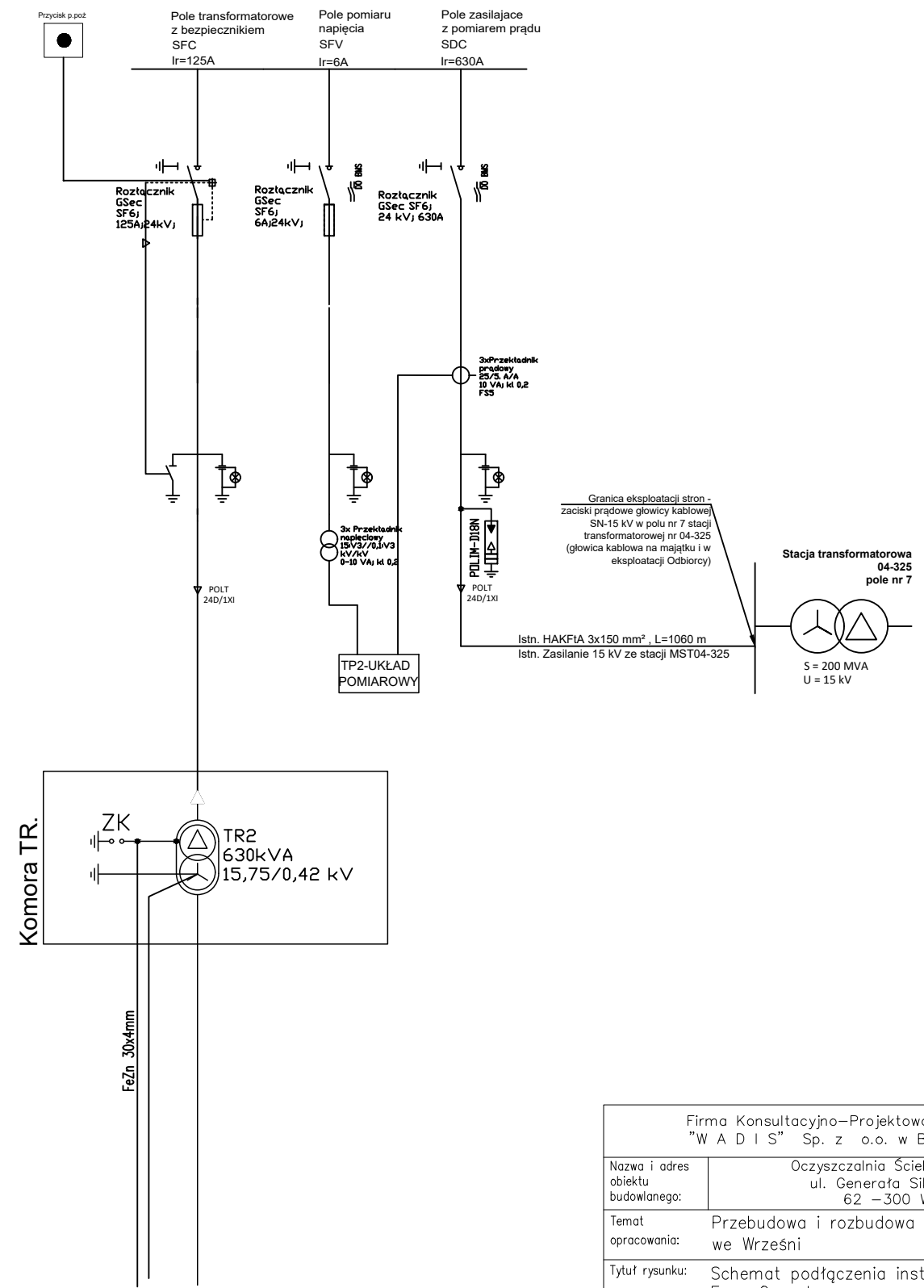
Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15		
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62 – 300 Września	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 12.2020r.
Tytuł rysunku:	Widok i schemat rozdzielnic SN Unisec	Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Marek Piwarski Nr upr.: 180/88/Pw	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień		Nr rysunku: E-04
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	



