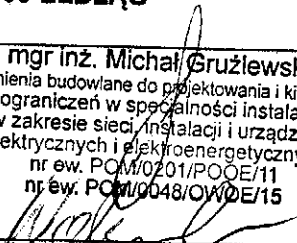


PHU EKOTEC  
Marcin Pankowski Leszek Wolanowski sc  
BalDRAM 9a  
82-500 Kwidzyn  
NIP 581-192-10-21  
tel. 796-071-907  
e-mail: ekotec@ekotec.com.pl



## PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

<b>NAZWA INWESTYCJI :</b>	<b>BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ DLA WOJEWÓDZKIEGO OŚRODKA RUCHU DROGOWEGO W ELBLĄGU</b>
<b>ADRES :</b>	<b>UL. SKRZYDLATA 1 , 82-300 ELBLĄG</b>
<b>INWESTOR :</b>	<b>WOJEWÓDZKI OŚRODEK RUCHU DROGOWEGO UL. SKRZYDLATA 1 , 82-300 ELBLĄG</b>
<b>PROJEKTOWAŁ :</b> <b>OPRACOWAŁ :</b>	<b>mgr inż. MICHAŁ GRUŻLEWSKI</b> <b>mgr inż. LESZEK WOLANOWSKI</b>  mgr inż. Michał Gruźlewski uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr ew. POM/0201/POOE/11 nr ew. POM/0048/OWOE/15 
<b>DATA WYKONANIA :</b>	<b>BALDRAM 21.02.2018</b>

# ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

## Uprawnienia i oświadczenie projektanta

### A- BUDYNEK ADMINISTRACYJNY

- A1. Opis techniczny
- A2. Obliczenia techniczne
- A3. Odpisy dokumentów, uzgodnień, kosztorys
- A4. Zestawienie materiałów
- A5. Konstrukcja nośna
- A6. Rysunki techniczne i załączniki
  - AE-01 Rozmieszczenie urządzeń
  - AE-02 Schemat połączeń strona DC
  - AE-03 Schemat połączeń strona AC
  - AE-04 Rozmieszczenie paneli
  - AD-001 Rysunek złożeniowy stelaża PI-024
  - KA-01 Konstrukcja nośna

### B- BUDYNEK GOSPODARCZO- GARAŻOWY

- B1. Opis techniczny
- B2. Obliczenia techniczne
- B3. Odpisy dokumentów, uzgodnień, kosztorys
- B4. Zestawienie materiałów
- B4. Konstrukcja nośna
- B6. Rysunki techniczne i załączniki
  - BE-01 Rozmieszczenie urządzeń
  - BE-02 Schemat połączeń strona AC
  - BE-03 Schemat połączeń strona DC
  - BE-04 Rozmieszczenie paneli
  - BD-001 Rysunek złożeniowy stelaża PI-024
  - KB-01 Konstrukcja nośna

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

**OŚWIADCZENIE**  
**projektanta o sporządzeniu projektu instalacji fotowoltaicznej**  
**zgodnie z obowiązującymi przepisami, zasadami wiedzy technicznej**

Ja niżej podpisany

mgr inż. Michał Rafał Gruzlewski  
( imię i nazwisko projektanta )

nr uprawnień

POM/0201/POOE/11

zamieszkały

Gać 20 a  
86-302 Gać

oświadczam, że projekt instalacji opracowany dla:

Wojewódzki Ośrodek Ruchu Drogowego  
ul. Skrzydlata 1 , 82-300 Elbląg

( nazwa inwestora oraz jego adres )

dotyczący:

BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ DLA WOJEWÓDZKIEGO OŚRODKA RUCHU  
DROGOWEGO  
UL. SKRZYDLATA 1 , 82-300 ELBLĄG

( nazwa i rodzaj oraz adres inwestycji )

sporządziłem zgodnie z obowiązującymi przepisami, zasadami wiedzy technicznej po zapoznaniu się z przepisami ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku – Prawo budowlane (Dz.U. z 2006r. Nr 156, poz. 1118, z późn. zm) zgodnie z art. 20 ust. 4 tej ustawy

Świadomy odpowiedzialności karnej za podanie w niniejszym oświadczeniu nieprawdy, zgodnie z art. 233 Kodeksu karnego, potwierdzam własnoręcznym podpisem prawdziwość danych zamieszczonych powyżej.

mgr inż. Michał Gruzlewski  
uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania  
bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej  
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych.....  
nr ew. POM/0201/POOE/11  
nr ew. POM/0201/POOE/11

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

# A1 OPIS TECHNICZNY- BUDYNEK ADMINISTRACYJNY

## 1.1 Inwestor

Wojewódzki Ośrodek Ruchu Drogowego  
ul. Skrzydlata 1 , 82-300 Elbląg

## 1.2 Podstawa opracowania

- Zlecenie Inwestora
- Wizja lokalna w terenie
- Ustawa z dnia 07.07.1994r. Prawo Budowlane Dz.U.nr 89 poz.414.z późniejszymi zmianami ( Dz.U.nr 80 z dnia 10.05.2003 r. poz. 718 z dnia 27 marca 2003 r., Dz.U.nr 93 z dnia 16.04.2004 r. Poz. 888 )
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003r., w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego ( Dz.U.nr 120 z dnia 10.07.2003 r. Poz. 1133 )
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego ( Dz. U. Nr 202 z dnia 16 września 2004 r., poz. 2072 )
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. nr 75 poz.690 z późniejszymi zmianami ( Dz.U.nr 33 z dnia 26.02.2003 r. poz. 270, Dz.U.nr 109 z dnia 12.05.2004 r. Poz. 1156

## 1.3 Dane elektroenergetyczne

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| - napięcie zasilania             | 230/400 V, 50 Hz                |
| - układ ochrony w instalacji     | TN-S                            |
| - ochrona od porażen             | samoczynne wyłączenie zasilania |
| - moc zainstalowana              | P <sub>i</sub> = 32 kW          |
| - moc szczytowa                  | P <sub>o</sub> = 32 kW          |
| - zabezpieczenie przedlicznikowe | I = 63 A                        |

## 1.4 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej podłączonej do wewnętrznej sieci elektroenergetycznej nN budynku administracyjnego wraz z konstrukcją nośną zlokalizowaną na dachu budynku. Instalacja fotowoltaiczna będzie wytwarzała energię na potrzeby budynku administracyjnego Wojewódzkiego Ośrodka Ruchu Drogowego, a ewentualna nadwyżka będzie sprzedawana do sieci elektroenergetycznej.

## 1.5 Zakres opracowania

W zakres opracowania projektu wchodzi:

- inwentaryzacja instalacji elektrycznej powiązanej z projektowaną instalacją,
- opracowanie posadowienia modułów PV,
- opracowanie konstrukcji nośnej dla instalacji na dachu budynku
- dobór i konfiguracja urządzeń wchodzących w skład instalacji fotowoltaicznej,
- opracowanie projektu instalacji.

## 1.6 Rozwiązania projektowe

### 1.6.A Projektowana instalacja fotowoltaiczna

Projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy DC P<sub>DC</sub> = 14,84 kWp.

#### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

Ze względu na usytuowanie dachu i elementy zacinające takie jak: kominy wentylacyjne i jednostki zewnętrzne klimatyzacji zaprojektowano 56 paneli fotowoltaicznych typu polikrystalicznego wyposażone w optymalizator mocy. Do montażu paneli zastosowano systemowe stelaże przeznaczone do dachów płaskich typu inwazyjnego odporne na warunki atmosferyczne zamontowane zgodnie z rysunkiem AE-04 do konstrukcji nośnej.

Na podstawie programu projektowego dobrano inwerter o mocy 15 kW połączonego, z dwoma szeregami paneli 265 W. Lokalizację inwertera zaprojektowano w pomieszczeniu „kotłowni” na parterze budynku administracyjnego w miejscu wskazanym na rysunku AE-01. Po stronie DC należy zastosować kable w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV. Okablowanie na dachu należy prowadzić pod panelami a na zewnętrznej części budynków oraz wewnątrz w korytach odpornych na promieniowanie UV. Został zastosowany system złączy MC4. Należy zwrócić szczególną uwagę przy zarabianiu złączy. Mają tu zastosowanie specjalistyczne zarabiarki i obrabiarki. Obwody kablowe nie powinny być łączone dodatkowymi złączkami, lecz w całości sprowadzone do przetwornicy.

#### 1.6.B Moduły fotowoltaiczne

Projekt instalacji modułów fotowoltaicznych został wykonany na bazie panela polikrystalicznego o mocy 265 W wyposażonego w moduł optymalizacji mocy spełniający obowiązujące normy przeciwpożarowe i umożliwiający monitoring podstawowych parametrów pracy dla każdego z paneli osobno.

