



**PROJEKT BUDOWLANY**  
**INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ**  
**ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU AULI**  
**BUDYNKU REKTORATU UNIWERSYTETU**  
**JANA KOCHANOWSKIEGO W KIELCACH**  
**BRANŻA KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANA**

Lokalizacja: <b>Kielce, ul. Żeromskiego 5</b>			
Inwestor: <b>Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach</b>			
<i>Funkcja:</i>	<i>Tytuł, imię i nazwisko</i>	<i>Nr uprawnień</i>	<i>Podpis</i>
<i>Opracował:</i> <i>Projektant o spec.</i> <i>konstrukcyjno-budowlanej</i>	<b>mgr inż. Piotr Radek</b>	<b>SWK/0007/POOK/11</b>	

**KIELCE wrzesień 2016**

**Zawartość opracowania:**

**I. Opis techniczny**

**SPIS TREŚCI**

<b>1. DANE OGÓLNE</b>	<b>4</b>
1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA	4
1.2. ZAKRES OPRACOWANIA	4
1.3. PODSTAWA OPRACOWANIA	4
1.4. WYKAZ NORM, WYTYCZNYCH I PRZEPISÓW PRAWA BUDOWLANEGO	4
<b>2. OPIS KONSTRUKCJI PROJEKTOWANEJ INSTALACJI</b>	<b>5</b>
2.1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA OBIEKTU	5
2.2. ANALIZA OBCIĄŻEŃ ISTNIEJĄCEGO DACHU	6
2.3. CHARAKTERYSTYKA ELEMENTÓW MONTAŻOWYCH INSTALACJI	7
2.3.1. <b>Założenia podstawowe</b>	7
2.3.2. <b>Lokalizacja elementów projektowanej instalacji</b>	7
2.3.3. <b>Rozwiązania montażowe do konstrukcji dachu</b>	8
2.3.4. <b>Konstrukcje wsporcze „kątowe”</b>	8
2.3.5. <b>Szyny i łączniki bezpośredniego montażu</b>	9
2.3.6. <b>Systemowe konstrukcje wsporcze</b>	9
2.4. UWAGI KOŃCOWE	9

## **II. Część rysunkowa**

- K-01      RZUT DACHU AULI – LOKALIZACJA PANELI  
K-02      DETAL KONSTRUKCJI WSPORCZEJ  
INSTRUKCJA MONTAŻU, UŻYTKOWANIA I KONSERWACJI – KONSTRUKCJI WSPORCZEJ  
AERO S firmy ENERGY 5



## **1. DANE OGÓLNE**

### **1.1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest „PROJEKT BUDOWLANY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU AULI BUDYNKU REKTORATU UNIWERSYTETU JANA KOCHANOWSKIEGO W KIELCACH”.

### **1.2. Zakres opracowania**

Zakres opracowania obejmuje projekt branży konstrukcyjnej przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej.

### **1.3. Podstawa opracowania**

1. Umowa o prace projektowe.
2. Uzgodnienia międzybranżowe.
3. Audyt energetyczny dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008r. wykonany przez Pana mgr inż. Marcina Domińczyka.
4. Dokonana inwentaryzacja obiektu.
5. Odpowiednie przepisy i normy przedmiotowe wymienione w punkcie 1.4. opisu technicznego.

### **1.4. Wykaz norm, wytycznych i przepisów prawa budowlanego**

Opracowanie wykonano z uwzględnieniem obowiązujących norm i przepisów, a w szczególności:

- Ustawa, Prawo budowlane (Dz. U. Nr 89 07/1994, poz.414), z późniejszymi zmianami
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. nr 75/2002, poz.690),

Normy dotyczące projektowanego obiektu, a w szczególności:

- PN-82/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości,
- PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe,



- PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Podstawowe obciążenia zmienne i technologiczne,
- PN-80/B-02010/Az1:2006 Obciążenia budowli. Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem,
- PN-77/B-02011/Az1:2009 Obciążenia budowli. Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem,
- PN-B-03150:2000 Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-B-03002:1999 Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie, i inne.

## 2. OPIS KONSTRUKCJI PROJEKTOWANEJ INSTALACJI

### 2.1. Charakterystyka ogólna obiektu

Budynek rektoratu Uniwersytetu Jana Kochanowskiego, na dachu którego lokalizowana jest instalacja fotowoltaiczna, to budynek użyteczności publicznej. Jego wysokość w części, na której planowana jest instalacja fotowoltaiczna, wynosi 10 metrów.

Budynek ma kształt przypominający literę „T” ze ścianą frontalną skierowaną na północny-zachód pod kątem ok. 21 stopni względem zachodu. Aula o wymiarach 32x16m i wysokości 10 metrów jest częścią budynku wychodzącą na południowy-wschód. Dachy płaskie ze spadkami skierowanymi na zewnątrz z wysokimi attykami kamiennymi okalającymi dachy dookoła. Pokrycie dachu w dobrym stanie.