Sekcja 1  
RSN1



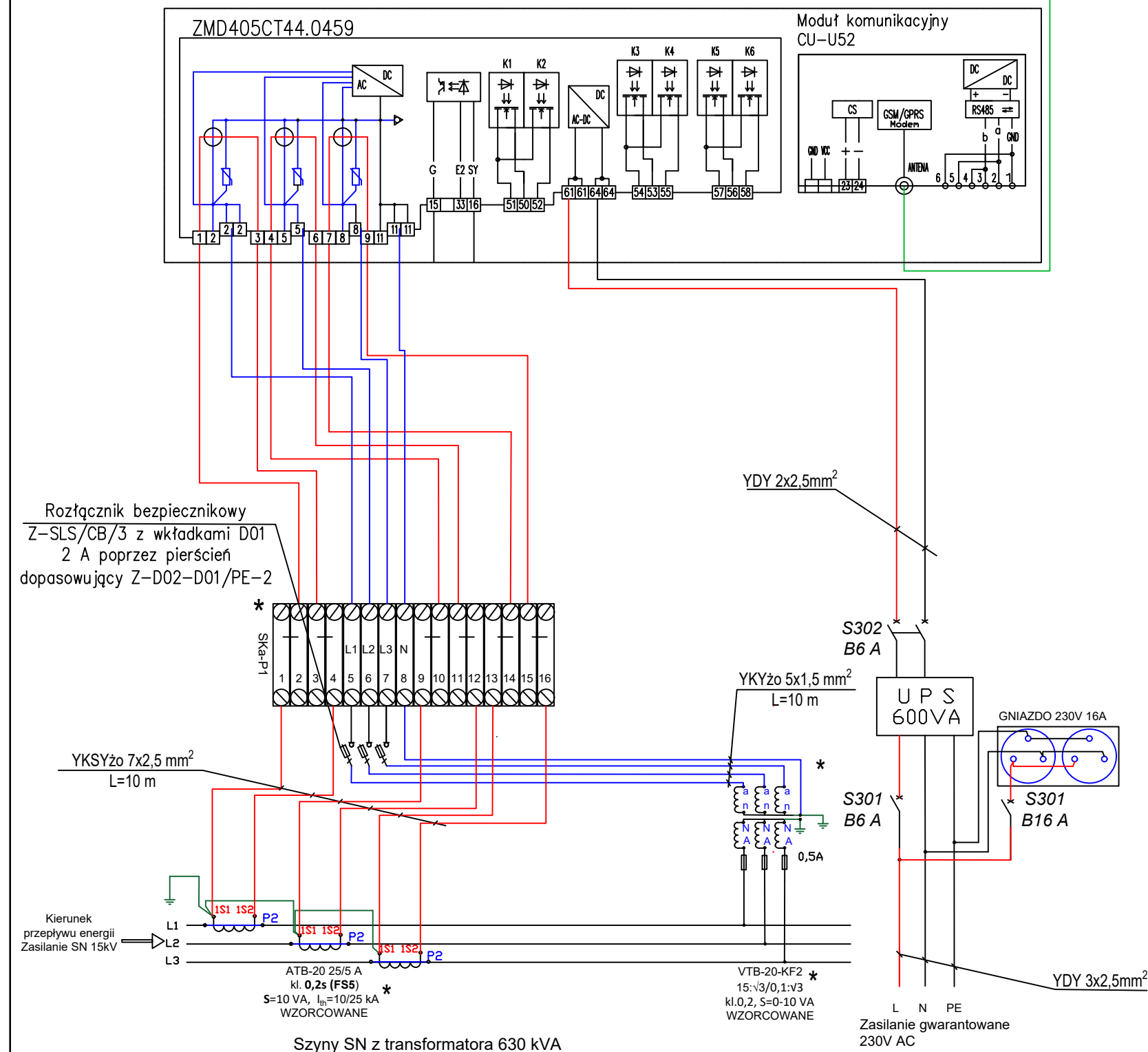
Sekcja 2  
RSN2



Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15		
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62 -300 Września	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 12.2020r.
Tytuł rysunku:	Schemat podłączenia instalacji do sieci Enea Operator	Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Marek Piwarski Nr upr.: 180/88/Pw	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień		Nr rysunku: E-05
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	

