

PROJEKT WYKONAWCZY ELEKTROWNI SŁONECZNEJ na BUDYNKU Hali „K” LUBELSKIEGO RYNKU HURTOWEGO S.A. w ELIZÓWCE

Stadium	PROJEKT WYKONAWCZY
Branża:	INSTALACJE ELEKTRYCZNE
Inwestor:	Lubelski Rynek Hurtowy S.A. w Elizówce
Obiekt:	Elektrownia słoneczna w obiektach Lubelskiego Rynku Hurtowego w Elizówce
Adres:	21-003 Ciecierzyn Elizówka 65 gm. Niemce dz. 100/72
Projektant:	mgr inż. Janusz Topolski Upr. Bł/5/01

Kleosin 18.11.2013r

SPIS TREŚCI:

1. DANE OGÓLNE	4
2. OPIS PRZYŁĄCZA ELEKTROENERGETYCZNEGO SN – 15KV	5
3. OPIS STACJI 15/0,4KV	7
4. OPIS ZABEZPIECZEŃ	13
5. OPIS CZĘŚCI DOT. ELEKTROWNI FOTOWOLTAICZNEJ	14
6. OPIS CZĘŚCI DOT. POZOSTAŁEJ INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ	17
7. WARUNKI WYKONYWANIA PRAC	18
8. OBLICZENIA TECHNICZNE	19
9. DOBÓR NASTAW ZABEZPIECZEŃ	26
10. LISTA SYGNAŁÓW TELEMECHANIKI	27
11. WSKAZÓWKI MONTAŻOWE	30
12. OŚWIADCZENIE	32
13. UWAGI KOŃCOWE	33
14. RYSUNKI TECHNICZNE SZT. 14	34

Rysunki Techniczne

Rys.	IE01	SCHEMAT ZASILANIA
Rys.	IE02	SCHEMAT IDEOWY ROZDZIELNI SN 15kV w STACJI ELIZÓWKA T3
Rys.	IE03	RZUT POMIESZCZEŃ STACJI 15/0,4kV. INSTALACJE ELEKTRYCZNE
Rys.	IE04	SCHEMAT IDEOWY TELEMCHANIKI
Rys.	IE05	SCHEMAT BLOKOWY TELEMCHANIKI
Rys.	IE06	SCHEMAT ROZDZIELNICY POTRZEB WŁASNYCH RPW
Rys.	IE07	SCHEMAT ROZDZIELNICY RPV
Rys.	IE08	SCHEMAT MONTAŻOWY UKŁADU POMIARU ROZLICZENIOWEGO ENERGII ELEKTRYCZNEJ
Rys.	IE09	SCHEMAT MONTAŻOWY UKŁADU POMIARU NA ZACISKACH GENERATORA
Rys.	IE10	WIDOK TABLICY LICZNIKOWEJ TL-2
Rys.	IE11	WIDOK TABLICY LICZNIKOWEJ TL-2
Rys.	IE12	PLAN POGLADOWY PRZEBIEGU TRASY OBWODÓW WTÓRNYCH POMIAROWYCH DLA ELEKTROWNI SŁONECZNEJ W OBIEKTACH LRH S.A.
Rys.	IE13	RZUT HALI „K”, POMIESZCZENIE ROZDZIELNICY RG
Rys.	IE14	RZUT HALI „K” – RZUT DACHU

1. Dane ogólne

1.1. Podstawy opracowania

- Warunki przyłączenia urządzeń elektrycznych do sieci elektroenergetycznej z dnia 03.09.2013r; znak 73094/PS.MM-4130/188/13,
- Wytyczne budowy urządzeń elektrycznych tom.7 "Układy pomiaru energii elektrycznej",
- Wizja lokalna,
- Obowiązujące przepisy i normy,

1.2. Przedmiot i zakres opracowania:

Przedmiotem niniejszego opracowania jest układ pomiaru energii elektrycznej rozliczeniowej oraz układ pomiaru energii elektrycznej na zaciskach generatora w stacji transformatorowo rozdzielczej SN 15/0,4kV Elektrowni Słonecznej w obiektach Lubelskiego Rynku Hurtowego S.A. w Elizówce.

Zakres opracowania obejmuje:

- układ pomiaru rozliczeniowego energii elektrycznej;
- układ pomiaru energii elektrycznej na zaciskach generatora;

1.3. Charakterystyka układu

- napięcie zasilania 15kV
- moc przyłączeniowa dostarczana w jednym przyłączy 200kW
- moc przyłączeniowa pobierana na trzech przyłączach 1300kW
- uziemienie ochronne w sieci SN 15kV
- rodzaj przyłącza – linia kablowa 15kV
- sieć SN – 15kV pracuje w układzie z cewką;
- prąd zwarcia trójfazowego $I_{k3}=12\text{kA}$ dla $t=0,5\text{s}$ w miejscu szyny rozdzielni 15kV stacji 110/15kV Lublin Północ i Czechów;
- prąd ziemnozwarciowy 250A przy czasie wyłączenia $t=4\text{s}$.

2. Opis przyłącza elektroenergetycznego SN – 15kV

2.1. Linia kablowe SN - 15kV

Na terenie Lubelskiego Rynku Hurtowego z rozdzielni sieciowej „Elizówka” własności PGE Dystrybucja poprowadzona jest linia kablowa SN 15kV do Budynku G. Istniejący kabel SN - 15kV 3x XRUHAKXS 1x70mm² należy odłączyć od istniejącego transformatora i wyprowadzić z pomieszczenia komory transformatorowej. Kabel należy przedłużyć i wprowadzić do pomieszczenia rozdzielnic SN budynku G do pola nr 1 nowej rozdzielnic typu Safe Plus. W celu przedłużenia istniejącego kabla 3x XRUHAKXS 1x70mm² należy zastosować mufę kablową typu POLJ 24/1x70-150 i nowy odcinek kabla 3x XRUHAKXS 1x70mm² wg. Rys. IE03

Z rozdzielnic SN z pola nr 3 należy poprowadzić kabel 3x XRUHAKXS 1x70mm² do komory transformatora i połączyć głowicą kablową POLT-24D/1X0-L12A z zaciskami SN transformatora TR3 wg. Rys. IE03.

2.2. Układanie kabli:

Kabel układać linią falistą w rowie kablowym o głębokości 0,8m na 0,1m podsypki z piasku. Po ułożeniu kabla w rowie kablowym ponownie nasypać warstwę 0,1m piasku i zasypać warstwą gruntu o gr. 0,25m. Następnie wzdłuż trasy kabla ułożyć folię PCV czerwoną grubości co najmniej 0,5mm i szerokości 0,25m. Rów zasypać gruntem rodzimym bez kamieni ubijając warstwami. Skrzyżowanie kabla z istniejącym uzbrojeniem terenu wykonać w przepustach kablowych DVK ϕ 160 Arot.

Skrzyżowanie kabla z drogą, oraz pod wjazdami utwardzonymi do posesji wykonać metodą przecisku, kable ułożyć w przepustach SRS ϕ 160 Arot.

Na kablu należy co 10m umieścić opaski oznacznikowe z trwałym napisem zawierającymi następujące dane:

- Właściciel –
- Nr ewidencyjny –
- Napięcie –
- Typ kabla –
- Trasę kabla –
- Rok budowy –

Przy wejściu do stacji transformatorowej przewidzieć zapasy kabla o długości 4m.

Należy dokonać odbioru przyłącza kablowego przed zasypaniem z udziałem przedstawiciela Inwestora i PGE Dystrybucja S.A. Oddział Lublin oraz dokonać inwentaryzacji geodezyjnej powykonawczej terenu.

2.2.1. Skrzyżowania kabla z istniejącymi urządzeniami podziemnymi

Wszystkie skrzyżowania kabla z urządzeniami podziemnymi osłonić rurą DVK160 i po 50cm w obie strony od miejsca skrzyżowania.

Zachować odległości pionowe:

- | | |
|----------------------------------------------|--------------------------------|
| – Skrzyżowanie z kablem 15kV | 15cm |
| – Skrzyżowanie z kablem 0,4kV | 15cm |
| – Skrzyżowanie z kablami telekomunikacyjnymi | 50cm |
| – rurociągi wodociągowe, ściekowe, itp. | 25cm + średnica ruro-
ciągu |

2.2.2. Zbliżenia kabla do istniejącymi urządzeniami podziemnymi

Wszystkie zbliżenia kabla do urządzeniami podziemnymi osłonić rurą DVK ϕ 160 AROT po 50cm w obie strony od miejsca zbliżenia.

