



Oczyszczalnie ścieków:

- projekty
- technologie
- instalacje nierdzewne
- automatyka
- rozruchy technologiczne
- badania ścieków

EGZ. 1

Zadanie inwestycyjne:

**ROZBUDOWA I PRZEBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW
W JASKROWIE, GM. MSTÓW, WOJ. ŚLĄSKIE**

KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO – XXX

Lokalizacja inwestycji:

MIEJSCOWOŚĆ: JASKRÓW

**działki nr ew.: 1090/1, 1090/2, 1091, 1092, 1093, 1094, 1095/1, 1089,
obręb 0006 Jaskrów, jednostka ewid. 240410_2**

Tytuł opracowania:

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY

ZASILANIE I POMIAR ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Inwestor:

GMINA MSTÓW

ul. 16 Stycznia 14, 42 – 244 Mstów

Przedmiotowy projekt podlega ochronie przewidzianej w ustawie o prawie autorskim i prawach pokrewnych i nie dopuszcza wprowadzania w nim jakichkolwiek zmian bez zgody autora.

Oświadczam się że projekt sporządzony został zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

	Nazwisko i imię	Specjalność, nr uprawnień	Podpis
Projektował:	inż. Marek Czwartosz	instalacje i sieci elektryczne nr upr. KL-186/94	
Sprawdził:	inż. Janusz Waldon	instalacje i sieci elektryczne nr upr. KL-242/89	

Teczka zawiera:

1. Warunki przyłączenia wydane przez TAURON Dystrybucja S.A. Oddział w Częstochowie
2. Opis techniczny
3. Obliczenia techniczne
4. Rysunki:

Nr rysunku	Nazwa rysunku
E-1	Zagospodarowanie w skali 1:250 – plan tras linii kablowych zasilających i sterowniczych oraz oświetlenia terenu
E-2	Schemat ogólny stacji transformatorowej i zasilania oczyszczalni
E-3	Schemat zasilania rozdzielni głównej RGN oczyszczalni
E-4	Schemat układu pomiarowego
E-5	Oznaczniki układu pomiarowego
E-6	Rysunek rozmieszczenia aparatury w szafie RS-W
E-7	Rysunek szafy RS-W na stacji transformatorowej

OPIS TECHNICZNY – CZĘŚĆ ELEKTRYCZNA

1. Podstawa opracowania

- 1.1 Zlecenie inwestora
- 1.2 Plan zagospodarowania terenu
- 1.3 Inwentaryzacja istniejącego zasilania
- 1.4 Obowiązujące w projektowaniu przepisy i normy

2. Stacja transformatorowa i zasilanie w energię elektryczną oczyszczalni po stronie niskiego napięcia – stan istniejący

2.1 Podstawa techniczna przyjęta do rozwiązań projektowych

Użytkownik posiada aktualnie umowę na dostawę 100,0kW mocy. Inwestor pozyskał od dostawcy energii elektrycznej TAURON Dystrybucja S.A. Oddział w Częstochowie warunki przyłączenia na 215,0kW. Warunki te są podstawą do rozwiązań technicznych w zakresie zasilania, pomiaru energii elektrycznej oraz doboru aparatury i urządzeń.

2.2 Stacja transformatorowa

Oczyszczalnia ścieków w chwili obecnej zasilana jest linią SN 15kV „Rędziny – Jaskrów” (ciąg nr 401) stanowiącą odgałęzienie do stacji CZW46071. Przed stacją jest zabudowany na słupie odłącznik. Na terenie w pobliżu oczyszczalni ścieków jest zlokalizowana słupowa stacja transformatorowa typu STS z transformatorem o mocy 250kVA. Na stacji zamontowane są ochronniki przeciwprzepięciowe po stronie SN a po stronie niskiego napięcia rozdzielnia z zabezpieczeniami. Potrzeby oczyszczalni ścieków po przebudowie i rozbudowie w zakresie mocy zapotrzebowanej będą na poziomie 215,0kW mocy.

Stacja zlokalizowana jest w pobliżu linii NN 220kV.