## Tablica TP1 w stacji transformatorowej

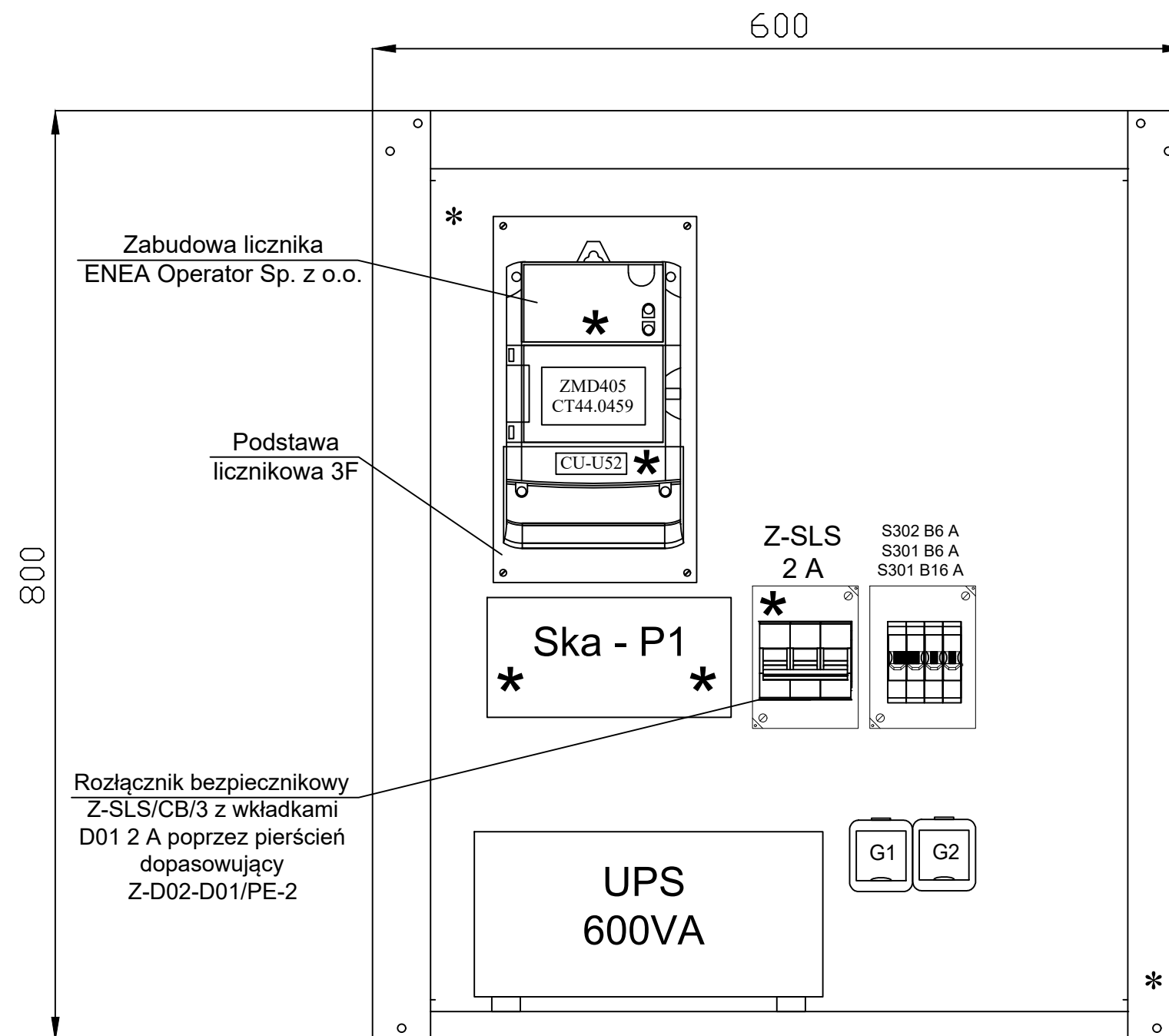
\* Licznik do pomiaru pobranej i wytworzonej energii elektrycznej



