



EKOPRODET
Zbigniew Grabarkiewicz
Os. Rusa 45/1, 61-245 Poznań
tel. 618740681 / fax. 616496960
tel. kom. 601861150
e-mail: biuro@ekoprodet.pl

Nazwa inwestycji

**Termomodernizacja budynku Internatu
I LO im. B. Krzywoustego w Nakle nad Notecią**
ul. Gimnazjalna 8, 89-100 Nakło nad Notecią

Inwestor

Starostwo Powiatowe w Nakle nad Notecią
ul. gen. H. Dąbrowskiego 54, 89-100 Nakło nad Notecią

Nr działki geodezyjnej

2009/1

Arkusz

1

Obręb geodezyjny

Nakło n. Notecią

Gmina

Nakło n. Notecią

Powiat

Nakielski

Temat opracowania

PROJEKT WYKONAWCZY

Kategoria obiektu

IX

Autorzy

Imię i nazwisko

Branża

Nr uprawnień proj.

mgr inż. Marek Józefowski

Instalacje
elektryczne

WKP/0384/POOE/12

Data

Poznań, Sierpień 2020 r.

ZAWARTOŚĆ DOKUMENTACJI

I.	Zawartość dokumentacji	str. 1 - 1
II.	Oświadczenie projektanta	str. 2 - 2
III.	Dokumenty projektanta	str. 3 - 5
IV.	Opis techniczny	str. 6 -13
V.	Rysunki:	
	E.1 Wymiana instalacji oświetlenia – Piwnica	str. 14-14
	E.2 Wymiana instalacji oświetlenia – Parter	str. 15-15
	E.3 Wymiana instalacji oświetlenia – Piętro I	str. 16-16
	E.4 Wymiana instalacji oświetlenia - Piętro II	str. 17-17
	E.5 Plan instalacji fotowoltaicznej na dachu	str. 18-18
	E.6 Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej 14,3 kWp	str. 19-19

Oświadczenie projektanta

Zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (Dz.U. z 2019 r. poz. 1186 ze zmianami) niniejszym oświadczam, że:

Projekt budowlany termomodernizacja budynku Internatu
I LO im. B. Krzywoustego w Nakle nad Notecią
ul. Gimnazjalna 8, 89-100 Nakło nad Notecią

sporządzany dla Starostwa Powiatowego w Nakle nad Notecią
został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

projektant:

.....

mgr inż. Marek Józefowski

WKP/0384/POOE/12

DO PROJEKTOWANIA BEZ OGRANICZEŃ W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNEJ W ZAKRESIE
SIECI, INSTALACJI I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH I ELEKTROENERGETYCZNYCH



WIELKOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA

sygn. akt: WOIB-OKK-EP-0054-123/2012

Poznań, dnia 20 grudnia 2012 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.) i art. 12 ust. 1 pkt 1, art. 12 ust. 3 i 4, art. 13 ust. 1 pkt 1 oraz ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2010 r. Nr 243 poz. 1623 z późn. zm.) oraz § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 83 poz. 578 z późn. zm.)

decyzją Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej WOIB
otrzymuje

Pan

Marek Jan Józefowski

magister inżynier

kierunek: Elektrotechnika

urodzony dnia 11 listopada 1983 r. w Poznaniu

UPRAWNIENIA BUDOWLANE nr ewidencyjny WKP/0384/POOE/12

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

1. Podstawą do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Wielkopolskiej Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Poznaniu w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.



Przewodniczący
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej WOIB

dr inż. Daniel Pawlicki

Na podstawie art.12 ust.1 pkt 1 i 5 ustawy Prawo budowlane Pan Marek Jan Józefowski jest upoważniony w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych do:

- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych **bez ograniczeń.**

Zgodnie z § 24 ust.1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia budowlane uprawniają do projektowania obiektu budowlanego, takiego jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania i sterowania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

Na podstawie § 15 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, uprawnienia do projektowania stanowią podstawę do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu w zakresie w/w specjalności.

