

SPIS TREŚCI:

Warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej dla zakładu zajmującego się wytwarzaniem energii elektrycznej – pismo Vattenfall Distribution Poland S.A. znak: R/TBU /4502/2009 L. dz. 09-04-29/876 z dnia 18-05-2009r.

1. WSTĘP

1.1.Podstawa opracowania	11
1.2.Zakres opracowania	11

2. OPIS TECHNICZNY

2.1.Wstęp	12
2.2.Modernizacja rozdzielni STR SN-20kV i 0,4kVszpitala	13
2.3.Rozdzielnia włączenia generatora do sieci SAG Agregatorowni	15
2.4.Charakterystyka modułu kogeneracyjnego	16
2.5.Zabezpieczenia i sterowanie generatora	17
2.6.Obwody pomocnicze agregatorowi	25
2.7.Ochrona od porażeń i połączenia wyrównawcze	25
2.8.Zewnętrzne linie kablowe.	26

3. OBICZENIA TECHNICZNE

3.1. Obliczenia zwarciove	29
3.2. Dobór transformatora rozdzielni STR	32
3.3. Dobór zabezpieczeń i kabla zasilającego generator	33

SPIS RYSUNKÓW

Rys. Nr E-1 -	Schemat strukturalny włączenia generatora 845kW do sieci
Rys. Nr E-2 -	Schemat ideowy rozdzielni STR SN-20kV
Rys. Nr E-3 -	Rozdzielnia STR SN-20kV widok elewacji, wnętrza i z góry
Rys. Nr E-4 -	Rozdzielnia STR rzut poziomy 1:50
Rys. Nr E-5 -	Schemat ideowy zabezpieczeń $u>$ i $u0>$ w STR SN pole nr 2
Rys. Nr E-6 -	Schemat montażowy zabezpieczeń $u>$ i $u0>$ w STR SN pole nr 2
Rys. Nr E-7 -	Schemat rozdzielni STR 0,4kV
Rys. Nr E-7A -	Schemat wyłączenia awaryjnego kotłowni i modułu kogeneracyjnego.
Rys. Nr E-8 -	Rozdzielnia STR 0,4kV widok elewacji. Schemat jednokreskowy
Rys. Nr E-8A -	Tablica licznikowa w rozdzielni STR 0,4kV - wodok
Rys. Nr E-9 -	Agregatorownia schemat blokowy rozdzielni włączenia generatora do sieci
Rys. Nr E-10 -	Zabezpieczenia generatora.
Rys. Nr E-11 -	Schemat rozdzielni SAG Agregatorowni
Rys. Nr E-12 -	Rozdzielnia SAG widok wnętrza i elewacji
Rys. Nr E-13 -	Schemat rozdzielni RG potrzeb własnych Agregatorowni.
Rys. nr E-14 –	Rzut instalacji elektrycznych w Agregatorowni.
Rys. nr E-15 –	Schemat ideowy rozdzielni SAG 0,4kV.
Rys. nr E-16 –	Prowadzenie kabli zewnętrznych Agregatorowni.



R/TBU/4502/2009
L. dz. 09-04-29/876

Gliwice; dnia: 18 maj 2009 r.

Podmiot przyłączany: **Samodzielny Publiczny Zakład
Opieki Zdrowotnej
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny
Nr 3 w Rybniku
ul. Energetyków 46
44 – 200 RYBNIK**

**WARUNKI PRZYŁĄCZENIA
do sieci elektroenergetycznej dla zakładu zajmującego się wytwarzaniem
energii elektrycznej**

W odpowiedzi na złożony wniosek o ustalenie warunków przyłączenia z dnia 24.04.2009 r. VATTENFALL DISTRIBUTION POLAND S.A. zwany dalej **przedsiębiorstwem energetycznym** działając na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 04 maja 2007 roku wraz ze zmianami oraz koncesji udzielonej przez Prezesa URE, zapewnia możliwość przesyłu/odbioru energii elektrycznej dla/z **obiektu: zlokalizowanego na ulicy Energetyków 46 w Rybniku**

Obiekt został zakwalifikowany do III grupy przyłączeniowej.

I. WARUNKI TECHNICZNE

1. Wyrażamy zgodę na:

1.1. odbiór mocy przyłączeniowej (osiągalnej) dla:

- | | |
|---------------------------|---------------|
| a. przyłącza nr 1: | |
| docelowo w roku 2011 | 845 kW |
| b. przyłącza nr 2: | |
| docelowo w roku 2011 | 845 kW |

Wyklucza się możliwość generacji na dwa przyłącza jednocześnie.

1.2. dostawę mocy przyłączeniowej celem pokrycia potrzeb własnych obiektu dla:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------|
| a. przyłącza nr 1: | |
| w roku 2009 | 1 350 kW |
| docelowo w roku 2011 w wysokości: | 1 350 kW |
| b. przyłącza nr 2: | |
| w roku 2009 | 1 350 kW |
| docelowo w roku 2011 w wysokości: | 1 350 kW |

Vattenfall Distribution Poland S.A.

44-100 Gliwice, Polska - ul. Portowa 14a - TEL +48 32 303 51 01 - FAX +48 32 303 51 02 - cistribution@vattenfall.pl
NIP: 631-250-98-63 - REGON: 240535070 - Numer KRS: 0000267957 Sąd Rejonowy w Gliwicach X Wydział Gospodarczy KRS - www.vattenfall.pl
Konto Bankowe Nordea Bank Polska S.A. 93 1440 1101 0000 0000 0371 3261 - Wysokość Kapitału Zakładowego 2 642 867 000,00 zł
Wpłacony w całości.

pod warunkiem dotrzymania zobowiązań zawartych w umowie o przyłączenie i spełnieniu poniżej podanych warunków.

Maksymalna moc przyłączeniowa (sumaryczna) pobierana na wszystkich przyłączach jednocześnie wynosi **2 700 kW** docelowo w roku 2009.

Przyjmujemy, że moc minimalna, wymagana dla zapewnienia bezpieczeństwa obiektu przyłączanego, zgodnie z wnioskiem Klienta (punkt G.1), wynosi **500 kW**.

2. Instalacje elektryczne **podmiotu przyłączanego** (wytwórcza i odbiorcza) powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami, oraz dostosowane do współpracy z siecią elektroenergetyczną **przedsiębiorstwa energetycznego**. W szczególności powinny być wykonane przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia i kwalifikacje. Przyłączenie jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznej, ich synchronizację i zabezpieczenia należy zaprojektować i zrealizować zgodnie z obowiązującymi przepisami. Ochronę przepięciową i przeciwporażeniową wykonać zgodnie z obowiązującymi normami.
3. W Wojewódzkim Szpitalu Specjalistycznym nr 3 w Rybniku planuje się zainstalowanie jednostki wytwórczej o mocy osiągalnej **845 kW**. Generator synchroniczny będzie pracował na napięciu 0,4 kV. Prócz pracy równoległej z siecią **przedsiębiorstwa energetycznego** przewiduje się pracę samotną generatora (awaryjne zasilanie). Wyprowadzenie mocy z elektrowni odbywać się będzie do sieci 20 kV stanowiącej własność **przedsiębiorstwa energetycznego**.

Typ i dane techniczne przyłączanej jednostki wytwórczej są zgodne z przesłanym do wniosku załącznikiem „Parametry techniczne jednostki wytwórczej”. Planuje się przyłączenie generatora typu Stamford PE 734 B2.

Jednostki wytwórcze przyłączane bezpośrednio do sieci dystrybucyjnej przedsiębiorstwa energetycznego powinna spełniać wymagania zawarte w załączniku nr 2 do *Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej (IRiESD)*, który jest dostępny na stronie www.vattenfall.pl

4. Miejsce przyłączenia do sieci elektroenergetycznej będącej własnością **przedsiębiorstwa energetycznego** stanowić będą:
 - a. dla **przyłącza nr 1** – tak jak w stanie istniejącym, pole nr 2, sekcji 1, rozdzielni 20 kV stacji **R910**;
 - b. dla **przyłącza nr 2** – tak jak w stanie istniejącym, pole nr 8, sekcji 2, rozdzielni 20 kV stacji **R910**.
5. Dla zapewnienia dostawy/odbioru wymaganej ilości energii elektrycznej do/od wnioskowanego obiektu, wymagane jest zrealizowanie przez **przedsiębiorstwo energetyczne** następującego zakresu prac związanych z budową przyłącza:

nie wymagane
6. Dla zapewnienia dostawy do wnioskowanego obiektu wymaganej ilości energii elektrycznej, wymagane jest zrealizowanie przez **przedsiębiorstwo energetyczne** następującego zakresu prac związanych z **rozbudową sieci dystrybucyjnej**:

nie wymagane
7. Dla połączenia instalacji elektrycznej przyłączanego obiektu z siecią elektroenergetyczną **przedsiębiorstwa energetycznego**, wymagane jest zrealizowanie przez **podmiot przyłączany** następujących prac:

- 7.1. W zakresie instalacji elektrycznej:

nie wymagane

7.2. W zakresie zabezpieczeń, telemechaniki i łączności:

- a. Należy wykluczyć możliwość podania napięcia z generatora na nie zasilaną sieć przedsiębiorstwa energetycznego oraz podanie napięcia z innego przyłącza na czynne urządzenie innego przyłącza;
- b. W zakresie zabezpieczeń jednostka wytwórcza powinna spełniać wymagania zawarte w *Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej*, załącznik nr 2, punkty: 3.3; 3.7; 3.9; 3.10; 3.11; 3.13; 3.14; 3.15; 3.21, a w szczególności powinna być wyposażona w zabezpieczenia dodatkowe, obejmujące zabezpieczenie zerowo-nadnapięciowe oraz zabezpieczenia do ochrony przed: obniżeniem napięcia, wzrostem napięcia oraz wzrostem i obniżeniem częstotliwości działające na wyłączenie jednostki wytwórczej;
- c. Należy zapewnić synchronizację generatora z siecią energetyki;
- d. Jeśli generator jest przewidziany do pracy wyspowej zabezpieczenia dodatkowe powinny stanowić odrębny zestaw zabezpieczeń, niezależny od zabezpieczeń podstawowych generatora;
- e. Wielkości pomiarowe dla zabezpieczeń: podnapięciowego, podczęstotliwościowego i nadczęstotliwościowego powinny być pobierane po stronie niskiego napięcia, natomiast dla zabezpieczeń: zerowonapięciowego i nadnapięciowego po stronie średniego napięcia. Zabezpieczenia dodatkowe podnapięciowe i nadnapięciowe powinny być zaprojektowane jako 3-fazowe.
- f. Dla zapewnienia prawidłowej współpracy generatora z siecią energetyki, zgodnie z wymaganiami zawartymi w *IRIESD*, załącznik 2, punkty 3.18a; 3.19; 3.20 wymagane jest zrealizowanie telemechaniki w następującym zakresie:
 - telesygnalizacja stanu położenia wyłącznika generatora oraz pozostałych łączników przewidzianych do współpracy jednostki wytwórczej z siecią przedsiębiorstwa energetycznego, jeśli takie łączniki są wymagane (dwubitowo);
 - telepomiar prądu, napięcia oraz mocy czynnej i biernej na zaciskach generatora (brutto).Dla umożliwienia współpracy urządzeń telemechaniki z systemem sterowania i nadzoru przedsiębiorstwa energetycznego należy zastosować urządzenia, które będą umożliwiały przesył wymaganych sygnałów do systemu dyspozytorskiego WindEx funkcjonującego w przedsiębiorstwie energetycznym.
Łączność na potrzeby telemechaniki proponujemy zrealizować jako radiową w systemie trunkingowym lub oparciu o radiomodemy (np. SATEL);
- g. Na podany wyżej zakres zabezpieczeń i telemechaniki wymagane jest wykonanie dokumentacji technicznej, która podlega zatwierdzeniu przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego. W ramach dokumentacji należy w zakresie prac każdorazowo uwzględnić wykonanie edycji telemechaniki w systemie dyspozytorskim WindEx;
- h. Nastawienia zabezpieczeń dodatkowych należy na etapie projektowania uzgodnić w przedsiębiorstwie energetycznym. Uzgodnienia powinny w szczególności dotyczyć skoordynowania wyłączenia generatora przez zabezpieczenia dodatkowe z działaniem automatyki SPZ i SZR w stacji zasilającej przedsiębiorstwa energetycznego;
- i. Informujemy, że zgodnie z zapisami *IRIESD* obowiązek prawidłowej eksploatacji urządzeń (w tym układów zabezpieczeń wymienionych w *Warunkach Przyłączenia*) leży po stronie podmiotu przyłączanego. Przedsiębiorstwo energetyczne zastrzega sobie prawo do okresowej kontroli prawidłowości działania urządzeń (w tym nastawień wartości rozruchowych) oraz wglądu w dokumentację potwierdzającą jakość prowadzonej eksploatacji. Terminy kontroli urządzeń będą uzgadniane z podmiotem przyłączanym i będą odbywać się w obecności jego Przedstawiciela.