## UWAGI

1. Tablice licznikowe przystosować do plombowania (elementy oznaczone \*)
2. Tablicę licznikową należy opisać w sposób trwały
3. Przekładniki do układu pomiarowo-rozliczeniowego powinny posiadać świadectwo wzorcowania GUM lub akredytowanego przez PCA laboratorium.
4. Wtórne obwody pomiarowe pomiędzy przekładnikami pomiarowymi, a listwą kontrolno-pomiarową prowadzić w rurkach ochronnych typu RL PCV
5. Wtórne obwody pomiarowe należy opisać oraz trwale oznaczyć co 2 mb. na całej długości ich prowadzenia
6. Wtórne obwody pomiarowe pomiędzy listwą kontrolno-pomiarową, a zaciskami licznika energii elektrycznej należy wykonać przewodami typu DY w izolacji 750 V.
7. Gniazda serwisowe wraz z zabezpieczeniem obwodu zasilającego należy zlokalizować na tablicy licznikowej.
8. Wyjście zasilania pomocniczego zabezpieczyć wyłącznikiem dwubiegunowym S302 B6A
9. Przed odbiorem technicznym stacji transformatorowej należy dostarczyć ENEA Operator Sp. z o.o. świadectwa wzorcowania przekładników

Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15			
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62 – 300 Września		Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni		Data: 12.2020r.
Tytuł rysunku:	Schemat układu pomiarowo-rozliczeniowego TP1		Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Marek Piwarski Nr upr.: 180/88/Pw		Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień			Nr rysunku: <b>E-06</b>
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska		

