

Inwestor: MIEJSKI OŚRODEK SPORTU I REKREACJI W RADOMIU SP. Z O.O.
UL. NARUTOWICZA 9, 26-600 RADOM

Temat: PROJEKT UKŁADU POMIAROWEGO MIEJSKIEGO OŚRODKA SPORTU I REKREACJI
W RADOMIU PRZY UL. NARUTOWICZA 9 (DZ. NR 76/15 OBR. 90)

Adres: UL. NARUTOWICZA 9
26-600 RADOM
(DZ. NR 76/10 OBR. 90)

Stadium: PROJEKT WYKONAWCZY

PROJEKTOWAŁ:

mgr inż. Jerzy Toczyński
NR UPR: UAN.V.8388/105/90

OPRACOWAŁ:

mgr inż. Mateusz Stachurski

Lipiec, 2017

Spis treści:

1.	Przedmiot opracowania	3
2.	Podstawa opracowania:	3
3.	Zakres opracowania	3
4.	Układ pomiarowy	4
5.	Obliczenia.	5
5.1	Dobór przekładników prądowych zainstalowanych w układzie pomiarowym rozliczeniowym. .	5
5.2	Dobór przekładników napięciowych.	6
5.3	Dobór przekładników prądowych układu pomiarowego generatora.	6

Rys. EP-01 – Plan usytuowania stacji

Rys. EP-02 – Schemat układów pomiarowych

Rys. EP-03 – Schemat instalacji fotowoltaicznej

Rys. EP-04 – Plan rozmieszczenia rozdzielnic stacji

Rys. EP-05 – Plan instalacji fotowoltaicznej – rzut poddasza

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy układu pomiarowego w ramach projektu termomodernizacji budynku Miejskiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Radomiu przy ul. Narutowicza 9 (Dz. nr 76/15 obr. 90) w związku z budową elektrowni fotowoltaicznej.

2. Podstawa opracowania:

- zlecenie Inwestora,
- wizja lokalna,
- Warunki przyłączenia 7/2015 z dn. 12.01.2015 r. wydane przez PGE Dystrybucja S.A. Oddział Skarżysko-Kamienna,
- Projekt wykonawczy Przebudowy istniejących obiektów sportowych MOSiR Radom na potrzeby stadionu lekkoatletyczno-piłkarskiego – tom. III Instalacje elektryczne, Zeszyt 3. Stacja trafo 15/0,4 wykonany przez ARCH-GEO Sp. z o.o.,
- przepisy i normy, w tym m.in.:
 - Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2017 r. poz. 1169),
 - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz. U. z 2016 r. poz. 2255),
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 poz. 1422),
 - Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719),
 - Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2006 r. w sprawie wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczeń tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2007 nr 143 poz. 1002),
 - Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz.U. 2015 poz. 2117),
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. 2016 poz. 1966),
 - PN-HD 60364-1:2009 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych-Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe.
 - PN-HD 60364-5-51:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych-Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego-Postanowienia ogólne.
 - PN-HD 60364 (norma wieloczęściowa) Instalacje elektryczne niskiego napięcia.,
 - Norma SEP N SEP-E-004. Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

3. Zakres opracowania

Projekt obejmuje:

- układ pomiarowy w rozdzielni stacji transformatorowej (przebudowę),
- układ pomiarowy generatora fotowoltaicznego,
- połączenia kablowe elementów instalacji.

