

POLSKA  
IZBA  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-GJA-J07-K35 \*

Pani Anna Bednarek o numerze ewidencyjnym POM/BO/0029/09

adres zamieszkania ul. Wileńska 61 B/20, 80-215 Gdańsk

jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2013-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2012-01-17 roku przez:

Ryszard Kolasa, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

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

## OBLICZENIA STATYCZNE

### 1.0 Sprawdzenie nośności płyty żelbetowej istniejącego stropu na poziomie 500.

#### 1.1 Płyta rozpiętości 1,5m.

Sprawdzenie nośności płyty żelbetowej grubości 8cm znajdującej się między dźwigarami stalowymi w rozstawie 1,5m od obciążenia warstwami wykończeniowymi

##### 1.1.1 ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ

Strop kondygnacji na poziomie 500

Rodzaj obciążenia	q <sub>k</sub>	γ <sub>f</sub>	q
Parkiet drewniany, dębowy 22mm/ gress	0,440	1,2	0,528
Wylewka betonowa 0,03*24	0,720	1,2	0,864
Styropian 0,06*0,045	0,003	1,2	0,003
Warstwa wyrównawcza keramzyt/politag 0,07*4	0,280	1,2	0,336
Płyta żelbetowa 0,1*25	2,500	1,2	3,000
Obciążenie zastępcze od ścianek działowych	0,750	1,2	0,900
Obciążenie sufitem podwieszonym i oświetleniem	1,500	1,2	1,800
Obciążenie użytkowe	2,000	1,3	2,600
q <sub>k</sub> =	8,193		q <sub>d</sub> = 10,031 kN/m

$$q := 10.03 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Wymiary belki

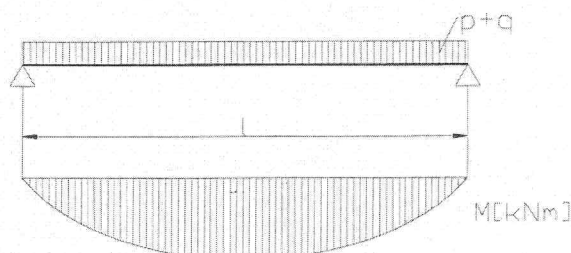
$$b := 1 \cdot \text{m}$$

$$h := 0.08 \cdot \text{m}$$

##### 1.1.2 SCHEMAT STATYCZNY I SCHEMATY OBCIĄŻENIA

###### 1) Schemat statyczny

$$l := 1.5 \cdot \text{m}$$





### 1.1.3 SIŁY PRZEKROJOWE

#### 1) Momenty

$$M_{12} := \frac{q \cdot l^2}{8}$$

$$M_{12} = 2.821 \text{ m kN}$$

Moment przęsłowy

#### 2) Siły tnące

$$T_{1P} := \frac{q \cdot l}{2}$$

$$T_{1P} = 7.522 \text{ kN}$$

Siła na podporze A z prawej strony

#### 3) Reakcje podporowe

$$R_A := T_{1P}$$

$$R_A = 7.522 \text{ kN}$$

### 1.1.4 WYMIAROWANIE

#### WYMIAROWANIE NA ZGINANIE

##### 1) W prześle A-B

W związku z brakiem informacji dotyczących materiałów przyjęto Beton B10 oraz stal A-0

$$R_b := 5.8 \cdot \text{MPa}$$

$$R_{bz} := 0.58 \cdot \text{MPa}$$

Stal A-0 - pręty główne

$$R_a := 190 \cdot \text{MPa}$$

$$h_0 := h - 2 \cdot \text{cm}$$

$$S_b := \frac{|M_{12}|}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b}$$

