

I. PROJEKT TECHNICZNY.

INSTALACJA ELEKTRYCZNA I FOTOWOLTAICZNA

Nazwa zamierzenia budowlanego:	BUDOWA ZEWNĘTRZNEJ I WEWNĘTRZNEJ INSTALACJI GAZU W CELU ZASILANIA KOTŁÓW GAZOWYCH, INSTALACJA POMP CIEPŁA ORAZ URZĄDZEŃ FOTOWOLTAICZNYCH Z BUDOWĄ ZEWNĘTRZNEJ INSTALACJI CENTRALNEGO OGRZEWANIA W RAMACH ZADANIA „MODERNIZACJA ŹRÓDŁA CIEPŁA DO BUDYNKÓW SZKOLNYCH W BOLKOWIE-RFIL”
Kategoria obiektu budowlanego:	IX – budynek nauki i oświaty
Adres inwestycji:	ULICA BOLKA 8C, 59-420 BOLKÓW, DZ. NR 427, OBRĘB 0002 BOLKÓW JEDNOSTKA EWIDENCYJNA 020502_4
Inwestor:	GMINA BOLKÓW RYNEK 1 59-420 BOLKÓW

PROJEKTANT	IMIĘ, NAZWISKO, NR UPRAWNIEŃ	DATA	PODPIS
OPRACOWANIE INSTALACJE ELEKTRYCZNE: PROJEKTANT	mgr inż. Daniel Kociemba uprawnienia bud. do projektowania bez ograniczeń w zakresie sieci i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr ewid. 129/DOŚ/06	06.2022r	
OPRACOWAŁ	mgr inż. Lucjan Łopuszański		
SPRAWDZAJACY	mgr inż. Jakub Mielcarek uprawnienia bud. do projektowania bez ograniczeń w zakresie sieci i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr ewid. 346/DOŚ/11		
OPINIA KONSTRUKCYJNA PROJEKTANT	mgr inż. Grzegorz Godek uprawnienia bud. do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. 4/DOŚ/11	06.2022r	
SPRAWDZAJACY	mgr inż. Norbert Cieniak uprawnienia bud. do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. 176/DOŚ/07		

Nazwa zamierzenia budowlanego:	BUDOWA ZEWNĘTRZNEJ I WEWNĘTRZNEJ INSTALACJI GAZU W CELU ZASILANIA KOTŁÓW GAZOWYCH, INSTALACJA POMP CIEPŁA ORAZ URZĄDZEŃ FOTOWOLTAICZNYCH Z BUDOWĄ ZEWNĘTRZNEJ INSTALACJI CENTRALNEGO OGRZEWANIA W RAMACH ZADANIA „MODERNIZACJA ŹRÓDŁA CIEPŁA DO BUDYNKÓW SZKOLNYCH W BOLKOWIE-RFIL”
Kategoria obiektu budowlanego:	IX – budynek nauki i oświaty
Adres inwestycji:	ULICA BOLKA 8C, 59-420 BOLKÓW, DZ. NR 427, OBRĘB 0002 BOLKÓW JEDNOSTKA EWIDENCYJNA 020502_4
Inwestor:	GMINA BOLKÓW RYNEK 1 5-420 BOLKÓW

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

Na podstawie art. 20 ust.4 z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo budowlane (tekst jednolity Dz.U.2013r. poz. 1409 z późniejszymi zmianami)

NIŻEJ PODPISANI PROJEKTANCI OŚWIADCZAJĄ

że niniejszy projekt budowlany został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Zawartość projektu budowlanego spełnia wymagania Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 27 kwietnia 2012 r. w sprawie zakresu i formy dokumentacji projektowej. Niniejsze opracowanie jest zgodne z umową i kompletne z punktu widzenia celu, któremu ma służyć. Przedmiotowy projekt (utwór architektoniczny) jest chroniony prawem autorskim zgodnie z Ustawą z dn. 08.07.2010 r. 'O zmianie ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych oraz ustawy o kosztach sądowych w sprawach cywilnych' (Dz.U. z 2010 nr 152, poz.1016).

PROJEKTANT	IMIĘ, NAZWISKO, NR UPRAWNIEŃ	DATA	PODPIS
OPRACOWANIE INSTALACJE ELEKTRYCZNE: PROJEKTANT	mgr inż. Daniel Kociemba uprawnienia bud. do projektowania bez ograniczeń w zakresie sieci i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr ewid. 129/DOŚ/O6	06.2022r	
OPRACOWAŁ	mgr inż. Lucjan Łopuszański		
SPRAWDZAJACY	mgr inż. Jakub Mielcarek uprawnienia bud. do projektowania bez ograniczeń w zakresie sieci i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr ewid. 346/DOŚ/11		
OPINIA KONSTRUKCYJNA PROJEKTANT	mgr inż. Grzegorz Grodek uprawnienia bud. do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. 4/DOŚ/11	06.2022r	
SPRAWDZAJACY	mgr inż. Norbert Cieniak uprawnienia bud. do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. 176/DOŚ/07		

A. CZĘŚĆ OPISOWA

I.	PROJEKT TECHNICZNY.....	1
	INSTALACJA ELEKTRYCZNA I FOTOWOLTAICZNA	1
	OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW	2
I.	OPIS TECHNICZNY – CZĘŚĆ OGÓLNA	5
1.	DANE OGÓLNE DOTYCZĄCE OPRACOWANIA	5
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA	5
3.	ZAKRES OPRACOWANIA	5
II.	INSTALACJE ELEKTRYCZNE I FOTOWOLTAICZNE.....	6
1.	ZAKRES OPRACOWANIA	6
2.	AKTY PRAWNE. NORMY	6
3.	OPIS OBIEKTU	6
4.	OPIS TECHNICZNY INSTALACJI.....	7
4.1.	Warunki zasilania – stan istniejący	7
4.2.	Łącznica pośrednia.	7
4.3.	Wyłącznik Pożarowy zasilania obiektu	8
4.4.	Rozdzielnie pomp ciepła (RPC) w Kotłowni.....	8
4.5.	Instalacja PV . Generatory DC	8
4.6.	Rozdzielnie RPV	9
4.7.	Inwertery INV1- INV3.....	9
4.8.	Wymagania materiałowe i sprzętowe.....	10
4.9.	Obliczenia:	10
4.10.	Bilans mocy i energii	11
5.	OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA	11
6.	OCHRONA PRZED PRZEPIĘCIAMI AC.....	11
7.	KOMUNIKACJA LAN	11
8.	INSTALACJA ODGROMOWA	11
9.	REALIZACJA WYTYCZNYCH KGSP W SPRAWIE BEZP.P.POŻAROWEGO.....	12
10.	UWAGI KOŃCOWE.....	12
11.	WYKAZY MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH	12
12.	METODYKA INSTRUKTAŻU STANOWISKOWEGO.....	12
13.	INFORMACJA O WYDZIELENIU I OZNAKOWANIU TERENU	13
14.	ŚRODKI TECHNICZNE I ORGANIZACYJNE ZAPOBIEGAJĄCE NIEBEZPIECZEŃSTWOM I ZAGROŻENIOM ŻYCIA I ZDROWIA.....	13
III.	OPINIA TECHNICZNA BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ	14
1.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA	15
2.	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	15
3.	CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU.....	15
4.	OCENA TECHNICZNA STANU ISTNIEJĄCEGO	15
5.	STAN PROJEKTOWY.....	18
5.1.	Zestawienie obciążeń	18
5.2.	Analiza statyczno-wytrzymałościowa	19
6.	WNIOSKI I ZALECENIA	23
IV.	ODSTĄPIENIE OD ZATWIERDZONEGO PROJEKTU	24
V.	UWAGI	24

B. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Nr rys.	Temat	skala
---------	-------	-------

Instalacje elektryczne i fotowoltaiczne

E1	Schemat układu zasilania	-
E2	Rzut dachu. Instalacja PV	1:250
E3	Lokalizacja RPV i INV w Kotłowni	1:50
E4	Schemat elektryczny instalacji PV Segmenty A,B,C	-
E5	Schemat elektryczny RPC1	-
E6	Schemat elektryczny RPC2	-
E7	Schemat elektryczny RPC3	-

I. OPIS TECHNICZNY – CZĘŚĆ OGÓLNA

1. DANE OGÓLNE DOTYCZĄCE OPRACOWANIA

rodzaj dokumentacji	Projekt techniczny
przeznaczenie	Budynek oświaty
inwestor	Gmina Bozków; Rynek 1, 59-420 Bozków
adres budowy	ul. Bołka 8C, 59-420 Bozków dz. nr 427 obręb 0002 Bozków