4. Układ pomiarowy

Zgodnie z Warunkami przyłączenia nr 7/2015 z dnia 12.01.2015 r. wydanymi przez PGE Dystrybucja S.A. Oddział Skarżysko-Kamienna, w związku z instalacją elektrowni fotowoltaicznej projektowanej na dachu hali sportowej MOSiR w Radomiu, elektrownię wymienioną należy przyłączyć do istniejącej rozdzielni nN w stacji transformatorowej „Stadion Broni” poprzez rozdzielnicę główną budynku hali sportowej i kable łączące obie rozdzielnie. Do rozliczeń pobranej i wprowadzonej do sieci elektroenergetycznej energii, zgodnie z Warunkami służyć będzie układ pomiarowo-rozliczeniowy wyposażony w licznik elektroniczny umożliwiający dwukierunkowy pomiar energii czynnej i biernej mierzony w czterech kwadrantach z rejestracją profili obciążenia. Licznik powinien posiadać klasę nie gorszą niż C lub 0,5 dla energii czynnej i nie gorszą niż 1 dla energii biernej. Przekładniki prądowe i napięciowe powinny posiadać rdzenie uzwojenia pomiarowego o klasie dokładności 0,2S. Układ pomiarowy musi umożliwiać rejestrowanie i przechowywanie w pamięci pomiarów mocy czynnej w okresach od 15 do 60 minut przez co najmniej 63 dni kalendarzowych i automatycznie zamykać okres rozliczeniowy oraz posiadać układ synchronizacji czasu rzeczywistego co najmniej raz na dobę i podtrzymanie zasilania ze źródeł zewnętrznych.

Dla spełnienia Warunków przyłączenia służyć będzie istniejący w stacji transformatorowej układ pomiarowo-rozliczeniowy pośredni, w którym wymianie ulegną przekładniki prądowe. W skład zmodernizowanego układu będą wchodzić:

- rozliczeniowy elektroniczny czterokwadrantowy licznik prądu trójfazowego typu ZMD405, umożliwiający pomiar energii i mocy czynnej klasy 0,5 oraz biernej klasy 1 z zewnętrzną synchronizacją czasu rzeczywistego i wbudowanym interfejsem komunikacyjnym CU-B2 i PLP-51,
- kontrolny licznik ZMD410 klasy 1 dla energii czynnej i 2 dla energii biernej z interfejsem CU-B2,
- zegar synchronizujący czas rzeczywisty US-151,
- przekładniki prądowe IMZ 24 50/5A, 5VA/0,2S/FS5, $I_{th}=200 \times I_{pn}$,
- przekładniki napięciowe UMZ 24, 15:√3/0,1:√3, kl. 0,2, S-10VA,
- listwa pomiarowa WAGO 847-436/060-001.

Połączenia układu pomiarowego wykonać:

- obwody prądowe przewodem DY 2,5 mm²,
- obwody napięciowe przewodem DY 1,5 mm².

Układ pomiarowy należy zabudować w istniejącej rozdzielnicy nN stacji transformatorowej w miejscu dotychczasowego układu pomiarowego.

Do obliczeń wyprodukowanej przez generator PV energii elektrycznej będzie służył układ pomiarowy półpośredni.

Do układu pomiarowego w układzie półpośrednim dobrano:

- licznik trójfazowy podstawowy typu ZMD405,
- trzy przekładniki prądowe jednofazowe typu IMW 150/5A, 5VA/0,2S/FS5, $I_{th}=60 \times I_{pn}$, $I_{dyn}=150 \times I_{pn}$, $U_n=0,72$ kV,
- listwę pomiarową WAGO 847-676/230-1000.

Wypożyczenie szafy pomiarowej uzupełniają:

- rozłącznik bezpiecznikowy typu RBK1 z bezpiecznikami 160 A,
- ochronnik przepięciowy typu DEHNventil DV M TT 255.

Połączenia układu pomiarowego wykonać:

- obwody prądowe przewodem DY 2,5 mm²,
- obwody napięciowe przewodem DY 1,5 mm².

Do wykonania montażu układu pomiarowego dobrano rozdzielnicę typu Instal-Blok o wymiarach 2000x600x400 (wys.-szer.-gł.).

Od układu pomiarowego instalacji fotowoltaicznej do układu pomiarowo-rozliczeniowego w stacji transformatorowej należy poprowadzić linię kablową sygnałową kablem typu YKSYFly 10x1,5 mm² lub o podobnych właściwościach. W budynku kabel układać w listwach kablowych montowanych do ścian, a na zewnątrz kable ułożyć w ziemi, zgodnie z zasadami podanymi w Normie SEP N SEP-E-004.