7.3. W zakresie układów pomiarowo – rozliczeniowych:

- 7.3.1. Układy pomiarowo – rozliczeniowe energii elektrycznej powinny spełniać wymagania techniczne i funkcjonalne dla układów pomiarowo - rozliczeniowych energii elektrycznej określone w *Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 04 maja 2007 w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego oraz Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej* Vattenfall Distribution Poland S. A.
Ponadto informujemy, że:
 - a. Układy pomiarowo - rozliczeniowe energii elektrycznej powinny być zainstalowane na napięciu zasilania, zlokalizowane w pomieszczeniu ruchu elektrycznego,

- b. W układach pomiarowych należy zastosować czterokwadrantowe liczniki elektroniczne posiadające co najmniej klasę dokładności 0,5 dla pomiaru energii czynnej i klasę 2 dla pomiaru energii biernej, umożliwiające zdalną transmisję danych pomiarowych do systemu bilansującego Vattenfall Distribution Poland S.A. Protokoły transmisji danych pomiarowych z liczników energii elektrycznej powinny być ogólnie dostępne, a format danych pomiarowych udostępniany na wyjściach liczników akceptowalny przez systemy bilansujące – rozliczeniowe funkcjonujące w Vattenfall Distribution Poland S.A.,
 - c. Liczniki powinny posiadać zdolność rejestrowania i przechowywania w pamięci przebiegów obciążenia w programowalnym zakresie, od 1 do 60 minutowym okresie uśredniania oraz być zaprogramowane na automatyczne zamykanie okresu obrachunkowego,
 - d. Liczniki powinny posiadać zasilanie awaryjne na wypadek konieczności odczytu podczas braku napięcia zasilającego obiekt,
 - e. Należy przewidzieć synchronizację czasu w licznikach energii elektrycznej poprzez zastosowanie zegara synchronizacji czasu rzeczywistego (DCF 77 lub GPS) co najmniej raz na dobę z dokładnością do ± 1 minuty,
 - f. Współczynnik bezpieczeństwa przyrządu (FS) przekładników prądowych w układach pomiarowo-rozliczeniowych powinien być równy 5,
 - g. Pomiarowe przekładniki napięciowe powinny posiadać uzwojenia pomiarowe o klasie dokładności nie gorszej niż 0,5; służące wyłącznie do pomiaru energii elektrycznej
 - h. Przekładnie przekładników prądowych powinny być dopasowane do rzeczywistego maksymalnego obciążenia,
 - i. Obciążenie rdzeni i uzwojeń przekładników pomiarowych nie powinno przekraczać wartości znamionowych i nie powinno być niższe niż 25% mocy znamionowej przekładnika,
 - j. Obwody prądowe i napięciowe należy prowadzić z zacisków przekładników pomiarowych bezpośrednio do listew kontrolno – pomiarowych zabudowanych na tablicach licznikowych. Obwody wtórne należy prowadzić kablem sterowniczym typu np. YKSYFty. Na całej długości kabli w odstępach dwu metrowych należy stosować oznaczniki. Końcówki kabli należy osłonić i przystosować do plombowania w sposób uniemożliwiający dostęp do poszczególnych izolowanych żył,
 - k. W przypadku wystąpienia konieczności dociążenia rdzenia pomiarowego, jako dociążenie należy stosować atestowane rezystory instalowane w obudowach przystosowanych do plombowania. Rezystory dociążające należy montować możliwie blisko przekładników pomiarowych w tzw. układzie rozproszonym,
 - l. Tablice licznikowe należy wykonać jako dwudzielne, z czego na ich górnej uchyłnej części należy zabudować liczniki energii elektrycznej wraz z urządzeniami zdalnej transmisji danych oraz zegarem synchronizacji czasu a na ich dolnej stałej części należy zabudować listwy kontrolno - pomiarowe oraz pozostałą aparaturę (listwy zaciskowe obwodów pomocniczych itp.). Płyty nośne tablic licznikowych, należy wykonać z materiału izolacyjnego posiadającego atest na niepalność.
 - m. Tablice licznikowe należy zlokalizować w wydzielonym pomieszczeniu nN,
 - n. W pobliżu tablic licznikowych należy zabudować gniazdo 230 V AC,
 - o. Wykonanie modernizacji należy poprzedzić opracowaniem dokumentacji technicznej obejmującej swoim zakresem planowaną modernizację,
 - p. Dokumentację układów pomiaru energii elektrycznej należy uzgodnić przed rozpoczęciem cyklu inwestycyjnego w Dziale Operatora Pomiarów – Klienci Biznesowi Vattenfall Distribution Poland S.A. Projekt Techniczny należy złożyć w jednym egzemplarzu, który pozostaje w aktach Vattenfall Distribution Poland S.A.
- 7.3.2. W obiekcie należy wykonać następujące układy pomiarowo – rozliczeniowe energii elektrycznej:
- a. Dla pomiaru energii oddawanej/pobieranej do/z sieci Vattenfall Distribution Poland S. A. należy zastosować pomiarowe przekładniki prądowe służące wyłącznie do pomiaru energii elektrycznej o klasie dokładności 0,5 oraz o przekładni 40/5 A/A, które na napięciu zasilania 20 kV i $\cos \varphi = 0,93$ mogą przenieść bezpiecznie moc maksymalną równą 1545 kW. Minimalna mierzalna moc przez te przekładniki wyniesie 257 kW (20% I_N). W układzie pomiarowym należy zastosować dwa liczniki energii elektrycznej.

- b. Dla pomiaru energii brutto generatora należy zastosować pomiarowe przekładniki prądowe służące wyłącznie do pomiaru energii elektrycznej o klasie dokładności 0,5 oraz o przekładni 1200/5 A/A, które na napięciu zasilania 0,4 kV i $\cos \varphi = 0,93$ mogą przenieść bezpiecznie moc maksymalną równą 926,7 kW. Minimalna mierzalna moc przez te przekładniki wyniesie 154,5 kW (20% I_N).
W układzie pomiarowym należy zastosować jeden licznik energii elektrycznej.
- 7.3.3. Dopuszcza się wykorzystanie tej samej drogi transmisji danych pomiarowych do wszystkich realizowanych układów pomiarowych.
- 7.3.4. Wszystkie elementy układów pomiarowych dostarczone będą przez Inwestora. W przypadku zastosowania transmisji poprzez sieć GSM/GPRS karty SIM do transmisji danych dostarczone zostaną przez Vattenfall Distribution Poland S.A.
- 7.3.5. W przypadku wystąpienia Inwestora do Vattenfall Distribution Poland S.A. z wnioskiem o wydawanie świadectw pochodzenia energii elektrycznej należy zawrzeć umowę cywilnoprawną o dokonywanie takiej usługi przez Vattenfall Distribution Poland S.A.
8. Współczynnik mocy $\text{tg}\varphi$ mierzony w punktach pomiaru rozliczeniowego energii elektrycznej w każdej ze stref rozliczeniowych musi zawierać się w przedziale $0 \leq \text{tg}\varphi \leq 0,4$ chyba, że zapisy Umowy Dystrybucyjnej będą stanowiły inaczej.
9. Przed przyłączeniem elektrowni do sieci elektroenergetycznej należy uzgodnić z **przedsiębiorstwem energetycznym** Instrukcję Współpracy Ruchowej instalacji odbiorczej/wytwórczej z siecią elektroenergetyczną.
10. Dane techniczne istniejącej sieci elektroenergetycznej dla układu normalnego pracy:

a. stacja 110/20 kV Nowiny – rozdzielnia 20 kV

TR1	Sekcja 1	$S_{zw} = 189,4 \text{ MVA}$	$I_c = 91,06 \text{ A}$
TR2	Sekcja 2	$S_{zw} = 189,4 \text{ MVA}$	$I_c = 166,73 \text{ A}$

Sieć jest kompensowana, cewka pracuje na zaczeple:

- nr 3 o prądzie 90 A – sekcja 1
- nr 1 o prądzie 60 A – sekcja 2

Czas nastawy zabezpieczenia ziemnozwarciowego: $t = 0,7 \text{ s}$

b. stacja 110/20 kV Paruszowiec – rozdzielnia 20 kV

TR 1	Sekcja 1	$S_{zw} = 195,6 \text{ MVA}$	$I_c = 183,68 \text{ A}$
TR 2	Sekcja 2	$S_{zw} = 215,6 \text{ MVA}$	$I_c = 169,37 \text{ A}$

W sieci 20 kV jest zastosowana kompensacja nadążna.

Czas nastawy zabezpieczenia ziemnozwarciowego: $t = 0,7 \text{ s}$

11. Standardy jakościowe energii elektrycznej są określone w powołanym na wstępie Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i są obowiązujące, jeżeli strony nie ustaliły innych na etapie spisywania Umowy na sprzedaż/odbior energii elektrycznej i świadczenie usług dystrybucyjnych oraz na etapie uzgadniania Instrukcji Współpracy Ruchowej instalacji odbiorczej/ wytwórczej z siecią elektroenergetyczną.

Przedsiębiorstwo energetyczne zastrzega sobie możliwość odłączenia instalacji Wytwórcy w przypadku, gdy produkowana przez niego energia elektryczna nie spełnia standardów jakościowych.

12. W istniejącym układzie pracy sieci i po przyłączeniu jednostki wytwórczej do sieci, **przedsiębiorstwo energetyczne** wykona badanie jakości energii w punkcie przyłączenia

celem sprawdzenia parametrów jakości energii i faktycznego wpływu jednostki wytwórczej na sieć.