Zachować odległości poziome:

- | | |
|------------------------------------------|---------------------------------|
| – zbliżenie do kabla 15kV | 10cm |
| – zbliżenie do kabla 0,4kV | 25cm |
| – zbliżenie do kabli telekomunikacyjnych | 50cm |
| – rurociągi wodociągowe, ściekowe, itp. | 25cm + średnica ruro-
ciągu. |

3. Opis stacji 15/0,4kV

Projektowana rozdzielnica 15kV w stacji Elizówka T3 Elektrowni Słonecznej w miejscowości Elizówka zasilana jest z rozdzielni sieciowej „Elizówka” własności PGE Dystrybucja S.A. Oddział Lublin.

Rozdzielnica składa się z rozdzielnicy średniego napięcia, rozdzielnicy niskiego napięcia i pomieszczenia komory transformatorowej.

Z pola nr 3 rozdzielnicy SN zasilony zostanie transformator TR3. Z transformatora poprzez rozdzielnicę niskiego napięcia zasilane zostaną odbiorniki umieszczone na terenie Lubelskiego Rynku Hurtowego S.A.

Stację wyposażać we wspólne uziemienie spełniające funkcję roboczego i ochronnego. Uziomy wykonać z prętów stalowych i taśmy stalowej ocynkowanej oraz wykorzystać uzbrojenie prefabrykatów i naturalne uziomy.

3.1. Rozdzielnica średniego napięcia – Elizówka T3

Rozdzielnica Średniego Napięcia T3 jest rozdzielnicą prod. ABB typu Safe-Plus.

Rozdzielnica T3 typu SafePlus 15kV; 630A; składać się będzie z następujących pól:

Pole liniowe zasilające	C 325mm	szt.1,
Pole pomiarowe prądu i napięcia	M 765mm	szt.1,
Pole transformatorowe	F 325mm	szt.1,

Wysokość rozdzielnicy 1336mm

UWAGA:

„Z powodu stosowania małogabarytowej rozdzielnicy SN 15kV typu SafePlus prod. ABB. Rozdzielnica nie posiada wydzielonego rozłącznika do przekładników napięciowych. Część pomiarowa rozdzielnicy SN wyposażony jest w wysuwny człon pomiarowy połączony z torem prądowym poprzez izolatory przepustowe.”

W polu numer 2 rozdzielnicy SN należy zainstalować zabezpieczenie dodatkowe typu Ex-fBEL niezbędne do podłączenia elektrowni słonecznej.

W pomieszczeniu rozdzielni średniego napięcia należy również zainstalować układ sterowania radiowego rozdzielnicami wewnętrznymi średniego napięcia oraz wyłącznikiem sprzęgającym z siecią PGE w polu nr 1.1 rozdzielni RPV typ Elkomtech Ex-MGP.

3.1.1. Przekładniki w polu pomiarowym

W polu pomiarowym zastosowano przekładniki prądowe typu:

TPU 50.13 - 40/5/5/5 A/A/A/A; $I_{th}=6,3kA$;

Uz. I	kl. 0,2S; $S_N=10VA$; FS5;
Uz. II	kl. 0,2S; $S_N=10VA$; FS5;
Uz. III	kl. 0,2S; $S_N=10VA$; FS5;

oraz przekładniki napięciowe typu:

UMZ 24-1

Uz. I: kl. 0,2; S= 5VA;

Uz. II: kl. 0,2; S= 5VA;

Uz. III: kl. 3P; S= 10VA;

$$U_{1n} / U_{2n} = 15000 / \sqrt{3}; 100 / \sqrt{3}; 100 / \sqrt{3}; 100 / \sqrt{3};$$

Obwody prądowe i napięciowe podłączono poprzez dedykowaną do układów pomiarowych listwę WAGO typu 847-328/000-001 zawierającą ograniczniki przeciwprzepięciowe DEHN S DG S 75 VA.

3.1.2. Przekładniki prądowe w polu transformatorowym

W transformatorowym zastosowano przekładniki do zabezpieczenia REF615 typu:

4SV999 - 50/5 A/A

Uz. I kl. 5P10; S_N=2,5VA; FS5;

3.1.3. System telemechaniki

Projektowany system telemechaniki stacji Elizówka T3 tworzą następujące urządzenia:

- sterowniki polowy Elkomtech Ex-MGP komunikujące się z centralnym systemem WindEx w protokole DNP 3.0;
- zespół zabezpieczeniowy Elkomtech Ex-fBEL;
- zegar czasu rzeczywistego TR611 top2 RC-GPS;
- analizator sieci PECA-11D.

Odczyt danych na potrzeby telemechaniki stacji wykonany jest w oparciu o sterownik Elkomtech Ex-MGP. Sterownik komunikuje się poprzez port RS232 z urządzeniem Ex-fBEL poprzez które czytane są wielkości rejestrowane przez zabezpieczenie takie jak napięcia, prądy, moce.

Zabezpieczeniem typu Elkomtech Ex-mBEL realizowane jest sterowanie wyłącznikiem mocy Q1 w polu nn rozdzielnicy RPV w hali K. Synchronizacja czasu realizowana jest zegarem typu TR611 top RC-GPS.

W kanale podstawowym do nadrzędnych systemów zdalnego sterowania i nadzoru przekazywane są:

- a) Sygnalizacje:
 - stany położenia łączników rozdzielni SN i nN;
 - ostrzeżenia i sygnalizacje:
 - o nastawieniu / odstawieniu automatyki;
 - o zablokowaniu / odblokowaniu automatyki;
 - o pobudzeniach i zadziałaniach automatyki;
 - o zakłóceniach i uszkodzeniach w stacji;
- b) Pomiary:
 - prądu fazowego;
 - napięć fazowych;
 - mocy czynnej;
 - mocy biernej;
- c) Sterowania:
 - wyłącznikiem w polu nn rozdzielnicy RPV;

- blokadą ręcznego załączenia wyłącznika;
- operacje kasowania sygnalizacji optycznej zabezpieczeń i sterowników polowych;

Wszystkie sygnały sygnalizacji, pomiaru i sterowania zestawione zostały w postaci tabelarycznej dla sterownika obiektowego.

3.1.4. Zasilanie telemechaniki

Obwody zasilania sterownika telemechaniki, telesygnalizacji, telesterowania zasilono napięciem 24VDC z rozdzielni potrzeb własnych Elektrowni Słonecznej w obiektach Lubelskiego Rynku Hurtowego w Elizówce.

3.2. Transformator TR3

Istniejący transformator TR3 zlokalizowano w pomieszczeniu komory transformatorowej. Transformator o mocy 630kVA; 15,75/0,42kV; Dyn5; $\Delta U_z\% = 6\%$.

Do komory transformatora wyprowadzić poprzez złącza kontrolne uziemienie robocze i ochronne (taśma FeZn 25x4mm połączona z uziomem fundamentowym budynku).

Zabezpieczenie transformatora po stronie SN stanowi bezpiecznik CEF 17,5kV 40A.

Transformator TR3 po stronie średniego napięcia połączyć kablem SN 15kV z polem nr 3 rozdzielnic TR3 15kV. Kabel układać w kanale kablowym stacji transformatorowej, wyjścia kabla SN z kanału kablowego osłonić rurą osłonową PCV Φ 160mm mocowaną do ściany (długość rury min. 2m).

Transformator TR3 po stronie niskiego napięcia 0,4kV połączyć istniejącym mostem szynowym 3x Cu 80x10mm + 1x60x10mm z istniejącą rozdzielnicą 0,4kV.

3.3. Projektowany układ pomiaru energii elektrycznej - rozliczeniowy

Zgodnie z Instrukcją Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej PGE Dystrybucja S.A. odbiorca należy do kategorii B3 (kategoria rozwiązania technicznego układu pomiarowego).

Zastosowano pośredni układ pomiarowy z nowymi licznikami (podstawowy i rezerwowy) elektronicznym czterokwadrantowym typu SL7000 3x58/100V kl. 0,5 energii czynnej, kl. 0,5 energii biernej przeznaczonym do pomiaru mocy, energii czynnej i biernej z cyklem uśrednienia 15min. Przechowywanie pomiarów co najmniej 63 dni. Liczniki przeznaczone są do pomiaru mocy, energii czynnej i biernej. Układzie pomiarowym zastosowano dwa liczniki, podstawowy i rezerwowy.

Zgodnie z wymaganiami IRiESD PGE Dystrybucja S.A. zastosowano licznik pomiarowo-rozliczeniowy z układem transmisji danych pomiarowych do PGE Dystrybucja S.A.. W tablicy licznikowej należy zamontować urządzenie ACE Sparklet (prod. Itron) służące transmisji danych pomiarowych z układu pomiarowo - rozliczeniowego do PGE Dystrybucja S.A.