5. Obliczenia.

5.1 Dobór przekładników prądowych zainstalowanych w układzie pomiarowym rozliczeniowym.

Wartość mocy zwarciorowej na szynach GPZ wynosi $S_k = 145$ MVA

Prąd zwarciorowy początkowy nie przekracza wartości:

$$I_{pz}'' = \frac{S_k}{\sqrt{3} * U_N}$$

$$I_{k3}'' = \frac{145}{\sqrt{3} * 15} = 5,6 kA$$

Moc przyłączeniowa obiektu 1020 kW.

Dobór przekładników prądowych przeprowadza się do podanej wyżej mocy.

Projektuje się przekładniki prądowe typu IMZ 24 50/5A, 5VA/0,2S/FS10, $I_{th} = 200 I_{pn}$.

Sprawdzenie:

Dobór strony pierwotnej przekładników prądowych ze względu na obciążenie:

$$I_{obl} = I_{obc} = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n * \cos \varphi} = 41,82 A$$

(dla mocy – $P = 1020$ kW, przy $\cos \varphi = 0,94$)

Prąd obliczeniowy I_{obl} płynący w obwodzie z przekładnikiem nie powinien być większy od prądu znamionowego pierwotnego I_{pN} przekładnika. Najkorzystniej jest, jeśli prąd obliczeniowy I_{obl} wynosi ok. 80% znamionowego prądu pierwotnego I_{pN} .

$$0,2 I_N < I_{obl} < 1,2 I_N$$

Dla dobranych przekładników $10 A < I_{obl} = 41,82 A < 60 A$, czyli warunek jest spełniony.

Sprawdzenie wytrzymałości zwarciorowej i dynamicznej przekładników:

Warunek $I_{th} > I_{thw}$

z wyliczeń powyżej: $I_{thw}=I_{k3}=5,6 \text{ kA}$,

$I_{th}=200 \times I_{pN} = 10,0 \text{ kA}$, gdzie $I_{pN} = 50 \text{ A}$

więc $I_{th} > I_{thw}$ $10,0 \text{ kA} > 5,6 \text{ kA}$ warunek spełniony

Obciążenie strony wtórnej przekładników prądowych:

Pobór mocy przez liczniki: $S_1=2 \times 0,125 \text{ VA} = 0,25 \text{ VA}$ (ZMD405=0,125VA)

Strata mocy na stykach: $S_2=1,25 \text{ VA}$,

Strata mocy na przewodach: $S_3=2,85 \text{ VA}$ (2x8m przewodów DY2,5mm²)
 $S=I^2 \times R=25 \times 0,114 \Omega = 2,85 \text{ VA}$

$S_{obl}=4,35 \text{ VA}$

Dobrano przekładniki o mocy 5VA

Powinny one spełniać warunek:

$0,25 S_n < S_{obl} < S_n$ stąd $1,25 \text{ VA} < 4,35 \text{ VA} < 5 \text{ VA}$ warunek spełniony.

5.2 Dobór przekładników napięciowych.

Obciążenie strony wtórnej przekładników napięciowych.

Dobrano przekładniki napięciowe UMZ -24, 15: $\sqrt{3}/0,1$: $\sqrt{3}$, 10VA , kl 0,2, FS5

Pobór mocy przez liczniki: $S_1=3,4 \text{ VA}$ (ZMD405=1,7VA)

Strata mocy na stykach: $S_2=0,25 \text{ VA}$

Strata mocy na przewodach: pomijalna

$S_{obl}=3,65 \text{ VA}$

Obciążenie obwodu wtórnego przekładnika powinno zawierać się w przedziale $(0,25 - 1) S_{2N}$