13. Przy realizacji układu zasilania (już na etapie projektowania) należy stosować rozwiązania techniczne zgodne ze standardami technicznymi obowiązującymi w **przedsiębiorstwie energetycznym**.
14. Urządzenia **podmiotu przyłączanego**, przyłączone do sieci dystrybucyjnej nie mogą powodować pogorszenia parametrów energii elektrycznej innym podmiotom powyżej dopuszczalnych granic określonych standardami jakości energii elektrycznej w **przedsiębiorstwie energetycznym**. Wymagania te określa *Instrukcja ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnej*, dostępna na stronie internetowej www.vattenfall.pl oraz załącznik nr 2 do przedmiotowej *Instrukcji*.

II. WARUNKI ROZLICZANIA ZA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

1. Miejscem dostawy/odbioru energii elektrycznej będą:
 - a. dla **przyłącza nr 1** – zaciski prądowe głowicy kablowej (na odejściu kabla w kierunku instalacji **podmiotu przyłączanego**) zainstalowanej w polu nr 2, sekcji 1, rozdzielni 20 kV stacji **R910**;
 - b. dla **przyłącza nr 2** – zaciski prądowe głowicy kablowej (na odejściu kabla w kierunku instalacji **podmiotu przyłączanego**) zainstalowanej w polu nr 8, sekcji 2, rozdzielni 20 kV stacji **R910**;

Miejsce to stanowić będzie także granicę własności i eksploatacji urządzeń pomiędzy **przedsiębiorstwem energetycznym** a **podmiotem przyłączanym**.

Kable 20 kV wyprowadzone z pól nr 2 i 8 rozdzielni 20 kV stacji **R910** będą na majątku i eksploatacji **podmiotu przyłączanego**.

2. Układy pomiarowo – rozliczeniowe energii elektrycznej powinny spełniać wymagania określone w punkcie 7.3 niniejszych warunków przyłączenia.
3. **Podmiot przyłączany** obowiązują odpowiednie zarządzenia dotyczące dostawy/odbioru mocy i energii elektrycznej w godzinach szczytu energetycznego.
4. Odsprzedaż energii elektrycznej innym podmiotom gospodarczym może odbywać się jedynie na zasadach, określonych w ustawie z dnia 10.04.1997 roku *Prawo energetyczne* wraz z późniejszymi zmianami.

III. WARUNKI EKONOMICZNO – FINANSOWE

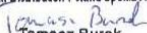
1. Sprzedaż i świadczenie usług dystrybucyjnych do obiektu oraz odbiór energii z produkcji elektrowni będzie możliwe po:
 - a. wywiązaniu się **podmiotu przyłączanego** (*Inwestora*) z zobowiązań zawartych w podpisanej *Umowie o przyłączenie* (projekt w załączeniu),
 - b. po zrealizowaniu układu zasilania i dokonaniu wzajemnych rozliczeń,
 - c. po zawarciu *Umowy na świadczenie usług dystrybucyjnych dla odbioru i dostawy energii elektrycznej*.

IV. DANE OGÓLNE

1. **Podmiot przyłączany** zobowiązany jest do bezzwłocznego zawiadomienia **przedsiębiorstwa energetycznego** o wszelkich zaistniałych zmianach w terminach, w planie realizacji inwestycji, lokalizacji, itp.

2. **Podmiot przyłączany** zobowiązany jest do umożliwienia dostępu do rozliczeniowego układu pomiarowego energii elektrycznej **przedsiębiorstwu energetycznemu**.
3. Niniejsze warunki przyłączenia tracą ważność po upływie dwóch lat od daty ich wystawienia, jeśli w tym czasie nie zostanie zrealizowany układ zasilania na podstawie *Umowy o przyłączenie* i nie zostanie zawarta *Umowa na sprzedaż/odbiór energii elektrycznej*.
4. Do momentu podpisania *Umowy o przyłączenie* niniejsze warunki przyłączenia nie powodują żadnych skutków prawnych, w stosunku do wnioskodawcy i w stosunku do autora niniejszego dokumentu.

Z poważaniem

PEŁNOMOCNIK
Vattenfall Distribution Poland Spółka Akcyjna

Tomasz Burek

Rozdzielnik:

Klient	-	1 egz. Oryginał,
DP	-	1 egz. Oryginał,
PDP	-	1 egz. Kopia,

D:\Wykrywa\Warunki\Szpital Specjalistyczny_Rybnik_0_345MN\Szytył Specjalistyczny_0_845MN.doc

1. WSTĘP.

1.1.Podstawa opracowania.

Podstawą opracowania niniejszego projektu są:

- Warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej dla zakładu zajmującego się wytwarzaniem energii elektrycznej – pismo Vattenfall Distribution Poland S.A. znak: R/TBU /4502/2009 L. dz. 09-04-29/876 z dnia 18-05-2009r.
- Dokumentacje rozdzielni ST2, ST1 i STR Szpitala Nr 3 w Rybniku,
- Założenia i podkłady technologiczne budynku Agregatorowni i stacji transformatorowej STR,
- Uzgodnienia z Inwestorem,
- Instrukcja modułu synchronizacji i zabezpieczeń generatora typu **MFR2S/PSTV** firmy **Woodward**,
- Instrukcja obsługi systemu zabezpieczeń i sterowania dla agregatu prądotwórczego z prądnicą synchroniczną 845kW typu firmy Leroy Somer
- Wydane arkusze normy PN-IEC-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych...”,
- Instrukcja Eksploatacji i Ruchu Sieci Dystrybucyjnej GZE (Załącznik nr 3 - Szczegółowe wymagania techniczne dla jednostek wytwórczych przyłączanych do sieci dystrybucyjnej).

1.2. Zakres opracowania.

Niniejsze opracowanie stanowi projekt branży elektrycznej dla zadania włączenie do sieci dystrybucyjnej poprzez sieć wewnętrzną Szpitala Nr 3 w Rybniku modułu kogeneracyjnego napędzanego silnikiem przeznaczonymi do spalania gazu ziemnego grupy E o mocy 845kW (1 175kVA).

Szczegółowy zakres opracowania:

- Układ włączenia i współpracy generatora z siecią elektroenergetyczną,
- System zabezpieczeń i sterowania generatora dla pracy równoległej z siecią oraz dla pracy "wyspowej",
- Zabezpieczenia nadnapięciowe $u>$ i zabezpieczenie zerowo-nadnapięciowe $u0>$ zasilane z przekładników napięciowych zamontowanych w polu pomiarowym nr 2 projektowanej rozdzielni STR SN 20kV, działających na wyłącz wyłącznika generatora,
- Rozdzielnie SN STR 20kV i nn STR 0,4kV oraz RGA dla potrzeb włączenia generatora do sieci elektroenergetycznej,
- Ochrona od porażeń i połączenia wyrównawcze,
- Oświetlenie i gniazd wtykowych w Agregatorowni.

Projekt modernizacji układów pomiarowo-rozliczeniowych oraz pomiaru energii brutto generatora stanowi oddzielne opracowanie.

OPIS TECHNICZNY.

1.2.Wstęp.

Dla potrzeb skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej w Szpitalu Wojewódzkim Nr 3 w Rybniku zamontowany zostanie moduł kogeneracyjny z prądnicą synchroniczną firmy Stamford typu PE 734 m mocy 1175kVA.

Moc elektryczna wytwarzana w skojarzeniu z energią cieplną będzie proporcjonalna do aktualnego zapotrzebowania na energię elektryczną przez szpital (regulacja mocy generatora w funkcji kierunku przepływu energii, przepływ w kierunku sieci powoduje zmniejszanie mocy generatora).

Moduł kogeneracyjny napędzany za pomocą silnika przeznaczonego do spalania gazu ziemnego wysokometanowego grupy E (GZ-50).

Parametrach pracy ciągłej równoległej z siecią (praca synchroniczna:

- Wyjście elektryczne generatora
bez możliwości przeciążenia: **845kW (1175kVA; 230/400V, 50Hz)**
- Wyjście ciepłe **949kW**
- Moc wejściowa paliwa: **2055kW**

Parametry pracy ciągłej modułu w trybie pracy izolowanej (wyspowej):

- Wyjście elektryczne generatora
bez możliwości przeciążenia: **770kW**

W projektowanym rozwiązaniu przewidziano zakres pracy izolowanej generatorów (praca wyspowa) dla awaryjnego zasilania szpitala przy zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej. Generator do pracy wyspowej uruchamiany jest automatycznie po zaniku napięcia w sieci (algorytm pracy generatora wg opisu poniżej).

Niniejsze opracowanie ma na celu zaprojektowanie urządzeń elektroenergetycznych potrzebnych do włączenia generatora do sieci elektroenergetycznej wraz z układem zabezpieczeń i sterowania jego pracą synchroniczną i wyspową.

W opracowaniu szczególną uwagę zwrócono na pracę wyspową generatora i zabezpieczenia układu przed możliwością podania napięcia do sieci zewnętrznej. Szczegółowy opis zabezpieczeń podano w rozdziale 2.5 „Zabezpieczenia, sterowanie generatorów”.

Schemat strukturalny włączenia generatora do sieci pokazano na rys. nr 1.

Zaprojektowany układ pozwala na następujące układy pracy systemu:

Praca równoległa z siecią – podstawowy układ pracy:

- Generator GS1 pracują z regulacją mocy w zakresie 50...100% mocy znamionowej (422,5...845kW). Regulacja mocy urządzenia realizowana jest przez układ sterowania w funkcji kierunku przepływu mocy uniemożliwiający przepływ energii w kierunku sieci. Dostawa układu regulacji w ramach szafy sterowania, zabezpieczeń i sterowania generatora SG.

Praca wyspowa – awaryjny układ pracy

Po zaniku napięcia w sieci następuje oddzielenie generatora od sieci przez wyłączenia wyłącznika Q4 w rozdzielni SAG. Po czasie 15s (czas działania układów SZR w sieci) i stwierdzeniu trwałego zaniku napięcia następuje załączenie wyłącznika Q5 i podanie napięcia rozdzielni zasilania awaryjnego szpitala RAG w ST1, a następnie układ sterowania generatora łączy sekwencyjnie poszczególne grupy odbiorników wymagających zasilania gwarantowanego. Praca układów SZR na rozdzielniach ST1, ST2, ST3 i ST4 realizowana przez istniejący układ zasilania awaryjnego uzgodniony z Zakładem Energetycznym. Po powrocie napięcia sieciowego (pomiar napięcia

sieci przez układ sterowania generatora przed wyłącznikiem Q4 od strony sieci wyłączany jest wyłącznik Q5 i następuje synchronizacja generatora z siecią na wyłączniku Q4 i przywrócenie podstawowego układu pracy sieci.

Zgodnie z projektem branży technologicznej w Agregatorowni nie występują strefy zagrożenia wybuchem.

2.2. Modernizacja rozdzielni STR SN-20kV i 0,4kV szpitala.

W punkcie przyłączenia do sieci:

- przyłączy nr 1: pole nr 2, sekcji 1 rozdzielni 20kV stacji R910
- przyłączy nr 2: pole nr 8, sekcji 2 rozdzielni 20kV stacji R910 (granica stron) moc zwarciova wynosi:

$$S_K'' = 172,65 \text{ MVA}$$

Moc przyłączeniowa generatora wynosi:

$$S_G = 1,175 \text{ MVA}$$

Stąd:

$$\frac{S_K''}{S_G} = \frac{172,65}{1,175} \approx 147 > 20$$

Współczynnik stosunku mocy zwarciovej pochodzącej od systemu do mocy przyłączeniowej w miejscu włączenia jednostki wytwórczej do sieci spełnia wymagania Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej GZE Zał. Nr 3, Pkt. 1.5.