##### **Gwarancja producenta:**

- gwarancja jakości produktu = 10 lat
- gwarancja mocy wyjściowej :
  - 90% do 10 lat
  - 80% do 25 lat
  - gwarancja tolerancji mocy wyjściowej 0 +5W

Parametry elektryczne w standardowych warunkach testowych (STC) :

Moc maksymalna -	265 Wp
Napięcie znamionowe -	31,02 V
Napięcie przy otwartym obwodzie -	38,05 V
Prąd przy mocy znamionowej -	8,54 A
Prąd zwarcia -	9,08 A
Sprawność panela -	16,21 %
Zakres temperatury pracy -	-40 do +85 °C
Maksymalne napięcie DC -	1000 V
Współczynnik temperatury dla Pmax -	-0,410 %/°C
Współczynnik temperatury dla VOC -	-0,330%/°C
Współczynnik temperatury dla ISC -	+0,058%/°C
Wymiary -	1650*991*40
Waga -	19,5 kg
Maksymalne obciążenie statyczne z przodu	5400 Pa
Maksymalne obciążenie statyczne z tyłu	2400 Pa
Optymalizator mocy	zintegrowany

#### 1.6.C Konstrukcja pod moduły PV

Zaprojektowano konstrukcję inwazyjną na dach płaski typu CORAB PI-024 z panelami usytuowanymi poziomo, którą należy montować w rzędach zgodnie z rysunkiem AE-04. Pod konstrukcję stelaża należy wykonać konstrukcję nośną stalową zgodnie z opisem zawartym w rozdziale A5 i rysunkiem KA-01. Na styku z powierzchnią dachu stosować podkładki z warstwy papy asfaltowej lub asfaltowo-polimerowej o grubości minimum 4mm. Profile mocować, tak aby punkt zamocowania paneli był w 1/4 wysokości od góry i 1/4 wysokości od dołu panela. Profile obciąć na końcach 6-12cm poza klemą ostatniego panela w rzędzie. Rysunek złożeniowy systemu CORAB PI-024 załączono do projektu. Ze względu na zagospodarowanie terenu wokół budynku ( place manewrowe ) miejsce prac powinno być uzgodnione z zarządcą terenu i starannie oznaczone. Do transportu na materiałów na dach budynku należy stosować urządzenia dźwigowe lub specjalistyczne widny transportowe zapewniające bezpieczeństwo przemieszczania ładunków.

#### **WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

#### 1.6.D Inwerter

Projekt instalacji został wykonany na bazie parametrów inwertera SE15k współpracującego z optymalizatorami mocy. Urządzenia zamontować na parterze zgodnie z rysunkiem rozmieszczenia urządzeń. Inwerter musi posiadać możliwość wpięcia do sieci informatycznej za pomocą złącza RJ45 oraz technologii WiFi. Parametry pracy inwertera i poszczególnych paneli należy pokazać w sieci informatycznej Wojewódzkiego Ośrodka Ruchu Drogowego.

#### Gwarancja producenta - 10 lat

##### Parametry techniczne:

##### Wejście DC

- maksymalna moc DC – 20 250 W
- maksymalne napięcie wejściowe DC - 900 V
- napięcie nominalne DC - 750 V
- maksymalny prąd wejścia - 22 A

##### Wyjście AC

- maksymalna moc (230V,50Hz) – 15 000 W
- prąd maksymalny – 23 A
- zakres napięć wyjściowych – 184 - 264 V

##### Dane ogólne

- zakres temperatur funkcjonowania - -20°C do +60°C
- ochrona IP - IP65
- waga – 33,2 kg

##### Zgodność z normami :

bezpieczeństwa : IEC-62103 (EN50178), IEC-62109, AS310  
przyłącza sieci : VDE-AR-N-4105, G59/3, AS-4777, EN 50438  
EMC : IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, IEC61000-3-11, IEC61000-3-1

#### 1.6.E Kable po stronie DC

Po stronie DC należy zastosować kable o właściwościach :

- pojedynczy przewód wykonany z cienkich drutów typu linka w podwójnej izolacji
- wytrzymały, odporny na wysokie obciążenia mechaniczne i ścieranie, odporność na wodę, oleje i substancje chemiczne.
- odporny na temperatury w zakresie do – 40 do +70 oaz na promieniowanie UV i ozon.

Całe dostępne okablowanie od przetwornicy do stelaża należy prowadzić w korytach lub rurach osłonowych odpornych na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne. Okablowanie na dachu pod stelażem należy prowadzić w korytach odpornych na warunki atmosferyczne.

Po stronie DC dobrano kabel SOLARFLE XPV1-F o następujących parametrach :

Zakres temperatur :	-40 / +90 °C
Maksymalna temperatura na przewodniku :	+120 °C
Napięcie nominalne wg VDE :	600/1000 V przemiennego 1800 V stałego
Minimalny promień gięcia :	4*średnica
Budowa :	podwójna izolacja, żyła miedziana
Izolacja odporna na :	UV, ozon, warunki atmosferyczne oraz hydrolizę
Dostępne przekroje żył :	4,6,10 mm <sup>2</sup>

#### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

Zastosować przekroje kabla zgodnie z wyliczeniami i rysunkiem w załączniku projektu.

#### 1.6.F Złącza

Został zastosowany system złączy MC4- Multi-Contact. Mają zastosowanie dla kabli 4 – 6 mm<sup>2</sup>. Dla połączeń o polaryzacji „+” zastosowano szeregowy typ MC4 (+) PV-KBT4, a dla polaryzacji „-” zastosowano szeregowy typ MC4 (-) PV-KST4.

Parametry techniczne złączy:

Napięcie znamionowe	1000V (IEC) i 600 V (UL)
Prąd znamionowy w temperaturze	90 ° C i Ø4/6mm <sup>2</sup> -30A
Prąd znamionowy w temp. 85 ° C i Ø4/6mm <sup>2</sup>	39/45A
Temperatura pracy	-40 ° C. ... +90 ° C (IEC)
Testvoltage	5kV (50Hz, 1min)
Stopień ochrony	IP68 (1h/1m)

#### 1.6.G Połączenie z wewnętrzną siecią niskiego napięcia.

Wpięcie do sieci nN zaprojektowano w istniejącej rozdzielni TG w korytarzu na parterze budynku zgodnie z rysunkiem rozmieszczenia urządzeń. Instalację należy wykonać zgodnie z załączonym schematem strony AC. Dopuszcza się układanie przewodu w:

- rurkach elektroinstalacyjnych sztywnych i/lub giętkich wewnątrz ścian GK i/lub pod tynkiem,
  - listwach i korytach kablowych FeZn na ścianach murowanych nie tynkowanych z fakturą bloczków,
  - rurkach elektroinstalacyjnych, na uchwytach kablowych w pozostałych przypadkach.
- Należy używać elementów typowych, posiadających odpowiednie atesty.

#### 1.6.H Układ pomiarowy

Istniejący licznik energii elektrycznej czynnej, bezpośredni, 3-fazowy zostanie wymieniony przez operatora systemu elektroenergetycznego na licznik dwukierunkowy. Układ ten nie wymaga opracowania w niniejszej dokumentacji.

#### 1.6.I Zabezpieczenia przepięciowe

##### 1. Zabezpieczenie przepięciowe po stronie DC

Projektuje się zabezpieczenie przepięciowe strony DC poprzez ogranicznik przepięć DC typ 1+2 warystorowy FV30 B+C dla każdego ze stringów oddzielnie.

##### 2. Zabezpieczenie przepięciowe po stronie AC

W tablicy rozdzielczej „PV-AC” zainstalować układ przepięciowy typ 1 kombinowany (według DEHN)

#### 1.6.J Instalacja odgromowa

Instalację odgromową modułów fotowoltaicznych projektuje się z wykorzystaniem instalacji istniejącej. Zwody poziome należy zdemontować w obszarze montażu konstrukcji nośnej z zachowaniem odległości separacyjnej. W miejscach wyznaczonych na rysunku A-04 zamontować do kominów wentylacyjnych iglice o wysokości ( H = 4 m ) następnie połączyć iglice drutem FeZn o średnicy 8 mm do istniejących przewodów odprowadzających. Stosować typowe elementy łączeniowe dla danego systemu. Instalację odgromową modułów fotowoltaicznych projektuje się z wykorzystaniem instalacji istniejącej. Do zwodów poziomych należy podłączyć konstrukcje nośną za pomocą drutu FeZn fi 8.

#### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

Instalację odgromową wykonać zgodnie z PN-IEC 61024-1:2001 oraz PN-IEC 61024-2:2002.  
Po wykonaniu prac dokonać pomiarów oporności uziemienia, która powinna wynosić  $R \leq 10\Omega$ . W przypadku rezystancji większej niż  $10\Omega$  wbić w grunt dodatkowe uziomy pionowe na głębokość minimum 3 m aż do osiągnięcia rezystancji poniżej  $10\Omega$ . Wierzchołek uziomu powinien być 0,5 m pod poziomem gruntu.

#### 1.6.K Zabezpieczenia przeciwpożarowe

Zabezpieczenie przeciwpożarowe instalacji fotowoltaicznej realizowane będą poprzez układ optymalizacji mocy wbudowany w każdy panel poprzez obniżenie napięcia do 1 V.

#### 1.7 Uwagi końcowe

Przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych należy przeprowadzić instruktaż pracowników, potwierdzony dokumentami, które należy dołączyć do dokumentacji budowy. Prace pod napięciem lub w pobliżu napięcia powinny być wykonywane przez osoby z odpowiednimi kwalifikacjami.