2.3 Zasilanie w energię elektryczną po stronie niskiego napięcia i pomiar energii

Oczyszczalnia ścieków zasilana jest obecnie ze słupowej stacji transformatorowej CZW46071 linią kablową niskiego napięcia YAKY 4 × 185mm² długości 72m. Linia kablowa wprowadzona jest do złącza kablowo-pomiarowego zabudowanego obecnie w odległości kilku metrów od stacji transformatorowej. Pomiar energii elektrycznej realizowany jest licznikiem półpośrednim zlokalizowanym w złączu. Przekładniki prądowe ELA1 200/5A w dolnej części złącza wraz z bezpiecznikami. Ze złącza kablowo-pomiarowego ułożona jest linia kablowa do wolnostojącej szafy automatyki SZR zabudowanej na terenie oczyszczalni w pobliżu agregatu prądotwórczego.

2.4 Zasilanie awaryjne

Jako zasilanie rezerwowe służy agregat prądotwórczy o mocy 75kVA/60kW zabudowany na płycie fundamentowej. Od agregatu do szafy SZR ułożony jest kabel zasilający YAKY 4 × 50mm² oraz kabel sterowniczy YKSY 5 × 2,5mm². Z szafy SZR wykonane dwa zasilania do budynku głównego kablami YAKY 4 × 50mm². Jeden kabel zasila obwody rezerwowe drugi obwody nie rezerwowe. Kable wprowadzone są do dwóch złączy kablowych zlokalizowanych w ścianie zewnętrznej budynku głównego a następnie do rozdzielni głównej. Rozdzielnia głównej zlokalizowanej w wydzielonym pomieszczeniu. Z rozdzielni głównej rozprowadzone są linie zasilające urządzenia plenerowe oraz oświetlenie terenu.

3. Zakres opracowania

Projekt niniejszy obejmuje rozwiązania następujących obiektów i instalacji w tych obiektach:

- Dostosowanie stacji transformatorowej do zwiększonego poboru mocy,
- Pomiar energii elektrycznej,
- Kompensację mocy biernej,
- Zasilanie oczyszczalni po stronie niskiego napięcia,

- Zasilanie awaryjne.

4. Dane techniczne oczyszczalni po przebudowie

Moc zainstalowana **Pi = 272,91kW**

Moc zapotrzebowana wg warunków przyłączenia **Pz = 215,00kW**

Moc awaryjna przy zasilaniu z agregatu prądotwórczego **Pa = 173,50kW**

5. Dostosowanie stacji transformatorowej do zwiększonego poboru mocy

Celem dostosowania istniejącej stacji transformatorowej do zwiększonego poboru mocy należy:

- Zdemontować wraz z konstrukcjami istniejący transformator o mocy 25kVA.
- Zdemontować istniejącą rozdzielnię niskiego napięcia wraz z konstrukcją mocującą.
- Zabudować konstrukcję stacji na żerdzi wysokości 12m o wytrzymałości 25kN z ustojami dla gruntu słabego [SFP 133]. Typ stacji: STN 2 6 -20/400/II 1 PP3. Zasilanie po stronie SN po przeciwnej stronie transformatora.
- Zabudować przekładniki prądowe TPO 61.11 - 10/5 A/A; kl. 0,2S; Sn = 5VA; FS5; Ith = 3,0kA.
- Zabudować przekładniki napięciowe TJO 6 – 15000:√3 100:√3; kl. 0,5; Sn = 5VA.
- Na stacji zabudować transformator typu TNOSN o mocy 400kVA, grupie połączeń Dyn5 wraz konstrukcjami.
- Zabudować kondensator MKPg 7,5kVAr/400V do kompensacji biegu jałowego transformatora.
- Zainstalować na transformatorze po stronie niskiego napięcia ochronniki typu ASA 440-5.
- Zabudować wkładki bezpiecznikowe po stronie SN na wkładki WBGN 25A.
- Od transformatora do rozdzielni niskiego napięcia wykonać połączenia kablami 2 × [4 × YKY 185mm²].
- Zabudować na stacji szafę niskiego napięcia kompletną [z wyposażeniem wg rys. nr E-2, E-4, E-5 i E-6], konstrukcjami oraz półką pod laptop. Całość wg standardów obowiązujących w TAURON Dystrybucja S.A. Oddział w Częstochowie.
- Uziemienie robocze i ochronne sprawdzić pod względem wymaganej rezystancji. W razie nie uzyskania wymaganych wartości wykonać nowe uziemienia.
- Zabudować kanały kablowe umożliwiające wprowadzenie kabli do szafy niskiego napięcia na stacji.

Przed przystąpieniem do robót na stacji transformatorowej należy tryb pracy uzgodnić z Polskimi Sieciami Elektroenergetycznymi zarządzającymi liniami NN 220kV!