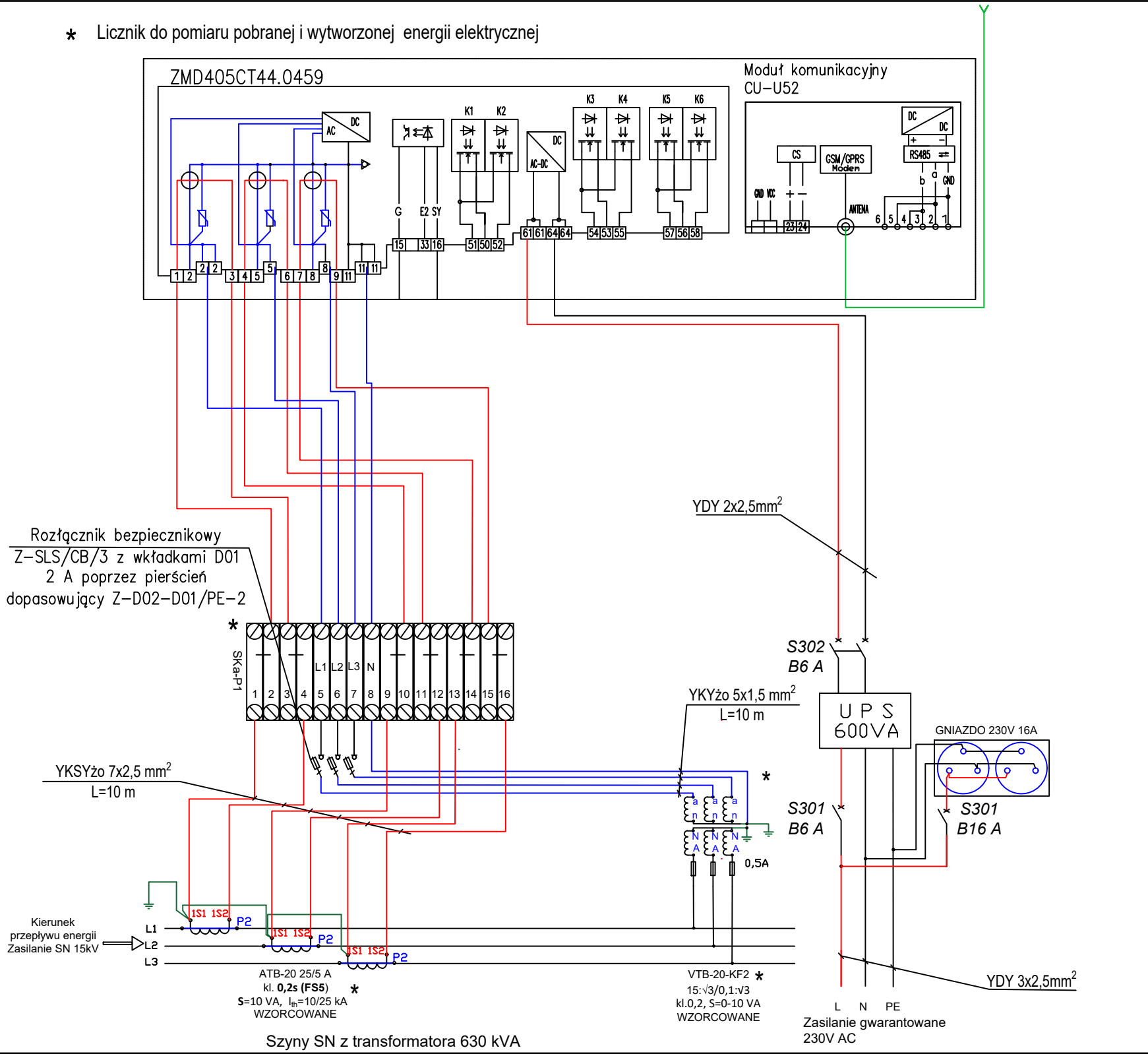


#### UWAGI

1. Tablice licznikowe przystosować do plombowania (elementy oznaczone \*).
2. Płyta montażowa powinna być uchylna i zamontowana na zawiasach w układzie pionowym.
3. Zabezpieczenie każdej fazy obwodów napięciowych licznika należy zrealizować na tablicy licznikowej i wyposażyć w wkładki bezpiecznikowe 2A/250 V/ 5 x 20 mm.
4. Licznik należy zabudować na wysokości umożliwiającej swobodną oraz bezpieczną obsługę.
5. UPS zainstalować wewnątrz tablicy licznikowej.
6. Tablicę licznikową należy opisać w sposób trwały.
7. Gniazda serwisowe wraz z zabezpieczeniem obwodu zasilającego należy zlokalizować na tablicy licznikowej.
8. Wyjście zasilania pomocniczego licznika zabezpieczyć wyłącznikiem dwubiegunowym S302 B6A.
9. ENEA Operator Sp. z o.o. dostarczy licznik wyposażony w modem CU-U52.

Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15		
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62-300 Września	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 12.2020r.
Tytuł rysunku:	Widok tablicy licznikowej TP1	Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Marek Piwarski Nr upr.: 180/88/Pw	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień		Nr rysunku: <b>E-07</b>
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	