Całość robót należy wykonać zgodnie z dokumentami:

- Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych wydanie V;
- Zbiory polskich norm PN 91/E-05003/1 do 4 oraz PN 91/E-05009;
- Prace wykonać zgodnie z rozporządzeniem Ministra Górnictwa i Energetyki z 9.05.1970r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach energetycznych oraz w innych zakładach przy urządzeniach elektroenergetycznych (Dz. U. Nr 14, poz. 125, z 1974r Nr 12, poz. 72);
- Oznakowanie, opisy, znaki bezpieczeństwa wykonać zgodnie z PN-92/N-01255,PN-92/N-01256.01, PN-92/N-01256.02;
- Składowanie materiałów odpadowych wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Przy odbiorze instalacji należy zgodnie z PBUE sprawdzić skuteczność ochrony przeciw porażeniowej przez szybkie wyłączenie zasilania oraz parametry wytrzymałościowe izolacji zastosowanych przewodów przewodzące prąd stały i zmienny. Wykonać należy również pomiary oporności uziemień. Projekt chroniony jest Prawem Autorskim. Wszelkie zmiany i wykorzystanie projektu do innych celów niż inwestycja, której bezpośrednio on dotyczy, wymaga zgody autorów. Dopuszcza się w realizacji inwestycji zastosowania innych materiałów i urządzeń pod warunkiem zachowania wskazanych w projekcie parametrów technicznych oraz uzyskania akceptacji Projektanta i Inwestora. Za jakiegokolwiek zmiany dokonane bez ich wiedzy, autorzy projektu nie ponoszą odpowiedzialności. Niniejsza dokumentacja, zgodnie z ustawą z dnia 10 kwietnia 1997 roku „Prawo Energetyczne” na dzień 5 września 2014 roku, art. 7, punkt 8d, nie podlega uzgodnieniu u operatora systemu elektroenergetycznego.

#### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.



## A2. OBLICZENIA TECHNICZNE

### 2.1 Uzysk energetyczny projektowanej instalacji.

Wyliczono za pomocą programu P V G I S

Dane :

Moc instalacji :	14,8 kWp
Kąt nachylenia paneli :	25 °
Azymut :	65 °
Straty systemu ( inwerter , kable , zacienienie )	12%

Obliczono roczny uzysk energii dla instalacji : **13 200 kWh**

### 2.2 Efekt ekologiczny projektowanej instalacji.

Szacunkowe wartości redukcji emisji w zależności od rodzaju spalanego opału	
rodzaj opału	Węgiel ton/rok
roczne zużycie opału	<b>2,230</b>
pyły ogólne	<b>0,045</b>
SO <sub>2</sub>	<b>0,021</b>
NO <sub>x</sub>	<b>0,002</b>
CO	<b>0,100</b>
CO <sub>2</sub>	<b>4,454</b>

Obliczenia wykonano na podstawie :

KOBiZE „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2012 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2015” (Warszawa, październik 2014),

### 2.3 Dobór przewodów

Zaleca się żeby procentowy spadek napięcia po stronie DC nie przekraczał 1 %.

Ze wzoru poniżej wyznaczono przekrój przewodów po stronie DC :

$$S = \frac{P \cdot I}{U^2 \cdot dU\% \cdot \gamma}$$

S	Przekrój przewodu [mm <sup>2</sup> ]
P	Moc stringu [W]
U	Napięcie stringu [V]
dU%	Dopuszczalny spadek napięcia [%]
I	Całkowita długość przewodów [m]
Y	Przewodność właściwa [ m/(Ω*mm <sup>2</sup> ) ]

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

## Obliczenie przekroju przewodów dla szeregu

Dane dla szeregu z programu projektowego firmy SAJ : ( T=45°C )

Moc	P	14840	W
Ilość szeregów		2	szt
Długość przewodu	l	100	m
Napięcie	U	750	V
Dopuszczalny spadek napięcia	U%	1,00%	
Przewodność właściwa	Y	55	m/(Ω*mm <sup>2</sup> )
Minimalny przekrój przewodu	S <sub>min</sub>	2,4	mm <sup>2</sup>
<b>Dobrano przekrój przewodu :</b>	<b>S</b>	<b>4</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>

Ze wzoru poniżej wyznaczono przekrój przewodów po stronie AC :

$$S = \frac{100 \cdot P \cdot l}{U^2 \cdot dU\% \cdot Y}$$

- S Przekrój przewodu [mm<sup>2</sup>]  
 P Moc stringu [W]  
 U Napięcie stringu [V]  
 dU% Dopuszczalny spadek napięcia [%]  
 l Całkowita długość przewodów [m]  
 Y Przewodność właściwa [ m/(Ω\*mm<sup>2</sup>) ]

Moc	P	14840	W
Ilość faz		3	szt
Długość przewodu	l	38	m
Napięcie	U	400	V
Dopuszczalny spadek napięcia	U%	1	
Przewodność właściwa	Y	55	m/(Ω*mm <sup>2</sup> )
Minimalny przekrój przewodu	S <sub>min</sub>	7,0	mm <sup>2</sup>
Prąd roboczy	I <sub>r</sub>	22,6	A
<b>Dobrano przekrój przewodu :</b>	<b>S</b>	<b>10</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>

Po stronie AC od rozdzielni GT do inwertera dobrano przewód YDY 5x10 mm<sup>2</sup>

### 2.3 Dobór wkładek bezpiecznikowych

Dobrano zabezpieczenie S303B35/0,03A, zgodnie z normą IEC 60269-6 :

Prąd znamionowy I <sub>n</sub> (A)	Typ	Nr artykułu
<b>1-biegunowy</b>		
2	CLS6-B2	269605
4	CLS6-B4	269606
6	CLS6-B6	269607
10	CLS6-B10	269608
13	CLS6-B13	269609
16	CLS6-B16	270340
20	CLS6-B20	270341
25	CLS6-B25	270342
32	CLS6-B32	270343
40	CLS6-B40	270344
50	CLS6-B50	270345
63	CLS6-B63	270346
<b>3-biegunowy</b>		
2	CLS6-B2/3	270403
4	CLS6-B4/3	270404
6	CLS6-B6/3	270405
10	CLS6-B10/3	270406
13	CLS6-B13/3	270407
16	CLS6-B16/3	270408
20	CLS6-B20/3	270409
25	CLS6-B25/3	270410
32	CLS6-B32/3	270411
40	CLS6-B40/3	270412
50	CLS6-B50/3	270413
63	CLS6-B63/3	270414

### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

### **A3. ODPISY DOKUMENTÓW I UZGODNIENÍ, KOSZTORYS**

Uzgodnienia branżowe. Uwaga ! Oryginały uzgodnień znajdują się w egz. nr 1 - archiwalnym

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

## A4. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Lp	Nazwa materiału	Jm	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5
1	Moduł fotowoltaiczny 265 W	szt	56	
2	Inwerter 15 kW	szt	1	
3	Stelaż CORAB PI-024	Kpl	15	
4	Konstrukcja nośna	kg	3492	
5	Ogranicznik przepięć AC DCB YPV SCI 1000	szt	1	
6	Rozłącznik nad prądowy S303 B25	szt	1	
7	Pianka poliuretanowa uszczelniająca	tub	2	
8	Złączki kablowe MC4(+) PV-KBT4	szt	14	
9	Złączki kablowe MC4(-) PV-KST4	szt	14	
10	Przewód SOLARFLEX 4,0mm <sup>2</sup>	mb	100	
11	Przewód SOLARFLEX 4,0mm <sup>2</sup>	mb	100	
12	Przewód 6 mm <sup>2</sup>	mb	50	
13	Przewód AC YDY zo 5x10	mb	40	
14	Drut FeZn ø8	mb	20	
15	Ogranicznik przepięć DC TYP 1+2 warystorowy	szt	2	
16	Iglica odgromowa h=4m	szt	2	
17	Inny drobny materiał instalacyjny			
18				
19				

Zaprojektowane materiały można zastąpić innymi o równoważnych lub lepszych parametrach technicznych i spełniającymi normy określone w projekcie.

mgr inż. Michał Gruźlewski  
 uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania  
 bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej  
 w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
 elektrycznych i elektroenergetycznych  
 nr ew. PO/10201/PO/OE/11  
 nr ew. PO/WO048/O/WO/E/15

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

## A.5 WSTĘNA ANALIZA NOŚNOŚCI WYKONANIA KONSTRUKCJI WSPORCZEJ POD MONTAŻ PANELI PV (ADMINISTRACJA)

### UWAGI WSTĘPNE:

Niniejsze obliczenia stanowią podstawę kalkulacji wstępnej kosztów konstrukcji wsporczej niezbędnych do przygotowania kosztorysu inwestorskiego na podstawie kalkulacji własnej dla inwestycji związanej z montażem paneli PV na dachu budynku.

Niniejsze obliczenia mają charakter wstępny, nie obejmują elementów takich jak podpory, stężenia, elementy montażowe stelaży paneli PV itp. Zaleca się montowanie konstrukcji wsporczej paneli PV do konstrukcji nośnej budynku (ściany nośne, słupy) z pominięciem konstrukcji dachowej tj. płyt dachowych (zgodnie z wcześniejszą analizą).

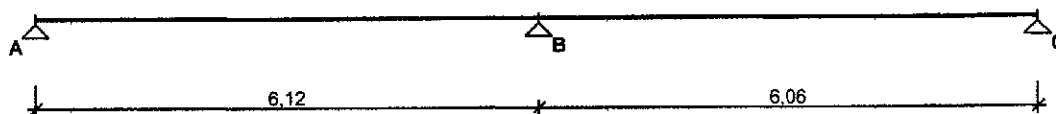
Przed wykonaniem zadania należy wykonać projekt wykonawczy uwzględniający wybrany typ panela PV, jego ciężar, sposób jego montażu oraz skorygować ciężar przyjęty do obliczeń konstrukcji wsporczej i jego wpływ na elementy konstrukcyjne.

Wszelkie dane materiałowe, założenia obliczeniowe do wymiarowania, schematy statyczne przedstawiono w toku obliczeń dla każdego elementu, są to założenia wstępne i na etapie sporządzania projektu wykonawczego można je zastąpić innymi rozwiązaniami zgodnie z przyjętymi rozwiązaniami, w szczególności dotyczy to stateczności elementów i zabezpieczenia przed zwichrzeniem.

