

## **OPINIA GEOTECHNICZNA**

### **1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest opinia geotechniczna dla planowanej budowy budynku usługowego zlokalizowanego na działce nr ewid. gr. 529 w Wiśliczce, jedn. ewid. Olkusz-G.

### **2. Podstawa opracowania**

Podstawą opracowania jest rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz.U. poz. 463 z dnia 27 kwietnia 2012);

### **3. Warunki gruntowe**

Warunki gruntowe określono na podstawie badań makroskopowych gruntu pobranego z odkrywek wykonanych w miejscu planowanej inwestycji. W miejscu posadowienia planowanego obiektu zalega piasek średni w stanie średniozagęszczonym.

Zgodnie z treścią rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz.U. poz. 463 z dnia 27 kwietnia 2012) w miejscu planowanej inwestycji występują proste warunki gruntowe.

### **4. Kategoria geotechniczna obiektu**

Projektowany budynek mieszkalny to niewielki obiekt o statycznie wyznaczalnym schemacie obliczeniowym w prostych warunkach gruntowych.

Zgodnie z treścią rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz.U. poz. 463 z dnia 27 kwietnia 2012) powyższy obiekt zaliczono do pierwszej kategorii geotechnicznej.

### **5. Posadowienie obiektu**

Dla planowanej inwestycji należy zastosować posadowienie bezpośrednie. Minimalna głębokość posadowienia z uwagi na głębokość przemarzania wynosi 1,00m.

# **OPIS TECHNICZNY – KONSTRUKCJA**

## **1. DANE OGÓLNE**

### **1.1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany branży konstrukcyjnej budowy budynku usługowego zlokalizowanego na działce nr ewid. gr. 529 w Wiśliczce, jedn. ewid. Olkusz-G.

### **1.2. Podstawa opracowania**

- Art.34 ust.3 pkt.2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 1994 Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. poz.462 z dnia 27 kwietnia 2012);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz.U. poz.463 z dnia 27 kwietnia 2012);
- Polskie Normy budowlane i aktualna literatura techniczna
- Projekt budowlany branży architektonicznej

## **2. UKŁAD KONSTRUKCYJNY**

- Budynek wolnostojący, jednokondygnacyjny, niepodpiwniczony;
- Konstrukcja tradycyjna: ściany konstrukcyjne murowane posadowione na ławach fundamentowych, dach drewniany dwuspadowy.

## **3. ZASTOSOWANE SCHEMATY KONSTRUKCYJNE (STATYCZNE)**

- Fundamenty w postaci ław obciążonych w sposób ciągły i stóp obciążonych punktowo;
- Wiązar dachowy krokwiowy;
- Nadproża i podciągi – belki wolnopodparte jedno- i wieloprzęsłowe;

## **4. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ**

### **4.1. Obciążenia budynku**

- Wg normy PN-82/B-02000 „Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości”
- Obciążenia stałe – wg normy PN-82/B-02001 „Obciążenia budowli. Obciążenia stałe”;
- Obciążenia technologiczne – wg normy PN-82/B-02003 „Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe”
  - pomieszczenia mieszkalne i gospodarcze 1,50kN/m<sup>2</sup>
  - klatka schodowa 3,00kN/m<sup>2</sup>
- Obciążenie śniegiem – wg normy PN-EN 1991-1-3 „Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne - obciążenie śniegiem” – strefa 3, 380 m.n.p.m.
- Obciążenie wiatrem – wg normy PN-77/B-02011/Az1 „Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem” – strefa 1, 380 m.n.p.m.
- Obciążenie temperaturą – wg normy PN-86/B-02015 „Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne środowiskowe. Obciążenie temperaturą”
- Obciążenie oblodzeniem – wg normy PN-87/B-02013 „Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne środowiskowe. Obciążenie oblodzeniem”
- Obciążenie gruntem – wg normy PN-88/B-02014 „Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem”

## **4.2. Projektowanie konstrukcji**

PN-76/B-03001	Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń
PN-81/B-03020	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
PN-B-03002:1999	Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie
PN-B-03150:2000	Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-90/B-03200	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
PN-B-03264:2002	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie

## **5. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ**

Podstawowe wyniki obliczeń przedstawiono w części pt. „Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe”

## **6. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI**

### **6.1. Fundamenty**

Fundamenty należy wykonać zgodnie z rysunkami konstrukcji fundamentów i posadowić na warstwie chudego betonu (ok. 10cm) i podsypce z piasku zagęszczonego (ok. 20cm). Wymiary i zbrojenie ław i stóp fundamentowych zgodnie z rysunkami. Stal A-IIIN (RB500) jako pręty główne i A-I (St3S) jako strzemiona, beton B20. Otulenie zbrojenia 5cm.

### **6.2. Ściany fundamentowe**

Ściany fundamentowe – wykonać jako dwuwarstwowe, murowane z bloczków betonowych, ściany zewnętrzne ocieplone od zewnątrz styropianem.