Skład orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Przewodniczący – dr inż. Daniel Pawlicki:

Członek Komisji – dr inż. Andrzej Barczyński:

Członek Komisji – mgr inż. Szczepan Mikurenda:

Otrzymują:

1. Pan Marek Jan Józefowski
60-688 Poznań, os. Jana III Sobieskiego 7/61
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-4YR-H8W-LC8 *

Pan Marek Jan Józefowski o numerze ewidencyjnym WKP/IE/0072/13
adres zamieszkania ul. Jana III Sobieskiego 7/61, 60-688 Poznań
jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2020-04-01 do 2021-03-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2020-03-11 roku przez:

Jerzy Stroński, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



Opis techniczny

1. INFORMACJE OGÓLNE

1.1. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem inwestycji jest termomodernizacja Budynku Internatu I LO im. B. Krzywoustego w Nakle nad Notecią, ul. Gimnazjalna 8, 56-100 Nakło nad Notecią. W ramach inwestycji planuje się wymianę istniejących opraw oświetleniowych na oprawy typu LED oraz montaż paneli fotowoltaicznych na dachu.

1.2. Podstawa opracowania projektu instalacji fotowoltaicznej

- Zlecenie inwestora;
- Uzgodnienia z inwestorem;
- Inwentaryzacja budynku;
- Obowiązujące przepisy i normy

1.3. Cel projektu

Celem niniejszego projektu jest wymiana istniejących opraw oświetleniowych świetłówkowych oraz żarowych na nowoczesne, energooszczędne oprawy ze źródłem światła LED. Dodatkowo zaprojektowana została instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku, służąca zgodnie z art. 4. Dz. U. 2016 poz. 925, do wykorzystania energii elektrycznej na potrzeby własne.

Zgodnie z wytycznymi inwestora instalacja fotowoltaiczna została zaprojektowana w celu pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną konieczną do zasilenia nowych opraw oświetleniowych typu LED oraz grzałki elektrycznej w bojlerze na wodę.

Sumaryczna energia konieczna do zasilenia instalacji oświetlenia jest równa sumie mocy wszystkich opraw oświetleniowych zainstalowanych na obiekcie przemnożonych przez czas świecenia tych opraw. Do obliczeń przyjęto łączny czas użytkowania oświetlenia na rok

$T_0 = 1700\text{h/rok}$. Sumaryczna moc nowych opraw oświetleniowych LED wynosi $\Sigma P = 5684\text{W}$

W związku z powyższym energia elektryczna konieczna do zasilenia opraw oświetleniowych wynosi:

$$E = \Sigma P_{\text{oprawyosw}} \cdot T_0 = 5684 [W] \cdot 1700[h] = 9662[kWh]$$

Do powyższej wartości należy dodać 30% zapasu, które musimy przekazać zakładowi energetycznemu w zamian za magazynowanie energii elektrycznej wytworzonej z paneli fotowoltaicznych w sieci i możliwość późniejszego korzystania z tej energii przez prosumenta (Budynek Internatu).

Moc instalacji fotowoltaicznej jaka została zainstalowana na dachu budynku wynosi 14,3 kWp.

1.4. Instalacja oświetlenia podstawowego

W miejscu istniejących opraw świetłówkowych, zaprojektowane nowe oprawy oświetleniowe z źródłem światła LED, celem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej w budynku.

Oświetlenie ogólne (podstawowe) zaprojektowano zgodnie z wymaganiami Inwestora oraz Polskich Norm w zakresie oświetlenia wewnątrz światłem elektrycznym w tym PN-EN 12464-1, z uwzględnieniem wymagań funkcjonalnych, architektonicznych i użytkowych budynku.

W zakresie oświetlenia wewnętrznego stosowane będą oprawy o odpowiednio dobranych parametrach w zakresie mocy, barwy i źródle światła LED, szczelności oprawy oraz rozsyłu i ograniczenia ośnienia, umożliwiające uzyskanie wymaganego przez Inwestora oraz przepisy natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej, które będą wynosić:

- | | |
|--------------------------------------|--------|
| • Korytarz, | 150lx; |
| • Toalety, Szatnia, pom. Techniczne: | 200lx; |
| • Magazyn: | 200lx; |
| • Pomieszczenia dydaktyczne: | 300lx; |
| • Sala sportowa: | 300lx; |

Sterowanie oświetlenia odbywać się będzie za pomocą istniejących wyłączników oświetleniowych.

W pomieszczeniach gdzie będzie wymieniana instalacja elektryczna oświetlenie podstawowe i awaryjne wykonać przewodami miedzianymi, typu YDYżo, YDYpżo, o poziomie izolacji 450/750 V.

W pomieszczeniu kotłowni szczelność opraw będzie nie mniejsza niż IP 44. Wyłącznik oświetlenia zaprojektowano na wysokości 1,4m od podłogi. Projektowaną instalację oświetleniową wykonać przewodem YDY 4x1,5mm², z osprzętem szczelnym.

