



97-400 Bełchatów ul. Mielczarskiego 1D tel. 512 231 520 e-mail [biuro@aquaconcept.pl](mailto:biuro@aquaconcept.pl) NIP 7722203288

---

**ZAKRES:** PROJEKT KONSTRUKCJI WSPORCZYCH POD CENTRALE  
WENTYLACYJNE ORAZ KANAŁY WENTYLACYJNE W  
ŚCIANACH NOŚNYCH.

**NAZWA ZADANIA:**

**"PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA INSTALACJI WENTYLACJI  
MECHANICZNEJ W POWIATOWYM CENTRUM SPORTU W  
BEŁCHATOWIE"**

**STADIUM:** PROJEKT WYKONAWCZY BRANŻY SANITARNEJ  
Kategoria obiektu budowlanego: XV

**Adres Inwestycji:** DZ. NR EWID. 2/36 OBRĘB 08,  
MIASTO BEŁCHATÓW

**Inwestor:** POWIAT BEŁCHATOWSKI REPREZENTOWANY PRZEZ  
ZARZĄD POWIATU W BEŁCHATOWIE  
UL. PABIANICKA 17/19, 97-400 BEŁCHATÓW

**Projektant:** mgr inż. Maciej Jaszczyk  
Upr. nr SLK/5260/POOK/14

**Egzemplarz nr ...../.....**

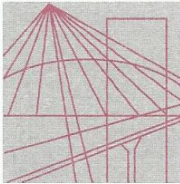
*Bełchatów, sierpień 2020 r.*

## **II. SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA.**

I.	STRONA TYTUŁOWA.	01/37
II.	SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA.	02/37
III.	ZAŁĄCZNIKI.	02/37
IV.	DANE OGÓLNE	06/37
V.	CZĘŚĆ OPISOWA – OPIS TECHNICZNY.	06/37
VI.	OBLICZENIA STATYCZNE.	10/37
VII.	WYKAZ NORM ORAZ LITERATURY TECHNICZNEJ	37/37
VIII.	RYSUNKI TECHNICZNE.	37/37

## **III. ZAŁĄCZNIKI.**

- uprawnienia projektowe;
- zaświadczenie o członkostwie w Izbie;
- oświadczenie projektanta;



Ś L Ą S K A  
O K R Ę G O W A  
I Z B A  
I N Ż Y N I E R Ó W  
B U D O W N I C T W A

SLK/OKK/7131/5260/14

Katowice, dnia 09 czerwca 2014 r.

## DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.), § 15 i § 17 ust. 1 pkt. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578 z późn. zm.) oraz art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan Maciej Jaszczyk**

mgr inż. budownictwa  
ur. dnia 29 grudnia 1984 w Dąbrowie Górniczej

**otrzymuje**

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
**numer ewidencyjny SLK/5260/POOK/14**  
**do projektowania**

**w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń**

Zakres uprawnień:

- sporządzanie projektu architektoniczno – budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
- sporządzanie projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej, z wyłączeniem projektów zagospodarowania działki lub terenu obejmujących budynki,
- sprawdzanie projektów budowlanych w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej i sprawowanie nadzoru autorskiego
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych

## UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

*Od niniejszej decyzji służy stronom prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej ŚOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.*

Otrzymują:

1. Pan Maciej Jaszczyk  
Babia 3  
42-202 Częstochowa
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



Skład orzekający OKK

1.   
mgr inż. Piotr Szatkowski
2.   
inż. Hieronim Spiżewski
3.   
mgr inż. Zbigniew Dziekiewicz



P O L S K A  
I Z B A  
I N Ż Y N I E R Ó W  
B U D O W N I C T W A

### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-7BT-1RS-3R4 \*

Pan Maciej Jaszczyk o numerze ewidencyjnym SLK/BO/8809/14  
adres zamieszkania ul. Krasieńskiego 4 m. 60, 42-200 Częstochowa  
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2017-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2016-08-25 roku przez:

Franciszek Buszka, Przewodniczący Rady Śląskiej 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.)

## OŚWIADCZENIE

Zgodnie z art.20 ust. 4 Ustawy z dnia 16.04.2004 r. o zmianie Ustawy - Prawo Budowlane

(Dz. U. z 2004 r. Nr 93 poz. 888, z późniejszymi zmianami) oświadczam, że:  
*PROJEKT INSTALACJI WENTYLACJI MECHANICZNEJ Z ODZYSKIEM CIEPŁA  
NA POTRZEBY TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU SZKOŁY GIMNAZJUM W  
PARZYMIECHACH – BRANŻA KONSTRUKCYJNA*, sporządzony został zgodnie z obowiązującymi przepisami i oraz zasadami i wiedzy technicznej.

mgr inż. Maciej Jaszczyk

## **IV. DANE OGÓLNE.**

### **1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlano wykonawczy konstrukcji wsporczych pod nowoprojektowane centrale wentylacyjne oraz wzmocnień otworów w miejscu projektowanych kanałów wentylacyjnych.

### **2. ZAKRES OPRACOWANIA.**

Projekt obejmuje wykonanie konstrukcji wsporczych pod centrale wentylacyjne oraz wzmocnień ścian nośnych oraz stropów w miejscu projektowanych otworów w budynkach Gimnazjum w Parzymiechach ul. Parkowa 2 działka nr: 333/10;

### **3. PODSTAWA MERYTORYCZNA.**

3.1. Wizja lokalna z dn. 27.12.2016r;

3.2. Dokumentacja fotograficzna.

3.3. Projekt instalacji wentylacji mechanicznej wykonany przez biuro aquaCONCEPT ul. Mielczarskiego 1D 97-400 Bełchatów oraz wewnętrzne ustalenia międzybranżowe.

3.4. Obowiązujące Polskie Normy.

3.5. Literatura techniczna.

### **4. DANE LOKALIZACYJNE.**

4.1. Usytuowanie.

DZ. EWID 2/36 OBRĘB 08 MIASTO BEŁCHATÓW

4.2. Ograniczenia strefowe.

4.2.1. II strefa przemarzania  $h_z = 1,0\text{m}$ .

4.2.2. II strefa obciążenia śniegiem  $h=203\text{m n.p.m.}$

4.2.3. I strefa obciążenia wiatrem  $h=203\text{m n.p.m.}$

## **V. CZĘŚĆ OPISOWA - OPIS TECHNICZNY.**

### **1. Dane szczegółowe.**

W istniejących budynkach przewidziano wentylację mechaniczną.

Masa całkowita największej centrali wynosi 3684kg. Centralę umieszczono na dachu budynku szatni i sanitariatów.

Masa pozostałych centrali wynosi od 452-1312kg i ich montaż przewidziano na dachu budynku szatni oraz na dachu łącznika pomiędzy salą gimnastyczną i basenem.

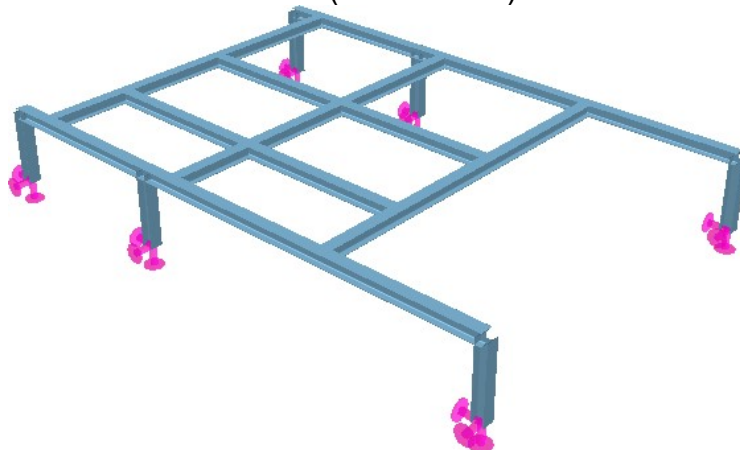
### **2. Konstrukcja wsporcza pod centrale wentylacyjne.**

Pod centralę wentylacyjną NW3 zaprojektowano konstrukcję wsporczą z kształtowników zamkniętych RP 140x80x4mm, RK 90x90x4 oraz RK 80x80x4.

Połączenia wykonać na zasadzie spawania spoiną gr. 4mm. Konstrukcję wsporczą opierać na istniejących słupach żelbetowych stanowiących konstrukcję nośną budynku szatni i sanitariatów. Połączenia projektowanej konstrukcji ze słupami istniejącymi wykonać jako chemiczne z zastosowaniem żywic HIT-HY 200-A z prętem HIT-V M16 klasy 5,8 firmy HILTI.

Pod centrale wentylacyjne NW1, NW2, NW6 zaprojektowano konstrukcje wsporcze z kształtowników dwuteowych HEA 200. Połączenia słupków z belkami głównymi wykonać na zasadzie spawania spoiną gr. 4mm. Połączenia belek drugorzędnych z belkami głównymi wykonać jako połączenia skręcane zakładkowe przy użyciu śrub zwykłych o średnicy M16 mm klasy minimum 5.6. Konstrukcje wsporcze opierać na istniejących słupach żelbetowych stanowiących konstrukcję nośną budynków. Połączenia projektowanej konstrukcji ze słupami istniejącymi wykonać jako chemiczne z zastosowaniem żywicy HIT-HY 200-A z prętem HIT-V M16 klasy 5,8 firmy HILTI.

Na konstrukcję zastosować stal St3SX (S235JR-G2).



Fot.5 Aksonometria konstrukcji wsporczej centrali dachowej NW6.

### 3. Konstrukcja wsporcza pod rekuperatory i klimatyzatory.

Pod rekuperatory wewnętrzne zaprojektowano systemowe wsporniki ścienny o nośności do 100kg. W ścianach nośnych montaż wykonać na bazie kołków rozporowych np. WKREŹ-MET KPR-FAST 12-200K. Minimalna ilość kołków 8szt.



Fot. 6. Systemowy wspornik ścienny.



Fot. 7. Systemowy wspornik ścienny wraz z klimatyzatorem.

### 4. Przebicie w ścianach nośnych.

W zewnętrznej ścianie nośnej basenu zaprojektowano dwa przebicie pod kanały wentylacyjne. Przyjęto, że główne ściany nośne budynku wykonane zostały w technologii tradycyjnej - ceramiczne na zaprawie cementowo-wapiennej.

W miejscach przebić przez ściany nośne należy zastosować nadproża stalowe z kształtownika walcowanego na gorąco U140 w zestawie dwóch sztuk.

Układ belek głównych należy usztywnić za pomocą przewiązek lub za pomocą skręcania w poziomie środnika śrubą M16 w rozstawie co 25cm ze stali nierdzewnej klasy min 4,8.

Oparcie belek wykonać na istniejących ścianach nośnych, bezpośrednio pod kształtownikami wykonać podbudowę z betonu klasy min B-20 (C16/20).

Prace związane z wykonaniem nadproża i wyburzeniami należy prowadzić etapami. Pierwszy etap - wykucie bruzd w ścianach i wykonanie podparć dla belek nośnych głównych. Wymiary podbudowy ok. 15cm, połączyć z istniejącymi ścianami ceglanymi za pomocą strzępi. Beton B-20 (C16/20).

Etap drugi - wykonanie podstemplowania odciażającego ściany nośne wewnętrzne w miejscu prowadzenia prac. Stemplowanie przejmie ciężar kondygnacji wyższych na okres wyburzenia i montowania belek głównych.