$$S_b = 0.135 \quad . < . \quad S_{bgr} := 0.6$$

$$\xi_m := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_b}$$

$$\xi_m = 0.146$$

$$\zeta_m := 1 - 0.5 \cdot \xi_m$$

$$\zeta_m = 0.927$$

$$F_{am} := \frac{M_{12}}{\zeta_m \cdot h_0 \cdot R_a}$$

$$F_{am} = 2.669 \text{ cm}^2$$

$$\frac{F_{am}}{b \cdot h} = 0.334 \%$$

#### WYMIAROWANIE NA ŚCINANIE

##### 1) Podpora A z prawej

$$0.25 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 87 \text{ kN}$$

$$. > . \quad R_A = 7.522 \text{ kN}$$

Warunek spełniony

$$0.75 \cdot R_{bz} \cdot b \cdot h_0 = 26.1 \text{ kN}$$

$$. > . \quad R_A = 7.522 \text{ kN}$$

Warunek spełniony

Beton przenosi obciążenia ścinające

W wyniku dokonanej odkrywki stwierdzono pręty  $\varnothing 8$  co  $\sim 10 \text{ cm}$   $F_a = 5.03 \text{ cm}^2$ , Zaobserwowano również lokalne pocienia płyty oraz zły stan betonu.

## 1.2 Płyta rozpiętości 3.2m

Sprawdzenie nośności płyty żelbetowej grubości 10cm znajdującej się między dźwigarami stalowymi w rozstawie 3,2m od obciążenia warstwami wykończeniowymi i sufitem podwieszonym z oświetleniem (150kg/m<sup>2</sup>) nad pomieszczeniem sali 405.

### 1.2.1 ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ

Strop kondygnacji na poziomie 500

Rodzaj obciążenia	q <sub>k</sub>	γ <sub>f</sub>	q
Parkiet drewniany, dębowy 22mm/ gress	0,440	1,2	0,528
Wylewka betonowa 0,03*24	0,720	1,2	0,864
Styropian 0,06*0,045	0,003	1,2	0,003
Warstwa wyrównawcza keramzyt/politag 0,07*4	0,280	1,2	0,336
Płyta żelbetowa 0,1*25	2,500	1,2	3,000
Obciążenie zastępcze od ścianek działowych	0,750	1,2	0,900
Obciążenie sufitem podwieszonym i oświetleniem	1,500	1,2	1,800
Obciążenie użytkowe	2,000	1,3	2,600
q <sub>k</sub> =	8,193		q <sub>d</sub> = 10,031 kN/m

$$q := (10.03) \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Wymiary belki

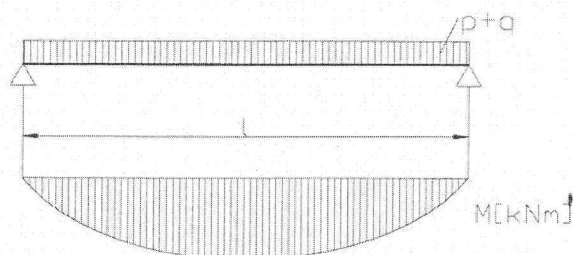
$$b := 1 \cdot \text{m}$$

$$h := 0.1 \cdot \text{m}$$

### 1.2.2 SCHEMAT STATYCZNY I SCHEMATY OBCIĄŻENIA

#### 1) Schemat statyczny

$$l := 3.2 \cdot \text{m}$$



### 1.2.3 SIŁY PRZEKROJOWE

#### 1) Momenty

$$M_{12} := \frac{q \cdot l^2}{8}$$

$$M_{12} = 12.838 \text{ m kN}$$

Moment przęsłowy

#### 2) Siły tnące

$$T_{1P} := \frac{q \cdot l}{2}$$

$$T_{1P} = 16.048 \text{ kN}$$

Siła na podporze A z prawej strony

#### 3) Reakcje podporowe

$$R_A := T_{1P}$$

$$R_A = 16.048 \text{ kN}$$

### 1.2.4 WYMIAROWANIE

#### WYMIAROWANIE NA ZGINANIE

##### 1) W prześle A-B

W związku z brakiem informacji dotyczących materiałów przyjęto Beton B10 oraz stal A-0

$$R_b := 5.8 \cdot \text{MPa}$$

$$R_{bz} := 0.58 \cdot \text{MPa}$$

Stal A-0 - pręty główne

$$R_a := 190 \cdot \text{MPa}$$

$$h_0 := h - 2 \cdot \text{cm}$$

$$S_b := \frac{|M_{12}|}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b}$$