$3,65 \text{ VA} / 10 \text{ VA} = 0,365$ warunek spełniony

5.3 Dobór przekładników prądowych układu pomiarowego generatora.

Wartość mocy zwarciowej na szynach GPZ wynosi $S_k=145 \text{ MVA}$

impedancja zastępcza sieci w stacji GPZ

$$Z_{kQ} = \frac{c * U_n^2}{S_{kQ}} = \frac{1,1 * 15000^2}{145 * 10^6} = 1,71 \Omega$$

stąd

$$X_{kQ} = 0,995 * Z_{kQ} = 0,995 * 1,71 \Omega = 1,70 \Omega$$

$$R_{kQ} = 0,1 * X_{kQ} = 0,1 * 1,70\Omega = 0,17\Omega$$

Impedancja Z_{kQ} sprowadzona do napięcia 400 V wynosi:

$$Z_{kQn} = Z_{kQ} * \left(\frac{U_{T2}}{U_{T1}} \right)^2 = 1,7\Omega * \left(\frac{0,4}{15} \right)^2 = 0,0012\Omega = 1,2m\Omega$$

stąd

$$X_{kQn} = 0,995 * Z_{kQn} = 0,995 * 1,2m\Omega = 1,194m\Omega$$

$$R_{kQn} = 0,1 * X_{kQn} = 0,1 * 1,194m\Omega = 0,12m\Omega$$

Dla zainstalowanego transformatora $S_n=630$ kVA, $u_k=6\%$,
Impedancja transformatora

$$Z_T \approx X_T = \frac{u_k * U_n^2}{100 * S_n} = \frac{6 * 0,4^2}{100 * 0,63} = 15,2m\Omega$$

Kable pomiędzy transformatorem i rozdzielnią nN instalacji fotowoltaicznej

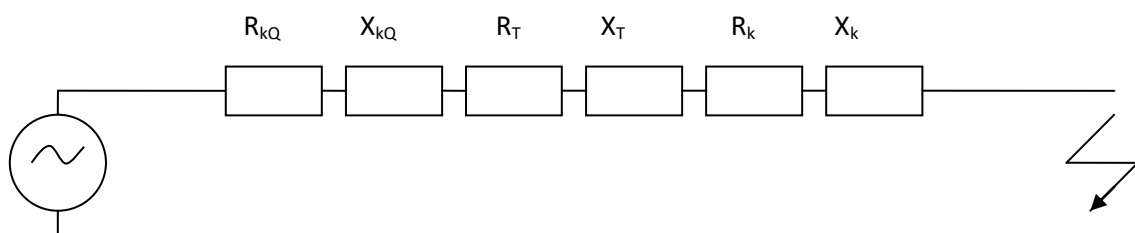
Rezystancja żyły roboczej kabla YAKY 4x185 mm² odczytana z tablic producenta wynosi 0,164 mΩ/m

$$R_{k1} = 250m * 0,164 m\Omega/m = 41m\Omega$$

Rezystancja żyły roboczej kabla YKY 5x95 mm² odczytana z tablic producenta wynosi 0,193 mΩ/m

$$R_{k2} = 75m * 0,193 m\Omega/m = 14,48m\Omega$$

Schemat obwodu zwarciovego:



Zwarcie na szynach
rozdzielni nN instalacji
fotowoltaicznej

dla zwarcia trójfazowego

$$I_{k3}'' = \frac{U_n}{\sqrt{3} * Z_k}$$

$$Z_k = \sqrt{(R_{kQ} + R_T + R_k)^2 + (X_{kQ} + X_T + X_k)^2}$$

$$Z_k = \sqrt{(0,12 + 0 + 55,5)^2 + (1,19 + 15,2 + 0)^2} = 57,98 \text{ m}\Omega$$

$$I_{k3}'' = \frac{400}{\sqrt{3} * 0,058} = 3,99 \text{ kA}$$

Zwarcie należy uznać za odległe, ponieważ

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = 58 \text{ m}\Omega > 2 * Z_Q = 2,4 \text{ m}\Omega$$

Dla przyjętego dla wyłączników czasu trwania zwarcia $T_k=0,2\text{s}$, przy elektromagnetycznej stałej czasowej T wynoszącej:

$$T = \frac{\operatorname{tg} \varphi_k}{\omega} = \frac{X_k}{\omega} = \frac{16,39}{55,62} \cong \frac{0,29}{314} \cong 0,9 \text{ ms}$$