6. Pomiar energii elektrycznej

Istniejący układ pomiarowy znajdujący się w złączu kablowo-pomiarowym zabudowanym obok stacji należy zdemontować.

Na etapie prac projektowych uzgodniono z TAURON Dystrybucja S.A. Oddział w Częstochowie lokalizację nowego układu pomiarowego na stacji transformatorowej w rozdzielni niskiego napięcia.

Zgodnie z warunkami przyłączenia oraz możliwościami jakie te warunki stanowią przyjęto, że pomiar energii elektrycznej będzie pośredni z wymaganiami opisanymi w pkt. 4.

Dobrano przekładniki prądowe TPO 61.11 - 10/5 A/A; kl. 0,2S; Sn = 5VA; FS5; Ith = 2,2kA oraz przekładniki napięciowe TJO 6 – 15000:√3 100:√3; kl. 0,5; Sn = 5VA. W układzie pomiarowym zastosowano listwę WAGO z zabezpieczeniami w obwodach napięciowych i sygnalizację braku napięcia na każdej fazie. Stosowne schematy są przedstawione na rysunku E-2 i E-4.

Do podstawowych obowiązków Inwestora należy przygotowanie układu pomiarowego do wykonania sprawdzenia w stanie beznapięciowym i oplombowania. W przypadku, gdy wykonanie całości robót budowlano-montażowych ograniczy, utrudni lub uniemożliwi wykonanie przedmiotowych czynności sprawdzających, inwestor zobowiązany jest do powiadomienia TAURON Dystrybucja przed ich zakończeniem.

Układ pomiarowy na czas sprawdzenia technicznego należy przygotować w taki sposób aby monter posiadał swobodny dostęp do tabliczek znamionowych przekładników pomiarowych oraz ich zacisków, posiadając pełną zdolność do manipulacji w obwodach pomiarowych.

Ocena przygotowania miejsca pracy oraz decyzja o przystąpieniu do pracy leży po stronie osób wykonujących prace. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości, osoby wykonujące pracę mają prawo odstąpienia od sprawdzenia.

Przekładniki prądowe przed zabudową należy dostarczyć do TAURON Dystrybucja Pomiary Sp. z o.o. Oddział Częstochowa Wydział PW3 wraz z świadectwami wzorcowania w celu sprawdzenia przekładni prądowej.

7. Kompensacja mocy biernej

Na oczyszczalni ścieków przewidziano kompensację mocy biernej przewidziano do wartości współczynnika $\text{tg}\phi = 0,4$ ($\text{cos}\phi = 0,93$) zgodnie z warunkami przyłączenia. Do kompensacji mocy biernej przewidziano baterię **BKD** o mocy 80kVAR. Bateria będzie wyposażona w dławiki ochronne chroniące układy przed wpływami wyższych harmonicznych oraz w elektroniczne regulatory współczynnika mocy, które automatycznie dostosowuje moc załączonych kondensatorów do potrzeb sieci tak, aby utrzymać stałą wartość $\text{cos}\phi$. Bateria zostanie zamontowana w budynku osadowym w pomieszczeniu rozdzielni głównej **RGN**.

8. Linie kablowe zasilające oczyszczalnię ścieków

Istniejące zasilanie oczyszczalni przeznacza się do likwidacji.

Nowe zasilanie należy wykonać linią kablową $2 \times [4 \times \text{YKY } 1 \times 185\text{mm}^2]$ długości 119m. Projektowaną linię kablową wykonać od stacji transformatorowej do złącza kablowego ZK-1 zabudowanego przy ścianie budynku osadu a następnie do szafy **SZR** i rozdzielni **RGN**. Trasę linii kablowej pokazano na rysunku E-1. Roboty ziemne należy wykonać **RĘCZNIE!** Skrzyżowanie z drogami lokalnymi wykonać w osłonie z rur SRS 160 a pozostałe skrzyżowania z rurociągami w osłonie z rur DVK 160. Końce przepustów zabezpieczyć przed przedostawaniem się wody.

9. Zasilanie awaryjne – agregat prądotwórczy

Technologia pracy oczyszczalni wymaga zapewnienia ciągłości dostawy energii elektrycznej. Z uwagi na brak możliwości zapewnienia ciągłości zasilania ze strony energetyki zawodowej zaprojektowano jako zasilanie awaryjne, agregat prądotwórczy o mocy **250kVA/200kW** w kontenerze 15-stopowym. Dobrany agregat pokryje wielkość mocy, która jest niezbędna do poprawnego pod względem technologicznym funkcjonowania całej oczyszczalni w czasie awaryjnym.

