

# SPIS TREŚCI

## Spis treści

SPIS TREŚCI.....	2
1. OŚWIADCZENIE.....	4
2. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIA CZŁONKOSTWA WOIB.....	5
<b>3. OPIS TECHNICZNY (branża elektryczna).....</b>	<b>11</b>
3.1. Przedmiot i cel opracowania.....	11
3.2. Podstawa opracowania.....	11
3.3. Zakres opracowania.....	11
3.4. Plan zagospodarowania terenu.....	11
3.5. Ogrodzenie .....	11
3.6. Konstrukcje nośne .....	11
3.7. Panel fotowoltaiczny .....	12
3.8. Inwertery .....	12
3.9. Szafki DC i AC .....	12
3.10. Oprzewodowanie.....	12
3.11. Monitoring wizyjny obiektów .....	12
3.12. Połączenia wyrównawcze .....	13
3.13. Ochrona przeciwprzepięciowa .....	13
3.14. Ochrona przeciwporażeniowa .....	13
3.16. Roczny uzysk energii elektrycznej.....	13
4. OPIS TECHNICZNY (branża konstrukcyjna).....	14
4.1. Podstawa opracowania.....	14
4.2. Przedmiot opracowania .....	14
4.3. Opis stanu istniejącego.....	14
4.4. Ocena stanu technicznego podziemnych zbiorników żelbetowych na dzień 15-05-2015 .....	15
4.5. Charakterystyka ustrojów konstrukcyjnych.....	16
4.6. Uwagi.....	16
4.7. Podstawowe obliczenia konstrukcji .....	17

### Rysunki (brana elektryczna):

• E/1 – Plan zagospodarowania terenu	str. 17
• E/2 – Schemat ideowy	str. 18
• E/3 – Rozmieszczenie kamer monitoringu	str. 19

### Rysunki (brana konstrukcyjna):

• K/1 – Usytuowanie konstrukcji stalowej na zbiornikach podziemnych	str. 20
• K/2 – Konstrukcja stalowa na zbiorniku lewym	str. 21
• K/3 – Konstrukcja stalowa na zbiorniku prawym	str. 22

- K/4 – Ramy stalowe R1-R4 str. 23
  - K/5 – Stężenie krzyżowe, blachy węzłowe i zestawienie stali str. 24
- Karty katalogowe:
- Inwerter str. 25
  - Panele str. 27
  - Konstrukcja nośna str. 29

## **1. OŚWIADCZENIE**

**projektantów o sporządzeniu dokumentacji technicznej  
zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej**

My niżej podpisani:

- **mgr inż. Robert Poloch, ul. Powstańców Wlkp. 2/4, 64-100 Leszno,**
- **mgr inż. Przemysław Orcholski, ul. Ochocza, 64-100 Leszno**

oświadczamy, że dokumentacja techniczna, opracowana dla:

**GINA BYTOM ODRZAŃSKI  
ul. Rynek 1, 67-115 Bytom Odrzański**

dotycząca:

**PRZYŁĄCZENIE MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ DO INSTALACJI ODBIORCZEJ  
W M. WIERZBNICA**

zlokalizowanego:

**Wierzbica, dz. nr ewid. 1751  
67-115 Bytom Odrzański**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Świadomi odpowiedzialności karnej za podanie w niniejszym oświadczeniu nieprawdy zgodnie z art. 233 kodeksu karnego, potwierdzam prawdziwość powyżej zamieszczonych danych.

**PROJEKTANT (br. elektr.):**  
mgr inż. Robert POLOCH

**PROJEKTANT (br. konstr.):**  
mgr inż. Przemysław ORCHOLSKI

### **3. OPIS TECHNICZNY (branża elektryczna)**

#### **3.1. Przedmiot i cel opracowania**

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja techniczna projektowanej mikroinstalacji fotowoltaicznej w m. **Wierzbica dz. 1751, wykonanej na zlecenie Gminy Bytom Odrzański z siedzibą przy ul. Rynek 1 w Bytomiu Odrzańskim.**

Celem opracowania jest stworzenie technicznych uwarunkowań umożliwiających przyłączenie ww. mikroinstalacji do instalacji odbiorczej stacji uzdatniania wody.

