



®

# FIRMA KONSULTACYJNO-PROJEKTOWA GOSPODARKI WODNO-ŚCIEKOWEJ

85-065 BYDGOSZCZ, UL. CHODKIEWICZA 15, POLSKA  
tel. (52) 342 30 62, 342 99 48, fax (52) 342 04 01  
e-mail: firma@wadis.pl www.wadis.pl

**wadis** Sp. z o.o.

NIP 554-24-61-964  
REGON 092987090

KRS 0000085537  
Kapitał Zakładowy 76500 PLN

KONTO: PKO BP S.A. Bydgoszcz  
nr 81 1020 1462 0000 7502 0130 8147

Nr zlecenia: 1/2022

NAZWA ZADANIA: Roboty budowlane związane z przebudową i rozbudową oczyszczalni ścieków we Wrześni, dla zadania pod nazwą „Modernizacja, rozbudowa i przebudowa oczyszczalni ścieków we Wrześni”

NAZWA I ADRES OBIEKTU: Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni  
Generała Sikorskiego 42, 62-300 Września  
Powiat: Wrzesiński  
Gmina: Września  
Woj. Wielkopolskie

NR EWIDENCYJNY DZIAŁKI: 1320/1, 1320/5, 1320/9, 1319/2, 1319/4, 1318/3, 1321/17, 3823 ( rów melioracyjny)

KATEGORIA OBIEKTU: Kategoria XXX - obiekty służące do korzystania z zasobów wodnych, jak: ujęcia wód morskich i śródlądowych, budowle zrzutów wód i ścieków, pompownie, stacje strefowe, stacje uzdatniania wody, oczyszczalnie ścieków.

RODZAJ OPRACOWANIA: **TOM VI – SIECI I INSTALACJE ELEKTRYCZNE, WYCIĄG NR 1 - REAKTORY BIOLOGICZNE**

STADIUM DOKUMENTACJI: **Projekt wykonawczy**

INWESTOR : Przedsiębiorstwo Wod. i Kanalizacji Sp. z o.o. z siedzibą we Wrześni ul. Miłosławska 8, 62-300 Września

Urządzenia, sieci i instalacje elektryczne	Projektował:	mgr inż. Szymon Hajdasz WKP/0384 /PWOE/09 Uprawnienia w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	31.03. 2022	
	Sprawdził:	mgr inż. Jania Król 317 76/Pw Uprawnienia projektowa w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie instalacji elektrycznych	31.03. 2022	
	Opracował:	mgr inż. Przemysław Kina	31.03. 2022	

## Spis treści:

1	Przedmiot i zakres opracowania .....	4
2	Usytuowanie obiektu .....	4
3	Bilans mocy .....	4
4	Dane techniczne projektowanych instalacji .....	7
5	Sposób zasilania obiektu .....	7
5.1	Zasilanie podstawowe i rezerwowe .....	7
5.2	Rozdzielnica Główna RG. ....	7
5.3	Kompensacja mocy biernej indukcyjnej. ....	8
6	Sposoby ochrony projektowanych instalacji .....	9
6.1	Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym .....	9
6.2	Ochrona przeciwprzepięciowa .....	9
7	Instalacja oświetlenia zewnętrznego terenu oczyszczalni .....	9
8	Instalacja uziemiająca obiektu .....	9
8.1	Zestawienie materiałów .....	10
9	Kontenery obiektowe z rozdzielnicami .....	10
9.1	Zestawienie materiałów .....	10
10	Trasy kablowe obiektu .....	10
10.1	Kable układane w ziemi .....	10
10.2	Kable układane w rurach ochronnych .....	11
10.3	Kable układane w korytach kablowych .....	12
10.4	Wprowadzanie kabli do budynków .....	12
10.5	Zestawienie materiałów .....	12
11	Główna sieć komunikacyjna .....	12
11.1	Struktura systemu .....	12
11.2	Kanalizacja teletechniczna .....	13
11.3	Zestawienie materiałów .....	14
12	Układ sterowania procesem technologicznym .....	14
13	Zestawienie aparatury pomiarów analitycznych .....	16
14	Charakterystyka aparatury pomiarów analitycznych .....	17
15	Stanowisko dyspozytorskie .....	20
16	Załączniki .....	21
17	Rozdzielnica RD - Schematy elektryczne .....	22
18	Rozdzielnica R1 i R2 - Schematy elektryczne .....	22
19	Rozdzielnica RKIP - Schematy elektryczne .....	22
20	Rozdzielnica RA - Schematy elektryczne .....	22
21	Projekt stacji transformatorowej .....	22





## Spis rysunków

Lp.	Nr rys.	Temat
1.	E1	Przebieg tras kablowych w terenie.
2.	E2	Schemat technologiczny.
3.	E3	Zestawienie i rozmieszczenie kabli na obiekcie.
4.	E4	Zestawienie ilościowe kabli.
5.	E14	Schemat blokowy Rozdzielniczy Głównej RG.
6.	E15	Schemat komunikacji obiektowej.
7.	E16	Schemat struktury aparatury pomiarów analitycznych.
8.	E17	Schematy układu SZR_MAX-1SX.
9.		

## **1 Przedmiot i zakres opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji elektrycznych dla obiektu Oczyszczalnia Ścieków w m. Września. Projekt został podzielony na 3 etapy. Niniejsze opracowanie obejmuje pierwszy etap w skład którego wchodzi:

- modernizacja reaktorów R1 i R2 wraz z wymianą urządzeń technologicznych,
- modernizację stacji dmuchaw,
- modernizację pompowni osadu powrotnego i nadmiernego ob. 11,
- modernizację stacji transformatorowej wg osobnego opracowania zamieszczonego na końcu,
- wykonanie kanalizacji teletechnicznej dla całego obiektu po modernizacji,
- ułożenie bednarki Fe-Zn 30x4 jako instalacji połączeń wyrównawczych dla całego obiektu.

Celem zapewnienia wymaganej funkcjonalności oczyszczalni projektuje się następujące instalacje elektryczne:

- modernizację stacji transformatorowej z wymianą transformatorów na nowe i zwiększeniem mocy do 580kW,
- instalację rozdziału energii elektrycznej z modernizacją rozdzielnic głównej RG,
- instalację oświetlenia podstawowego i awaryjnego nowoprojektowanych budynków - kolejne etapy,
- instalację połączeń wyrównawczych dla całego obiektu,
- instalację odgromową nowoprojektowanych budynków - kolejne etapy,
- baterię kompensacji mocy biernej indukcyjnej,
- instalację nowych rozdzielnic obiektowych RA, RD, R1, R2, RKIP, oraz w kolejnych etapach RBO, ROW, RZ

## **2 Usytuowanie obiektu**

Oczyszczalnia ścieków zlokalizowana jest w miejscowości Września, województwo wielkopolskie.

## **3 Bilans mocy**

Typ rozdzielnic	Nazwa grupy odbiorników	Moc grupy odbiorników [kW]	Współczynnik jednoczesności	Moc zapotrzeb. [kW]
<b>RZ - Etap kolejny</b>	Przepustnice	2,96	0,5	1,48
	SUMA Etap 1			0
<b>RD</b>	Turbodmuchawy	264	1	264
	Dmuchawy rezerwowe	90	0	
	Stacja PIX	4	1	4
	Przepompownia ścieków własnych - <b>kolejny etap</b>	18	1	
	Potrzeby własne	4	1	4
	Suma Etap 1			272
<b>R1 + R2</b>	Kom. beztlenowa 7a	10,2	1	10,2
	Kom. niedotleniona 7b1	10,2	1	10,2
	Kom. niedotleniona 7b2	15,2	1	15,2
	Kom. nityfikacji	8	1	1
	Kom. niedotleniona	10,2	1	10,2
	SUMA Etap 1			46,8
<b>RKIP</b>	Osadniki wtórne ob. 9	2	1	2
	Pompownia osadu powrotnego i nadmiernego ob. 11	40,5	0,66	27
	Pompownia osadu wstępnego ob. 13 - <b>kolejny etap</b>	9	1	
	Pompownie ścieków oczyszczonych ob 22.1 i 22.2 - <b>kolejny etap</b>	11,8	1	
	Zasuwy w komorze KP-2 - <b>kolejny etap</b>	0,74	0,5	
	SUMA Etap 1			29

Tom III - SIECI I INSTALACJE ELEKTRYCZNE  
Projekt Wykonawczy przebudowy i rozbudowy oczyszczalni ścieków we Wrześni - Etap 1

<b>RBO- Etap kolejny</b>	Stacja zlewna osadów dowożonych	11	1	
	Zagęszczacz taśmowy + prasa taśmowa	46	1	
	Poletko osadu oświetlenie	1,1	1	
	Biofiltr	4	1	
	Zbiornik biologicznego osadu nadmiernego	1	1	
	Gniazda + oświetlenie	5	1	
	SUMA Etap 1			0
<b>ROW- Etap kolejny</b>	Zasuwy z napędem elektrycznym	1,5	0,5	
	Stacja mechanicznego oczyszczania ścieków	51,3	1	
	Osadniki wstępne nr. 1 i 2	7,2	1	
	Przepustnice przed reaktorami	0,75	0,5	
	Stacja zlewna osadów dowożonych z czyszczenia kanalizacji	17,1	1	
	Biofiltr	4	1	
	Zbiornik osadu wstępnego i zagęszczonego	1	1	
	Zasuwy w komorze pomiarowej	1,48	0,5	
	Gniazda + oświetlenie	5	1	
	SUMA Etap 1			
<b>Budynek Socjalny</b>	Potrzeby własne	15	1	15
<b>Budynek Warsztatowy</b>	Potrzeby własne	30	1	30
<b>Stacja zlewna -</b>		7,5	1	

<b>Etap kolejny</b>				
<b>Kontenery rozdzielnic</b>	Ogrzewanie, oświetlenie klimatyzacja	(1+0,1+3)x3		3
<b>SUMA ETAP 1</b>	396 kW			
<b>SUMA CAŁOŚCI</b>	605 kW			

#### 4 Dane techniczne projektowanych instalacji

Podstawowe dane techniczne zestawiono w tabeli poniżej.

System sieci	TN-S, 3L/N/PE AC
Napięcie	230/400V
Częstotliwość	50 Hz
Moc zainstalowana Etap 1	396 kW
Moc zapotrzebowana Etap 1	336 kW
Prąd znamionowy Etap 1	680 A
Moc zainstalowana całość	605 kW
Moc zapotrzebowana całość	~515 kW
Prąd znamionowy po całej modernizacji	830 A

#### 5 Sposób zasilania obiektu

##### 5.1 Zasilanie podstawowe i rezerwowe

Oczyszczalnia zasilana będzie z nowoprojektowanej stacji transformatorowej. Stacja zostanie zmodernizowana w 1 etapie. Stare transformatory wymienione zostaną na nowe o większej mocy - 2 x 630 KVA. Projekt stacji transformatorowej stanowi osobne opracowanie.

##### 5.2 Rozdzielnica Główna RG.

Rozdzielnica Główna RG zmodernizowana zostanie w 1 etapie, dzięki temu będzie przystosowana do zasilania oczyszczalni po wszystkich etapach modernizacji. Rozdzielnica RG zasilana będzie istniejącymi mostami szynowymi z nowoprojektowanych transformatorów. Rozdzielnica RG jest przeznaczona do zasilania całego obiektu w energię elektryczną, będzie ona znajdować się w Budynku Stacji Transformatorowej w pomieszczeniu rozdzielni. Obok rozdzielnic RG na ścianie zamontowane zostaną rozdzielnice z baterią kompensacji mocy biernej RK1 i RK2.