Do modułu komunikacyjnego należy zastosować antenę kierunkową typu ATK-10/850 – 960 MHz. Antenę kierunkową montować na bocznej ścianie na rogu budynku na wysokości ok. 3,5 – 4m od podłoża. Zastosowaną antenę należy zakończyć wtyczką typu FME oraz zastosować konektor (przejściówkę) typu FME-SMA. Anteny zegara synchronizacyjnego należy zamontować wspólnie na maszcie z anteną ATK-10/850 – 960 MHz. Przewody antenowe ochraniać rurkami typu

RL, a na zewnątrz stacji dodatkowo rurkami odpornymi na działanie promieni UV.

W związku z zastosowaniem urządzeń telekomunikacyjnych umożliwiających realizację transmisji danych za pomocą sieci GSM w standardzie GPRS kartę SIM dostarczy PGE Dystrybucja S.A. Oddział Lublin.

Do synchronizacji czasu rzeczywistego przewidziano urządzenia - antenę top2 RC-GPS, zegar tygodniowy typu TR611 top2 RC-GPS oraz zasilacz typu top2 GPS urządzenia prod. Theben.

Antenę do urządzenia TR 611 top2 RC należy umieścić na zewnątrz budynku (tak, aby widziała "niebo").

Pod tablicą licznikową TL-1 w oddzielnej obudowie przeznaczonej do plombowania został zamontowany rejestrator parametrów energii elektrycznej typu PECA-11D prod. ARDETEM. Rejestrator spełnia wszystkie wymagania PGE zawarte w warunkach przyłączenia do sieci elektroenergetycznej.

Zgodnie z wymaganiami IRiESD PGE Dystrybucja S.A. zastosowano licznik pomiarowo-rozliczeniowy z układem transmisji danych pomiarowych do PGE Dystrybucja S.A.

Licznik oraz analizator zasilany będzie z przekładników prądowych i napięciowych przez listwę WAGO typu 847-328/000-001 zawierającą ograniczniki przeciwprzepięciowe DEHN S DG S 75 VA.

Urządzenia pomiarowe umieścić w tablicy licznikowej z drzwiami przeszkłonymi z płytą montażową elektroizolacyjną, o stopniu ochrony IP40. Tablica licznikowa zawieszona naścianie, o wymiarach 1000x1000x300mm.

3.3.1. Obwody prądowe

Z zacisków wtórnych rdzenia I przekładnika prądowego typu:

TPU 50.13 należy wyprowadzić YKSY 7x2,5mm² w RL22 do listwy WAGO typu 847-328/000-001. Do połączeń rur typu RL22 stosować złączki kątowe typu ZK22 i złączki proste ZPL22. Z listwy WAGO wyprowadzić 6x DY 1x2,5mm² do licznika podstawowego oraz rezerwowego energii elektrycznej (w tablicy licznikowej przewody prowadzić za tablicą montażową). Następnie

Z zacisków wtórnych rdzenia II przekładnika prądowego typu: TPU 50.13 należy wyprowadzić YKSY 7x2,5mm² w RL22 do listwy 847-328/000-001. Z listwy WAGO wyprowadzić 6x DY 1x2,5mm² do analizatora jakości energii elektrycznej (w tablicy licznikowej przewody prowadzić za tablicą montażową - elektroizolacyjną).

UWAGA:

Wyprowadzenia oraz podłączenia przewodów z przekładnika prądowego, listwy WAGO, licznika energii, analizatora jakości prądu wykonać zgodnie z schematem montażowym układu pomiarowego rys.IE04.

3.3.2. Obwody napięciowe

Z zacisków wtórnych rdzenia I przekładnika napięciowego typu:

UMZ 24-1 należy wyprowadzić YKYżo 5x1,5mm² w RL22 do listwy WAGO typu 847-328/000-001 zawierającą ograniczniki przeciwprzepięciowe DEHN S DG S 75 VA. Do połączeń rur typu RL22 stosować złączki kątowe typu ZK22 i złączki proste ZPL22. Z zacisków listwy WAGO wyprowadzić 4x DY 1x1,5mm² do pod-

stawowego licznika energii elektrycznej oraz wyprowadzić 4x DY 1x1,5mm² do rezerwowego licznika energii elektrycznej (w tablicy licznikowej przewody prowadzić za tablicą montażową).

Z zacisków wtórnych rdzenia II przekładnika napięciowego typu: UZM 24-1 należy wyprowadzić YKYżo 5x1,5mm² w RL22 do listwy WAGO typu 847-328/000-001 zawierającą ograniczniki przeciwprzepięciowe DEHN S DG S 75 VA. Z zacisków listwy WAGO należy wyprowadzić 4x DY 1x1,5mm² do analizatora jakości energii elektrycznej (w tablicy licznikowej przewody prowadzić za tablicą montażową - elektroizolacyjną).

UWAGA:

Wyprowadzenia oraz podłączenia przewodów z przekładnika napięciowego, listwy WAGO typu 847-328/000-001 zawierającą ograniczniki przeciwprzepięciowe DEHN S DG S 75 VA, licznika energii, analizatora jakości prądu wykonać zgodnie z schematem montażowym układu pomiarowego rys.IE08.

Do połączeń rur typu RL22 w obwodach wtórnych pomiarowych zastosować złączki kątowe typu ZK22 i złączki proste ZPL22 (sztywne).

3.4. Projektowany układ pomiaru energii elektrycznej - na zaciskach generatora

Zgodnie z Instrukcją Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej PGE Dystrybucja S.A. odbiorca należy do kategorii B3 (kategoria rozwiązania technicznego układu pomiarowego).

Zastosowano pośredni układ pomiarowy z nowym licznikiem elektronicznym czterokwadrantowym typu SL7000 3x230/400V kl. 0,5 energii czynnej, kl. 0,5 energii biernej przeznaczonym do pomiaru mocy, energii czynnej i biernej z cyklem uśrednienia 15min. Przechowywanie pomiarów co najmniej 63 dni. Licznik przeznaczony do pomiaru mocy, energii czynnej i biernej.

Zgodnie z wymaganiami IRiESD PGE Dystrybucja S.A. zastosowano licznik pomiarowo-rozliczeniowy z układem transmisji danych pomiarowych do PGE Dystrybucja S.A.. W tablicy licznikowej należy zamontować urządzenie ACE Sparklet (prod. Itron) służące transmisji danych pomiarowych z układu pomiarowego do PGE Dystrybucja S.A. (urządzenie ACE Sparklet dla pomiaru rozliczeniowego i na zaciskach generatora).

W związku z zastosowaniem urządzeń telekomunikacyjnych umożliwiających realizację transmisji danych za pomocą sieci GSM w standardzie GPRS kartę SIM dostarczy Inwestor. Karta SIM powinna posiadać uruchomioną usługę Internet z publicznym statycznym adresem IP.

Przewidziano również montaż urządzenia ACE Sparklet w liczniku do pomiaru energii na zaciskach generatora w celu transmisji danych pomiarowych do Inwestora.

Do synchronizacji czasu rzeczywistego przewidziano urządzenia antenę top2 RC-GPS, zegar tygodniowy typu TR611 top2 RC-GPS oraz zasilacz typu top2 GPS urządzenia prod. Theben.

Licznik zasilany będzie z przekładników prądowych i zacisków napięciowych przez listwę WAGO typu 847-724/000-002 zawierającą ograniczniki przeciwprzepięciowe DEHN S DG S 275 VA.

W listwie Wago typu 847-724/000-002 należy zastosować moduł zabezpieczający 6,3A/30kA.

Urządzenia pomiarowe umieścić w tablicy licznikowej z drzwiami przeszklo-
nymi z płytą montażową elektroizolacyjną, o stopniu ochronny IP40.

3.4.1. Obwody prądowe

Z zacisków wtórnych nowego przekładnika prądowego typu: IMPb należy
wyprowadzić YKSY 7x2,5mm² w RL22 do listwy WAGO. Do połączeń rur typu
RL22 stosować złączki kątowe typu ZK22 i złączki proste ZPL22. Z listwy WAGO
wyprowadzić 6x DY 1x2,5mm² do licznika energii elektrycznej (w tablicy liczniko-
wej przewody prowadzić za tablicą montażową - elektroizolacyjną).

UWAGA:

Wyprowadzenia oraz podłączenia przewodów z przekładnika prądowego,
listwy WAGO, licznika energii wykonać zgodnie z schematem montażowym układu
pomiarowego rys.IE09.