**Na podstawie art. 29 ust. 4 pkt 3 ustawy Prawo budowlane, nie wymaga decyzji p pozwoleniu na budowę oraz zgłoszeniu ... wykonywanie robót budowlanych polegających na:**

3) instalowaniu:

a)...

b)...

c) pomp ciepła, wolno stojących kolektorów słonecznych, urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW z zastrzeżeniem, że do urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW stosuje się obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w **art. 56 obowiązki informacyjne inwestora obowiązującego do uzyskania pozwolenia na użytkowanie obiektu budowlanego** ust. 1a,

#### **3.2. Podstawa opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- mapa do celów opiniodawczych.

#### **3.3. Zakres opracowania**

- montaż konstrukcji nośnych wraz z panelami fotowoltaicznymi,
- dobór podkonstrukcji dla montażu konstrukcji nośnych
- montaż inwerterów oraz szafek stało- i przemiennie-prądowych,
- ułożenie linii kablowych,

#### **3.4. Plan zagospodarowania terenu**

Na zbiorniku wodnym stacji uzdatniania wody przewiduje się pobudowanie mikroinstalacji fotowoltaicznej w postaci paneli fotowoltaicznych montowanych na konstrukcjach nośnych (poprzez wieniec stalowy kotwiony na zbiorniku wody). Połączenie mikroinstalacji z instalacją odbiorczą wykonać w istniejącej rozdzielnicy głównej obiektu, poprzez pobudowanie rozłącznika NH-00. Lokalizację mikroinstalacji w terenie pokazano na rysunku E/1. Schemat ideowy połączeń pokazano na rysunku E/2.

#### **3.5. Ogrodzenie**

Istniejące opłotowanie od ulicy dojazdowej ze względu na dużą ilość uszkodzeń należy wymienić na nowe. Zastosować rozwiązanie systemowe w formie panelowej ze siatki zgrzewanej ocynkowanej, malowanej proszkowo  $\Phi 4$  lub z siatki ocynkowanej lub powlekanej na słupkach systemowych osadzonych na fundamentach betonowych. Należy wykonać jedną bramę o szerokości min. 4m i jedną furtkę. Szczegóły ustalić z Inwestorem.

#### **3.6. Konstrukcje nośne**

Projektuje się montaż dwóch typowych konstrukcji nośnych (stołów), wykonanych z profili stalowych pokrytych powłoką magnezu. Konstrukcje nośne dostosowane do montażu 24 paneli

(na każdej konstrukcji) w orientacji poziomej w 6 rzędach i 4 kolumnach, pod kątem 20° w kierunku południowym. Konstrukcje stawiać na wieńcu stalowym, który jest przedmiotem części konstrukcyjnej dokumentacji. Konstrukcję uziemić. Rezystancja uziemienia  $R < 10\Omega$ . Karty katalogowe konstrukcji nośnych przedstawiono na str. 28.

### **3.7. Panel fotowoltaiczny**

Na każdej konstrukcji nośnej należy zamontować po 24 paneli fotowoltaicznych o mocy jednostkowej 430-450Wp. Łączna moc zainstalowanych paneli fotowoltaicznych wyniesie 21,6 kWp. **Moc przyłączeniowa obiektu SUW jest równa 40kW.** Przykładową kartę katalogową paneli przedstawiono na str. ...

### **3.8. Inwertery**

Instalację paneli fotowoltaicznych podłączyć do inwerter DC/AC. Inwerter zawiesić na wolnostojącej konstrukcji (stołach) posadowionej na zbiorniku, pod panelami fotowoltaicznymi osłaniającymi inwerter przed bezpośrednim oddziaływaniem promieni słonecznych. Inwerter posiada wejścia MPP, śledzące optymalny punkt pracy instalacji. Do szafki DC należy przyłączyć po 2 obwody (stringi) połączonych szeregowo ze sobą paneli fotowoltaicznych. Z szafki DC wyprowadzić jeden obwód przewodem solarnym 10mm<sup>2</sup> do wejścia MPP inwertera. Obudowę inwertera uziemić. Rezystancja uziemienia  $R < 10\Omega$ . Kartę katalogową inwertera przedstawiono na str. 24.