Z rozdzielnic RG będą zasilane następujące obwody:

- potrzeby własne Budynku Socjalno - Technicznego
- potrzeby własne Budynku Garażowego,
- Rozdzielnica Zasuw RZ - kolejny etap modernizacji,
- Rozdzielnica Dmuchaw RD,
- Rozdzielnica Reaktora1,
- Rozdzielnica Reaktora2,
- Istniejące obiekty gospodarki osadowej wyłączone z przebudowy i rozbudowy,
- Rozdzielnica Komór i Pompowni RKIP,
- Rozdzielnica Budynku Odwadniania RBO - kolejny etap modernizacji,
- Rozdzielnica Obróbki Wstępnej - kolejny etap modernizacji,
- Oświetlenie zewnętrzne.

W rozdzielnicie głównej wymieniony zostanie układ SZR na nowy firmy EATON. Należy go zamontować w miejsce istniejącego, który zostanie zdemontowany. W polach Nr 5 oraz 10 należy wymienić istniejące rozłączniki na nowe typu DPX-IS 250. Istniejące bezpieczniki ceramiczne należy wymienić na nowe w obudowie kompaktowej. Dodatkowo należy w torze zasilającym z transformatora nr 1 i nr 2 zainstalować analizatory parametrów sieci.

### 5.3 Kompensacja mocy biernej indukcyjnej.

Bateria kompensacyjna zostanie całościowo zmodernizowana w pierwszym etapie dzięki temu będzie przystosowana do zasilania oczyszczalni po wszystkich etapach modernizacji. Do kompensacji mocy biernej projektuje się dwie baterie kondensatorów o mocy 127,5 kvar każda firmy Zenex. Jedna bateria będzie składała się z siedmiu stopni: 2,5 + 5 + 10 + 20\*3 + 50 kvar. Baterie zabudowane będą w dedykowanych szafkach i zamocowane na ścianie na obu końcach rozdzielnic RG.

L.p.	Materiał	Nazwa	Nr katalog.	Jedn	Ilość
1.	Bateria kondensatorów 127,5	BKN	-	szt.	2
2.	MODUŁ AUTOMATYKI MAX-1SX (z panelem XV100)	MAX-1SX	SZR022	szt.	1
3.	Wyłącznik mocy 3-bieg. 1000A	NZMN4-AE1000	265760	szt.	2
4.	Rozłącznik mocy 3-bieg. 1000A BG4	N4-1000	266026	szt.	1
5.	Kasety wysuwne 3-bieg.	NZM4-XAVS	266713	szt.	3
6.	Wysuwany zespół wyłącznika 3-bieg.	NZM4-XAVE	266717	szt.	3
7.	Napęd zdalny	NZM4-XR208-240AC	266685	szt.	3
8.	Wyzwalacz wzrostowy	NZM4-XA208-250AC/DC	266451	szt.	3
9.	Element stykowy	M22-K01	216378	szt.	6
10.	Element stykowy	M22-K10	216376	szt.	3
11.	Rozłącznik izolacyjny	DPX-IS 250		szt.	8
12.	Analizator parametrów sieci z przekładnikami prądowymi 1000A	PAC 3200		szt.	2
13.	Rozłącznik bezpiecznikowy 63A	Z-SLS/CB/3	248249	szt.	8

14.	Wkładka bezpiecznikowa 63A			szt.	24
15.	Rozłącznik bezpiecznikowy 125A	22x58	SI311230	szt.	4
16.	Wkładka bezpiecznikowa 50A			szt.	12
17.	Amperomierz 1000A z przekładnikami			szt.	2
18.	Amperomierz 500A z przekładnikami			szt.	1
19.	Drzwi rozdzielnic			szt.	6

## 6 Sposoby ochrony projektowanych instalacji

### 6.1 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

#### Ochrona przed dotykiem bezpośrednim - ochrona podstawowa

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim jest realizowana poprzez zastosowanie następujących środków:

- izolowanie części czynnych będących pod napięciem,
- użyciu obudów,
- montaż i prawidłową eksploatację urządzeń różnicowo - prądowych (ochrona uzupełniająca),
- zastosowanie podwójnej lub wzmocnionej izolacji dla instalacji oświetlenia zewnętrznego.

#### Ochrona przed dotykiem pośrednim (przy uszkodzeniu)

Ochrona przed dotykiem pośrednim jest realizowana poprzez zastosowanie następujących środków:

- samoczynne wyłączenie zasilania w czasie nie przekraczającym 0,4 s, w układzie sieciowym TN-S (wszystkie części przewodzące dostępne instalacji są przyłączone do uziemionego punktu zasilania za pomocą przewodów ochronnych PE),
- urządzeń II klasy ochrony obudowy lub o izolacji równoważnej,
- połączeń wyrównawczych.

### 6.2 Ochrona przeciwprzepięciowa

Rozdzielnicę RPW projektuje się wyposażyć w ochronniki typu 1 i 2. Zastosowano ochronnik kombinowany iskiernikowo warystorowy typu 1 i 2. Ochronnik zapewnia napięciowy poziom ochrony poniżej 1,5kV.

## 7 Instalacja oświetlenia zewnętrznego terenu oczyszczalni

Istniejąca instalacja oświetleniowa obiektu pozostaje bez zmian. W okolicach nowoprojektowanego budynku mechanicznego zagęszczania, odwadniania i wapnowania osadu zostanie zaprojektowana instalacja oświetlenia zewnętrznego w następnym etapie.

## 8 Instalacja uziemiająca obiektu

Projektuje się wykonanie sieci uziemień dla całego obiektu po wszystkich etapach modernizacji. Do w/w sieci uziemień należy podłączyć instalację odgromową i połączeń



wyrównawczych Budynku Garażowego, Budynku socjalno - technicznego z laboratorium, Budynku mechanicznego zagęszczania, odwadniania i wapnowania osadu - kolejny etap, Stacji mechanicznego oczyszczania ścieków - kolejny etap, Stacji zlewnej dowożonych osadów z czyszczenia kanalizacji - kolejny etap, nowoprojektowanych kontenerów wyposażonych w rozdzielnice zasilające urządzenia technologiczne oraz pozostałe obiekty. Dzięki takiej sieci otrzymamy niską wartość rezystancji uziemienia. Niemniej nie powinna ona być większa od  $10\Omega$ . Przewody zewnętrznej sieci uziemienia powinny być zakopane nie płycej niż 0,6m od powierzchni gruntu w odległości nie mniejszej niż 1m od każdego budynku. Zaprojektowane uziomy otokowe dla budynków oraz pozostałych obiektów powinny być połączone z główną siecią uziemiającą co najmniej w dwóch miejscach. Miejsca spawane należy zabezpieczyć antykorozyjnie. Przewody uziemiające instalacji odgromowych zabezpieczyć farbą antykorozyjną do głębokości 0,3m i wysokości 0,3m nad ziemią. Instalacja uziemiająca obiektu pokazana została na Rys. E1.

### 8.1 Zestawienie materiałów

L.p.	Materiał	Nazwa	Nr katalog.	Jedn	Ilość
1.	Bednarka Fe Zn 30x4	-	-	m	1800
2.					

## 9 Kontenery obiektowe z rozdzielnicami

Dla komfortu obsługi instalacji elektrycznych w lecie i w zimie oraz dla ochrony rozdzielnic przed szkodliwymi wyziewami projektuje się 3 kontenery (2 w kolejnych etapach) przeznaczone do zainstalowania wewnątrz rozdzielnic obiektowych KRKIP, KROW - kolejny etap, KRZ - kolejny etap. W kontenerach należy zainstalować 2 lampy LED, grzejnik elektryczny 1kW oraz klimatyzator 3kW.

### 9.1 Zestawienie materiałów

L.p.	Materiał	Nazwa	Nr katalog.	Jedn	Ilość
1.	Lampa TYTAN LED 1150 mm 7400 lm IP66 840 (46W) LENA LIGHTING S. A.		906459	szt.	2
2.	Grzejnik elektryczny T17 1000W	THERMOVAL		szt.	1
3.	Klimatyzator kanałowy Daikin FDXM 3kW			szt.	1
4.	Wyłącznik jednobiegunowy IP55	Plexo	069711	szt.	

## 10 Trasy kablów obiektu

### 10.1 Kable układane w ziemi

Przed przystąpieniem do wykonania wykopów należy sprawdzić, czy w jego strefie nie znajdują się urządzenia podziemne. Ewentualne kolizje należy usunąć lub istniejące urządzenie zabezpieczyć przed uszkodzeniem. Rowy pod kable należy wykonywać za pomocą sprzętu

mechanicznego lub ręcznie, w zależności od warunków terenowych i podziemnego uzbrojenia terenu, po uprzednim wytyczeniu ich tras. Układanie kabli powinno być wykonywane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Ponadto, przy układaniu powinny być zachowane środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się w pobliżu wykonywanych robót. Podczas przechowywania, układania i montażu, końce kabla należy zabezpieczyć przed wilgocią oraz wpływami chemicznymi i atmosferycznymi. Temperatura otoczenia i kabla przy układaniu nie powinna być niższa niż 0°C – w przypadku kabli o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych. Zabrania się podgrzewania kabli ogniem. Przy układaniu kabli można zginać kabel tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży zgodnie z zaleceniami producenta.

Kable należy układać na dnie rowu na głębokości 0,7m. Kable należy zasypywać warstwą piasku o grubości, co najmniej 25 cm, a następnie przykryć folią z tworzywa sztucznego. Odległość folii od kabla powinna wynosić, co najmniej 25 cm. Grunt należy zagęszczać warstwami, co 20 cm. Teren po wykopach należy starannie wyrównać i zagrabić oraz przywrócić do stanu pierwotnego.

Kable powinny być ułożone w rowie linią falistą z zapasem ( od 1 do 3 % długości wykopu ), wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Skrzyżowania kabli między sobą należy wykonać tak, aby kabel wyższego napięcia był zakopany głębiej niż kabel niższego napięcia, a linia elektroenergetyczna sygnalizacyjna głębiej niż linia telekomunikacyjna.

Zaleca się krzyżować kable z urządzeniami podziemnymi pod kątem zbliżonym do 90° i w miarę możliwości w największym miejscu krzyżowanego urządzenia. Każdy z krzyżujących się kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożony bezpośrednio w gruncie powinien być chroniony przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości po 50 cm w obie strony od miejsca skrzyżowania. Przy skrzyżowaniu kabli z rurociągami podziemnymi zaleca się układanie kabli nad rurociągami.

## **10.2 Kable układane w rurach ochronnych**

Przy skrzyżowaniach z urządzeniami podziemnymi kabel należy prowadzić w przepustach kablowych. Przepusty kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych, z tworzyw sztucznych lub stali, wytrzymałych mechanicznie, chemicznie i odpornych na działanie łuku elektrycznego.

Dla ochrony kabla układanego w ziemi stosować polietylenowe rury typu DVK, dla ochrony kabla wyprowadzonego na zewnątrz rury odporne na działanie promieni UV.