Do współpracy z agregatem przewidziano szafę **SZR** zlokalizowaną w budynku rozdzielni głównej OB.3. W szafie **SZR** zawarte są urządzenia do kontroli zasilania podstawowego oraz automatyka do samoczynnego załączania agregatu. Automatyka posiada układ „czuwania”, który w przypadku zaniku napięcia zasilania podstawowego przełącza na zasilanie z agregatu powodując uruchomienie silnika spalinowego. Po powrocie napięcia układ przełącza się na zasilanie podstawowe, a silnik zostaje zatrzymany.

Zastosowany układ kontroli zasilania zapewnia, że nie będzie możliwości pojawienia się napięcia na sieć poza zakładem i nie będzie sytuacji podania napięcia z dwóch źródeł jednocześnie. W szafie **SZR** znajduje się układ obejściowy wykorzystywany do prac

konserwatorskich zasilania rezerwowego oraz system blokady agregatu. Pozwoli on na uniknięcie automatycznego rozruchu agregatu przy celowym wyłączeniu zasilania podstawowego. Szafa **SZR** będzie umieszczona w pomieszczeniu rozdzielni niskiego napięcia budynku technologiczno-socjalnym. Należy zapewnić kompatybilność urządzeń szafy **SZR** i urządzeń agregatu prądotwórczego.

Układ **SZR** ma za zadanie automatyczne przejęcie obciążenia przez zespół prądotwórczy przy zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej.

Elementem przełączającym zasilanie z podstawowego na awaryjne i odwrotnie – jest przełącznik **SZR** typu **ATyS 630A** z napędem silnikowym. Jego konstrukcja mechaniczna uniemożliwia jednoczesne podanie napięcia z sieci zawodowej i agregatu prądotwórczego. Jest możliwe natomiast odłączenie obu torów prądowych (pozycja 0).

W przełączniku **SZR** typu **ATyS 630A** jest wbudowany elektroniczny sterownik kontrolujący napięcie sieci i agregatu. Wbudowany sterownik wykrywa zanik napięcia w sieci elektroenergetycznej i wysyła sygnał „start” do agregatu. Po odpowiednim skonfigurowaniu, sterownik wprowadza opóźnienia czasowe przy przełączaniu zasilania.

Poza tym **SZR** posiada układ obejściowy *by-pass*, który umożliwia odłączenie układu **SZR** (np. podczas jego konserwacji czy naprawy) spod napięcia bez konieczności odłączania odbiorów od zasilania.

Pomiędzy agregatem, szafą **SZR** i głównym sterownikiem w rozdzielni przewidziano ułożenie kabla sterowniczego YvKSLY-Nr 10 × 1mm² służącego do przekazywania poleceń jak i kontroli wszystkich stanów.

Od agregatu do szafy **SZR** ułożyć linię kablową zasilającą 5 × [2 × YKY 1 × 150mm²]. Do tablicy „TPW” potrzeb własnych agregatu przewidziano ułożenia kabla YKYżo 5 × 4mm² z rozdzielni **RGN** zlokalizowanej w budynku rozdzielni głównej. Wykopy należy prowadzić ręcznie po zniwelowaniu terenu do poziomu rzędnych projektowanych. Przed wprowadzeniem kabli do miejsc przyłączenia należy zostawić zapasy po 1,5m. Skrzyżowanie z placem manewrowym wykonać w osłonie z rur SRS 160.

10. Uwagi końcowe

Prace montażowe przeprowadzić zgodnie z projektem, normami PN-IEC 60364, normą N SEP-E-004 i „Warunkami Technicznymi wykonania i Odbioru Robót Budowlanych” Część D Zeszyt 4: Linie kablowe niskiego i średniego napięcia”.

Po zakończeniu robót wykonać należy pomiary stanów izolacji, skuteczności ochrony, oporności uziemień. Sporządzić protokoły. Do odbioru wykonawca winien dostarczyć certyfikaty na zastosowane materiały i urządzenia.

OBLICZENIA TECHNICZNE

1. Dobór transformatora, zabezpieczeń i linii kablowych zasilających

Moc zainstalowana **$P_i = 272,91\text{kW}$**

Moc zapotrzebowana odbiorcza **$P_z = 215,00\text{kW}$**

Dobrano na stacji transformatorowej transformator typu TNOSN mocy **400kVA**, grupie połączeń Dyn5, napięcie GN 15,75kV, napięcie DN 400V.