### **3.9. Szafki DC i AC**

- Szafkę DC wieszać na konstrukcji inwertera (plecami do siebie). Szafkę wykonać w obudowie trwałej, zamykanej na klucz, o stopniu ochrony IP66. Znamionowe napięcie izolacji obudowy szafki DC powinna wynosić min. 1000V.
- Szafkę AC (złącze ZK1-1P) wykonać jako wolnostojącą z tworzywa termoutwardzalnego, zamykaną na klucz, o stopniu ochrony IP44.
- Tor "minusowy" w szafce DC uziemić. Rezystancja uziemienia  $R < 10\Omega$ .
- Szyne PE w szafce AC uziemić. Rezystancja uziemienia  $R < 10\Omega$ .

### **3.10. Oprzewodowanie**

- panele fotowoltaiczne łączyć ze sobą przewodami stałoprądowymi DC o przekroju 4mm<sup>2</sup>,
- połączenie inwertera I-1 ze stołem S-2 ułożyć w ziemi przewodami stałoprądowymi ziemnymi DC o przekroju 6mm<sup>2</sup>, ułożonymi w rurze osłonowej DVK-50,
- inwerter łączyć z szafką DC przewodami stałoprądowymi DC o przekroju 10mm<sup>2</sup>,
- inwerter łączyć z szafką AC (złączem ZK1-1P) kablem YKY 5x10mm<sup>2</sup>,
- szafkę AC łączyć z rozdzielnicą RG kablem YKY 5x10mm<sup>2</sup>.

### **3.11. Monitoring wizyjny obiektów**

W związku z powstającym obiektem energetycznym oraz brakiem stałej obsługi na obiekcie, należy wykonać monitoring wizyjny oparty na kamerach o wysokiej rozdzielczości.

W skład jednostki monitorującej wchodzi:

- rejestrator wraz ze szafą wiszącą,
- zasilacz awaryjny z funkcją AVR,
- rozdzielacz zasilania 16/8,
- konwertery wizji,
- kamera kompaktowa zewnętrzna z obiektywem szklanym z przesłoną autom. 2,7-12mm. Na obiekcie należy wykonać stały przekaz sygnału do obiektu nadzorczego. Szczegóły systemu monitoringu należy uzgodnić na etapie realizacji z Inwestorem (inspektorem nadzoru). Przykład rozmieszczenia kamer monitoringu obiektu przedstawia rys. E/3. Szczegółowe wymagania monitoringu wizyjnego zawarte są STWiORB.

### **3.12. Połączenia wyrównawcze**

Metalowe ramki paneli łączyć ze sobą linką LgYżo 4mm<sup>2</sup> oraz przyłączyć do uziemionej konstrukcji nośnej.

### **3.13. Ochrona przeciwprzepięciowa**

- W szafce DC zaprojektowano ogranicznik przepięć TYP I+II dla układu stałoprądowego DC1000V. Ogranicznik ten ma za zadanie chronić urządzenia przed wyładowaniami atmosferycznym i przepięciami, mogącymi powstać w części DC instalacji.
- W szafce AC (złączu ZK1-1P) zaprojektowano ogranicznik przepięć TYP I kombinowany dla układ sieci typu TN-S. Ogranicznik ten ma za zadanie chronić urządzenia przed wyładowaniami atmosferycznym i przepięciami w sieci AC.

### **3.14. Ochrona przeciwporażeniowa**

Instalację w części przemiennoprądowej wykonać w układzie sieci typu TN-S. Miejsce rozdziału układu sieci z TN-C na TN-S uziemić. Rezystancja uziemienia  $R < 10\Omega$ . Ochrona podstawowa przed dotykiem bezpośrednim zostanie zrealizowana przez izolację fabryczną oraz obudowy urządzeń. Ochrona dodatkowa przy uszkodzeniu zostanie zrealizowana za pomocą samoczynnego wyłączania zasilania, z wykorzystaniem wkładek topikowych.