Dla potrzeb włączenia generatora do sieci elektroenergetycznej poprzez stację transformatorową STR szpitala należy w ramach części SN 20kV stacji wykonać należy następujące prace:

- wymienić rozdzielnię SN stacji na rozdzielnię typu ROTABLOK wg rys. nr 2 i 3.
- wymienić transformator olejowy 250kVA na transformator suchy 1000kVA.
- w ramach prac budowlanych w części SN rozdzielni STR wybudować ściankę działową pomiędzy częścią rozdzielni należącą do ZE a częścią użytkownika (rozdzielnie te nie mają połączenia elektrycznego) oraz wydzielić pomieszczenie gospodarcze, do pomieszczenia rozdzielni STR SN dobudować drzwi wejściowe z zewnątrz.

Prądy i moc zwarciova rozdzielni STR SN z uwzględnieniem wpływu generatora wynosi (wyliczenia w części obliczeniowej dokumentacji):

- początkowy prąd zwarcia: $I_K'' = 4\,830 \text{ A}$
- prąd termiczny: $I_{th} = 5\,700 \text{ A}$
- prąd udarowy: $i_u = 8\,279 \text{ A}$
- moc zwarciova: $S_K'' = 167,11 \text{ MVA}$.

Osprzęt i urządzenia SN zamontowane i projektowane wykonane są do pracy z prądem zwarciowym 12kA.

Dobre urządzenia spełniają wymagania wytrzymałości zwarciovej.

Zasilanie projektowanej rozdzielni odbywa się istniejącą linią kablową prowadzoną w ziemi kablem typu 3x(YHAKXS50mm²) 18/30kV długości L=680m (sprawdzenie kabla w części obliczeniowej).

Dane techniczne rozdzielni ROTABLOK:

Rozdzielnia typu ROTOBLOK 24:

- napięcie znamionowe sieci: 20kV

- najwyższe napięcie urządzeń: 25kV
- częstotliwość znamionowa/liczba faz: 50Hz/3
- znamionowe napięcie krótkotrwałe: 50/60kV
- znamionowe nap. udarowe (piorunowe): 125/145kV
- prąd znamionowy ciągły: 630A
- prąd znamionowy krótkotrwały: 16kA (1s)
- prąd znamionowy szczytowy: 40kA
- kl. odporności na wewnętrzne zw. łukowe: AF 16kA (1s)
- stopień ochrony: IP4x.

Zestawienie pól i wyposażenia:

Pole nr 1 typu RL4 liniowe z napędem ręcznym i pomiarem prądu wyposażone w :

- rozłącznik z uziemnikiem dolnym GTR2
- tor szynowy P40x10
- pojemnościowy dzielnik napięcia DCL20
- uchwyt kablowy UKZ
- sygnalizator neonowy do współpracy z DCL20
- gniazdo zbrojenia i sygnalizacji zazbrojenia
- przełącznik załącz/rozłącz
- gniazdo uziemnika
- wskaźnik przepływu prądu zwarcia
- przekładniki prądowe

Pole nr 2 typu RP1 pomiaru napięcia wyposażone w :

- rozłącznik z uziemnikiem dolnym GTR4
- tor szynowy P40x10
- gniazdo zbrojenia i sygnalizacji zazbrojenia
- przełącznik załącz/rozłącz
- gniazdo uziemnika
- podstawy bezpiecznikowe z bezpiecznikami 0,8A
- przekładniki napięciowe typu UMZ 24-1
 - uzw. I: 20:√3/0,1:√3kV; 5VA; kl. 0,1
 - uzw. II: 20:√3/0,1:√3kV; 10VA; kl. 3P
 - uzw. III: 20:√3/0,1kV; 10VA; kl. 3P

Pole nr 3 i 4 typu RT1 transformatorowe z napędem ręcznym i pomiarem prądu wyposażone w :

- rozłącznik z uziemnikiem dolnym GTR2
- tor szynowy P40x10
- pojemnościowy dzielnik napięcia DCL20
- uchwyt kablowy UKZ
- sygnalizator neonowy do współpracy z DCL20
- gniazdo zbrojenia i sygnalizacji zazbrojenia
- przełącznik załącz/rozłącz
- gniazdo uziemnika
- podstawy bezpiecznikowe.

Dane techniczne transformatora żywicznego typu TZAM1000:

- moc 1000kVA
- napięcie GN 21kV
- napięcie DN 400V

- regulacja $\pm 2 \times 2,5$ %
- układ połączeń Dyn5 –
- poziom hałasu 61dB(A)
- napięcie zwarcia 6 %
- straty stanu jałowego 2500W
- straty stanu obciążenia 9200W
- masa całkowita 3050kg.

Modernizacja części nn 0,4kV według schematów nr 7 i 8.

Dane techniczne rozdzielni ZR-W:

- | | |
|---|------------------------|
| – napięcie znamionowe sieci: | 400kV |
| – napięcie znamionowe izolacji: | 1500/690V |
| – częstotliwość znamionowa/liczba faz: | 50Hz/3 |
| – napięcie probiercze: | 3,5kV |
| – napięcie probiercze udarowe: | 12kV |
| – prąd znamionowy szyn ciągły: | 3200A |
| – prąd krótkotrwały: | 105kA (1s) |
| – prąd znamionowy szczytowy: | do 200kA |
| – odporność na działanie łuku wewnętrznego: | 105kA (0,3s)/50 (0,5s) |
| – stopień ochrony: | IP4x |

Wyłącznika QG wyposażyć w cewkę podnapięciową oraz w polu wyłącznika zamontować transformator 230/24Vac. Na rys. nr 7/1 pokazano podłączenie wyłącznika awaryjnego (p.poż.) kotłowni. Wyłącznik ten w przypadku awarii będzie wyłączał zasilanie kotłowni z rozdzielni STR (wyłącznik QG) oraz moduł kogeneracyjny poprzez stop awaryjny. Rozwiązanie to pozwoli na całkowite wyłączenie zasilania kotłowni.

2.3. Rozdzielnia włączenia generatora do sieci SAG Agregatorowni.

Dla potrzeb włączenia generatora do sieci elektroenergetycznej zaprojektowano rozdzielnię SAG 0,4kV. Schemat ideowy jednokreskowy oraz widok rozdzielni przedstawiono na rys. nr 11 i 12. Rozdzielnia wykonana w systemie rozdzielnic wewnętrznych niskiego napięcia typu ZR-W Elektromontaż Katowice.

Dane techniczne rozdzielni jak dla STR 0,4kV:

Typ i nastawy wyłączników (dobór w części obliczeniowej dokumentacji):

Wyłączniki QG:

Typ wyłącznika: NW16N1 3P z zabezpieczeniem Micrologic 5.0A

- | | |
|----------------------------------|---|
| ▪ prąd znamionowy: | 1600A |
| ▪ prąd zwarcia wyłączalny: | 80kA |
| ▪ zabezpieczenie przeciążeniowe: | $I_r = 0,95 \times I_N = 1520A$; $t = 20s$ |
| ▪ zwarcia zwłoczne: | $I_{sd} = 1,5 \times I_r = 2280A$; $t < 100ms$ |
| krótkozwłoczne | |
| ▪ zwarcia: | $I_i = 3 \times I_N = 4800A$ |

W polu generatora dodatkowo oprócz wyłącznika zamontowano odłączniki 1600A zgodnie z wymogami Zał. Nr 3 Pkt. 2.1 IRiESD.

Dla potrzeb pomiaru energii brutto produkowanej przez generatory (energia z wysokosprawnej kogeneracji) w polu generatora zamontowano przekładniki prądowe 1200/5A/A.

Schematy ideowe rozdzielni SAG wraz ze szczegółowymi zestawieniami materiałów wg projektu wykonawczego.

2.4. Charakterystyka agregatów.

Zastosowany moduł kogeneracyjny wyposażony jest w generator o danych znamionowych:

Producent:	STAMFORD
Typ generatora:	PE 734
Moc znamionowa:	1 175kVA cł F
Napięcie:	400V / 231V
Częstotliwość:	50Hz
Prąd znamionowy:	1226 A – 400V / 1175kVA, $\cos\varphi=1$
Prędkość:	1500 obr/min
Kierunek wirowania:	Przeciwnie do ruchu wskazówek zegara
Regulacja napięcia:	$\pm 0,5\%$, regulator napięcia elektroniczny
Regulacja $\cos\varphi$:	regulator $\cos \phi$ elektroniczny
Kontrola czasu:	< 300 ms, przy stałej prędkości
Sposób połączenia:	gwiazda z uziemionym punktem zerowym
$\cos \varphi$:	0,8, ..., 1
Sprawność (100% P_N):	96,5 %

Max. temperatura otoczenia: 40 °C

Generator wykonany jako samoregulujący się, bezszczotkowy, synchroniczny, samowzbudny, z wewnętrzną wentylacją. Wbudowany regulator napięcia i $\cos\varphi$, zaprojektowany zgodnie z VDE 0530, klasa izolacji H, poziom zakłóceń radiowych N, niski poziom harmonicznych.

Moduł kogeneracyjny wyposażony jest w moduł kontroli oraz system monitorujący. Zamontowany moduł (wraz z systemem zasilania) zawiera następujące składniki:

- moduł kontroli z mikroprocesorem umożliwiającym start/stop kontrolingu, w przypadku zasilania awaryjnego, jak również analogowy monitoring ciśnienia oleju, temperatury wody chłodzącej silnik, wymiennika ciepła wyrzucanego gazu, temperatury podgrzewacza wody, wyrzucanego gazu w cylindrach i w katalizatorze (jeżeli jest zainstalowany), temperatury wlotu powietrza, temperatury mieszanki, prędkości generatora, monitoring minimalnego poziomu wody chłodzącej, poziom oleju min./max., zakres bezpiecznej temperatury, min. ciśnienie gazu, wycieki gazu,
- synchronizacja i monitorowanie pracy generatora,
- port szeregowy, transfer danych zgodnie z protokołem 3964R,

- regulacja mocy wyjściowej w zależności od zróżnicowanych ustawień, umożliwiającą shutdown, redukcję automatyczną przy przekroczonej temperaturze wlotowego powietrza
- kontrola lambda (składu mieszanki)
- bezpotencjałowe styki – dla kontroli przepływów, pracy generatora, pomocniczych napędów, wentylatora, podgrzewacza.
- bezpotencjałowe styki – dla kontroli działania i sygnałów zakłócających, zdalnego startu, awaryjnego startu,
- sterowanie pomocniczymi napędami pomp chłodzących, urządzeniami wtryskującymi smar, regulacją prędkości, wtryskiem, instalacją gazową, ładowarką baterii, starterem,
- panel sterujący całkowicie okablowany i dołączony do modułu, z przyciskiem stopu, dotykowy panel z wyświetlaczem LCD, sygnalizacja zakłóceń, statusów sygnałów, ustawień, parametrów.

Zasilanie obwodów sterowania odbywa się z baterii akumulatorów 24V buforowanej zasilaczem 24Vdc.