4. Opis zabezpieczeń

4.1.1. Rozdzielnia SN w stacji Elizówka T3

4.1.2. Pole nr 2 w stacji Elizówka T3

Pole nr 2 zostało wyposażone w zabezpieczenie typu Ex-fBEL, które będzie realizowało następujące funkcje:

- zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne „I>” – stanowi ochronę stacji od zwarć zewnętrznych w sieci 15kV (przy przepływie prądu zwarcowego z kierunku stacja Elizówka T3 w kierunku sieć 15kV PGE);
- zabezpieczenie nadprądowe bezzwłoczne „I>>” – stanowi ochronę stacji od zwarć międzyfazowych w sieci 15kV (przy przepływie prądu zwarcowego z kierunku stacja Elizówka T3 w kierunku sieć 15kV PGE);
- zabezpieczenie nadnapięciowe „U>” – do detekcji pracy wyspowej elektrowni słonecznej w obiektach LRH S.A.;
- zabezpieczenie podnapięciowe „U<” – do detekcji pracy wyspowej elektrowni słonecznej w obiektach LRH S.A.;
- zabezpieczenie nadczęstotliwościowe „f>” – do detekcji pracy wyspowej elektrowni słonecznej w obiektach LRH S.A.;
- zabezpieczenie podczęstotliwościowe „f<” – do detekcji pracy wyspowej elektrowni słonecznej w obiektach LRH S.A.;
- zabezpieczenie od szybkości zmiany częstotliwości „df/dt” – do detekcji pracy wyspowej elektrowni słonecznej w obiektach LRH S.A.;
- zabezpieczenie zerowonapięciowe „3Uo>” – zapewnia odcięcie elektrowni od sieci rozdzielczej 15kV pracującej z doziemieniem;

Zadziałanie w/w zabezpieczeń winno spowodować wyłączenie wyłącznika w polu sprzęgającym w rozdzielnicy RPV.

5. Opis części dot. elektrowni fotowoltaicznej

Planuje się budowę elektrowni fotowoltaicznej pracującej równolegle z siecią PGE Dystrybucja S.A. Oddział Białystok.

5.1. Rozmieszczenie paneli

Panele fotowoltaiczne montować na dachu z wykorzystaniem typowych elementów montażowych na konstrukcjach wsporczych ze stali ocynkowanej ognio-wo. Moduły należy montować pod kątem ~36 stopni do poziomu – równolegle do płaszczyzny dachu.

5.2. Rozplanowanie elektrowni fotowoltaicznej

W związku z otrzymanym dnia 15 lipca 2013r. pismem od Inwestora nr LRH/PD/1240/ 2013; pkt. 1d „rozważenia wymaga rozwiązanie polegające na utworzeniu na dachu pomiędzy panelami w części środkowej hali przejścia prostopadłego do osi hali, które skróciłoby dostęp do paneli i ułatwiło czynności związane z eksploatacją” zdecydowano się na wykonanie zmiany rozmieszczenia paneli oraz ich ilości na dachu związane z zachowaniem przejść pomiędzy panelami prostopadle do osi hali.

Ilość paneli:	szt. 714
Ilość falowników:	szt. 10

W związku z powyższym, przewiduje się 2 warianty wykonania projektu:

1. Zastosowanie paneli zaproponowanych we wniosku o przyłączenie, o mocy 250W, co spowoduje zmniejszenie mocy elektrowni o 21,5kW
2. Zastosowanie paneli o podwyższonej mocy (280W/szt) co pozwoli na uzyskanie mocy elektrowni na poziomie 199,92kW. Wymagać będzie jednak przed rozpoczęciem realizacji zadania uzyskania zgody w PGE Dystrybucja S.A. na zmianę paneli PV.

Projekt wykonany jest dla wariantu 2 czyli paneli o mocy 280kW. Wariant 1 może być realizowany bez zmiany zasadniczych elementów projektu (zamieniamy panele 280W na panele 250 W o tych samych wymiarach zewnętrznych) Urządzenia dobrano do mocy znamionowej elektrowni 200kW.

5.3. Panele fotowoltaiczne

Panele fotowoltaiczne zamontowane zostaną na konstrukcjach tworzących rzędy kolektorów. Panele połączone zostaną przewodami dedykowanymi DC w układy obwodów, układy obwodów podłączone będą do falowników. Połączenia pomiędzy obwodami DC i falownikami wykonać przez zainstalowane w falownikach rozłączniki oraz ochronniki przeciwprzepięciowe umieszczone w rozdzielnicy R_SPD

5.4. Falowniki

Falowniki będą montowane w pomieszczeniu technicznym, obok rozdzielnicy głównej RG, z zachowaniem minimalnych odległości wymaganych przez produ-

centa do bezawaryjnej pracy.

Przewiduje się montaż falowników naprzemiennie na 2 wysokościach, górna krawędź odpowiednio na wys. 1 lub 2m zgodnie z oznaczeniem na rzucie (rys. IE13).

Moduły podłączone zostaną do falownika przewodem solarnym FLEX-SOL XL 4mm i wtykami typu PV-KST4 / PV-KBT4 firmy Multi-Contact.

Ilość falowników:	10
Producent:	SunGrow
Model falownika:	SG20KTL
Moc maksymalna DC:	20,8kW
Moc maksymalna AC:	20kVA
Cosφ:	1
Sprawność falownika:	97,3%

5.5. Monitorowanie pracy elektrowni

W celu monitorowania pracy elektrowni zastosowano analizator parametrów sieci i wyprowadzono sygnały stykowe o stanie łączników. Analizator parametrów sieci zamontowany w rozdzielnicy RPV. Falowniki wyposażone są w układ komunikacji w protokole MODBUS umożliwiający szczytywanie parametrów elektrowni fotowoltaicznej

Wizualizacja i układ szczytywania parametrów objęty jest odrębnym opracowaniem.

5.6. Okablowanie nn 0,4kV

Od falownika do rozdzielni nn zostaną ułożone przewody w trasach kablowych wykonanych z koryt ze stali FeZn, układanych na ścianie.

W rozdzielnicy RPV każdy falownik ma własne pole z zabezpieczeniem.

Zabezpieczenia falownika elektrowni słonecznej – rozłącznik bezpiecznikowy i wyłącznik różnicowoprądowy. Maksymalny prąd wyjściowy falownika jest ograniczany elektronicznie.

5.7. Okablowanie DC 1000V

Poszczególne stringi zostaną połączone z falownikami dedykowanym okablowaniem DC (wymagana podwójna izolacja) Przewody zostaną ułożone w trasach kablowych wykonanych z koryt z blachy FeZn. Użyte zostaną koryta FeZn z pokrywami.

Spadek napięcia po stronie DC elektrowni, na odcinku od modułów fotowoltaicznych do falownika nie powinien przekroczyć 1%.

5.8. Ochrona przeciwprzepięciowa

Zastosowano zintegrowaną ochronę przeciwprzepięciową. Zamontować ochronniki klasy II w rozdzielnicy instalacji fotowoltaicznej. W miejscu wejścia kabli z falowników PV do budynku zamontować ochronniki klasy I i II, oraz ochronniki na torach sygnałowych RS485. Falowniki i ogniwa fotowoltaiczne ochronić wariatorami dedykowanymi do instalacji PV na napięcie 1000VDC.

5.9. Instalacja połączeń wyrównawczych

Dodatkowe uziemienie falownika wykonać kablem LgYżo 1x6mm² w celu wyrównania potencjału; Łączyć do miejscowej szyny wyrównawczej.

5.10. Instalacja odgromowa

Instalacja odgromowa budynku na którym zostaną zamontowane panele została zaprojektowana w ramach projektu wykonawczego Hali „K”

Klasa ochrony:	III
Rozstaw siatki zwodów:	15m
Rozstaw przewodów odprowadzających:	15m
Promień kuli:	45m

Panele na dachu należy ochronić za pomocą bednarki FeZn 25x4mm o dł. 0,5m montowanej na końcach rzędów paneli fotowoltaicznych i podłączonej do instalacji odgromowej na dachu oraz konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne. Konstrukcje wsporcze podłączyć do instalacji odgromowej drutem FeZn ø8mm

6. Opis części dot. pozostałej infrastruktury technicznej

6.1. Rozdzielnica Główna - RG

Rozdzielnica główna zlokalizowana jest w pomieszczeniu technicznym hali „K”. Zasilanie od góry, odpływy do góry.