**Tablica 1. Obciążenia stałe i zmienne dachu od paneli PV ze stelażem**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	$\gamma_f$	kd	Obc. obl. kN/m
1.	PANEL PV szer. 1,00 m [panel + stelaż 0,24 kN, wymiar 1,65 x 1,00]	0,10	1,20	--	0,12
2.	Obciążenie wiatrem połaci nawiętrznej wiaty jednospadowej - kraweź "a" wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-10 (strefa I, H=40 m n.p.m. -> qk = 0,30kN/m <sup>2</sup> , teren A, z=H=1,0 m, -> C <sub>e</sub> =0,60 -> wsp. aerodyn. C=2,0, beta=1,80) szer.1,00 m [0,648kN/m <sup>2</sup> ·1,00m]	0,65	1,50	0,00	0,98
$\Sigma$ :		<b>0,75</b>	<b>1,46</b>	--	<b>1,09</b>

### SCHEMAT BELKI



Parametry belki:

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

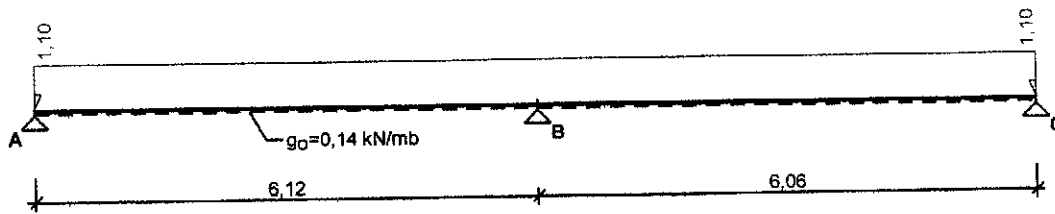
### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma_f = 1,15$ )

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.



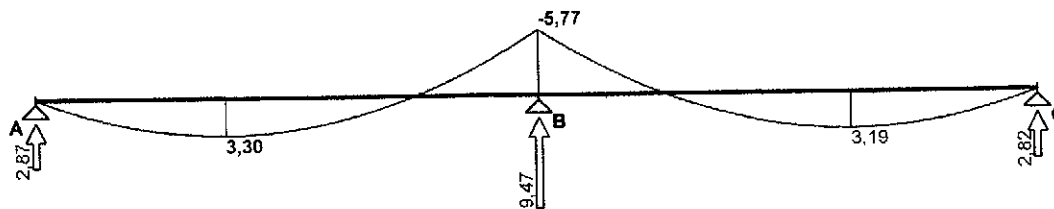
Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki  $g_0 = 0,14$  kN/m)

Przekrój	z [m]	qI [kN/m]	qp [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	1,10	0,00	0,00
B.	6,12	1,10	1,10	0,00	0,00
C.	12,18	1,10	--	0,00	0,00

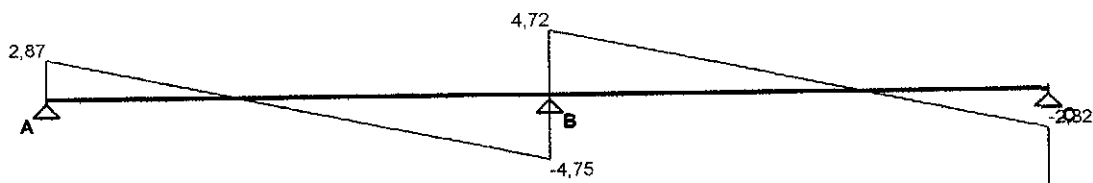
## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

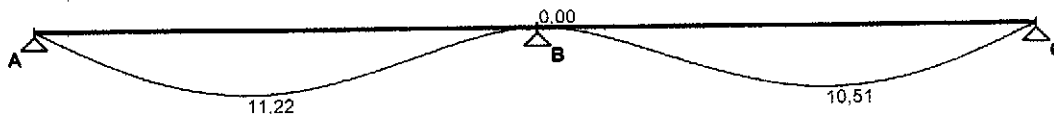
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	z [m]	Mi [kNm]	Mp [kNm]	Vi [kN]	Vp [kN]	fk [mm]
<b>Przęsło A - B (lo = 6,12 m)</b>						
A.	0,00	--	0,00	--	2,87	--
1.	2,31	<b>3,30</b>	<b>3,30</b>	-0,01	-0,01	11,08
2.	2,58	3,25	3,25	-0,35	-0,35	11,22
B.	6,12	<b>-5,77</b>	--	-4,75	--	--
<b>Przęsło B - C (lo = 6,06 m)</b>						
B.	6,12	--	<b>-5,77</b>	--	4,72	--
3.	6,14	-5,68	-5,68	4,70	4,70	0,00
4.	9,62	3,14	3,14	0,36	0,36	10,51
5.	9,91	<b>3,19</b>	<b>3,19</b>	0,00	0,00	10,36
C.	12,18	0,00	--	-2,82	--	--

Reakcje podporowe:  $RA = 2,87$  kN,  $RB = 9,47$  kN,  $RC = 2,82$  kN

## ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwłoczenia:

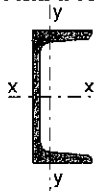
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

- rozstaw stężeń bocznych  $l_1 = 1,65$  m;

## WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **C 120**

$$A_v = 8,40 \text{ cm}^2, m = 13,4 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 364 \text{ cm}^4, J_y = 43,2 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 925 \text{ cm}^6, J_T = 4,30 \text{ cm}^4, W_x = 60,7 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

### Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1  $MR = 9,79 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1  $VR = 104,75 \text{ kN}$

### Belka

#### Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 6,12 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia  $\phi_L = 0,920$

Moment maksymalny  $M_{\max} = -5,77 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot MR) = 0,640 < 1$$

#### Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 6,12 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -4,75 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / VR = 0,045 < 1$$

#### Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)4,75 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot VR = 31,42 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

#### Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 2,58 \text{ m}$

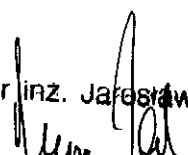
Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 11,22 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 500 = 12,24 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 11,22 \text{ mm} < f_{gr} = 12,24 \text{ mm} \quad (91,7\%)$$

## ZESTAWIENIE ELEMENTÓW KONSTRUKCJI (BEZ PODPÓR I STĘŻEŃ)

L P	ELEMENT	DŁUGOŚĆ ELEMENTU	MASA ELEMENTU	MASA ELEMENTU	SZTUK	MASA ŁĄCZNIE
		[m]	[kg/mb]	[kg]	[szt]	[kg]
1	C 120	12,2	13,4	164	16	2624
2	C 120	16,2	13,4	217	4	868
						<b>3492</b>

mgr inż. Jacek Mysior  
  
uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno - budowlanej  
nr ewidencyjny: POM/0166/PWOK/03

### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

## A6. RYSUNKI TECHNICZNE

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.



# B1 OPIS TECHNICZNY- BUDYNEK SZKOLENIOWO-SOCJALNO-GARAŻOWY (SSG)

## 1.2 Inwestor

Wojewódzki Ośrodek Ruchu Drogowego  
ul. Skrzydlata 1 , 82-300 Elbląg

## 1.2 Podstawa opracowania

- Zlecenie Inwestora
- Wizja lokalna w terenie
- Ustawa z dnia 07.07.1994r. Prawo Budowlane Dz.U.nr 89 poz.414.z późniejszymi zmianami ( Dz.U.nr 80 z dnia 10.05.2003 r. poz. 718 z dnia 27 marca 2003 r., Dz.U.nr 93 z dnia 16.04.2004 r. Poz. 888 )
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003r., w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego ( Dz.U.nr 120 z dnia 10.07.2003 r. Poz. 1133 )
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego ( Dz. U. Nr 202 z dnia 16 września 2004 r., poz. 2072 )
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. nr 75 poz.690 z późniejszymi zmianami ( Dz.U.nr 33 z dnia 26.02.2003 r. poz. 270, Dz.U.nr 109 z dnia 12.05.2004 r. Poz. 1156

## 1.3 Dane elektroenergetyczne

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| - napięcie zasilania             | 230/400 V, 50 Hz                |
| - układ ochrony w instalacji     | TN-S                            |
| - ochrona od porażeń             | samoczynne wyłączenie zasilania |
| - moc zainstalowana              | P <sub>i</sub> = 32 kW          |
| - moc szczytowa                  | P <sub>o</sub> = 32 kW          |
| - zabezpieczenie przedlicznikowe | I = 63 A                        |

## 1.4 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej przyłączonej do wewnętrznej sieci elektroenergetycznej nN budynku szkoleniowo-socjalno-garażowym wraz z konstrukcją nośną zlokalizowaną na dachu budynku. Instalacja fotowoltaiczna będzie wytwarzała energię na potrzeby budynku szkoleniowo-socjalno-garażowego Wojewódzkiego Ośrodka Ruchu Drogowego, a ewentualna nadwyżka będzie sprzedawana do sieci elektroenergetycznej.

## 1.7 Zakres opracowania

W zakres opracowania projektu wchodzi:

- inwentaryzacja instalacji elektrycznej powiązanej z projektowaną instalacją,
- opracowanie posadowienia modułów PV,
- dobór i konfiguracja urządzeń wchodzących w skład instalacji fotowoltaicznej,
- opracowanie projektu instalacji.