Etap trzeci – przebicie ściany i montaż belki głównej. Belki nośne należy umieszczać w ścianie pojedynczo, tzn. wykonać bruzdę z jednej strony, ułożyć belkę, uzupełnić przestrzeń nad belką zaprawą cementową, następnie ułożyć podobnie belkę po przeciwnej stronie. Po ułożeniu belek głównych na filarach żelbetowych i usztywnieniu ich za pomocą przewiązek (połączenie za pomocą spawania) lub zastosować połączenie skręcane w płaszczyźnie środnika, należy wypełnić zaprawą cementową przestrzeń pomiędzy pojedynczymi belkami oraz podmurować ścianę nośną do poziomu belek (zaprawa cementowa marki 10).

Etap czwarty – wyburzenie ściany pod wykonanym wzmocnieniem.

Elementy stalowe zabezpieczyć powierzchniowo poprzez zastosowanie farb antykorozyjnych i pęczniących pod wpływem temperatury.

Innym sposobem zabezpieczenia stali jest wykonanie otuliny z zaprawy cementowej na siatce RABITZA.



Fot. 8. Przykładowy sposób wykonania nadproża z zastosowaniem belek stalowych (materiały pochodzą z bazy strony muratordom.pl)

## 5. Przebicia w stropodachu.

W istniejącej konstrukcji dachowej zaprojektowano przebicia pod czerpnie dachowe o przekroju  $\phi 250\text{mm} + 40\text{mm}$  otuliny. Istniejący stropodach wykonano jako prefabrykowany z płyt korytkowych żebrowanych. Nowoprojektowane przebicia wykonywać w miejscach pocienionych nie naruszając belki głównej nośnej oraz żebier rozdzielczych.

Podczas prac związanych z wykonaniem otworu należy wykonać okrywkę lub zastosować metody bezinwazyjne aby określić rozstaw prętów zbrojeniowych.

W przypadku napotkania zbrojenia w miejscu projektowanego otworu konieczna jest konsultacja z projektantem konstrukcji.



Fot. 9. Oznaczenie konstrukcji nośnej stropodachu oraz miejsce otworowania.

## UWAGA:

1. Na konstrukcje stalowe zastosować stal St3SX S235JR-G2.
2. Wszystkie elementy stalowe zabezpieczyć środkami antykorozyjnymi oraz pęczniejącymi pod wpływem temperatury.
3. Przebicia w stropach z płyt kanałowych wykonywać w miejscach kanałów w płytach nie naruszając żebier konstrukcyjnych.
4. Otwory w stropach monolitycznych żelbetowych wykonywać nie naruszając zbrojenia. W przypadku naruszenia zbrojenia konieczne jest wykonanie wymianów odcinających.
5. Dokładną lokalizację wszystkich otworów wyznaczyć na placu budowy po zapoznaniu się z wszystkimi branżami.
6. Całość wykonać na podstawie wytycznych zawartych w opisie technicznym oraz na podstawie rysunków konstrukcyjnych.

## VI. OBLICZENIA STATYCZNE.

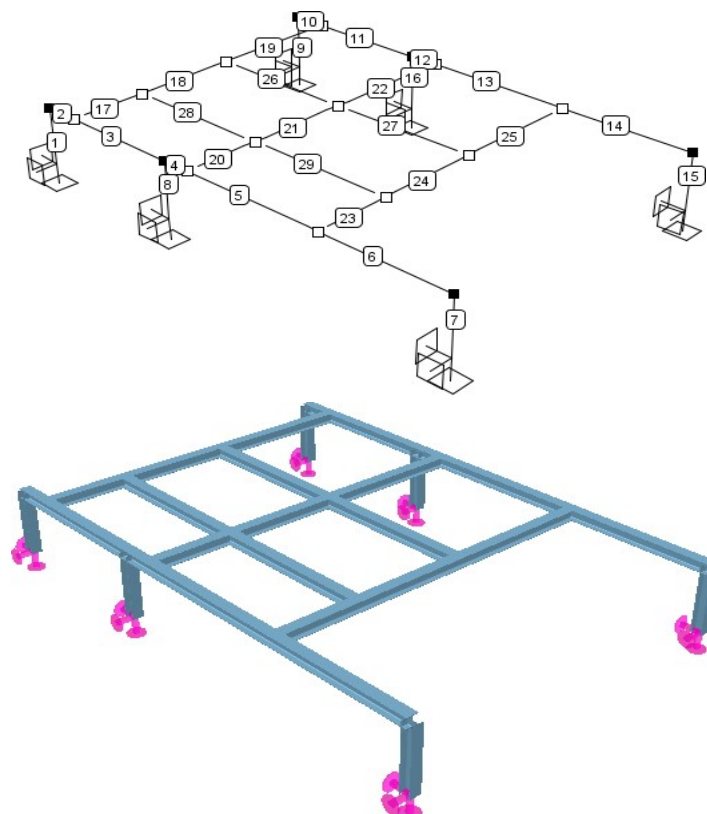
### 1. Konstrukcja wsporcza KS1 pod centralę NW6

#### 1.1. Zestawienie obciążeń

Blok	szer[mm]	wys[mm]	dł[mm]	rama[mm]	masa[kg]
1	1980	3340	1000	120	387,3
2	1980	3340	2600	120	2013,18
3	1980	1670	2150	0	581,32
4	1980	1670	2150	120	702,51
<b>Razem</b>					<b>3 684</b>

#### 1.2. Obliczenia statyczne i wymiarowanie

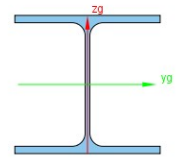
##### Geometria układu



Parametry projektu	
<b>Geometria:</b>	
Szerokość(x): 9,010 m	Węzłów: 24
Długość(y): 6,000 m	Podpór: 6
Wysokość(z): 1,200 m	Prętów: 29
	Grup prętów: 1
	Grup podpór: 1
	Profil: 1
<b>Suma obciążeń:</b>	
Kierunek x: 0,00 kN	Ciężar: 23,14 kN
Kierunek y: 0,00 kN	Grup stałych: 2
Kierunek z: -37,26 kN	Grup zmiennych: 0
	Grup multi: 0

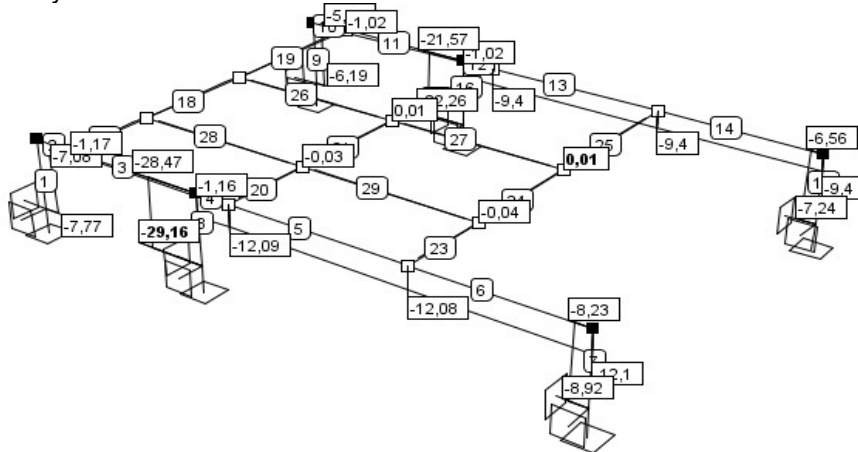
Parametry geometryczne i fizyczne elementów:

<b>Nazwa</b>	HE 200 A			
<b>Parametry przekroju</b>	$A = 53,84\text{cm}^2$			
	$J_x = 20,98\text{cm}^4$	$J_y = 3\,692,69\text{cm}^4$	$J_z = 1\,335,52\text{cm}^4$	
	$\alpha_{y-yg} = 0^\circ$	$J_{yg} = 3\,692,69\text{cm}^4$	$J_{zg} = 1\,335,52\text{cm}^4$	
	$W_{y\max} = 388,7\text{cm}^3$		$W_{y\min} = 388,7\text{cm}^3$	
	$W_{z\max} = 133,55\text{cm}^3$		$W_{z\min} = 133,55\text{cm}^3$	
<b>Materiał</b>	Stal EN S235	$E = 210\text{GPa}$	$G = 81\text{GPa}$	Cieź. = $78,5\text{kN/m}^3$

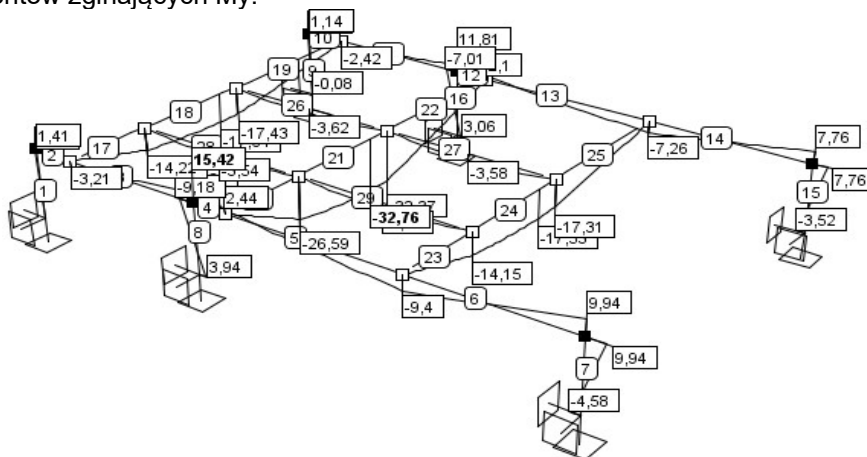


**Siły wewnętrzne:**

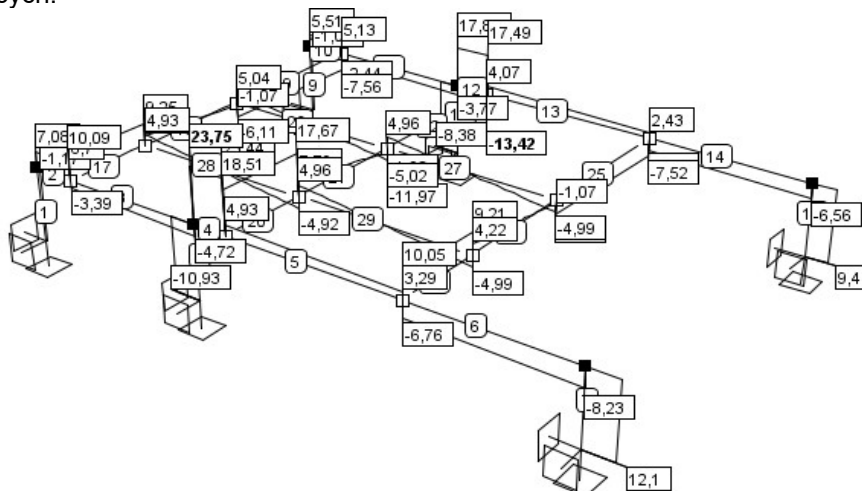
Wykres sił normalnych:



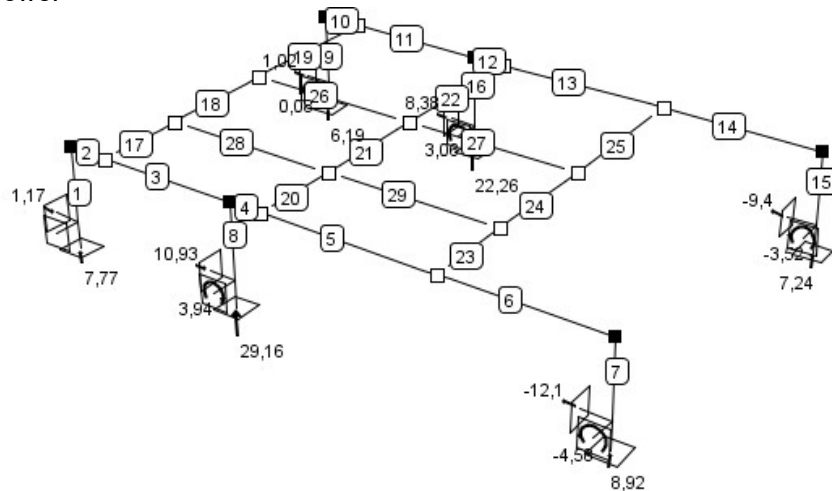
Wykres momentów zginających  $M_y$ :



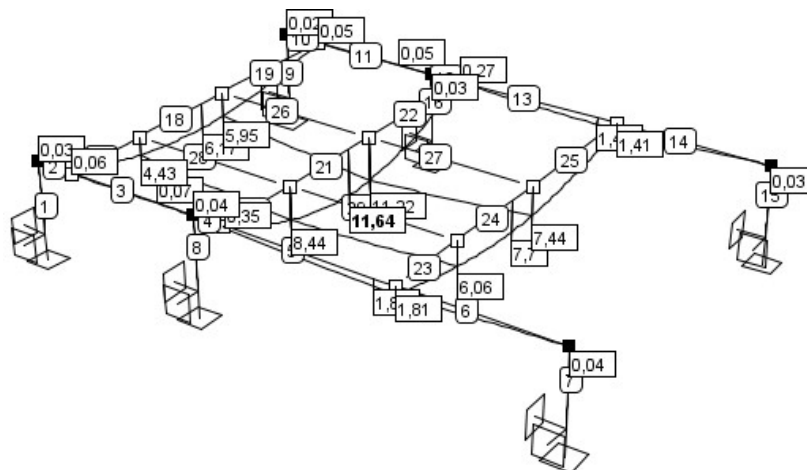
Wykres sił tnących:



Reakcje podporowe:



Deformacje:



**Wymiarowanie elementu:**  
**Element prosty, nr pręta: 20**

**Punkt nr: 0 na przęcie, położenie: 0.00 m**

**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

**N = 0.00 kN**

**T<sub>y</sub> = V<sub>y</sub> = 0.01 kN**

**T<sub>z</sub> = V<sub>z</sub> = 18.50 kN**

**M<sub>y</sub> = 0.00 kNm**

**M<sub>z</sub> = 0.00 kNm**

**Klasa przekroju na ściskanie:**

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

**Klasa przekroju na zginanie względem osi y:**

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

**Klasa przekroju na zginanie względem osi z:**

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

**Nośność na ściskanie**

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{53.84 \cdot 235}{1.0} = 1265.24 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na rozciąganie**

$$N_{t,Rd} = 1265.24 \text{ [kN]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi y**

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{429.55 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 100.94 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 84.60 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi z**

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{203.83 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1808.99 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 245.44 \text{ [kN]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 4000.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 542.71 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej**

$$M_{N,y,Rd} = 100.94 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.**

$$M_{Vy,Rd} = M_{Cy,Rd} - \rho \cdot (M_{Cy,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 100.94 - 0.00 \cdot (100.94 - 84.60) = 100.94 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.**

$$M_{Vz,Rd} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej**

$$M_{N,V,Rd,y} = 100.94 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

**Warunki nośności:**

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0.01}{542.71} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{18.50}{245.44} = 0.08$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{0.00}{100.94} + \frac{0.00}{47.90} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Vy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{Vz,Rd}} = \frac{0.00}{100.94} + \frac{0.00}{47.90} = 0.00$$

**Współczynniki interakcji.**

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

**Stopień wykorzystania nośności elementu.**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{0.00}{1265.24} = 0.00$$

**Element prosty, nr pręta: 20****Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 1.47 m****Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

$$N = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.01 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 17.67 \text{ kN}$$

$$M_y = -26.59 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

**Klasa przekroju na ściskanie:**

$$\text{Klasa ścianek pasów} = 1$$

$$\text{Klasa ścianek środnika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na ściskanie} = 1$$

**Klasa przekroju na zginanie względem osi y:**

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środnika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie y-y} = 1$$

**Klasa przekroju na zginanie względem osi z:**

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie z-z} = 1$$

**Nośność na ściskanie**

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{53.84 \cdot 235}{1.0} = 1265.24 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na rozciąganie**

$$N_{t,Rd} = 1265.24 \text{ [kN]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi y**

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{429.55 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 100.94 \text{ [kNm]}$$

**Udział pasów w nośności na zginanie**

$$M_{f,Rd} = 84.60 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi z**

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{203.83 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1808.99 \text{ [mm}^2\text{]}$$

**Nośność na ścinanie**

$$V_{Cz,Rd} = 245.44 \text{ [kN]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 4000.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

**Nośność na ścinanie**

$$V_{Cy,Rd} = 542.71 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej**

$$M_{N,y,Rd} = 100.94 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.**

$$M_{Vy,Rd} = M_{Cy,Rd} - \rho \cdot (M_{Cy,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 100.94 - 0.00 \cdot (100.94 - 84.60) = 100.94 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.**

$$M_{Vz,Rd} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej**

$$M_{N,V,Rd,y} = 100.94 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

**Warunki nośności:**

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.01}{542.71} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{17.67}{245.44} = 0.07$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{26.59}{100.94} + \frac{0.01}{47.90} = 0.26$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{V,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{V,z,Rd}} = \frac{26.59}{100.94} + \frac{0.01}{47.90} = 0.26$$

**Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.**

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

**Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.**

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

**Współczynniki interakcji.**

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

**Stopień wykorzystania nośności elementu.**

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{26.59}{1.00 \cdot 100.94} \cdot 1.00 + \frac{0.01}{47.90} \cdot 1.00 = 0.26$$

**Wyniki obwiedni przemieszczeń:**

Położenie:  $x = 1.47 \text{ [m]}$

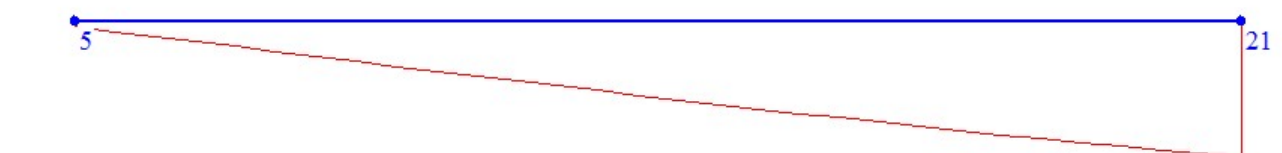
Lista grup obciążeń:

**Nazwa grupy obciążeń:**

Ciążar własny

Stałe

$$u_y = \sum u(i)_y = 0.000 + -0.002 = 0.002 \text{ [cm]}$$

**Wykres przemieszczeń w kierunku Y:****Wykres przemieszczeń w kierunku Z:**

$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|0.002|^2 + |-0.844|^2} = 0.84 > 0.588 \text{ [cm]}$$

**Anuluj****Wyniki ugięcia względnego:**

Położenie:  $x = 1.47 \text{ [m]}$

Lista grup obciążeń:

**Nazwa grupy obciążeń:**

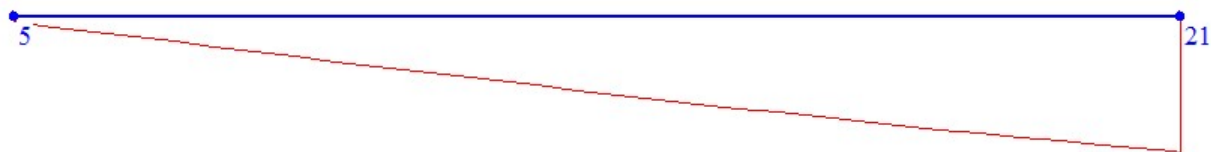
Ciążar własny

Stałe

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = u_{bz} = -0.946 [cm]$$

$$\Delta u_x = u_x - u_{bz} = 0.102 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_x = 0.102 \leq 0.588 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.844 - 0.035| = 0.809 [cm]$$

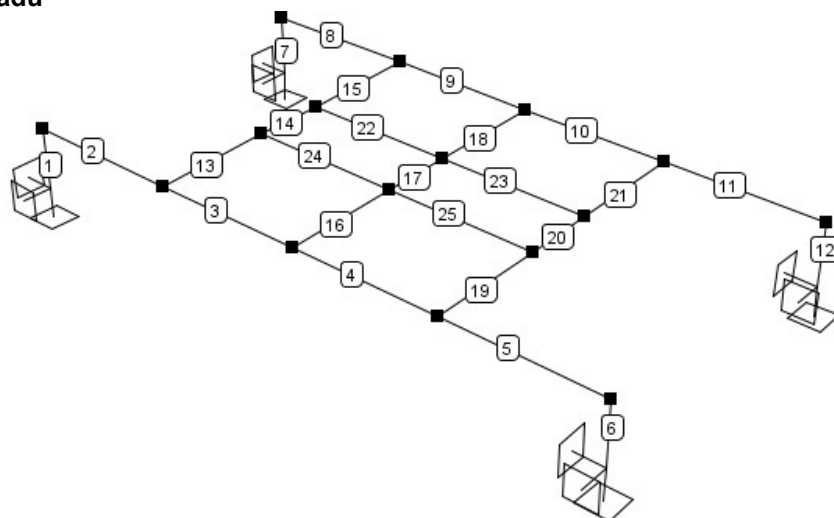
## 2. Konstrukcja wsporcza KS2 pod centralę NW3

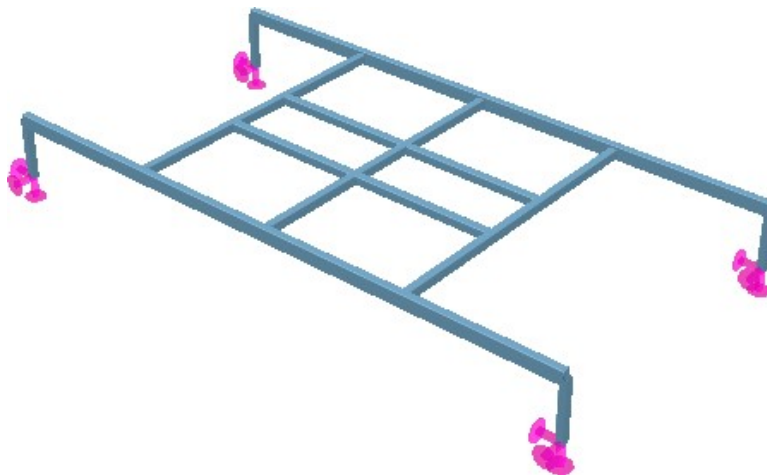
### 2.1. Zestawienie obciążeń

Blok	szer[mm]	wys[mm]	dł[mm]	rama[mm]	masa[kg]
1	690	1150	600	100	102
2	1000	1150	400	100	088
3	690	1150	400	100	044
4	690	1150	1550	100	218
Razem					452

### 2.2. Obliczenia statyczne i wymiarowanie

Geometria układu





Parametry projektu	
<b>Geometria:</b>	
Szerokość(x): 6,000 m	Węzłów: 20
Długość(y): 3,000 m	Podpór: 4
Wysokość(z): 0,600 m	Prętów: 25
	Grup prętów: 1
	Grup podpór: 1
	Profilu: 5
<b>Suma obciążeń:</b>	
Kierunek x: 0,00 kN	Ciężar: 3,28 kN
Kierunek y: 0,00 kN	Grup stałych: 2
Kierunek z: -4,56 kN	Grup zmiennych: 0
	Grup multi: 0

Parametry geometryczne i fizyczne elementów:

Parametry geometryczne elementów.