W rozdzielnicy znajduje się wyłącznik główny, lampki sygnalizacji faz, ochronnik przeciwprzepięciowy stopień B+C, wyłączniki różnicowo-prądowe, zabezpieczenia obwodów odbiorczych. Rozdzielnica RG składa się z dwóch rozdzielnic natynkowych: 252mod (21x12mod), IP44, II klasa izolacji, In=125A.

Rozdzielnica główna poza zakresem opracowania. W rozdzielnicy przewidziane zostało zabezpieczenie do celów zasilania rozdzielnicy RPV.

6.1.1. Rozdzielnica RPV

Rozdzielnica RPV znajduje się w pomieszczeniu technicznym. Przewiduje się w niej montaż wyłącznika głównego generatorów (łącznika sprzęgającego), układu zasilania napędu łącznika, przekładników do układu pomiarowego i do analizatora parametrów sieci, analizatora parametrów sieci, zabezpieczeń falowników stosowanych w instalacjach elektrowni fotowoltaicznej.

6.2. Prowadzenie instalacji

- Instalacje elektryczne prowadzić w korytkach kablowych FeZn
- Łączenie przewodów wykonywać w puszkach sprzętowych złączkami sprężynującymi WAGO;
- Gniazda wtyczkowe na wysokości 30cm / dostosować do danego stanowiska pracy, w łazience na wysokości 120cm;
- Łączniki na wysokości 115cm.

6.3. System dozoru i sterowania instalacji elektrycznej

6.3.1. Transmisja danych z falowników i przekształtników

Dla celów zbierania danych o pracy falowników i ilości wytwarzanej energii elektrycznej, każdy falownik wyposażony będzie w moduł komunikacyjny RS485. Magistrala komunikacyjna wykonana zostanie kablem ekranowanym FTP 4x2x0,5 kat. 6a.

Podłączone zostaną do niej wszystkie falowniki oraz data-logger. Data-logger będzie zapisywał dane z falowników, jednocześnie służył jako lokalne połączenie do sieci Ethernet umożliwiając odczyt oraz wizualizację parametrów systemu OZE w czasie rzeczywistym.

6.3.2. Rejestracja i przesył danych

Gromadzenie danych odbywać się będzie na karcie pamięci SD w data-loggerze lub na wydzielonej przestrzeni dyskowej serwera z którym będzie połączony. Dane do analizy muszą być zgrywane z urządzenia.

6.4. Ochrona przeciwporażeniowa

Jako ochronę przed dotykiem bezpośrednim przyjęto zastosowanie izolacji

części czynnych. Jako ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) zastosowano samoczynne wyłączenie w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego realizowane przez bezpieczniki z wkładkami topikowymi, wyłączniki elektromagnetyczne i różnicowoprądowe oraz drugą klasę izolacji.

Po zamontowaniu rozdzielnicy i podłączeniu odbiorników należy sprawdzić skuteczność ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa).

6.5. Ochrona przeciwprzepięciowa

Zastosowano układ skoordynowanej ochrony przeciwprzepięciowej. Ochronniki klasy I i II zamontować w rozdzielnicy RPV od strony generatorów. Ochronniki od strony sieci energetyki zawodowej w rozdzielnicy RG hali „K” (poza zakresem opracowania).

6.6. Rozdzielnice dodatkowe

6.6.1. Rozdzielnica R_SPD

Rozdzielnica montowana będzie wewnątrz budynku, na ścianie, pod sufitem, w miejscu wejścia kabli do budynku. W rozdzielnicy umieszczone będą ochronniki przeciwprzepięciowe klasy I+II w celu ochrony wewnętrznej instalacji budynku przed wniknięciem przepięcia. Ochronniki dedykowane do zastosowań w instalacjach PV.

6.7. Instalacja odgromowa

Instalacja odgromowa budynku nie objęta niniejszym opracowaniem. Rozwiązania ochrony odgromowej przedstawia projekt wykonawczy hali K.

7. Warunki wykonywania prac

Zadanie inwestycyjne prowadzone będzie w części na czynnych i eksploatowanych urządzeniach energetycznych. Prace należy wykonywać z zachowaniem wszelkich reguł bezpieczeństwa, a wszystkie wyłączenia i długość przerw beznapięciowych koordynować z przedstawicielami Zakładu Energetycznego.

8. Obliczenia techniczne

8.1. Bilans mocy elektrowni fotowoltaicznej

Panele fotowoltaiczne przyjęte do obliczeń:

YingliSolar Panda YL280C-30b

Moc pojedynczego panela: 280W

Ilość paneli: 714 szt

Moc zainstalowana panele (PV): 714x0,28kW=199,92kW

Roczna produkcja energii: 185MWh

8.1.1. Potrzeby własne

- Moc potrzeb własnych (dzień) 2,0kW
- Moc potrzeb własnych (noc) 0,79kW
- Zużycie energii w ciągu roku (dzień) 2013kWh
- Zużycie energii w ciągu roku (noc) 2082kWh

8.2. Określenie poziomu ochrony odgromowej i dobór urządzeń piorunochronnych.

Przeprowadzono obliczenia klasy ochronności wg normy PN-IEC 62305

- N_d częstość bezpośrednich wyładowań piorunowych trafiających w obiekt
- N_c dopuszczalna gęstość wyładowań piorunowych.
- A_e równoważna powierzchnia zbierania wyładowań
- $A_e = 5343m^2$; - Równoważna powierzchnia zbierania wyładowań została obliczona z uwzględnieniem budynków sąsiadujących.
- $N_g = 1,8$ wyładowań / m^2 w ciągu roku
- $R_T = 0,001041$
- $R_T > 10^{-5}$ ochrona odgromowa jest wymagana

$R_T = 5,98 \times 10^{-6}$ w wypadku wykonania ochrony odgromowej w klasie III ochronności.

Wymagania klasy III:

- Promień toczącej się kuli 45m;
- Wymiary oka siatki 15x15m,
- Rozstaw przewodów odprowadzających 20m,
- Wykonanie skoordynowanego układu SPD.

8.3. Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu

Maksymalny prąd roboczy obliczono przy wsp. mocy 0,93.

Moc przyłączeniowa dostarczana 200kW

Moc przyłączeniowa pobierana 586kW

Prąd obliczeniowy dla:

$P_{sd} = 200kW$

$I_b = 8,28A$ (dla 15kV)

$S_{sp}=630\text{kVA}$	$I_b=26,07\text{A}$	(dla 15kV)
$P_{sd}=200\text{kW}$	$I_b=310,4\text{A}$	(dla 0,4kV)
$S_{sp}=630\text{kVA}$	$I_b=977,8\text{A}$	(dla 0,4kV)

Dobry przekładnik prądowy w polu SN nr. 2:
 TPU 50.13 - 40/5/5/5 A/A/A/A; kl.0,2S; $S_N=10\text{VA}$; FS5; $I_{th}=6,3\text{kA}$;
 Procentowe obciążenie strony pierwotnej przekładnika wynosi: 20,70%

Dobry przekładnik prądowy w RPV w polu nr.1.1:
 IMPb - 400/5 A/A; kl.0,2s; $S_N=10\text{VA}$; FS5; $I_{th}=60 \times I_N$;
 Procentowe obciążenie strony pierwotnej przekładnika wynosi: 77,6%

8.4. Uziemienia ochronno-robocze sieci w układzie TN

(wg PN-IEC 60364-4-442:1999)

U_F - napięcie zakłócenkowe w sieci niskiego napięcia, między częściami dostępnymi przewodzącymi, a ziemią, wyznaczone z krzywej F rys. 44A normy

PN-IEC 60364-4-442:1999,

dla czasu zwarcia = 4s wynosi 69V

R_{B2} - wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) w liniach tworzących sieć elektroenergetyczną.