Część obiektu, która będzie rozpatrywana jako najoptymalniejsza pod kątem montażu instalacji fotowoltaicznej, to Aula na dachu której znajduje się jeden zbiorczy komin, a większość połaci nad Aulą jest pusta co pozwoli tą przestrzeń odpowiednio wykorzystać pod montaż paneli.

Jest to budynek wykonany w technologii tradycyjnej, ściany murowane z cegły ceramicznej o grubości 55 cm, stropodach Auli ma konstrukcję płyty żelbetowej wzmocnionej belkami w dwóch kierunkach.

Pokrycie dachu Auli jest wykonane z papy asfaltowej, planowana termomodernizacja przewiduje docieplenie tego stropodachu warstwą styropianu oraz wykonanie nowego pokrycia z papy.



## 2.2. Analiza obciążeń istniejącego dachu

Budynek Auli Rektoratu Uniwersytetu Jana Kochanowskiego, na dachu którego lokalizowana jest instalacja fotowoltaiczna, to budynek użyteczności publicznej. Jego wysokość w części, na której będą lokalizowane panele fotowoltaiczne wynosi max 10,0m nad poziomem terenu.

Elementy stanowiące części składowe instalacji fotowoltaicznej wywołują następujące obciążenia charakterystyczne na dach budynku:

- obciążenia stałe (od paneli i konstrukcji wsporczej) o wartości  $\sim 0,4 \text{ kN/m}^2$
- obciążenia zmienne od śniegu (dodatkowe) o wartości  $\sim 0,2 \text{ kN/m}^2$
- obciążenia zmienne od wiatru (parcie) o wartości  $\sim 0,1 \text{ kN/m}^2$
- obciążenia zmienne od wiatru (ssanie) o wartości  $\sim 0,3 \text{ kN/m}^2$

Dodatkowe docieplenie, które jest przewidziane w projekcie termomodernizacji wynosi:

- obciążenia stałe (od styropianu gr. 22cm) o wartości  $0,22 \cdot 0,4 = 0,09 \text{ kN/m}^2$
- obciążenia stałe (od pokrycia z papy) o wartości  $0,12 \text{ kN/m}^2$

Z powyższego zestawienia wynika, że dodatkowe obciążenie od docieplenia i fotowoltaiki wynosi  $\sim 1,0 \text{ kN/m}^2$ .

Analizując układ statyczny dachu budynku, gdzie elementami nośnymi są płyty żelbetowe kasetonowe stropu obciążone warstwami stropodachu podparte ścianami nośnymi w max rozstawie 13,0m, dodatkowe w/w obciążenia nie spowodują przekroczenia nośności tych stropów. Istniejący stropodach pełni powoduje, że całość obciążeń jest przenoszona na strop, który posiada zapas nośności. Zapas ten wynika z dużej rozpiętości i konstrukcji, która musi przenieść z założenia duże obciążenia własne.

Przy istniejącej konstrukcji i rozpiętości dachu, takie obciążenia jakie wywołuje instalacja PV, nie spowodują przekroczenia nośności istniejącego stropu.

Jedynie należy zwrócić szczególną uwagę na dodatkowe obciążenia od śniegu i wiatru. Aby były one nie duże należy zastosować mały kąt ( $15-20^\circ$ ) nachylenia konstrukcji – dzięki temu tworzą się niewielkie worki śnieżne a ssanie wiatru również jest niewielkie. Dodatkowo przy zastosowaniu osłon (z tyłu konstrukcji) te obciążenia są jeszcze bardziej redukowane. Istniejące attyki osłaniające dach powodują, że nie występują strefy zwiększonego ssania wiatru, dzięki czemu balasty obciążające konstrukcję mogą być minimalnie małe.

W trakcie obfitych opadów śniegu należy pamiętać aby nadmiar śniegu usuwać, aby zapobiec gromadzenia się zbyt dużej ilości na dachu budynku oraz aby gromadzący się śnieg nie zalegał na panelach wyłączając je wówczas z użytku.

## 2.3. Charakterystyka elementów montażowych instalacji

### 2.3.1. Założenia podstawowe

Po dokonanej analizie konstrukcji dachu pod kątem możliwości dodatkowego montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu analizowanego budynku, stwierdzono że istniejąca konstrukcja dachu jest w dobrym stanie technicznym i jej stan oraz parametry techniczne, zezwalają na montaż elementów instalacji fotowoltaicznej na rozpatrywanym dachu.