$$S_b = 0.346 \quad . < . \quad S_{bgr} := 0.6$$

$$\xi_m := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_b}$$

$$\xi_m = 0.445$$

$$\zeta_m := 1 - 0.5 \cdot \xi_m$$

$$\zeta_m = 0.778$$

$$F_{am} := \frac{M_{12}}{\zeta_m \cdot h_0 \cdot R_a}$$

$$F_{am} = 10.862 \text{ cm}^2$$

$$\frac{F_{am}}{b \cdot h} = 1.086 \%$$

#### WYMIAROWANIE NA ŚCINANIE

##### 1) Podpora A z prawej

$$0.25 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 116 \text{ kN}$$

. > .

$$R_A = 16.048 \text{ kN}$$

Warunek spełniony

$$0.75 \cdot R_{bz} \cdot b \cdot h_0 = 34.8 \text{ kN}$$

. > .

$$R_A = 16.048 \text{ kN}$$

Warunek spełniony

Beton przenosi obciążenia ścinające

*W wyniku dokonanej odkrywki stwierdzono pręty  $\varnothing 8$  co  $\sim 10 \text{ cm}$   $F_a = 5.03 \text{ cm}^2$ , Zaobserwowano również lokalne pocienienia płyty oraz zły stan betonu. Należy zastosować posadowienie podłogi zmniejszające obciążenia na płytę. W związku z tym przyjęto podłogę na belkach stalowych.*



## 2.0 Podłoga na belkach stalowych

Przyjęto podłogę o konstrukcji z płyty OSB opartej na belkach stalowych mocowanych do drewnianych łat mocowanych wzdłuż do belek istniejącego stropu.

### 2.1 Płyta OSB.

Wstępnie przyjęto płytę OSB 4 gr.25mm

#### 2.1.1 WARUNKI PRACY KONSTRUKCJI

Założono pracę konstrukcji w klasie użytkowania 2, charakteryzującej się zawartością wilgoci w materiale odpowiadającą temperaturze 20°C i wilgotnością względną otaczającego powietrza przekraczającą 85% tylko przez kilka tygodni w roku.

Przyjęto następujące klasy obciążenia:

- |  |                |
|--|----------------|
| - ciężar własny                        | - stałe        |
| - obc. użytkowe równomiernie rozłożone | - krótkotrwałe |
| - obciążenie użytkowe skupione         | - krótkotrwałe |

#### 2.1.2 OBCIĄŻENIA

- stałe

- gres

$$0,44 \text{ kN/m}^2 \quad 1,20 \quad 0,53 \text{ kN/m}^2$$

- płyta OSB 4 gr.25mm

$$0,18 \text{ kN/m}^2 \quad 1,20 \quad 0,21 \text{ kN/m}^2$$

$$g_t = 0,62 \text{ kN/m}^2 \quad 1,20 \quad g_t^o = 0,74 \text{ kN/m}^2$$

- użytkowe równomiernie rozłożone

- sale lekcyjne, pokoje biurowe

obc. równomiernie rozłożone

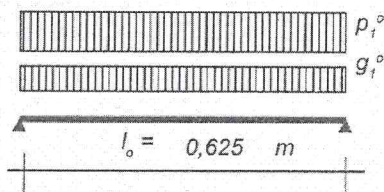
$$p_t = 2,00 \text{ kN/m}^2 \quad 1,40 \quad p_t^o = 2,80 \text{ kN/m}^2$$

- użytkowe skupione

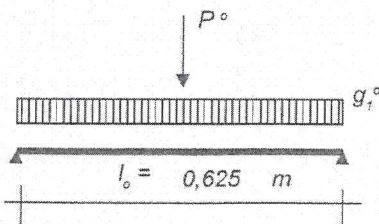
$$P = 1,00 \text{ kN} \quad 1,20 \quad P^o = 1,20 \text{ kN}$$