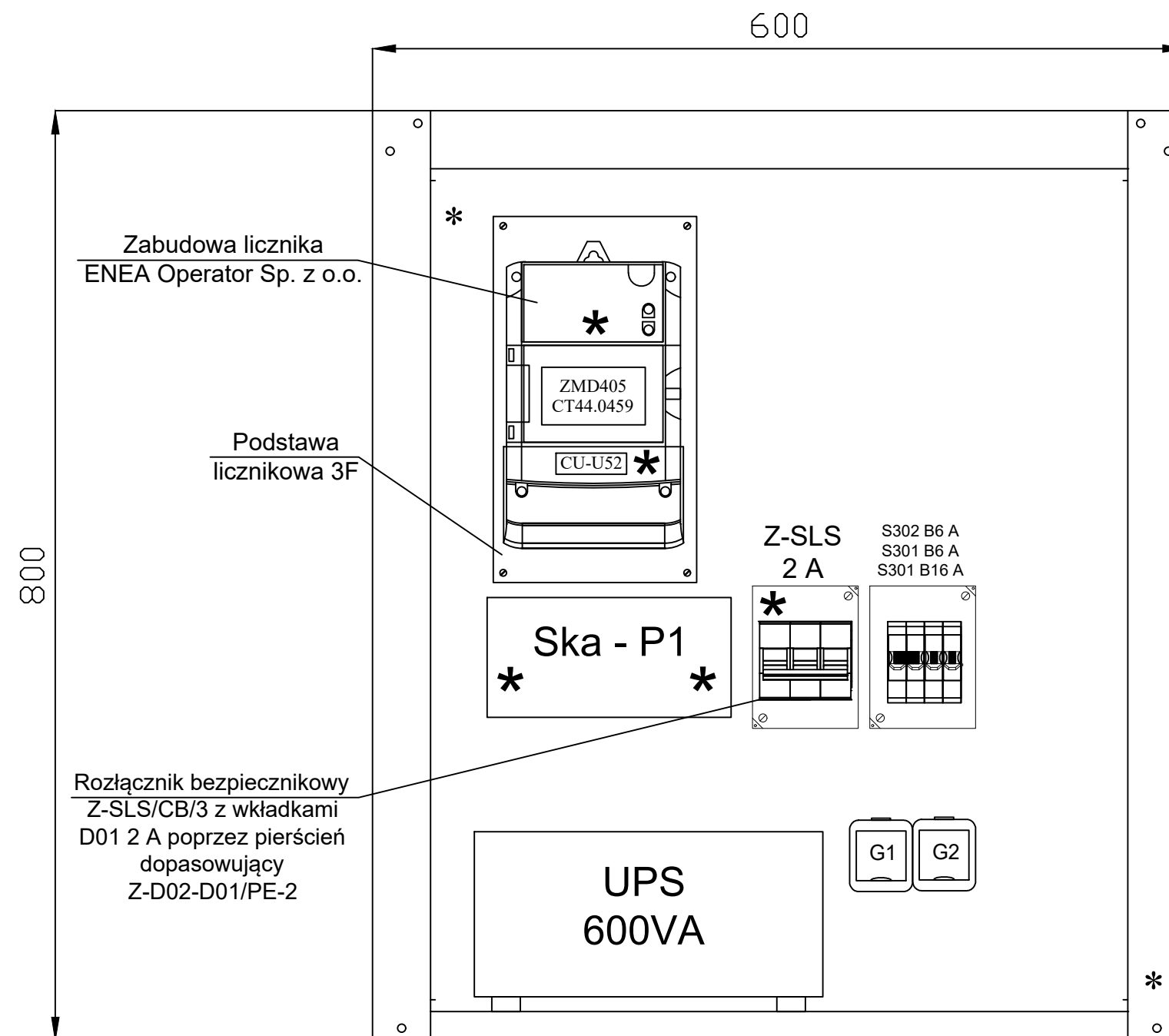
Tablica TP2 w stacji transformatorowej



UWAGI

1. Tablice licznikowe przystosować do plombowania (elementy oznaczone \*)
2. Tablicę licznikową należy opisać w sposób trwały
3. Przekładniki do układu pomiarowo-rozliczeniowego powinny posiadać świadectwo wzorcowania GUM lub akredytowanego przez PCA laboratorium.
4. Wtórne obwody pomiarowe pomiędzy przekładnikami pomiarowymi, a listwą kontrolno-pomiarową prowadzić w rurkach ochronnych typu RL PCV
5. Wtórne obwody pomiarowe należy opisać oraz trwale oznaczyć co 2 mb. na całej długości ich prowadzenia
6. Wtórne obwody pomiarowe pomiędzy listwą kontrolno-pomiarową, a zaciskami licznika energii elektrycznej należy wykonać przewodami typu DY w izolacji 750 V.
7. Gniazda serwisowe wraz z zabezpieczeniem obwodu zasilającego należy zlokalizować na tablicy licznikowej.
8. Wyjście zasilania pomocniczego zabezpieczyć wyłącznikiem dwubiegunowym S302 B6A
9. Przed odbiorem technicznym stacji transformatorowej należy dostarczyć ENEA Operator Sp. z o.o. świadectwa wzorcowania przekładników

Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15		
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62 - 300 Września	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 12.2020r.
Tytuł rysunku:	Schemat układu pomiarowo-rozliczeniowego TP2	Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Marek Piwarski Nr upr.: 180/88/Pw	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień		Nr rysunku: E-08
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	