Moc awaryjna przy zasilaniu z agregatu prądotwórczego **$P_a = 173,50\text{kW}$**

1. Obciążalność: $I = \frac{215000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,93} = 334,1\text{A}$
2. Zabezpieczenie w złączu **ZK-1** przy budynku rozdzielni głównej – WT-2/gF 355A
3. Zabezpieczenie w stacji transformatorowej – WT-2/gG 355A (In)
4. Wymagana dopuszczalna obciążalność kabla $I = 391,7\text{A}$
5. Linia kablowa zasilania podstawowego – $2 \times [4 \times \text{YKY } 1 \times 185\text{mm}^2]$ o obciążalności $I_z = 258 \times 2 \times 0,9 = 464,4\text{A}$ i długości $L = 119\text{m}$
6. Sprawdzenie spadku napięcia od złącza kablowego **ZK-1** do stacji transformatorowej:
$$\Delta U\% = \frac{100 \times 215000 \times 119}{56 \times 370 \times 400^2} = 0,77\%$$

2. Dobór przekładników prądowych

Prąd obciążenia po stronie 15kV wynosi: $I_o = \frac{215}{\sqrt{3} \times 15 \times 0,93} = 8,9\text{A}$

Dobrano przekładniki prądowe typu:

TPO 60.11 10/5 A/A Sz n = 5VA, kl. 0,2s FS5;

znamionowy prąd cieplny 1-sekundowy $I_{th} = 300 \times I_{pn} = 300 \times 10 = 3,0\text{kA}$;

znamionowy krótkotrwały prąd dynamiczny $I_{dyn} = 2,5 \times I_{th} = 2,5 \times 3,0 = 7,5\text{kA}$

Sprawdzenie warunku: $0,05 \times I_{pn} \leq I_o \leq 1,2 \times I_{pn}$

$$0,05 \times 10 = 0,50\text{A} \leq 8,9\text{A} \leq 1,2 \times 10 = 12\text{A} \text{ - warunek spełniony}$$

Sprawdzenie przekładników na warunek: $0,25S_n < S_l < S_n$

- Strata mocy na liczniku – $S_{ap} = 0,125\text{VA}$ na fazę
- Strata mocy na przewodach YKSY 2,5mm² długości $l = 4\text{m}$
$$- \Delta S_p = 5^2 \times \frac{2 \times 4}{56 \times 2,5} = 1,43\text{VA}$$
 na fazę
- Strata mocy na zaciskach łączeniowych przy założeniu, że rezystancja styków wynosi 0,005Ω na fazę – $\Delta S_z = I_{2n}^2 \times 0,05 = 5^2 \times 0,005 = 0,125\text{VA}$ na fazę
- Moc obciążenia przekładników prądowych – $S_l = 0,125 + 1,43 + 2 \times 0,125 = 1,805\text{VA}$

Zatem warunek: $0,25 \times 5\text{VA} = 1,25\text{VA} < 1,805\text{VA} < 5\text{VA}$ jest spełniony

3. Dobór przekładników napięciowych

Dobrano przekładniki napięciowe typu TJO 6 15000: $\sqrt{3}$; 100: $\sqrt{3}$; kl. 0,5; 5VA –

Sprawdzenie doboru: $0,25S_n < S_u < S_n$ gdzie $0,25S_n = 1,25\text{VA}$

- Strata mocy na liczniku ZMD + CU-P42 – $S_{ap} = 1,28\text{VA}$ na fazę

- Strata mocy na zaciskach łączeniowych – $\Delta Sz = 1,30VA$
- Moc obciążenia przekładników napięciowych $S_U = 1,28 + 1,30 = 2,58VA$

Zatem warunek: $0,25 \times 5VA = 1,25VA < 2,58VA < 5VA$ jest spełniony

4. Obliczenie rezystancji uziemień

Prąd ziemnozwarciowy $I''K1 = 220,6A$

Czas rażenia 0,4 sekund,

Wymagana rezystancja uziemienia ochronnego: $R \leq \frac{235}{0,2 \times 220,6} = 5,32\Omega$

Wymagana rezystancja uziemienia roboczego: $R \leq \frac{50}{0,2 \times 220,6} = 1,13\Omega$

Rezystancja uziemienia ochronnego stacji nie może przekroczyć wartości **5,32Ω**

Rezystancja uziemienia roboczego stacji nie może przekroczyć wartości **1,13Ω**

5. Dobór linii kablowej zasilania mocą awaryjną z agregatu prądotwórczego

Moc awaryjna przy zasilaniu z agregatu prądotwórczego **$P_a = 173,50kW$**

Dobrano agregat prądotwórczy o mocy **250kVA/200kW**.