### **3.16. Roczny uzysk energii elektrycznej**

Przewidywany roczny uzysk energii elektrycznej przy założeniu pracy ciągłej układu wynosi 21.168 kWh/rok.

**PROJEKTANT:**

mgr inż. Robert POLOCH

## **4. OPIS TECHNICZNY (branża konstrukcyjna)**

### **4.1. Podstawa opracowania**

- Uzgodnienie programu z Inwestorem
- Uzgodnienia międzybranżowe
- Wizja lokalna wraz z pomiarami inwentaryzacyjnymi
- Dokumentacja archiwalna pt.: "Stacja uzdatniania wody typu Hydrofiltr dla Bytomia Odrzańskiego" z lutego 1992r..
- Normy i przepisy obowiązujące w budownictwie

### **4.2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny konstrukcji stalowej będącej oparciem pod dwa stoły z panelami fotowoltaicznymi. Konstrukcja stalowa zostanie oparta na ścianach zbiornika (poprzez wieniec płyty stropowej).

### **4.3. Opis stanu istniejącego**

Na terenie stacji uzdatniania wody znajdują się dwa podziemne zbiorniki na wodę będące przedmiotem niniejszego opracowania.

Zbiorniki mają kształt walca o średnicy zewnętrznej 10,3m. Głębokość zbiorników szacuje się na ok. 5m. Każdy ze zbiorników składa się z płyty dennej o nieustalonej grubości, ścian zewnętrznych grubości 25-30cm, płyty stropowej grubości 25-28cm oraz słupa żelbetowego podpierającego płytę stropową. Wewnętrzny słup żelbetowy wraz z płytą stropową tworzą klasyczny strop grzybkowy. W płycie stropowej każdego ze zbiorników wykonano otwór rewizyjny o wymiarach 0,5x0,5m. Nad otworami w stropie wykonano zamykane wejście. Zbiorniki zaizolowane są papą asfaltową na ścianach i najprawdopodobniej papą na stropie. Na stropie znajduje się warstwa dociskowa z betonu o gr. 5cm, pod którą znajduje się warstwa izolacja.

Zbiorniki odsunięte są od siebie osiowo na ok. 12m. Oba zbiorniki zasypane są gruntem tworzącym nasyp o wysokości ok. 5m. Na koronę nasypu prowadzą dwa biegi schodowe po jednym do każdego ze zbiorników. Płyty stropowe zbiorników przykryte są warstwą humusu gr. 10cm.

W trakcie wizji lokalnej w maju 2015 r. w obu zbiornikach znajdowała się woda.



Korona nasypu, widoczne oba wejścia do otworów rewizyjnych w stropach



Połączenie ściany zbiornika ze stropem





Wnętrze zbiornika na wodę



Otwór rewizyjny, widoczna warstwa dociskowa betonu

#### **4.4 Ocena stanu technicznego podziemnych zbiorników żelbetonowych**

Zbiorniki wykonano całkowicie w technologii żelbetowej. Płytę fundamentową, ściany, słup wewnętrzny oraz płytę stropową wylewano na budowie w szalunkach drewnianych.

Na podstawie analizy archiwalnej dokumentacji pt.: "Stacja uzdatniania wody typu Hydrofiltr dla Bytomia Odrzańskiego" z lutego 1992r., na podstawie której wybudowano znajdujące się na przedmiotowej działce budynki stacji uzdatniania wody, stwierdzić można, iż w konstrukcji zbiorników zastosowano co najmniej beton B15 i stal A-II i A-0.