Sieć pracuje z punktem neutralnym uziemionym przez cewkę

Prąd zwarcia doziemnego (I_K) dla czasu wyłączenia 4s podany w warunkach przyłączenia dla sieci przyłączonej do Stacji Lublin Północ i Czechów 110/15kV wynosi 250A

Do obliczeń wymaganej rezystancji uziemienia należy wyliczyć na podstawie sumarycznego prądu doziemnego płynącego w czasie doziemienia tj. suma geometryczna prądu pojemnościowego i prądu czynnego wymuszanego przez automatykę AWSC = 58A

$$I_K = 250\text{A}$$

$$I_{K1} = \sqrt{(0,2 \cdot 250\text{A})^2 + 58\text{A}^2}$$

$$I_m = I_{K1} = 76,6\text{A}$$

$$r = 0,2$$

$$R_{B2} \leq U_F / r_{red} \cdot I_{K1} \leq 69 / 0,6 \cdot 76,6 \leq 1,5\Omega$$

R_{red} – współczynnik redukcji (stosunek prądu uziomowego do prądu zwarcia doziemnego)

Uziemienia ochronno-robocze sieci w układzie TN $\leq 1,5\Omega$

8.5. Uziemienia ochronne sieci SN

Stacja Lublin Północ i Czechów 110/15kV

- Prąd zwarcia doziemnego $I''_{K1} = 250A$
- Suma geometryczna prądu pojemnościowego i prądu czynnego wymuszanego przez automatykę AWSC

$$I''_{K1} = \sqrt{(0,2 \cdot 250A)^2 + 58A^2} = 76,6A$$

U_E - napięcie uziomowe

$$U_E = I_E \cdot Z_E$$

U_{Tp} - dopuszczalne napięcie rażenia przy czasie wyłączenia zwarcia = 4s wynosi 80V

Z_E - impedancja uziemienia (można przyjmować zmierzoną rezystancję uziemienia)

$$U_E = I_E \cdot Z_E$$

$$U_E \leq 2 U_{Tp}$$

$$Z_E \leq 2 U_{Tp} / I_E \leq 2 \cdot 80 / 0,6 \cdot 76,6 \leq 3,5\Omega$$

Uziemienia ochronne sieci SN $\leq 3,5\Omega$

Uziemienie w stacji należy wykonać dla $Z_E \leq 1,5\Omega$

8.6. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej w stacji

8.6.1. Obciążenie wtórne przekładnika prądowego

Dobre przekładniki prądowe:

TPU 50.13 - 40/5/5/5 A/A/A/A; kl.0,2S; $S_N=10VA$; FS5; $I_{th}=6,3kA$;

Obciążenie przekładnika

- | | |
|----------------------------------------------|--------|
| – licznik SL7000 x2 | 0,01VA |
| – straty mocy na zaciskach obwodów wtórnych | 1,25VA |
| – straty mocy w przewodach (DY 2x2,5 l= 17m) | |

$$R = 2 \times 17 / 56 \times 2,5 = 0,24\Omega$$

$$P = 5^2 \times 0,24 = 6VA$$

$$S_{obl} = 7,3VA$$

$$0,25S_n \leq S_{obl} \leq S_n$$

$$S_N = 10VA \quad 0,25 S_N = 2,50VA$$

Obwód wtórny przekładnika jest obciążony w 73,0%.

Dobre przekładniki prądowe typu:

TPU 50.13 - 40/5/5/5 A/A/A/A; $I_{th}=6,3kA$;

Uz. I kl. 0,2S; $S_N=10VA$; FS5;

Uz. II kl. 0,2S; $S_N=10VA$; FS5;

Uz. III kl. 0,2S; $S_N=10VA$; FS5;

Spełniają warunek:

- Warunek I
 Prąd pierwotny wynikający z mocy umownej mieścił się w granicach 20-120% ich prądu znamionowego.
 Procentowe obciążenie strony pierwotnej przekładnika wynosi:
 20,7%.

- Warunek II
Obciążenie strony wtórnej zawiera się między 25% a 100% wartości nominalnej mocy uzwojeń / rdzeni przekładników.
Procentowe obciążenie strony wtórnej przekładnika wynosi: 73,0%.

Procentowe Obciążenie przekładnika prądowego w zależności od pobieranej mocy.

200kW	8,28A	20,70%;
630kVA	27,07A	67,68%;

Dobre przekładniki prądowe w klasie 0,2S w celu zachowania parametrów dokładności układu pomiarowego, przy pomiarze w dwóch kierunkach 200kW - moc wyprodukowana oddawana do sieci.

Zgodnie z normą PN-EN 60044-1 procentowy błąd pomiarowy:

- dla klasy 0,2S wynosi:

0,75%	dla obciążenia	1% prądu znamionowego
0,35%	dla obciążenia	5% prądu znamionowego
0,20%	dla obciążenia	20% prądu znamionowego
0,20%	dla obciążenia	100% prądu znamionowego
0,20%	dla obciążenia	120% prądu znamionowego

- dla klasy 0,2 wynosi:

brak	dla obciążenia	1% prądu znamionowego
0,75%	dla obciążenia	5% prądu znamionowego
0,35%	dla obciążenia	20% prądu znamionowego
0,20%	dla obciążenia	100% prądu znamionowego
0,20%	dla obciążenia	120% prądu znamionowego

- dla klasy 0,5 wynosi:

brak	dla obciążenia	1% prądu znamionowego
1,50%	dla obciążenia	5% prądu znamionowego
0,75%	dla obciążenia	20% prądu znamionowego
0,50%	dla obciążenia	100% prądu znamionowego
0,50%	dla obciążenia	120% prądu znamionowego

Z powyższego wynika, iż przekładnik prądowy w klasie 0,2S zachowuje parametry procentowego błędu prądowego dla obciążenia 1% jak przekładnik w klasie 0,5, a dla obciążenia $\geq 5\%$ jak przekładnik w klasie 0,2.

8.6.2. Obciążenie wtórne przekładnika napięciowego

Dobre przekładniki napięciowe
UMZ 24-1

Uz. I: kl. 0,2; S= 5VA;

Uz. II: kl. 0,2; S= 5VA;

Uz. III: kl. 3P; S= 10VA;

Przekładnia przekładników napięciowych

$$U_{1n} / U_{2n} = 15000 / \sqrt{3}; 100 / \sqrt{3}; 100 / \sqrt{3}; 100 / 3;$$

Obciążenie przekładnika
– licznik SL7000 3,2VA

Obciążenie sumaryczne przekładnika napięciowego wynosi 1,6VA co stanowi 64% obciążenia znamionowego.

DOBRANE PRZEKŁADNIKI NAPIĘCIOWE typu:
UMZ 24-1

Uz. I: kl. 0,2; S= 5VA;

Uz. II: kl. 0,2; S= 5VA;

Uz. III: kl. 3P; S= 10VA;

Przekładnia przekładników napięciowych

$$U_{1n} / U_{2n} = 15000 / \sqrt{3}; 100 / \sqrt{3}; 100 / \sqrt{3}; 100 / \sqrt{3};$$

Spełniają warunek:

Warunek I

Obciążenie strony wtórnej zawiera się między 25% a 100% wartości nominalnej mocy uzwojeń / rdzeni przekładników.

Procentowe obciążenie strony wtórnej przekładnika wynosi: 64%.

8.7. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej na zaciskach generatora

8.7.1. Obciążenie wtórne przekładnika prądowego

Dobre przekładniki prądowe:

IMPb - 400/5 A/A; kl.0,2s; S_N= 10VA; FS5; I_{th}=60xI_N;

Obciążenie przekładnika

- licznik SL7000 0,01VA
- straty mocy na zaciskach obwodów wtórnych 1,25VA
- straty mocy w przewodach

DY 2x2,5 l= 3,5m – minimalna długość przewodu

$$R = 2 \times 3,5 / 56 \times 2,5 = 0,05\Omega$$

$$P=5^2 \times 0,05 = 1,25VA$$

$$S_{obl} = 2,5VA$$

$$0,25S_n \leq S_{obl} \leq S_n$$

$$S_N = 10VA \quad 0,25 S_N = 2,50VA$$

Obwód wtórny przekładnika jest obciążony w 25,0%.

Dobre przekładniki prądowe typu:

IMPb - 400/5 A/A; kl.0,2s; S_N= 10VA; FS5; I_{th}=60xI_N

Z powyższych obliczeń wynika że minimalna długość przewodów z zacisków obwodów wtórnych przekładnika do zacisków licznika wynosi 3,5m.

Spełniają warunek:

- Warunek I
Prąd pierwotny wynikający z mocy umownej mieścił się w granicach 20-120% ich prądu znamionowego.
Procentowe obciążenie strony pierwotnej przekładnika wynosi: 77,6%.
- Warunek II
Obciążenie strony wtórnej zawiera się między 25% a 100% wartości nominalnej mocy uzwojeń / rdzeni przekładników.
Procentowe obciążenie strony wtórnej przekładnika wynosi: 65,0%.

8.8. Obliczenie podstawowych parametrów zwarciovych

W celu określenia nastaw zabezpieczeń oraz sprawdzenia koordynacji nowo instalowanych stopni prądowych względem zabezpieczeń już pracujących w sieci 15kV wykonano obliczenia zwarciovych w sieci powiązanej z miejscem przyłączenia elektrowni słonecznej. W charakterystycznych punktach sieci elektroenergetycznej wyznaczono udziały prądów zwarciovych pochodzące od systemu elektroenergetycznego i projektowanych generatorów (paneli fotowoltaicznych).