2.5. Zabezpieczenia i sterowanie generatorów.

Generator dostarczony jest przez producenta z szafą sterowniczą i zabezpieczającą MMC. W skład wyposażenia szafy wchodzi urządzenie firmy **Woodward typu MFR2S/PSTV** spełniające funkcję układu synchronizacji, zabezpieczenia i kontroli wszystkich parametrów pracy generatora. Ustawione parametry zabezpieczone są kodem dostępu. Moduł synchronizacji i zabezpieczeń typu **MFR2S/PSTV** kontroluje wszystkie prądy i napięcia generatora, szyny wspólnej i sieci energetycznej. Steruje również wyłącznikiem generatora QG (załączenie po przeprowadzeniu synchronizacji, wyłączenie ruchowe – przez obsługę lub awaryjne od zabezpieczeń). dodatkowo układ steruje wyłącznikami Q4 i Q5.

Generatory wyposażone są w następujące zabezpieczenia:

- pod- i nadczęstotliwościowe,
- pod- i nad napięciowe,
- przed wypadnięciem z synchronizmu,
- prądowe przeciążeniowe i zwarciove,
- przed asymetrią,
- przed mocą zwrotną,
- technologiczne.

Zabezpieczenia są realizowane niezależnie dla pracy równoległej z siecią oraz dla pracy wyspowej.

Podczas zaniku napięcia w sieci wyłączenie generatora następuje w czasie krótszym od 150ms na który składają się:

- czas działania układu zabezpieczeń < 100ms dla zabezpieczeń pod i nadczęstotliwościowych oraz pod i nadnapięciowych oraz < 50ms dla zabezpieczenia przed wypadnięciem z synchronizmu,
- czas otwarcia styków wyłącznika generatora przez wyzwacz podnapięciowy (zanikowy) < 50ms.

Zabezpieczenia działają na wyłącz wyłącznika generatora w rozdzielni SAG.

Kryteria pracy zabezpieczeń:

Kryterium pracy zabezpieczenia	Nastawa	Czas zadziałania
nadczęstotliwościowe	> 50,2 Hz; histereza = 0,1Hz	< 100 ms
podczęstotliwościowe	< 49,8 Hz, histereza = 0,1 Hz	< 100 ms
nadnapięciowe	> 440V	< 100 ms
podnapięciowe	< 360V	< 100 ms
wypadnięcie z synchronizmu	5°	< 50 ms

Powyższe zabezpieczenia gwarantują wyłączenie generatora przy zaniku napięcia w sieci. Zabezpieczenia są realizowane niezależnie dla każdej fazy.

Synchronizacja:

Układ kontroluje wszystkie warunki niezbędne do przeprowadzenia synchronizacji ograniczając do minimum ewentualne prądy wyrównawcze jaki mogą się pojawić podczas procesu synchronizacji.

Kontrolowane parametry:

- a) skuteczne wartości napięć prądnicy i sieci
- b) częstotliwość napięć prądnicy i sieci
- c) kolejność faz prądnicy i sieci
- d) Wartości chwilowe odpowiadających sobie napięć prądnicy i sieci.

Warunki synchronizacji zaprogramowane w sterowniku:

- a) **df max 0.2 Hz**
- b) **df min 0.1 Hz**
- c) **dU max 30 V (napięcie międzyfazowe)**
- d) **dφ max 5°**
- e) **czas impulsu załączenia wyłącznika 240 ms**

Wszystkie w/w parametry spełniają warunki synchronizacji podane w IRiESD Zał. Nr 3 pkt. 5.4.

Zabezpieczenia generatora i sieci:

Parametry generatorów dla których dobrano nastawy zabezpieczeń:

moc znamionowa -	845kW (1175kVA)
cosφ dla pracy równoległej z siecią -	~0,95
cosφ dla pracy wyspowej -	~0,80

Zabezpieczenia zaprogramowane realizowane przez moduł zabezpieczający firmy WOODWARD typu MFR 2S 45B-PSV-A2,T2,Sf,M:

1. Zabezpieczenia sieci do której przyłączono generatory:

- nad-/podnapięciowe (59/27)
- nad-/podczęstotliwościowe (81H/L)
- zabezpieczenie od poślizgu biegunów wirnika (78)
(utrata synchronizmu)
- od asymetrii napięcia (47)

2. Zabezpieczenia generatora:

- nad-/podnapięciowe (59/27)
- nad-/podczęstotliwościowe (81H/L)
- nadmocowe (32)
- od mocy zwrotnej (32R)
- obniżenie mocy czynnej (32F)
- od asymetrii mocy (46)
- prądowo-czasowe (50)

Nastawy zabezpieczeń i kryterium działania:

Typ zabezpieczenia	Nastawa	Kryterium działania
Zabezpieczenia zasilane z sieci (przed wyłącznikiem oddzielenia sieć/wyspa strona sieci)		
Nadczęstotliwościowe $f >$ - 81H	$f > 50,2\text{Hz}$; $t = 100\text{ms}$	wyłączenie generatora
Podczęstotliwościowe $f <$ - 81L	$f < 49,8\text{Hz}$; $t = 100\text{ms}$	wyłączenie generatora
Nadnapięciowe $U >$ - 59	$U > 440\text{V}$; $t = 100\text{ms}$	wyłączenie generatora
Podnapięciowe $U <$ - 27	$U < 360\text{V}$; $t = 100\text{ms}$	wyłączenie generatora
Wypadnięcie z synchronizmu 78	jednofazowe: $\varphi = 5^\circ$ trójfazowe: $\varphi = 15^\circ$	wyłączenie generatora (działanie zabezpieczenia bezzwłoczne)
Asymetria napięcia w sieci 47	30V ; $t = 100\text{ms}$	wyłączenie generatora
Zabezpieczenia zasilane z generatora (za wyłącznikiem generatora)		
Nadmocowe $P >$ - 32	$P > 887,25\text{kW}$; $t = 10\text{s}$ ($105\% P_{NG}$)	wyłączenie generatora
Moc zwrotna - 32R	$P > -42,25\text{kW}$; $t = 5\text{s}$	wyłączenie generatora
Asymetria obciążenia - 46	$P > 161,5\text{kW}$; $t = 1\text{s}$	wyłączenie generatora
Przeciążeniowe - 50	$I = 1484\text{A}$; $t = 60\text{s}$ ($109\% I_{NG}$)	wyłączenie generatora
Przeciążeniowe - 51	$I = 1614\text{A}$; $t = 2\text{s}$ ($120\% I_{NG}$)	wyłączenie generatora
Nadczęstotliwościowe $f >$ - 81H	$f > 70,0\text{Hz}$; $t = 100\text{ms}$	wyłączenie generatora (tylko dla pracy wyspowej)
Podczęstotliwościowe $f <$ - 81L	$f < 43\text{Hz}$; $t = 3\text{s}$	wyłączenie generatora (tylko dla pracy wyspowej)
Nadnapięciowe $U >$ - 59	$U > 440\text{V}$; $t = 1\text{s}$	wyłączenie generatora (tylko dla pracy wyspowej)
Podnapięciowe $U <$ - 27	$U < 360\text{V}$; $t = 3\text{s}$	wyłączenie generatora (tylko dla pracy wyspowej)
Zabezpieczenia zasilane z przekładników napięciowych SN – 15kV		
Nadnapięciowe $U >$ - 59	$U = 66,5\text{V}$; $t = 500\text{ms}$	wyłączenie generatorów
Zerowo-nadnapięciowe $U_0 >$ - 27	wg danych operatora sieci	wyłączenie generatorów

Zabezpieczenia dodatkowe		
Kontrola napięcia 24VDC	Zanik napięcia	bezzwłoczne wyłączenie wszystkich generatorów

Funkcja realizowane przez zabezpieczenia:

zabezpieczenia zasilane z sieci:

- nadczęstotliwościowe 81H – zabezpieczenie działające przy nagłych obciążeniach generatora
- podczęstotliwościowe 81L - zabezpieczenie działające w stanach zakłóceń spowodowanych deficytem mocy czynnej w systemie
- nadnapięciowe 59 - zabezpieczenie generatora i sieci przed skutkami nadmiernego wzrostu napięcia spowodowanego nagłym obciążeniem generatora lub wzrostem napięcia wzbudzenia
- podnapięciowe 27 - zabezpieczenie podnapięciowe reagujące przy zaniku wzbudzenia generatora
- wypadnięcie z synchronizmu 78 - zabezpieczenie od poślizgu biegunów
- asymetria napięcia 47 - zabezpieczenie od asymetrii napięcia w sieci

zabezpieczenia zasilane z generatora (po wyłączniku generatora):

- nadmocowe 32 - zabezpieczenie przeciążeniowe mocowe
- moc zwrotna 32R - zabezpieczenie generatora przed pracą silnikową
- asymetria obciążenia 46 - zabezpieczenie generatora od asymetrii obciążenia
- przeciążeniowe 50 - zabezpieczenie przed przeciążeniem generatora zwłoczne I⁰
- przeciążeniowe 51 - zabezpieczenie przed przeciążeniem generatora zwłoczne II⁰
- nadczęstotliwościowe 81H – zabezpieczenie działające przy nagłych obciążeniach generatora aktywne tylko dla pracy wyspowej generatora
- podczęstotliwościowe 81L - zabezpieczenie działające w stanach zakłóceń spowodowanych deficytem mocy czynnej w systemie aktywne tylko dla pracy wyspowej generatora
- nadnapięciowe 59 - zabezpieczenie generatora i sieci przed skutkami nadmiernego wzrostu napięcia spowodowanego nagłym obciążeniem generatora lub wzrostem napięcia wzbudzenia aktywne tylko dla pracy wyspowej generatora
- podnapięciowe 27 - zabezpieczenie podnapięciowe reagujące przy zaniku wzbudzenia generatora aktywne tylko dla pracy wyspowej generatora

zabezpieczenia zasilane z przekładników napięciowych SN 15kV

- nadnapięciowe 59 - zabezpieczenie przed wzrostem napięcia w sieci
- zerowo-nadnapięciowe - zabezpieczenie od zwarć doziemnych w sieci SN

Zastosowane zabezpieczenia spełniają wymagania IRiESD Zał. Nr 3 dla jednostek wytwórczych o mocy powyżej 100kW.

Działanie zabezpieczeń generatora:

Zabezpieczenie przeciążeniowe

przeciążenia max moc

Działanie zabezpieczenia: wyłącz wyłącznik generatora. Zatrzymywany jest również silnik napędzający prądnicę, na panelu sterowniczym pojawia się komunikat z opisem alarmu i przyczyny wyłączenia.

Zabezpieczenie zwarcione bezzwłoczne

prąd wyłączenia bezzwłocznego

Działanie zabezpieczenia: Bezzwłoczne wyłączenie wyłącznika generatora i silnika napędzającego prądnicę, na panelu sterowniczym pojawia się komunikat z opisem alarmu i przyczyny wyłączenia.

Moc zwrotna

Nastawa zabezpieczenia:

moc zwrotna: - 5% - opóźnienie 5s

Działanie zabezpieczenia: zabezpieczenie przed skutkami awarii silnika gazowego napędzającego prądnicę lub przejścia na pracę silnikową. Wyłączenie prądnicy i silnika następuje zgodnie z zaprogramowanymi wartościami.

Niesymetria obciążenia

Nastawy zabezpieczenia od niesymetrii obciążenia:

niesymetria obciążenia: 10% - opóźnienie 1s

Działanie zabezpieczenia: w przypadku niesymetrycznego obciążenia wyłączenie generatora od sieci i wyłączenie silnika.

Niesymetria prądowa

Nastawy zabezpieczenia od niesymetrii prądowej:

a) przekroczenie prądowe (niesymetria) - stopień pierwszy: 106% opóźnienie: 60 s

b) przekroczenie prądowe - stopień drugi: 116% - opóźnienie: 2s

Działanie zabezpieczenia: niesymetryczne obciążenie poszczególnych faz prądnicy powoduje wyłączenie generatora od sieci energetycznej i zatrzymanie silnika napędzającego.