Oświetlenie zgodnie z wytycznymi zostało wymienione 1 do 1 istniejące oprawy świetlówkowe na oprawy typu LED. W związku z powyższym na terenie budynku szkoły mogą wystąpić miejsca gdzie nie będzie spełniony warunek równomierności i natężenia oświetlenia.

Przy wejściu głównym do budynku oraz kotłowni w miejscu istniejących opraw zaprojektowano okrągłe plafony LED z asymetrycznym rozsyłem światła, wyposażone w czujnik RCR – detekcja ruchu oraz czujnik zmierzchu. Oprawa DIONE LED PLUS ASYMETRIC 2300lm 21W, jest oprawą natynkową przystosowaną do montażu na ścianie lub suficie, kolor biały. Oprawa jest w wykonaniu szczelnym o wysokim IP65.

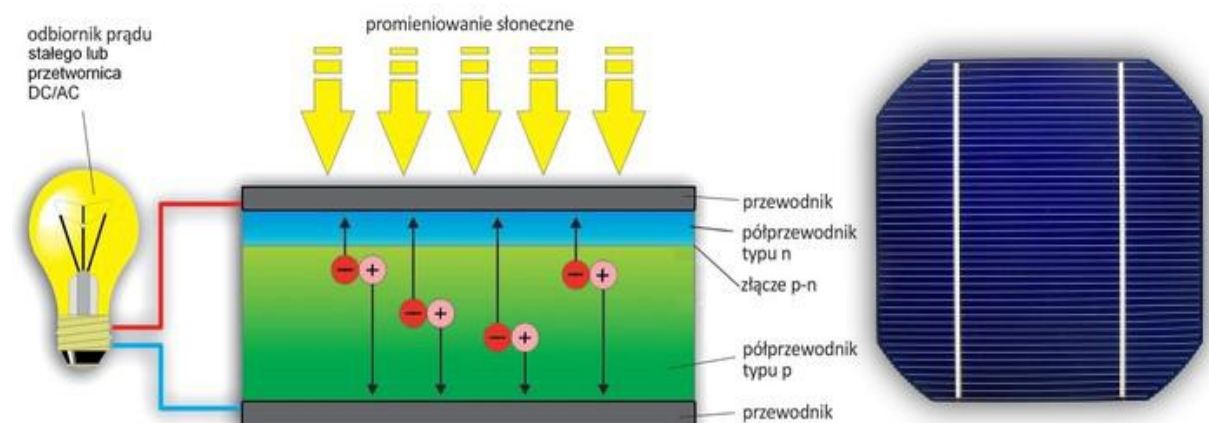
1.5. Zasilanie podestu pionowego

W ramach projektu termomodernizacji budynku Internatu I LO w Nakle nad Notecią przewiduje się montaż elektrycznego podnośnika pionowego dla ułatwienia poruszania się osobom niepełnosprawnym.

Zasilanie podnośnika należy wykonać kablem YKY 5x2,5mm² z rozdzielniczy głównej budynku znajdującej się na parterze przy wejściu do budynku. W rozdzielniczy należy zabudować wyłącznik nadmiarowo-prądowy typu C i wartości 16A dla zabezpieczenia kabla YKY 5x2,5mm². Kabel w budynku i na zewnątrz prowadzić w peszlu / pod tynkiem zgodnie z wytycznymi inwestora.

1.6. Opis działania instalacji fotowoltaicznej

1.6.1. Opis działania ogniwa fotowoltaicznego.



Rysunek 1. Budowa ogniwa fotowoltaicznego

Ogniwa fotowoltaiczne (fotoogniwa, ogniwa słoneczne), to krzemowe płytki półprzewodnikowe o sprawność około 15-20%, w których znajdują się bariery potencjału (pola elektrycznego), pod postacią złącza p-n (positive-negative). Dzięki złączu p-n możliwe jest przekształcenie energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną.

Proces ten nazywa się konwersją fotowoltaiczną.

Padające na ogniwo promieniowanie słoneczne (fotony światła) wybija elektrony z ich miejsc w strukturze półprzewodnika, wtedy tworzą się pary nośników o przeciwnych ładunkach. Następnie zostają one rozdzielone przez istniejące na złączu p-n pole elektryczne, co w konsekwencji prowadzi do tego, iż w ogniwie pojawia się napięcie. Podłączone do ogniwa elektrody, powodują przepływ prądu elektrycznego.