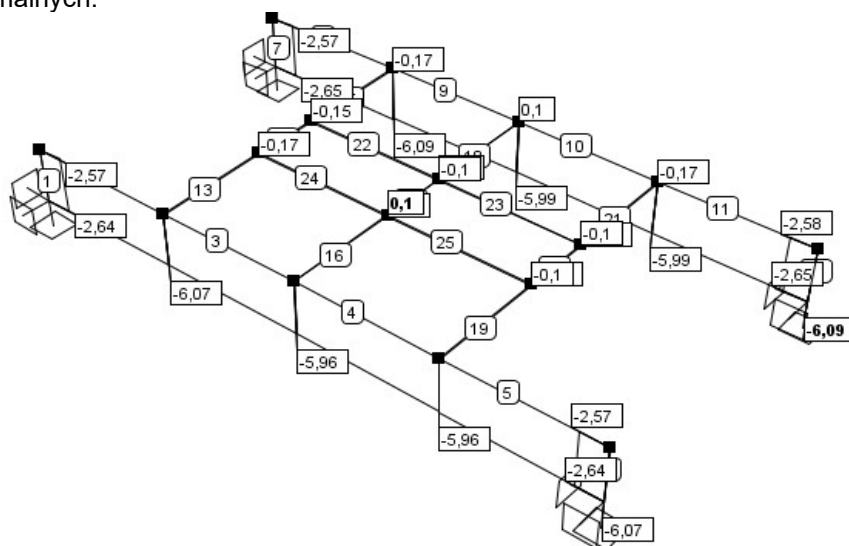
<b>Nazwa</b>	R 80 x 4				
<b>Parametry przekroju</b>	A = 11,47cm <sup>2</sup>				
	J <sub>x</sub> = 175,59cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 106,52cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 106,52cm <sup>4</sup>		
	a <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 106,52cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 106,52cm <sup>4</sup>		
	W <sub>y max</sub> = 26,63cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 26,63cm <sup>3</sup>		
	W <sub>z max</sub> = 26,63cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 26,63cm <sup>3</sup>		
<b>Materiał</b>	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>	

<b>Nazwa</b>	R 90 x 4				
<b>Parametry przekroju</b>	A = 13,07cm <sup>2</sup>				
	J <sub>x</sub> = 254,42cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 156,2cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 156,2cm <sup>4</sup>		
	a <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 156,2cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 156,2cm <sup>4</sup>		
	W <sub>y max</sub> = 34,71cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 34,71cm <sup>3</sup>		
	W <sub>z max</sub> = 34,71cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 34,71cm <sup>3</sup>		
<b>Materiał</b>	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>	

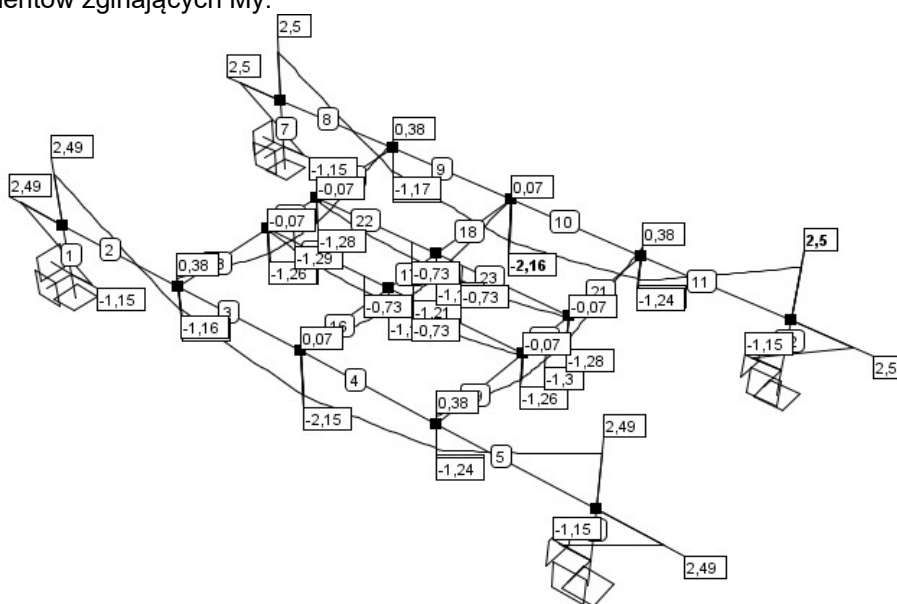
<b>Nazwa</b>	R 140 x 80 x 4				
<b>Parametry przekroju</b>	A = 16,27cm <sup>2</sup>				
	J <sub>x</sub> = 403,14cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 415,84cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 175,89cm <sup>4</sup>		
	a <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 415,84cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 175,89cm <sup>4</sup>		
	W <sub>y max</sub> = 59,41cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 59,41cm <sup>3</sup>		
	W <sub>z max</sub> = 43,97cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 43,97cm <sup>3</sup>		
<b>Materiał</b>	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>	

Wykres sił normalnych:

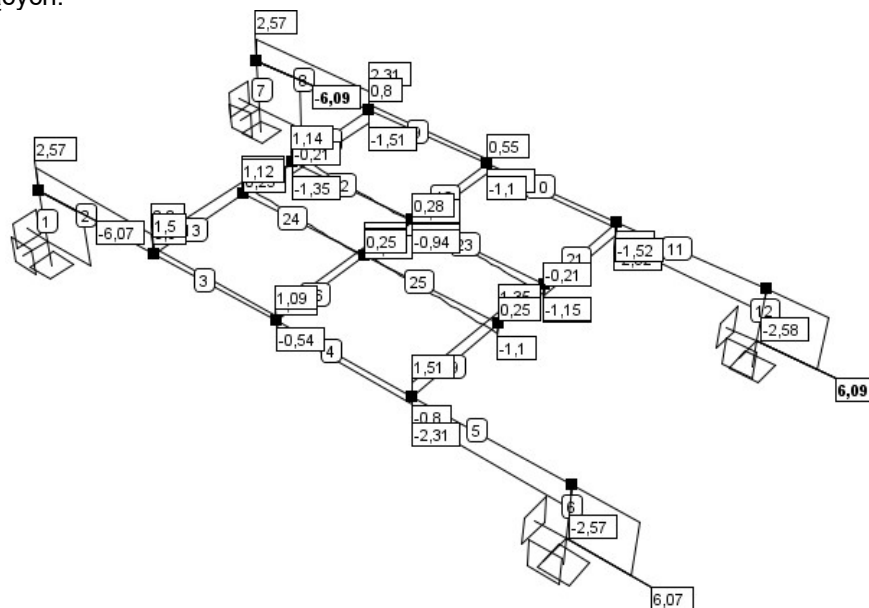
Wykres sił normalnych:



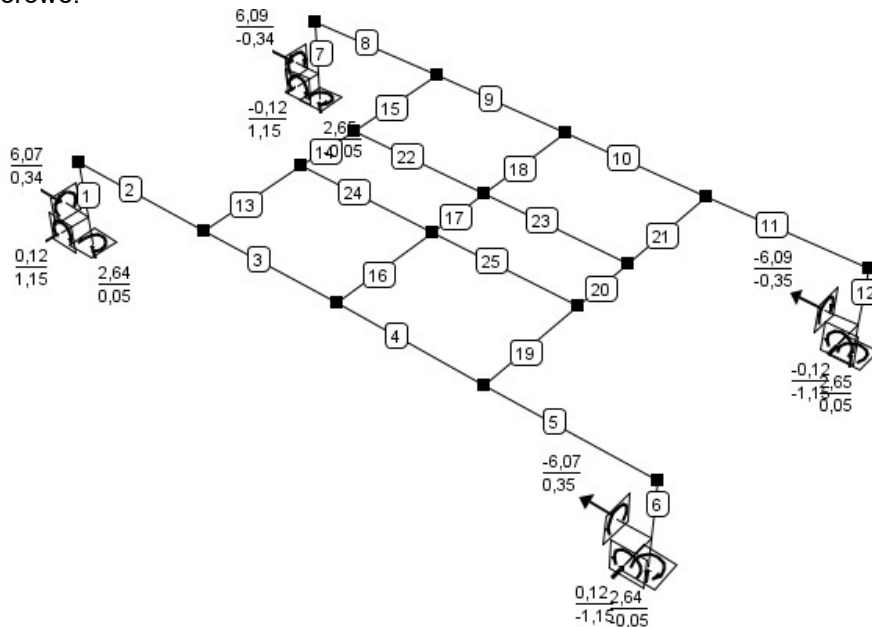
Wykres momentów zginających  $M_y$ :



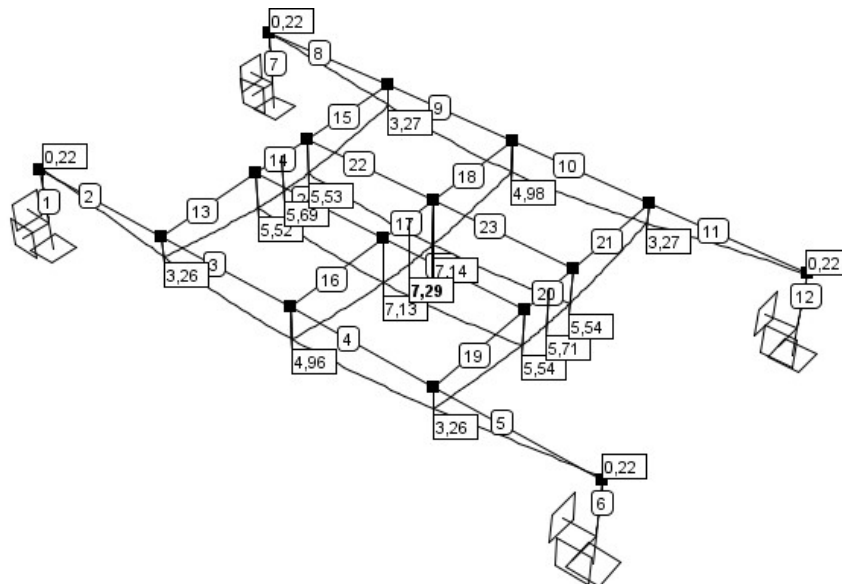
Wykres sił tnących:



Reakcje podporowe:



Deformacje:



**Wymiarowanie elementu:**

**Element prosty, nr preta: 11**

**Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 1.53 m**

**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

**N = -6.09 kN**

$$T_y = V_y = -0.12 \text{ kN}$$
$$T_z = V_z = -2.58 \text{ kN}$$
$$M_y = 2.50 \text{ kNm}$$
$$M_z = -0.05 \text{ kNm}$$

**Klasa przekroju na ściskanie:**

Klasa ścianek środknika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

**Klasa przekroju na zginanie względem osi y:**

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

**Klasa przekroju na zginanie względem osi z:**

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

**Nośność na ściskanie**

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{16,27 \cdot 235}{1,0} = 382,37 \text{ [kN]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi y**