Ocenę stanu technicznego istniejącego obiektu dokonano na podstawie oględzin w maju 2015r. Obiekt jest w stanie technicznym dobrym, jest w ciągłym użytkowaniu. Ściany nie noszą śladów zarysowań, płyta stropowa jest szczelna, nie stwierdzono przemieszczeń płyty stropowej względem obrysu ścian, ani jej nadmiernych ugięć. Nie stwierdzono żadnych odłupów bądź odparzeń betonu zbiornika.

Zakładając, iż zostaną prawidłowo wykonane wszelkie roboty związane z montażem konstrukcji stalowej na ścianach zbiorników oraz biorąc pod uwagę fakt, że:

- a) projektowana inwestycja nie spowoduje istotnego zwiększenia obciążeń przypadających na istniejące elementy konstrukcyjne,
- b) nie ma w chwili obecnej oznak nadmiernego osiadania fundamentów i wyczerpania nośności podłoża gruntowego
- c) Właściciel obiektu nie sygnalizuje nieprawidłowego działania zbiorników
- d) stalowa konstrukcja nadziemna nie będzie opierać się na płycie stropowej w wewnętrznym obrysie ścian lecz tylko na samych ścianach (poprzez wieniec płyty stropowej)

Można stwierdzić, że inwestycja ta nie ma ujemnego wpływu na obiekty istniejące.



#### **4.5. Charakterystyka ustrojów konstrukcyjnych**

Projektuje się cztery ramy stalowe (R1÷R4) kotwione do dwóch zbiorników żelbetowych (po dwie ramy na każdym ze zbiorników) stanowiące podparcie dla konstrukcji nośnej stołów z panelami fotowoltaicznymi.

Na zbiorniku lewym znajdować się będą ramy R1 i R2, natomiast na zbiorniku prawym ramy R3 i R4. Rama R3 jest lustrzanym odbiciem ramy R1, natomiast rama R4 jest lustrzanym odbiciem ramy R2.

Konstrukcję każdej z ram tworzy belka wykonana z dwuteownika szerokostopowego HEB 260, podparta na obu końcach słupami stalowymi wykonanymi również z dwuteownika HEB 260. Ramy R1 i R3 mają długość 8456mm, natomiast ramy R2 i R4 mają długość 9981mm. Słupy mają wysokość 450mm bez względu na rodzaj ramy.

Do belek dwuteowych przymocowane zostały 150mm odcinki ceownika C200, stanowiące miejsce zamocowania podkonstrukcji stalowej pod stoły z panelami PV. W ceownikach należy wykonać 2 otwory  $\phi$  14mm w rozstawie 70mm w celu poprawnego skręcenia z nogami stołu. Nogi podkonstrukcji stalowej stołu należy stężyć za pomocą kątownika 50x50x5mm. W tym celu projektuje się stężenia pomiędzy trzema nogami stołu (dwa zastrzały i jedno stężenie krzyżowe). Stężenia należy mocować do nóg podkonstrukcji stołu za pomocą śrub ocynkowanych M12 kl. 8.8

Belki ram należy mocować do słupów za pomocą 2 śrub M16 kl. 5.8 (opierając belki na blachach węzłowych słupów o wym. 260x260x8mm). Jako podstawę słupów stosuje się blachę o wym. 280x280x10mm. Zarówno blachy węzłowe jak i blachy podstawy należy owiercić zgodnie ze wskazaniami na rysunkach. Blachy podstaw są uniwersalne, tzn., że wykonując 8 szt. blach o identycznym otworowaniu można wykorzystać je pod każdym ze słupów. Należy je jednak odpowiednio odwrócić, co wskazano na rys. nr K/5.