8.8.1. Przyjęte założenia do obliczeń

8.8.1.1. Zasilanie od strony stacji 110/15kV Czechów – RS Elizówka

- linie SN 240mm² – 1181m
- linie SN 120mm² – 797m
- linie SN 70mm² – 2631m

8.8.1.2. Zasilanie od strony stacji 110/15kV Lublin Północ – RS Elizówka

- linie SN 120mm² – 797m

8.8.1.3. Zasilanie od strony stacji 15kV RS Elizówka – Elizówka T3

- linie SN 120mm² – 3500m

8.8.1.4. Zasilanie od strony generatorów (falowników) elektrowni słonecznej

- generator (falownik) – o mocy 20kVA szt.10;
- linia nN 2x (YAKXS 4x240mm²) – długość 370m;
- transformator SN/nN 630kVA;
- linia SN 3x YHAKXS 1x70mm² – długość 12m;

8.8.2. Prąd zwarcia początkowy przy zwarciu trójfazowym

$$I_k'' = \frac{c U_N}{\sqrt{3} Z_K}$$

8.8.3. Obliczenia zwarciovych przy zasilaniu Elektrowni Słonecznej w obiektach LRH S.A. z sieci PGE

Do obliczeń przyjęto moce zwarciovych zabezpieczeniowe dla stacji Lublin Czechów (LUC) i Lublin Północ (LPN), dane te zostały udostępnione przez PGE Dystrybucja S.A. Oddział Lublin:

Szw_zab_15kV_LUC = 127 MVA,

Szw_zab_15kV_LPN = 138 MVA,

- Prąd zwarcia trójfazowego na szynach 15kV w stacji 110/15kV Lublin Północ $I_{kGPZ1}'' = 5,32kA$
- Prąd zwarcia trójfazowego na szynach 15kV w stacji 110/15kV Lublin Czechów $I_{kGPZ2}'' = 4,89kA$
- Prąd zwarcia trójfazowego na szynach 15kV w stacji Elektrownia Słoneczna w obiektach LRH S.A. (pochodzący od systemu elektroenergetycznego) przy zasilaniu z stacji 110/15kV Lublin Północ $I_{kGPZ11}'' = 3,41kA$
- Prąd zwarcia trójfazowego na szynach 15kV w stacji Elektrownia Słoneczna w obiektach LRH S.A. (pochodzący od systemu elektroenergetycznego) przy zasilaniu z stacji 110/15kV Czechów $I_{kGPZ22}'' = 2,81kA$

8.8.4. Obliczenia zwarcia przy pracy z generatora

- Prąd zwarcia trójfazowego na szynach 15kV w stacji Elizówka T3 (pochodzący od generatora) $I_{kT3-G}'' = 1,4 \times I_r$
- $I_{kT3-G}'' = 0,012kA$

8.8.5. Prądy znamionowe

- Prąd znamionowy transformatora (15kV): $I_{nTR} = 26,07A$
- Prąd znamionowy generatora (15kV): $I_{nG} = 8,28A$

9. Dobór nastaw zabezpieczeń

9.1. Zabezpieczenia generatorów

Niniejsze opracowanie nie obejmuje doboru nastaw zabezpieczeń podstawowych generatorów - falowników. Zabezpieczenia w dostawie Inwestora.

9.2. Rozdzielnia SN w stacji Elizówka T3 – pole nr 2

W polu należy uruchomić następującą funkcję zabezpieczeniową:

- zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne „I>”
Nastawa: $I > 1,2 \cdot 8,28 = 9,94\text{A}$ **t=3,0s**
- zabezpieczenie nadprądowe bezzwłoczne „I>>”
Nastawa: $I > 5 \cdot 8,28 = 41,4\text{A}$ **t=0,05s**
- zabezpieczenie zerowonapięciowe „Uo>”
Dobrano nastawę zabezpieczenia tak aby była odstrojona od najdłuższego z czasów działania zabezpieczeń stacji 110/15kV Lublin Północ i Czechów.
Nastawa: **Uo=20V** **t=3,5s**
- zabezpieczenie nadnapięciowe „U>”
Dobrana nastawa zabezpieczenia jest krótsza od opóźnienia automatyki SZR 15kV stacji 110/15kV Lublin Północ i Czechów.
Nastawa: **Ur=16,5kV/110V** **t=1,5s**
- zabezpieczenie podnapięciowe „U<”
Dobrana nastawa zabezpieczenia jest krótsza od opóźnienia automatyki SZR 15kV w stacji Lublin Północ i Czechów.
Nastawa: **Ur=13,5kV/90V** **t=1,5s**
- zabezpieczenie nadczęstotliwościowe „f>”
Dobrana nastawa zabezpieczenia jest odstrojona od czasów działania zabezpieczeń podstawowych generatorów (paneli fotowoltaicznych) i zabezpieczeń w stacji 110/15kV Lublin Północ i Czechów.
Nastawa: **fr=50,5Hz;** **t=1,0s**
- zabezpieczenie podczęstotliwościowe „f<”
Dobrana nastawa zabezpieczenia jest odstrojona od czasów działania zabezpieczeń podstawowych generatorów (paneli fotowoltaicznych) i zabezpieczeń stacji 110/15kV Lublin Północ i Czechów.
Nastawa: **fr=49Hz;** **t=1,0s**
- zabezpieczenie stromościowe „df/dt”
Dobrana nastawa zabezpieczenia jest odstrojona od czasów działania zabezpieczeń w stacji 110/15kV Lublin Północ i Czechów.
Nastawa: **df/dt =2Hz/s;** **t=0,2s**

10. Lista sygnałów telemechaniki

Rodzaj obiektu	Obiekt	Stan 1	Stan 0	Źródło
POLE LINIOWE z ROZŁĄCZNIKIEM 15kV w STACJI ELIZÓWKA T3 Pole nr1, typu C				
Sygnalizacja	Rozłącznik - S7	zamknięty		Ex-MGP
	Rozłącznik - S7		otwarty	Ex-MGP
	Uziemnik - S10	zamknięty		Ex-MGP
	Uziemnik - S10		otwarty	Ex-MGP
POLE LINIOWE z POMIAREM PRĄDU i NAPIĘCIA 15kV w STACJI ELIZÓWKA T3 Pole nr2, typu M				
Sygnalizacja	Zadziałanie zabezpieczenia – Ex-fBEL: 3Uo	zadziałanie	odwzbudzenie	Ex-MGP
Sygnalizacja	Zadziałanie zabezpieczenia - Ex-fBEL: brak napięcia pomocniczego	zadziałanie	odwzbudzenie	Ex-MGP
Sygnalizacja	Zadziałanie zabezpieczenia - Ex-fBEL: <U	zadziałanie	odwzbudzenie	Ex-MGP
Sygnalizacja	Zadziałanie zabezpieczenia - Ex-fBEL: >U	zadziałanie	odwzbudzenie	Ex-MGP
Sygnalizacja	Zadziałanie zabezpieczenia - Ex-fBEL: <f	zadziałanie	odwzbudzenie	Ex-MGP
Sygnalizacja	Zadziałanie zabezpieczenia - Ex-fBEL: >f	zadziałanie	odwzbudzenie	Ex-MGP
Sygnalizacja	Zadziałanie zabezpieczenia - Ex-fBEL: I>	zadziałanie	odwzbudzenie	Ex-MGP
Sygnalizacja	Zadziałanie zabezpieczenia - Ex-fBEL: I>>	zadziałanie	odwzbudzenie	Ex-MGP
Sygnalizacja	Zadziałanie zabezpieczenia - Ex-fBEL: df/dt	zadziałanie	odwzbudzenie	Ex-MGP
Sygnalizacja	Uszkodzenie zabezpieczenia - Ex-fBEL	zadziałanie	odwzbudzenie	Ex-MGP
	Otwarcie drzwi stacji SN/nN	pobudzenie	odwzbudzenie	Ex-MGP
	Obniżenie napięcia na akumulatorach poniżej 21V	pobudzenie	odwzbudzenie	Ex-MGP
	Obniżenie napięcia na akumulatorach poniżej 20V	pobudzenie	odwzbudzenie	Ex-MGP

**POLE TRANSFORMATOROWE z ROZŁĄCZNIKIEM BEZPIECZNIKOWYM 15kV w
STACJI ELIZÓWKA T3
Pole nr3, typu F**

Sygnalizacja	Rozłącznik - S7	zamknięty		Ex-MGP
	Rozłącznik - S7		otwarty	Ex-MGP
	Uziemnik - S10	zamknięty		Ex-MGP
	Uziemnik - S10		otwarty	Ex-MGP