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{73,56 \cdot 10^{-6} \cdot 235,00}{1,00} = 17,29 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0,00 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi z**

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{50,19 \cdot 10^{-6} \cdot 235,00}{1,00} = 11,79 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1035,44 \text{ [mm}^2\text{]}$$

**Nośność na ścinanie**

$$V_{Cz,Rd} = 140,49 \text{ [kN]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.****Nośność na ścinanie**

$$V_{Cy,Rd} = 80,28 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej**

$$M_{N,y,Rd} = 17,29 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 11,79 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.**

$$M_{Vy,Rd} = M \left( 1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 17,29 \cdot \left( 1 - \frac{0,00 \cdot 0,14^2}{0,14^2 + 2 \cdot 0,08 \cdot (0,14 - 0,00)} \right) = 17,29 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.**

$$M_{Vz,Rd} = 11,79 \text{ [kNm]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej**

$$M_{N,V,Rd,y} = 17,29 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 11,79 \text{ [kNm]}$$

**Warunki nośności:**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{Cz,Rd}} = \frac{6,09}{382,37} + \frac{2,50}{17,29} + \frac{0,05}{11,79} = 0,17$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0,12}{80,28} = 0,00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{2,58}{140,49} = 0,02$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{2,50}{17,29} + \frac{0,05}{11,79} = 0,15$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Ny}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Nz}} = \frac{2.50}{17.29} + \frac{0.05}{11.79} = 0.15$$

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny,Rd}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{Nz,Rd}}\right)^{\beta} = \left(\frac{2.50}{17.29}\right)^{1.66} + \left(\frac{0.05}{11.79}\right)^{1.66} = 0.04$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{2.50}{17.29} + \frac{0.05}{11.79} = 0.15$$

**Długości krytyczne:**

$$L_{cr,y} = 1.53 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 1.53 \text{ [m]}$$

**Siły krytyczne:**

$$N_{cr,y} = 3681.80 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 1557.36 \text{ [kN]}$$

**Smukłości względne:**

$$l_y = 0.32$$

$$l_z = 0.50$$

**Współczynniki wyboczenia:**

$$c_y = 0.94$$

$$c_z = 0.85$$

$$c_{min} = 0.85$$

**Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.**

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

**Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.**

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

**Współczynniki interakcji.**

$$k_{yy} = 0.60$$

$$k_{yz} = 0.54$$

$$k_{zy} = 0.36$$

$$k_{zz} = 0.91$$

**Stopień wykorzystania nośności elementu.**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{6.09}{0.94 \cdot 382.37} \cdot 1.00 + 0.60 \cdot \frac{2.50}{1.00 \cdot 17.29} \cdot 1.00 + 0.54 \cdot \frac{0.05}{11.79} \cdot 1.00 = 0.11$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{6.09}{0.85 \cdot 382.37} \cdot 1.00 + 0.36 \cdot \frac{2.50}{1.00 \cdot 17.29} \cdot 1.00 + 0.91 \cdot \frac{0.05}{11.79} \cdot 1.00 = 0.08$$

**Wyniki obwiedni przemieszczeń:**

Położenie:  $x = 0.00 \text{ [m]}$

Lista grup obciążeń:

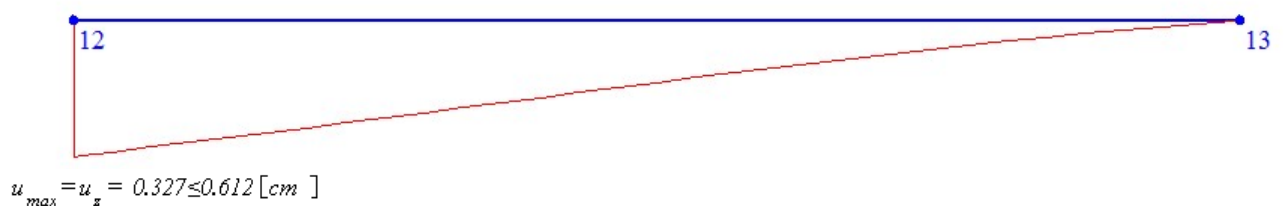
**Nazwa grupy obciążeń:**

Ciążar własny

Stałe

$$u_z = \sum u(i)_z = -0.327 \text{ [cm]}$$

**Wykres przemieszczeń w kierunku Z:**



### Wyniki ugięcia względnego:

Położenie:  $x = 0.00$  [m]

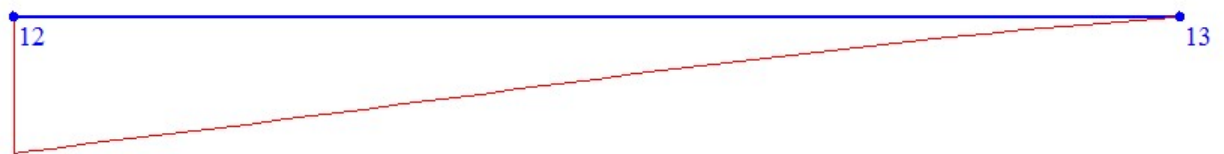
Lista grup obciążeń:

#### Nazwa grupy obciążeń:

Ciężar własny

Stałe

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = u_{by} = 0.002 [cm]$$

$$\Delta u_y = u_y - u_{by} = -0.002 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.327 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \sqrt{\Delta u_y^2 + \Delta u_z^2} = \sqrt{(-0.002)^2 + 0.327^2} = 0.327 \pm 0.612 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.022 - 0.327| = 0.305 [cm]$$

### 3. Konstrukcja wsporcza KS3 pod centrale NW1, NW2

#### 3.1. Zestawienie obciążeń

Centrala NW1

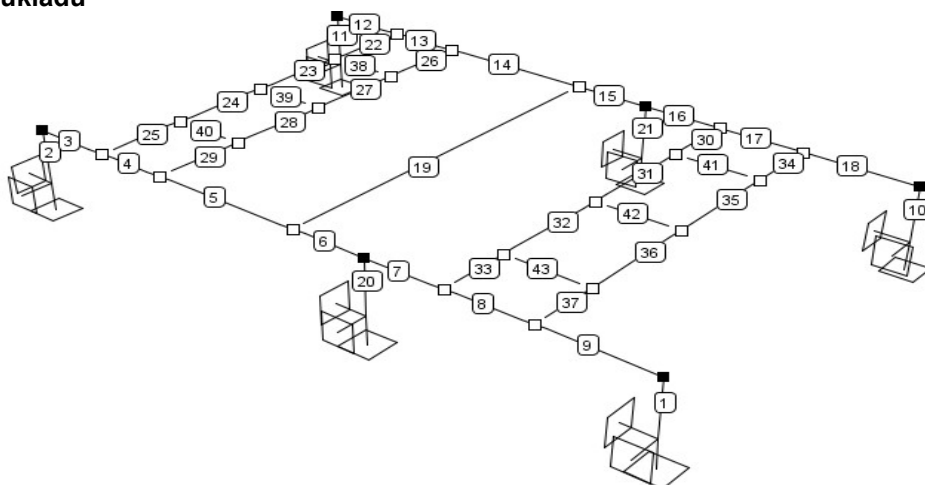
Blok	szer[mm]	wys[mm]	dł[mm]	rama[mm]	masa[kg]
1	1800	2050	1250	120	573,95
2	1290	2050	600	120	114,6
3	1290	2050	1900	120	623,35
Razem					1 312

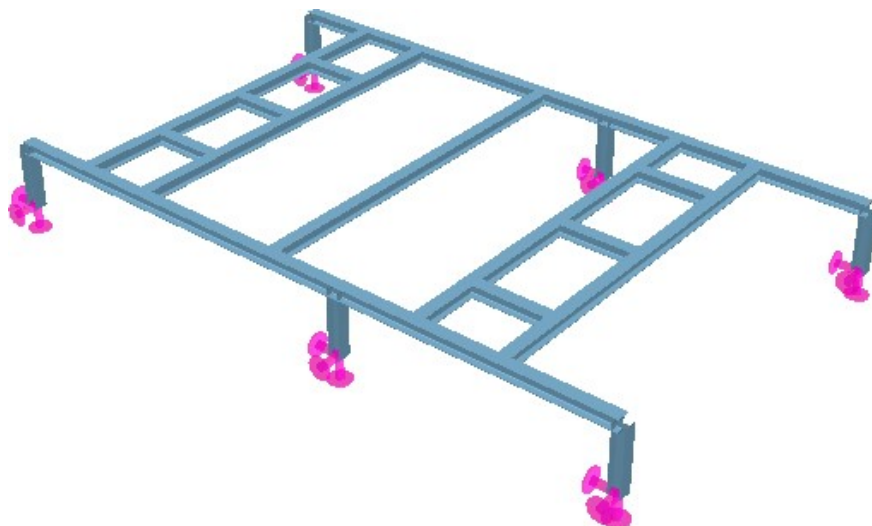
Centrala NW2

Blok	szer[mm]	wys[mm]	dł[mm]	rama[mm]	masa[kg]
1	1150	1230	3150	100	598,11
Razem					598

#### 3.2. Obliczenia statyczne i wymiarowanie

Geometria układu





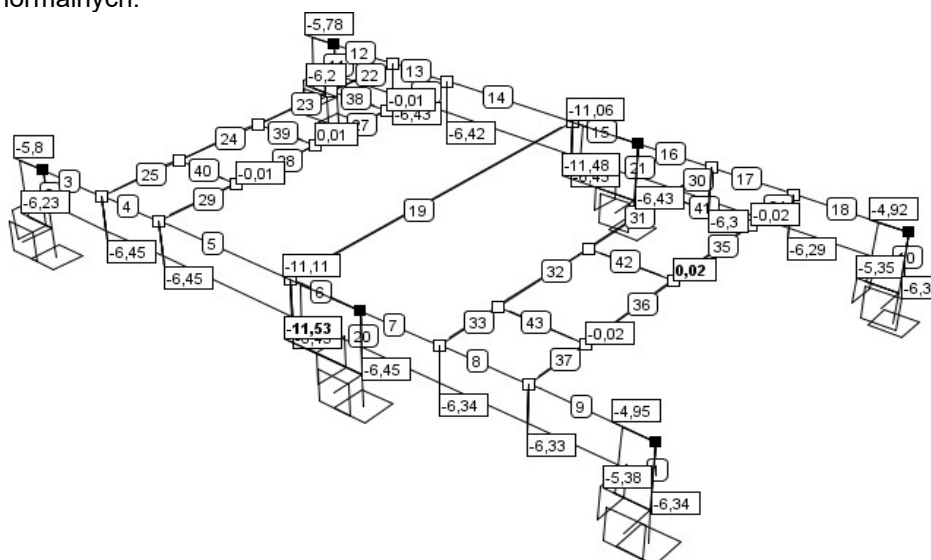
Parametry projektu	
<b>Geometria:</b> Szerokość(x): 10,250 m Długość(y): 6,000 m Wysokość(z): 1,000 m	
Węzłów: 34 Podpór: 6 Prętów: 43 Grup prętów: 1 Grup podpór: 1 Profilu: 2	
<b>Suma obciążeń:</b> Kierunek x: 0,00 kN Kierunek y: 0,00 kN Kierunek z: -19,19 kN	
Ciężar: 26,97 kN Grup stałych: 2 Grup zmiennych: 0 Grup multi: 0	

Parametry geometryczne i fizyczne elementów:

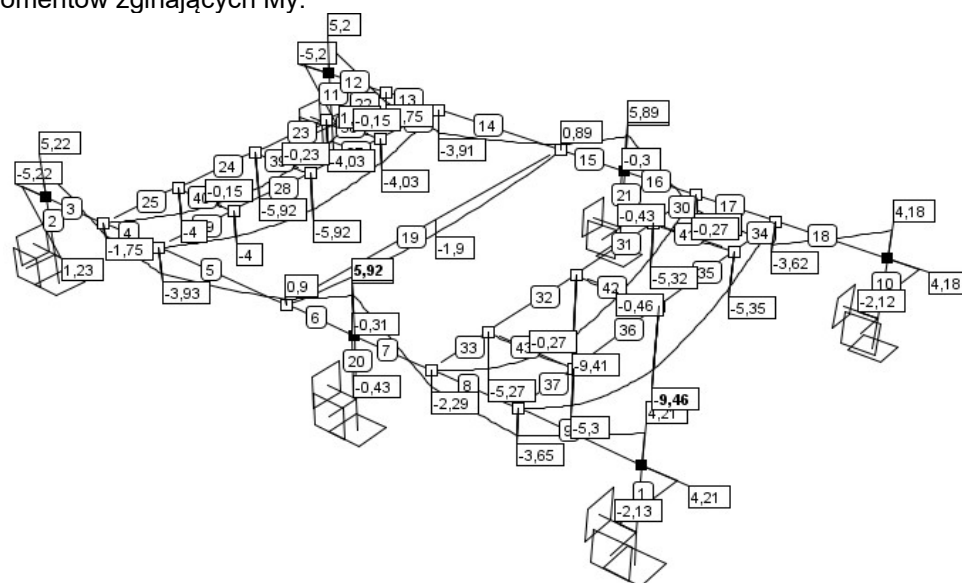
Parametry geometryczne i fizyczne elementów:				
Nazwa	HE 200 A			
Parametry przekroju	A = 53,84cm <sup>2</sup>			
	J <sub>x</sub> = 20,98cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 3 692,69cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 1 335,52cm <sup>4</sup>	
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 3 692,69cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 1 335,52cm <sup>4</sup>	
	W <sub>y max</sub> = 388,7cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 388,7cm <sup>3</sup>	
	W <sub>z max</sub> = 133,55cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 133,55cm <sup>3</sup>	
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cież. = 78,5kN/m <sup>3</sup>

## Siły wewnętrzne:

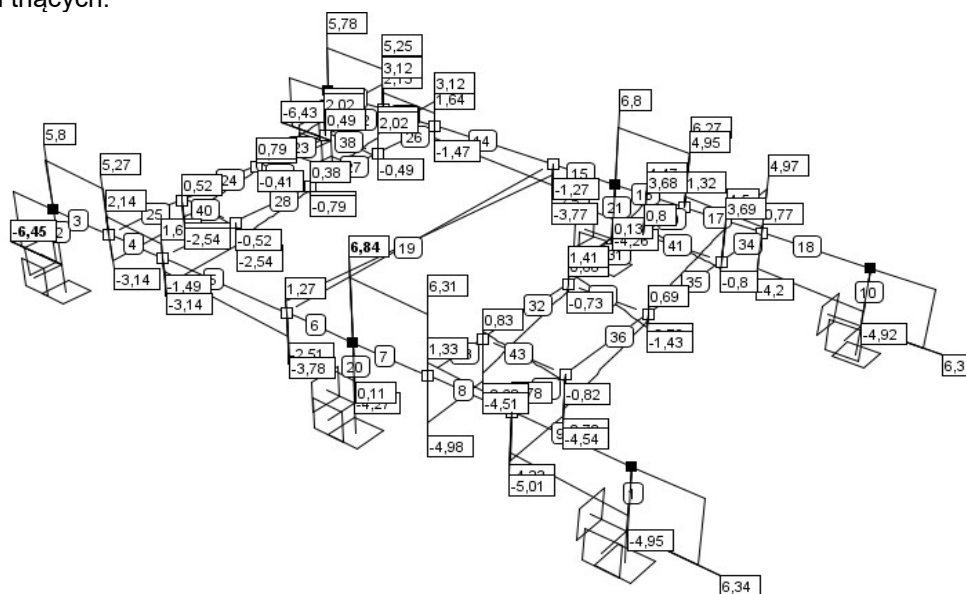
Wykres sił normalnych:



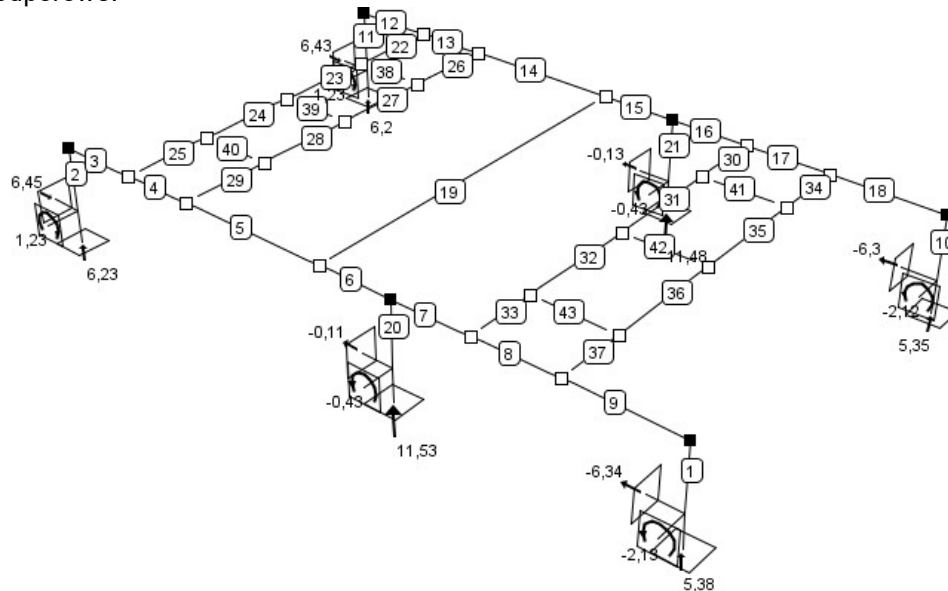
Wykres momentów zginających  $M_y$ :



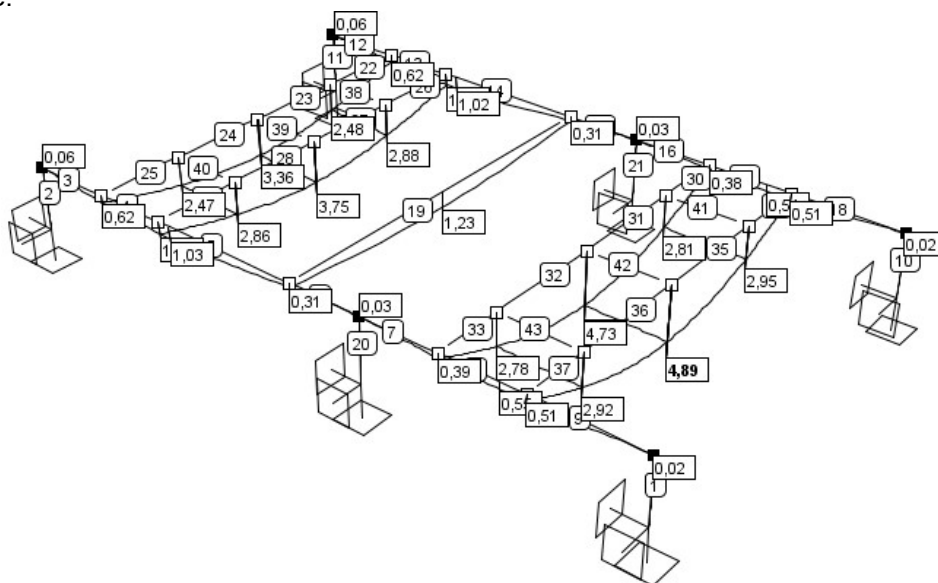
Wykres sił tnących:



Reakcje podporowe:



Deformacje:



Wymiarowanie elementu:

Element prosty, nr pręta: 32

Punkt nr: 0 na przęcie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = 0.00 \text{ kN}$

$T_y = V_y = -0.01 \text{ kN}$

$T_z = V_z = -0.98 \text{ kN}$

$M_y = -12.70 \text{ kNm}$

$M_z = 0.01 \text{ kNm}$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

**Nośność na ściskanie**

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{53,84 \cdot 235}{1,0} = 1265,24 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na rozciąganie**

$$N_{t,Rd} = 1265,24 \text{ [kN]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi y**

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{429,55 \cdot 10^{-6} \cdot 235,00}{1,00} = 100,94 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 84,60 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi z**

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{203,83 \cdot 10^{-6} \cdot 235,00}{1,00} = 47,90 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1808,99 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 245,44 \text{ [kN]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 4000,00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 542,71 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej**

$$M_{N,y,Rd} = 100,94 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 47,90 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.**

$$M_{Vy,Rd} = M_{Cy,Rd} - \rho \cdot (M_{Cy,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 100,94 - 0,00 \cdot (100,94 - 84,60) = 100,94 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.**

$$M_{Vz,Rd} = 47,90 \text{ [kNm]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej**

$$M_{N,V,Rd,y} = 100,94 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 47,90 \text{ [kNm]}$$

**Warunki nośności:**

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0,01}{542,71} = 0,00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{0,98}{245,44} = 0,00$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{12,70}{100,94} + \frac{0,01}{47,90} = 0,13$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Vy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{Vz,Rd}} = \frac{12,70}{100,94} + \frac{0,01}{47,90} = 0,13$$

**Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie górnym.**

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

**Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie dolnym.**

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

**Współczynniki interakcji.**

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

**Stopień wykorzystania nośności elementu.**

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{12.70}{1.00 \cdot 100.94} \cdot 1.00 + \frac{0.01}{47.90} \cdot 1.00 = 0.13$$

**Element prosty, nr pręta: 32**

**Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 1.88 m**

**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

$$N = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = -0.01 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -4.97 \text{ kN}$$

$$M_y = -7.11 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.01 \text{ kNm}$$

**Klasa przekroju na ściskanie:**

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

**Klasa przekroju na zginanie względem osi y:**

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

**Klasa przekroju na zginanie względem osi z:**

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

**Nośność na ściskanie**

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{53.84 \cdot 235}{1.0} = 1265.24 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na rozciąganie**

$$N_{t,Rd} = 1265.24 \text{ [kN]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi y**

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{429.55 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 100.94 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 84.60 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi z**

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{203.83 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1808.99 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 245.44 \text{ [kN]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 4000.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 542.71 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 100.94 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} - \rho \cdot (M_{C,y,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 100.94 - 0.00 \cdot (100.94 - 84.60) = 100.94 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 100.94 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 47.90 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.01}{542.71} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{4.97}{245.44} = 0.02$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{7.11}{100.94} + \frac{0.01}{47.90} = 0.07$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{V,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{V,z,Rd}} = \frac{7.11}{100.94} + \frac{0.01}{47.90} = 0.07$$

Współczynnik zwirzenia przy ściskanym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwirzenia przy ściskanym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{7.11}{1.00 \cdot 100.94} \cdot 1.00 + \frac{0.01}{47.90} \cdot 1.00 = 0.07$$

**Wyniki obwiedni przemieszczeń:**

Położenie:  $x = 0.00$  [m]

Lista grup obciążeń:

**Nazwa grupy obciążeń:**

Ciężar własny

Stałe

$$u_y = \sum u(i)_y = 0.001 + 0.001 = -0.002 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:

30

31

$$u_z = \sum u(i)_z = -0.473 \text{ [cm]}$$

#### Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-0.002|^2 + |-0.473|^2} = 0.47 \leq 0.752 [cm]$$

#### Wyniki ugięcia względnego:

Położenie:  $x = 0.00 [m]$

Lista grup obciążeń:

#### Nazwa grupy obciążeń:

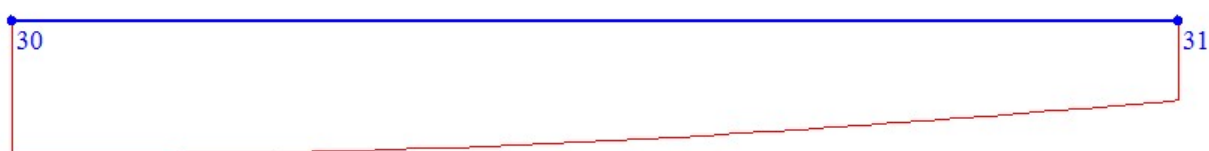
Ciężar własny

Stałe

#### Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



#### Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = u_{bz} = -0.654 [cm]$$

$$\Delta u_x = u_x - u_{bz} = 0.181 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_x = 0.181 \leq 0.752 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.278 - 0.473| = 0.195 [cm]$$

## 4. Obliczenia połączenia konstrukcji wsporczych ze słupami żelbetowymi

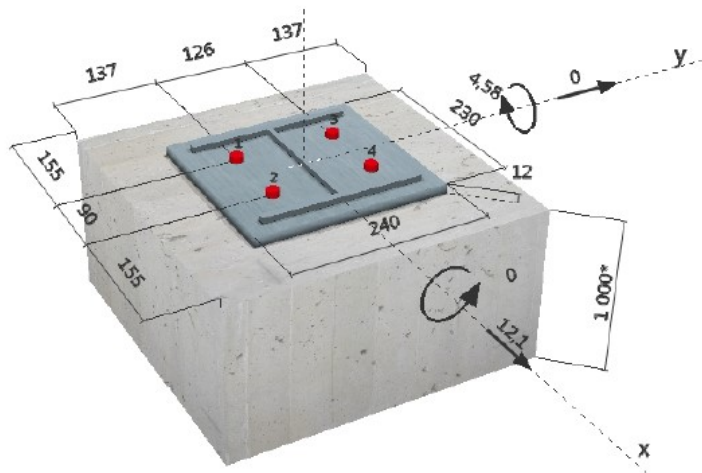
Na konstrukcję zastosować.

Kotwa Hilti HIT-V (5,8), pręt gwintowany z HIT-HY 200A - żywica iniekcyjna, osadzona na głębokość  $h_{ef}$  140 mm, rozmiar kotwy M16, zabezpieczenie antykorozyjne: Stal ocynkowana galwanicznie, Wiercenie udarowe, montaż wg aprobaty ETA 11/0493.

### 1 Wprowadzane dane

Typ i średnica kotwy:	HIT-HY 200-A + HIT-V (5.8) M16
Czynna głębokość zakotwienia:	$h_{ef, opt} = 80 \text{ mm}$ ( $h_{ef, limit} = 320 \text{ mm}$ )
Materiał:	5.8
Raport instytucji aprobowanej:	ETA 11/0493
Wydanie i Ważność:	2015-04-15   2020-04-15
Obliczenia:	metoda wymiarowania ETAG BOND; Raport Techniczny EOTA TR 029
Montaż dystansowy:	$e_s = 0 \text{ mm}$ (brak dystansu); $t = 12 \text{ mm}$
Blacha czołowa:	$l_x \times l_y \times t = 230 \text{ mm} \times 240 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$ ; (Zalecana grubość blachy czołowej: nie obliczone)
Profil:	IPBi/HEA; (Dł. x Szer. x Gr.) = $190 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 7 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$
Materiał podłoża:	strefa ściskana beton, C20/25, $f_{cd} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 1000 \text{ mm}$ , Temperatura krótkotrwała/długotrwała: 0/0 °C
Montaż:	otwór wiercony udarowo, warunki montażu: suche
Zbrojenie:	brak zbrojenia lub rozstaw zbrojenia $\geq 150 \text{ mm}$ (dla wszystkich $\emptyset$ ) lub $\geq 100 \text{ mm}$ (dla $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ ) brak zbrojenia podłużnego krawędzi





## 2 Przypadek obciążeń/Wynikowe siły w kotwach

Przypadek obciążeń: Obciążenia obliczeniowe

Reakcje w kotwach [kN]

Siła rozciągająca: (+Odrywanie, -Docisk)

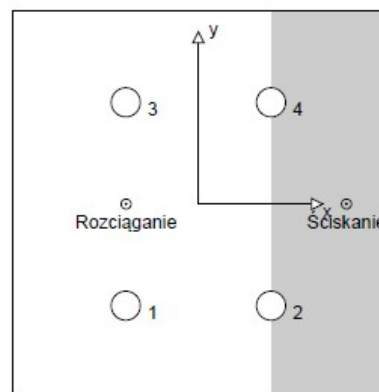
Kotwa	Siła rozciągająca	Siła ścinająca	Siła ścinająca X	Siła ścinająca Y
1	6,961	3,025	3,025	0,000
2	0,015	3,025	3,025	0,000
3	6,961	3,025	3,025	0,000
4	0,015	3,025	3,025	0,000

maksymalne odkształcenia betonu przy ściskaniu: 0,17 [‰]

maksymalne naprężenia w betonie przy ściskaniu: 5,15 [N/mm<sup>2</sup>]

wypadkowa siła rozciągająca w (x/y)=(-45/0): 13,953 [kN]

wypadkowa siła ścinająca w (x/y)=(92/0): 43,113 [kN]



## 3 Obciążenie rozciągające (Rozdział 5.2.2 Raportu Technicznego EOTA TR 029)

	Obciążenie [kN]	Wartość [kN]	Wykorzystanie $\beta_N$ [%]	Status
Nośność Stali*	6,961	52,667	14	OK
Zniszczenie przez kombinację: wyciągnięcie kotwy-wyrwanie stożka betonu**	13,953	73,677	19	OK
Nośność na Wyrwanie Stożka Betonu**	13,953	36,781	38	OK
Zniszczenie przez rozłupanie betonu**	N/A	N/A	N/A	N/A

\*kotwa w najbardziej niekorzystnym położeniu \*\*grupa kotew (kotwy rozciągane)

### 3.1 Nośność Stali

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]
79,000	1,500	52,667	6,961

### 3.2 Zniszczenie przez kombinację: wyciągnięcie kotwy-wyrwanie stożka betonu

$A_{p,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]
120780	57600	18,00	240	120	137
$\psi_c$	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,000	18,00	3,200	1,000	1,000	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
45	0,728	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	
72,382	110,515	1,500	73,677	13,953	

### 3.3 Nośność na Wyrwanie Stożka Betonu

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
120780	57600	120	240		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
45	0,728	0	1,000	1,000	1,000
$k_1$	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	
10,100	36,135	1,500	36,781	13,953	

#### 4 Obciążenie ścinające (Rozdział 5.2.3 Raportu Technicznego EOTA TR 029)

	Obciążenie [kN]	Wartość [kN]	Wykorzystanie $\beta_v$ [%]	Status
Nośność Stali (bez udziału momentu zginającego)*	3,025	31,200	10	OK
Zniszczenie stali (przy udziale momentu zginającego)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Nośność na Wylupanie**	12,100	101,027	12	OK
Zniszczenie krawędzi betonu w kierunku $x^{+}$ **	12,100	18,769	65	OK

\*kotwa w najbardziej niekorzystnym położeniu \*\*grupa kotew (istotne kotwy)

##### 4.1 Nośność Stali (bez udziału momentu zginającego)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{sd}$ [kN]
39,000	1,250	31,200	3,025

##### 4.2 Nośność na Wylupanie (dotyczy wyrwania betonu)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	$k_1$
120780	57600	120	240	2,000	10,100
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	$V_{sd}$ [kN]		
36,135	1,500	101,027	12,100		

##### 4.3 Zniszczenie krawędzi betonu w kierunku $x^{+}$

$h_{ef}$ [mm]	$d_{nom}$ [mm]	$k_1$	$\alpha$	$\beta$	
80	16,0	2,400	0,072	0,063	
$c_1$ [mm]	$A_{c,v}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,v}^0$ [mm <sup>2</sup> ]			
155	93000	108113			
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{a,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$
0,877	1,000	1,000	0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{sd}$ [kN]		
37,327	1,500	18,769	12,100		

#### 5 Kombinacja obciążeń rozciągającego i ścinającego (Rozdział 5.2.4 Raportu Technicznego EOTA TR 029)

$\beta_N$	$\beta_v$	$\alpha$	Wykorzystanie $\beta_{N,v}$ [%]	Status
0,379	0,645	1,500	76	OK

$$\beta_N^{\alpha} + \beta_v^{\alpha} \leq 1$$

## 6 Przemieszczenia (najbardziej obciążona kotwa)

Obciążenia krótkotrwałe:

$N_{Sk}$	=	0,011 [kN]	$\delta_N$	=	0,000 [mm]
$V_{Sk}$	=	4,481 [kN]	$\delta_V$	=	0,179 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,179 [mm]

Obciążenia długotrwałe:

$N_{Sk}$	=	0,011 [kN]	$\delta_N$	=	0,000 [mm]
$V_{Sk}$	=	4,481 [kN]	$\delta_V$	=	0,269 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,269 [mm]

Uwagi: Przemieszczenia pod wpływem sił rozciągających obowiązują przy połowie wartości wymaganego montażowego momentu dokręcającego dla strefa ściskana betonu! Przemieszczenia pod wpływem sił ścinających obowiązują bez tarcia pomiędzy betonem i blachą czołową! Szczeliny wynikające z tolerancji dla wierconego otworu i otworu przelotowego nie zostały uwzględnione w obliczeniach!

Dopuszczalne przemieszczenia kotwy zależą od typu mocowanej konstrukcji i muszą być określone przez projektanta!