Przyjęto następujące schematy statyczne (obciążenia na 1m szerokości płyty OSB)

SCHEMAT 1



SCHEMAT 2



**ZGINANIE**

Przyjęto wytrzymałość na zginanie w kierunku prostopadłym do płaszczyzny płyty zgodnie z danymi producenta płyty OSB firmę Kronopol:

$$f_{m, 90, k} = 26,0 \text{ MPa} \quad (\text{płyta OSB 4 gr. 18 do 25mm})$$

$$f_{m, 90, d} = f_{m, 90, k} * k_{mod} / \gamma_M$$

$$\gamma_M = 1,3$$

**SCHEMAT 1****założenia**

- klasa użytkowania 2
- płyty OSB
- klasa trwania obciążenia – krótkotrwałe

$$k_{mod} = 0,70$$

$$f_{m, 90, d} = f_{m, 90, k} * k_{mod} / \gamma_M = 14,0 \text{ MPa}$$

$$b = 1,00 \text{ m} \quad (\text{pasma płyty szer. 1m})$$

$$h = 0,025 \text{ m}$$

$$W_x = 104 \text{ cm}^3$$

$$M_{max} = 0,125 * (g_1^o + p_1^o) * l_o^2 = 0,173 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m, 90, d} = M_{max} / W_x = 1,658 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m, 90, d} / f_{m, 90, d} = 0,118 < 1 \quad \text{warunek nośności spełniony}$$

**SCHEMAT 2****założenia**

- klasa użytkowania 2
- płyty OSB
- klasa trwania obciążenia – krótkotrwałe

$$k_{mod} = 0,70$$

$$f_{m, 90, d} = f_{m, 90, k} * k_{mod} / \gamma_M = 14,0 \text{ MPa}$$

$$b = 1,00 \text{ m} \quad (\text{pasma płyty szer. 1m})$$

$$h = 0,025 \text{ m}$$

$$W_x = 104 \text{ cm}^3$$

$$M_{max} = 0,125 * g_1^o * l_o^2 + 0,25 * P^o * l_o = 0,224 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m, 90, d} = M_{max} / W_x = 2,146 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m, 90, d} / f_{m, 90, d} = 0,153 < 1 \quad \text{warunek nośności spełniony}$$

## UGIĘCIE

Przyjęto moduł sprężystości zgodnie z danymi producenta płyty OSB

$$E_{k, 90, mean} = 4,80 \text{ GPa} \quad (\text{płyta OSB 4})$$

$$E_{d, 90, mean} = E_{k, 90, mean} * k_{mod} / \gamma_M$$

$$\gamma_M = 1,0$$

$$k_{mod} = 0,70$$

$$E_{d, 90, mean} = 3,36 \text{ GPa}$$

Przyjęto ugięcie dopuszczalne:

$$u_{dop} = l_o / 250 = 0,25 \text{ cm}$$

$$b = 1,00 \text{ m} \quad (\text{pasma płyty szer. 1m})$$

$$h = 0,025 \text{ m}$$

$$I_x = 130 \text{ cm}^4$$

### Ugięcia doraźne

- od obciążeń stałych

$$u_1 = 5/384 * g_1 * l_o^4 / (E_{d, 90, mean} * I_x) = 0,03 \text{ cm}$$

- od obciążeń użytkowych (równomiernie rozłożonych)

$$u_{2,1} = 5/384 * p_1 * l_o^4 / (E_{d, 90, mean} * I_x) = 0,09 \text{ cm}$$

- od obciążeń użytkowych (siła skupiona)

$$u_{2,2} = P * l_o^3 / (48 * E_{d, 90, mean} * I_x) = 0,12 \text{ cm}$$

### Ugięcie końcowe

#### **SCHEMAT 1**

założenia

- klasa użytkowania 2

- płyty OSB

- klasa trwania obciążenia zmiennego – krótkotrwałe

dla obciążenia stałego

$$k_{def1} = 2,25$$

dla obciążenia zmiennego

$$k_{def2} = 0,30$$

$$u_{fin} = u_1 * (1 + k_{def1}) + u_{2,1} * (1 + k_{def2}) = 0,21 \text{ cm} < u_{dop} = 0,25 \text{ cm} \quad \text{warunek spełniony}$$