Układanie rur ochronnych wykonać zgodnie z zaleceniami producenta. Głębokość ułożenia rur mierzona od powierzchni terenu do górnej powierzchni rury powinna wynosić:

50cm – przy układaniu kabla pod chodnikami

70cm – przy układaniu kabla w terenie bez nawierzchni

100cm - przy układaniu kabla w częściach dróg i ulic przeznaczonych do ruchu kołowego.

Rury ochronne w jednym wykopie powinny być ułożone w jednej warstwie obok siebie. Przy wciąganiu kabla do rur ochronnych należy zwrócić uwagę, aby średnica wewnętrzna rury ochronnej była nie mniejsza niż 1.5 krotna zewnętrzna średnica kabla. Kable w miejscach wprowadzania i wyprowadzania z rur ochronnych nie powinny opierać się o krawędzie otworów. Wprowadzenia i wyprowadzenia powinny być uszczelnione. Zaleca się wykonanie wypełnień z pianki uszczelniającej. Po ułożeniu rur, ich końce należy uszczelnić w celu zabezpieczenia przed dostaniem się wilgoci oraz zamuleniem.

### 10.3 Kable układane w korytach kablowych

Kable zasilające i sterownicze do urządzeń zamontowanych w reaktorach należy układać w korytach kablowych montowanych do betonowych ścian reaktorów. Istniejące koryta na istniejącym reaktorze należy zdemontować. Koryta montować na dedykowanych wspornikach. Koryta będą wyposażone w pokrywy. Do układania kabli wykorzystać koryta szerokości 200.

### 10.4 Wprowadzanie kabli do budynków

Kable przy wprowadzaniu do budynku winny być zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi. Osłona w postaci rury powinna mieć średnicę wewnętrzną równą, co najmniej 1.5 krotnej średnicy zewnętrznej kabla. Po wciągnięciu kabla przez rurę do wnętrza pomieszczenia oba końce rury należy uszczelnić za pomocą pianki. Sposób oznaczenia wszystkich kabli należy uzgodnić z zamawiającym.

### 10.5 Zestawienie materiałów

L.p.	Materiał	Nazwa	Nr katalog.	Jedn	Ilość
1.	Koryto siatkowe ze stali kwas. 200 mm KDS200H60/3-E	Baks	970120	m	200
2.	Pokrywa koryta PKRS200/3-E	Baks	900120	m	200
3.	Zapinka do pokrywy ZPNH80-E	Baks	185100	m	120
4.	Uchwyt śrubowy USSN/USSO	Baks	900201	Szt.	240
5.	Wysięgnik WWSS200-E	Baks	900720	Szt.	150
6.					

## 11 Główna sieć komunikacyjna

### 11.1 Struktura systemu

Docelowo po zakończeniu wszystkich etapów modernizacji główną sieć komunikacyjną obiektu stanowić będzie struktura połączeń światłowodowych w topologii pierścienia, składająca się z 8 węzłów. W 1 etapie modernizacji będzie to 5 węzłów. Struktura połączeń została przedstawiona na rysunku E15. Przewiduje się zastosowanie kabla światłowodowego, jednomodowego 8-włókien 9/125µm.

W każdym węźle projektuje się przetącznicę światłowodową typu WallBOX 24 o parametrach:

- 2 x tacka na 12 spawów,

- ilość spawów – 24 szt,
- pola komutacji – 24 szt,
- pokrywa z pleksi zabezpieczająca pole spawów przetłaczniczy,
- ilość wejść kabla liniowego – 4szt,
- przepust szczotkowy wyjścia patchcordów,
- wymiary 340x350x60mm .

oraz switch zarządzalny o parametrach:

- switch w wykonaniu przemysłowym,
- obsługa protokołu redundancji SW-Ring,
- 8 portów Ethernet RJ45 10/100Base-T(X),
- 2 porty Gigabit SFP,
- 2 x przemysłowy moduł Gigabit SFP, jednomodowy, 1310nm, Duplex LC Conector,
- zasilanie 12-48 VDC,
- zakres temperatury pracy -40 do 75 st. C

## **11.2 Kanalizacja teletechniczna**

Na oczyszczalni projektuje się kanalizację teletechniczną wykonaną z rur osłonowych kabla optycznego OPTO HDPE 40x3,7. W pierwszym etapie projektuje się wykonanie całej kanalizacji na obiekcie również do obiektów, które będą wykonywane w kolejnych etapach. W miejscach rozgałęzień, zmiany kierunku przebiegu trasy oraz podejść do obiektów budowlanych należy zamontować studnie kablowe. Mapa kanalizacji teletechnicznej i rozmieszczenie studni kablowych zostały przedstawione na rysunki E1.

Na każdym odcinku należy ułożyć po dwie rury osłonowe (jedna rezerwowa). Rury OPTO należy układać na dnie rowu na głębokości 0,7m, zasypywać warstwą piasku o grubości, co najmniej 25 cm, a następnie przykryć taśmę ostrzegawczą koloru pomarańczowego z napisem „uwaga kabel telekomunikacyjny”. Grunt należy zagęszczać warstwami, co 20 cm. Teren po wykopach należy starannie wyrównać i zagrabić oraz przywrócić do stanu pierwotnego.

### 11.3 Zestawienie materiałów

L.p.	Materiał	Nazwa	Nr katalog.	Jedn	Ilość
1.	Rura OPTO HDPE 40x3,7	KOPOS	OPTO HDPE 40x3,7	m	3600
2.	Kabel światłowodowy 8E 9/125um	DRAKA		m	1800
3.	Studnia kablowa SK-1 typ lekki A15	Styrobud		Szt.	19
4.	Studnia kablowa SK-2 typ lekki A15	Styrobud		Szt.	1
5.	Studnia kablowa SK-2 typ ciężki D400	Styrobud		Szt.	2
6.	Przetącznica naścienna WallBOX24	Cellco		Szt.	5
7.	Switch zarządzalny na szynę DIN, 8x RJ45, 2xGigabit SFP			Szt.	5

## 12 Układ sterowania procesem technologicznym

Przebieg procesu technologicznego nadzorowany będzie docelowo przez sześć głównych sterowników PLC. W pierwszym etapie projektuje się trzy sterowniki. Każdy ze sterowników zbiera informacje o: stanie urządzeń wykonawczych, stanie urządzeń wyposażonych w lokalny (fabryczny) układ sterowania oraz wartościach pomiarów wielkości fizycznych i fizyko-chemicznych zlokalizowanych w przypisanym obszarze. Sterowniki wymieniają między sobą informacje za pośrednictwem światłowodowej sieci komunikacyjnej w standardzie Ethernet. Jako sterowniki główne projektuje się PLC typu ET 200SP wyposażone w odpowiednią liczbę modułów I/O oraz moduł komunikacji Profibus DP. Przy każdym z głównych PLC zabudowany zostanie panel operatorski o przekątnej minimum 10" służący do bieżącego podglądu stanu obiektu.

Projektowane urządzenia dostarczane z lokalnym (fabrycznym) układem sterowania należy wyposażyć w port komunikacji Ethernet.

Przetworniki pomiarów analitycznych należy wyposażyć w port komunikacji Ethernet.

Przepływomierze, przetwornice częstotliwości, napędy regulacyjne zasuw i przepustnice należy wyposażyć w port komunikacji Profibus DP.

Podział obszarów Nadzorowanych przez poszczególne sterowniki:

1) Sterownik PLC znajdujący się w rozdzielnicy RD(Obiekt 19) obejmuje:

- Obiekt nr 7 – Reaktory biologiczne,
- Obiekt nr 12 – Stacja dozowania koagulantu PIX,
- Obiekt nr 19 – Stacja dmuchaw,
- Obiekt nr 20 – Zbiornik magazynowy koagulantu,
- Obiekt nr 22 –Zestaw hydroforowy ZH1 i przepompownia wody technologicznej - dla przepompowni kolejny etap.

2) Sterownik PLC znajdujący się w rozdzielnicy RKIP (Obiekt 10) obejmuje:

- Obiekt nr 9 – Osadniki wtórne,
- Obiekt nr 10 – Odpływ ścieków oczyszczonych,
- Obiekt nr 11 – Przepompownia osadu powrotnego i nadmiernego,
- Obiekt nr 13 – Przepompownia osadu wstępnego i odcieków - kolejny etap,
- Komora pomiarowa KP-2,
- Komora pomiarowa KP-3 - kolejny etap.

6) Sterownik PLC znajdujący się w rozdzielnicy RG (Obiekt 29) obejmuje monitoring zasilania i pracy SZR.

Oprócz nowoprojektowanych sterowników na oczyszczalni znajdują się istniejące w instalacjach, które będą modernizowane w następnych etapach. Jeśli zamawiający dysponuje kodami źródłowymi istniejących sterowników oraz istniejące sterowniki swoim zaawansowaniem technologicznym pozwolą na włączenie do nowoprojektowanej SCADY (podłączenie po Ethernetie z nowymi sterownikami) to przyszły wykonawca powinien je włączyć do nowoprojektowanego systemu wizualizacji.

13 Zestawienie aparatury pomiarów analitycznych

Obiekt	Oznaczenie	Typ urządzenia	Mierzona wielkość	Przetwornik	Sygnał	Uwagi
Obiekt nr 7	A17.1.1	Sonda Redox	Redox – Reaktor 1 komora 7a	Przetwornik z obsługą do 20 sond pomiarowych	Ethernet	
	A17.1.2	Sonda Redox	Redox – Reaktor 1 komora 7b1			
	A17.1.3	Sonda Redox	Redox – Reaktor 1 komora 7b2			
	A17.1.4	Sonda Redox	Redox – Reaktor 1 komora 7c			
	A17.1.5	Sonda optyczna O2	O2 – Reaktor 1 komora 7c			
	A17.1.6	Sonda optyczna gęstości	gęstość – Reaktor 1 komora 7c			
	A17.1.7	Sonda jonoselektywna NH4-N	NH4-N – Reaktor 1 komora 7c			
	A17.1.8	Sonda Redox	Redox – Reaktor 1 komora 7d			
	A17.1.9	Sonda Redox	Redox – Reaktor 1 komora 7e			
	A17.1.10	Sonda optyczna O2	O2 – Reaktor 1 komora 7e			
Obiekt nr 7	A17.2.1	Sonda Redox	Redox – Reaktor 2 komora 7a	Przetwornik z obsługą do 20 sond pomiarowych	Ethernet	
	A17.2.2	Sonda Redox	Redox – Reaktor 2 komora 7b1			
	A17.2.3	Sonda Redox	Redox – Reaktor 2 komora 7b2			
	A17.2.4	Sonda Redox	Redox – Reaktor 2 komora 7c			
	A17.2.5	Sonda optyczna O2	O2 – Reaktor 2 komora 7c			
	A17.2.6	Sonda optyczna gęstości	gęstość – Reaktor 2 komora 7c			
	A17.2.7	Sonda jonoselektywna NH4-N	NH4-N – Reaktor 2 komora 7c			
	A17.2.8	Sonda Redox	Redox – Reaktor 2 komora 7d			
	A17.2.9	Sonda Redox	Redox – Reaktor 2 komora 7e			
	A17.2.10	Sonda optyczna O2	O2 – Reaktor 2 komora 7e			
Obiekt nr 11	13U2	Sonda hydrostatyczna	Poziom w przep. osadu powrotnego	-	4-20 mA	
	AT11.1	Sonda optyczna gęstości	gęstość – Osadu nadmiernego	Przetwornik 2 kantowy	Ethernet	
KP-2	WKP2.1	Przepływomierz elektromagnetyczny	Recyrkulacja zewnętrzna – reaktor 1	Wersja rozłączna	Profibus DP	
	WKP2.2	Przepływomierz elektromagnetyczny	Recyrkulacja zewnętrzna – reaktor 2	Wersja rozłączna	Profibus DP	
Obiekt nr 10	W10.1	Przepływomierz do pomiaru w kanale otwartym	Pomiar przepływu ścieków oczyszczonych	Wersja rozłączna	Profibus DP	
Kontener RKIP	AT22.1	Analizator NH4	Pomiar NH4 ścieków oczyszczonych	Przetwornik 4-kantowy	Ethernet	
	AT22.2	Analizator PO4	Pomiar PO4 ścieków oczyszczonych			
Obiekt nr 22	AT22.3	Sonda optyczna pomiaru NO3	Pomiar NO3 ścieków oczyszczonych			