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zlecenie Inwestora
- Wizja lokalna dokonana przez autorów opracowania
- Robocze uzgodnienia z Inwestorem dotyczące rozwiązań funkcjonalnych i budowlanych
- Przepisy, normy i technologie dla stosowanych materiałów i urządzeń
- PN, PN-EN, PN-ISO, certyfikaty i aprobaty techniczne
- Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych

3. ZAKRES OPRACOWANIA

Celem opracowania jest budowa instalacji fotowoltaicznej typu "On-grid" o łącznej mocy 119,85 kWp w trzech etapach (po 39.95 kWp/ etap) połączonej z publiczną siecią energetyczną poprzez trzy niezależnie opomiarowane wewnętrzne instalacje elektryczne obiektu - do kompensacji poboru energii elektrycznej przez obiekt energią z OZE oraz zasilanie projektowanej kotłowni z powietrznymi pompami ciepła. W pierwszym etapie budowy zostaną wykonane instalacje zasilające do projektowanych pomp ciepła (3 szt) oraz pełne okablowanie instalacji fotowoltaicznych . W drugim etapie nastąpi kompletny montaż dachowej instalacji PV o mocy 39.95 kWp z podłączeniem do wykonanego wcześniej okablowania. Instalacja ta wyprodukowaną energią OZE skompensuje częściowo pobory energii przez pompy ciepła. W trzecim etapie nastąpi montaż dwóch instalacji fotowoltaicznych o mocach 2 x po 39.85 kWp które łącznie zasilą wszystkie trzy odrębnie opomiarowane instalacje i skompensują energią z OZE pobory pomp ciepła.

II. INSTALACJE ELEKTRYCZNE I FOTOWOLTAICZNE

1. ZAKRES OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie dla części PV obejmuje projekt instalacji stałoprądowej DC i zmiennoprądowej AC wszystkich segmentów instalacji z przyłączeniem systemów PV do wewnętrznej instalacji Nn w obiekcie a także zabudowę paneli na balastowej konstrukcji systemowej dla dachów płaskich pokrytych papą, rozdzielnic RPV, inwerterów oraz okablowania a w tym:

- montaż konstrukcji systemowej na dachach.
- montaż 282 szt. paneli fotowoltaicznych na konstrukcji systemowej o mocy jednostkowej 425 Wp każdy (94 szt. paneli w każdym etapie)
- montaż 3 szt. trójfazowych inwerterów o mocach AC 40 kW każdy
- montaż rozdzielnic RPV AC/ DC (RPV1-RPV3)
- montaż linii zasilających AC wraz z podłączeniem do projektowanych rozdzielni pomp ciepła
- (RPC) w pomieszczeniu Kotlewni oraz dla części instalacji elektrycznej zasilającej
- montaż łącznicy/łącznic pośrednich przy ścianie zachodniej łącznika budynku B i C
- montaż potrójnego wyłącznika pożarowego wyzwalanego przyciskami PWP
- montaż 3 szt. linii zasilających (LZ1-LZ3) do zasilania rozdzielnic pomp ciepła w pomieszczeniu Kotlewni.

2. AKTY PRAWNE. NORMY

- Aktualne przepisy Ustawy z dnia 07 lipca 1994 Prawo budowlane (tekst jednolity Dz.U. z 2020 r poz. 1333 wraz z późniejszymi zmianami).
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. z 1997 r.Nr 54,poz.348 ze zm.)
- Rozporządzenie MI z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U 2015 nr 75 poz 1422 z późn.zm.).
- Normy:
 - PN-HD 60364 -5-523:2001 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
 - PN-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa
 - PN-HD 60364- 7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Fotowoltaiczne systemy zasilania.
 - PN-EN 62446-1:2016-08E Wymagania dot. instalacji PV podłączonych do sieci energetycznych
 - PN-EN 32305- 1,2,3 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.
 - PN-EN 12464-1:2004 - Norma oświetleniowa
 - Katalogi: Helukabel, Lappkabel, TF Kable „Kable i przewody elektroenergetyczne” - edycja czerwiec 2020.
 - Tabele doboru wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długo-trwała przewodów i kabli.

3. OPIS OBIEKTU

Obiekt tworzy wielosegmentowy kompleks budynków murowanych o różnej ilości kondygnacji wybudowanych w technologii tradycyjnej. Dla celów niniejszego opracowania istotne są : Budynki Szkoły Podstawowej opisane jako A,B,C połączone wspólnym parterowym łącznikiem. Dachy obiektu quasi płaskie dośrodkowo dwuspadowe ze spadkiem 5% pokryte papą termozgrzewalną. Obiekt w ramach planowanej termomodernizacji zostanie wyposażony w 3 powietrzne pompy ciepła o łącznej pobieranej maksymalnej mocy elektrycznej 60 kWe. Pompy mają pracować w kaskadzie ze szczytowym kotłem gazowym dla zapewnienia CO i CWU w całym obiekcie.

Lokalizacja budynków zapewnia montaż generatorów PV DC z azymutem 5° na zachód od kierunku południowego z pełnym całorocznym oświetleniem słonecznym. Nie istnieją bowiem żadne przeszkody terenowe które mogły by zacieniać projektowane instalacje PV na wszystkich budynkach.

W czasie przeprowadzonej wizji lokalnej nie stwierdzono również by montaż projektowanej instalacji PV stwarzał jakiegokolwiek zagrożenia lub ograniczenia dla istniejącego otoczenia oraz funkcjonowania obiektu. Projektowany montaż instalacji PV nie zmienia dotychczasowego sposobu zagospodarowania i użytkowania terenu oraz sąsiednich obiektów budowlanych i nie wprowadza dodatkowych uciążliwości dla środowiska. Projektowana instalacja nie jest przedsięwzięciem mającym znaczące oddziaływania na środowisko wg Rozporządzenia RM z dnia 10 września 2019 r.

Obiekt nie jest objęty ochroną konserwatorską i ochroną przyrody.

Podstawowe dane dotyczące obu segmentów projektowanej instalacji PV przedstawiono w Tab.nr 1. dla pojedynczego monokrystalicznego panela o mocy $P = 425 \text{ Wp}$.

Karta wymagań wobec paneli PV w opisie.

4. OPIS TECHNICZNY INSTALACJI.

4.1. Warunki zasilania – stan istniejący

Poszczególne segmenty obiektu szkoły są zasilane z szafek pomiarowo-złączowych (SZP) usytuowanych na zewnątrz budynku na ścianie zachodniej łącznika pomiędzy segmentami B i C. Szafki te są zasilane ze wspólnego złącza kablowego ZK-3 usytuowanego obok. Całkowity przydział mocy na cały obiekt wynosi 120 kW i jest rozdzielony na trzy odrębnie opomiarowane WLZ po 40 kW każda z zabezpieczeniem przedlicznikowym po 63 A (pomiar bezpośredni) i wykonane przewodem $5 \times \text{LY } 16 \text{ mm}^2$ w rurach instalacyjnych. . Te trzy WLZ są podłączone do rozdzielni głównej obiektu (RG) usytuowanej na parterze segmentu B i są w niej zabezpieczone. Oznakowanie ich jest następujące:

1. WLZ -1 (Pomiar licznikiem nr 1610, (PPExxx693432) zasilająca część obiektu „Szkoła Podstawowa” Na zasilaniu tym w RG znajduje się ręczny wyłącznik prądu opisany jako Pożarowy Wyłącznik Prądu” Zabezpieczenia zasilanych tą linią obwodów znajdują się w RG. Z tej WLZ jest również zasilane pomieszczenie Kotłowni (gG35 A) w której jest planowany montaż pomp ciepła. Jest to WLZ z najmniejszym dotychczasowym poborem elektrycznym w stosunku do pozostałych dwóch. $Er1 = 3012 \text{ kWh}$ tj ok 7% całkowitego poboru.
2. WLZ-2 (Pomiar licznikiem nr 3265 PPExxx061665) zasilająca pozostałą część obiektu Szkoły Na obwodzie tym zastosowany jest Główny Wyłącznik Pożarowy wyzwalany przyciskami PWP w liczbie 4 szt. rozmieszczonych przy wejściach do budynku . Jako element wykonawczy zastosowano rozłącznik mocy typu DPX-160 A. Średnioroczne zużycie energii na tym liczniku to ok. $Er2 = 21\,162 \text{ kWh}$
3. WLZ-3 (pomiar licznikiem nr 1616 (PPExxx92330) zasilająca część obiektu będącego w przeszłości Gimnazjum oraz zespół rozdzielni Sal Gimnastycznych (dużej i małej) oraz kotłowni. Również i ten WLZ jest chroniony automatycznym Wyłącznikiem Pożarowym (DPX-160) wyzwalanym PWP wspólnymi dla WLZ -2 WLZ-3. Średnioroczny pobór energii elektrycznej wykazany na tym liczniku to ok. $Er3 = 21480 \text{ kWh}$.