Współczynnik udaru

$$\chi = 1,02 + 0,98 * e^{-3 \frac{R_k}{X_k}} = 1,02 + 0,98 * e^{-3 * 3,39} \cong 1,02$$

a prąd udarowy

$$i_p = \chi * \sqrt{2} * I_{k3}'' = 1,02 * \sqrt{2} * 3,99 \cong 5,74 \text{ kA}$$

Aparaty wyposażenia stacji muszą spełniać warunki:

- znamionowy prąd szczytowy załączalny $I_{cm} > i_p = 5,74 \text{ kA}$,
- znamionowy prąd ograniczony wytrzymywany $I > I_k'' = 3,99 \text{ kA}$,
- znamionowy prąd wyłączalny zwarciový $I_{cn} > I_k'' = 3,99 \text{ kA}$.

ponieważ $T_k > 10T$ więc zastępczy prąd cieplny $I_{th} = I_{k3}''$

Moc przyłączeniowa generatora PV wynosi – 99,2 kW.

Dobór przekładników prądowych przeprowadza się do podanej wyżej mocy.

Projektuje się przekładniki prądowe typu IMW 150/5A, 5VA/0,2S/FS5, $I_{th}=60I_{pn}$, $I_{dyn}=150I_{pn}$, $U_n=0,72 \text{ kV}$.

Sprawdzenie:

Dobór strony pierwotnej przekładników prądowych ze względu na obciążenie:

$$I_{obl} = I_{obc} = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n * \cos \varphi} = 144,8 \text{ A}$$

(dla mocy – $P=99,2 \text{ kW}$, przy $\cos \varphi=0,99$)

Prąd obliczeniowy I_{obl} płynący w obwodzie z przekładnikiem nie powinien być większy od prądu znamionowego pierwotnego I_{pN} przekładnika. Najkorzystniej jest, jeśli prąd obliczeniowy I_{obl} wynosi ok. 80% znamionowego prądu pierwotnego I_{pN} .

$$0,2I_N < I_{obl} < 1,2I_N$$

Dla dobranych przekładników $30A < I_{obl} = 144,8 A < 180 A$, czyli warunek jest spełniony.

Sprawdzenie wytrzymałości zwarciowej i dynamicznej przekładników:

Warunek $I_{th} > I_{thw}$ oraz $I_{dyn} > I_p$

z wyliczeń powyżej: $I_{thw}=3,99 \text{ kA}$, a $I_p=5,74 \text{ kA}$

$I_{th}=60 \times I_{pN} = 9,0 \text{ kA}$, gdzie $I_{pN} = 150 \text{ A}$

więc $I_{th} > I_{thw}$ $9,0 \text{ kA} > 3,99 \text{ kA}$ warunek spełniony

$I_{dyn}=2,5 \times I_{th} = 2,5 \times 9,0 \text{ kA} = 22,5 \text{ kA}$

$I_{dyn} > I_p$ $22,5 \text{ kA} > 5,74 \text{ kA}$ warunek spełniony

Obciążenie strony wtórnej przekładników prądowych:

Pobór mocy przez licznik: $S_1=0,125\text{VA}$ (ZMD405=0,125VA)

Strata mocy na stykach: $S_2=1,25\text{VA}$,

Strata mocy na przewodach: $S_3=0,71\text{VA}$ ($2 \times 2\text{m}$ przewodów $\text{DY}2,5\text{mm}^2$)
 $S=I^2 \times R=25\text{A} \times 0,0285\Omega=0,71\text{VA}$

$S_{obl}=2,085\text{VA}$

Dobrano przekładniki o mocy 5VA

Powinny one spełniać warunek:

$0,25 S_n < S_{obl} < S_n$ stąd $1,25\text{VA} < 2,1\text{VA} < 5\text{VA}$ warunek spełniony.

UWAGA:

Wszystkie urządzenia i materiały użyte do realizacji projektowanych instalacji muszą być zgodne z obowiązującymi w Polsce normami i przepisami oraz posiadać odpowiednie certyfikaty, atesty i dopuszczenia. Wszelkie odstępstwa od wytycznych zawartych w projekcie należy pisemnie zgłosić Inżynierowi Kontraktu do akceptacji.