1. Obciążalność: $I = 289,0A$
2. Zabezpieczenie własne agregatu – 315A (I_n)
3. Wymagana dopuszczalna obciążalność kabla $I = 346,5A$
4. Linia kablowa zasilająca – $5 \times [2 \times YKY 1 \times 150mm^2]$ o obciążalności $I_z = 414A$ i długości $l = 30m$
5. Sprawdzenie spadku napięcia od agregatu prądotwórczego do szafy **SZR**:

$$\Delta U\% = \frac{100 \times 173500 \times 30}{56 \times 300 \times 400^2} = 0,19\%$$

6. Sprawdzenie skuteczności samoczynnego odłączenia napięcia

- Zwarcie założono w złączu kablowym **ZK-1**,
- Zabezpieczenie w stacji transformatorowej – WT-2/gG 355A
- Prąd wyłączalny wynosi: $I_a = k \times I_n = 6,5 \times 200 = 1300A$
- Transformator 400kVA
- Linia kablowa zasilająca K1 – $2 \times [4 \times YKY 1 \times 185mm^2]$ o długości $l = 119m$
- Impedancja zewnętrznej pętli zwarcia wynosi:

$$R_T = 0,00660\Omega$$

$$X_T = 0,01673\Omega$$

$$R_{K1} = 2 \times 0,0505 \times 0,119 = 0,0120\Omega$$

$$X_{K1} = 2 \times 0,10 \times 0,119 = 0,0238\Omega$$

$$\Sigma R = 0,00660 + 0,0120 = 0,0186\Omega$$

$$\Sigma X = 0,01673 + 0,0238 = 0,04053\Omega$$

$$Z_s = \sqrt{0,0186^2 + 0,04053^2} = 0,0446\Omega$$

- Sprawdzenie zależności:

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a}$$

$$U_o = 230V$$

$$I_a = k \times I_n = 5,6 \times 355 = 1988A$$

$$0,0446 \times 1988 = 88,7V < 230V$$

Skuteczność odłączenia napięcia w czasie do 5 sekund jest zachowana.

7. Sprawdzenie skuteczności samoczynnego odłączenia napięcia dla rozdzielni RGN przy zasilaniu z agregatu prądotwórczego

1. Zwarcie założono w rozdzielni **RGN**
2. Zabezpieczenie – wyłącznik mocy z przekaźnikiem zabezpieczeniowym na 315A(I_n),
3. Prąd wyłączalny wynosi: $I_a = k \times I_n = 2,0 \times 315 = 630,0A$

4. Kabel od agregatu do szafy **SZR** - $5 \times [2 \times \text{YKY } 1 \times 150\text{mm}^2]$ o długości $l = 30\text{m}$

5. Wymagana wartość całej pętli zwarcia: $Z_z = \frac{U_o}{I_a} = \frac{230}{630} \underline{\underline{0,365\Omega}}$

6. Impedancja pętli zwarcia od rozdzielni **RGN** do agregatu wynosi:

$$R_A = 0,0225\Omega$$

$$X_A = 0,072\Omega$$

$$R_K = 2 \times 0,0610 \times 0,030 = 0,0037\Omega$$

$$X_K = 2 \times 0,010 \times 0,030 = 0,0060\Omega$$

$$\Sigma R = 0,0225 + 0,0037 = 0,0262\Omega$$

$$\Sigma X = 0,0720 + 0,0060 = 0,0780\Omega$$

$$Z_s = \sqrt{0,0262^2 + 0,078^2} = \underline{\underline{0,0822\Omega}} < \underline{\underline{0,575\Omega}}$$

- Sprawdzenie zależności:

$$Z_s \times I_a \leq U_0 \quad U_0 = 230\text{V}$$

$$0,0822 \times 630,0 = 51,7\text{V} < 230\text{V}$$

Skuteczność odłączenia napięcia zachowana.

Skuteczność odłączenia napięcia w czasie do 5 sekund jest zachowana.

Opracował:

inż. Marek Czwartosz