## 14 Charakterystyka aparatury pomiarów analitycznych

1) Projektuje się system pomiarowy dla reaktora nr 1 i analogicznie nr 2 oparty na przetworniku o następujących cechach charakterystycznych:

- System przetwornika musi mieć charakter modułowy z możliwością rozbudowy przy zastosowaniu modułów łączonych w sieć szeregowo lub równolegle,
- Panele operatorskie z funkcją kontrolera głównego i kontrolerów awaryjnych,
- System przetwornika musi posiadać funkcję podtrzymania pracy systemu w momencie awarii głównego przetwornika (kontrolera),
- Przetwornik musi posiadać funkcję „back up” umożliwiającą przejęcie kontroli przez kolejny element systemu w razie awarii przetwornika i utrzymanie ciągłości działania układu pomiarowego,
- Przenośny wyświetlacz LCD,
- Interfejs USB umożliwiający zgrywanie danych i aktualizację oprogramowania przetwornika,
- Przetwornik wielokanałowy z możliwością wpięcia do 20 sond pomiarowych,
- Możliwość podłączenia sond mierzących różne parametry,
- Przetwornik przystosowany do wymiennej konfiguracji sond cyfrowych,
- Podłączenie sond pomiarowych do przetwornika 2-żyłowym kablem zasilająco-sygnałowym,
- Komunikacja protokołem Ethernet,
- Temperatura pracy: od - 20°C do + 55°C,
- Stopień ochrony: IP66,
- Brak elementów zużywających się mechanicznie np. wentylator
- Centralne zasilanie całej sieci przetworników (230 V),
- Menu w języku polskim.

2) Dla pomiarów gęstości oraz pomiarów ścieków oczyszczonych projektuje się przetworniki pomiarowe o następujących cechach charakterystycznych:

- Zintegrowany kolorowy wyświetlacz LCD,
- Interfejs USB umożliwiający zgrywanie danych i aktualizację oprogramowania przetwornika,
- Przetwornik wielokanałowy z możliwością wpięcia do 4 sond pomiarowych,
- Możliwość podłączenia sond mierzących różne parametry,
- Przetwornik przystosowany do wymiennej konfiguracji sond cyfrowych,
- Podłączenie sond pomiarowych do przetwornika 2-żyłowym kablem zasilająco-sygnałowym,
- Radiowy moduł przetwornika zapewniający połączenie (bezprzewodowe) sond na osadnikach wtórnych z przetwornikiem o zasięgu do 100 m,
- Komunikacja radiowa i protokołem Ethernet,
- Temperatura otoczenia: - 20°C do + 55°C,
- Stopień ochrony: IP67,
- Zasilanie: 230 V,
- Menu w języku polskim.



3) Sondy do pomiaru potencjału redoks – charakterystyka:

- Sonda uniwersalna mV/pH z wymienną elektrodą mV,
- Metoda pomiarowa: potencjometryczna za pomocą elektrody kombinowanej,
- Elektroda: kombinowana platynowa z elektrolitem polimerowym i podwójną diafragmą otworową,
- Żywotność elektrody w ściekach komunalnych: co najmniej 12 miesięcy,
- Zintegrowany czujnik temperatury,
- Brak specyficznych wymagań odnośnie pozycji pracy sondy,
- Zakres pomiarowy: od -2000 mV do +2000 mV oraz od -5°C do +60°C,
- Zakres pomiarowy elektrody: od -2000 do +2000 mV,
- Temperatura pracy: od 0°C do 45°C,
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego,
- Odkręcany kabel z wodoszczelnym złączem uniwersalnym (IP 68, do 10 bar),
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna 1.4571.

4) Sondy do pomiaru tlenu rozpuszczonego – charakterystyka:

- Sonda pomiarowa nie wymagająca kalibracji,
- Skalibrowana fabrycznie, wymienna główka pomiarowa z wbudowanym chipem zawierającym dane kalibracyjne,
- Ścięta (nachylona pod kątem) główka pomiarowa dla zwiększenia dokładności pomiaru,
- Minimalna żywotność główki pomiarowej w ściekach komunalnych: 24 miesiące,
- Metoda pomiarowa: optyczna, bazująca na fotoluminescencji w świetle zielonym,
- Brak specyficznych wymagań odnośnie pozycji pracy sondy,
- Zakres pomiarowy tlenu rozpuszczonego: od 0,00 do 20,00 mg O<sub>2</sub>/l,
- Zintegrowany czujnik temperatury,
- Zakres pomiarowy temperatury: od -5°C do +45°C,
- Temperatura pracy: od 0°C do +45°C,
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego,
- Odkręcany kabel z wodoszczelnym złączem uniwersalnym (IP 68, do 10 bar),
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna 1.4571.

5) Sondy do pomiaru gęstości – charakterystyka:

- Sonda nie wymagająca kalibracji z możliwością wprowadzenia własnej kalibracji wielopunktowej (od 1 do 8 punktów),
- Materiał okna pomiarowego: szkło szafirowe,
- Zintegrowany system czyszczenia ultradźwiękami,
- Brak specyficznych wymagań odnośnie pozycji pracy sondy,
- Brak elementów eksploatacyjnych i konieczności przeprowadzania regularnych przeglądów,
- Metoda pomiaru optyczna - pomiar światła rozproszonego,
- Pomiar pod kątem 60°,
- Zakres pomiarowy (przetaczany automatycznie): od 0 do 1000 g/l,

- Temperatura pracy: od 0°C do 45°C,
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego,
- Odkręcany kabel z wodoszczelnym złączem uniwersalnym (IP 68, do 10 bar),
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna 1.4571.

6) Sonda jonoselektywna do pomiaru amoniaku – charakterystyka:

- Sonda wyposażona w elektrody: pomiarowa  $\text{NH}_4\text{-N}$ , kompensacyjna  $\text{K}^+$  oraz odniesienia (jedna dla 2 mierzonych parametrów),
- Automatyczna kompensacja jonów potasowych (kompensacja krosowa),
- Wbudowane dwie krzywe kalibracyjne (tzw. „dolną” i „górną”) dla zwiększonej dokładności pomiaru przy niskich stężeniach badanych parametrów,
- Elektrody pomiarowe wkręcane bezpośrednio w sondę,
- Możliwość wymiany tylko jednej elektrody w celach obsługowych lub w przypadku awarii jednej z elektrod,
- Elektroda referencyjna z porowatą membraną PVDF,
- Brak specyficznych wymagań odnośnie pozycji pracy sondy,
- Żywotność elektrod w ściekach komunalnych: co najmniej 12 miesięcy,
- Metoda pomiarowa: jonoselektywna,
- Zakresy pomiarowe: od 0,1 do 2000 mg  $\text{NH}_4\text{-N/l}$  oraz od 1,0 do 1000 mg  $\text{K}^+/\text{l}$ ,
- Dokładność pomiaru: maksymalnie  $\pm 5\%$  mierzonej wartości,
- Temperatura pracy: od 0°C do +40°C,
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego,
- Odkręcany kabel z wodoszczelnym złączem uniwersalnym (IP 68, do 10 bar),
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna 1.4571 oraz tworzywa sztuczne odporne na korozyjne działanie ścieków.

7) Sonda do pomiaru azotanów w ściekach oczyszczonych – charakterystyka:

- Sonda pomiarowa nie wymagająca kalibracji, z możliwością wprowadzenia 2 punktów użytkownika definiujących nachylenie charakterystyki oraz jej przesunięcie,
- Brak elementów eksploatacyjnych i konieczności przeprowadzania regularnych przeglądów.
- Metoda pomiarowa: optyczna - pomiar absorbancji z automatyczną kompensacją mętności,
- Brak specyficznych wymagań odnośnie pozycji pracy sondy,
- Szerokość szczeliny pomiarowej: 5 mm,
- Materiał okna pomiarowego: szkło szafirowe
- Zakres pomiarowy: od 0,00 do 20,00 mg  $\text{NO}_x\text{-N/l}$ ,
- Temperatura pracy: od 0°C do +40°C,
- Maksymalny dopuszczalny przepływ: 3 m/s
- Automatyczne czyszczenie sondy za pomocą zintegrowanej myjki ultradźwiękowej lub sprężonym powietrzem,
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego,
- Odkręcany kabel z wodoszczelnym złączem uniwersalnym (IP 68, do 10 bar),
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna 1.4571 oraz tworzywo sztuczne odporne na korozyjne działanie ścieków.

8) Stacjonarny analizator fosforanów – charakterystyka:

- Analizator 1-kanalowy z możliwością rozbudowy do 2-kanalów pomiarowych,
- Metoda pomiarowa fotometryczna wanadowo-molibdenianowa (metoda żółta),
- Zakres pomiarowy: od 0,02 do 15,00 mg PO<sub>4</sub>-P/l,
- Maksymalny błąd pomiaru: 2% zakresu pomiarowego,
- Temperatura pracy: od -20°C do +45°C,
- Kalibracja ręczna lub automatyczna (1- lub 2- punktowa z możliwością regulacji),
- Zintegrowana pompka doprowadzającą próbkę do analizatora z układem filtracji,
- Automatyczne czyszczenie,
- Reagenty chemiczne dostarczane w woreczkach pakowanych próżniowo ze złączem umożliwiającym łatwą i bezpieczną ich wymianę,
- Podłączenie bezpośrednio do uniwersalnego przetwornika,
- Analizator montowany bezpośrednio na obiekcie z obudową odporną na promienie UV oraz wyposażoną w system ogrzewania i chłodzenia (wentylator),
- Kompletny zestaw odczynników chemicznych na okres 12 miesięcy działania analizatora przy interwale pomiarowym 10 min,
- Zestaw części zużywających się na okres 12 miesięcy użytkowania analizatora,

9) Stacjonarny analizator amoniaku – charakterystyka:

- Metoda pomiarowa fotometryczna błękitu indofenolowego (metoda niebieska),
- Zakres pomiarowy od 0,02 do 20,00 mg NH<sub>4</sub>-N/l,
- Maksymalny błąd pomiaru: 3% zakresu pomiarowego,
- Temperatura pracy: od -20°C do +45°C,
- Kalibracja ręczna lub automatyczna (1- lub 2- punktowa z możliwością regulacji),
- Zintegrowana pompka doprowadzającą próbkę do analizatora z układem filtracji,
- Automatyczne czyszczenie
- Reagenty chemiczne dostarczane w woreczkach pakowanych próżniowo ze złączem umożliwiającym łatwą i bezpieczną ich wymianę,
- Podłączenie bezpośrednio do uniwersalnego przetwornika,
- Analizator montowany bezpośrednio na obiekcie z obudową odporną na promienie UV oraz wyposażoną w system ogrzewania i chłodzenia (wentylator),
- Kompletny zestaw odczynników chemicznych na okres 12 miesięcy działania analizatora przy interwale pomiarowym 10 min,
- Zestaw części zużywających się na okres 12 miesięcy użytkowania analizatora,

## 15 Stanowisko dyspozytorskie

Istniejący system wizualizacji jest podzielony na 2 niewspółpracujące ze sobą systemy. Docelowo projektuje się zastąpienie istniejących systemów jednym obejmującym cały obiekt oczyszczalni ścieków. Na czas przejściowy pomiędzy kolejnymi modernizacjami na oczyszczalni będą współistnieć 3 systemy.