## 1.6 Rozwiązania projektowe

### 1.8.A Projektowana instalacja fotowoltaiczna

Projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy DC P<sub>DC</sub> = **31,8 kWp**. Ze względu na usytuowanie dachu i elementy zacieniające takie jak kominy wentylacyjne i jednostki zewnętrzne klimatyzacji zaprojektowano 120 paneli fotowoltaicznych typu polikrystalicznego wyposażone w optymalizator mocy. Do montażu paneli zastosowano systemowe stelaże

#### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

przeznaczone do dachów płaskich typu inwazyjnego odporne na warunki atmosferyczne umieszczone zgodnie z rysunkiem BE-04

Na podstawie programu projektowego dobrano inwerter o mocy 27,6kW połączonego, z trzema szeregami paneli 265 W po 40 sztuk w szeregu. Lokalizację inwertera zaprojektowano na ścianie budynku SSG w miejscu wskazanym na rysunku BE-01. Po stronie DC należy zastosować kable w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV. Okablowanie na dachu należy prowadzić pod panelami a na zewnętrznej części budynków oraz wewnątrz w korytach odpornych na promieniowanie UV. Został zastosowany system złączy MC4. Należy zwrócić szczególną uwagę przy zarabianiu złączy. Mają tu zastosowanie specjalistyczne zarabiarki i obrabiarki. Obwody kablowe nie powinny być łączone dodatkowymi złączkami, lecz w całości sprowadzone do przetwornicy.

#### 1.8.B Moduły fotowoltaiczne

Projekt instalacji modułów fotowoltaicznych został wykonany na bazie modułu polikrystalicznego o mocy 265 W wyposażonego w moduł optymalizacji mocy spełniający obowiązujące normy przeciwpożarowe i umożliwiający monitoring podstawowych parametrów pracy dla każdego z paneli osobno.

##### **Gwarancja producenta:**

- gwarancja jakości produktu = 10 lat
- gwarancja mocy wyjściowej :
  - 90% do 10 lat
  - 80% do 25 lat
  - gwarancja tolerancji mocy wyjściowej 0 +5W

Parametry elektryczne w standardowych warunkach testowych (STC) :

Moc maksymalna -	265 Wp
Napięcie znamionowe -	31,02 V
Napięcie przy otwartym obwodzie -	38,05 V
Prąd przy mocy znamionowej -	8,54 A
Prąd zwarcia -	9,08 A
Sprawność panela -	16,21 %
Zakres temperatury pracy -	-40 do +85 °C
Maksymalne napięcie DC -	1000 V
Współczynnik temperatury dla Pmax -	-0,410 %/°C
Współczynnik temperatury dla VOC -	-0,330%/°C
Współczynnik temperatury dla ISC -	+0,058%/°C
Wymiary -	1650*991*40
Waga -	19,5 kg
Maksymalne obciążenie statyczne z przodu	5400 Pa
Maksymalne obciążenie statyczne z tyłu	2400 Pa
Optymalizator mocy	zintegrowany

#### 1.8.C Konstrukcja pod moduły PV

Zaprojektowano konstrukcję inwazyjną na dach płaski typu CORAB PI-024 z panelami usytuowanymi poziomo, którą należy montować na dachu w rzędach zgodnie z rysunkiem BE-04. Pod konstrukcję stelaża należy wykonać konstrukcję nośną stalową zgodnie z opisem zawartym w rozdziale A5 i rysunkiem KB-01. Na styku z powierzchnią dachu stosować podkładki z warstwy papy asfaltowej lub asfaltowo-polimerowej o grubości minimum 4mm. Profile mocować, tak aby punkt zamocowania paneli był w 1/4 wysokości od góry i 1/4 wysokości od dołu panela. Profile obciąć na końcach 6-12cm poza klemą ostatniego panela w rzędzie. Rysunek złożeniowy systemu CORAB PI-024 załączono do projektu.

#### 1.8.D Inwerter

Projekt instalacji został wykonany na bazie parametrów inwertera SE27,6k.

#### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

Urządzenia zamontować na ścianie budynku SSG zgodnie z rysunkiem rozmieszczenia urządzeń. Inwerter musi posiadać możliwość wpięcia do sieci informatycznej za pomocą złącza RJ45 oraz technologii WiFi. Parametry pracy inwertera i poszczególnych paneli należy pokazać w sieci informatycznej Wojewódzkiego Ośrodka Ruchu Drogowego.

### Gwarancja producenta - 10 lat

Parametry techniczne:

#### Wejście DC

- maksymalna moc DC – 37 260 W
- maksymalne napięcie wejściowe DC - 900 V
- napięcie nominalne DC - 750 V
- maksymalny prąd wejścia - 40 A

#### Wyjście AC

- maksymalna moc (230V,50Hz) – 27 600 W
- prąd maksymalny – 40 A
- zakres napięć wyjściowych – 184 - 264 V

#### Dane ogólne

- zakres temperatur funkcjonowania - -20°C do +60°C
- ochrona IP - IP65
- waga – 45 kg

#### Zgodność z normami :

bezpieczeństwa : IEC-62103 (EN50178), IEC-62109, AS310  
przyłącza sieci : VDE-AR-N-4105, G59/3, AS-4777, EN 50438  
EMC : IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, IEC61000-3-11, IEC61000-3-1

### 1.8.E Kable po stronie DC

Po stronie DC należy zastosować kable o właściwościach :

- pojedynczy przewód wykonany z cienkich drutów typu linka w podwójnej izolacji
- wytrzymały, odporny na wysokie obciążenia mechaniczne i ścieranie, odporność na wodę, oleje i substancje chemiczne.
- odporny na temperatury w zakresie do – 40 do +70 oaz na promieniowanie UV i ozon.

Całe dostępne okablowanie od przetwornicy do stelaża należy prowadzić w korytach lub rurach osłonowych odpornych na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne. Okablowanie na dachu pod stelażem należy prowadzić w korytach odpornych na warunki atmosferyczne.

Po stronie DC dobrano kabel SOLARFLE XPV1-F o następujących parametrach :

Zakres temperatur :	-40 / +90 °C
Maksymalna temperatura na przewodniku :	+120 °C
Napięcie nominalne wg VDE :	600/1000 V przemiennego 1800 V stałego
Minimalny promień gięcia :	4*średnica
Budowa :	podwójna izolacja, żyła miedziana
Izolacja odporna na :	UV, ozon, warunki atmosferyczne oraz hydrolizę
Dostępne przekroje żył :	4,6,10 mm <sup>2</sup>

Zastosować przekroje kabla zgodnie z wyliczeniami i rysunkiem w załączniku projektu.

### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

## 1.8.F Złączki

Został zastosowany system złączy MC4- Multi-Contact. Mają zastosowanie dla kabli 4 – 6 mm<sup>2</sup>. Dla połączeń o polaryzacji „+” zastosowano szeregowy typ MC4 (+) PV-KBT4, a dla polaryzacji „-” zastosowano szeregowy typ MC4 (-) PV-KST4.

Parametry techniczne złączy:

Napięcie znamionowe	1000V (IEC) i 600 V (UL)
Prąd znamionowy w temperaturze	90 ° C i Ø4/6mm <sup>2</sup> -30A
Prąd znamionowy w temp. 85 ° C i Ø4/6mm <sup>2</sup>	39/45A
Temperatura pracy	-40 ° C. .. +90 ° C (IEC)
Testvoltage	5kV (50Hz, 1min)
Stopień ochrony	IP68 (1h/1m)

## 1.8.G Połączenie z wewnętrzną siecią niskiego napięcia.

Wpięcie do sieci nN zaprojektowano w istniejącej rozdzielni na zewnątrz budynku w zgodzie z rysunkiem rozmieszczenia urządzeń. Instalacje należy wykonać zgodnie z załączonym schematem strony AC. Dopuszcza się układanie przewodu w:

- rurkach elektroinstalacyjnych sztywnych i/lub giętkich wewnątrz ścian GK i/lub pod tynkiem,
- listwach i korytach kablowych FeZn na ścianach murowanych nie tynkowanych z fakturą bloczków,
- rurkach elektroinstalacyjnych, na uchwytych kablowych w pozostałych przypadkach. Należy używać elementów typowych, posiadających odpowiednie atesty.

## 1.8.H Układ pomiarowy

Istniejący licznik energii elektrycznej czynnej, bezpośredni, 3-fazowy zostanie wymieniony przez operatora systemu elektroenergetycznego na licznik dwukierunkowy. Układ ten nie wymaga opracowania w niniejszej dokumentacji.

## 1.8.I Zabezpieczenia przepięciowe

### 1. Zabezpieczenie przepięciowe po stronie DC

Projektuje się zabezpieczenie przepięciowe strony DC poprzez ogranicznik przepięć DC typ 1+2 warystorowy FV30 B+C dla każdego ze stringów oddzielnie.

### 2. Zabezpieczenie przepięciowe po stronie AC

W tablicy rozdzielczej „PV-AC” zainstalować układ przepięciowy typ 1 kombinowany (według DEHN)

## 1.8.J Instalacja odgromowa

Instalację odgromową modułów fotowoltaicznych projektuje się z wykorzystaniem instalacji istniejącej. Zwody poziome należy zdemontować w obszarze montażu konstrukcji nośnej z zachowaniem odległości separacyjnej. W miejscach wyznaczonych na rysunku B-04 zamontować do konstrukcji iglice izolowane o wysokości ( H = 4 m ) następnie połączyć iglice drutem FeZn o średnicy 8 mm do istniejących przewodów odprowadzających. Stosować typowe elementy łączeniowe dla danego systemu.

Instalację odgromową wykonać zgodnie z PN-IEC 61024-1:2001 oraz PN-IEC 61024-2:2002.

### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

Po wykonaniu prac dokonać pomiarów oporności uziemienia, która powinna wynosić  $R \leq 10\Omega$ . W przypadku rezystancji większej niż  $10\Omega$  wbić w grunt dodatkowe uziomy pionowe na głębokość minimum 3 m aż do osiągnięcia rezystancji poniżej  $10\Omega$ . Wierzchołek uziomu powinien być 0,5 m pod poziomem gruntu.