## 7 Ostrzeżenia

- Aby uniknąć awarii blachy czołowej wymagana grubość płyty może być obliczona za pomocą PROFIS Anchor. Re-dystrybucja obciążeń na kotwy, wynikających z odkształceń sprężystych blachy czołowej nie są rozpatrywane. Zakłada się, że blacha czołowa jest wystarczająco sztywna, aby nie uległa deformacji gdy zostanie poddana obciążeniu!
- Sprawdzenie przekazywania obciążeń na podłoże jest wymagane zgodnie z Rozdziałem 7 Raportu Technicznego TR029 EOTA!
- Obliczenia są ważne wyłącznie wtedy, gdy średnica otworu przelotowego w elemencie mocowanym nie jest większa, niż wartość podana w Tabeli 4.1 Raportu Technicznego TR029 wydanego przez EOTA! W przypadku otworów przelotowych o większych średnicach należy zapoznać się z Rozdziałem 1.1. Raportu Technicznego TR029 EOTA!
- Lista akcesoriów w raporcie podana została informacyjnie. W każdym przypadku instrukcje zamieszczone przy produkcji muszą być przestrzegane, aby montaż był wykonany prawidłowo.
- Czyszczenie wywierconego otworu musi być przeprowadzone zgodnie z instrukcją użytkowania (4-krotne wydmuchanie ręczną pompką, 4-krotne szczotkowanie, ponowne 4-krotne wydmuchanie ręczną pompką).
- Nośność charakterystyczna wiązania chemicznego zależy od krótko- i długoterminowych oddziaływań temperatur.
- Prosimy o kontakt z firmą Hilti celem sprawdzenia możliwości dostawy prętów HIT-V.
- Zbrojenie krawędzi nie jest wymagane dla uniknięcia zniszczenia przez rozłupanie beton

**Zamocowanie spełnia wymogi projektu!**

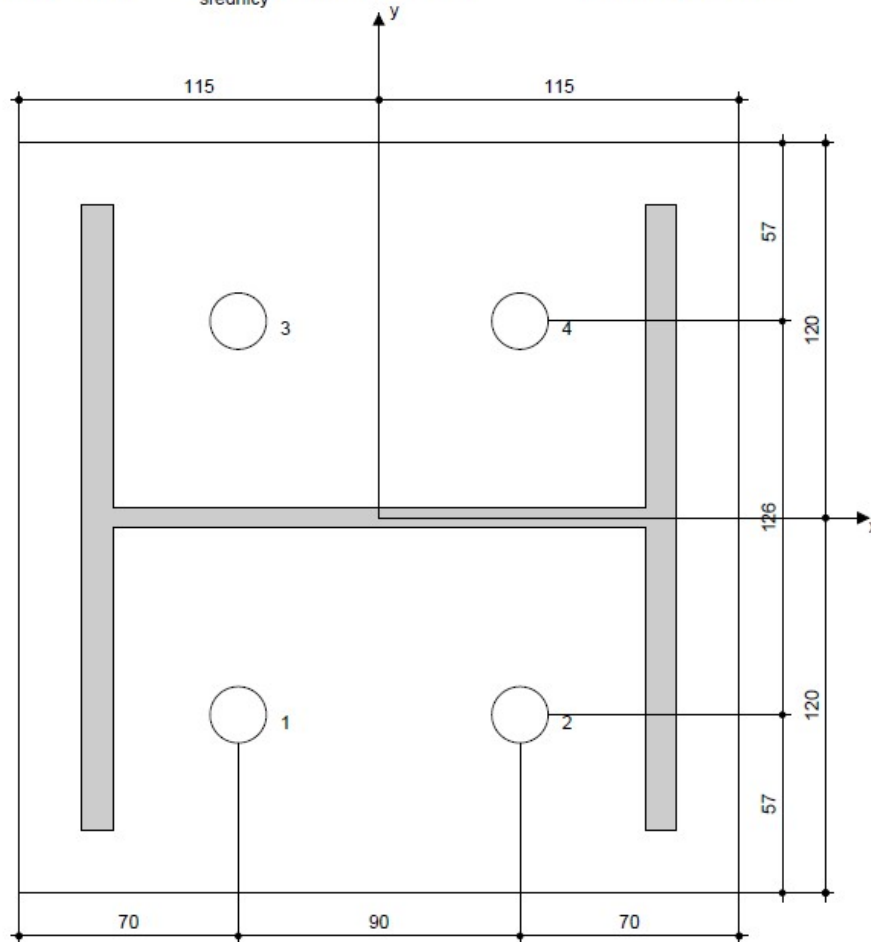
## 8 Dane montażowe

Blacha czołowa, stal: -  
 Profil: IPBi/HEA; 190 x 200 x 7 x 10 mm  
 Średnica otworu w elemencie mocowanym:  $d_f = 18$  mm  
 Grubość blachy (wprowadzona): 12 mm  
 Zalecana grubość blachy czołowej: nie obliczone  
 Metoda wiercenia: Wiercone udarowo  
 Czyszczenie otworu: Wymagane jest ręczne czyszczenie wywierconego otworu zgodnie z instrukcją użytkownika.

Typ i średnica kotwy: HIT-HY 200-A + HIT-V (5.8) M16  
 Montażowy moment dokręcający: 0,080 kNm  
 Średnica otworu w podłożu: 18 mm  
 Głębokość otworu w podłożu: 80 mm  
 Minimalna grubość podłoża: 116 mm

### 8.1 Wymagane akcesoria

Wiercenie	Czyszczenie	Instalacja
<ul style="list-style-type: none"> <li>Młot udarowy</li> <li>Odpowiednio dobrana średnica wiertła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pompka ręczna</li> <li>Szczotka czyszcząca odpowiedniej średnicy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dozownik żywicy z kasetą i mieszaczem</li> <li>Klucz dynamometryczny</li> </ul>



## 5. Nadproże NK-1

### 5.1. Zestawienie obciążeń ŚCIANA

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	CEGLA PEŁNA GR. 51CM	9.180	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000	18.360	1.300	23.868
2	TYNK CEM-WAP. 2x2,0CM	0.760	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000	1.520	1.300	1.976
					$g^k_1=19.880$	1.300	$g^d_1=25.844$

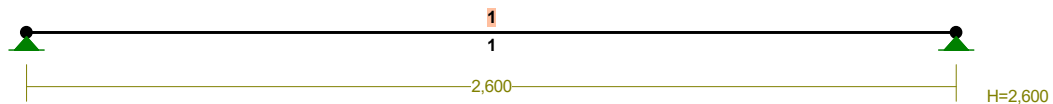
## WIENIEC ATTYKI

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	WIENIEC ŻELBETOWY ATTYKI 25x51CM	13.770	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.250	3.442	1.100	3.787
					$g^k_2=3.442$	1.100	$g^d_2=3.787$

## 5.2. Obliczenia statyczne i wymiarowanie

NAZWA: 106 NADPROŻE

GEOMETRIA UKŁADU:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt: Typ: A: B: Lx[m]: Ly[m]: L[m]: Red.EJ: Przekrój:

1 00 1 2 2,600 0,000 2,600 1,000 1 2 U 160 E

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm<sup>2</sup>] Ix[cm<sup>4</sup>] Iy[cm<sup>4</sup>] Wg[cm<sup>3</sup>] Wd[cm<sup>3</sup>] h[cm] Materiał:

1 36,2 12382 1494 187 187 16,0 2 St3S (X,Y,V,W)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:  
[kN/mm<sup>2</sup>] [N/mm<sup>2</sup>] [1/K]

2 St3S (X,Y,V, 205 205,000 1,20E-05

OBCIĄŻENIA:

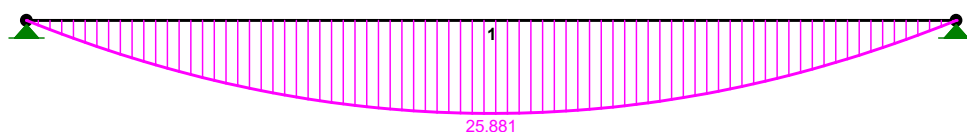


OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

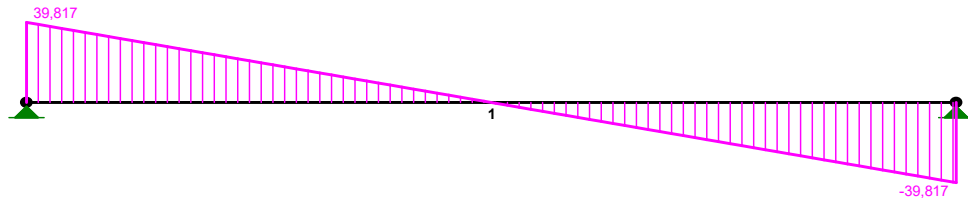
Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A "STAŁE" Stałe □f= 1,30/0,90  
1 Liniowe 0,0 23,320 23,320 0,00 2,60

MOMENTY:



TNĄCE:



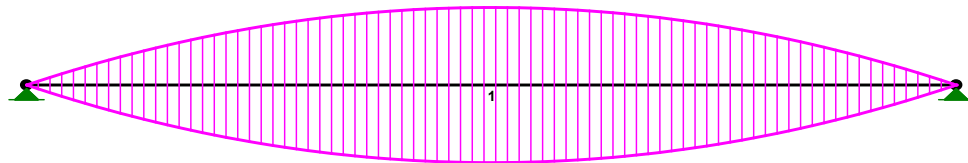
**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	39,817	0,000
	0,50	1,300	<b>25,881*</b>	0,000	0,000
	1,00	2,600	0,000	-39,817	0,000

\* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

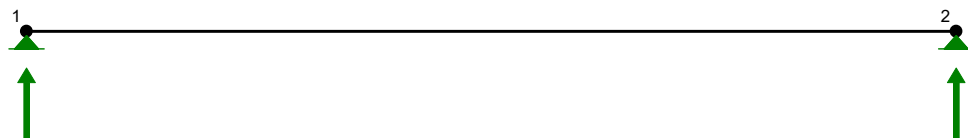
Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		

**2 St3S (X,Y,V,W)**

1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,50	1,300	-138,587	138,587	<b>0,676*</b>
	1,00	2,600	-0,000	0,000	0,000

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu

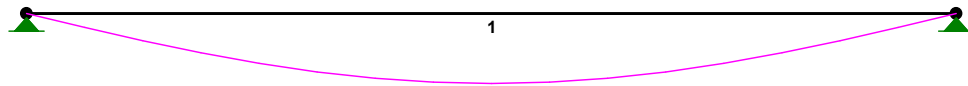
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,000	39,817	39,817	
2	0,000	39,817	39,817	

**PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad]([deg]):
1	0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00732 ( -0,420)
2	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00732 ( 0,420)

**PRZEMIESZCZENIA:****DEFORMACJE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	Fla[deg]:	Fib[deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	-0,0000	-0,420	0,420	0,0060	436,9

**NOŚNOŚĆ PRĘTÓW:**

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Przekrój:Pręt: Warunek nośności: Wykorzystanie:

1	1	Napężenia zredukowane (1)	64,5%	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black;"></div>
---	---	---------------------------	-------	---

## VII. WYKAZ NORM I LITERATURY TECHNICZNEJ

### 1. Wykaz norm.

- 1.1. PN-82 / B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- 1.2. PN-82 / B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- 1.3. PN-82 / B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.
- 1.4. PN-82 / B-02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
- 1.5. PN-77 / B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- 1.6. PN-B-03264: 1999 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- 1.7. PN-90 / B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

### 2. Wykaz literatury technicznej.

- 2.1. A. Łapko: Projektowanie konstrukcji żelbetowych, Arkady, Warszawa 2000.
- 2.2. M. Kamiński, J. Pędziwiatr, D. Styś: Konstrukcje betonowe. Projektowanie belek, słupów i płyt żelbetowych, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2001.
- 2.3. W. Żenczykowski: Budownictwo ogólne, Arkady, Warszawa 1987.
- 2.4. A. Łapko, B.C. Jansen: Podstawy projektowania i algorytm obliczeń konstrukcji żelbetowych, Arkady, Warszawa 2009.
- 2.5. W. Bogucki, M. Żybertowicz: Tablice do projektowania konstrukcji metalowych, Arkady, Warszawa 2008.
- 2.6. W. Włodarczyk: Konstrukcje stalowe, WSiP, Warszawa 1997.

## VIII. RYSUNKI TECHNICZNE.

NR RYSUNKU	NAZAWA RYSUNKU	SKALA
K-1	KONSTRUKCJA WSPORCZA KS1	1:25
K-2	KONSTRUKCJA WSPORCZA KS2	1:25
K-3	KONSTRUKCJA WSPORCZA KS3	1:25
K-4	NADPROŻE NK-1, NK-2	1:25