W ramach inwestycji należy dostarczyć licencję w wersji RUNTIME i DEVELOPMENT oprogramowania wizualizacyjnego o wielkości zapewniającej włączenie całości oczyszczalni.

Przewiduje się wykorzystanie oprogramowania wizualizacyjnego SCADA oparte jest o licencjonowany system dostępny na polskim rynku, a w ramach inwestycji należy dostarczyć zamawiającemu wszystkie narzędzia programistyczne i rozwojowe. Należy użyć oprogramowania, którego dystrybutorem na polskim rynku jest firma posiadająca szerokie grono integratorów systemów wizualizacyjnych.

Nowe stanowisko dyspozytorskie składać się będzie z:

1) Komputer PC o parametrach minimalnych:

- Procesor Intel® Core™ i5-10600 lub odpowiednik, liczba rdzeni/wątków 6/12, taktowanie bazowa/turbo 3,30 GHz / 4,80 GHz, pamięć Cache 12MB
- Pamięć RAM 2x16GB DDR4 2933 MHz
- Dyski twarde 2x 1TB SSD SATA III
- Karta graficzna z obsługą 4 monitorów, 2 GB GDDR5
- Dodatkowa karta sieciowa PCI-E (10/100/1000Mbit)
- System operacyjny Windows 10 Pro
- Oprogramowanie MS Office
- Oprogramowanie antywirusowe

2) Monitor z matrycą 55" w technologii IPS, 1920x1080 wyposażony w trzy wejścia sygnału: analogowe VGA oraz cyfrowe HDMI i DisplayPort oraz hub USB. Stopka z regulacją wysokości i funkcją obrotu do trybu portretowego.

3) Drukarka ledowa A4 color, Prędkość druku mono: 18str/min , Prędkość druku kolor: 18str/min , Rozdzielczość mono: 2400x600dpi , Kolor: 2400x600dpi , A4, Interfejs USB 2.0, WiFi,

## 16 Załączniki

- Załącznik 1  
Decyzja o stwierdzeniu przygotowania zawodowego w funkcji projektanta instalacji elektrycznych wraz z aktualnym potwierdzeniem przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa. Projektant: Szymon Hajdasz.
- Załącznik 2  
Decyzja o stwierdzeniu przygotowania zawodowego w funkcji sprawdzającego instalacji elektrycznych wraz z aktualnym potwierdzeniem przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa. Sprawdzający: Janina Król.

- 17 Rozdzielnica RD - Schematy elektryczne**
- 18 Rozdzielnica R1 i R2 - Schematy elektryczne**
- 19 Rozdzielnica RKIP - Schematy elektryczne**
- 20 Rozdzielnica RA - Schematy elektryczne**
- 21 Projekt stacji transformatorowej**

## 22 Wykaz podstawowych norm i przepisów

- PN SEP-E-004 - Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-HD 60364-1- Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część:1 Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje.
- PN-IEC 60364-3 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ustalanie ogólnych charakterystyk.
- PN-HD 60364-4-4 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
- PN-HD 60364-4-42- Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed skutkami oddziaływania ciepłego.
- PN-HD 60364-4-43- Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- PN-HD 60364-5-51- Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Postanowienia ogólne.
- PN-HD 60364-5-52- Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprzewodowanie.
- PN-IEC 60364-5-523- Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.
- PN-HD 60364-4-41- Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
- PN-HD 60364-4-443- Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi -- Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- PN-HD 60364-5-54- Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Układy uziemiające i przewody ochronne.
- PN-HD 60364-6- Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Cz 6. Sprawdzanie.
- PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa. Część 1. Zasady ogólne.
- PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa. Część 2. Zarządzanie ryzykiem.
- PN-EN 62305-3 Ochrona odgromowa. Część 3. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- PN-EN 62305-4 Ochrona odgromowa. Część 4. Urządzenie elektryczne i elektroniczne w obiektach.
- PN-HD 60364-7-714 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-714: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Instalacje oświetlenia zewnętrznego.

# **PROJEKT STACJI TRANSFORMATOROWEJ**

## 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 rozłączniko-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 trójzwojennych 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 rozdzielnicach 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  $\phi=17,2$  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 Przeciwpowozarowy wyl4cznik pr4du

Instalacja elektryczna wykonana zostanie z zastosowaniem przeciwpowozarowego wyl4cznika pr4du zgodnie z PN oraz Warunkami technicznymi jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Przeciwpowozarowy wyl4cznik pr4du będzie odcinał dopływ pr4du do wszystkich obwodów, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urz4dzenia, których funkcjonowanie jest niezbędzne podczas powozaru. Przeciwpowozarowy wyl4cznik pr4du zostanie umieszczony przy wejściu do stacji transformatorowej i odpowiednio oznakowany.

## 10 Pomiary i próby odbiorcze

Przed oddaniem instalacji elektrycznej do eksploatacji należy wykonać niezbędzne 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 przeciwpowozarzeniowej,
- 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 urz4dzeń zgodnych z wymaganiami norm,
- kopię uprawnień osoby wykonującej pomiary oraz nadzorującą prace.

## 12 Sprzęt BHP stacji transformatorowej

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

- |  |        |
|--|--------|
| • Półbuty dielektryczne na napięciu 20 kV                              | 1 para |
| • Rękawice dielektryczne na napięciu 20 kV                             | 1 para |
| • Komplet przenośnych uziemiaczy ochronnych na napięciu 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 napięciowego 15/0,1 kV/kV	150
$R_{120}$	rezystancja jednostkowa kabla	$0,238 \text{ } \Omega/\text{km}^*$
$C_{120}$	pojemność jednostkowa kabla	$0,23 \text{ } \mu\text{F}/\text{km}^*$
$l$	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:

$$m = 0,2$$

$$n = 1$$

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

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

### 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 m	R Ω	X Ω	Z <sub>pętli zwarcia</sub> Ω	Z <sub>rzecz</sub> Ω	P <sub>narastaj.</sub>	I <sub>odc. i</sub> A	ΔU V	ΔU %
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**

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

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

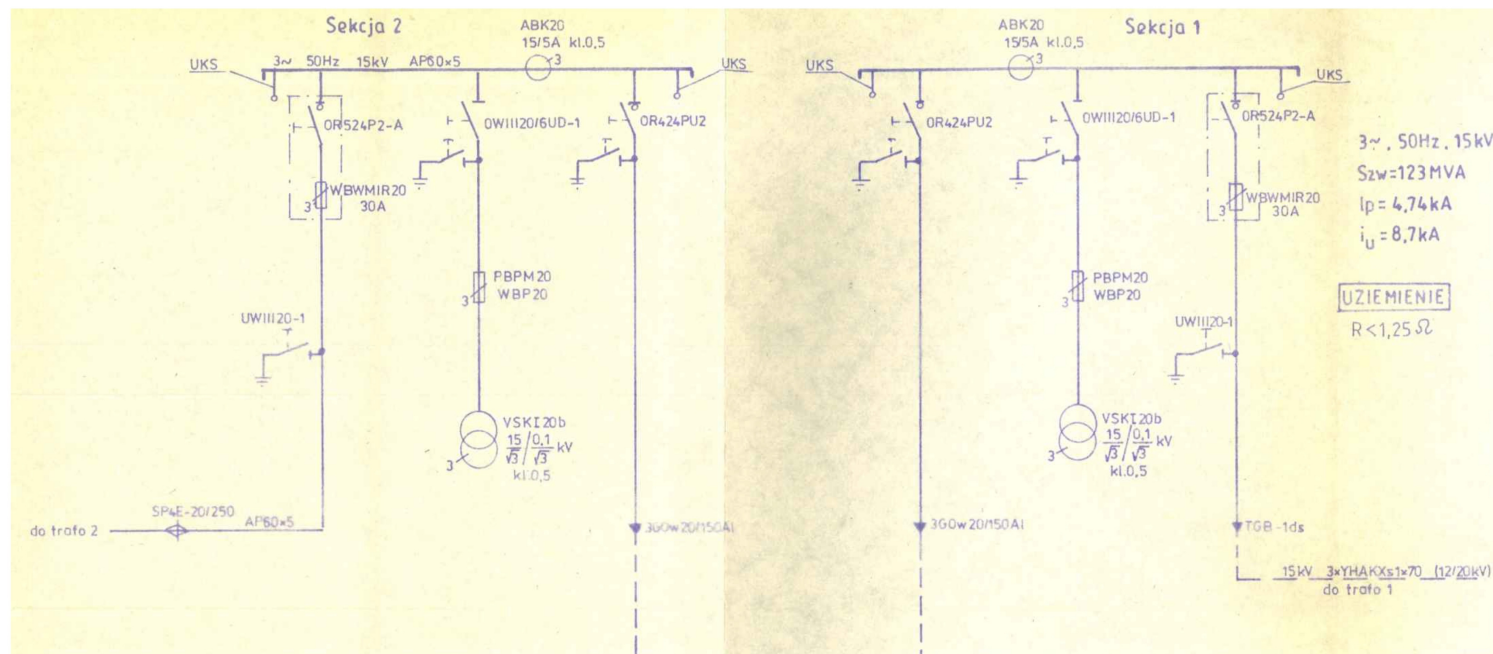
**15 Zestawienie zasadniczych materiałów**

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.