Słupy należy kotwić do wieńców płyt stropowych w miejscu oparcia na ścianach żelbetowych. Mocowanie należy wykonać za pomocą dwóch kotew M20, na każdy ze słupów. W związku z minimalizacją wystąpienia rys w konstrukcji żelbetowej w miejscu kotwienia słupów - zastosowano kotwy wklejane (nierozprężne) typu Hilti HIT-RE 500-SD. Kotwy te mogą być stosowane zarówno w betonie spękanym jak i niespękanym, mokrym, suchym, zanurzonym lub napełnionym wodą. Przed osadzeniem kotwy należy zwrócić uwagę, by otwór w żelbecie został oczyszczony sprężonym powietrzem. Głębokość osadzenia kotwy - maksymalnie 20cm. Przed zakotwieniem słupów do wieńca żelbetowej płyty stropowej należy usunąć 5cm warstwę dociskową z betonu, tak aby słupy mocowane były bezpośrednio do wieńca. W przypadku uszkodzenia izolacji płyty stropowej któregośkolwiek ze zbiorników należy ją bezwzględnie naprawić przy pomocy papy lub materiałów izolacyjnych nakładanych szpachlą. Śruby kotew wklejanych po osadzeniu słupów i dokręceniu nakrętek należy zabezpieczyć kapturkami tworzywowymi minimalizując przenikanie wody opadowej do kotwy.

Spawanie blach do słupa oraz ceowników do belek szerokostopowych wykonać należy za pomocą spoin pachwinowych o gr. 4mm. Całą konstrukcję należy zabezpieczyć antykorozyjnie dowolnym zestawem farb alkidowych w min. 2 warstwach, w kolorze popielatym.

#### **4.6. Uwagi**

Przed wykonaniem konstrukcji stalowej należy bezwzględnie odkopać płyty stropowe zbiorników w miejscach przewidywanego osadzenia słupów i wykonać pomiary z natury w celu ewentualnego skorygowania długości ram.

Stosowane materiały winny być dopuszczone do stosowania w budownictwie, a ich aplikowanie winno być zgodne z zaleceniami producentów zawartymi w aprobaty technicznych.

#### **4.7. Podstawowe obliczenia konstrukcji**

Przyjęto następujące założenia podczas projektowania ram stalowych:

- ciężar charakterystyczny 1 panela PV: 23,5 kg (24 panele na jednym stole)
- wymiar sumaryczny stołu z 24-ema panelami: 6,33x8,47m
- pochylenie stołu: 20°
- obciążenie śniegiem: strefa I
- obciążenie wiatrem: strefa I (obciążenie jak dla wiaty)

Wyznaczenie obciążenia przypadające na jedną nogę stołu.

a) od ciężaru własnego

Obliczeniowy ciężar paneli na stole:  $23,5 \cdot 24 \text{ szt.} \cdot 1,1 = 620,4 \text{ kg}$

Obliczeniowy ciężar nogi stołu (C140x80x335, l=2,00m): 26kg

Obliczeniowy ciężar stężeń z L50x50x5: 120kg

Siła przypadająca na jedną nogę:  $1,55 \text{ kN} + 0,26 \text{ kN} + 0,33 \text{ kN} = 2,14 \text{ kN}$

b) od obciążenia śniegiem

$\alpha = 20^\circ$

$S = 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,5 = 0,84 \text{ kN/m}^2$

Dla całego stołu:  $0,84 \cdot 6,33 \cdot 8,47 / \cos 20^\circ = 47,9 \text{ kN}$

Siła przypadająca na jedną nogę:  $47,9 / 4 = 12,0 \text{ kN}$

c) od obciążenia wiatrem

$p = 0,3 \cdot 0,7 \cdot 2,0 \cdot 1,8 \cdot 1,5 = 1,13 \text{ kN/m}^2$

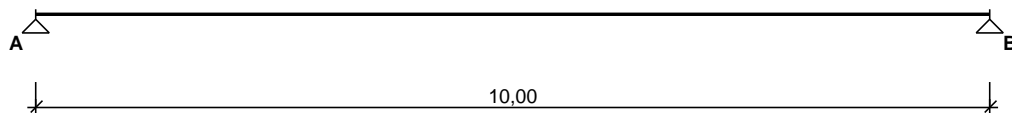
Dla całego stołu:  $1,13 \cdot 6,33 \cdot 8,47 = 60,6 \text{ kN}$

Siła przypadająca na jedną nogę:  $60,6 / 4 = 15,2 \text{ kN}$

Sumaryczna siła obliczeniowa przypadająca na jedną nogę stołu od obciążeń a), b) i c) wynosi 29,3 kN.