**POLE z WYŁĄCZNIKIEM 0,4kV w RPV
pole zasilające - ELEKTROWNIA SŁONECZNA**

Sygnalizacja	Wyłącznik 0,4kV	zamknięty		Ex-MGP
	Wyłącznik 0,4kV		otwarty	Ex-MGP
Sterowanie	Wyłącznik	telezałączenie	telewylaczenie	Ex-MGP
	Blokada załączenia ręcznego wyłącznika	telezałączenie	telewylaczenie	Ex-MGP
	Telekasowanie sygnalizacji zadziałania zabezpieczeń		telewylaczenie	Ex-MGP

POMIAR PARAMETRÓW SIECI W PUNKCIE PRZYŁĄCZENIA

Pomiar	Prąd IL1			PECA-11D
Pomiar	Prąd IL2			PECA-11D
Pomiar	Prąd IL3			PECA-11D
Pomiar	Moc czynna 3-faz. P			PECA-11D
Pomiar	Moc bierna 3-faz. Q			PECA-11D
Pomiar	Napięcie UL1			PECA-11D
Pomiar	Napięcie UL2			PECA-11D
Pomiar	Napięcie UL3			PECA-11D
Pomiar	Napięcie UL12			PECA-11D

Pomiar	Napięcie UL23			PECA-11D
Pomiar	Napięcie UL31			PECA-11D
Pomiar	Częstotliwość f			PECA-11D
Pomiar	Wsp. Mocy PFA			PECA-11D
Pomiar	Energia Czynna EP			PECA-11D
Pomiar	Energia Bierna EQ			PECA-11D

11. Wskazówki montażowe

11.1. Okablowanie

Drutowanie obwodów wtórnych wykonać przewodem DY, LgY, YDY 450/750V o przekrojach określonych w poszczególnych schematach montażowych. W przypadku przewodów z linki zastosować końcówki tulejkowe o odpowiedniej średnicy.

Każdy kabel należy zaopatrzyć w oznacznik kablowy z typem kabla i dwustronnym adresem. Końcówki przewodów i kabli zaopatrzyć w adres drugiego końca oraz numer zacisku, na który jest podłączony.

11.2. Oznaczenia aparatów

Każdy instalowany aparat należy oznaczyć, zgodnie z projektem, symbolem schematowym oraz ewentualnym opisem funkcji (przełączniki, lampki, bezpieczniki, przekaźniki – treść opisu znajduje się na schemacie montażowym).

11.3. Ochrona od porażeń

Metalowe obudowy szafek napędów połączyć z uziomem stacji istniejącym płaskownikiem FeZn, a ich wewnętrzne zaciski ochronne połączyć z zaciskiem ochronnym szafki kablowej wykorzystując żyły kabli zasilających w izolacji koloru żółto-zielonego.

11.4. Wskazówki montażowe

- Wszystkie końcówki przewodów i kabli zaopatrzyć w opis miejsca podłączenia drugiego końca oraz nr zacisku, na który jest podłączony.
- Instalowane aparaty należy trwale oznaczyć w sposób podany na schematach montażowych: –opisy wykonać jako drukowane etykiety, a szyldziki jako grawerowane tabliczki.
- Każdy kabel należy zaopatrzyć w oznacznik kablowy z typem kabla i dwustronnym adresem.
- Kable sterownicze w pancerzu winny być dwustronnie uziemione.
- Przewody ucinać na obiekcie, po ułożeniu ich na swoich miejscach.
- Przed uruchomieniem projektowanej części telemechaniki należy zaprogramować sterowniki polowe.

11.5. Wskazówki montażowe dla prowadzenia kabli SFTP

- Przewody SFTP w kanale kablowym należy prowadzić w korytkach kablowych.
- Kabel ze szpuli powinien być wyciągany przez jedną osobę z siłą nie większą niż 10 kg.
- Kabla nie należy odcinać ze szpuli jak najdłużej, co pozwala unikać nadmiernego skręcania i załamywania kabla.
- Przy przeciąganiu kabla nie należy go przeciążyć.
- W trakcie instalacji należy przestrzegać minimalnego promienia zgięcia kabla (min. 25mm, nie załamywać kabla!!!), oraz unikać miejsc

gdzie mogą nastąpić zakłócenia.

- Przejścia przewodami przez ściany i stropy wykonać w rurkach instalacyjnych uszczelnionych przeciwogniowo pianką uszczelniającą.
- Kable w trakcie i po instalacji nie powinny być naciągnięte – należy pamiętać, aby je odpowiednio przymocować w odcinkach pionowych.
- Przewody elektryczne powinny być przecinane pod kątem 90 stopni.
- Należy zachować max odległość 90m od szafy dystrybucyjnej do terminali. Odległość ta nie powinna być przekraczana.
- Kable SFTP prowadzić w korytkach plastikowych w odległości min. 20cm od kabli elektrycznych.
- Od strony szafy należy pozostawić zapas, co najmniej 2m kabla, od strony terminali – 30-50cm.

12. OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że:

PROJEKT WYKONAWCZY

ELEKTROWNI SŁONECZNEJ w OBIEKTACH LUBELSKIEGO RYNKU HURTOWEGO S.A. w ELIZÓWCE

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: Janusz Topolski
Upr. nr Bł/5/01

13. Uwagi końcowe

1. Całość robót instalacyjno - montażowych wykonać zgodnie z Normami PN-IEC 60364-xx-xxx; PN-E 05125; PN-E-05115:2002 i Warunkami technicznymi, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dział 4 Rozdział 8 „Instalacje elektryczne”
2. Prace w pobliżu i na czynnych urządzeniach elektroenergetycznych wykonywać po wyłączeniu, uziemieniu i dopuszczeniu do pracy pod nadzorem upoważnionych pracowników Inwestora.
3. Całość prac wykonać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami z szczególnym uwzględnieniem wymagań BHP.
4. Przed odbiorem technicznym i uruchomieniem urządzeń pozostających w eksploatacji odbiorcy należy opracować i uzgodnić w Wydziale Ruchu PGE DYSTRYBUCJA S.A. Oddział w Lublinie Instrukcję ruchu i eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci odbiorczej. Instrukcję przygotowuje wykonawca robót elektrycznych.
5. Przy przekazywaniu obiektu do eksploatacji wykonawca obowiązany jest dostarczyć zleceniodawcy dokumentację powykonawczą, a w szczególności:
 - dokumentację techniczną z naniesionymi ewentualnymi zmianami,
 - protokół badań rezystancji izolacji,
 - protokół badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
 - certyfikaty lub deklaracje zgodności wydane dla wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych,
 - uzgodnioną w Wydziale Ruchu PGE DYSTRYBUCJA S.A. Oddział w Lublinie Instrukcję ruchu i eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci odbiorczej.

14. Załączniki

- zał. nr 1. Warunki przyłączenia urządzeń elektrycznych do sieci elektroenergetycznej z dnia 03.09.2013r;
znak 73094/PS.MM-4130/188/13;

15. Rysunki techniczne szt. 14

Rys.	IE01	SCHEMAT ZASILANIA
Rys.	IE02	SCHEMAT IDEOWY ROZDZIELNI SN 15kV w STACJI ELIZÓWKA T3
Rys.	IE03	RZUT POMIESZCZEŃ STACJI 15/0,4kV. INSTALACJE ELEKTRYCZNE
Rys.	IE04	SCHEMAT IDEOWY TELEMCHANIKI
Rys.	IE05	SCHEMAT BLOKOWY TELEMCHANIKI
Rys.	IE06	SCHEMAT ROZDZIELNICY POTRZEB WŁASNYCH RPW
Rys.	IE07	SCHEMAT ROZDZIELNICY RPV
Rys.	IE08	SCHEMAT MONTAŻOWY UKŁADU POMIARU ROZLICZENIOWEGO ENERGII ELEKTRYCZNEJ
Rys.	IE09	SCHEMAT MONTAŻOWY UKŁADU POMIARU NA ZACISKACH GENERATORA
Rys.	IE10	WIDOK TABLICY LICZNIKOWEJ TL-2
Rys.	IE11	WIDOK TABLICY LICZNIKOWEJ TL-2
Rys.	IE12	PLAN POGLADOWY PRZEBIEGU TRASY OBWODÓW WTÓRNYCH POMIAROWYCH DLA ELEKTROWNI SŁONECZNEJ W OBIEKTACH LRH S.A.
Rys.	IE13	RZUT HALI „K”, POMIESZCZENIE ROZDZIELNICY RG
Rys.	IE14	RZUT HALI „K” – RZUT DACHU