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: 3.2022r.
Tytuł rysunku:	Plan zagospodarowania terenu – lokalizacja stacji transformatorowej		Branda: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Szymon Hajdosz Nr upr.: WKP/0384/PWOE/09		Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Janina Król Nr upr.: 317/76/Pw		Nr rysunku:  <b>E-01</b>
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska		

# 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 PCW 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 PCW i BA	NRK/08.01	

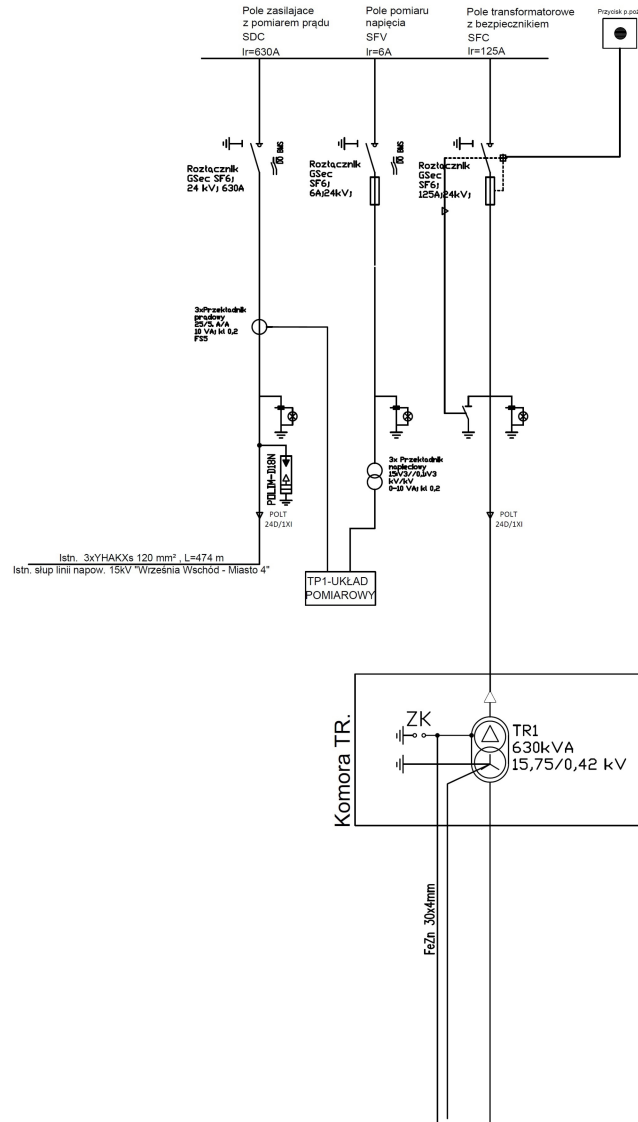
Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15		
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62 -300 Września	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 3.2022r.
Tytuł rysunku:	Schemat stacji transformatorowej - stan istniejący	Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Szymon Hajdasz Nr upr.: WKP/0384/PWOE/09	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Janina Król Nr upr.: 317/76/Pw	Nr rysunku: E-02
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	



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

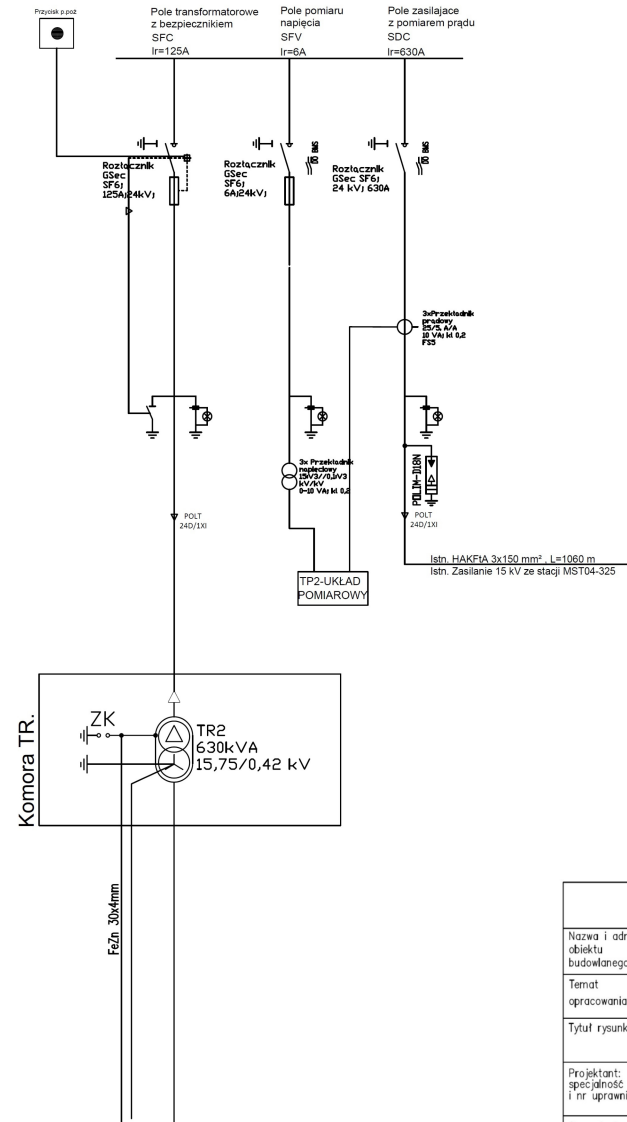
## Sekcja 1

Proj. rozdzielnica SN RSN1



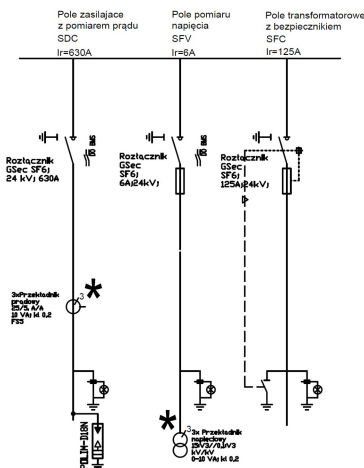
## Sekcja 2

Proj. rozdzielnica SN RSN2

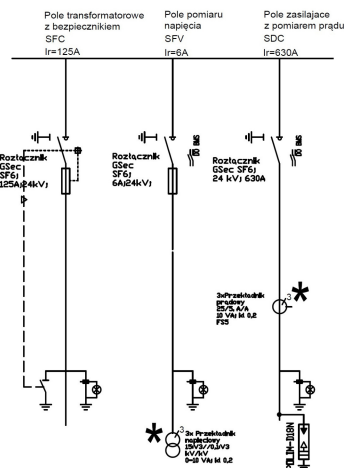


Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15			
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrzesni ul. Generała Sikorskiego 42 62 – 300 Wrzesnia		Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrzesni		Data: 3.2022r.
Tytuł rysunku:	Schemat stacji transformatorowej – stan projektowany		Brana: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Szymon Hajdasz Nr upr.: WKP/0384/PWOE/09		Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Janina Król Nr upr.: 317/76/Pw		Nr rysunku:
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska		<b>E-03</b>

RSN1



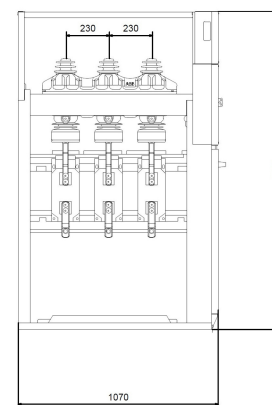
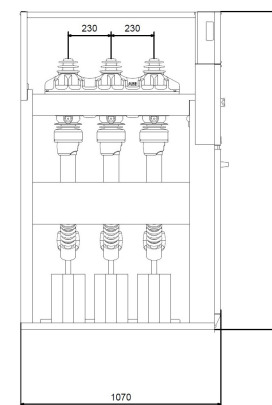
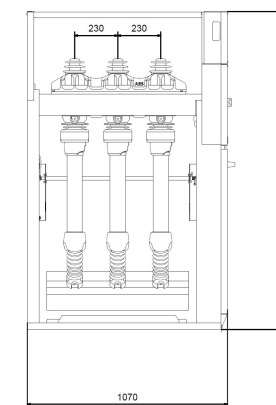
RSN2



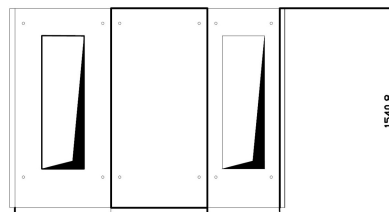
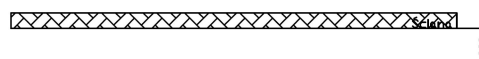
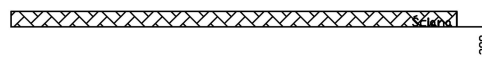
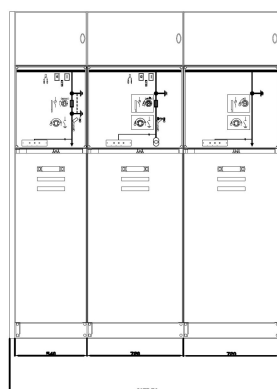
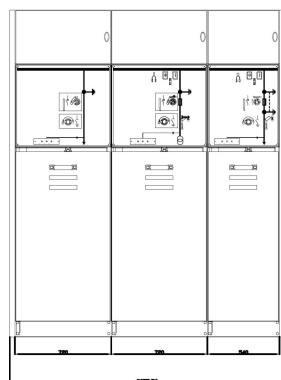
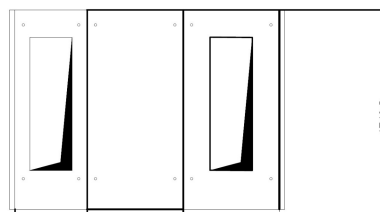
- Dane techniczne ogólne rozdzielnic 24kV typu Unisec:**
1. Napięcie znamionowe izolacji: 3~50Hz, 24kV/IT
  2. Napięcie znamionowe pracy: 3~50Hz, 15kV/IT
  3. Prąd znamionowy szczyt: 630A
  4. Prąd znamionowy 1-szek.: 16A
  5. Łączniki: Rozłącznik SF6, 230V AC
  6. Napięcie pomocnicze: 230V AC
  7. Napięcie zabezpieczeń, cewek: 230V AC
  8. Dopuszczalne napięcie: od dołu IP3X