Do obliczeń statycznych przyjęto belkę swobodnie podpartą o rozpiętości 10,0m, obciążoną dwiema siłami skupionymi symetrycznie względem środka belki. Rozstaw sił obciążających belkę 3,24m.

## SCHEMAT BELKI



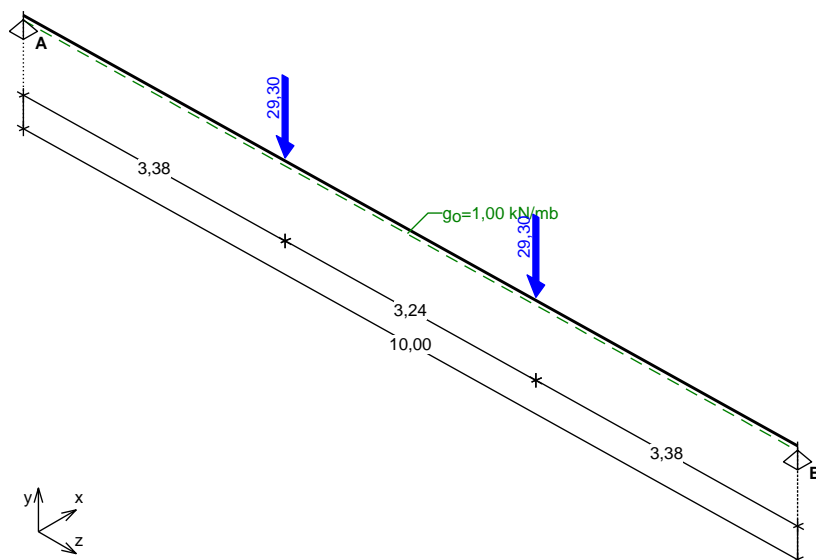
Parametry belki:

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

## OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\alpha_f = 1,40$ )

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	z [m]	$M_l$ [kNm]	$M_p$ [kNm]	$V_l$ [kN]	$V_p$ [kN]	$f_k$ [mm]

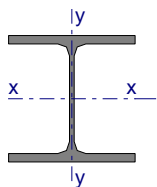
Przęsło A - B ( $l_0 = 10,00$ m)						
A.	0,00	--	<b>0,00</b>	--	34,32	--
1.	3,38	110,26	110,26	30,93	1,63	24,87
2.	5,00	<b>111,58</b>	<b>111,58</b>	0,00	0,00	28,39
3.	6,62	110,26	110,26	-1,63	-30,93	24,87
B.	10,00	<b>0,00</b>	--	-34,32	--	--
Reakcje podporowe: $R_A = 34,32$ kN, $R_B = 34,32$ kN						

**ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA**

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: nie;

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: **HE 260 B**

$$A_v = 26,0 \text{ cm}^2, \quad m = 93,0 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 14920 \text{ cm}^4, \quad J_y = 5130 \text{ cm}^4, \quad J_{\square} = 753700 \text{ cm}^6, \quad J_{\square} = 124 \text{ cm}^4, \quad W_x = 1150 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\square_p = 1,000$ )  $M_R = 235,75$  kNm

- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 309,14$  kN

Nośność na zginanie

Przekrój z = 5,00 m

Współczynnik zwichrzenia  $\square_L = 0,777$

Moment maksymalny  $M_{\max} = 111,58 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\alpha_L \cdot M_R) = 0,609 < 1$$

**Nośność na ścinanie**

Przekrój z = 10,00 m

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -34,32 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,111 < 1$$

**Nośność na zginanie ze ścinaniem**

$$V_{\max} = (-)34,32 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 185,48 \text{ kN}$$

**Stan graniczny użytkowania**

Przekrój z = 5,00 m

Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 28,39 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 10000 / 350 = 28,57 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 28,39 \text{ mm} < f_{gr} = 28,57 \text{ mm} \quad (99,4\%)$$

**PROJEKTANT:**

mgr inż. Przemysław ORCHOLSKI