#### 1.8.K Zabezpieczenia przeciwpożarowe

**Zabezpieczenie przeciwpożarowe instalacji fotowoltaicznej realizowane będą poprzez układ optymalizacji mocy wbudowany w każdy panel poprzez obniżenie napięcia do 1 V.**

#### 1.7 Uwagi końcowe

Przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych należy przeprowadzić instruktaż pracowników, potwierdzony dokumentami, które należy dołączyć do dokumentacji budowy. Prace pod napięciem lub w pobliżu napięcia powinny być wykonywane przez osoby z odpowiednimi kwalifikacjami.

Całość robót należy wykonać zgodnie z dokumentami:

- Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych wydanie V;
- Zbiory polskich norm PN 91/E-05003/1 do 4 oraz PN 91/E-05009;
- Prace wykonać zgodnie z rozporządzeniem Ministra Górnictwa i Energetyki z 9.05.1970r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach energetycznych oraz w innych zakładach przy urządzeniach elektroenergetycznych (Dz. U. Nr 14, poz. 125, z 1974r Nr 12, poz. 72);
- Oznakowanie, opisy, znaki bezpieczeństwa wykonać zgodnie z PN-92/N-01255, PN-92/N-01256.01, PN-92/N-01256.02;

- Składowanie materiałów odpadowych wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Przy odbiorze instalacji należy zgodnie z PBUE sprawdzić skuteczność ochrony przeciw porażeniowej przez szybkie wyłączenie zasilania oraz parametry wytrzymałościowe izolacji zastosowanych przewodów przewodzące prąd stały i zmienny. Wykonać należy również pomiary oporności uziemień. Projekt chroniony jest Prawem Autorskim. Wszelkie zmiany i wykorzystanie projektu do innych celów niż inwestycja, której bezpośrednio on dotyczy, wymaga zgody autorów. Dopuszcza się w realizacji inwestycji zastosowanie innych materiałów i urządzeń pod warunkiem zachowania wskazanych w projekcie parametrów technicznych oraz uzyskania akceptacji Projektanta i Inwestora. Za jakiegokolwiek zmiany dokonane bez ich wiedzy, autorzy projektu nie ponoszą odpowiedzialności. Niniejsza dokumentacja, zgodnie z ustawą z dnia 10 kwietnia 1997 roku „Prawo Energetyczne” na dzień 5 września 2014 roku, art. 7, punkt 8d, nie podlega uzgodnieniu u operatora systemu elektroenergetycznego.

#### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

## B2. OBLICZENIA TECHNICZNE

### 2.4 Uzysk energetyczny projektowanej instalacji.

Wyliczono za pomocą programu P V G I S

Dane :	
Moc instalacji :	31,8 kWp
Kąt nachylenia paneli :	25 °
Azymut :	25 °
Straty systemu ( inwerter , kable , zacienienie )	12%
Obliczono roczny uzysk energii dla instalacji :	<b>30 700 kWh</b>

### 2.5 Efekt ekologiczny projektowanej instalacji.

Szacunkowe wartości redukcji emisji w zależności od rodzaju spalanego opału	
rodzaj opału	Węgiel ton/rok
roczne zużycie opału	<b>5,180</b>
pyły ogólne	<b>0,104</b>
SO <sub>2</sub>	<b>0,050</b>
NO <sub>x</sub>	<b>0,005</b>
CO	<b>0,233</b>
CO <sub>2</sub>	<b>10,358</b>

Obliczenia wykonano na podstawie :

KOBiZE „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2012 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2015” (Warszawa, październik 2014),

### 2.6 Dobór przewodów

Zaleca się żeby procentowy spadek napięcia po stronie DC nie przekraczał 1 %.

Ze wzoru poniżej wyznaczono przekrój przewodów po stronie DC :

$$S = \frac{P * l}{U^2 * dU\% * \gamma}$$

S	Przekrój przewodu [mm <sup>2</sup> ]
P	Moc stringu [W]
U	Napięcie stringu [V]
dU%	Dopuszczalny spadek napięcia [%]
l	Całkowita długość przewodów [m]
γ	Przewodność właściwa [ m/(Ω*mm <sup>2</sup> ) ]

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

## Obliczenie przekroju przewodów dla szeregu

Dane dla szeregu z programu projektowego firmy SAJ : ( T=45 °C )

Moc	P	31800	W
Ilość szeregów		3	szt
Długość przewodu	l	100	m
Napięcie	U	750	V
Dopuszczalny spadek napięcia	U%	1,00%	
Przewodność właściwa	Y	55	m/(Ω*mm <sup>2</sup> )
Minimalny przekrój przewodu	S <sub>min</sub>	3,4	mm <sup>2</sup>
<b>Dobrano przekrój przewodu :</b>	<b>S</b>	<b>4</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>

Ze wzoru poniżej wyznaczono przekrój przewodów po stronie AC :

$$S = \frac{100 \cdot P \cdot l}{U^2 \cdot dU\% \cdot Y}$$

- S Przekrój przewodu [mm<sup>2</sup>]  
P Moc stringu [W]  
U Napięcie stringu [V]  
dU% Dopuszczalny spadek napięcia [%]  
l Całkowita długość przewodów [m]  
Y Przewodność właściwa [ m/(Ω\*mm<sup>2</sup>) ]

Moc	P	31800	W
Ilość faz		3	szt
Długość przewodu	l	10	m
Napięcie	U	400	V
Dopuszczalny spadek napięcia	U%	1	
Przewodność właściwa	Y	55	m/(Ω*mm <sup>2</sup> )
Minimalny przekrój przewodu	S <sub>min</sub>	4,0	mm <sup>2</sup>
Prąd roboczy	I <sub>r</sub>	48,4	A
<b>Dobrano przekrój przewodu :</b>	<b>S</b>	<b>10</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>

Po stronie AC od rozdzielni RG do rozdzielni PV AC dobrano przewód YDY 5x10 mm<sup>2</sup>

### 2.3 Dobór wkładek bezpiecznikowych

Dobrano zabezpieczenie zgodnie z normą IEC 60269-6 : **CLS6-B50/3**

Prąd znamionowy I <sub>n</sub> (A)	Typ	Nr artykułu
<b>1-biegunowy</b>		
2	CLS6-B2	269605
4	CLS6-B4	269606
6	CLS6-B6	269607
10	CLS6-B10	269608
13	CLS6-B13	269609
16	CLS6-B16	270340
20	CLS6-B20	270341
25	CLS6-B25	270342
32	CLS6-B32	270343
40	CLS6-B40	270344
50	CLS6-B50	270345
63	CLS6-B63	270346
<b>3-biegunowy</b>		
2	CLS6-B2/3	270403
4	CLS6-B4/3	270404
6	CLS6-B6/3	270405
10	CLS6-B10/3	270406
13	CLS6-B13/3	270407
16	CLS6-B16/3	270408
20	CLS6-B20/3	270409
25	CLS6-B25/3	270410
32	CLS6-B32/3	270411
40	CLS6-B40/3	270412
50	CLS6-B50/3	270413
63	CLS6-B63/3	270414

### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

### **B3. ODPISY DOKUMENTÓW I UZGODNIENÍ, KOSZTORYS**

Uzgodnienia branżowe. Uwaga ! Oryginały uzgodnień znajdują się w egz. nr 1 - archiwalnym

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**

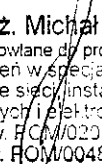
Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.



## B4. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Lp	Nazwa materiału	Jm	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5
1	Moduł fotowoltaiczny 265 W	szt	120	
2	Inwerter 27,6 KW	szt	1	
3	Konstrukcja CORAB PI-024	Kpl	32	
4	Ogranicznik przepięć AC DCB YPV SCI 1000	szt	1	
5	Konstrukcja nośna	kg	11312	
6	Rozłącznik nad prądowy S303 B50	szt	1	
7	Pianka poliuretanowa uszczelniająca	tub	2	
8	Złączeni kablowe MC4(+) PV-KBT4	szt	14	
9	Złączeni kablowe MC4(-) PV-KST4	szt	14	
10	Przewód SOLARFLEX 4,0mm <sup>2</sup>	mb	150	Czarny
11	Przewód SOLARFLEX 4,0mm <sup>2</sup>	mb	150	Niebieski
12	Przewód 6 mm <sup>2</sup>	mb	50	żółto-zielony
13	Przewód AC YDY zo 5x10	mb	4	
14	Drut FeZn ø8	mb	50	
15	Rozdzielnica PV-AC	szt	1	
16	Ogranicznik przepięć DC TYP 1+2 warystorowy	szt	3	
17	Iglica odgromowa izolowana h=4m h1=1,5m	szt	5	
18	Inny drobny materiał instalacyjny			
19				

Zaprojektowane materiały można zastąpić innymi o równoważnych lub lepszych parametrach technicznych i spełniającymi normy określone w projekcie.

  
 mgr inż. Michał Gruźlewski  
 uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania  
 bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej  
 w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
 elektrycznych i elektroenergetycznych  
 nr ew. FCM/0201/POCE/11  
 nr ew. FOM/0048/OWOE/15

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

## B5. WSTĘNA ANALIZA NOŚNOŚCI WYKONANIA KONSTRUKCJI WSPORCZEJ POD MONTAŻ PANELI PV DLA BUDYNKU SSG

### UWAGI WSTĘPNE:

Niniejsze obliczenia stanowią podstawę kalkulacji wstępnej kosztów konstrukcji wsporczej niezbędnych do przygotowania kosztorysu inwestorskiego na podstawie kalkulacji własnej dla inwestycji związanej z montażem paneli PV na dachu budynku.