1.7. Opis projektowanych rozwiązań

Projektowana instalacja fotowoltaiczna usytuowana będzie na **dachu budynku**. W skład systemu fotowoltaicznego wchodzić będą moduły fotowoltaiczne o łącznej mocy **14,3kWp**, podłączone do inwertera. Falownik podłączony zostanie do istniejącej instalacji elektrycznej w budynku, a wyprodukowana energia wykorzystywana będzie na potrzeby własne budynku, z kolei jej nadmiar oddawany będzie do sieci elektroenergetycznej. W skład projektowanej instalacji fotowoltaicznej, oprócz modułów fotowoltaicznych i inwertera, wchodzi również zabezpieczenia strony DC i AC, które zapewnią odpowiednią ochronę przed przepięciami i przetężeniami wywołanymi czynnikami zewnętrznymi i wewnętrznymi instalacji. Moduły fotowoltaiczne będą zajmowały powierzchnię około **69,7 m²**.

1.8. Charakterystyka techniczna głównych urządzeń instalacji fotowoltaicznej

a) Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne zastosowane w instalacji, to moduły wykonane w technologii monokrystalicznych półogniw słonecznych, wykonane przez firmę **Hanwha Q CELLS GmG**. Model **Q.PEAK DUO-G8+** charakteryzuje się mocą 350 Wp i sprawnością na poziomie 20,4%. Moduł posiada wymiary 1740 x 1030 x 32 mm. Waga modułu wynosi 19,9 kg. Moduł pokryty jest szkłem hartowanym z technologią antyrefleksyjną. Rama wykonana jest ze stopu aluminium. Każdy panel wyposażony jest w diodę bocznikującą (3/6) w celu ochrony częściowego zacienienia.

Bezpieczeństwo inwestycji objęte 25-letnią gwarancją produktu oraz 25-letnią gwarancją na liniową pracę instalacji. Minimalnie 98% mocy znamionowej w ciągu pierwszego roku. Następnie spadek o maks. 0,54% na rok. Przynajmniej 93,1% mocy znamionowej po 10 latach. Przynajmniej 85% mocy znamionowej po 25 latach.

b) Inwerter

Inwertery **SOFAR 12KTL-X** przeznaczone są dla instalacji elektrycznych trójfazowych.

Poniżej dane techniczne inwertera SOFAR 12KTL-X:

1) Wejście DC

- zalecana maksymalna moc wejściowa PV - 15960W.
- maksymalna moc DC dla jednego MPPT - 6850W.
- ilość MPPT - 2
- maksymalne napięcie wejściowe - 1000V
- zakres napięcia pracy MPPT - 160V-960V
- maksymalny prąd wejściowy na MPPT - 11A/11A
- maksymalny prąd zwarcia na MPPT - 14A

2) Wyjście AC

- moc znamionowa - 12000W
- maksymalna moc AC - 13200VA
- maksymalny prąd wyjścia - 19,1A
- nominalne napięcie sieci - 3/N/PE, 220/380VAC, 230/400VAC, 240/415V

Maksymalna sprawność inwertera jest na poziomie 98,3%.

Inwerter wyposażony jest w następujące zabezpieczenia:

- odwrotna biegunowość DC - TAK
- wyłącznik DC - TAK
- bezpieczeństwo - przed pracą wyspowa,
monitoring prądu różnicowego,
monitoring prądu upływu

Metody komunikacji RS485 /karta SD /WiFi (standard) /Ethernet (opcja) /GPRS (opcja)

Stopień ochrony IP 65 inwertera pozwala na jego montaż na zewnątrz budynku. Falowniki te posiadają możliwość gromadzenia danych o wytworzonej energii elektrycznej, a następnie ich udostępniania – zarówno lokalnie na monitorze falownika, jak i w internetowym portalu monitoring.

c) Konstrukcja montażowa

W przedmiotowej instalacji projektuje się zastosowanie konstrukcji montażowych systemowych aluminiowych, bezinwazyjnych, balastowych, dedykowanych do dachów płaskich. Konstrukcja dachowa dla modułów fotowoltaicznych składa się z aluminiowych szyn montażowych oraz elementów mocujących (elementów łączących). Waga pojedynczego modułu wraz z konstrukcją montażową będzie wynosić ok. 20 kg.