Zabezpieczenie częstotliwościowe generatora dla pracy równoległej z siecią elektroenergetyczną

Nastawy zabezpieczenia:

- a) nadczęstotliwościowe $f >$ - przekroczenie częstotliwości $f > 50,2\text{Hz}$
opóźnienie 0,1s
- b) podczęstotliwościowe $f <$ - przekroczenie częstotliwości $f < 49,8\text{ Hz}$
opóźnienie 0,1s

Działanie zabezpieczenia: przekroczenie górnego lub dolnego progu zaprogramowanej częstotliwości generatora spowoduje wyłączenie generatora od sieci (wyłącznik generatora).

Podane nastawy zabezpieczenia tylko dla pracy równoległej z siecią energetyczną (podczas pracy samotnej zabezpieczenie nieaktywne).

Zabezpieczenie napięciowe generatora dla pracy równoległej z siecią elektroenergetyczną

Nastawy zabezpieczenia:

- a) nadnapięciowe $u >$ - przekroczenie napięcia $U > 440\text{ V}$ - opóźnienie 0,1s
- b) podnapięciowe $u <$ - przekroczenie napięcia $U < 360\text{ V}$ - opóźnienie 0,1s

Działanie zabezpieczenia: przekroczenie górnego lub dolnego progu zaprogramowanego napięcia generatora spowoduje wyłączenie generatora od sieci (wyłącznik generatora).

Podane nastawy zabezpieczenia tylko dla pracy równoległej z siecią energetyczną (podczas pracy samotnej zabezpieczenie nieaktywne).

Zabezpieczenie częstotliwościowe dla pracy wyspowej generatora:

Nastawy zabezpieczenia nadczęstotliwościowego:

- a) częstotliwość max: $f > 55\text{Hz}$ - opóźnienie: 0,5s

Nastawy zabezpieczenia podczęstotliwościowego:

- a) częstotliwość min: $f < 45\text{Hz}$ - opóźnienie: 3s

Działanie zabezpieczenia: przekroczenie górnego lub dolnego progu zaprogramowanej częstotliwości generatora spowoduje wyłączenie generatora z pracy samotnej (wyspowej).

Podane nastawy zabezpieczenia obowiązują jedynie dla pracy samotnej (podczas pracy równoległej z siecią zabezpieczenie nieaktywne).

Zabezpieczenie napięciowe dla pracy wyspowej generatora:

Nastawy zabezpieczenia podnapięciowego:

- a) napięcie max: $U > 440\text{V}$ opóźnienie: 1s

Nastawy zabezpieczenia nadnapięciowego:

- b) napięcie min: $U < 360\text{V}$ - opóźnienie: 3s

Działanie zabezpieczenia: przekroczenie górnego lub dolnego progu zaprogramowanego napięcia generatora spowoduje wyłączenie generatora z pracy samotnej (wyspowej).

Podane nastawy zabezpieczenia obowiązują jedynie dla pracy samotnej (podczas pracy równoległej z siecią zabezpieczenie nieaktywne).

Zabezpieczenie od niesymetrii napięcia

Nastawy zabezpieczenia:

a) asymetria napięcia: 30V - opóźnienie: 0,1 s

Działanie zabezpieczenia: Moduł zabezpieczający generatora dokonuje pomiaru napięcia fazowego generatora i w przypadku niesymetrii przekraczającej nastawiony próg wyłącza generator od sieci energetycznej.

Zabezpieczenie przed utratą synchronizmu (przed poślizgiem biegunów wirnika generatora)

Nastawy zabezpieczenia:

a) jednofazowe 5°

b) trójfazowe 15°

Działanie zabezpieczenia:

Podczas pracy równoległej z siecią generator synchroniczny oddaje moc do sieci, pomiędzy napięciem na zaciskach (napięcie sieci U_1) i siłą elektromotoryczną (U_p) powstaje tzw. kąt obciążenia wirnika. Powoduje on różnicę napięć ΔU między U_p i U_1 . Kąt obciążenia wirnika między polem wirującym stojana i wirnika jest zależny od mechanicznego momentu napędowego wału generatora. W przypadku zakłócenia sieci generator nagle przejmie na siebie duże obciążenie pochodzące od pracujących odbiorników energii elektrycznej. Kąt obciążenia wirnika rośnie skokowo i wektor napięcia U_1 zmienia kierunek. Napięcie zmienia swoją wartość, co powoduje zmianę fazy. Układ mierzy czas trwania cyklu i porównuje z wewnętrznym czasem odniesienia. W przypadku skoku wektora napięcia urządzenie jest wyłączane bezzwłocznie. Układ ten chroni generatory synchroniczne pracujące równolegle w sieci poprzez szybkie odłączenia w przypadku zakłóceń w sieci uszkodzenie sieci wykrywane jest w około 70ms.

Dodatkowo generator wyposażony jest w wyłącznik z członami zabezpieczającymi:

- zwarciovym
- zwarciovym krótkozwłocznym
- nadprądowym zwłocznym.

Podczas zaniku napięcia w sieci wyłączenie generatora następuje w czasie krótszym od 150ms na który składają się:

- czas działania układu zabezpieczeń < 100ms dla zabezpieczeń pod i nadczęstotliwościowych oraz pod i nadnapięciowych oraz < 70ms dla zabezpieczenia przed utratą synchronizmu,
- czas otwarcia styków wyłącznika generatora przez wyzwalacz podnapięciowy (zanikowy) < 50ms.

Schematy zabezpieczeń generatorów pokazano na rys. 5, 6.

Na rys. nr 9 i 10 pokazano zabezpieczenia dodatkowe:

- zerowo-nadnapięciowe $U_{0>}$
- nadnapięciowe $U_{>}$

zasilane z przekładników napięciowych zamontowanych w polu pomiarowym nr 2 rozdzielni STR SN 20kV.

Dane przekładników napięciowych wg rys. nr 5.

Uzwojenia wtórne II należy połączyć w gwiazdę dla potrzeb zasilania zabezpieczenia U_0 .

Zabezpieczenie realizowane jest przez przekaźnik napięciowo-czasowy typu RET430A napięcie zasilania 230Vdc firmy ZEG Tychy.

Zabezpieczenie działa na wyłącz wyłączników generatorów.

Nastawa zabezpieczeń (wg wymogów producenta generatora $120\%U_{NG}$; $t=500ms$):

RET- 430N; U =66,5V, t =500ms

Uzwojenia wtórne III należy połączyć w układ otwartego trójkąta dla pomiaru składowej zerowej napięcia dla potrzeb zasilania zabezpieczenia zerowo-nadnapięciowego u_0 .

Jako zabezpieczenie zerowo-nadnapięciowe (funkcja ziemnozwarciowa) zastosowano przekaźnik napięciowo-czasowy typu RET425N-100-220 produkcji ZEG Tychy.

Nastawa zabezpieczenia zerowo-nadnapięciowego do uzgodnienia z działem automatyki zabezpieczeniowej GZE podczas prac rozruchowych generatorów.

Przekaźniki zabezpieczeń U_0 i U po zadziałaniu wchodzą w stan blokady, którą należy skasować ręcznie.

Przekaźniki zabezpieczeń zamontowane w przedziale niskonapięciowym pola pomiarowego nr 2 STR SN-20kV.

Algorytm pracy generatora.

Moduł kogeneracyjny dostarczany jest z indywidualną szafą SG realizującą funkcje zabezpieczenia, synchronizacji i sterowania jego pracą.

Funkcje realizowane przez szafy SG generatorów:

- zabezpieczenia sieci i generatora,
- synchronizacja generatora z siecią,
- sterownie pracą wyłącznika generatora QG i wyłącznikami Q4 i Q5 dla pracy wyspowej,
- sterowanie pracą:
 - pompy obiegowej układu chłodzenia generatora i zaworu podwyższającego temperaturę powrotu,
 - sterowanie pracą wentylatora powietrza do spalania i chłodzenia,
 - sterowanie pracą żaluzji czerpni powietrza i układu wyrzutowego spalin,
 - nadzorowanie pracy silnika gazowego i wewnętrznych obiegów chłodzących wraz z ich zabezpieczeniami (temperatura i ciśnienie).

Szafa wyposażona jest w 19" panel Touch Screen pozwalający na miejscowe nadzorowanie pracy generatora.

Wyłączenie wyłącznika generatora QG ruchowe oraz od zabezpieczeń odbywa się przez zdjęcie napięcia z cewki podnapięciowej wyłącznika.

Układ sterowania i zabezpieczeń generatora zasilany jest napięciem 24Vdc (zasilacz buforowany) z podtrzymaniem z baterii akumulatorów.

Prądnice wyposażona są w niezależne (wewnętrzne) układy regulacji napięcia i $\cos\phi$. Układ regulacji pracy generatora ustawiony jest na kompensację mocy biernej przez zmianę napięcia wzbudzenia.

Generatory pracują z uziemionym punktem zerowym. Zacisk N i PE generatora należy połączyć z GSU rozdzielni SAG. Wymagana oporność uziemienia $< 5\Omega$.

2.6. Obwody pomocnicze Agregatorowni Wymiennikowni.

Rozdzielnie potrzeb własnych Agregatorowni RG.

Dla potrzeb zasilania obwodów gniazd wtykowych i oświetlenia oraz urządzeń pomocniczych (aktywny system bezpieczeństwa gazowego) zaprojektowane rozdzielnie potrzeb własnych Agregatorowni RG.

Rozdzielnie wykonane w obudowach o drugiej kl. Izolacji typu KV4448 (4x12modułów) IP65. Schematy rozdzielni pokazano na rys. nr 13.

Na rys. nr 14 pokazano miejsca montażu rozdzielni.

Obwody gniazd wtykowych:

Instalację gniazd należy wykonać przewodami kabelkowymi YDY-żo 5x6mm², 3x2,5 mm² i 2x2,5 mm² z osprzętem hermetycznym w kolorze białym. Obwody gniazd zasilane z rozdzielni potrzeb własnych RG. Ciągi przewodów prowadzić w korytkach, podejścia do gniazd w rurze elektroinstalacyjnej z twardego PCV mocowane do na ścian przy pomocy uchwytów.

Obwody oświetleniowe:

Dla obliczeń natężenia oświetlenia przyjęto zgodnie z PN-EN-12464-1 (Światło i oświetlenie miejsc pracy we wnętrzach) następujące natężenie oświetlenia:

- Agregatorownia (jak dla maszynowni elektrowni) 200lx,
- Pomieszczenia składu oleju silnikowego 100lx.

Doboru opraw oświetleniowych dokonano za pomocą programu Dialux z uwzględnieniem wpływu obudów dźwiękochłonnych modułów kogeneracyjnych.

Do oświetlenia Agregatorowni zastosowano oprawy oświetleniowe typu: Farel FTCW03 AC 2xTL-D58W/830 IP65, zaś składu oleju FTCW03 AC 2xTL-D36W/830 IP65.

Oprawy oświetleniowe w pomieszczeniu Agregatorowni i składu montować w miejscach wskazanych na rys. nr 14 bezpośrednio do sufitu.

Na rys. 14 oznaczono oprawy spełniające dodatkową funkcję oświetlenia awaryjnego w których należy zamontować inwertery i akumulatory.