Niniejsze obliczenia mają charakter wstępny, nie obejmują elementów takich jak podpory, stężenia, elementy montażowe stelaży paneli PV itp. Zaleca się montowanie konstrukcji wsporczej paneli PV do konstrukcji nośnej budynku (ściany nośne, słupy) z pominięciem konstrukcji dachowej tj. płyt dachowych (zgodnie z wcześniejszą analizą).

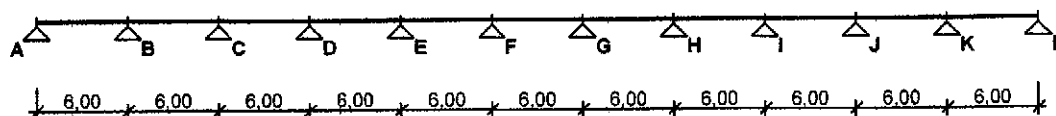
Przed wykonaniem zadania należy wykonać projekt wykonawczy uwzględniający wybrany typ panela PV, jego ciężar, sposób jego montażu oraz skorygować ciężar przyjęty do obliczeń konstrukcji wsporczej i jego wpływ na elementy konstrukcyjne.

Wszelkie dane materiałowe, założenia obliczeniowe do wymiarowania, schematy statyczne przedstawiono w toku obliczeń dla każdego elementu, są to założenia wstępne i na etapie sporządzania projektu wykonawczego można je zastąpić innymi rozwiązaniami zgodnie z przyjętymi rozwiązaniami, w szczególności dotyczy to stateczności elementów i zabezpieczenia przed zwichrzeniem.

**Tablica 1. Obciążenia stałe i zmienne dachu od paneli PV ze stelażem**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	$\gamma_f$	kd	Obc. obl. kN/m
1.	PANEL PV szer. 1,00 m [panel + stelaż 0,24 kN, wymiar 1,65 x 1,00]	0,10	1,20	–	0,12
2.	Obciążenie wiatrem połaci zewnętrznej wiatu jednospadowej - kraweź "a" wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-10 (strefa I, H=40 m n.p.m. -> $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ , teren A, z=H=1,0 m, -> $C_e=0,60$ -> wsp. aerodyn. C=2,0, beta=1,80) szer.1,00 m [0,648kN/m <sup>2</sup> ·1,00m]	0,65	1,50	0,00	0,98
$\Sigma$ :		<b>0,75</b>	<b>1,46</b>	--	<b>1,09</b>

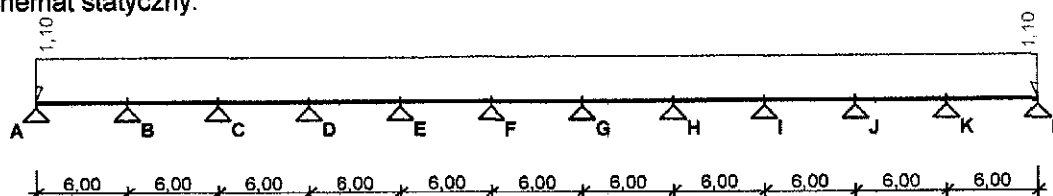
### SCHEMAT BELKI



### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma_f = 1,15$ )

Schemat statyczny:



### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

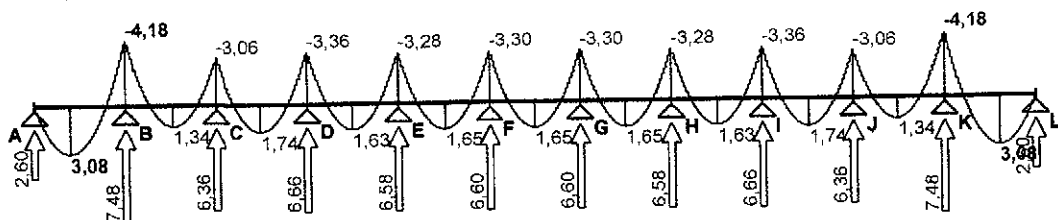
Tablica obciążeń obliczeniowych

Przekrój	z [m]	ql [kN/m]	qp [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	1,10	0,00	0,00
B.	6,00	1,10	1,10	0,00	0,00
C.	12,00	1,10	1,10	0,00	0,00
D.	18,00	1,10	1,10	0,00	0,00
E.	24,00	1,10	1,10	0,00	0,00
F.	30,00	1,10	1,10	0,00	0,00
G.	36,00	1,10	1,10	0,00	0,00
H.	42,00	1,10	1,10	0,00	0,00
I.	48,00	1,10	1,10	0,00	0,00
J.	54,00	1,10	1,10	0,00	0,00
K.	60,00	1,10	1,10	0,00	0,00
L.	66,00	1,10	--	0,00	0,00

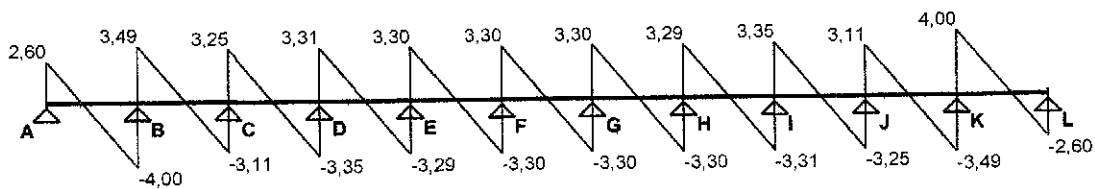
**WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH**

Przypadek P1: Przypadek 1

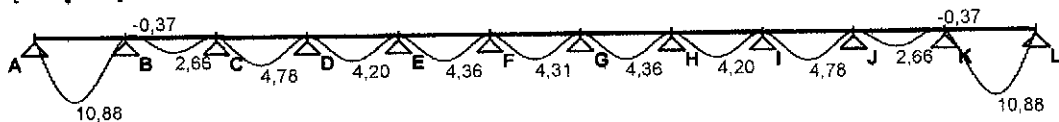
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	z [m]	Ml [kNm]	Mp [kNm]	Vi [kN]	Vp [kN]	fk [mm]
<b>Przęsło A - B (lo = 6,00 m)</b>						
A.	0,00	--	0,00	--	2,60	--
1.	2,38	<b>3,08</b>	<b>3,08</b>	-0,01	-0,01	10,75
2.	2,64	3,04	3,04	-0,30	-0,30	10,88
B.	6,00	<b>-4,18</b>	--	-4,00	--	--
<b>Przęsło B - C (lo = 6,00 m)</b>						
B.	6,00	--	<b>-4,18</b>	--	3,49	--
3.	6,47	-2,67	-2,67	2,97	2,97	-0,37
4.	9,11	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	0,07	0,07	2,66
5.	9,24	1,34	1,34	-0,08	-0,08	2,66
C.	12,00	-3,06	--	-3,11	--	--
<b>Przęsło C - D (lo = 6,00 m)</b>						
C.	12,00	--	-3,06	--	3,25	--
6.	14,92	<b>1,74</b>	<b>1,74</b>	0,04	0,04	4,78

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

D.	18,00	-3,36	--	-3,35	--	--
<b>Przesło D - E (lo = 6,00 m)</b>						
D.	18,00	--	-3,36	--	3,31	--
7.	20,99	1,63	1,63	0,03	0,03	4,20
E.	24,00	-3,28	--	-3,29	--	--
<b>Przesło E - F (lo = 6,00 m)</b>						
E.	24,00	--	-3,28	--	3,30	--
8.	27,06	1,65	1,65	-0,07	-0,07	4,36
F.	30,00	-3,30	--	-3,30	--	--
<b>Przesło F - G (lo = 6,00 m)</b>						
F.	30,00	--	-3,30	--	3,30	--
9.	33,00	1,65	1,65	0,00	0,00	4,31
G.	36,00	-3,30	--	-3,30	--	--
<b>Przesło G - H (lo = 6,00 m)</b>						
G.	36,00	--	-3,30	--	3,30	--
10.	38,94	1,65	1,65	0,07	0,07	4,36
H.	42,00	-3,28	--	-3,30	--	--
<b>Przesło H - I (lo = 6,00 m)</b>						
H.	42,00	--	-3,28	--	3,29	--
11.	45,01	1,63	1,63	-0,03	-0,03	4,20
I.	48,00	-3,36	--	-3,31	--	--
<b>Przesło I - J (lo = 6,00 m)</b>						
I.	48,00	--	-3,36	--	3,35	--
12.	51,08	1,74	1,74	-0,04	-0,04	4,78
J.	54,00	-3,06	--	-3,25	--	--
<b>Przesło J - K (lo = 6,00 m)</b>						
J.	54,00	--	-3,06	--	3,11	--
13.	56,76	1,34	1,34	0,08	0,08	2,66
14.	56,89	1,34	1,34	-0,07	-0,07	2,66
15.	59,53	-2,67	-2,67	-2,97	-2,97	-0,37
K.	60,00	-4,18	--	-3,49	--	--
<b>Przesło K - L (lo = 6,00 m)</b>						
K.	60,00	--	-4,18	--	4,00	--
16.	63,36	3,04	3,04	0,30	0,30	10,88
17.	63,62	3,08	3,08	0,01	0,01	10,75
L.	66,00	0,00	--	-2,60	--	--
Reakcje podporowe: $\left\{ \begin{array}{l} \{RA = 2,60 \text{ kN}, RB = 7,48 \text{ kN}, RC = 6,36 \text{ kN} \\ \}RD = 6,66 \text{ kN}, RE = 6,58 \text{ kN}, RF = 6,60 \text{ kN} \\ \}RG = 6,60 \text{ kN}, RH = 6,58 \text{ kN}, RI = 6,66 \text{ kN} \\ \}RJ = 6,36 \text{ kN}, RK = 7,48 \text{ kN}, RL = 2,60 \text{ kN} \end{array} \right.$						

### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- rozstaw stężeń bocznych  $l_1 = 1,65 \text{ m}$ ;

### WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **C 120**

$$A_v = 8,40 \text{ cm}^2, m = 13,4 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 364 \text{ cm}^4, J_y = 43,2 \text{ cm}^4, J_\omega = 925 \text{ cm}^6, J_T = 4,30 \text{ cm}^4, W_x = 60,7 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1

$$MR = 9,79 \text{ kNm}$$

### WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

- ścinanie: klasa przekroju 1

VR = 104,75 kN

### Belka

#### Nośność na zginanie

Przekrój z = 63,62 m

Współczynnik zwirzenia  $\varphi_L = 0,454$

Moment maksymalny  $M_{max} = 3,08 \text{ kNm}$

(52)  $M_{max} / (\varphi_L \cdot MR) = 0,693 < 1$

#### Nośność na ścinanie

Przekrój z = 60,00 m

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{max} = 4,00 \text{ kN}$

(53)  $V_{max} / VR = 0,038 < 1$

#### Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{max} = (-)4,00 \text{ kN} < V_0 = 0,3 \cdot VR = 31,42 \text{ kN} \rightarrow$  warunek niemiarodajny

#### Stan graniczny użytkowania

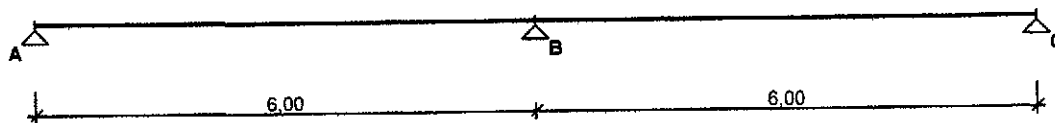
Przekrój z = 2,64 m

Ugięcie maksymalne  $f_{k,max} = 10,88 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_0 / 500 = 12,00 \text{ mm}$

$f_{k,max} = 10,88 \text{ mm} < f_{gr} = 12,00 \text{ mm}$  (90,6%)

### SCHEMAT BELKI



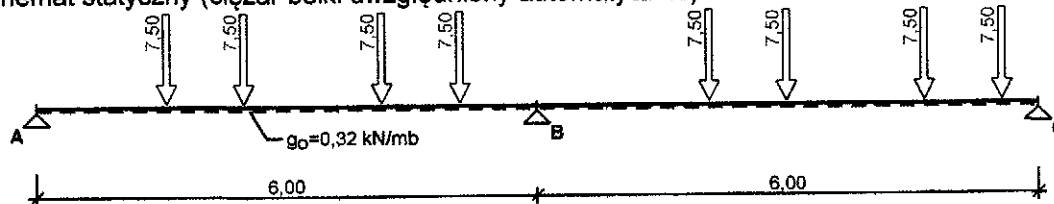
Parametry belki:

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

### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek P1: Przypadek 1 ( $\gamma_f = 1,15$ )

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki  $g_0 = 0,32 \text{ kN/m}$ )

Przekrój	z [m]	ql [kN/m]	qp [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	0,00	0,00	0,00
1.	1,56	0,00	0,00	7,50	0,00
2.	2,49	0,00	0,00	7,50	0,00
3.	4,14	0,00	0,00	7,50	0,00
4.	5,07	0,00	0,00	7,50	0,00
B.	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.	8,06	0,00	0,00	7,50	0,00
6.	8,99	0,00	0,00	7,50	0,00
7.	10,64	0,00	0,00	7,50	0,00
8.	11,57	0,00	0,00	7,50	0,00
C.	12,00	0,00	--	0,00	0,00

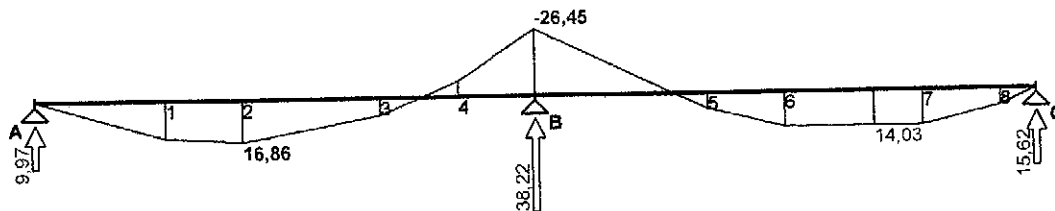
### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

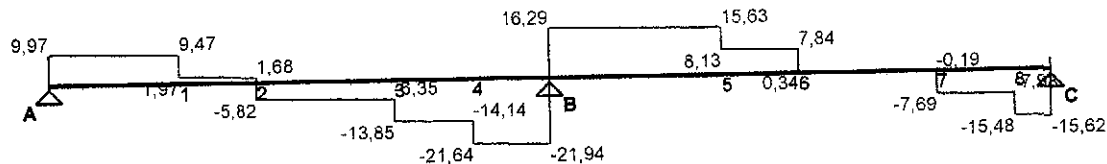
Momenty zginające [kNm]:

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

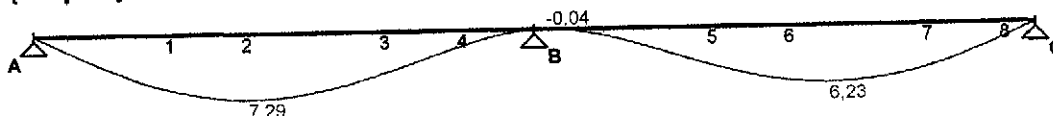
Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	z [m]	Ml [kNm]	Mp [kNm]	VI [kN]	Vp [kN]	fk [mm]
<b>Przęsło A - B (lo = 6,00 m)</b>						
A.	0,00	--	0,00	--	9,97	--
1.	1,56	15,16	15,16	9,47	1,97	5,97
2.	2,49	<b>16,86</b>	<b>16,86</b>	1,68	-5,82	7,28
3.	2,57	16,41	16,41	-5,85	-5,85	7,29
4.	4,14	6,82	6,82	-6,35	-13,85	4,71
5.	5,07	-6,19	-6,19	-14,14	-21,64	1,85
B.	6,00	<b>-26,45</b>	--	-21,94	--	--
<b>Przęsło B - C (lo = 6,00 m)</b>						
B.	6,00	--	<b>-26,45</b>	--	16,29	--
6.	6,14	-24,11	-24,11	16,24	16,24	-0,04
7.	8,06	6,42	6,42	15,63	8,13	4,03
8.	8,99	13,85	13,85	7,84	0,34	5,91
9.	9,53	13,98	13,98	0,17	0,17	6,23
10.	10,06	<b>14,03</b>	<b>14,03</b>	0,00	0,00	5,92
11.	10,64	13,97	13,97	-0,19	-7,69	4,86
12.	11,57	6,69	6,69	-7,98	-15,48	1,78
C.	12,00	0,00	--	-15,62	--	--

Reakcje podporowe: RA = 9,97 kN, RB = 38,22 kN, RC = 15,62 kN

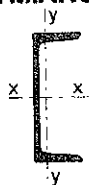
### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwirchzenia:

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

### WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: C 220

$$A_v = 19,8 \text{ cm}^2, m = 29,4 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 2690 \text{ cm}^4, J_y = 197 \text{ cm}^4, J_\omega = 14790 \text{ cm}^6, J_T = 17,0 \text{ cm}^4, W_x = 245 \text{ cm}^3$$

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

Stal: St3

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1      MR = 39,51 kNm  
- ścinanie: klasa przekroju 1      VR = 246,91 kN

**Belka**

Nośność na zginanie

Przekrój z = 6,00 m  
Współczynnik zwężenia  $\phi L = 0,712$   
Moment maksymalny  $M_{max} = -26,45$  kNm  
(52)  $M_{max} / (\phi L \cdot MR) = 0,940 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 6,00 m  
Maksymalna siła poprzeczna  $V_{max} = -21,94$  kN  
(53)  $V_{max} / VR = 0,089 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem


$V_{max} = (-)21,94$  kN <  $V_0 = 0,3 \cdot VR = 74,07$  kN → warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 2,57 m  
Ugięcie maksymalne  $f_{k,max} = 7,29$  mm  
Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_0 / 500 = 12,00$  mm  
 $f_{k,max} = 7,29$  mm <  $f_{gr} = 12,00$  mm (60,8%)

**ZESTAWIENIE ELEMENTÓW KONSTRUKCJI (BEZ PODPÓR I STĘŻEŃ)**

L P	ELEMENT	DŁUGOŚĆ ELEMENTU	MASA ELEMENTU	MASA ELEMENTU	SZTUK	MASA ŁĄCZNIE
		[m]	[kg/mb]	[kg]	[szt]	[kg]
1	C 120	66	13,4	885	8	7080
2	C 220	12	29,4	353	12	4236
						<b>11316</b>

mgr inż. Jarosław Mysior  
  
Wykonanie budowlane do projektowania  
Kierowanie robotami budowlanymi  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno - budowlanej  
nr ewidencyjny: POM/0166/PWOK/03

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.

## **B6. RYSUNKI TECHNICZNE**

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**

Prawa autorskie zastrzeżone - opracowanie chronione prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 23 lutego 1994 r o prawie autorskim. Reprodukacja projektu w całości lub fragmentach bez uprzedniego zezwolenia autorów zabroniona.