Uwaga!  
Elementy oznaczone \* przystosować do plombowania

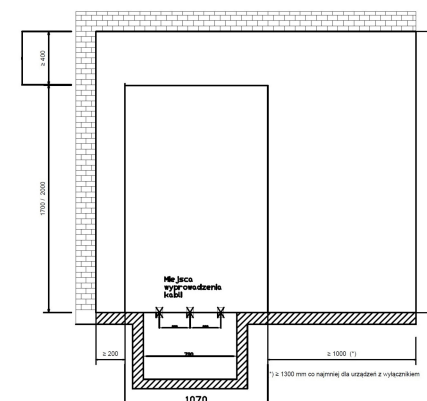
PRZEKRÓJ

Pole : H01  
SDCPole : H02  
SFVPole : H03  
SFC

WIDOK ELEWACJI

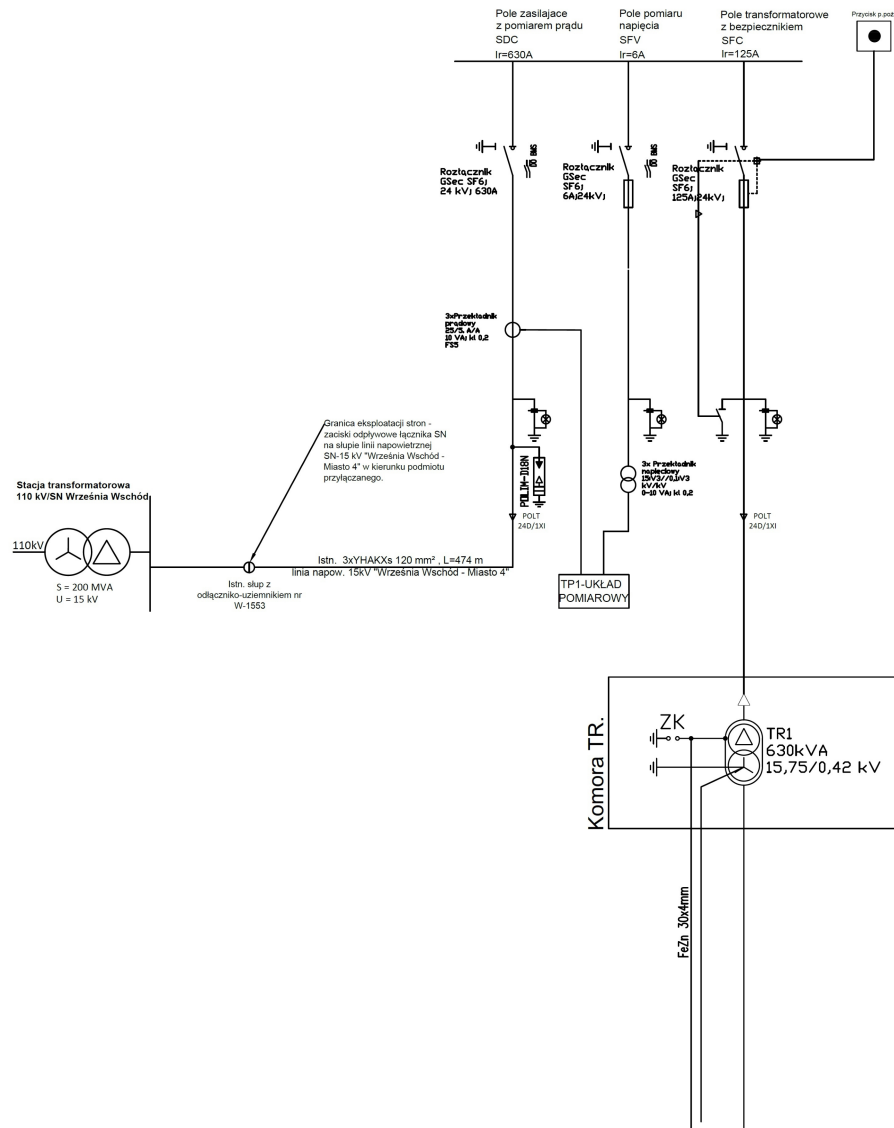
H01  
SDCH02  
SFVH03  
SFCH03  
SFCH02  
SFVH01  
SDC

ZASADY INSTALACJI W POMIESZCZENIU

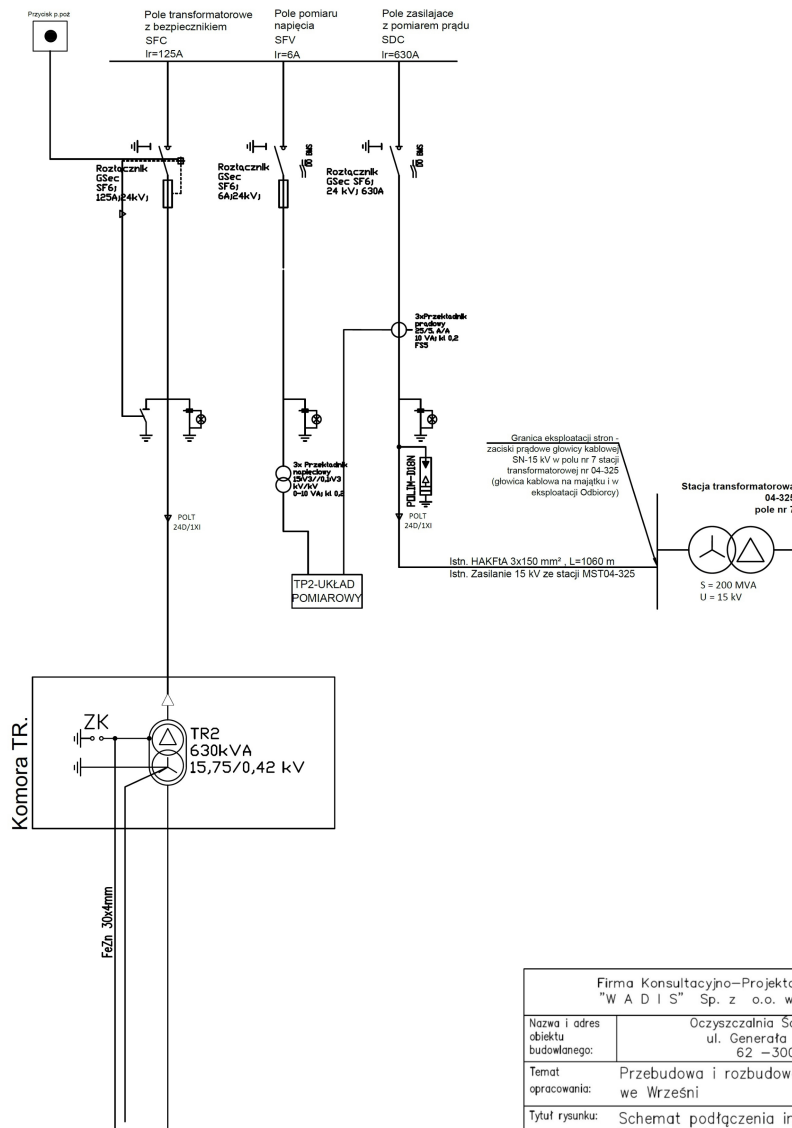


Firma Konsultacyjno-Projektowa Gospodarki Wodno-Ściekowej "W A D I S" Sp. z o.o. w Bydgoszczy, ul. Chodkiewicza 15		
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62-300 Września	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 3.2022r.
Tytuł rysunku:	Widok i schemat rozdzielnic SN Unisec	Brzozka: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Szymon Hajdasz Nr upr.: WKP/0384/PWOE/09	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Janina Król Nr upr.: 317/76/Pw	Nr rysunku: <b>E-04</b>
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	

Sekcja 1  
RSN1



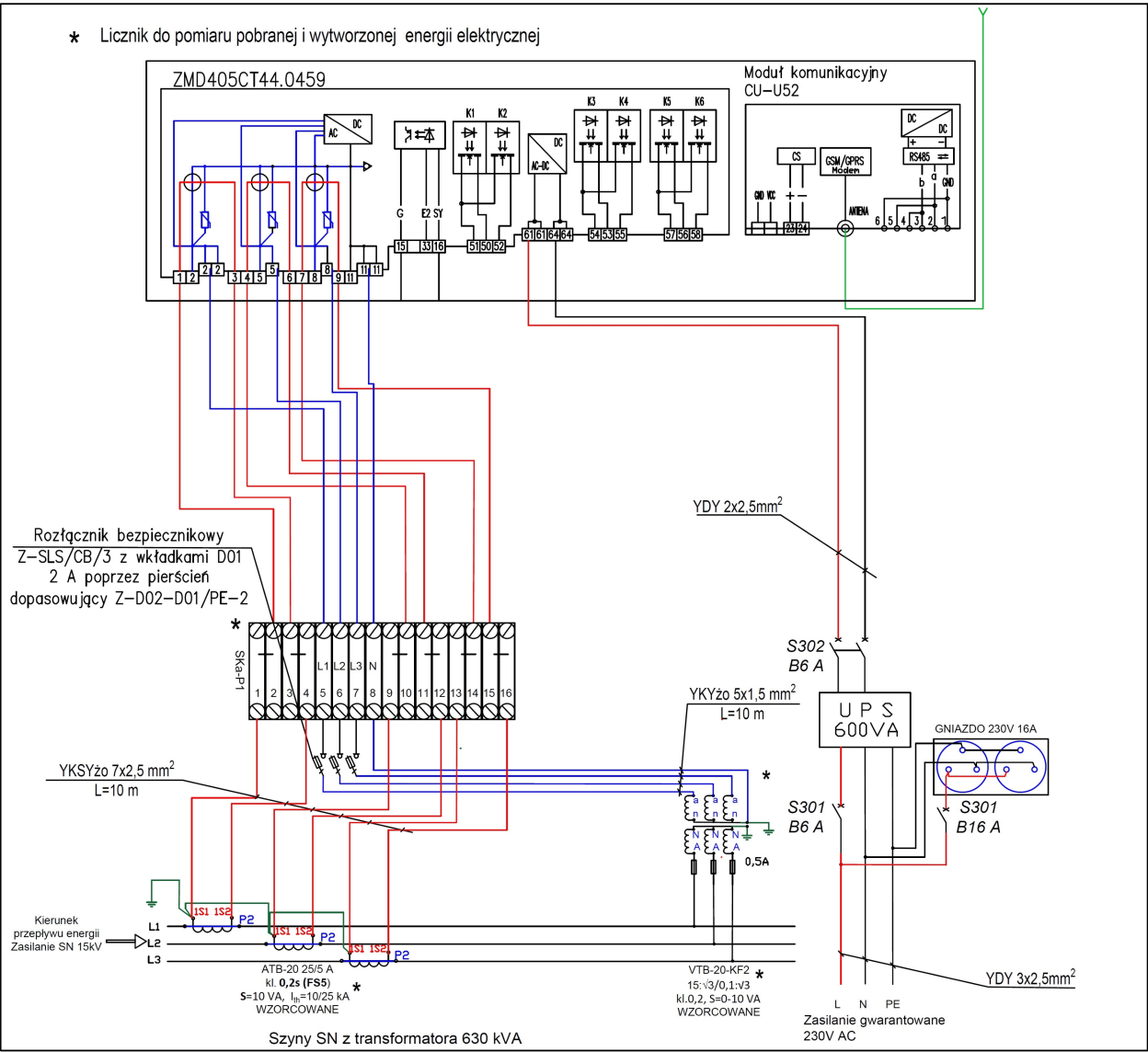
Sekcja 2  
RSN2



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 Wrzesni ul. Generała Sikorskiego 42 62 – 300 Wrzesnia	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrzesni	Data:
Tytuł rysunku:	Schemat podłączenia instalacji do sieci Enea Operator	Branża:
Projektant:	mgr inż. Szymon Hajdasz	Skala:
Sprawdzający:	mgr inż. Janina Król	Nr rysunku:
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	E-05



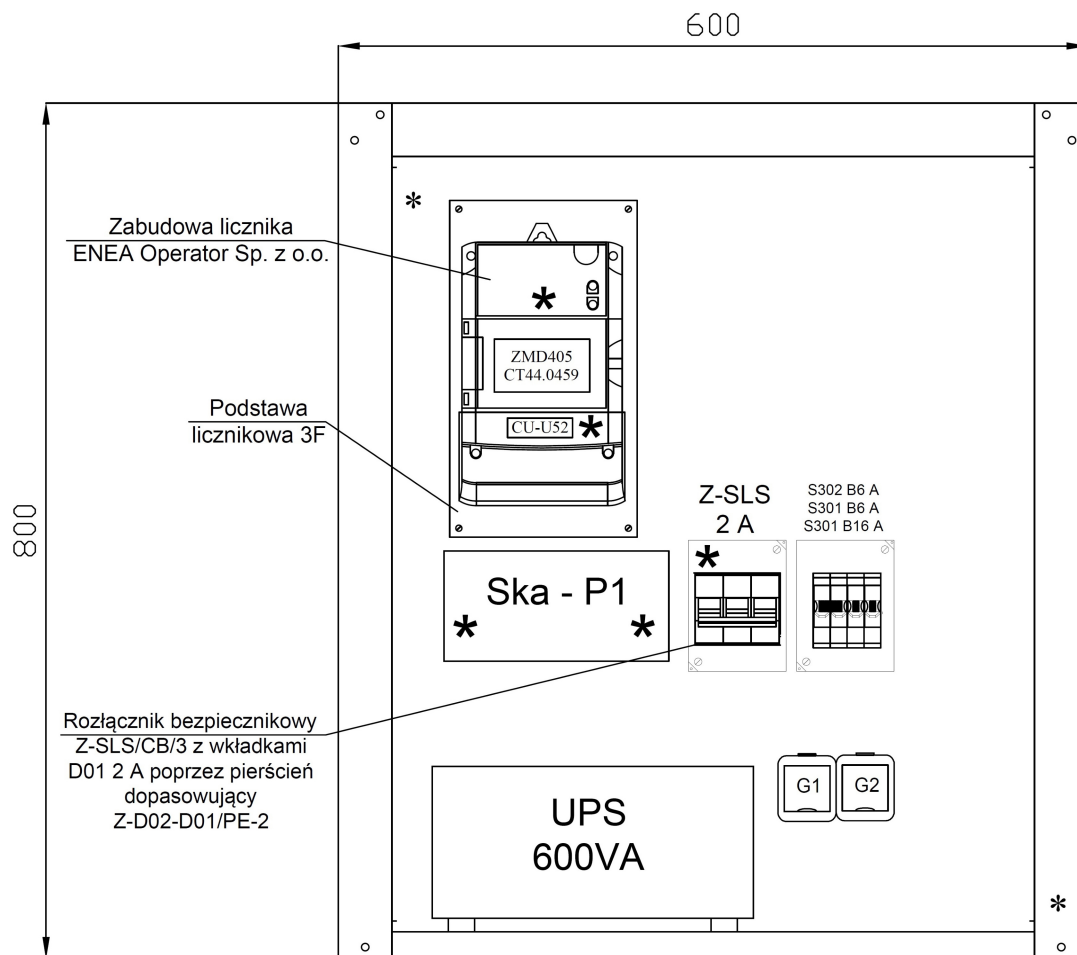
# Tablica TP1 w stacji transformatorowej