#### **SCHEMAT 2**

założenia

- klasa użytkowania 2

- płyty OSB

- klasa trwania obciążenia zmiennego – krótkotrwałe



dla obciążenia stałego  $k_{def1} = 2,25$   
dla obciążenia zmiennego  $k_{def2} = 0,30$

$$u_{fin} = u_1 * (1 + k_{def1}) + u_{2,2} * (1 + k_{def2}) = 0,24 \text{ cm} < u_{dop} = 0,25 \text{ cm} \quad \text{warunek spełniony}$$

Przyjęto płytę OSB 4 grubości 25mm, przy maksymalnej rozpiętości przęsła płyty 0,625m.

Przyjęto mocowanie płyty OSB do belek stalowych za pomocą wkrętów samowiercących  
do mocowania drewna do stali w rozstawie co 30cm.

## 2.2 Belka wsporcza pod płytę OSB.

Wstępnie przyjęto profil zimnogięty C 100x100x35x3

Obliczenia zgodnie z normą PN-90-B-03200 „Konstrukcje stalowe – Obliczenia statyczne i projektowanie”

### 2.2.1 OBCIĄŻENIA

- obciążenia z płyty OSB (z szer. 0,625m)

- obc. stałe

0,38 kN/m 0,46 kN/m

- obc. użytkowe

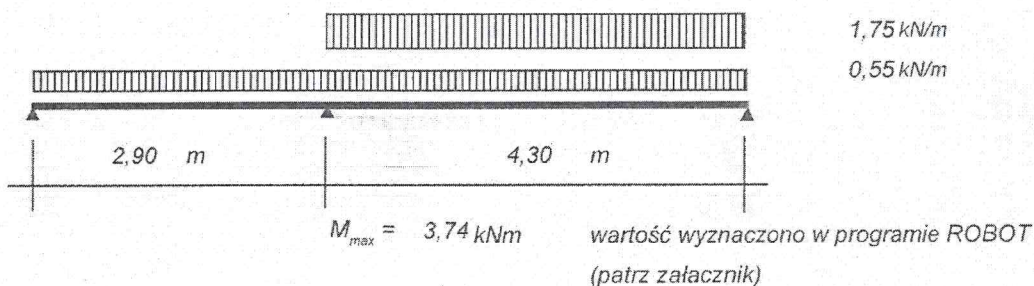
1,25 kN/m 1,75 kN/m

- ciężar własny belki C100x100x35x3

0,08 kN/m 1,10 0,09 kN/m

$g_1 = 1,72 \text{ kN/m}$   $g_1^o = 2,30 \text{ kN/m}$

Przyjęty schemat statyczny



### 2.2.2 WYMIAROWANIE

#### ZGINANIE

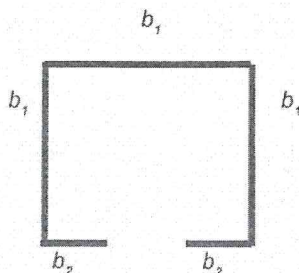
$$W_y = 27,84 \text{ cm}^3$$

przyjęto profil obrócony o 90°

$$f_d = 215 \text{ MPa}$$

przyjęto stal St3S

określenie klasy przekroju



$$b_1 = 100 \text{ mm}$$

$$t = 3 \text{ mm}$$

grubość ścianki

$$b_2 = 35 \text{ mm}$$

$$t = 3 \text{ mm} \quad \text{grubość ścianki}$$

$$\varepsilon = (215 / f_d)^{0.5} = 1$$

$$b_1 / t = 33,3 < 39 * \varepsilon = 39 \quad \text{przekrój klasy 2}$$

$$b_2 / t = 11,7 < 14 * \varepsilon = 14 \quad \text{przekrój klasy 3}$$

Przekrój C 100x100x35x3 jest klasy 3.