1.9. Uzysku energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej

Uzysk energii elektrycznej wyprodukowanej w instalacji obliczono w następujący sposób:

$$U = \frac{N_{as} \cdot K \cdot P_{PV} \cdot S \cdot WW}{N_{at}}$$

gdzie:

U – uzysk energetyczny z instalacji PV, kWh/rok

N_{as} – nasłonecznienie w pobliżu miejsca występowania instalacji PV, kWh/(m²*rok)

K – współczynnik korygujący wartość nasłonecznienia w zależności od jej ustawienia, -

P_{PV} – moc instalacji fotowoltaicznej, kWp

WW – współczynnik wydajności systemu fotowoltaicznego, -

N_{at} – natężenie promieniowania słonecznego, kW/m²

Uwzględniając:

nasłonecznienie N_{as} dla stacji meteorologicznej Bydgoszcz, wynoszące 986 kWh/(m²*rok)

współczynnik korygujący K (spadek lub wzrost nasłonecznienia w stosunku do nasłonecznienia na powierzchnię horyzontalną), dla modułów fotowoltaicznych:

odchylonych o 16 stopni od południa i ich nachylenie równe 15 stopni, wynoszący +9%

moc instalacji równą 14,3kWp

współczynnik wydajności (SPRAWNOŚĆ INSTALACJI) równy 86%, oszacowany zgodnie z równaniem:

$$S_{PV} = 1 - (\sum S_P + S_F + S_T + S_{NPS} + S_Z + S_{NPM} + S_D) \cdot 100\%$$

gdzie:

SPV – sprawność instalacji fotowoltaicznej, %

SP – straty na przewodach – ok. 1%

SF – straty falownika – ok. 3-7%

ST – straty temperaturowe – 4-8%

SNPS – straty związane z niskim natężeniem promieniowania słonecznego – 1-3%

SZ – straty związane z zacienieniem, zabrudzeniem, itp. -1-5%

SNP – strat wynikające z niedopasowania prądowego modułów – ok. 1%

SD – straty na diodach bocznikujących – ok. 0,5%

natężenie promieniowania słonecznego N_{at} w warunkach STC równe 1 kW/m²

uzysk energii elektrycznej wynosi:

$$U = \frac{986 \cdot 1,11 \cdot 14,3 \cdot 0,86}{1} = 1345 \frac{kWh}{rok}$$

1.10. Opis projektowanych zabezpieczeń po stronie DC i AC

a) Ograniczniki przepięć

Ograniczniki przepięć przeznaczone są do ochrony instalacji fotowoltaicznych przed przejściowymi przepięciami wywołanymi np. uderzeniem pioruna w linię elektroenergetyczną, bądź w jej obrębie, powodując indukcję napięcia w tej linii lub przepięciami powstającymi podczas załączania czy wyłączania nieobciążonej linii elektroenergetycznej. Zjawisko przejściowego przepięcia może spowodować uszkodzenie elementów instalacji elektrycznej w budynku lub instalacji fotowoltaicznej.

Podstawowym zadaniem ograniczników przepięć jest obniżenie przejściowego, nadmiernego napięcia, pojawiającego się w przewodach, w momencie przepięcia. Ograniczniki przepięć dzieli się na odpowiednie klasy: A, B, C i D.

- Klasa A służy do chronienia linii elektroenergetycznych, nie stosuje się go w domowych

instalacjach. Taki ogranicznik obniży poziom napięcia do 6 kV.

- Klasa B i C służy do ochrony instalacji elektrycznej domowej. Ograniczniki te są w stanie obniżyć poziom napięcia kolejno do 2,5 kV i 1,5 kV.
- Klasa D służy bezpośrednio do ochrony konkretnych urządzeń, które są czułe na przepięcia. Obniżają napięcie do poziomu 800 V.

Zważając na poziom napięcia, do jakiego poszczególne ograniczniki przepięć są w stanie je obniżyć, urządzenia te powinno stosować się kaskadowo, aby stopniowo obniżały napięcie w przewodach instalacji elektrycznej.

W przypadku domowych instalacji elektrycznych lub instalacji fotowoltaicznych stosuje się przede wszystkim ograniczniki przepięć klasy B i C o odpowiednim napięciu znamionowym dla strony AC i DC.

Ogranicznik przepięć składa się z podstawy montowanej do szyny DIN oraz wkładki, która posiada podstawowe elementy budowy ogranicznika przepięć: w przypadku klasy B - iskiernik, natomiast klasy C warystor.