## 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 objektu budowlanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62-300 Września	Nr umowy:
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data: 3.2022r.
Tytuł rysunku:	Schemat układu pomiarowo-rozliczeniowego TP1	Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Szymon Hajdasz Nr upr.: WKP/0384/PWOE/09	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Janina Król Nr upr.: 317/76/Pw	Nr rysunku: E-06
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	



#### UWAGI

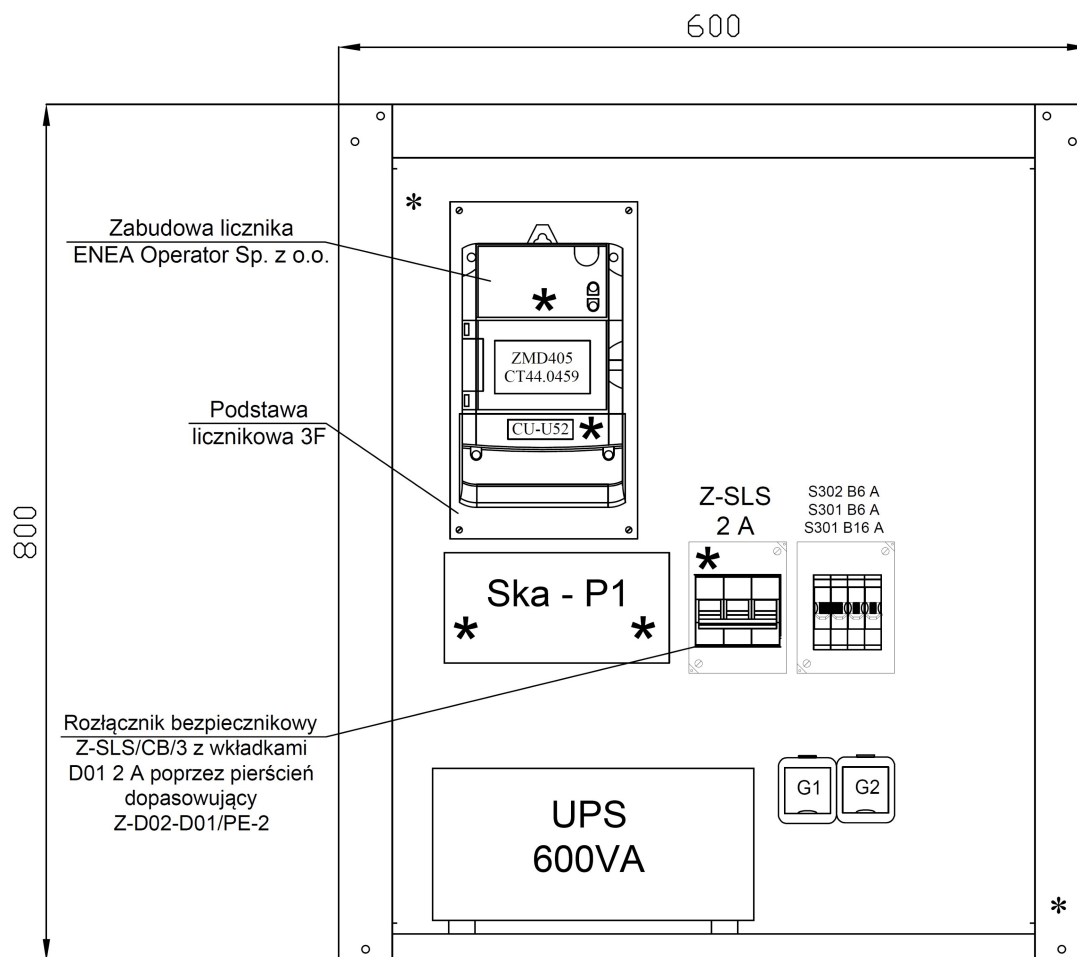
1. Tablice licznikowe przystosować do plombowania (elementy oznaczone \*).
2. Płyta montażowa powinna być uchylna i zamontowana na zawiasach w układzie pionowym.
3. Zabezpieczenie każdej fazy obwodów napięciowych licznika należy zrealizować na tablicy licznikowej i wyposażać w wkładki bezpiecznikowe 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 budowanego:	Oczyszczalnia Ścieków we Wrześni ul. Generała Sikorskiego 42 62 –300 Września	Nr umowy:	
Temat opracowania:	Przebudowa i rozbudowa Oczyszczalni ścieków we Wrześni	Data:	
Tytuł rysunku:	Widok tablicy licznikowej TP1	Branża:	
Projektant: specjalność, i nr uprawnień	mgr inż. Szymon Hajdasz Nr upr.: WKP/0384/PWOE/09	Skala:	
Sprawdzający: specjalność, i nr uprawnień	mgr inż. Janina Król Nr upr.: 317/76/Pw	Nr rysunku:	
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	E-07	

[illegible]

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: 3.2022r.
Tytuł rysunku:	Schemat układu pomiarowo-rozliczeniowego TP2		Branka: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Szymon Hajdasz Nr upr.: WKP/0384/PW/OE/09		Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Janina Król Nr upr.: 317/76/Pw		Nr rysunku: <b>E-08</b>
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska		

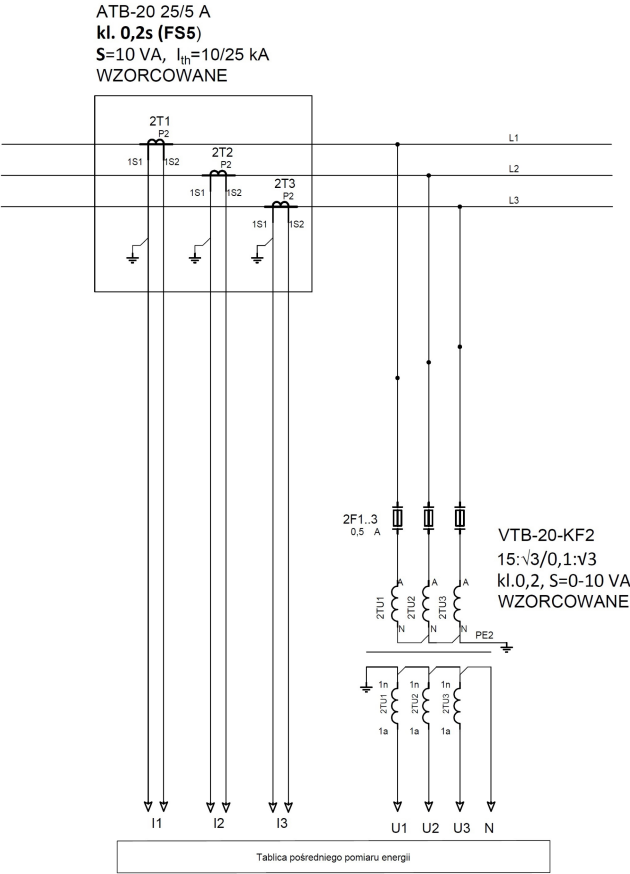


#### UWAGI

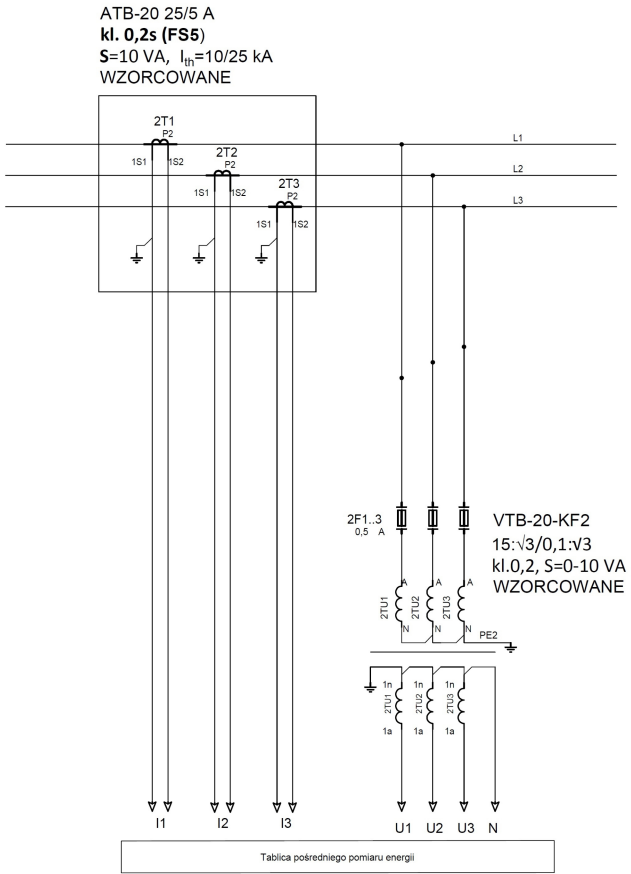
1. Tablice licznikowe przystosować do plombowania (elementy oznaczone \*).
2. Płyta montażowa powinna być uchylna i zamontowana na zawiasach w układzie pionowym.
3. Zabezpieczenie każdej fazy obwodów napięciowych licznika należy zrealizować na tablicy licznikowej i wyposażać w wkładki bezpiecznikowe 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:	
Tytuł rysunku:	Widok tablicy licznikowej TP2	Branża:	
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Szymon Hajdasz Nr upr.: WKP/0384/PWOE/09	Skala:	
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Janina Król Nr upr.: 317/76/Pw	Nr rysunku:	
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	E-09	

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 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: 3.2022r.
Tytuł rysunku:	Schemat przekładników pomiarowych	Branża: elektryczna
Projektant: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Szymon Hajdasz Nr upr.: WKP/0384/PWOE/09	Skala:
Sprawdzający: specjalność i nr uprawnień	mgr inż. Janina Król Nr upr.: 317/76/Pw	Nr rysunku: E-10
Opracował:	mgr inż. Barbara Ziemska	