$$M_R = \psi * W_y * f_d \quad \text{nośność przekroju przy zginaniu}$$

$$\psi = 1 \quad \text{dla przekroju klasy 3.}$$

$$M_R = 5,99 \text{ kNm} \quad \text{nośność przekroju przy zginaniu}$$

$$\varphi_L = 1,00 \quad \text{przekrój zabezpieczony przed zwężeniem}$$

(pas ściskany profilu stężony płytą OSB)

$$M_{\max} / (M_R * \varphi_L) = 0,62 < 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

### UGIĘCIE

$$l_o = 4,30 \text{ m}$$

$$f_{\text{dop}} = l / 250 = 1,72 \text{ cm} \quad \text{ugięcie dopuszczalne}$$

$$E = 205,0 \text{ GPa}$$

$$I_y = 150,9 \text{ cm}^4$$

$$f = 1,5 \text{ cm} \quad \text{wartość wyznaczono w programie ROBOT}$$

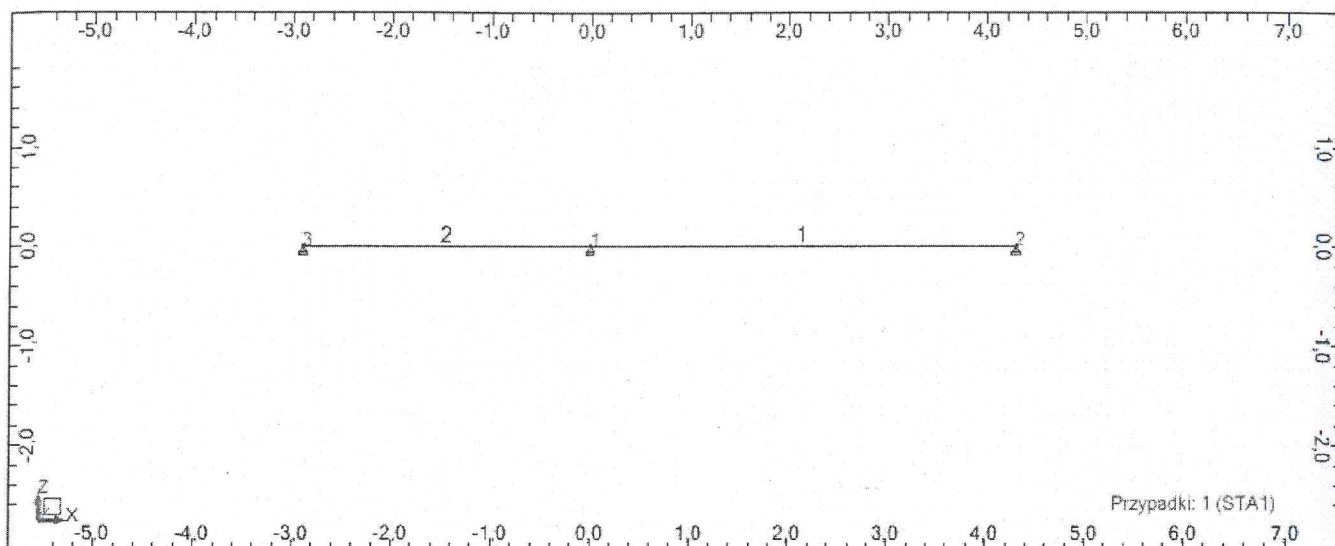
(patrz załącznik)

$$f / f_{\text{dop}} = 0,87 < 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

Przyjęto belki z profilu zimnogiętego C 100x100x35x3, ułożone wg rysunku A-21.