Instalację wykonać przewodem kabelkowym YDY-żo 3x1,5 mm² i 2x1,5 mm² z osprzętem hermetycznym w kolorze białym.

2.7. Ochrona od porażeń i połączenia wyrównawcze.

Jako ochronę od porażeń prądem elektrycznym w agregatorowni zgodnie z wymogami normy PN-IEC 60 364-3:2000 zastosowano następujące środki:

- samoczynne szybkie wyłączenie zasilania
- wyłączniki różnicowoprądowe o prądzie różnicowym 30mA w obwodach gniazd wtykowych i oświetleniowych.

Przewód PE w rozdzielniach należy połączyć z "główną szyną uziemiającą" obiektu. Rezystancja uziemienia $R < 5\Omega$. Do głównej szyny uziemiającej należy podłączyć:

- przewód uziemiający
- przewody ochronny PE
- połączenia wyrównawcze główne.

Po wykonaniu prac montażowych instalacji elektrycznej należy wykonać pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej. Sporządzone protokoły z pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej są warunkiem rozpoczęcia eksploatacji urządzeń elektrycznych.

W celu zmniejszenia występujących napięć dotykowych należy zastosować połączenia wyrównawcze główne i dodatkowe (miejscowe). Połączenia wyrównawcze główne łączą ze sobą następujące części przewodzące:

- przewód ochronny układu rozdzielczego
- główną szynę uziemiającą
- rury i inne metalowe obudowy urządzeń
- metalowe elementy konstrukcyjne (słupy, pomosty, podpory itp.)
- uziom fundamentowy budynku agregatów.

Połączenia wyrównawcze dodatkowe obejmują części przewodzące jednocześnie dostępne urządzeń stałych i części przewodzące obce, a także główne zbrojenie konstrukcji. W tym celu wzdłuż ścian wewnątrz kotłowni i agregatorowni należy ułożyć na wysokości 0,3m nad poziomem posadzki bednarke FeZn o wymiarach 25x4 mm. Na bednarce zamontować listwy wyrównania potencjałów i wykonać do nich połączenia przewodem Cu o przekroju 25 mm² (kolor izolacji żółto-zielony).

Do obudowy generatora (zacisk PE) doprowadzić bednarke FeZn 25x4mm.

Uwaga:

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary kontrolne:

- działania zabezpieczeń generatora podstawowych i dodatkowych,
- oporności uziemienia,
- wyłączników różnicowoprądowych oraz oporności pętli zwarcia.

Z przeprowadzonych pomiarów należy sporządzić protokoły pomiarowe stanowiące podstawę do uruchomienia instalacji.

Pomiar oporności uziemienia należy skorygować odpowiednim współczynnikiem zależnym od warunków atmosferycznych.

2.8. Zewnętrzne linie kablowe.

Dla potrzeb włączenia generatora 845kW do sieci elektroenergetycznej zaprojektowano linie kablowe prowadzone w ziemi wykonane kablem 4x YKXS4x240mm² dla:

- wyprowadzenia energii do sieci przy pracy synchronicznej z siecią przez do rozdzielni STR długość 80m (prowadzona na całej długości w rurze osłonowej,
- zasilania odbiorników gwarantowanych w trybie pracy wyspowej do rozdzielni RGA długość 280m.

Dobór kabli i zabezpieczeń w części obliczeniowej dokumentacji.

Trasę kabli oraz zbliżenia i skrzyżowania pokazano na planie sytuacyjnym 1:500, zagospodarowania terenu (rys. nr 15).

Kable należy układać zgodnie z postanowieniami PN76/E-05125 oraz normy SEP N-4.

Kable należy prowadzić w ziemi na głębokości 0,7m dla kabli nn i 0,9m dla kabli SN, na dnie wykopu na warstwie piasku o grubości 10cm. Pomiedzy kablami należy zachować odległość minimalną 25cm. Kable w ziemi ułożyć luźno z zapasem wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Zapas ten powinien wynosić około 1...3% długości wykopu. Wymagania dotyczące zapasu odnoszą się do końcowych odcinków kabla (wprowadzenia do budynków itp.).

Ułożone kable należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10cm, następnie warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 15cm i przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim.

Kable ułożone w ziemi i na końcach powinny być zaopatrzone w oznaczniki umieszczone co 10m.

W miejscu skrzyżowania układanego kabla z istniejącym lub projektowanym uzbrojeniem terenu kabel należy zabezpieczyć rurami; rura ochronna założona na kabel winna wystawać minimum 0,50 m po obu stronach krzyżowanego uzbrojenia podziemnego.

Wprowadzania i wyprowadzania powinny być uszczelnione.

Zaleca się wykonanie uszczelnień z materiałów włóknistych, np. sznura konopnego lub pianki uszczelniającej.

Najmniejsze dopuszczalne odległości przy skrzyżowaniach i zbliżeniach.

- kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe sieci do 1kV z kablami tego samego rodzaju lub sygnalizacyjnymi
- pionowa przy skrzyżowaniu - 25 cm;
- pozioma przy zbliżeniu - 10 cm

Odległości kabli ułożonych w ziemi od innych urządzeń.

- Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli elektroenergetycznych ułożonych w ziemi na skrzyżowaniu z rurociągami wodociagowymi, ściekowymi, cieplnymi, gazowymi z gazami niepalnymi i palnymi o ciśnieniu do 0,5at:
- pionowa przy skrzyżowaniu - 80 cm przy średnicy rurociągu do 250 mm (dopuszcza się zmniejszenie odległości do 50 cm pod warunkiem zastosowania podwójnego przykrycia kabla na skrzyżowaniu z rurą z dodatkiem min. 50 cm z każdej strony)
- pozioma przy zbliżeniu - 80 cm

Skrzyżowania z drogami należy wykonać w rurach ochronnych z tworzywa odpornych na obciążenia od ruch pojazdów. Skrzyżowania z innymi ciągami podziemnymi należy wykonać w rurach osłonowych zachowując odległości zgodne z PN76/E-05125.

Wykaz rur osłonowych:

- R1 - rura osłonowa 5x DVK232x200m; L1 = 30m
- R2 - rura osłonowa 5x DVK232x200m; L2 = 2m

- R3 - rura osłonowa 5x DVK232x200m; L3 = 2m
- R4 - rura osłonowa 5x DVK232x200m; L4 = 4m
- R5 - rura osłonowa 5x DVK232x200m; L5 = 8m
- R6 - rura osłonowa 5x DVK232x200m; L6 = 2m
- R7 - rura osłonowa 5x DVK232x200m; L7 = 5m
- R8 - rura osłonowa 5x DVK232x200m; L8 = 2m
- R9 - rura osłonowa 5x DVK232x200m; L9 = 6m
- R10 - rura osłonowa 5x DVK232x200m; L10 = 13m

UWAGA:

Powoływanie się w projekcie na wyroby konkretnego wymienionego z nazwy producenta, należy przyjmować jako sposób określenia parametrów technicznych projektowanego generatora, rozdzielnic, urządzeń, kabli, przewodów i opraw oświetleniowych.

Dopuszcza się zastosowanie urządzeń innych producentów pod warunkiem zachowania parametrów technicznych i funkcjonalnych określonych w niniejszym projekcie oraz uzyskanie parametrów technicznych nie mniejszych niż uzyskane na podstawie obliczeń dołączonych do projektu, oraz parametrów funkcjonalnych układu zasilania i współpracy generatorów z siecią elektroenergetyczną określonych przez zastosowane w projekcie rozwiązania układów sterowania i zabezpieczeń.

Zastosowane układy sterowania i zabezpieczeń pracy generatora oparte na urządzeniach innych niż podane w niniejszym projekcie muszą spełniać wymagania określonych warunków przyłączenia do sieci elektroenergetycznej i wymagają uzgodnienia z Operatorem sieci VATTENFALL S.A.

3. Obliczenia techniczne.

3.1. Obliczenia zwarciove

Obliczenia zwarciove przeprowadzono w oparciu o dane podane w warunkach przyłączenia do sieci generatorów (przyjęto do obliczeń zasilanie z GPZ Paruszowice ze względu na maksymalną moc zwarciową, przy zasilaniu z GPZ Nowiny obliczone warunki zwarciove będą również spełnione):

- moc zwarciova w GPZ Paruszowice rozdzielnia 20kV: $S = 215,6\text{MVA}$
- linia kablowa zasilająca szpital $3\times 1\times 240\text{mm}^2$ długość 4000m.

Dane zwarciove rozdzielni z uwzględnieniem wpływu generatora:

Rozdzielnia ST-2 SN-120V szpitala:

- Moc zwarciova $S_K'' = 179,12\text{MVA}$
- Prąd zwarciovy $I_K = 5\,177\text{A}$
- Prąd udarowy $i_p = 9\,919\text{A}$
- Prąd termiczny $I_{th} = 5\,436\text{A}$

Rozdzielnia STR SN-20kV:

- Moc zwarciova $S_K'' = 167,11\text{MVA}$
- Prąd zwarciovy $I_K = 4\,830\text{A}$
- Prąd udarowy $i_p = 8\,279\text{A}$
- Prąd termiczny $I_{th} = 5\,700\text{A}$

Rozdzielnia STR 0,4kV:

- Moc zwarciova $S_K'' = 17,04\text{MVA}$
- Prąd zwarciovy $I_K = 24\,950\text{A}$
- Prąd udarowy $i_p = 47\,520\text{A}$
- Prąd termiczny $I_{th} = 25\,850\text{A}$

Rozdzielnia SAG 0,4kV:

- Moc zwarciova $S_K'' = 17,38\text{MVA}$
- Prąd zwarciovy $I_K = 25\,120\text{A}$
- Prąd udarowy $i_p = 54\,220\text{A}$
- Prąd termiczny $I_{th} = 26\,360\text{A}$

Podane prądy zwarciove stanowią podstawę doboru aparatury dla poszczególnych rozdzielni.

Obliczenia zwarciove (zwarcie trójfazowe – maksymalny prąd zwarcia) dla SPZOZ WSS Nr 3 w Rybniku z uwzględnieniem wpływu generatora synchronicznego 1175kVA na prąd zwarciovy.

(zgodnie z normą: PN-EN 60865-1:2002 (U) - Obliczanie skutków prądów zwarciovyh - Część 1: Definicje i metody obliczania.
 PN-EN 60909-0:2002 (U) Prądy zwarciove w sieciach trójfazowyh prądu przemiennego - Część 0: Obliczanie prądów.