- Iskiernik zbudowany jest z dwóch elektrod przedzielonych izolatorem w postaci gazu lub cieczy. Urządzenia te posiadają bardzo dużą rezystancję przy znamionowych warunkach pracy i w momencie pojawienia się bardzo dużego potencjału elektrycznego, wywołanego np. przez bezpośrednie uderzenie pioruna, rezystancja iskiernika zmaleje do bardzo niskiego poziomu, powstanie łuk elektryczny pomiędzy elektrodami iskiernika (przewodem fazowym, a przewodem ochronnym) i prąd popłynie do ziemi, zamiast do dalszej części instalacji elektrycznej. Po ustąpieniu zjawiska przepięcia, ponownie pojawi się przerwa pomiędzy elektrodami iskiernika i prąd popłynie swoją prawidłową drogą.

- Warystor jest półprzewodnikowym rezystorem o charakterystyce oporności zależnej od napięcia elektrycznego. Podobnie jak iskiernik posiada bardzo duży opór elektryczny w znamionowych warunkach pracy, natomiast w momencie pojawienia się nagłego skoku napięcia jego rezystancja gwałtownie spada i w takiej sytuacji jego działanie jest podobne do iskiernika.

Bardzo istotne jest, aby ograniczniki przepięć podłączone były do instalacji uziemiającej posiadającej bardzo mały opór elektryczny. Pozwoli to prądowi popłynąć do ziemi - zbyt duży opór mógłby spowodować, że prąd popłynie przez instalację elektryczną.

W instalacji fotowoltaicznej zastosowano ograniczniki przepięć **typu 2** przeznaczone dla tego typu systemów. Ogranicznik ten przeznaczony jest do pracy z maksymalnym napięciem **1000 VDC**. Umieszczone zostaną one w skrzynce przyłączeniowej modułów fotowoltaicznych. W chwili uszkodzenia wkładki ochronnej następuje jej bezpieczne elektryczne oddzielenie. Dzięki zastosowaniu odpowiedniego bezpiecznika, specjalnie przeznaczonego do instalacji PV, w układzie zwierającym wkładki jest możliwa jej wymiana bez przerywania obwodu prądowego i bez powstawania łuku elektrycznego. Konstrukcja łączy ze sobą ochronę przepięciową, ochronę pożarową i ochronę osób.

b) Rozłącznik bezpiecznikowy po stronie AC

Rozłączniki bezpiecznikowe służą do ochrony przed przeciążeniami elektrycznymi. Sytuacja taka następuje w momencie, gdy przez dany element elektryczny przepływa prąd większy niż znamionowy, np. w wyniku podłączenia zbyt dużej liczby odbiorników lub podłączenia odbiornika o zbyt dużej mocy. Zjawisko to powoduje wydzielanie się ciepła, jeśli jest długotrwałe, przez co może być niebezpieczne – może dojść do zwarcia i w konsekwencji pożaru. Wartość wydzielanego ciepła jest proporcjonalna do kwadratu prądu i kwadratu czasu występowania przeciążenia. Ponadto wyłączniki pozwalają na rozłączenie całej instalacji fotowoltaicznej, w analogiczny sposób, jak inne odbiorniki w domu.

W instalacji konieczne jest zastosowanie rozłącznika bezpiecznikowego po stronie AC – za inwerterem, a przed rozdzielnicą w budynku. Znajdować będzie się on w skrzynce przyłączeniowej obok szafki z ogranicznikami przepięć. Rozłącznik bezpiecznikowy powinien być dopasowany do maksymalnego wyjściowego natężenia prądu falownika przy napięciu skutecznym. Dla projektowanych inwerterów zastosowano rozłącznik bezpiecznikowy o prądzie znamionowym **20A**.

d) Instalacja odgromowa i uziemienie wraz z opisem wykonania

W momencie, gdy ciepłe i wilgotne masy powietrza unoszą się do góry, wilgoć zawarta w powietrzu kondensuje się i tworzą się duże ilości kryształków lodu. Fronty burzowe powstają, gdy masy powietrza osiągają wysokość do 15 000 m. Szybki wiatr wznoszący o prędkości około 100 km/h powoduje przemieszczanie kryształków lodu wywołując pomiędzy nimi zderzenia, które powodują

powstawanie ładunków elektrycznych.

Instalacja odgromowa dzieli się na zewnętrzną i wewnętrzną. W pierwszej kolejności najbardziej narażone na uderzenie pioruna są elementy instalacji zewnętrznej, tj. zwody, przewody odprowadzające i uziomy, których zadaniem jest przejęcie energii od uderzającego w budynek pioruna i odprowadzenie jej do ziemi. Wewnętrzna instalacja odgromowa, tj. połączenia wyrównawcze potencjału i urządzenia ochrony przepięciowej, ma za zadanie zapobiegać prądom udarowym pojawiającym się w elementach przewodzących instalacji elektrycznej budynku oraz ograniczać zakłócenia powodowane przez impulsowe pole elektromagnetyczne.

Zgodnie z paragrafem 53, pkt. 2. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z poen. zm.) "budynek należy wyposażać w instalację chroniącą od wyładowań atmosferycznych. Obowiązek ten odnosi się do budynków wyszczególnionych w Polskiej Normie dotyczącej ochrony odgromowej obiektów budowlanych" i zgodnie z nią powinna być wykonana. Polską Normą, która aktualnie to reguluje jest norma PN-EN 62305 pt. „Ochrona Odgromowa”, składająca się z czterech części:

- PN-EN 62305-1:2011 - Ochrona odgromowa – część 1: Zasady ogólne
- PN-EN 62305-2:2012 - Ochrona odgromowa – część 2: Zarządzanie ryzykiem
- PN-EN 62305-3:2011 - Ochrona odgromowa – część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenia życia
- PN-EN 62305-1:2011 - Ochrona odgromowa – część 1: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach

Zgodnie z tą normą ochronę odgromową posiadać muszą budynki:

- dla których ryzyko wyładowań atmosferycznych jest wysokie
- położone w strefie, w której często zdarzają się wyładowania atmosferyczne
- zlokalizowane poza zwartą zabudową, tzn. w dalekim sąsiedztwie innych budynków i nie wystające poza sąsiadujące budynki więcej niż 6 m
- o powierzchni powyżej 500 m²
- o wysokości powyżej 15 m
- wykonane z materiałów łatwopalnych

Połączenia wyrównawcze instalacji fotowoltaicznej wykonane zostaną za pomocą przewodu uziemiającego o średnicy 16 mm².

1.11. Trasy kablowe

Kable i przewody rozprowadzić po trasach kablowych wykonanych metalowymi ocynkowanymi korytami kablowymi oraz w rurkach, listwach i peszlach instalacyjnych. Trasy mocować za pomocą typowych elementów oraz zawiesi do konstrukcji budynku. Przewody należy mocować za pomocą opasek zaciskowych.

1.12. Ochrona przeciwpożarowa

Podjęcie działań przez strażaków w płonącym budynku, w pierwszej kolejności wiąże się z wyłączeniem zasilania obiektu. Krok ten ma na celu umożliwienie przeprowadzenia akcji ratowniczej bez ryzyka porażenia prądem strażaków, bądź ofiar pożaru. W przypadku obiektów wyposażonych w instalację fotowoltaiczną, należy wykonać jej przyłączenie w punkcie, którego zasilanie zostanie odcięte w chwili użycia głównego wyłącznika zasilania budynku. System fotowoltaiczny zareaguje całkowitym wyłączeniem się, w przypadku odcięcia zasilania budynku i tym samym umożliwi przeprowadzenie bezpiecznego gaszenia oraz ewakuowania obiektu.

Ochrona przeciwpożarowa realizowana będzie dwustopniowo:

- po stronie prądu stałego – rozłącznik prądu stałego jako dodatkowe zabezpieczenie
- po stronie prądu przemiennego – główny wyłącznik prądu w budynku z chwilą zadziałania wyłącza również inwerter fotowoltaiczny, wykluczając tym samym możliwość spowodowania zwarcia instalacji elektrycznej czy porażenia osób.

Ochrona przeciwpożarowa została dobrana zgodnie z przepisami ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej. W systemach fotowoltaicznych znajduje się ochrona przeciwpożarowa w zakresie zgodnym z wymaganiami dotyczącymi ochrony przeciwpożarowej dla instalacji elektrycznych.

1.13. Ochrona przeciwporażeniowa

Podstawą ochrony przeciwporażeniowej jest izolowanie części znajdujących się pod napięciem oraz ochrona w przypadku uszkodzenia izolacji. W instalacjach elektrycznych w domach jednorodzinnych należy stosować układy z odrębnym przewodem ochronnym PE i neutralnym N (układ TN-S). Przepisy wymagają też stosowania połączeń wyrównawczych. Ważną funkcję w systemie ochrony przeciwporażeniowej spełniają uziomy.

1.14. Inne zabezpieczenia

Inwerter zastosowany w instalacji fotowoltaicznej wyposażony jest w urządzenia monitorujące parametry energii elektrycznej. W przypadku odchylenia monitorowanych parametrów częstotliwości i napięcia od parametrów granicznych normy PN-EN 50438, fotowoltaiczne źródło wytwórcze jest natychmiast odłączone od sieci elektroenergetycznej. System fotowoltaiczny pozostaje odłączony do momentu powrotu parametrów do ustawionych limitów.

Wykonanie wszystkich rozwiązań zabezpieczających instalację jest zgodne z obowiązującym prawem i odpowiednimi normami, w tym z polską normą PN-HD 60364 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia”.

1.15. Przebieg prac

- Montaż konstrukcji nośnej na dachu
- Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu
- Uziemienie zestawu modułów fotowoltaicznych ($R < 10 \Omega$)
- Montaż inwertera i zabezpieczeń strony AC oraz DC
- Połączenie modułów z inwerterem
- Podłączenie instalacji do licznika energii elektrycznej
- Sprawdzenie pracy układu

1.16. UWAGI

- Całość robót elektroenergetycznych i instalacyjnych należy wykonać zgodnie z dokumentacją projektową pod fachowym nadzorem osób posiadających odpowiednie uprawnienia budowlane,
- Wykonawca zobowiązany jest do stosowania materiałów posiadających odpowiednie atesty, certyfikaty oraz dopuszczenia do stosowania w budownictwie,
- Wszystkie proponowane do zastosowania materiały powinny zostać zaakceptowane przez projektanta i inspektora nadzoru inwestorskiego,
- Wszelkie odstępstwa powinny zostać uzgodnione z projektantem oraz uzyskać akceptację Inwestora (lub jego przedstawiciela),
- Wykonawca zobowiązany jest zapewnić wykonanie przez uprawnione osoby pomiarów odbiorczych instalacji elektroenergetycznych i na ich podstawie sporządzić protokoły pomiarowe, które należy dołączyć do dokumentacji powykonawczej,
- Wykonawca zobowiązany jest wykonać dokumentację powykonawczą, uwzględniającą wszystkie zmiany wprowadzone podczas realizacji zadania
- Dopuszcza się możliwość zastosowania materiałów równoważnych
- Zastosowane w dokumentacji nazwy materiałów i producentów mają charakter przykładowy. Zostały one bowiem przywołane jedynie w celu sprecyzowania parametrów i wymogów techniczno-użytkowych.

1.17. Obliczenia

Dobór kabla zasilającego inwerter z rozdzielniczy głównej obiektu RG-0,4kV

Inwerter SOFAR 12KTL-X

Kabel: YKY 5x4mm²;

Długość kabla: ~20m;

Moc przyłączeniowa urządzeń dla rozdzielni Pprzył = 14,3kW;

Rozłącznik bezpiecznikowy 20 A – zabezpieczenie przeciążeniowe i zwarciovie kabla zasilającego;

$$I_B = \frac{P_{przył}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} \approx 19,1[A]$$

Sprawdzanie przewodu ze względu na długotrwałą obciążalność prądową:

Zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-523 obciążalność długotrwała dla kabla wielożyłowego YKY 5x4mm² ułożonego na korytkach kablowych I_{dd} ≈ 36A.

$$I_B \approx 19,1[A] < I_N = 20A < I_{dd} \approx 36[A]$$

$$I_2 < 1,45 \cdot I_{dd}$$

$$20 \cdot 1,6 < 1,45 \cdot 36$$

$$32 < 52,2$$

I₂ – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego (dla bezpieczników 1,6);

I_{dd} – obciążalność długotrwała kabla;

I_N – prąd znamionowy zabezpieczenia.

Warunek został zachowany.

Obliczenia przewodu ze względu na spadek napięcia

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 14300 \cdot 20}{56 \cdot 4 \cdot 400^2} \approx 0,8\%$$

$$0,8\% \leq 1,0\%$$

Warunek został spełniony, spadek napięcia dopuszczalny.

Dobór okablowania w części prądu stałego

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi a falownikiem) zaprojektowano z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm². Zakończenie przewodów od strony paneli oraz inwerterów zostanie wykonane z użyciem wtyków MC-4. Zakładamy spadek napięcia na przewodach DC poniżej 1%. Dobór minimalnej średnicy przewodu po stronie DC:

$$S_{DC} = \frac{I \cdot 2 \cdot l}{U_{mpp} \cdot \gamma \cdot \Delta U_{\%}} = \frac{10,22 \cdot 2 \cdot 70}{718,2 \cdot 33 \cdot 0,01} \approx 6,03[mm^2]$$

Dobrano przewód DC o przekroju 6 mm²

mgr inż. Marek Józefowski

WKP/0384/POOE/12