### Schemat statyczny



### Dane - Węzły

Węzeł	X (m)	Z (m)	Kod podpory	Podpora
1	0,0	0,0	bbw	Przegub1
2	4,30	0,0	bbw	Przegub1
3	-2,90	0,0	bbw	Przegub1

### Dane - Pręty

Pręt	Węzeł 1	Węzeł 2	Przekrój	Materiał	Długość (m)	Gamma (Deg)	Typ
1	1	2	CPZ 100x100x353	STAL	4,30	270,0	Belka
2	1	3	CPZ 100x100x353	STAL	2,90	270,0	Belka

### Dane - Profile

Nazwa przekroju	Lista prętów	AX (cm2)	AY (cm2)	AZ (cm2)	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
CPZ 100x100x353 90	1 2	10,380	6,000	5,100	0,330	173,250	150,910

### Przypadki obciążeń

Przypadek	Etykieta	Nazwa przypadku	Natura	Typ analizy
1	STA1STA1		ciężar własny	Statyka liniowa
2	STA2STA2		stałe	Statyka liniowa
3	EKSP1EKSP1		eksploatacyjne	Statyka liniowa
5	KOMB1		stałe	Kombinacja liniowa
5	KOMB2		stałe	Kombinacja liniowa



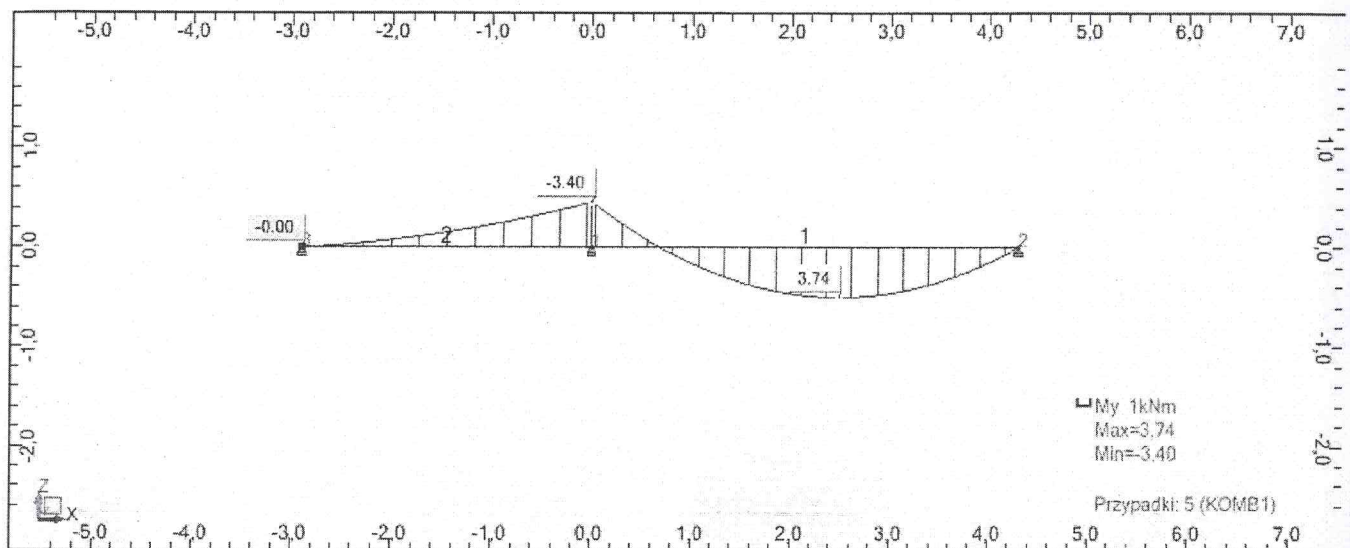
### Wartości obciążeń

Przypadek	Typ obciążenia	Lista	Wartość obciążenia
1	ciężar własny	1 2	PZ Minus Wsp=1,00
2	obciąż. jednorodne	1 2	PZ=-0,38(kN/m)
3	obciąż. jednorodne	1	PZ=-1,25(kN/m)

### Kombinacje obciążeń

Kombinacja	Nazwa	Typ analizy	Natura	Natura	Definicja
5 (K)	KOMB1 Kombinacja linio	SGN	stałe		$1*1.10+2*1.20+3*1.40$
6 (K)	KOMB2 Kombinacja linio	SGU	stałe		$(1+2+3)*1.00$

### Momenty zginające [KOMB1]



### Ugięcia [KOMB2]