Z dokonanych obliczeń z uwzględnieniem obciążeń od paneli wraz z konstrukcją wsporczą oraz dodatkowymi obciążeniami od wiatru i śniegu (gromadzenie się śniegu przy konstrukcjach) wynika, że należy zastosować lekkie, bezinwazyjne, balastowe konstrukcje nośne paneli. Nie należy stosować elementów kotwionych do konstrukcji dachu, ze względu na charakter konstrukcji i nowe pokrycie będzie to lepszym rozwiązaniem.

Istniejące wysokie attyki powodują znaczne ograniczenie miejsca na jakim możliwe jest zamontowanie paneli fotowoltaicznych ze względu na strefę zacienioną. Attyki te powodują zmniejszenie oddziaływania wiatru na elementy które zostaną zamontowane. Dach rozpatrywany jest płaski i wymaga zastosowania konstrukcji kątowych pod montaż paneli. Aby optymalnie wykorzystać dach i nie obciążyć go zbyt dużymi dodatkowymi obciążeniami projektuje się konstrukcje o małym kącie nachylenia ( $15-20^\circ$ ) i panele należy układać wzdłuż połaci.

### 2.3.2. Lokalizacja elementów projektowanej instalacji

Rozpatrywana część budynku auli uniwersytetu jest usytuowana dłuższym bokiem w kierunku południowo-zachodnim, pod kątem 21 stopni względem południa, posiada kominy usytuowane we wschodniej części dachu. Kształt budynku, wysokie attyki i usytuowanie elementów zacieniających powoduje, że najlepszym ustawieniem rzędów paneli jest usytuowanie ich wzdłuż budynku. Ustawione będą równolegle do dłuższej krawędzi budynku, dzięki takiemu ustawieniu na rozpatrywanym dachu zmieści się odpowiednia ilość paneli.

Na rozpatrywanym obiekcie należy zastosować konstrukcje bezinwazyjne, balastowe, ustawione pod kątem 15-20 stopni względem podłoża. Pomiedzy rzędami paneli muszą być zachowane odległości wynikające z zacieniania wywołanego uniesionym panelem. Te odległości dodatkowo umożliwiają komunikację pomiędzy panelami oraz dostęp do różnych miejsc na dachu (kominy i inne elementy). Dokładna lokalizacja oraz odległości wynikają z kąta nachylenia dachu i elementów zacieniających od których należy się odpowiednio odsunąć i została pokazana w części graficznej opracowania.

Na obiekcie projektuje się 60 szt. paneli fotowoltaicznych polikrystalicznych, np.: BRUKBET BEP 250 Wp o mocy łącznej projektowanej 15,00 kW.



### 2.3.3. Rozwiązania montażowe do konstrukcji dachu

Na rozpatrywanym obiekcie jest stropodach pełny o kącie  $3^\circ$ . W trakcie termomodernizacji zostanie położone nowe docieplenie ze styropianu oraz pokrycie z papy asfaltowej.

Istniejąca konstrukcja ma odpowiedni zapas nośności, a zarazem będzie wykonane nowe pokrycie dachu co powoduje, że najlepiej na takim dachu zastosować konstrukcje bezinwazyjne, tj takie które nie będą przymocowane do konstrukcji dachu a jedynie położone na pości i odpowiednio dociążone tak aby wiatr nie był w stanie poderwać elementów instalacji i spowodować uszkodzeń dachu.

Projektuje się zastosowanie systemowych konstrukcji wsporczych samonośnych, które należy układać na pości dachu na dodatkowych paskach papy.

Jeżeli w trakcie montażu wykonawca stwierdzi, że zaproponowane rozwiązanie jest nieodpowiednie ponieważ stan istniejącego dachu jest niewystarczający do zamontowania na nim konstrukcji w projektowany sposób należy uzgodnić zmianę rozwiązania z projektantem.

### 2.3.4. Konstrukcje wsporcze „kątowe”

Dach opisywanej lokalizacji wymaga zastosowania konstrukcji „kątowych” pod montaż paneli fotowoltaicznych. Należy zastosować systemowe konstrukcje w kształcie trójkąta o kącie  $15-20^\circ$  wykonane z kształtowników aluminiowych dostosowane do obciążeń standardowych od paneli i dodatkowych elementów kablowych instalacji.

Należy zastosować rozwiązania systemowe balastowe (bezinwazyjne), np. AERO S firmy Energy5 (instrukcja montażu z wytycznymi w załączeniu) lub równoważny z zachowaniem parametrów takich jak:

- kąt nachylenia nie większy niż  $20^\circ$ ,
- panele ułożone poziomo,
- ciężar układu max 40kg na  $1m^2$  (ciężar wszystkich elementów konstrukcji wraz z panelami i okablowaniem),

Panele będą usytuowane dłuższym bokiem wzdłuż dachu. Elementy trójkątne mocować prostopadle do zamontowanych szyn za pomocą łączników systemowych. Trójkąty należy usztywnić stosując belkę ukośną tzw. wiatrownicą (wg rysunku).