4.2. Łącznica pośrednia.

W związku z planowanym montażem w pomieszczeniu Kotłowni rozdzielnic RPC zasilającej powietrzne pompy ciepła o jednostkowej mocy elektrycznej nominalnej 14 kW każda, oraz budową 3 segmentowej instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 119.85 kWp ($3 \times 39.95 \text{ kWp}$) projektuje się modyfikację całego układu zasilającego obiekt w następujący sposób:

- montaż łącznicy pośredniej (ŁP) wspólnej dla 3 szt WLZ wychodzących z szafek pomiarowo- złączowych (SZP) usytuowanych bezpośrednio przy zestawie ZK-3 tak by istniejące WLZ1-3 po wypięciu z SZP wystarczyły na długości do włączenia w ŁP. Jeśli okaże się to technicznie niewykonalne nie należy przedłużać istniejących kabli lecz wymienić je na nowe ponieważ są to krótkie odcinki

(rozdzielnia główna budynku do której są włączone jest za ścianą w odległości 1.5-2 m od SZP) lub rozdzielić łącznicę pośrednią na segmenty zamontowane (ŁP1-ŁP3) w pobliżu odpowiadających im szafek złączowo pomiarowych.(SZP) Umożliwi to wyprowadzenie z zacisków wyjściowych ŁP poza WLZ-ami do RG – linii zasilających (LZ1-LZ3) do zasilania rozdzielni pomp ciepła w pomieszczeniu Kotłowni (RPC)

Uwaga !

Montaż dodatkowych Łącznic Pośrednich (ŁP) jest bezwzględnie wymagany. Pominiecie ŁP i bezpośrednie podłączenie LZ oraz istniejących WLZ do wspólnych zacisków wyjściowych w szafkach SPZ jest zabronione.

- montaż linii zasilających LZ1 do LZ3 wykonanych kablem YKYżo $5 \times 16 \text{ mm}^2$ i wyprowadzonych z ŁP do budynku szkoły przez przepust w murze zewnętrznym ściany zachodniej przy ZK-3 i SZP bezpośrednio do kanału instalacyjnego pod podłogą korytarza w łączniku pomiędzy blokami A-B-C. Dalej prowadzenie kanałem

instalacyjnym do pomieszczenia Kotłowni w rurze osłonowej Arot ϕ 40 mm. (piwnica łącznika A-B) . Przepust przez mur zewnętrzny uszczelnić atestowaną masą ognioodporną do wytrzymałości ogniowej EI120.

- Pozostawienie bez zmian istniejącego układu zasilania obiektów Szkoły i Sali Gimnastycznej opisanego w pkt 4.1.

4.3. Wyłącznik Pożarowy zasilania obiektu

W związku ze zmianą konfiguracji układu zasilania projektuje się montaż potrójnego Głównego Wyłącznika Prądu wyzwalanego istniejącymi przyciskami PW (4szt) oraz dodatkowym zamontowanym przed wejściem do pomieszczenia Kotłowni. Projektowana koncepcja wyłączenia pożarowego eliminuje istniejącą wadę stanu obecnego który umożliwia automatyczne wyłączenie pożarowe tylko dla WLZ2 i WLZ 3 (dawne Gimnazjum + Sala Gimnastyczna) natomiast pożarowe wyłączenie prądu na WLZ1 (Szkoła Podstawowa) jest możliwe tylko ręcznie wyłącznikiem pakietowym starego typu i wątpliwego stanu technicznego.

Po wykonaniu projektowanych zmian w konfiguracji zasilania istniejące wyłączniki pożarowe typu DPX-160A dla dawnego Gimnazjum i Sali Gimnastycznej należy zdemonstrować i wykorzystać przy montażu projektowanego układu potrójnego. Schemat układu przedstawiono na Rys. E01

4.4. Rozdzielnie pomp ciepła (RPC) w Kotłowni

W celu doprowadzenia zasilania do każdej z 4 planowanych pomp ciepła dla przejrzystości układu projektuje się 3 niezależne rozdzielnie : pomp ciepła RPC1 , RPC2 oraz RP3 połączonych w następującej konfiguracji:

RPC1 – zasilana linią LZ1 z WLZ1.

RPC2 – zasilana linią LZ2 z WLZ2

RPC3 – zasilana linią LZ3 z WLZ3

Projektuje się rozdział zasilania planowanych pomp ciepła wg schematu:

Z RPC1 – będzie zasilana pompa ciepła PC1 i PC2 oraz segment A instalacji PV

Z RPC2 - będzie zasilana pompa ciepła PC3 oraz segment B instalacji PV

Z RPC3 – będzie zasilana pompa ciepła PC4 oraz segment C instalacji PV

Z istniejącej WLZ hydroforni (zab.w RG gG 35 A) będą zasilane układy automatyki i sterowania

PC i kotła gazowego oraz zestawów pompowych.

Powyższy podział ma swoje uzasadnienie wynikające ze znacznych różnic pomiędzy dotychczasowymi obciążeniami na poszczególnych WLZ-ach.

Schemat połączeń układu zasilania przedstawiono na Rys. E01

Schematy rozdzielni RPC1-RP2 i RP3 na rys nr E05,E06,E07

4.5. Instalacja PV . Generatory DC

Projektuje się trójsegmentową instalację fotowoltaiczną o łącznej mocy 119.85 kWp zamontowaną na dachach budynków Szkoły opisanych jako segmenty A,B,C. Każdy z segmentów jest odrębną instalacją PV o jednakowej mocy $P_v = 39,95$ kWp która w rozumieniu przepisów Ustawy OZE spełnia warunki mikroinstalacji przypisanej do odrębnego punktu poboru (PPE) i korzystającej z możliwości magazynowania nadmiaru energii elektrycznej w sieci OSD. Ponieważ Ustawa OZE nie ogranicza ilości instalacji PV dla jednego użytkownika istnieje możliwość kumulowania pożytków energetycznych z całej instalacji (3 segmenty) przez obiekt Szkoły na 3 punktach PPE. Taki sposób budowy instalacji nie wymaga wydania odrębnych Warunków Przyłączenia PV przez OSD Tauron . Są to bowiem 3 niezależne mikroinstalacje o mocy poniżej 50 kWp każda.

Każdy z odrębnych generatorów DC będzie składał się z **94** szt monokrystalicznych paneli o jednostkowej mocy **425 Wp** każdy połączonych w 3 stringi z optymalizatorami P-900 po dwa panele na optymalizator, w system równoważny z unikalnym systemem SolarEdge. Panele zostaną rozmieszczone na poszczególnych segmentach dachu w sposób przedstawiony na Rys. E02. Analizę parametrów wytrzymałościowych stropu wraz z opinią o dopuszczalności montażu paneli w projektowanej ilości zawarto w opisie branży konstrukcyjnej. Dośrodkowe pochylenie połączy dachu nie koliduje z pochyleniem paneli na konstrukcji .

Konfigurację elektryczną generatorów PV przedstawiono w **Tab.nr 1** . Połączenia zrealizowano przewodem solarnym o przekroju **S = 6 mm²** . Prowadzenie przewodów solarnych pod panelami bez osłony , mocowanie do konstrukcji systemowej opaskami odpornymi na UV. Prowadzenie poza obrysem paneli (generatora DC) po

połaciach dachu w rurze instalacyjnej RKUV karbowanej odpornej na UV o średnicy ϕ 28/32 mm ułożonej w metalowym korycie instalacyjnym z pokrywą mocowanym na wspornikach izolacyjnych klejonych do papy. Wprowadzone do rozdzielni ochronnikowych (**ROCH o IP-65**) odrębnych dla każdego segmentu generatorów DC i zamontowanych na pionowych ściankach rozdzielających segmenty dachu w miejscach wskazanych na **Rys E02** Wprowadzenie przewodów DC w rurze RKUV do rozdzielni ROCH przez dławice ϕ 32 montowaną od spodu rozdzielnic. Wyprowadzenie przewodów DC do rury RKHF ϕ 32 ułożonej w metalowym korycie kablowym z pokrywą na wspornikach klejonych do papy.

Rozdzielnice ochronnikowe ROCH wyposażone będą w ochronniki przepięć DC 1200 V typu I i II dla każdego stringu. Zaciski PE ochronników przepięć DC zamontowanych w ROCH połączyć z najbliższym zwodem instalacji odgromowej na pości dachu przewodem LY PE 25 mm² (wyjście z ROCH dławicą ϕ 10mm) przy pomocy zacisku krzyżowego do instalacji odgromowych. Stosować końcówki tulejkowe

Przewody DC z rozdzielni ROCH z trzech segmentów A,B,C instalacji PV zostaną wprowadzone do szachtu instalacyjnego prowadzącego z dachu **segmentu C** do pomieszczenia Kotłowni w piwnicy .

(pom.-1.30) przez wszystkie kondygnacje. Szacht należy wykonać z rury z twardego PCV, samogasnącego , bezhalogenowego o odporności ogniowej w klasie V1-V0 o średnicy ϕ 90 mm przybudowanej do komina wg lokalizacji wskazanej na **Rys.E02**. Przepusty przez stropy należy uszczelnić masą ognioodporną do **klasy EI120**. Na poszczególnych kondygnacjach rurę należy obudować płytą GK ogniochronną z zachowaniem estetyki wykonania. Przejście rury przez pokrycie dachu uszczelnić masą bitumiczna termozgrzewalną i zakończyć kolanem 180° aby nie dopuścić do zaciekania.

4.6. Rozdzielnie RPV

W pomieszczeniu Kotłowni przewody DC wyprowadzić z szachtu do 3 szt. rur instalacyjnych typu RLHF ϕ 28mm mocowanymi do ściany uchwytami i wprowadzić je do RPV1-RPV3 typu RN- 12 (IP-44)

Rozdzielnie RPV w części DC zostaną wyposażone podobnie jak ROCH w ochronniki przepięć DC 1200 V typu I i II dla każdego stringu. Połączenie RPV z odpowiadającymi im inwerterami INV1-INV3 wykonać przewodami DC dedykowanymi dla instalacji PV prowadzonymi w rurze instalacyjnej karbowanej typu RKHF ϕ 28 mm. W części AC RPV obwody AC inwerterów zostaną wyposażone w zabezpieczenie nadmiarowo prądowe typu S303 B 63A . Każdą rozdzielnię RPV zasilic z szyn zbiorczych odpowiadającej jej RPC(RP) przez rozłącznik bezpiecznikowy z wkładkami gG 63 A

Tab.nr 1

Generator PV	Liczba paneli	Moc PV [kWp]	Ilość optym. P900
PV1	94	39,95	16+16+15 = 47
PV2	94	39,95	16+16+15 = 47
PV3	94	39,95	16+16+15 = 47
Razem	282	119,85	141

4.7. Inwertery INV1- INV3

Obwody DC z rozdzielnic RPV zostaną wprowadzone do projektowanych 3 szt. inwerterów o mocy **40 kW(50kW) AC** każdy i równoważnych z unikalnymi systemami Solaredge lub Huawei. Inwertery te wyposażone w dodatkowe wyłączniki DC oraz moduły antywyspowe zgodne z normą PN-EN 50549 oraz kodeksami sieciowymi NC RfG. Tauron . Przywołane jako równoważne oba systemy pozwalają na monitoring instalacji na poziomie pojedynczego modułu i eliminują utrzymywanie się niebezpiecznego napięcia DC na stringu po odłączeniu inwertera od sieci AC. Maksymalne napięcie na pojedynczym optymalizatorze nie przekracza wówczas wartości **1 V** i w przypadku awaryjnego doziemienia jednego z biegunów instalacji DC na dachu budynku, eliminuje możliwość przypadkowego porażenia prądem osób dokonujących jakichkolwiek prac przy instalacji.

System ten po pożarowym wyłączeniu zasilania w całym obiekcie **zapewnia również bezpieczną akcję gaśniczą na dachu budynku z poziomu gruntu.**

Projektowane inwertery są wyposażone w liczniki wyprodukowanej energii elektrycznej w odczycie chwilowym i sumacyjnym od pierwszego uruchomienia jak również w moduł komunikacyjny w standardzie speedwire/webconnect/wifi/bluetooth/Rs-485 umożliwiające archiwizację i transmisję danych zmiennych do komputera PC przez sieć LAN do dowolnej bazy danych oraz archiwizacji na portalu producenta po zarejestrowaniu użytkownika. Możliwa jest również współpraca z modułami BMS w uzgodnionym protokole. Dane do logowania

winny być dostępne w dokumentacji Inwerterów. Zaimplementowana komunikacja Sunspec umożliwia zdalną kontrolę parametrów inwertera przez OSD po sieci energetycznej. Doprowadzenie sieci LAN lub uzyskanie zasięgu sieci Wi-Fi w korytarzu jest w gestii inwestora. Inwertery zasilic z odpowiadających in rozdzielni RPV przewodem elastycznym typu OMY 5 x 10 mm² w rurze instalacyjnej karbowanej bezhalogenowej (RKHF) o średnicy ϕ 25 mm

Lokalizację RPV

Schemat elektryczny segmentów instalacji PV przedstawiono na **Rys E04**.

4.8. Wymagania materiałowe i sprzętowe

Dla opisanych wyżej elementów instalacji określono następujące wymagania:

1. Wymagania wobec konstrukcji systemowych dla PV

- certyfikacja zgodnie z normą PN-EN 1090-1, PN-EN 1991-1-1 do 4 oraz , PN-En 61537:2007
PN-EN 1999-1-1

2. Wymagania wobec paneli PV

- monokrystaliczne
- moc jednostkowa nie mniejsza **niż 425 Wp**
- sprawność optyczna nie mniej niż 19%
- dodatnia tolerancja mocy
- powłoka antyrefleksyjna
- temperaturowy współczynnik mocy nie mniejszy niż - 0.42%/K
- temperaturowy współczynnik napięcia nie mniejszy niż - 0,32%/K
- wytrzymałość na obciążenie wiatr/śnieg nie mniej niż 5400 /2400 pa
- certyfikowane wg TUV, CE, IEC
- spełniający normy IEC61215 i IEC 61730
- z gwarancją producenta na produkt min 10 lat.

3. wymagania wobec inwerterów

- trójfazowe, typu " on grid „, równoważne z systemem Solaredge lub Huawei
- moc AC nie mniejsza niż 40 kW każdy
- sprawność nie mniejsza niż 97,5%,
- minimum 5 lat gwarancji producenta oraz serwis gwarancyjny na terenie Polski,
- napięcie wejściowe DC do 1000 V
- komunikacja Bluetooth®, WLAN
- zgodność z normami IEC61727 i EN-50549 oraz dyrektywami UE dot. napięcia,
- częstotliwości i kompatybilności elektromagnetycznej.

4. Wymagania wobec optymalizatorów

- nominalna moc wejściowa 900 W
- maksymalne napięcie wej. 80 V
- napięcie wyjściowe wyłączanego falownika - 1,0 V
- zgodność z normami :
EMC : FCC część 15 klasa B IEC61000-6-2 i 3
Bezpieczeństwo: IEC 62109 klasa II
Zabezpieczenie p.poż: VDE -AR-E 2100-712:2013-05

4.9. Obliczenia:

Przewidywany spadek napięcia na najbardziej oddalonym od inwertera obwodzie DC (L = 60 m) dla obciążenia znamionowego wyniesie:

$\Delta U_{DC} = I_N \times [2L/\gamma S] = 12,3 \times [2 \times 60/55 \times 6] = 4,47 \text{ [V]}$ I jest pomijalnie mały dla spodziewanego napięcia roboczego na stringu ($U_N = 600V$)

gdzie :

I_N - robocze natężenie prądu DC w Stringu w [A]

γ - konduktancja Cu (55 m/ Ω mm²)

S - przekrój poprzeczny przewodu Solarflex w [mm²]

L- długość obwodu w [m]

Obciążalność prądowa długotrwała przewodu Solarflex o S=6 mm wg PBUE z.10 tab 16 wynosi

$I_d = 40$ A i jest wielokrotnie większa od spodziewanego prądu zwarcia w stringu. ($I_{zws} = 13,8$ A dla paneli równoważnych). Z uwagi na zastosowanie systemu równoważnego z Solar Edge redukującego poprzez optymalizatory napięcie w stringu do poziomu dopuszczalnego (1000 V) nie ma potrzeby obliczania napięć U_{co} w niskich temperaturach.

4.10. Bilans mocy i energii

Roczna produkcja energii elektrycznej przez projektowaną instalację fotowoltaiczną

Erok -wyniesie:

$$E_R = W_n \times P_{pv} \times \mu \text{ [kWh]}$$

$$E_R = 1050 \times 1.08 \times 119,85 \times 0,87 = 118\,240 \text{ kWh/rok}$$

gdzie:

W_n – wskaźnik nasłonecznienia dla lokalizacji Kamienna Góra obniżony do wartości 1.08 z uwagi na mały kąt pochylenia paneli (13°)

odczytany z tabeli [Lit1] 1,10

P_{pv} – moc projektowanej instalacji PV w [kWp]

μ -- współczynnik sprawności instalacji (0,87)

Rzeczywista wartość wyprodukowanej w PV energii wpływającej na ostateczny bilans energetyczny obiektu wyniesie:

$$E_{RPV} = 0.5 E_R + 0.5 E_R - 30\% = 59120 + 41384 = 100\,504 \text{ kWh}$$

Powyższe wynika z założenia że średni czas pracy instalacji PV w skali roku praktycznie w połowie (50%) pokrywa się z czasem poboru energii przez obiekt (praca Szkoły w dzień) co skutkuje konsumpcją energii bezpośrednią nieobciążoną „opłatami” dla OSD oraz połową przekazaną do sieci od której OSD pobierze „opłatę” w wysokości 30%. Po zmianie sposobu rozliczania (netmetering) poziom różnicy cen pomiędzy energią autokonsumpcji (100% ceny) a energią sprzedaną operatorowi (70% ceny) pozostaje praktycznie bez zmian.

5. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

Projektowane instalacje elektryczne są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-HD-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” Jako podstawowy system ochrony od porażenia prądem elektrycznym zastosowano samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TN-S.

6. OCHRONA PRZED PRZEPIĘCIAMI AC

W rozdzielniach RPV oraz ROCH zastosowano ochronniki przepięć DC i AC. Niezależnie od tego rozdzielnia główna obiektu RG jest wyposażona w ochronnik przepięć AC klasy B+C

7. KOMUNIKACJA LAN

W celu uzyskania dostępu przez PC do danych zmiennych instalacji gromadzonych w pamięci archiwalnej inwerterów należy: Wykonać instalację przewodem 1 x FTP 4 x 2 x 0.8 mm od miejsca instalacji inwertera w kotłowni oraz pomieszczenia gospodarczego w budynku szatni do najbliższego pomieszczenia wskazanego przez administratora sieci z dostępem do sieci LAN obiektu lub umożliwić korzystanie przez inwerter z zasięgu sieci Wi-Fi obiektu. Powyższe pozostaje w gestii inwestora.

8. INSTALACJA ODGROMOWA

Obiekt jest wyposażony w instalację odgromową które nie podlega zmianom. w niniejszym opracowaniu.

Konstrukcje systemowe segmentów A i B należy połączyć z instalacją odgromową w punktach skrajnych przewodem LY PE $S = 25 \text{ mm}^2$ lub drutem odgromowym Fe/Zn $\phi 8 \text{ mm}$ przy pomocy typowego osprzętu odgromowego. Zachować odstępy iskrowe min 50 cm. W przypadku przebiegu zwodów instalacji odgromowej pod panelami należy zmienić ich trasę lub zastosować izolowanie.

9. REALIZACJA WYTTCZYNYCH KGSP W SPRAWIE BEZP.P.POŻAROWEGO

1. Instalację należy wyposażyć w gaśnice proszkowe ABC 6 kg do gaszenia urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem do 1000 V. Gaśnic w ilości 3 szt. należy zlokalizować w pobliżu inwerterów. Wykonawca instalacji winien sporządzić ogólny plan instalacji wskazujący na rozmieszczenie paneli inwerterów i przewodów znajdujących się pod napięciem (możliwa adaptacja rys E01, i E02 niniejszego projektu) i umieścić go w ogólnodostępnym miejscu.
3. Obiekt należy oznakować piktogramami przedstawionymi w zał nr 1 do projektu.
4. Wykonawca po zakończeniu prac i uruchomieniu instalacji powinien zgłosić ją wspólnie z inwestorem do właściwej miejscowo Komendy Straży Pożarnej.
5. Wykonawca sporządzi plan przeglądów serwisowych instalacji w ramach udzielanej gwarancji

10. UWAGI KOŃCOWE

Podane w projekcie technicznym oraz w kosztorysie inwestorskim i w przedmiarze robót nazwy własne urządzeń oraz nazwy producenta należy traktować wyłącznie jako przykładowe. Zastosowane w projekcie materiały instalacyjne podano również jako przykładowe, spełniające określone i wymagane parametry eksploatacyjne, techniczne i gabarytowe, natomiast stosowane w realizacji inne niż zaprojektowano, muszą posiadać parametry techniczne i funkcjonalne równorzędne i nie gorsze od podanych w dokumentacji projektowej.

Całość prac wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami, oraz w oparciu o niniejszą dokumentację, ze ścisłym przestrzeganiem zasad i przepisów BHP. Przed załączeniem urządzeń pod napięcie należy dokonać niezbędnych prób i pomiarów elektrycznych pozwalających na stwierdzenie gotowości urządzeń do eksploatacji. (pomary rezystancji izolacji, uziemienia ochronnego i odgromowego oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.) Całość prac montażowych należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i instrukcjami.

11. WYKAZY MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH

Lp	Oznaczenie	Nazwa	Liczba	Uwagi
1	PV	Panele fotowoltaiczne o mocy 425 Wp	282 szt.	wg wymogów
2	Inwerter 40 kW	Inwerter PV	3 szt.	wg wymogów
3	Konstrukcja	Konstrukcja systemowa	28,2 kpl.	1 kpl./10 szt. paneli
4	P-900	Optymalizatory	141 szt.	
5	RN-12 IP-65	Rozdzielnica natynkowa (ROCH)	3 szt.	
6	Solarflex	Przewód solarly 6mm ²	500 mb	
7	RLHF ϕ 80 mm	Rura instalacyjna sztywna	30 mb	(pion z dachu)
8	Kanały metalowe 40x 40 mm	Kanały metalowe instalacyjne z pokrywą z uchwytyami klejonymi	90 mb	
9	OP DC	Ochronnik przepięć DC	9 szt.	
10	OP AC	Ochronnik przepięć AC	3 szt.	
11	S303 B63 A	Zabezpieczenie nadm-prądowe	3 szt.	
12	RHFF ϕ 32mm+uchwyty	Rura instalacyjna sztywna	30 mb	
13	RLHF ϕ 28 mm +uchwyt	Rura instalacyjna sztywna HF	30 mb	
14	RKHF ϕ -28 mm ²	Rura instalacyjna karbowana HF	200 mb	
15	YDY 5 x 10 mm ²	Przewód zasilający	10 mb	
16			2 szt.	
17	RBK-00 /gG63 A	Rozłącznik bezpiecznikowy + wkładki	3 szt.	
18	Rozdzielnia RN-24 Ip44	Rozdzielnia RPV	3 szt.	
19	S301 B10 A	Zabezpieczenie nadprądowe wyl. pożar.	2 szt.	

12. METODYKA INSTRUKTAŻU STANOWISKOWEGO

Prace z użyciem urządzeń mechanicznych (wiertarki, bruzdownice, wiertnice, i inne) powinny być wykonywane

przez osoby przeszkolone w zakresie bezpiecznego ich użytkowania ze zwróceniem uwagi na obowiązek przeprowadzania oględzin stosowanych urządzeń zarówno przed przystąpieniem do prac jak i w trakcie ich wykonywania. Prace powinny być wykonywane przez odpowiednio przeszkolonych pracowników pod kierunkiem osoby uprawnionej zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlanych i montażowych”. Każdy pracownik powinien znać przepisy i zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, brać udział w szkoleniu i instruktażu z tego zakresu oraz poddać się wymagany egzaminom sprawdzającym. Pracownicy muszą posiadać aktualne badania lekarskie oraz być wyposażeni w kaski ochronne oraz inny sprzęt zabezpieczający przed upadkiem z wysokości (szelki i linki asekuracyjne)

13. INFORMACJA O WYDZIELENIU I OZNAKOWANIU TERENU

W celu uniknięcia zagrożenia podczas wykonywania robót budowlanych, teren budowy należy w odpowiedni sposób zabezpieczyć i zagrodzić białą – czerwoną taśmą na wysokości 1,5 m nad powierzchnią terenu, oraz oznakować tablicami ostrzegawczymi. Należy zagrodzić i oznakować strefy gromadzenia i usuwania odpadów.

14. ŚRODKI TECHNICZNE I ORGANIZACYJNE ZAPOBIEGAJĄCE NIEBEZPIECZEŃSTWOM I ZAGROŻENIOM ŻYCIA I ZDROWIA.

Wszyscy pracownicy powinni posiadać sprzęt ochrony osobistej – kaski, rękawice, okulary, oraz w razie potrzeby sprzęt zabezpieczający przed upadkiem z wysokości.

Technicy i monterzy instalacji elektrycznych powinni legitymować się aktualnym świadectwem uprawniającym do wykonywania robót na urządzeniach, instalacjach i sieci elektroenergetycznych zasilanych energią elektryczną do 1kV na **stanowisku Eksploatacji (E1)**

Osoby kierujące i nadzorujące prace w zakresie instalacji teletechnicznych i elektrycznych powinni legitymować się aktualnym świadectwem uprawniającym do wykonywania robót na urządzeniach, instalacjach i sieci elektroenergetycznych zasilanych energią elektryczną do 1kV na **stanowisku Dozoru (D1)**

Wszystkie narzędzia i urządzenia wykorzystywane w czasie robót budowlanych muszą posiadać atesty oraz instrukcje określające sposób ich użytkowania, konserwacji i przechowywania.

Na terenie robót budowlanych musi znajdować się przenośna apteczka pierwszej pomocy. W razie wypadku kierownictwo budowy zapewni dostęp do środka lokomocji i zapewni transport do punktu pierwszej pomocy.

Roboty budowlane powinny być prowadzone zgodnie z zasadami BHP ujętymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych oraz Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1 grudnia 1998 r. w sprawie obowiązku stosowania PN dotyczących Bezpieczeństwa i Higieny Pracy



1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest opinia techniczna dotycząca konstrukcji stropodachu budynków szkoły podstawowej w Bolkowie przy ul Bolka 8c, pod kątem możliwości zamontowania na połaci dachowej instalacji fotowoltaicznej.

2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Opinia techniczna dotycząca konstrukcji stropodachu ma na celu weryfikację stanu technicznego budynku szkoły podstawowej w Bolkowie wraz z weryfikacją możliwości zamontowania na połaci dachowej instalacji fotowoltaicznej.

3. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Przedmiotowy obiekt został wybudowany w 1980 r. wykonany w technologii tradycyjnej, posadowiony bezpośrednio, częściowo podpiwniczony, ściany murowane z gazobetonu, bloczków komórkowych, stropy z płyt kanałowych, natomiast stropodach wykonany z płyt korytkowych, na ściankach ażurowych. Budynek docieplony w 2008 r. ściany zostały docieplone styropianem gr. 10cm, stropodach granulatem gr. 15cm. Natomiast stropodach niewentylowany docieplono styropapą o gr. 14cm.

4. OCENA TECHNICZNA STANU ISTNIEJĄCEGO

W ramach przeprowadzonej wizji lokalnej, nie stwierdzono na ścianach zewnętrznych, wewnętrznych nośnych zarysowań czy pęknięć które by mogły świadczyć o przekroczeniu stanów granicznych murów, czy fundamentów. W przypadku stropów pośrednich, jak i konstrukcji samego stropodachu nie stwierdzono nadmiernych ugięć, które świadczyłyby o przekroczonych stanach granicznych. Podczas oględzin samego pokrycia stropodachu, nie stwierdzono uszkodzeń pokrycia, jak nie stwierdzono nieszczelności.

Po przeprowadzonej ocenie stanu technicznego budynków szkoły podstawowej w Bolkowie, należy określić iż stan techniczny budynku jest dobry.

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA PRZEDSTAWIAJĄCA DACH SZKOŁY PODSTAWOWEJ W BOLKOWIE







5. STAN PROJEKTOWY

Zamiarem inwestycyjnym jest zainstalowanie na obu dachach przedmiotowych budynków paneli fotowoltaicznych. Dachy budynków przy ul. Bolka w Bolkowie są dachami płaskimi, dobrze nasłonecznionym, z drobnymi elementami zacieniającymi (kominy, attyka).

Podstawowe wymagania systemu fotowoltaicznego:

- dobrze nasłoneczniona powierzchnia dachu,
- konstrukcja dachu pozwalająca na obciążenie dodatkowe ok. $61,0 \text{ kg/m}^2$.

Konstrukcja nośna pod moduły fotowoltaiczne:

- typ konstrukcji (dach płaski),
- sposób mocowania do połaci dachowej:
- *konstrukcja wsporcza pod moduły pv wykonana jest jako balastowa, przystosowana do danego pokrycia dachowego oraz kąta nachylenia dachu; system montażowy zapewnia stabilność mocowania, odporność na obciążenia wiatrem i śniegiem.*

Szczegóły realizacyjne powinny znaleźć się w projekcie instalacji PV. Do dalszych obliczeń przyjęto obciążenie dodatkowe z paneli PV $61,0 \text{ kg/m}^2$.

Dokładny ciężar paneli na m^2 przedstawi projekt instalacyjny, po dobraniu odpowiedniej ilości i mocy paneli.

5.1. Zestawienie obciążeń

Analizę przeprowadzono w zakresie statyki i wytrzymałości konstrukcji, z uwzględnieniem stopnia zużycia elementów konstrukcji stropodachu, w warunkach oddziaływań stałych, użytkowych, technologicznych i klimatycznych (obciążenie śniegiem, obciążenie oblodzeniem), przyjętych wg aktualnych norm PN.

Naturalne zużycie elementów uwzględniono poprzez przyjęcie dopuszczalnych stanów granicznych nośności SGN i użytkowania SGU, z odpowiednio dobranym współczynnikiem redukcji przy każdej pozycji obliczeniowej, na korzyść bezpieczeństwa.

Dopuszczalne charakterystyczne równomiernie rozłożone obciążenia dopuszczalne płyt korytkowych ponad ciężar własny wynosi 180 kg/m² tj. ok. 1,8 kN/m².

Obciążenia istniejące na stropodach z płyt korytkowych otwartych stałe i zmienne (stan istniejący)

Obciążenia stałe:

- papa na podłożu betonowym, podwójnie	0,100kN/m ² =	0,100kN/m ²	1,20	0,120 kN/m ²
- zaprawa cementowa gr. 2cm	0,02mx21,0kN/m ³ =	0,420kN/m ²	1,20	0,504 kN/m ²
	0,520 kN/m ²	1,20	1,040 kN/m ²	

Obciążenia zmienne:

- obciążenie śniegiem	0,814 kN/m ²	1,50	1,221 kN/m ²
-----------------------	-------------------------	------	-------------------------

Obciążenia istniejące na stropodach z płyt korytkowych otwartych stałe i zmienne (stan projektowany)

Obciążenia stałe:

- papa na podłożu betonowym, podwójnie	0,100kN/m ² =	0,100kN/m ²	1,20	0,120 kN/m ²
- zaprawa cementowa gr. 2cm	0,02mx21,0kN/m ³ =	0,420kN/m ²	1,20	0,504 kN/m ²
- Panele PV wraz z podkonstrukcją balastową =		0,610kN/m ²	1,20	0,732 kN/m ²
(22kg+2,5kg+6kg=30,5kg; 30,5kg*2szt/1m2=61,0kg/1m2)		1,130 kN/m ²	1,20	1,356 kN/m ²

Obciążenia zmienne:

- obciążenie śniegiem	0,814 kN/m ²	1,50	1,221 kN/m ²
-----------------------	-------------------------	------	-------------------------

5.2. Analiza statyczno-wytrzymałościowa

Sprawdzenie warunku nośności stropodachu z płyt korytkowych otwartych dla stanu istniejącego

Obecne charakterystyczne obciążenia zewnętrzne równomiernie rozłożone oddziałujące na 1m2 stropodachu z płyt korytkowych otwartych muszą być mniejsze od obciążenia dopuszczalnego $\leq 1,80 \text{ kN/m}^2$.

$$Q_{ch \text{ istn}} \leq Q_{ch \text{ dop}}$$

$$Q_{ch \text{ istn}} = 1,33 \text{ kN/m}^2 \leq Q_{ch \text{ dop}} = 1,80 \text{ kN/m}^2$$

Warunek spełniony.

Wytężenia w stropie (dopuszczalne) naprężenia wynoszą: $1,33/1,80 = 0,74$ (zapas nośności rzędu 26%)

Sprawdzenie warunku nośności stropodachu z płyt korytkowych otwartych dla stanu projektowanego

Planowane, po zamontowaniu paneli fotowoltaicznych charakterystyczne obciążenia zewnętrzne równomiernie rozłożone oddziałujące na 1m2 płyty korytkowej otwartej muszą być mniejsze od obciążenia dopuszczalnego $\leq 1,80 \text{ kN/m}^2$

$$Q_{ch \text{ istn}} \leq Q_{ch \text{ dop}}$$

$$Q_{ch \text{ istn}} = 1,94 \text{ kN/m}^2 \leq Q_{ch \text{ dop}} = 1,80 \text{ kN/m}^2$$

Warunek nie spełniony.

Wytężenia w stropie (dopuszczalne) naprężenia wynoszą: $1,94/1,80 = 1,08$ (nośność jest przekroczona o 8%)

W związku z przekroczeniem nośności przy balaście na poziomie 61,0kg/m² konieczne jest zmniejszenie ciężaru balastu do poziomu 40kg/m². Przy zmniejszeniu obciążenia do zadanego poziomu poniżej przedstawiono zestawienie obciążeń.

Obciążenia istniejące na stropodach z płyt korytkowych otwartych stałe i zmienne (stan projektowany)

Obciążenia stałe:

- papa na podłożu betonowym, podwójnie	0,100kN/m ²	1,20	0,120 kN/m ²
- zaprawa cementowa gr. 2cm	0,02mx21,0kN/m ³ =	0,420kN/m ²	1,20 0,504 kN/m ²
- Panele PV wraz z podkonstrukcją balastową =	0,420kN/m ²	1,20	0,504 kN/m ²
(15kg+2kg+4kg=21kg; 21kg*2szt/1m2=42,0kg/1m2)	0,940kN/m ²	1,20	1,128 kN/m ²

Obciążenia zmienne:

- obciążenie śniegiem	0,814 kN/m ²	1,50	1,221 kN/m ²
-----------------------	-------------------------	------	-------------------------

Sprawdzenie warunku nośności stropodachu z płyt korytkowych otwartych dla stanu istniejącego

Obecne charakterystyczne obciążenia zewnętrzne równomiernie rozłożone oddziałujące na 1m2 stropodachu z płyt korytkowych otwartych muszą być mniejsze od obciążenia dopuszczalnego $\leq 1,80 \text{ kN/m}^2$.

$$Q_{ch \text{ istn}} \leq Q_{ch \text{ dop}}$$

$$Q_{ch \text{ istn}} = 1,78 \text{ kN/m}^2 \leq Q_{ch \text{ dop}} = 1,80 \text{ kN/m}^2$$

Warunek spełniony.

Wyłączenia w stropie (dopuszczalne) naprężenia wynoszą: $1,75/1,80 = 0,97$ (zapas nośności rzędu 3%)

Warunek został spełniony, lecz w związku z niewielkim zapasem nośności, jak również bardzo odchudzonym ciężarem całości systemu fotowoltaicznego, należy zrezygnować z rozwiązania balastowego. Całość systemu fotowoltaicznego należy zamontować do podkonstrukcji stalowej, która zostanie zamontowana w przestrzeni stropodachu do ścian nośnych budynku.

Zestawienie obciążeń systemu bez balastu na konstrukcję stalową

Obciążenia stałe:

- Panele PV wraz z podkonstrukcją =	0,490kN/m ²	1,20	0,588 kN/m ²
(22kg+2,5kg=24,5kg; 24,5kg*2szt/1m2=49,0kg/1m2)	0,490 kN/m ²	1,20	0,588 kN/m ²

Obciążenia zmienne:

- obciążenie śniegiem	0,814 kN/m ²	1,50	1,221 kN/m ²
-----------------------	-------------------------	------	-------------------------

- obciążenie wiatrem

Miejscowość: Bolków III strefa, teren B

$$\alpha = 3^\circ$$

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta$$

$$q_k = 0,52 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 0,8$$

$$\beta = 1,8$$

Wariant I

Połączenie nawietrzna:

$$C_z = -0,045 \cdot (40 - \alpha) = -0,045 \cdot (40 - 3) = -1,665$$

$$\text{- obciążenie wiatrem } p_k = 0,52 \cdot 0,8 \cdot (-1,665) \cdot 1,8 = -1,247 \text{ kN/m}^2 \quad 1,5 \quad -1,870 \text{ kN/m}^2$$

Połączenie zawietrzna:

$$C_z = -0,4$$

$$\text{- obciążenie wiatrem } p_k = 0,52 \cdot 0,8 \cdot (-0,4) \cdot 1,8 = -0,300 \text{ kN/m}^2 \quad 1,5 \quad -0,450 \text{ kN/m}^2$$

Wariant II

Połączenie zawietrzna

$$C_z = 0,015 \cdot \alpha - 0,2 = 0,015 \cdot 3 - 0,2 = -0,155$$

$$\text{- obciążenie wiatrem } p_k = 0,52 \cdot 0,8 \cdot (-0,155) \cdot 1,8 = -0,116 \text{ kN/m}^2 \quad 1,5 \quad 0,174 \text{ kN/m}^2$$

Połączenie nawietrzna:

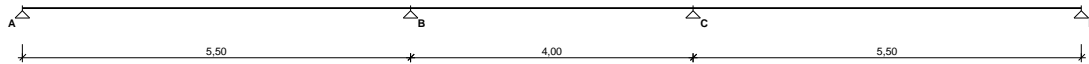
$$C_z = -0,4$$

$$\text{- obciążenie wiatrem } p_k = 0,52 \cdot 0,8 \cdot (-0,4) \cdot 1,8 = -0,300 \text{ kN/m}^2 \quad 1,5 \quad -0,450 \text{ kN/m}^2$$

Projektuje się podkonstrukcję w postaci ram stalowym wykonanych z kształtowników stalowych o profilu RP 140x80x4, ze stali S235, zabezpieczoną antykorozyjnie. Połączenia słupków z belką, za pomocą połączeń śrubowych 4xM12 klasy 5.8.

Wyniki obliczeń

SCHEMAT BELKI



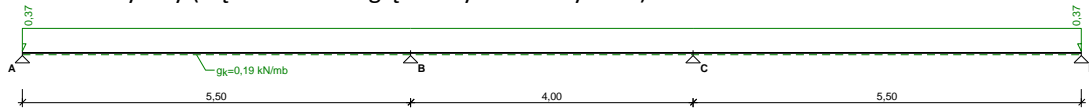
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $g_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

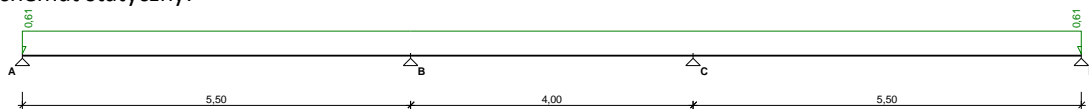
Przypadek **P1: Przypadek 1** ($g_f = 1,20$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



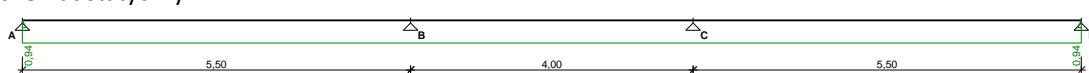
Przypadek **P2: Przypadek 2** ($g_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Przypadek 3** ($g_f = 1,5$)

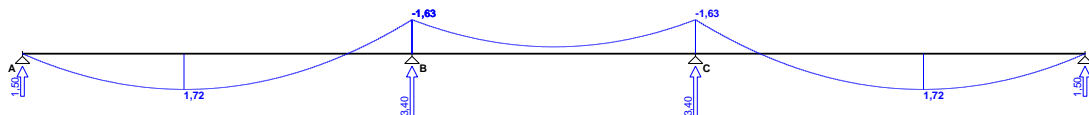
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

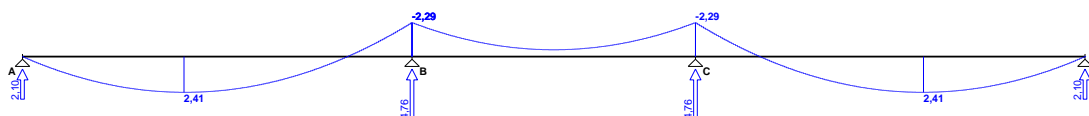
Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



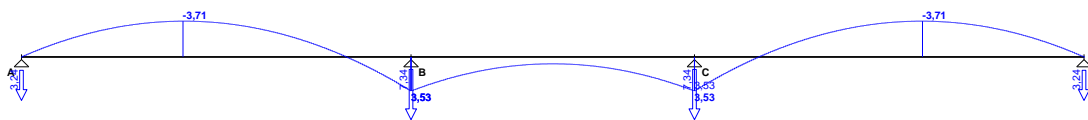
Przypadek **P2: Przypadek 2**

Momenty zginające [kNm]:



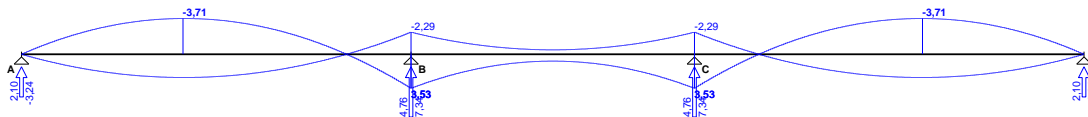
Przypadek **P3: Przypadek 3**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



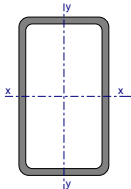
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **140x80x6,0**

$$A_v = 16,1 \text{ cm}^2, \quad m = 19,3 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 621 \text{ cm}^4, \quad J_y = 255 \text{ cm}^4, \quad J_w = 0,00 \text{ cm}^6, \quad J_T = 583 \text{ cm}^4, \quad W_x = 88,7 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($a_p = 1,140$) $M_R = 21,73 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 200,52 \text{ kN}$

Belka

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 2,28 \text{ m}$ (**P3**: Przypadek 3)

Współczynnik zwichrzenia $j_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = -3,71 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (j_L \cdot M_R) = 0,171 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 5,50 \text{ m}$ (**P3**: Przypadek 3)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 4,52 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,023 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 4,52 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 60,16 \text{ kN} \quad \text{®} \quad \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 2,52 \text{ m}$ (**P3**: Przypadek 3)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = -5,35 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 5500 / 350 = 15,71 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = (-)5,35 \text{ mm} < f_{gr} = 15,71 \text{ mm} \quad (34,0\%)$$

6. WNIOSKI I ZALECENIA

Na podstawie dokonanych oględzin, nie stwierdzono nadmiernego zużycia poszczególnych elementów konstrukcji, stan techniczny określono jako dobry. Jednakże po wykonaniu analizy statyczno-wytrzymałościowej elementów pokrycia dachu, tj. konstrukcji z płyt korytkowych, stwierdzono iż rozwiązanie oparte na podkonstrukcji z balastem, przekracza dopuszczalne obciążenie konstrukcji stropodachu. Dlatego została zaprojektowana konstrukcja wsporcza dla oparcia systemu paneli fotowoltaicznych. Konstrukcja ta została zaprojektowana jako układ trójpłaszczyznowych ram stalowych z wykonanych z profili stalowych ze stali S235, o przekroju RP 140x80x4, połączonych ze sobą za pomocą połączenia śrubowego 4xM12 klasy 5.8. Konstrukcję stalową należy zabezpieczyć antykorozyjnie poprzez ocynkowanie, celem zabezpieczenia jej przed korozją.

Projektowane ramy, należy posadowić na ścianach nośnych w przestrzeni stropodachu, w miejscu oparcia stóp ram, należy wykonać poduszki betonowe, a przestrzeń pomiędzy blachą podstawy, a wykonaną poduszką należy po zakotwieniu wypełnić podlewką montażową np. CX15 firmy Ceresit. Elementy konstrukcji ram, należy obudować w przestrzeni stropodachu materiałem izolacyjnym. Ramy należy zakotwić za pomocą prętów gwintowanych 4M12 klasy 5.8 długości 25cm, pręty wkleić za pomocą żywicy Fisher FIS VL. Przejścia przez połac dachową, należy zabezpieczyć poprzez odtworzenie warstwy izolacji przeciwwodnej, z wyciągnięciem izolacji na słupki ram. Jeżeli będzie taka możliwość dopuszcza się zakotwienie belek na ścianach attyki, o ile są to ściany nośne.

W przypadku stwierdzenia większych rozpiętości od założonych, należy zwrócić się do konstruktora celem weryfikacji, wszelkie szczegóły dotyczące konstrukcji należy rozwiązać na etapie projektu warsztatowego.

IV. ODSTĄPIENIE OD ZATWIERDZONEGO PROJEKTU

Na podstawie art. 36a ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (z późniejszymi zmianami), dopuszcza się nieistotne odstępstwa od zatwierdzonego projektu lub innych warunków pozwolenia na budowę, które nie wymagają uzyskania decyzji o zmianie pozwolenia na budowę.

Projektant dopuszcza zmiany w zakresie zmian materiałów wykończeniowych z zachowaniem parametrów określonych w projekcie oraz zgodnych z normami bezpieczeństwa p.poż. i BHP oraz zapasami warunków zabudowy.

V. UWAGI

1. Uwagi i opisy zamieszczone w części rysunkowej projektu stanowią integralną część niniejszego opracowania.
2. Wszystkie wymiary i rzędne należy potwierdzić na budowie, a w przypadku wystąpienia różnic, projektowany układ należy dostosować do stanu istniejącego, zachowując zasady zawarte w projekcie.
3. Zakres wykonania i obowiązki przy robotach budowlanych - zgodnie ze sztuką budowlaną (Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych). Wszystkie zastosowane materiały, rozwiązania techniczne i urządzenia muszą odpowiadać normom bezpieczeństwa p.poż. i bhp oraz posiadać odpowiednie atesty, aprobaty i certyfikaty.
4. Dopuszcza się stosowanie rozwiązań zamiennych o tym samym standardzie i zgodności z obowiązującymi przepisami po uzgodnieniu z projektantem i uzyskaniu akceptacji inwestora.
5. Wszystkie rozwiązania techniczne związane z określoną technologią należy wykonywać dokładnie wg wytycznych i zaleceń producenta.
6. Wykonawca nie może wykorzystywać błędów lub opuszczeń w Dokumentacji, a o ich wykryciu winien natychmiast powiadomić Projektantów i Inwestora, który dokona odpowiednich zmian lub poprawek.
7. Wszystkie użyte materiały powinny posiadać atest ITB i świadectwo dopuszczenia do stosowania. Roboty budowlane należy wykonywać zgodnie z zasadami sztuki budowlanej oraz obowiązującymi przepisami i normami. Wszelkiego rodzaju wątpliwości dotyczące budynku wg założeń projektowych należy rozwiązać przed rozpoczęciem budowy.
8. Przed przystąpieniem do robót należy uzyskać wszystkie wymagane pozwolenia i uzgodnienia
9. Przedmiotowy projekt (utwór architektoniczny) jest chroniony prawem autorskim zgodnie z Ustawą nr 83 z dn. 04.02.1994 r. „O prawie autorskim i prawach pokrewnych” (dz.U. nr 94.24.83) wraz z późniejszymi zmianami. Wszystkie informacje zawarte w projekcie (pokazane i opisane) stanowią własność jednostki projektowej. Nie wolno ich użyć ponownie, kopiować i reprodukować bez pisemnej zgody jednostki projektowej.
10. Teren budowy powinien być przygotowany przez wyгородzenie, uporządkowanie i zabezpieczenie pod względem BHP i p.poż. W czasie wykonywania robót montażowych należy ściśle przestrzegać obowiązujących w tym zakresie przepisów. Wszyscy pracownicy zatrudnieni przy wykonywaniu robót na budowie muszą być przeszkoleni w zakresie przepisów BHP i p.poż.
11. Obiekt zostanie przekazany do użytku dopiero po przeprowadzeniu odbioru wszystkich instalacji i przedłożeniu odpowiednich zaświadczeń odbioru. Zaświadczenia odbioru, dokumenty, zezwolenia, pozwolenie na budowę, uzgodnienia, itp., będą przechowywane w segregatorze na terenie obiektu.

Opracowali :

mgr inż. Daniel Kociemba

mgr inż. Grzegorz Grodek