Obliczenia zwarciove wpływ generatora 1150kVA na sieć na sieć:

Nazwa elementu		Xs [Ω]	Rs [Ω]	Zs [Ω]	Rs/Xs	K	I _{sz} [A]	S ["] k [MVA}	i _p [A]	I _{th} [A]
Generator SG1	1175kVA, x ["] _d = 14	0,01498	0,0022	0,0151			15 310			
Kabel KG1	4x(4xH07RN-F240); L=20m	0,00040	0,0004							
Szyny rozdzielni SAG		0,01538	0,0026	0,0156	0,17	1,70	14 820	10,25	35 520	15 560
Kabel KG3	4x(4xYKXS240); L=80m	0,00160	0,0016							
Szyny rozdzielni nn STR		0,01698	0,00420	0,0174	0,25	1,41	13 290	9,20	26 420	13 950
Transformator 1000kVA	1000kVA, Δu%=6; ΔP=9,2kW	0,00945	0,00168							
Razem		0,02643	0,00588							
Przeliczone na 20kV		66,07	14,70							
Generator na STR SN-20kV		66,07	14,70	67,68	0,22	1,60	190	6,57	429	200
Linia kablowa SN	3xXHAKXS50mm ² ; L=670m	0,0536	0,4060							
Szyny Rozdzielni ST-2 20kV Szpitala		66,1236	15,1060	67,83	0,23	1,59	187	6,47	419	196

Obliczenia zwarciove dla zasilania z GPZ Paruszowice

Nazwa elementu	Dane do obliczeń	Xs [Ω]	Rs [Ω]	Zs [Ω]	Rs/Xs	K	I _{sz} [A]	S ["] k [MVA}	i _u [A]	I _{th} [A]
System	215,6MVA	2,041	0,241							
Linia kablowa	3x1x240mm ² ; L=4000m	0,400	0,485							
Wpływ sieci na ST-2 SN20kV		2,441	0,726	2,547	0,30	1,35	4 990	172,65	9 500	5 240
Linia kablowa SN	3xXHAKXS50mm ² ; L=670m	0,054	0,406							
Razem		2,495	1,132	2,740	0,45	1,20	4 640	160,54	7 850	4 870
Sieć przeliczona na 0,4kV		0,0100	0,0045							
Transformator 1000kVA	1000kVA, Δu%=6; ΔP=9,2kW	0,00945	0,00168	0,0077						
Sieć na szyny rozdzielni STR 0,4kV		0,01945	0,00618	0,02041	0,32	1,32	11 330	7,84	21 100	11 900
Kabel KG3	4x(4xYKXS240); L=80m	0,00160	0,00160							
Sieć na szyny rozdzielni SAG		0,02105	0,00778	0,02244	0,37	1,29	10 300	7,13	18 700	10 800

Modernizacja źródła ciepła i energii dla obiektów SPZOZ WSS w Rybniku ul. Energetyków 46
PROJEKT BUDOWLANY – Tom IV Projekt włączenia generatora do sieci elektroenergetycznej

Sumaryczny wpływ sieci i generatora na szyny rozdzielni ST-2 SN20kV szpitala						5 177	179,12	9 919	5 436
Sumaryczny wpływ sieci i generatora na szyny rozdzielni STR 20kV						4 830	167,11	8 279	5 700
Sumaryczny wpływ sieci i generatora na szyny rozdzielni STR 0,4kV						24 590	17,04	47 520	25 850
Sumaryczny wpływ sieci i generatora na szyny rozdzielni SAG						25 120	17,38	54 220	26 360

3.2. Dobór transformatora rozdzielni STR.

Dobór transformatora:

Dobór transformatora przeprowadzono dla maksymalnego obciążenia (wyprowadzanie energii do sieci, brak poboru energii przez odbiorniki technologiczne kotłowni).

- moc generator: 845kW
- $\cos\varphi$: 0,95...1
- moc potrzeb własnych: 25kW

Moc wyprowadzana do sieci:

$$P_Z = 820\text{kW}$$

$$\cos\varphi = 0,95$$

$$\tan\varphi = 0,33$$

$$Q_Z = P_Z \cdot \tan\varphi = 820,0 \cdot 0,33 = 270,6\text{kVAr}$$

stąd

$$S_Z = \sqrt{P_Z^2 + Q_Z^2} = \sqrt{820,0^2 + 270,6^2} = 863,5\text{kVA}$$

Dobrano transformator suchy 20/0,4kV:

- napięcie izolacji 24kV,
- moc znamionowa 1 000kVA
- straty jałowe: 2 300W
- straty obciążeniowe: 9 200W
- napięcie zwarcia: 6%.

Sprawdzenie doboru:

$$S_{NT} = 1\ 000\text{kVA}; \Delta P_{ob_zn} = 9,2\text{kW}; \Delta P_o = 2,3\text{kW}; u_k = 0,06\ (6\%)$$

$$\Delta P_T = \Delta P_o + \Delta P_{ob_zn} \cdot \left(\frac{S_Z}{S_{NT}}\right)^2 = 2,3 + 9,2 \cdot \left(\frac{863,5}{1000}\right)^2 = 9,16\text{kW}$$

$$\Delta Q_T = \Delta Q_o + \Delta Q_{ob_zn} \cdot \left(\frac{S_Z}{S_{NT}}\right)^2 = \frac{1,2}{100} \cdot 1000 + \frac{6}{100} \cdot 1000 \cdot \left(\frac{863,5}{1000}\right)^2 = 56,7\text{kW}$$

$$S_{ZC} = \sqrt{(P_Z + \Delta P_T)^2 + (Q_Z + \Delta Q_T)^2} = 892,7\text{kVA}$$

$$S_{NT} = 1\ 000\text{kVA} \geq S_{ZC} = 892,7\text{kVA}$$

Sprawdzenie kabla zasilającego transformator z rozdzielni SN ST-2.

Prąd znamionowy kabla dla transformatora 1000kVA:

$$I_b = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} \cdot U_N} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 20} = 28,9\text{A}$$

Zasilanie transformatora kablem typu 3x(YHAKXS50) 18/30kV żyła powrotną 16mm²

Długość kabla 680m

Prąd $I_{dd} = 175A$

Prąd zwarciaowy 1-sekundowy 4,7kA

Prąd zwarciaowy 1-sekundowy żyły powrotnej 3,7kA

Gęstość prądu zwarciaowego 94A/mm²

$I_{dd} > I_b$ (175A>28,9A)

Sprawdzenie spadku napięcia w linii zasilającej:

$$R_{LSN} = \frac{L}{\gamma_{Al} \cdot S} = \frac{680}{33 \cdot 50} = 0,41 \Omega$$

$$X_{LSN} = x'' \cdot L = 0,1 \cdot 0,68 = 0,068 \Omega$$

$$\begin{aligned} \Delta U\% &= \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{U_N} \cdot I_b \cdot (R_{LSN} \cdot \cos \varphi + X_{LSN} \cdot \sin \varphi) = \\ &= \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{20000} \cdot 28,9 \cdot (0,41 \cdot 0,95 + 0,068 \cdot 0,31) = 0,1\% \end{aligned}$$

$\Delta U\% = 0,1\% < 1\%$

Zabezpieczenie transformatora po stronie SN:

Producent rozdzielni ROTABLOK dla zabezpieczenie transformatora w wykonaniu suchym o mocy 1000kVA i napięciu 20000kV w tabeli doboru zakłada bezpieczniki o prądzie 50A.

Dla zasilana transformatora ST4 wkładki bezpiecznikowe 16A (bez zmian).

Zabezpieczenie transformatora po stronie nN:

$$I_{TN} = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} \cdot U_N} = \frac{1000kVA}{\sqrt{3} \cdot 400V} = 1445A$$

Typ wyłącznika: INZM2-U2000

- prąd znamionowy: 2000A
- prąd zwarciaowy wyłączalny: 80kA
- zabezpieczenie przeciążeniowe: $I_r = 0,865 \times I_N = 1730A$; $t = 20s$
- zwarciaowe zwłoczne: $I_{sd} = 2,5 \times I_N = 5000A$; $t < 100ms$
krótkozwłoczne
- zwarciaowe $I_i = 4 \times I_N = 10000A$

3.3. Dobór zabezpieczeń i kabla zasilającego generator.

Dobór przekroju przewodu zasilającego oraz wartości zabezpieczenia dokonano wg obowiązującej dla instalacji nowoprojektowanych oraz przebudowywanych Polskiej Normy PN-IEC 60364-4-41 „Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego” oraz PN-IEC 60364-4-43 „Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.”).

Charakterystyka działania urządzeń zabezpieczających przewody od przeciążeń powinna spełniać warunki:

$$I_B \leq I_N \leq I_{dd}$$

$$I_W \leq 1,45I_{dd}$$

Oznaczenia:

I_B – prąd obciążenia [A]

I_N – prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej [A]

I_{dd} - prąd dopuszczalny długotrwały [A]

I_W – prąd wyłączalny [A]

Dobór kabla łączącego generator GS1 z rozdzielnią SAG:

$$P_{NG} = 845kW$$

$$I_{NG} = 1285A$$

$P = 770kW$, $I = 1394A$, $\cos\varphi = 0,8$ - praca samotna

Typ wyłącznika: NW16N1 3P z zabezpieczeniem Micrologic 5.0A

- prąd znamionowy: 1600A
- prąd zwarciový wyłączalny: 80kA
- zabezpieczenie przeciążeniowe: $I_r = 0,95 \times I_N = 1520A$; $t = 20s$
- zwarciový zwłoczne: $I_{sd} = 1,5 \times I_r = 2280A$; $t < 100ms$
krótkozwłoczne
- zwarciový: $I_i = 3 \times I_N = 4800A$

Prąd $I_K'' = 25\,120A$

$$S_{min} > \frac{I_K'' \cdot \sqrt{t_z}}{j_c} = \frac{25120 \cdot \sqrt{0,2}}{115} = 97,7mm^2$$

Dobrano kabel łączący generator GS1 z rozdzielnią SAG typu 4x(5x H07RN-F240mm²) dla sposobu ułożenia E o dopuszczalnym obciążeniu prądowym 1720A (4x 430A) zgodnie z PN-IEC 60364-5-523.

Współczynnik korekcyjny dla ułożenia na drabinie kablowej $k = 0,95$

$$I_{dd} = 0,95 \times 1720A = 1634A$$

Stąd:

$$1391A < 1520A < 1634A$$

$$2204A < 2369A$$

Przekrój kabla i dobrane zabezpieczenia spełniają warunki normy dotyczące ochrony przed oddziaływaniem cieplnym.

Spadek napięcia dla kabla o długości $L = 20m$:

$$\Delta u\% = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot u^2} = \frac{100 \cdot 845000 \cdot 20}{54 \cdot 960 \cdot 400^2} = 0,20\%$$

$$\Delta u\% = 0,20\% < 2,75\% \text{ (wg N SEP 002)}$$

Spadek napięcia spełnia wymagania przepisu.

Sprawdzenie samoczynnego wyłączenia dla zwarcia na szynach rozdzielni SAG:

Reaktancja i rezystancja generatora dla zwarć jednofazowych:

$$X_{K1G} = 0,33 \cdot \frac{U_{NG}^2}{S_{NG}} = 0,33 \cdot \frac{400^2}{1175000} = 0,0449 \Omega$$

$$R_{K1G} = 0,03 \cdot X_{K1G} = 0,0013 \Omega$$

Reaktancja i rezystancja linii kablowej $L = 20m$:

$$X_{L1} = \frac{1}{4} \cdot 0,08 \Omega / km \cdot 0,020 km = 0,0004 \Omega$$

$$R_{L1} = \frac{L}{\gamma \cdot s} = \frac{20}{54 \cdot 960} = 0,0038 \Omega$$

$$Z_{K1} = \sqrt{(X_{K1G} + 2 \cdot X_{L1})^2 + (R_{K1G} + 2 \cdot R_{L1})^2}$$

$$Z_{K1} = 0,0465 \Omega$$

$$I_{K1} = \frac{2 \cdot U_0}{3 \cdot Z_{K1}} = \frac{2 \cdot 230}{3 \cdot 0,0465} = 3297 A$$

$I_{K1} = 3297 A > 2280 A$ (prąd wyłączający zabezpieczenia wyłącznika w czasie 0,2s)

Ochrona skuteczna.