Dodatkowo należy zamontować obróbkę blacharską zamykającą tylną przestrzeń konstrukcji wsporczych, która zapobiegnie gromadzeniu się śniegu pod konstrukcją.





### 2.3.5. Szyny i łączniki bezpośredniego montażu

Pod montaż paneli należy do konstrukcji kątowych przymocować dwie systemowe szyny aluminiowe dołem i górą w rozstawie 1000mm. Do tych szyn należy bezpośrednio mocować panele fotowoltaiczne za pomocą systemowych klem. Aby zabezpieczyć konstrukcję przed wypełnieniem śniegiem, na pionowej ścianie układu prętów po skręceniu konstrukcji należy zamontować obróbki z blachy ocynkowanej (wykonane jak obróbki dachowe). Niektóre konstrukcje posiadają takie rozwiązanie w swoim standardzie.

### 2.3.6. Systemowe konstrukcje wsporcze

Jako szyny nośne i konstrukcje kątowe należy zastosować elementy systemowe, które należy dobrać na etapie wykonawstwa. Wszystkie zastosowane elementy muszą posiadać certyfikaty zgodności i aprobaty techniczne oraz parametry nośności dostosowane występujących obciążeń. Zaproponowane rozwiązanie jest uniwersalne i umożliwia szeroki dobór elementów w zależności od zastosowanych szyn i konstrukcji wsporczych. Nośność tych elementów będzie zależna od zaproponowanych na etapie wykonawstwa rozstawów „trójkątów”, a z rozstawów trójkątów będą wynikały długości szyn i ich potrzebna nośność. Tak samo należy podejść do balastu, który będzie zależny od zastosowanego systemu i zostanie szczegółowo dobrany na etapie wykonawstwa w zależności od wybranego rozwiązania.

Należy jedynie trzymać się wytycznych dotyczących poziomego ułożenia paneli i kąta nie przekraczającego 20°. Jeżeli wykonawca postanowi zmienić te parametry to należy takie rozwiązanie uzgodnić z projektantem.

## 2.4. Uwagi końcowe

Roboty budowlano – montażowe i rozbiórkowe należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi polskimi normami, przepisami BHP i p.poż. oraz zgodnie ze sztuką budowlaną i „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych” Wydawnictwo Arkady Warszawa 1989 uwzględniając późniejsze aktualizacje oraz zmiany norm i przepisów związanych, wymienionych w tym opracowaniu, pod nadzorem uprawnionych inspektorów nadzoru inwestorskiego. Należy zwrócić szczególną uwagę na zabezpieczenie rozbieranych bądź adaptowanych czy wzmacnianych elementów konstrukcyjnych.



W trakcie montażu należy zwrócić szczególną uwagę aby żadne elementy nie były składowane w nadmiernej ilości w jednym miejscu na dachu budynku, żeby montaż był dokonywany z uwzględnieniem wszelkich zasad BHP niezbędnych przy pracach na wysokościach. Dodatkowo ważnym elementem jest aby nie uszkodzić pokrycia dachowego i nie doprowadzić do jego nieszczelności. Zastosowane połączenie z dachem nie powoduje otworów w pokryciu, ale w trakcie układania elementów należy zwrócić szczególną uwagę aby szczelność dachu nie została naruszona.

Wszelkie materiały, wyroby i urządzenia stosowane na budowie powinny odpowiadać Polskim Normom, jednośnym przepisom ich stosowania i wykorzystania i być stosowane zgodnie z dokumentacją zgodnie z art.10 Prawa Budowlanego z 07.07.1994r. z późniejszymi zmianami i przepisami Ministra Planowania Przestrzennego i Budownictwa z 19.12.1994 r. z późniejszymi zmianami.

Z uwagi na specyfikę robót remontowych w przypadku stwierdzenia po wykonaniu wstępnych robót różnic od założeń dokumentacji / w szczególności elementy konstrukcyjne, kolizje z uzbrojeniem należy wezwać nadzór autorski./

Projektant:

mgr inż. Piotr Radek



**O Ś W I A D C Z E N I E**  
**projektujący**

Ja niżej podpisany na podstawie art.20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo Budowlane (z późniejszymi zmianami) oświadczam, że niniejszy projekt budowlany:

**„ PROJEKT BUDOWLANY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ  
ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU AULI BUDYNKU UNIWERSYTETU  
JANA KOCHANOWSKIEGO W KIELCACH ”**

w zakresie konstrukcyjno-budowlanym został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Branża konstrukcyjno-budowlana:

mgr inż. Piotr Radek  
upr. nr SWK/0007/POOK/11