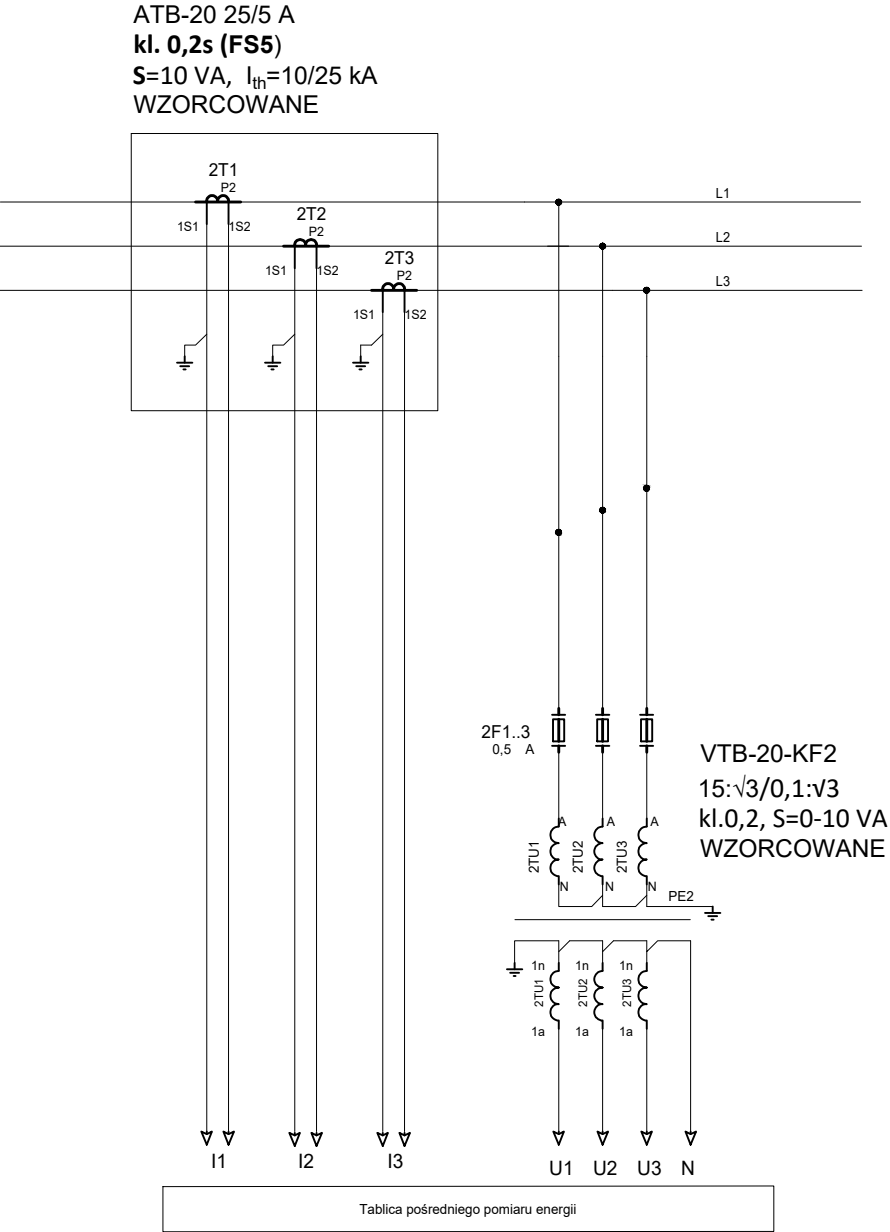


#### UWAGI

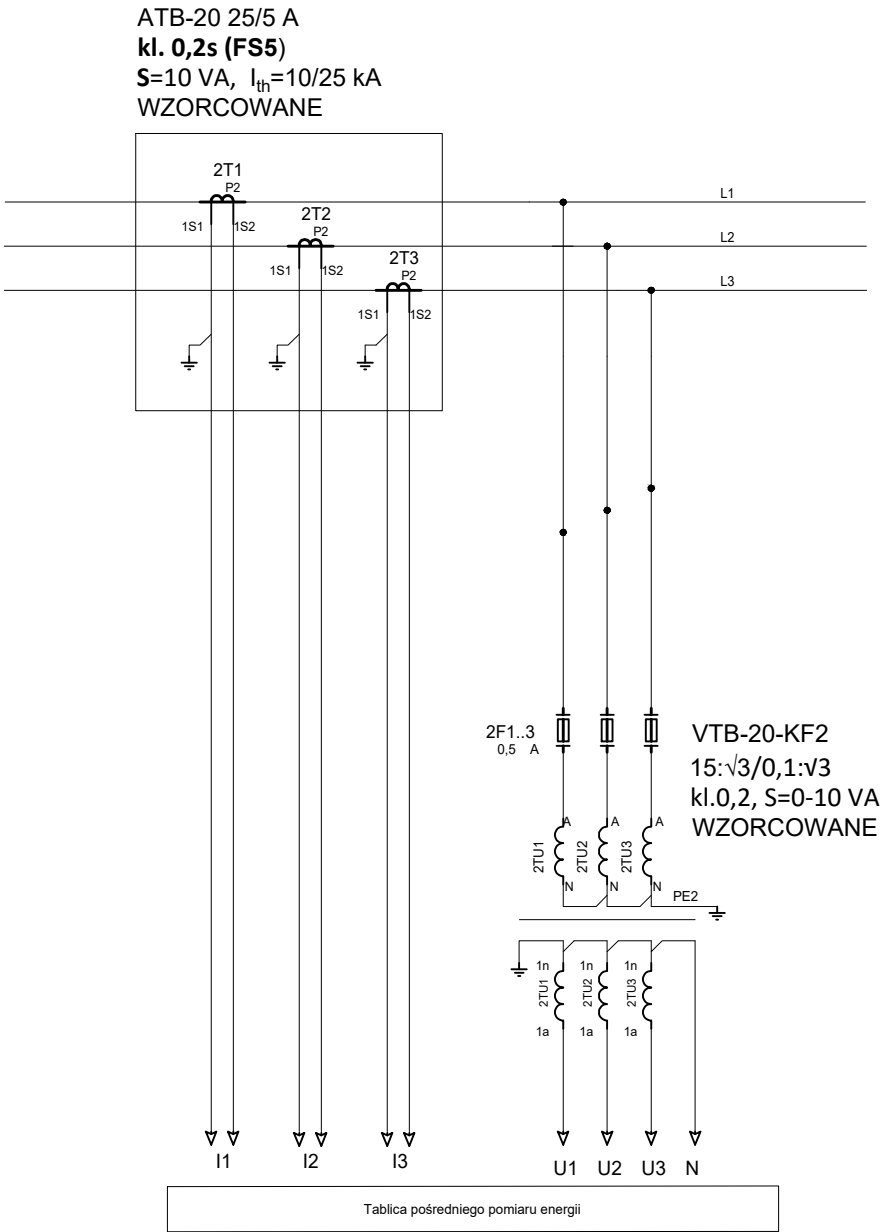
1. Tablice licznikowe przystosować do plombowania (elementy oznaczone \*).
2. Płyta montażowa powinna być uchylna i zamontowana na zawiasach w układzie pionowym.
3. Zabezpieczenie każdej fazy obwodów napięciowych licznika należy zrealizować na tablicy licznikowej i wyposażyć w wkładki bezpiecznikowe 2A/250 V/ 5 x 20 mm.
4. Licznik należy zabudować na wysokości umożliwiającej swobodną oraz bezpieczną obsługę.
5. UPS zainstalować wewnątrz tablicy licznikowej.
6. Tablicę licznikową należy opisać w sposób trwały.
7. Gniazda serwisowe wraz z zabezpieczeniem obwodu zasilającego należy zlokalizować na tablicy licznikowej.
8. Wyjście zasilania pomocniczego licznika zabezpieczyć wyłącznikiem dwubiegunowym S302 B6A.
9. ENEA Operator Sp. z o.o. dostarczy licznik wyposażony w modem CU-U52.

Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15		
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generata Sikorskiego 42 62-300 Września	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 12.2020r.
Tytuł rysunku:	Widok tablicy licznikowej TP2	Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Marek Piwarski Nr upr.: 180/88/Pw	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień		Nr rysunku: E-09
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	

Schemat przekładników prądowych i napięciowych  
do pomiaru energii w RSN1 (Sekcja 1)



Schemat przekładników prądowych i napięciowych  
do pomiaru energii w RSN2 (Sekcja 2)



Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15			
Nazwa i adres obiekту budowanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62 – 300 Września	Nr umowy:	
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 12.2020r.	
Tytuł rysunku:	Schemat przekładników pomiarowych		Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Marek Piwarski Nr upr.: 180/88/Pw	Skala:	
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień		Nr rysunku: E-10	
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska		