

**OPRACOWANIE TECHNICZNE
INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ o mocy 49,5 kWp
WRAZ Z MAGAZYNAMI ENERGII**

Zamawiający: Gmina Krzymów
ul. Kościelna 2, 62-513 Krzymów

Adres inwestycji: Szkoła Podstawowa w Paprotni
Paprotnia, ul. Zielona 12, 62-513 Krzymów

Oświadczenie

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r.
Prawo budowlane (Dz. U. z 2020r. poz. 471) niniejsza
dokumentacja techniczna jest kompletna i sporządzona zgodnie
z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

**Projektant branża
elektryczna:** mgr inż. Norbert Gajda
LUB/0068/PWBE/15

mgr inż. Norbert Gajda
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. LUB/0068/PWBE/15

Marzec 2024

Zawartość opracowania

Zawartość opracowania	2
1. Kserokopia uprawnień projektanta i oświadczenie projektanta	3
2. Opis techniczny	6
2.1 Podstawa opracowania	6
2.2 Przedmiot opracowania	6
2.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu	7
2.4 Opis przedsięwzięcia	7
2.5 Elementy składowe systemu	7
2.6 Zestawienie głównych elementów instalacji	8
3. Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji	8
3.1 Moduły fotowoltaiczne	8
3.2 Inwerter fotowoltaiczny	9
3.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej	10
3.4 Okablowanie DC inwerterów	11
3.5 Okablowanie AC inwerterów	11
3.6 Instalacja uziemiająca	12
3.7 Ochrona przeciwporażeniowa	13
3.8 Ochrona przeciwprzepięciowa	13
3.9 Ochrona przeciwpożarowa	14
4. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych	14
5. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne	15
6. Dane ogólne dotyczące magazynu energii	17
6.1 Dane techniczne projektowanego magazynu energii	18
6.2 Wymagania dotyczące pomieszczenia z magazynem energii	19
7. Akumulatorowy system magazynowania energii	19
7.1 Definicja modelu magazynowania	21
7.2 Identyfikacja zagrożenia dla kategorii C-A (litowo-metalowe ze stałym elektrolitem)	21
7.3 Wymagania dotyczące bezpieczeństwa systemu	22
7.4 Konserwacja	24
7.5 Okablowanie systemu	24

1. Kserokopia uprawnień projektanta



Lublin, dnia 2 czerwca 2015 r.

LOIIB.OKK.7131/22-7132/22/15

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa / tekst jednolity Dz. U. z 2014 r. poz. 1946/ i art. 12 ust. 2 i 3, art. 12 ust. 4c pkt 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt 4c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane / tekst jednolity Dz. U. z 2013 r. poz. 1409 ze zm./, § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie / Dz. U. poz. 1278./, po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Norbert Marcin GAJDA

magister inżynier

urodzony dnia 24 lutego 1986 r. w Krasnymstawie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewidencyjny: LUB/0068/PWBE/15

*do projektowania i kierowania robotami budowlanymi 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 odwołanie decyzji.

Pouczenie :

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Lublinie, w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Członek

dr inż. Bolesław Horyński

Członek

mgr inż. Maria Kosler

Przewodniczący

dr inż. Andrzej Pichla

Otrzymują:

1. Pan Norbert Marcin Gajda
ul. Dąbrowskiego 2A/9,
22-360 Rejowiec Osada

2. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego

3. a/a





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

LUB-9JE-URH-DLL *

Pan Norbert Marcin Gajda o numerze ewidencyjnym LUB/IE/0170/15
adres zamieszkania ul. Dębowa 7, 21-040 Kalinówka
jest członkiem Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-10-01 do 2024-09-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-08-31 roku przez:

Joanna Gieroba, Przewodniczący Rady Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78² K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

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



Oświadczenia

Opracowanie techniczne wykonane dla potrzeb realizacji inwestycji na budynku użyteczności publicznej, sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Opracowanie wykonano zgodnie z umową oraz wydano w stanie kompletnym ze względu na cel, jakiemu ma służyć.

Jako projektant oświadczam, że przy projektowaniu instalacji fotowoltaicznej dla potrzeb realizacji inwestycji na użyteczności publicznej, zastosowano mechanizmy uwzględniające wszystkich użytkowników zgodne z zasadami projektowania uniwersalnego. W ramach projektowania uwzględniono fizyczne i techniczne warunki wpływające na możliwość dostępu tzn., użytkowania danej usługi lub produktów przez wszystkie osoby w każdym wieku, z różnymi możliwościami, umiejętnościami i stopniem sprawności bez konieczności adaptacji bądź specjalistycznego projektowania.

Zastosowane rozwiązania techniczne nie ograniczają dostępności poszczególnych użytkowników, w tym osób niepełnosprawnych, do urządzeń w ramach zwykłego użytkowania instalacji fotowoltaicznych np. odczyt parametrów z inwertera. Zastosowane rozwiązania odpowiadają potrzebom wszystkich użytkowników, umożliwiając im korzystanie z efektów końcowych przedsięwzięcia.

Jako projektant niniejszym oświadczam, że inwestycja polegająca na budowie instalacji fotowoltaicznej o mocy **39,6 kW** może być realizowana bez konieczności uzyskania zezwolenia, pozwolenia na budowę oraz nie podlega konieczności zgłoszenia wykonywania robót budowlanych, co jest zgodne z obowiązującym na dzień sporządzenia niniejszego projektu stanem prawnym tj., Prawa Budowlanego (Ustawa z dnia 7 lipca 1994 z póź. zm. Dz.U 2013, poz. 1409 j.t.) oraz interpretacją wydaną przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego.

Projektant branża elektryczna:

mgr inż. Norbert Gajda
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. LUB/0068/PWBE/15

2. Opis techniczny

2.1 Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie techniczne obejmuje instalację fotowoltaiczną wraz z zabudową modułów PV, inwertera hybrydowego, kabli łączących poszczególne generatory słoneczne oraz montaż magazynu energii. Opracowanie to zostaje sporządzone na podstawie:

- umowy z Inwestorem
- inwentaryzacją obiektu objętego inwestycją
- obowiązujących norm i przepisów
- ogólnych warunków związanych z dofinansowaniem (regulamin)
- wytycznych projektowania instalacji fotowoltaicznych z magazynem energii

2.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocy 49,5kWp wraz z magazynem energii i inwerterem hybrydowym.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- wewnętrzne linie zasilające;
 - Konstrukcje wsporcze;
 - Moduły fotowoltaiczne;
 - Inwerter hybrydowy DC/AC;
 - Ochronę przeciwporażeniową;
 - Ochronę przeciwprzebieciową;
 - magazyn energii wraz z elementami montażowymi;
 - moduł zarządzania energią wraz z niezbędnym osprzętem;
 - licznik energii dla instalacji magazyny;
 - moduł sterujący;
 - uzupełnienie zabezpieczeń takich jak wbudowane ograniczniki przepięć AC i DC typu II, wyłącznik nadmiarowo-prądowy AC, wyłącznik różnicowoprądowy AC o ile wymagany
 - system uziemienia instalacji magazynu energii wraz z prętem uziemiającym poniżej 10 ohm.
 - wykonanie prób instalacji oraz sprawdzających działanie układu jak i uziemienia
 - uruchomienie i regulacja układu
 - Instalacja i konfiguracja konta użytkownika oraz aplikacji
 - szkolenie użytkownika z obsługi instalacji
 - uszczelnienie ewentualnych przepustów
- Opracowanie nie obejmuje wymiany istniejącego licznika energii elektrycznej.

2.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu

Lokalizacja modułów PV	Budynek użyteczności publicznej
Typ dachu	płaski
Poszycie dachu	papa
Kąt dachu	4°
Kierunek montażu	południowy wschód
Miejsce montażu inwertera	Pomieszczenie gospodarcze
Prowadzenie przewodów DC	Z dachu pod na elewację przebiecie do pomieszczenia
Prowadzenie przewodów AC	Po ścianie do RG

2.4 Opis przedsięwzięcia

Przedsięwzięcie ma na celu zakup i montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii służącym do przechowywania energii, która zostanie wyprodukowana w dzień i będzie użytkowana, gdy fotowoltaika skończy pracę po zmierzchu. Magazyn energii to urządzenie, które umożliwia przechowywanie prądu, kiedy produkcja energii elektrycznej przez instalację PV przewyższa jej zużycie.

Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej planowana jest na budynku użyteczności publicznej. Umożliwia ona produkcję energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych – urządzeń dokonujących konwersję promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Panele fotowoltaiczne będą mocowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych zapewniających bezpieczne użytkowanie i obsługę systemu. Energia elektryczna z paneli fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami DC do inwerterów. W inwerterach tych energia będzie przekształcana na napięcie 400V o częstotliwości 50Hz i przesyłana przewodami elektroenergetycznymi poprzez rozdzielnicę główną budynku do sieci wewnętrznej. Produkcja energii elektrycznej w elektrowni ma na celu zużycie energii na miejscu oraz dalsze oddawanie nadwyżek wyprodukowanej energii. Znamionowa moc instalacji powinna być określona pomiarami w Standardowych Warunkach Pomiaru.

2.5 Elementy składowe systemu

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem składają się:

- zestaw modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą;
- instalacja elektryczna wraz z automatyką zapewniającą dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów pracy z siecią lokalnego Dystrybutora;
- instalacja wraz z zabezpieczeniami;
- magazyn energii;

2.6 Zestawienie głównych elementów instalacji

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość
1	Moduł fotowoltaiczny	90 szt.
2	Inwerter hybrydowy	2 szt.
3	Skrzynka przyłączeniowa po stronie AC wykonanie w II klasie ochronności o IP 65	1 szt.
4	Skrzynka przyłączeniowa po stronie DC wykonanie w II klasie ochronności o IP 65	2 szt.
5	Konstrukcja dedykowana dla instalacji fotowoltaicznej	1 kpl.
6	Elementy montażowe, rurki instalacyjne, uchwyty	1 kpl.
7	Okablowanie	1 kpl.
8	Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe	2 kpl.
9	Magazyn energii	2 szt.
10	Skrzynka przyłączeniowa po stronie DC wykonanie w II klasie ochronności o IP 65	2 szt.
11	Awaryjny wyłącznik prądu	1 szt.
12	System umożliwiający pomiar energii	1 szt.

3. Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji

3.1 Moduły fotowoltaiczne

Należy zastosować panele PV wykonane w technologii gwarantującej najwyższą wydajność i moc. Minimalna zastosowana moc paneli nie może być niższa niż 550 Wp. Zastosowane panele muszą spełniać minimalne opisane parametry. Panele muszą pochodzić od jednego producenta i ich produkcja nie może być starsza niż 1 rok od dnia dostarczenia ich na plac budowy. Poniższe parametry muszą zostać spełnione zgodnie z standardem badań STC:AM=1,5;1000 W/m²: temperatura komórek 25°C. Zastosowane ogniwa muszą spełniać warunki produkcji związane z ochroną środowiska jak i posiadać certyfikację recyklingową produktu.

Panele fotowoltaiczne monokrystaliczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu 90 paneli o mocy min. 550W każdy. Łączna moc paneli wynosi 49,5kWp.

Minimalne parametry modułów fotowoltaicznych		
	SPECYFIKACJA PRODUKTU	Parametry minimalne wymagane
1	Typ modułu	monokrystaliczne ogniwa krzemowe
2	Moc modułu	min. 550 Wp
3	Sprawność modułu	min. 21,25 %
4	Prąd zwarciovowy I _{sc}	min. 13,9 A
5	Maksymalne natężenie prądu I _{mpp}	Min. 13,5 A
6	Napięcie obwodu otwartego U _{oc}	Min. 49,8 V
	SPECYFIKACJA TECHNICZNA PRODUKTU	Parametry minimalne wymagane
1	Szyba	Antyrefleksyjna, wzmocniona o grubości min. 3,2 mm

2	Kabel wyjściowy	Przekrój minimum 4mm ² , długość minimum 120 cm
3	Gniazdo i złącze przyłączeniowe	Kompatybilne ze złączem MC4, puszka o odporności minimum IP68
4	Bus Bar	Minimum 10 BB
5	Diody Bus Bar	Minimum 3
6	Liczba ogniw	Minimum 144
7	Rama	Zaciskana mechanicznie lub zagniatana anodowana aluminiowa
8	Temperatura pracy	-45 do + 85° C
9	Zalecany maksymalny wymiar modułu	2280 x 1200 x 35 mm
10	Tolerancja mocy	Wyłącznie dodatnia od 0 do 3%
	CERTFIKATYM NORMY, GWARANCJE, TESTY	Parametry minimalne wymagane
1	Gwarancja producenta na produkt	Minimum 20 lat
2	Gwarancja producenta na moc do spadek do maksymalnie 80%	Minimum 25 lat
3	Obciążenie wiatrem – odporność	Minimum 2400 Pa
4	Obciążenie śniegiem – odporność	Minimum 5400 Pa
5	Certyfikat systemowy	ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
6	Odporność na ogień	IEC class „C”
7	Testy standardowe	IEC 61215, IEC 61701, IEC 62716, IEC 61730, DIN EN 60068-2-68
8	Klasa użytkowa produktu	A

3.2 Inwerter fotowoltaiczny

Należy zastosować dwa falowniki PV o mocy min. 25kW każdy wg opisu w poniższej tabeli. Dopuszcza się jako zamienniki falowniki o niegorszych parametrach. Falowniki muszą mieć możliwość wzajemnej komunikacji i diagnostyki poprzez system nadzorujący. Sumaryczna moc falowników po stronie AC nie może być mniejsza niż 85% mocy nominalnej podłączonych modułów po stronie DC .

Minimalne parametry falownika hybrydowego o mocy 25 kW

Lp.	Opis wymagań	Parametry wymagane
1	Moc znamionowa wyjściowa AC	25000VA
2	Moc maksymalna wejściowa AC	37500VA
3	Maksymalny prąd wyjściowy AC	40A
4	Maksymalna moc DC	37,5 kW
5	Znamionowe napięcie DC	Min. 620V
6	Zakres napięć DC	150-1000 V
7	Liczba MPPT/Liczba stringów	2/4
8	Znamionowe napięcie baterii	500V
9	Zakres napięcia baterii	150-800V
10	Maksymalna moc ładowania/rozładowania baterii	25kW
11	Sprawność	Europejska - min. 98,00 [%]

		Sprawność maksymalna – min. 98,50 [%] Sprawność rozładowania/ładowania – min 98,00 [%]
12	Bezpieczeństwo	Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją DC; Zabezpieczenie nadprądowe/nad napięciowe; Zabezpieczenie przed pracą wyspową; Zabezpieczenie przed zwarciem AC; Wykrywanie prądu resztkowego; Monitorowanie zwarcia doziemnego; Monitorowanie sieci; Stopień ochrony IP65
13	Gwarancja producenta	Min. 12 lat
14	Certyfikaty, standardy	NRS97; G98/G99; EN50549-1; AS4777; VDE-AR-N4105; VDE0126, IEC62109-1; IEC62040; IEC62109-2; EN61000-6-2; EN61000-6-3
15	THD AC	<3%
16	Czas przełączenia AC Back-UP	<0.01 s
17	Komunikacja	LCD, LED, RS485, Wi-Fi, GPRS, 4G
18	Chłodzenie/technologia	Beztransformatorowy, inteligentne chłodzenie
19	Poziom hałasu	< 40 dB

Wszystkie falowniki zastosowane dla instalacji fotowoltaicznych powinny pochodzić od jednego producenta.

3.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi systemu będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, odgraniczone inwerterem.

Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

Sekcja prądu przemiennego budowana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane na powietrzu w korytach elektroinstalacyjnych oraz rozdzielnice w II klasie ochronności IP65 z zabezpieczeniami nadmiarowo-prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (AC).

Moduły należy łączyć szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów. Nadmiary przewodów należy mocować do konstrukcji aluminiowej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. W miejscach gdzie przewody są narażone na promieniowanie słoneczne należy zastosować stosowne osłony. Poszczególne łańcuchy modułów należy łączyć z inwerterem poprzez rozdzielnice przewodami solarnymi o przekroju 6 mm². W rozdzielniach należy zainstalować bezpieczniki rozłącznikowe oraz ochronniki przepięciowe.

3.4 Okablowanie DC inwerterów

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi, a inwerterem wykonane zostanie przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju min. 6 mm². Okablowanie DC będzie podwieszane na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącą pod każdym z modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone powinno być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwerterów. Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ogranicznik przepięć.

Lp.	MOC INSTALACJI [W]	Inwerter	PANELE							INWERTER					DOPASOWANIE		
			MPPT	Liczba łańcuchów	Liczba paneli w łańcuchu	Liczba paneli łącznie	Napięcie minimalne [V]	Napięcie maksymalne [V]	Napięcie maksymalne w MPP [V]	Maksymalny prąd w MPP [A]	Maksymalne napięcie inwertera [V]	Minimalne napięcie inwertera MPPT [V]	Maksymalne napięcie inwertera MPPT [V]	Maksymalny prąd łańcucha inwertera [A]	U _{min.pv} > U _{min.inw.}	U _{max.pv} < U _{max.inw.}	I _{max.pv} < I _{max.inw.}
1	24750	INWERTER 1	MPPT1	1	15	15	692,84	844,48	801,16	13,50	1000	160	1000	30	OK.	OK.	OK.
			MPPT2	2	15	30	692,84	844,48	801,16	27,00	1000	160	1000	30	OK.	OK.	OK.

Lp.	MOC INSTALACJI DC [Wp]	PRZEWODY			INSTALACJA DC					OBLICZENIA					SPRAWDZENIE				
		MPPT	Przekrój [mm ²]	Długość przewodów DC [m]	Liczba paneli w łańcuchu	Napięcie minimalne [V]	Napięcie maksymalne obwodu otwartego [V]	Napięcie maksymalne w MPP [V]	Maksymalny prąd w MPP [A]	Maksymalny prąd instalacji [A]	Obliczony minimalny przekrój przewodów DC [mm ²]	Obliczony spadek napięcia DC [%]	Maksymalne napięcie zabezpieczająca łańcucha U _{cpv}	Napięcie ogranicznika DC [V]	Prąd bezpiecznika DC [A]	Dobór przekroju przewodu DC	Dobór spadku napięcia przewodu DC	Dobór aparatów przebiegowych	Dobór bezpiecznika DC
1	24750	1	6	50	15	692,84	844,48	801,16	13,50	18,56	1,53	0,25531	971,156025	1000	20	OK.	OK.	OK.	OK.
		2	6	50	15	692,84	844,48	801,16	27,00	37,13	3,06	0,51062	971,156025	1000	20	OK.	OK.	OK.	OK.

Lp.	MOC INSTALACJI [W]	Inwerter	PANELE							INWERTER					DOPASOWANIE		
			MPPT	Liczba łańcuchów	Liczba paneli w łańcuchu	Liczba paneli łącznie	Napięcie minimalne [V]	Napięcie maksymalne [V]	Napięcie maksymalne w MPP [V]	Maksymalny prąd w MPP [A]	Maksymalne napięcie inwertera [V]	Minimalne napięcie inwertera MPPT [V]	Maksymalne napięcie inwertera MPPT [V]	Maksymalny prąd łańcucha inwertera [A]	U _{min.pv} > U _{min.inw.}	U _{max.pv} < U _{max.inw.}	I _{max.pv} < I _{max.inw.}
1	24750	INWERTER 2	MPPT1	1	15	15	692,84	844,48	801,16	13,50	1000	160	1000	30	OK.	OK.	OK.
			MPPT2	2	15	30	692,84	844,48	801,16	27,00	1000	160	1000	30	OK.	OK.	OK.

Lp.	MOC INSTALACJI DC [Wp]	PRZEWODY			INSTALACJA DC					OBLICZENIA					SPRAWDZENIE				
		MPPT	Przekrój [mm ²]	Długość przewodów DC [m]	Liczba paneli w łańcuchu	Napięcie minimalne [V]	Napięcie maksymalne obwodu otwartego [V]	Napięcie maksymalne w MPP [V]	Maksymalny prąd w MPP [A]	Maksymalny prąd instalacji [A]	Obliczony minimalny przekrój przewodów DC [mm ²]	Obliczony spadek napięcia DC [%]	Maksymalne napięcie zabezpieczająca łańcucha U _{cpv}	Napięcie ogranicznika DC [V]	Prąd bezpiecznika DC [A]	Dobór przekroju przewodu DC	Dobór spadku napięcia przewodu DC	Dobór aparatów przebiegowych	Dobór bezpiecznika DC
1	24750	1	6	50	15	692,84	844,48	801,16	13,50	18,56	1,53	0,25531	971,156025	1000	20	OK.	OK.	OK.	OK.
		2	6	50	15	692,84	844,48	801,16	27,00	37,13	3,06	0,51062	971,156025	1000	20	OK.	OK.	OK.	OK.

3.5 Okablowanie AC inwerterów

Do budowy instalacji elektrycznej po stronie AC stosuje się następujące materiały podstawowe:

- kable elektroenergetyczne typu YDY (wewnątrz budynku) lub YKY (poza budynkiem) z izolacją na 1000 V
- przewody jednożyłowe miedziane typu DY, LgY z izolacją na 750 V

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zakłada się, że zostanie wykonane kablami YKY/YDYżo min. 5x16mm² (inwerter-RAC) i YKY5x35mm² (RAC-RGNN). Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciovowe oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania. Należy dobrać okablowanie, tak aby spadek napięcia na kablach nie przekraczał 1%. Rozprowadzane przewody należy zabezpieczać przy pomocy rur ochronnych elektroinstalacyjnych.

TABELA DOBORU ZABEZPIECZEŃ DLA OCHRONY PRZEWODÓW I KABLI PRZED SKUTKAMI PRZECIĄŻEŃ (WG PN-IEC 60364-4-43:2012)																									
Zasilanie	Odbiór	Nazwa odbioru	Moc	Napięcie	Wsp. mocy	Prąd obliczeniowy	Typ zabezpieczenia	Prąd znam. urz.	Współczynnik zabezpiez.	Współczynnik krotności	Prąd zad. zab.	Liczba torów kabli	Typ przewodu	Materiał przewodnika	Przekrój	Prędkość	Prędkość	Sposób ułożenia	Obciążalność długotrwala	Wsp. popr. ułożenia	$I_z = I_{dd} \cdot K_p$	Impedancja obwodu	Warunek 1	Warunek 2	Spadek napięcia
-	-	-	P	U	cos φ	I _B	-	I _n	k ₂	I ₂	-	-	-	-	s	l	-	-	I _{dd}	k _p	I _z	Zobl	-	-	dU
-	-	-	kW	V	-	A	-	A	-	A	-	A	-	-	mm ²	m	-	-	A	-	A	Ω	-	-	%
INW1	RAC	INW1	25	400	0,93	38,8	B	40	1,45	58	1	YKY5x	CU	16	30	B2	62	0,95	58,9	0,0349	TAK	TAK	0,543		
INW2	RAC	INW2	25	400	0,93	38,8	B	40	1,45	58	1	YKY5x	CU	16	30	B2	62	0,95	58,9	0,0349	TAK	TAK	0,543		
RAC	RGNN	PV	50	400	0,93	77,6	BEZP	80	1,6	128	1	YKY5x	CU	35	20	B2	99	0,95	94,05	0,0108	TAK	TAK	0,331		

3.6 Instalacja uziemiająca

Jako uziemienie należy wykorzystać istniejący uziom w obiekcie (fundamentowy/otokowy) lub wykonać nowy np. szpilkowy. Nową instalację należy wyposażyć w zacisk kontrolny (w typowej puszcze) do wykonania pomiarów oraz szynę połączeń wyrównawczych. Rezystancja uziomu powinna wynosić $R < 10 \Omega$. Ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed skutkami przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami łączeniowymi zaprojektowano jako dwustopniową w oparciu o ograniczniki przepięć oraz skutecznie uziemione połączenia wyrównawcze. Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem LgY16 (dla budynku z odgromem) lub LgY6 (dla budynku bez odgromu) i połączyć z uziomem.

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić:

- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze;
- konstrukcję rozdzielnic i szaf;
- obudowę inwertera;
-

3.7 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana jest na podstawie wymagania normy PN-HD 60364-4-41: 2017-09 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa – izolacje przewodów, obudowy ochronne urządzeń i aparatów elektrycznych chroniące przed dotykiem bezpośrednim.

Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712: 2016-05 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa – obudowy w II klasie ochrony dla rozdzielnic DC i AC
- Ochrona dodatkowa – szybkie wyłączenie w sieci TN-S za pomocą wyłączników nadprądowych po stronie AC

Jeśli beneficjent ma zabudowane zabezpieczenie różnicowo-prądowe w głównej tablicy rozdzielczej domu, to należy wykorzystać istniejące zabezpieczenie i włączyć obwód dedykowany dla zasilania inwertera pod istniejące zabezpieczenie różnicowo-prądowe beneficjenta.

Projektowana instalacja elektryczna jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-HD-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych" lub równoważna. W ramach systemu ochrony od porażień prądem elektrycznym należy zastosować samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TNS. Zapewni to zgodne z normą wyłączenie zasilania.

3.8 Ochrona przeciwprzebieciowa

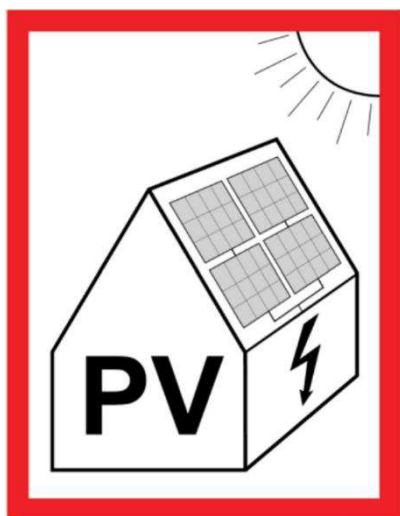
Inwerter oraz instalację ogniw fotowoltaicznych chronić poprzez zastosowanie ograniczników przepięciowych dedykowanych do instalacji PV na napięcie do 1000VDC montowanych w rozdzielnicy DC. Ograniczniki przepięć zapewnią ochronę systemu fotowoltaicznego PV przed przepięciami: łączeniowymi lub pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych pośrednich i bezpośrednich. W przypadku montażu instalacji PV na obiekcie nie posiadającej instalacji odgromowej nie ma konieczności jej wykonywania. W przypadku istnienia instalacji odgromowej na budynku, należy zastosować ograniczniki przepięciowe strona AC i DC typu SPD T1+T2 oraz uziemienia z linki LgY 16mm² prace wykonać zgodnie z aktualną normą odgromową PE-EN 62305.

3.9 Ochrona przeciwpożarowa

Dla potrzeb awaryjnego wyłączenia instalacji fotowoltaicznych należy zainstalować wyłącznik główny dla instalacji fotowoltaicznej. Zdziałanie wyłącznika głównego spowoduje odcięcie zasilania prądu stałego DC z paneli zainstalowanych na gruncie do inwertera. Wyłącznik główny powinien zostać zlokalizowany jak najbliżej modułów fotowoltaicznych. Jeżeli nie ma możliwości zamontowania rozdzielnicy zawierającej rozłącznik izolacyjny dla obwodu DC wraz z wyzwalaczem wzrostowym na zewnątrz budynku to w takim przypadku rozdzielnica ta powinna zostać zamontowana w pierwszym możliwym miejscu po wejściu przewodami DC do budynku.

Dla budynków użyteczności publicznej gdzie zabezpieczenia główne dla obwodu DC (przeciwpożarowe) obejmują ochronę jedynie instalacji fotowoltaicznej możliwe jest zamontowanie wyłącznika głównego obwodu DC wewnątrz budynku przy wejściu głównym do budynku lub przy falowniku. Przycisk wyłącznika głównego obwodu DC powinien zostać odpowiednio oznakowany, a Użytkownik instalacji fotowoltaicznej przeszkolony z zasady jego działania.

Jako elementy wykonawcze należy zastosować rozłączniki izolacyjne DC dostosowane do napięcia roboczego 1000V wyposażone w wyzwalacze z cewkami wybijakowymi o napięciu 230V. Podanie lub odjęcie napięcia na wyzwalacze poprzez styk zwierny/rozwierny przycisku wyłącznika. Napięcie na przycisk podane poprzez wyłącznik zainstalowany w RAC. Jako element sterujący należy zastosować przycisk którego uruchomienie i wysłanie sygnału następuje przez zbiecie szybki. Kasowanie stanu alarmowego następuje przez wymianę szybki. Jako przewód sterowniczy należy wykorzystać przewód typu HDGS2x1,5mm² (YKY2x1,5mm² - poza budynkiem).



Awaryjny wyłącznik prądu instalacji PV oznaczyć zgodnie z PN.

Wyłącznik oznakować zgodnie z PN-HD 60364-7-712

- w złączu instalacji elektrycznej
- w miejscu pomiaru jeśli jest poza złączem
- w tablicy zasilającej falownik

4. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych

Planuje się wykorzystanie fabrycznej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do mocowania modułów fotowoltaicznych na dachu budynku. Panele fotowoltaiczne będą umieszczone równolegle z poszyciem dachu obiektu. Konstrukcję stanowić będą aluminiowe szyny zamocowane do dachu budynku. Szyny należy ułożyć i zamontować dokładnie z wytycznymi producenta oraz z instrukcją montażową dostarczoną do danego zestawu fotowoltaicznego. Należy zastosować aerodynamiczny system montażowy PV przeznaczony do mocowania na dachach pokrytych papą lub membraną. Montaż odbędzie się poprzez klejenie bądź zgrzewanie z jego pokryciem. Rozwiązanie polega na rezygnacji z dodatkowego obciążenia, a aerodynamiczny kształt musi być uzyskany poprzez zastosowanie osłon tylnych i bocznych co zmniejszy opór wiatru. W przypadku zastosowania elementów dodatkowych, nie dostarczonych przez producenta w celu zamontowania modułów należy przedstawić atest i świadectwo zgodności z obowiązującymi normami wydane przez odpowiednią jednostkę lub osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia.

5. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne

Niniejsza dokumentacja powinna być przeczytana z uwagą i zrozumieniem zanim podjęte zostaną jakiegokolwiek czynności serwisowe czy eksploatacyjne. Dokumentacja zawiera podstawowe informacje dotyczące mechanicznej i elektrycznej części instalacji modułów i ich połączeń z inwerterami, z którą użytkownik czy serwisant powinien się zapoznać.

Prace przy serwisowaniu instalacji elektrowni fotowoltaicznej powinny być przeprowadzane przez specjalistów, którzy posiadają wymagane świadectwa kwalifikacyjne.

Bezwzględnie wymaga się przestrzegania przepisów BHP.

Zastosowane znaki ostrzeżeń

Ostrzeżenia informują o warunkach, które mogą spowodować poważne obrażenia lub śmierć i/lub uszkodzenie urządzeń oraz podają sposób na uniknięcie niebezpieczeństwa.

Dla wyróżnienia ostrzeżeń w tekście dokumentacji stosowane są następujące symbole:



Ostrzeżenie elektryczne: ostrzega o niebezpieczeństwach pochodzących ze strony obwodów elektrycznych, które mogą spowodować zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenie urządzeń.



Ostrzeżenie ogólne: ostrzega o sytuacjach, w których mogą mieć miejsce zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenia urządzeń spowodowane przez przyczyny inne niż elektryczne.

Ogólne zasady bezpieczeństwa

Na terenie UE do prac z modułami fotowoltaicznymi mają zastosowanie następujące regulacje: Krajowe przepisy BHP oraz poniższe przepisy i normy bezpieczeństwa.

- DIN 18451
- DIN 18338
- DIN 1055
- VDE 0100 prace do 1000V
- VDE 0190
- VDE 0185
- DIN 18015 E
- DIN 18382

Niebezpieczeństwo utraty życia



OSTRZEŻENIE! Zagrożenie życia przez obecność napięcie w falowniku oraz instalacji po stronie DC. Generator fotowoltaiczny generuje pod wpływem światła słonecznego niebezpieczne napięcie stałe, które występuje na przewodach DC lub innych elementach falownika będących pod napięciem. Dotknięcie przewodów DC lub elementów znajdujących się pod napięciem może spowodować niebezpieczne porażenie prądem elektrycznym.

Moduły fotowoltaiczne

Podczas prac z generatorami słonecznymi, należy bezwzględnie przestrzegać przepisów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy.

Moduł fotowoltaiczny należy traktować jak produkt szklany i pod żadnym pozorem - w pojemniku transportowym ani w stanie zamontowanym - nie można go obciążać mechanicznie (stawiać skrzynek z narzędziami, stawiać na nich itp.) ponieważ może to spowodować widoczne i niewidoczne uszkodzenia (np. mikropęknięcia w ogniwach i przedwczesny spadek mocy).

Praca z oświetlonymi modułami jest działaniem w warunkach obecności napięcia.

Przed przystąpienie do prac serwisowych należy sprawdzić, czy moduł fotowoltaiczny nie ma uszkodzeń mechanicznych. Nie wolno montować uszkodzonych modułów słonecznych (np. modułów z pękniętymi elementami szklanymi, uszkodzeniami tylnej folii izolacyjnej). Uszkodzenie tylnej folii izolacyjnej może mieć poważne skutki (rozwarstwienie, zagrożenie życia i zdrowia).



OSTRZEŻENIE!
Napięcie bezpieczne 24 V może być w każdej chwili przekroczone!!! Moduły zostały sklasyfikowane do klasy zastosowania A: napięcie niebezpieczne (IEC 61730: 50 V, EN 61730: większe niż 120 V)

W momencie wyeksponowania modułu na światło na złączach modułu natychmiast pojawia się napięcie jałowe (ok. 37,9V) a w przypadku szeregowego połączenia kilku modułów napięcie te wzrośnie do wartości sumy napięć jałowych połączonych modułów. Wartość napięcia jałowego jest podana w karcie katalogowej produktu.

W zwykłych warunkach moduł fotowoltaiczny może wygenerować wyższy prąd i/lub wyższe napięcie niż podano w znormalizowanych warunkach kontroli (warunki STC – 25°C, 1000W/m²). W celu określenia wartości pomiarowych napięcia podzespołów, kabli, wielkości bezpieczników i pomiaru sterowników podłączanych do wyjścia modułów fotowoltaicznych należy wartość I_{sc} i U_{oc} podaną w karcie katalogowej modułów pomnożyć przez współczynnik bezpieczeństwa 1,25.

Montaż/demontaż modułów słonecznych wymaga zaawansowanej wiedzy specjalistycznej i doświadczenia, dlatego mogą je wykonywać tylko specjaliści elektrycy, którzy posiadają wymagane świadectwa kwalifikacyjne.



WAŻNE ZALECENIA PRAKTYCZNE

Zachowaj szczególną ostrożność

Aby uniknąć niebezpieczeństwa porażen elektrycznych, wszystkie ramy modułów słonecznych, obudowa inwertera oraz konstrukcja nośna są połączone z uziemieniem w celu wyrównywania potencjałów.

Przy rozłączaniu pasm, paruj bieguny, oznacz je, zaizoluj konektory, tak aby nie wywołać łuku elektrycznego, który przy napięciu ponad 600V jest wysoce prawdopodobny.

Unikaj prac łączeniowych w pełnym słońcu. Jeśli to możliwe, zrób to rano, lub wieczorem.

Nigdy nie łącz ze sobą ostatnich dwóch konektorów tego samego pasma. W najlepszym wypadku uszkodzisz moduły, a istnieje wysokie ryzyko pożaru całej instalacji !

Nigdy nie wyciągaj ani nie podłączaj konektorów w czasie pracy inwertera!

!!! Należy bezwzględnie wyłączyć instalację fotowoltaiczną, w przypadku kiedy w obiekcie zajdzie konieczność załączenia agregatu prądotwórczego !!!

6. Dane ogólne dotyczące magazynu energii

Poprzez montaż magazynu energii wyprodukowana energia z instalacji fotowoltaicznej w pierwszej kolejności trafia na bieżące zużycie, jeżeli produkcja jest większa od zużycia, nadwyżka trafia do magazynu.

W momencie zaprzestania produkcji z fotowoltaiki, a dalszym poborze energii i przez budynek, naładowany magazyn energii zaczyna się rozładować zaspokajając zapotrzebowanie na energię. System magazynowania energii tworzą baterie akumulatorów typu litowo-żelazowo-fosforanowy LiFePO4 lub lepsze/nowsze.

Zostały zaprojektowane dwa magazyny energii o mocy min. 10 kW każdy do których została dobrana moc projektowanego zestawu instalacji fotowoltaicznej. Projektowaną lokalizacją magazynu energii jest pomieszczenie gospodarcze znajdująca się w budynku użyteczności publicznej.

Baza akumulatorów została wyposażona w system automatyki przyłączeniowej. Należy wydzielić obwód w rozdzielnicy głównej, na który będzie pracowała baza akumulatorów.

6.1 Dane techniczne projektowanego magazynu energii

Magazyn energii to urządzenie mające na celu magazynowanie i przechowywanie nadmiaru energii. Magazyny muszą być wyposażone w system zarządzania energią EMS. Jest to inteligentny system zarządzania energią, sterujący pracą systemu w czasie rzeczywistym i prawidłowym ruchem energii pomiędzy siecią a magazynem energii w celu uzyskania jak najszybszego zwrotu kosztów inwestycji.

Magazyny muszą posiadać możliwość zdalnej aktualizacji oprogramowania i diagnozowania online. Muszą być budowy modułowej umożliwiającej rozbudowę. Muszą posiadać funkcję wsparcia dla Black startu. Muszą posiadać certyfikację standardów europejskich wydaną przez TÜV. Zastosowane magazyny muszą być kompatybilne z zastosowanymi falownikami hybrydowymi.

Lp.	Opis wymagań	Parametry wymagane/minimalne
1	Typ budowa	Modułowa umożliwiająca rozbudowę magazynu energii
2	Aktualizacja oprogramowania i diagnozowanie problemów	On-Line
3	Stopień ochrony	IP 65 dla warunków na zewnątrz lub wewnątrz budynku
4	Certyfikacja	Standardy EU oraz PN/EN: UN 38.3, EN/IEC 62619, IEC 62040, EN 61000-6-1, EN 62477 lub równoważne
5	Współpraca	Moduł EMS wbudowany lub zewnętrzny
6	Zabezpieczenie Blackout	Wsparcie w systemie Black start lub równoważne
7	Ilość modułów	Min. 1
8	Energia nominalna w temp. Otoczenia +25°C	Min 9,5 kWh
9	Moc magazyny	Min. 10 kW
10	Energia dostępna (90% DOD)	Min. 8,5 kWh
11	Zakres napięć	Min. 340-462 V
12	Maksymalny prąd	Min. 23A/23A

	ładowania/rozładowania	
13	Chłodzenie	Naturalne
14	Typ baterii/technologia	Litowa LiFePO4 lub lepsza
15	Stopień	IP 65
16	Komunikacja	CAN, RS485
17	Gwarancja producenta	Min. 10 lat
18	Żywotność cykli	Min. 6000 (25°C) / 60% EOL

6.2 Wymagania dotyczące pomieszczenia z magazynem energii

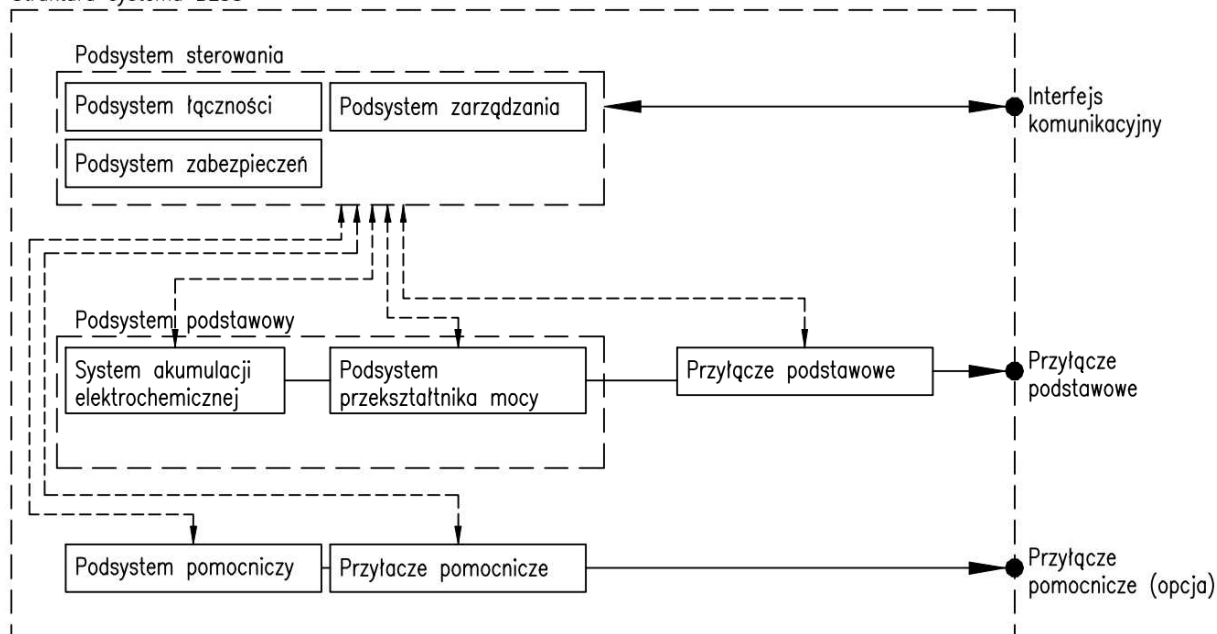
Pomieszczenie w którym znajdować się będzie magazyn energii wyposażone musi być w system gaśniczy odpowiednie oznakowanie oraz musi w nim być zamontowany czujnik dymu zgodnie z obowiązującymi przepisami ppoż. Pomieszczenie musi być czyste, suche, nie zapyłone oraz nie mogą być w nim składowane żadne pyłne i łatwo palne materiały. Pomieszczenie to musi posiadać wentylację nawiewno wywiewną lub posiadać odpowiednią wielkość minimum 16 m². Wilgotność powietrza w miejscu montażu magazynu nie powinna przekraczać 85% oraz nie mogą w nim podchodzić wody gruntowe. Montaż urządzeń musi odbyć się w taki sposób by zostały zachowane wszelkie wymagane odległości montażowe od elementów powodujących kolizję między innymi: rurociągi wodne, rurociągi gazowe, wszelakie źródła ciepła. Urządzenia nie mogą być montowane na klatkach schodowych, w pomieszczeniach w których na stałe przebywają osoby, w wyjściach i przejściach ewakuacyjnych, pod schodami w szafach i zabudowach. Podłoża na których będzie montowany magazyn nie mogą być łatwopalne.

7. Akumulatorowy system magazynowania energii

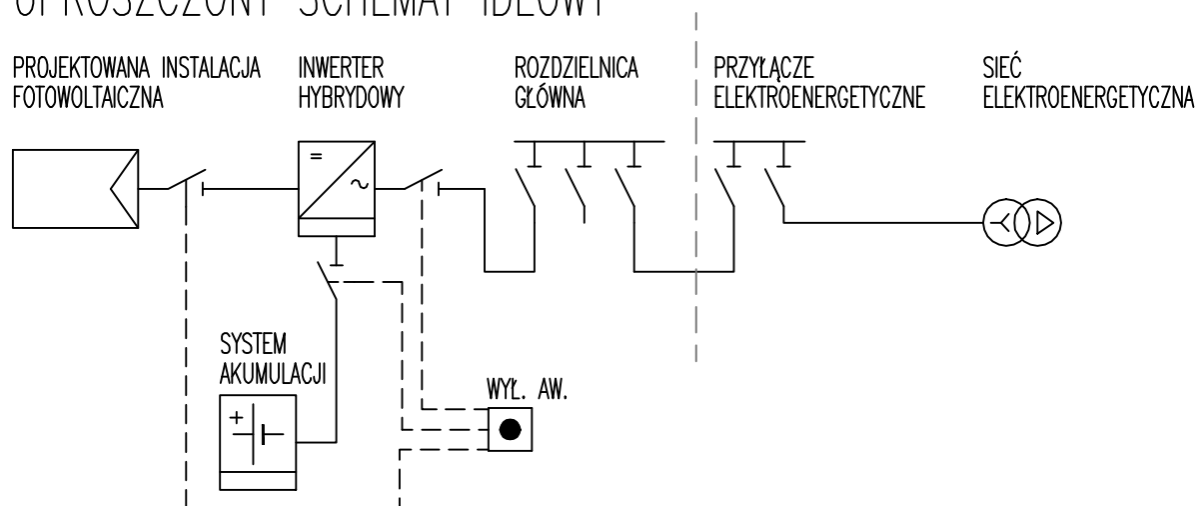
Źródłem wspomagającym pracę falownika hybrydowego i instalacji fotowoltaicznej jest akumulatorowy system magazynowania energii elektrycznej (BESS – „Battery Energy Storage System”).

Typowa struktura systemu magazynowania energii:

Struktura systemu BESS



UPROSZCZONY SCHEMAT IDEOWY



Dla zastosowania w budynkach, w których system ten musi wprowadzać i wyprowadzać moc długotrwale przypisano **klasę B** oraz technologię ogniw **LiFePO₄**. Głównym zastosowaniem tej klasy jest magazynowanie energii elektrycznej celem ograniczenia mocy szczytowej instalacji oraz równomiernego rozłożenia zużycia energii na przestrzeni 24 godzin. Takie zastosowanie pozwala również na zmniejszenie obciążenia systemu elektroenergetycznego.

Rozróżnia się 2 rodzaje instalacji:

- wewnętrzną
- zewnętrzną

Warunki środowiskowe instalacji wewnętrznej:

Maksymalna temperatura otoczenia: $\leq 40^{\circ}\text{C}$ (średnia w ciągu 24h $\leq 35^{\circ}\text{C}$)

Minimalna temperatura otoczenia: $\geq -5^{\circ}\text{C}$

Brak bezpośredniego promieniowania słonecznego

Wilgotność względna uśredniona 24h $\leq 95\%$

Warunki środowiskowe instalacji zewnętrznej:

Maksymalna temperatura otoczenia: $\leq 40^{\circ}\text{C}$ (średnia w ciągu 24h $\leq 35^{\circ}\text{C}$)

Minimalna temperatura otoczenia: $\geq -10^{\circ}\text{C}$

Maksymalne promieniowanie słoneczne $\leq 1000\text{W/m}$

7.1 Definicja modelu magazynowania

Projektowany system komercyjny skategoryzowano jako **V-L/E-L/S-O/C-Z** gdzie:

V-L – Napięcie w miejscu przyłączenia POC (Point Of Connection), niskie $<1\text{kVAC}$, $<1,5\text{kVDC}$

E-S – Pojemność energetyczna, Nie mała $> 20\text{kWh}$

S-O – Zajmowane pomieszczenie, wewnątrz budynku

C-Z – Technologia podsystemu, inna (litowo-metalowe ze stałym elektrolitem)

7.2 Identyfikacja zagrożenia dla kategorii C-A (litowo-metalowe ze stałym elektrolitem)

Rodzaj zagrożenia	Opis
Pożarowe	<p>W warunkach normalnych:</p> <p>Istnieje potencjalne zagrożenie pożarowe, jeżeli w ogniwach występują wady lub problemy z projektowaniem elementów sterujących, które zapobiegają niekontrolowanemu wzrostowi temperatury ogniw. Systemy należy ocenić pod kątem ich zdolności do zapobiegania rozprzestrzeniania się pożaru wynikającego z tych wad.</p> <p>W warunkach awaryjnych:</p> <p>Może wystąpić niekontrolowany wzrost temperatury, jeżeli w wyniku nietypowych warunków parametry robocze akumulatorów nie są utrzymywane i jeżeli nie są one oceniane pod kątem zdolności zapobiegania rozprzestrzeniania się w wyniku ukrytych wad. Ponadto może wystąpić zagrożenie pożarowe wynikające z nietypowych warunków zwarciovych.</p>
Chemiczne	<p>W warunkach normalnych:</p> <p>Nie dotyczy</p> <p>W warunkach awaryjnych:</p> <p>Istnieje możliwość narażenia na oddziaływanie metalu litu reagującego z wodą.</p>
Elektryczne	<p>W warunkach normalnych:</p>

	<p>Istnieją zagrożenia elektryczne związane rutynową konserwacją tych akumulatorów, jeżeli znajdowały się pod niebezpiecznym napięciem lub miały niebezpieczne poziomy energii.</p> <p>W warunkach awaryjnych:</p> <p>Zagrożenia elektryczne mogą występować w nietypowych warunkach, jeżeli system znajduje się pod niebezpiecznym napięciem i ma niebezpieczne poziomy energii.</p>
Związane z magazynowaną energią	<p>W warunkach normalnych:</p> <p>Jeżeli na czas konserwacji lub wymiany nie można odizolować akumulatorów, to podczas konserwacji może istnieć potencjalne zagrożenie związane ze zmagazynowaną energią.</p> <p>W warunkach awaryjnych:</p> <p>Może istnieć potencjalne zagrożenie związane z magazynowaną energią, jeśli akumulatory są narażone na oddziaływanie nietypowych warunków, w których energia w akumulatorach nadal może być na niebezpiecznym poziomie. Uszkodzone akumulatory mogą zawierać zmagazynowaną energią, stanowiącą zagrożenie podczas utylizacji, jeżeli nie zostanie zachowana ostrożność.</p>
Fizyczne	<p>W warunkach normalnych:</p> <p>Brak znanych znaczących zagrożeń bezpośrednich</p> <p>W warunkach awaryjnych:</p> <p>W nietypowych warunkach, w zależności od konstrukcji systemu, istnieje możliwość wystąpienia zagrożeń fizycznych, jeżeli części dostępne ulegają przegrzaniu lub jeżeli osoby są narażone na oddziaływanie ruchomych niebezpiecznych części, takich jak wentylatory, w przypadku których może brakować osłon.</p>

7.3 Wymagania dotyczące bezpieczeństwa systemu

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami elektrycznymi:

- zabezpieczenie przetężeniowe obwodu DC na przyłączy podsystemu akumulacji elektrochemicznej (rozłącznik bezpiecznikowy)
- awaryjny wyłącznik torów prądowych obwodów DC podsystemu akumulacji
- ochrona przeciwporażeniowa
- uziemienie wszystkich części przewodzących mogących wejść w kontakt z napięciem niebezpiecznym w wyniku pojedynczego uszkodzenia izolacji

- system wyposażony w zabezpieczenie wykrywające stan przeładowania, ładowania wysokoprądowego oraz zabezpieczające przed dalszym przeładowaniem

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami mechanicznymi:

- osłony zabezpieczające system akumulacji bez ostrych krawędzi
- zlokalizowanie systemu w miejscu niezagrażającym bezpieczeństwu operatorów
- zastosowanie systemu, w którym uszkodzenie wzajemnych połączeń pomiędzy systemami nie doprowadzi do sytuacji niebezpiecznej
- zastosowanie elementów systemu, w którym każda z modułów może być przeniesiona przez maksymalnie 2 osoby

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed wybuchem:

- lokalizacja poza miejscami umieszczania materiałów łatwopalnych
- lokalizacja w pomieszczeniu wentylowanym nie przeznaczonym na stały pobyt ludzi
- system powinien posiadać zabezpieczenie przed nadmierną temperaturą w obudowie

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami powodowanymi przez pola elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne:

- w przypadku, gdy funkcje bezpieczeństwa podsystemów magazynu energii mogłyby być zakłócone przez pola elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne należy ochronić magazyn zgodnie z zaleceniami producenta.

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed pożarem:

- konstrukcja obudowy magazynu energii i zespołów wsporczych wykonana wyłącznie z niepalnych materiałów. W przypadku zastosowania wierzchnich części z palnych materiałów należy je zabezpieczyć osłoną z materiału niepalnego.
- w pomieszczeniu, w którym znajduje się magazyn należy zainstalować gaśnicę do pożarów typu A, B, C z min. 4kg środka gaśniczego umieszczoną w bezpiecznym i łatwo dostępnym miejscu
- w pomieszczeniu, w którym znajduje się magazyn należy zainstalować autonomiczną czujkę dymu wykrywającą pożary TF1 do TF5 zgodną z PN-EN 14604:2005 wyposażoną w sygnalizator optyczny i akustyczny
- w pomieszczeniach zlokalizowanych poniżej kondygnacji parteru, instalację magazynu zainstalować na cokole o wys. min. 30cm
- należy zachować minimalne odstępów od przegród, ścian, stropu zgodne z dokumentacją producenta

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami temperaturowymi:

- zastosowanie przegród lub osłon zabezpieczających części których temperatura może spowodować oparzenia (jeśli takie występują)
- między podsystemami akumulacji należy zachować odstęp zalecany przez producenta
- operator powinien mieć możliwość monitorowania temperatur wewnątrz obudowy systemu oraz podsystemów

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed efektami chemicznymi:

- w normalnych warunkach zagrożenia chemiczne przy zastosowaniu systemu akumulacji z ogniwami Li-Fe-PO nie występują.

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami wynikającymi z nieprawidłowego działania systemów pomocniczych, sterowania i łączności:

- w przypadku awarii lub nieprawidłowego działania elementu krytycznego dla bezpieczeństwa, system powinien automatycznie przechodzić w stan bezpieczny.

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami jakie stwarza środowisko:

- celem zabezpieczenia przez ekspozycją na warunki środowiskowe system powinien być zainstalowany zgodnie z zaleceniami producenta oraz dla kategorii S-U minimalny kod IP systemu IPX4.
- instalacja systemu zgodnie z zaleceniami producenta dotyczących dopuszczalnych temperatur eksploatacji

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed osobami nieprzeszkolonymi:

- celem zabezpieczenia przez bezpośrednim kontaktem z osobami nieprzeszkolonymi należy stosować obudowę o minimalnym kod IP dla obudowy IP2x

7.4 Konserwacja

System magazynowania energii należy wyposażyć w łączniki pozwalające na prowadzenie bezpiecznych prac konserwacyjnych. Łącznik izolujący system akumulacji powinien być wyposażony w napęd ręczny oraz możliwość blokady położenia.

7.5 Okablowanie systemu

Należy zachować maksymalną długość kabla łączącego system magazynowania energii z falownikiem zgodną z zaleceniami producenta (nie więcej niż 2,5m). Typ, rodzaj wtyku oraz

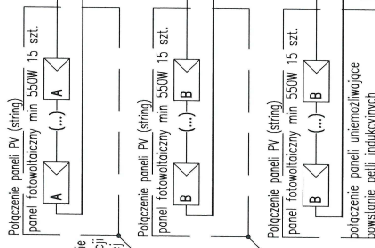
przekrój przewodów zgodny z dokumentacją producenta oraz obciążalnością długotrwałą przewodu. Połączenie interfejsu komunikacyjnego pomiędzy magazynem, a falownikiem wykonać przewodem UTP cat. 5 połączonym zgodnie dla protokołu transmisji CAN. Połączenie interfejsu komunikacyjnego pomiędzy falownikiem, a licznikiem energii elektrycznej wykonać przewodem UTP cat. 5 połączonym zgodnie dla protokołu transmisji RS485.

INSTALACJĘ OZNAKOWAĆ ZGODNIE Z PN-HD 60364-7-712
 - w zloczu instalacji elektrycznej;
 - w miejscu pomiaru jeśli jest poza złączeniem;
 - w tablicy zasilającej tabliczki



OZNACZENIA NA OBUDOWACH: OZNACZENIA PRZY MAGAZYNIE: MAGAZYN ENERGII ELEKTRYCZNEJ

- Rozdzielnia RDC
- Rozdzielnia RDCZ
- Rozdzielnia RAC
- Inwerter INV



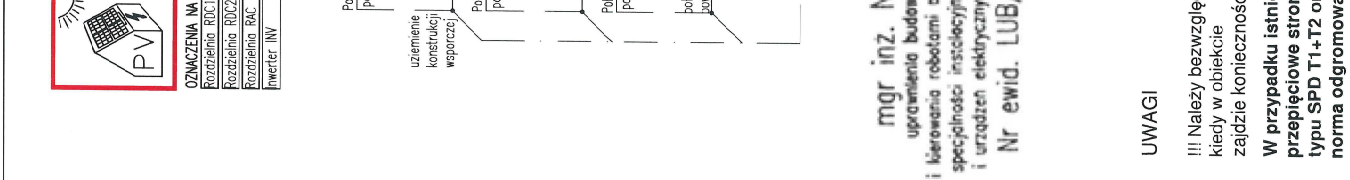
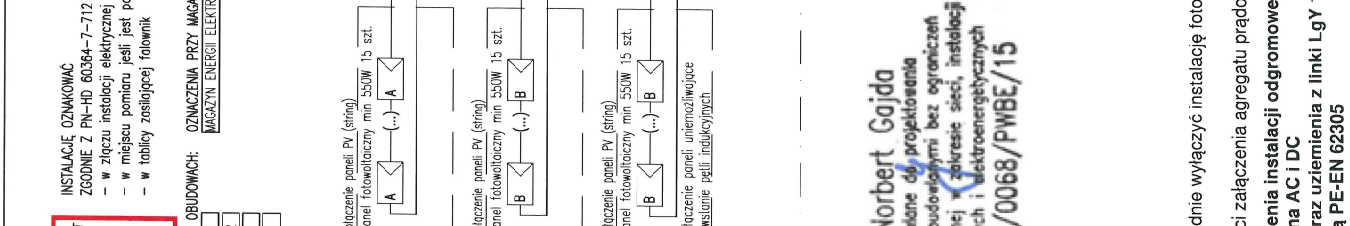
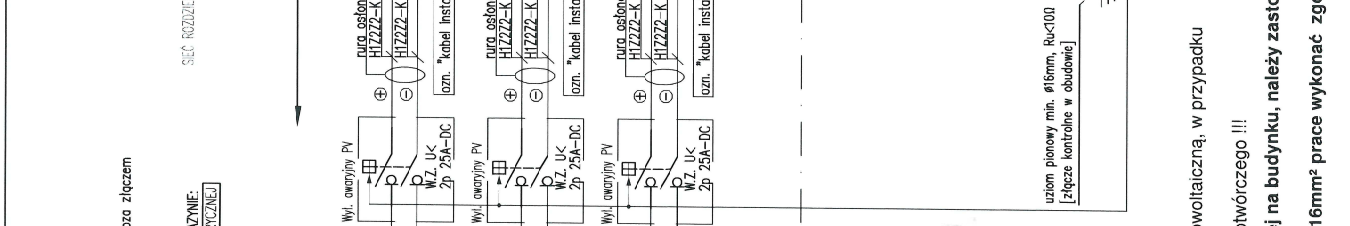
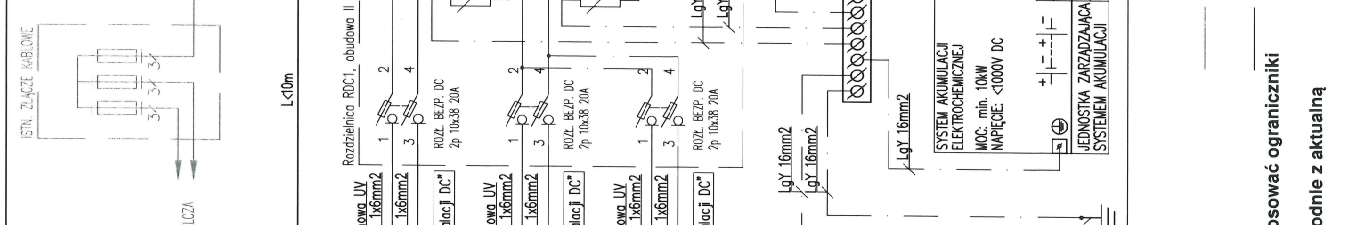
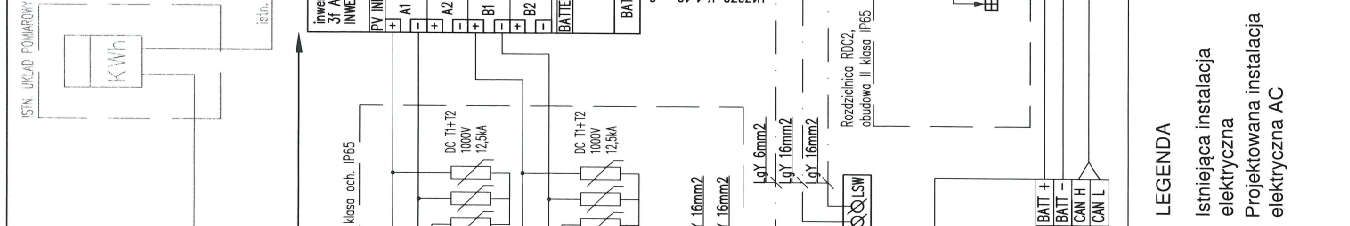
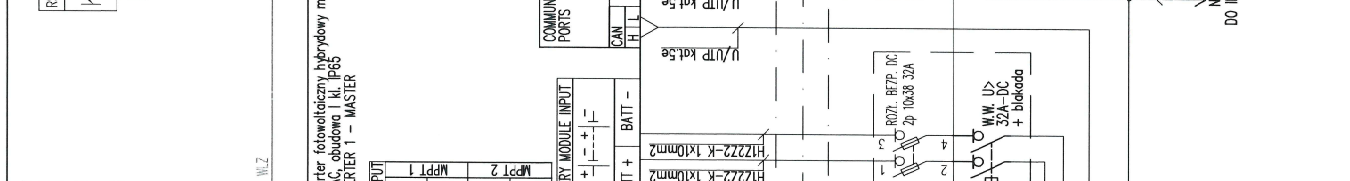
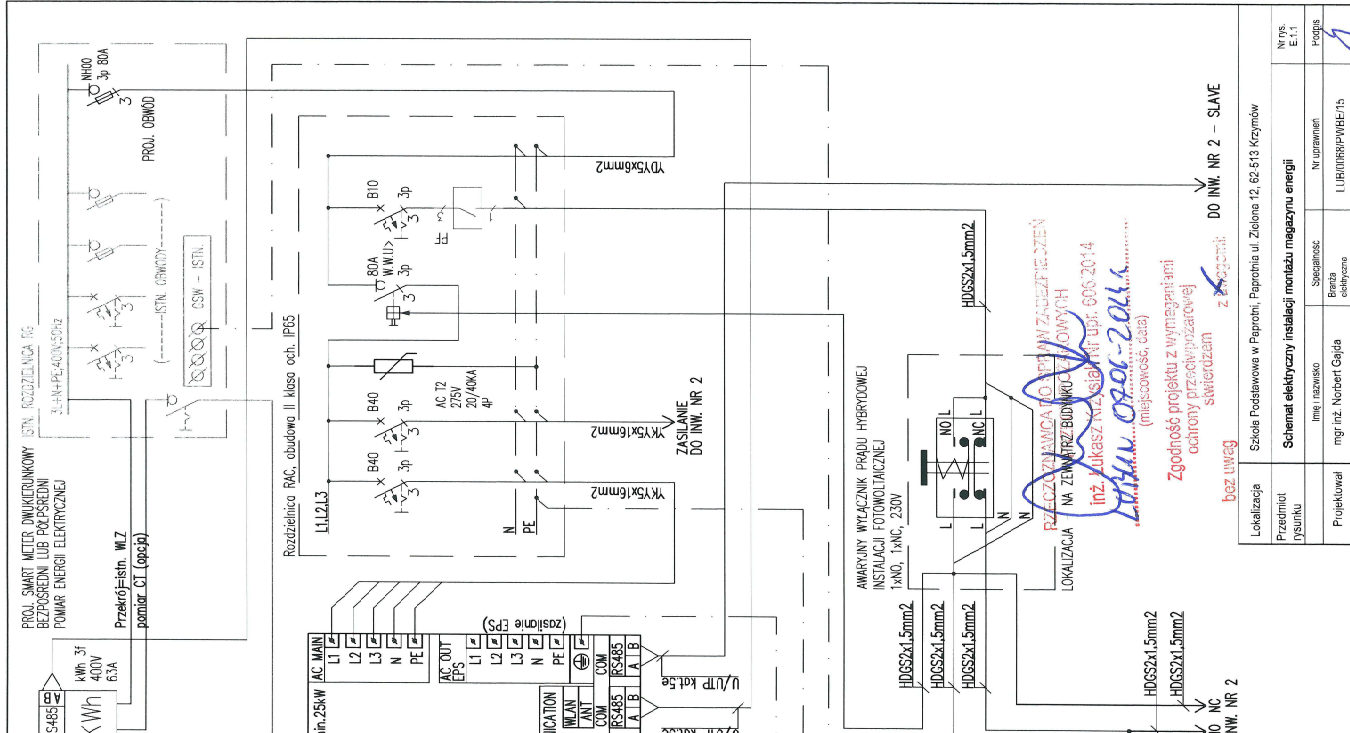
mgr inż. Norbert Gajda
 uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. LUB/0068/PWB/E/15

UWAGI

- !!! Należy bezwzględnie wyłączyć instalację fotowoltaiczną, w przypadku kiedy w obiekcie zajdzie konieczność złączenia agregatu prądowłóczego !!!
- W przypadku istnienia instalacji odgromowej na budynku, należy zastosować ograniczniki przepięciowe strona AC i DC
- typu SPD T1+T2 oraz uzziemienia z linki LgY 16mm² prace wykonać zgodnie z aktualną normą odgromową PE-EN 62305

LEGENDA

- Istniejąca instalacja elektryczna
- Projektowana instalacja elektryczna AC

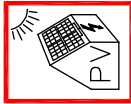


Lokalizacja	Szkoła Pocztabowa w Paprothi, Paprothi ul. Zielona 12, 62-513 Krzymów
Przeznaczenie	Schemat elektryczny instalacji monitoru magazynu energii
Imię i nazwisko	mgr inż. Norbert Gajda
Projektował	mgr inż. Norbert Gajda
Weryfikował	mgr inż. Norbert Gajda
Nr rys. E.1.1	Nr urz.energet. LUB/0068/PWB/E/15
Podpis	

INSTALACJE OZNAKOWAĆ

ZGODNIE Z PN-HD 60364-7-712

- w złączu instalacji elektrycznej
- w miejscu pomiaru jeśli jest poza złączem
- w tablicy zasilającej falownik



OZNACZENIA NA OBDOWACH:

OZNACZENIA PRZY MAGAZYNIE:

MAGAZYN ENERGII ELEKTRYCZNEJ

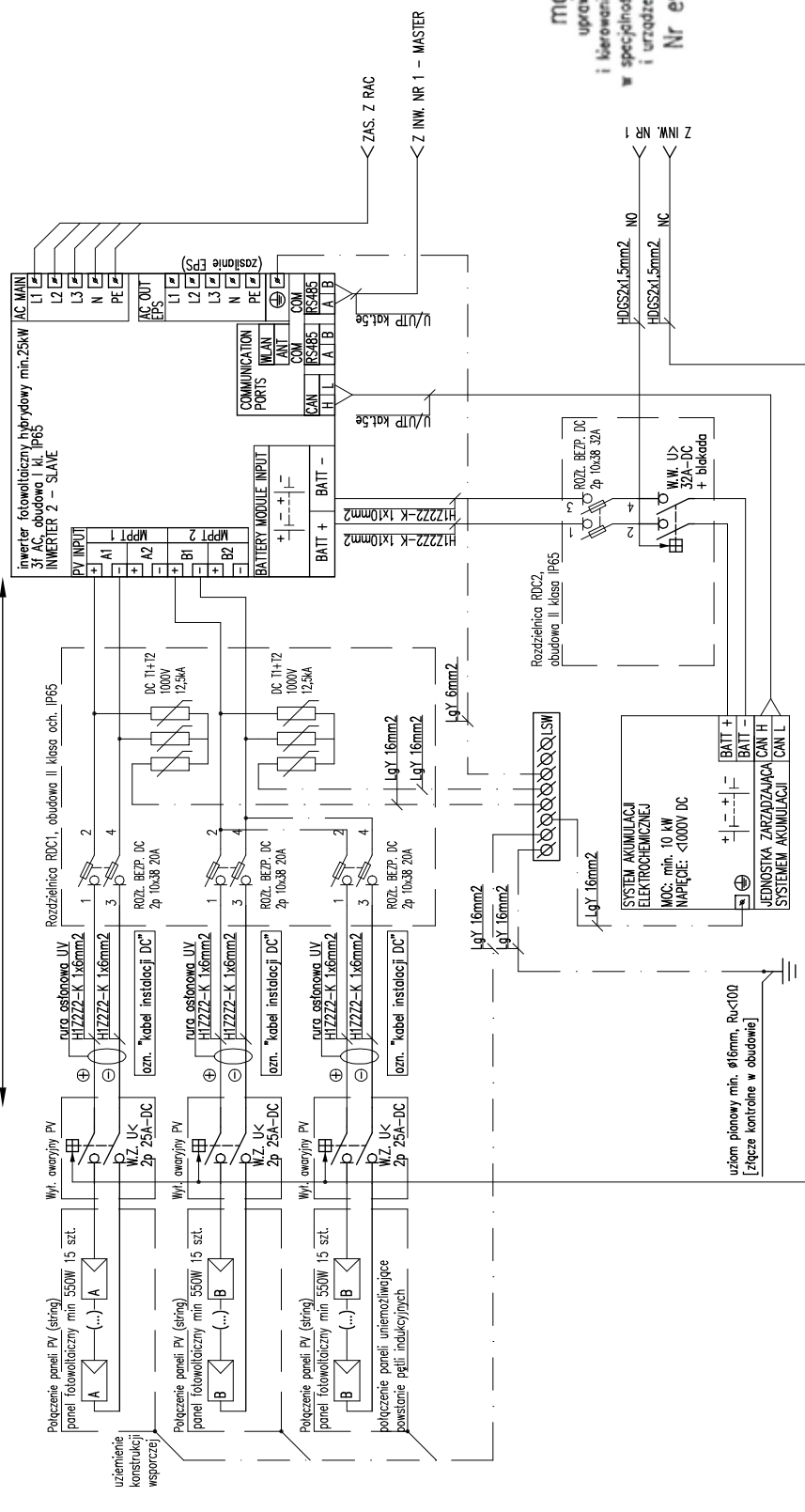
Rozdzielnia RDC1

Rozdzielnia RDC2

Rozdzielnia RAC

Inwerter INV

L<10m



UWAGI

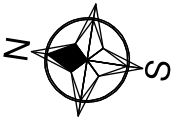
- !!! Należy bezwzględnie wyłączyć instalację fotowoltaiczną, w przypadku kiedy w obiekcie
- zajdzie konieczności załączenia agregatu prądowłórczego !!!
- W przypadku istnienia instalacji odgromowej na budynku, należy zastosować ograniczniki
- przepięciowe strona AC i DC
- typu SPD T1+T2 oraz uzziemienia z linki LgY 16mm² prace wykonać zgodnie z aktualną
- norma odgromową PE-EN 62305

LEGENDA

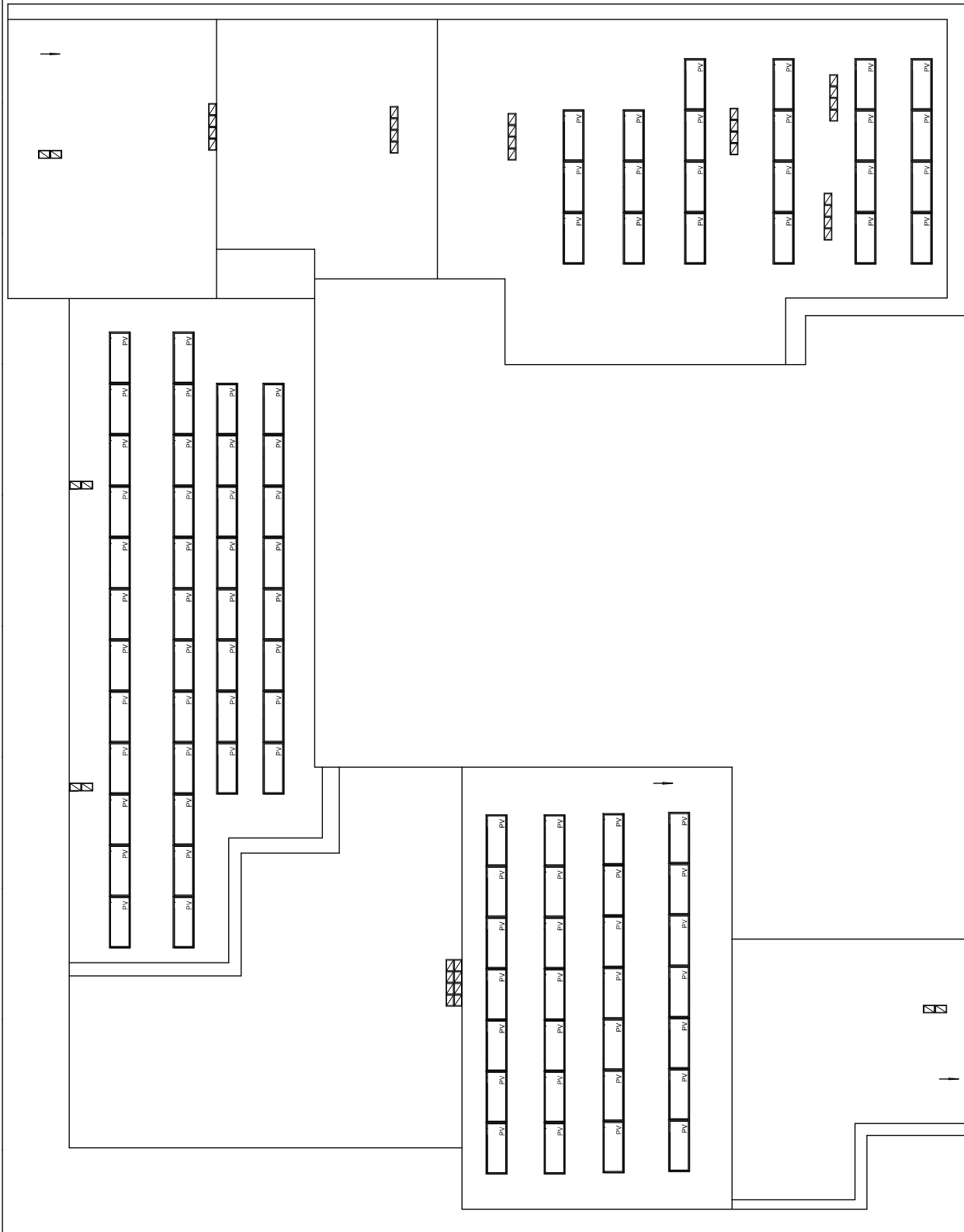
- Istniejąca instalacja elektryczna
- Projektowana instalacja elektryczna AC

mgr inż. Norbert Gajda
 uprawnienia budowlane do projektowania
 i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
 w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
 i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
 Nr ewid. LUB/0068/PWBE/15

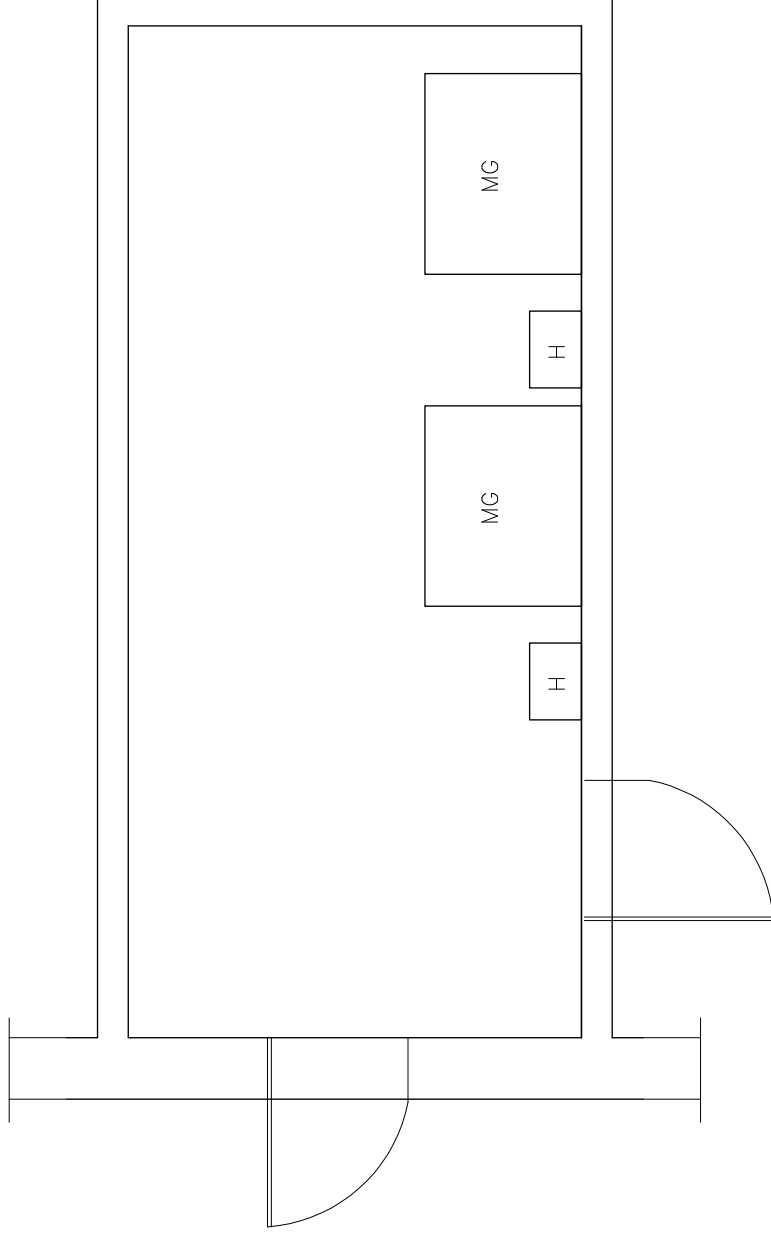
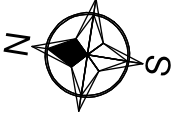
Lokalizacja	Szkoła Podstawowa w Papromi, Paprochna ul. Zielona 12. 62-513 Kozłów		
Przedmiot rysunku	Nr umowy	Specjalność	Nr. ewid.
Projektował	mgr inż. Norbert Gajda	Branża elektryczna	LUB/0068/PWBE/15
Schemat elektryczny instalacji magazynu energii			



mgr inż. Norbert Gajda
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. LUB/0068/PWBE/15



Lokalizacja	Szkoła Podstawowa w Paprotni, Paprotnia ul. Zielona 12, 62-513 Kozłów		
Przedmiot Dyskusji	Rezult lokalizacji instalacji fotowoltaicznej		
Projektował	Imię i nazwisko	Specjalność	Nr uprawnień
	mgr inż. Norbert Gajda	Brana elektryczna	LUB/0068/PWBE/15
			Nr rys. E.Z
			Podpis



mgr inż. Norbert Gajda
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. LUB/0068/PWBE/15

MG – Magazyn Energii
H – Falownik Hybrydowy

Lokalizacja	Szkoła Podstawowa w Paprotni, Paprotnia ul. Zielona 12, 62-513 Kozłów		
Przedmiot Dyskursu	Pomieszczenie magazynu energii		Nr rys. E.3
	Imię i nazwisko	Specjalność	Nr uprawnień
Projektował	mgr inż. Norbert Gajda	Branoza aktywna	LUB/0068/PWBE/15

Legenda:

Przewód pod napięciem



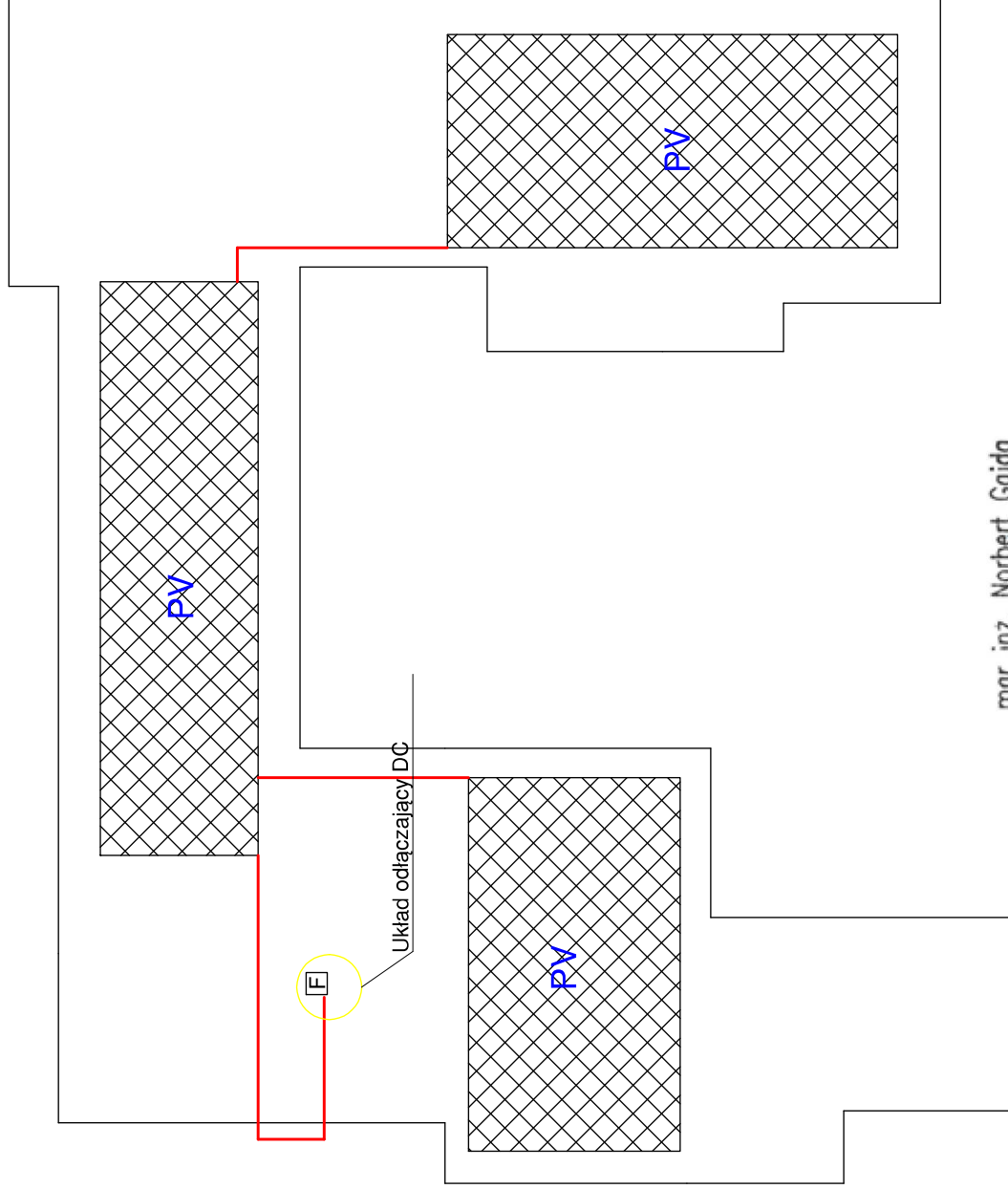
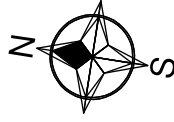
Generator PV



Pozycja układu zwalniającego DC



Układ odłączający DC



mgr inż. Norbert Gajda
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. LUB/0068/PWBE/15

Szkoła Podstawowa w Paprotni, Paprotnia ul. Żelazna 12, 62-513 Kozłów

Lokalizacja

Przedmiot

Dysyplin

Plan instalacji dla elektrownic

Imię i nazwisko

mgr inż. Norbert Gajda

Specjalność

Bransza

elektryczna

Nr rys.

E.4

Podpis

Nr uprawnień

LUB/0068/PWBE/15

EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO DACHU

POD MONTAŻ INSTALACJI PANELI FOTOWOLTAICZNYCH

ADRES INWESTYCJI:

Szkoła Podstawowa w Paprotni

Paprotnia, ul. Zielona 12

62-513 Krzymów

Damian Okraska
mgr inż. budownictwa
Uprawnienia budowlane do projektowania
i nadzoru robotami budowlanymi w specjalności
konstrukcyjnej - budownictwo ogólnego
Nr ewid. 51475772/PWBKb/15

Opracował
mgr inż. Damian Okraska
upr. Nr SLK/5772/PWBKb/15

1. DANE WYJŚCIOWE

Panel fotowoltaiczny Ciężar 35kg Ciężar jednostkowy ~ 17,50 kg/m²

Podkonstrukcja zgrzewana z płytami montażowymi na papę

Pokrycie dachu: papa

Typ i nachylenie dachu: dwu-spadowy (płaski, nachylenie <5°)

Stan konstrukcji dachu: dobry

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- opinia techniczna możliwości montażu paneli fotowoltaicznych została sporządzona na podstawie oględzin obiektu budowlanego, dostępnej dokumentacji i po analizie obciążeń,
- Ustawa z dnia 07.07.1994r. Prawo Budowlane (tekst jednolity Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami),
- Przepisy wykonawcze do ustawy Prawo Budowlane a w szczególności rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami).
- Polskie normy budowlane, przepisy, zasady wiedzy technicznej oraz literatura techniczna.

3. PRZEDMIOT, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

- Przedmiotem jest opinia techniczna stanu istniejącego budynku oraz analiza obciążeń konstrukcji.
- Celem jest ocena możliwości zainstalowania paneli fotowoltaicznych.
- Zakres oceny obejmuje nadziemne elementy konstrukcyjne budynku w szczególności konstrukcje dachu, gdyż oddziaływanie na pozostałe elementy konstrukcyjne budynku jest znikome.

4. CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU OPRACOWANIA

Przedmiot oceny - budynek szkoły podstawowej. Panele zainstalowane mają być na dachu płaskim, pokrytym papą. Mocowanie paneli za pomocą systemowego zgrzewania podkonstrukcji do papy.

5. OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW BUDYNKU

Ocena na podstawie zadowolającego zachowania się konstrukcji w przeszłości w aspekcie oceny stanu granicznego użyteczności z uwagi na to, że obiekt wykonano wg wcześniej obowiązujących przepisów, norm i wiedzy budowlanej. Długi okres użytkowania nie budzi istotnych zastrzeżeń. Na podstawie opracowania WACETOB z 2000r. przyjęto następujące kryteria oceny:

Lp.	Klasyfikacja stanu technicznego elementu	Procentowe zużycie	Kryterium oceny
1	Bardzo dobry	0-10	Element budynku (lub rodzaj konstrukcji, wykończenia, wyposażenia) jest dobrze utrzymany, konserwowany, nie wykazuje zużycia i uszkodzeń. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymogom normy.
2	Dobry	11-25	Element budynku nie wykazuje większego zużycia. Mogą wystąpić nieznaczne uszkodzenia wynikające z użytkowania szczególnie mechaniczne. Element wymaga konserwacji
3	Średni	26-50	Element budynku utrzymany jest zadowolająco. Celowy jest remont bieżący polegający na drobnych naprawach, uzupełnieniach, konserwacji, impregnacji itp.
4	Nie zadowolający	51-60	W elementach budynku występują średnie uszkodzenia i (Ubytki nie zagrażające bezpieczeństwu publicznemu. Celowy jest częściowy remont kapitalny.
5	Zły	61-70	W elementach budynku występują znaczne uszkodzenia, ubytki. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów mają obniżoną klasę. Wymagany kompleksowy remont kapitalny.

OCENA STANU TECHNICZNEGO

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne nośne - bez widocznych uszkodzeń (pęknięć czy zarysowań), ocenia się stan techniczny ścian jako bardzo dobry, konstrukcja dachu - na podstawie oględzin zewnętrznych i wewnętrznych konstrukcji dachu nie stwierdzono żadnych uszkodzeń konstrukcji. Nie zauważono przekroczenia granicznych ugięć konstrukcji dachowej. Ocenia się stan techniczny jako bardzo dobry.

6. LOKALIZACJA

Paprotnia, ul. Zielona 12 62-513 Krzymów

7. PROJEKTOWANY WARIANT OBCIĄŻENIA PANELE FOTOWOLTAICZNE

obciążenie jednostkowe 0,25-0,28 kN/m²

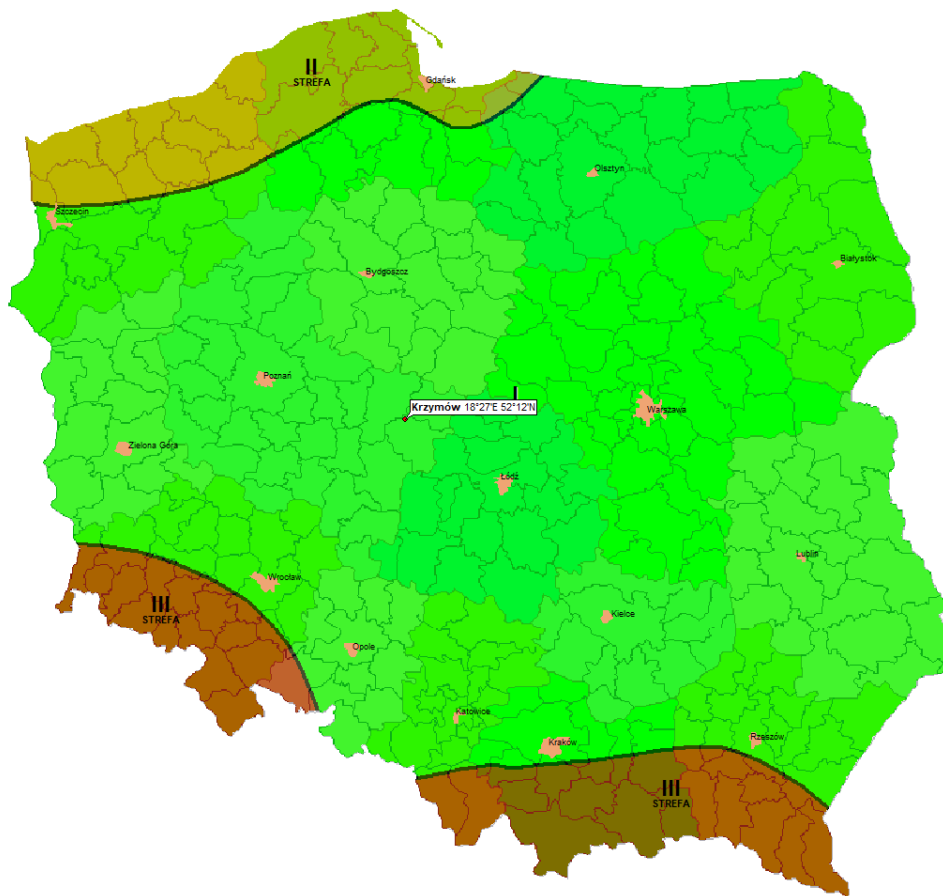
8. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Podstawa obliczeń

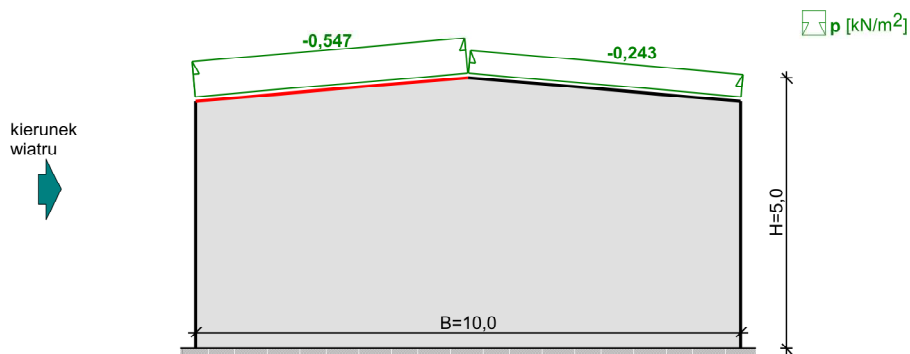
Lp.	Nr normy PN	Tytuł normy PN
1	PN-B-01025:2004	Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych.
2	PN-82/B-02000	Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
3	PN-83/B-02482	Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
4	PN-B-03002:2007	Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczenie
5	PN-81/B-03020	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
6	PN-B-03150:2000 oraz Az1:2001, Az2:2003, Az3:2004	Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
7	PN-90/B-03200	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
8	PN-B-03264:2002 Ap1:2004	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie
14.	PN-80/B-02010/Az 1 :2006	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem.

Obciążenie wiatrem

- obciążenie wiatrem - I strefa



Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-3



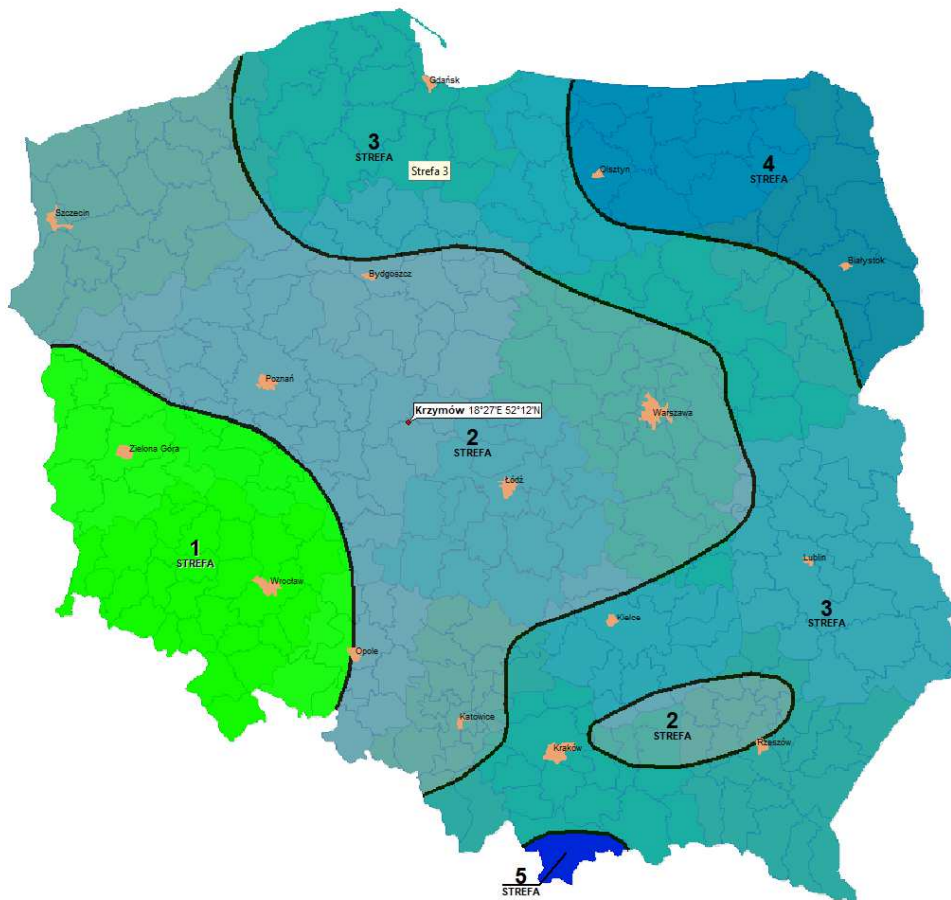
Połąć nawietrzna:

- Budynek o wymiarach: $B = 10,0$ m, $L = 50,0$ m, $H = 5$ m
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci $\alpha = 5,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; $H = 100$ m n.p.m. $\rightarrow q_k = 300$ Pa
 - $q_k = 0,300$ kN/m²
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; $z = H = 5,0$ m $\rightarrow C_e(z) = 0,5 + 0,05 \cdot 5,0 = 0,75$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $\beta = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:

budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$
 - Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 $C_z = -0,9$
 - Współczynnik aerodynamiczny C:
 $C = C_z - C_w = -0,9 - 0 = -0,9$
 Obciążenie charakterystyczne:
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 0,75 \cdot (-0,9) \cdot 1,80 = -0,364 \text{ kN/m}^2$
 Obciążenie obliczeniowe:
 $p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,364) \cdot 1,5 = -0,547 \text{ kN/m}^2$

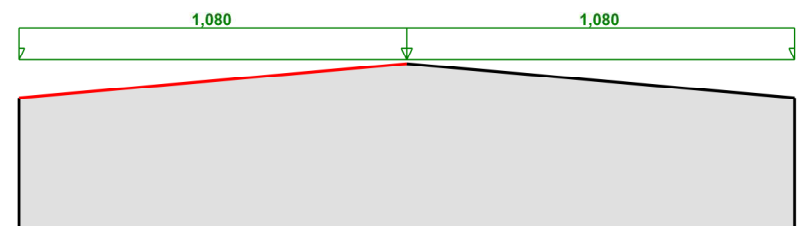
Obciążenie śniegiem

obciążenie śniegiem - II strefa



Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1

s [kN/m²]



Połąć bardziej obciążona:

- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 2 → $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 5,0^\circ$
 - $C_2 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 0,800 = \mathbf{0,720 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,720 \cdot 1,5 = \mathbf{1,080 \text{ kN/m}^2}$$

9. OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Obliczenia dla paneli fotowoltaicznych

DANEWymiary przekroju:

Przekrój krytyczny płyty jednokierunkowo zbrojonej

Grubość płyty $h = 14,0 \text{ cm}$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,11$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Zbrojenie główne:

Klasa stali: A-III (**34GS**) → $f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów $\phi = 12 \text{ mm}$

Procent przęsłowego zbrojenia rozciąganego doprowadzonego do podpory: 50,0%

Obciążenia (przekrój przęsłowy):

Moment obliczeniowy $M_{Sd} = 7,00 \text{ kNm}$

Moment charakterystyczny całkowity $M_{Sk} = 12,50 \text{ kNm}$

Moment charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 12,50 \text{ kNm}$

Siła poprzeczna obliczeniowa $V_{Sd} = 15,00 \text{ kN}$

Rozpiętość efektywna płyty $l_{eff} = 4,75 \text{ m}$

Współczynnik ugięcia $\alpha_k = (5/48) \times 1,00$

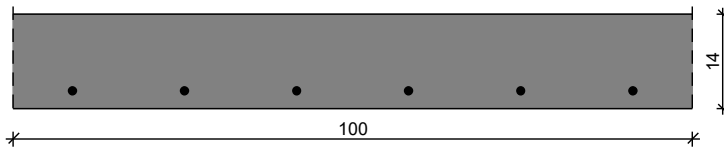
ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla przekryć dachowych (wg tablicy 8)}$

WYNIKI - PŁYTA (wg PN-B-03264:2002):



Zginanie:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,79 \text{ cm}^2$ na 1 mb płyty.

Przyjęto $\phi 12$ co $16,5 \text{ cm}$ o $A_s = 6,85 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,60\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 7,00 \text{ kNm} < M_{Rd} = 25,19 \text{ kNm}$ (27,8%)

Ścinanie:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 15,00 \text{ kN} < V_{Rd1} = 78,28 \text{ kN}$ (19,2%)

SGU:

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,137 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (45,5%)

Ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 30,89 \text{ mm} < a_{lim} = 4750/150 = 31,67 \text{ mm}$ (97,5%)

10. WNIOSKI I POLECENIA

Opierając się na ocenie stanu technicznego oraz na analizie obciążeń stwierdzam, iż dodatkowe obciążenia spowodowane montażem paneli fotowoltaicznych na dachu budynku nie będą miały wpływu na bezpieczeństwo użytkowania obiektu.

11. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Na podstawie dokonanych oględzin oraz po przeprowadzeniu obliczeń statyczno-wytrzymałościowych elementów konstrukcji budynku stwierdza się że stan konstrukcji jest dobry, a dodatkowe obciążenia spowodowane montażem instalacji paneli fotowoltaicznych nie będą w istotny sposób oddziaływać na bezpieczeństwo użytkowania obiektu.

Obciążenie wraz z konstrukcją montażową będzie przekazywane bezpośrednio na ustrój nośny dachu (rozkładającej obciążenie skupione na obciążenia liniowe) co ogranicza możliwość występowania przekroczenia stanu granicznego nośności oraz stanu granicznego użytkowania.

Projektant zastrzega, aby każdorazowo przed rozpoczęciem prac montażowych zwracać uwagę na stan konstrukcji nośnej dachu w bezpośrednim miejscu montażu ogniw fotowoltaicznych m.in. występujących ugięć, spękań, oraz oznak korozji biologicznej. Wszystkie tego typu wady konstrukcyjne mogą świadczyć o możliwej konieczności zmiany miejsca montażu i w związku z czym każdą wątpliwość należy zgłosić i skonsultować przed rozpoczęciem prac montażowych.