### **6.3. Ściany konstrukcyjne**

Ściany konstrukcyjne – wykonać jako murowane z pustaków żużlowych lub innych elementów ściennych, ściany zewnętrzne ocieplone od zewnątrz styropianem.

### **6.4. Nadproża**

Projektuje się nadproża żelbetowe prefabrykowane typu L19 nad otworami okiennymi i drzwiowymi.

### **6.5. Podciągi**

Projektuje się podciągi żelbetowe monolitycznie powiązane z płytami stropowymi. Beton B25, stal A-IIIN (RB500), otulenie zbrojenia 2cm. Wymiary, ilość zbrojenia podano w obliczeniach statycznych.

### **6.6. Konstrukcja dachu**

Zaprojektowano dach drewniany, dwuspadowy, o konstrukcji krokwiowej opartej na ścianach konstrukcyjnych. Wymiary elementów nośnych więźby dachowej wg rzutu konstrukcji dachu. Pokrycie dachu gontem bitumicznym lub blachodachówką (w przypadku zmiany rodzaju pokrycia dachu należy dokonać analizy nośności elementów nośnych dachu dla nowego pokrycia). Konstrukcję dachu wykonać z drewna klasy C-24 lub wyższej i zaimpregnować preparatami owadobójczymi i grzybobójczymi. Mocowanie murłat w wieńcach kotwami o średnicy min. 16mm.

## **7. KATEGORIA GEOTECHNICZNA**

Kategorię geotechniczną ustalono na podstawie opinii geotechnicznej.

Przy ustalaniu kategorii geotechnicznej oraz rodzaju warunków gruntowych uwzględniono:

- stopień złożoności warunków gruntowych;
- wielkość obiektu;
- rozkład i sposób przekazywania obciążeń na podłoże;
- oddziaływanie podłoża gruntowego na projektowany obiekt;
- podatność podłoża na czynniki zewnętrzne.

Zgodnie z treścią rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz.U. poz.463 z dnia 27 kwietnia 2012); na omawianym terenie występują proste warunki gruntowe, a projektowany budynek zaliczono do pierwszej kategorii geotechnicznej.

## **8. WARUNKI I SPOSÓB POSADOWIENIA**

Warunki posadowienia ustalono na podstawie opinii geotechnicznej.

Poziom posadowienia budynku z uwagi na głębokość przemarzania wynosi min. 1,0 m poniżej poziomu terenu.

Teren na którym realizowana będzie inwestycja znajduje się poza obszarem występowania wpływów eksploatacji górniczej.

## **9. UWAGI**

- Wszystkie roboty budowlane należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami, sztuką budowlaną i pod ścisłym nadzorem uprawnionego kierownika budowy;
- Należy przestrzegać przepisów BHP oraz wymogów zawartych w planie BIOZ;
- Stosowanie materiałów i rozwiązań wymaga znajomości technologii. Wykonawca zobowiązany jest znać warunki stosowania poszczególnych rozwiązań i ich przestrzegać w trakcie budowy. Brak tych informacji w projekcie nie zwalnia wykonawcy z ich przestrzegania.

## OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE

### ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

#### Dach-pokrycie.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Gonty (podwójnie) [0,400kN/m <sup>2</sup> ]	0,40	1,30	--	0,52
	$\Sigma$ :	<b>0,40</b>	1,30	--	<b>0,52</b>
	$q_{\perp} = q/\cos 45,0^{\circ} =$	0,57			0,74

#### Dach.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie śniegiem połaci dachu dwupołaciowego wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.3 (strefa 3, A=380 m n.p.m. -> $s_k = 1,680$ kN/m <sup>2</sup> , nachylenie połaci 45,0 st. -> 0,400) [0,672kN/m <sup>2</sup> ]	0,67	1,50	0,00	1,01
2.	Dach-pokrycie. [0,570kN/m <sup>2</sup> ]	0,57	1,30	--	0,74
	$\Sigma$ :	<b>1,24</b>	1,41	--	<b>1,75</b>

#### Strop.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Deski (przybijane do legarów) o grubości 30 mm [0,330kN/m <sup>2</sup> ]	0,33	1,30	--	0,43
2.	Wełna mineralna luzem grub. 20 cm [1,2kN/m <sup>3</sup> ·0,20m]	0,24	1,30	--	0,31
3.	Gips lany, płyty gipsowe ściśte grub. 1,5 cm [12,0kN/m <sup>3</sup> ·0,015m]	0,18	1,30	--	0,23
	$\Sigma$ :	<b>0,75</b>	1,30	--	<b>0,97</b>

#### Ściana.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Mur z pustaków gruzo- i żużłobetonowych (ciężar objętościowy pustaków - 16,0 kN/m <sup>3</sup> ) grub. 20 cm [16,000kN/m <sup>3</sup> ·0,20m]	3,20	1,10	--	3,52
2.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 3 cm [19,0kN/m <sup>3</sup> ·0,03m]	0,57	1,30	--	0,74
	$\Sigma$ :	<b>3,77</b>	1,13	--	<b>4,26</b>

### Ściana fund.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Mur z cegły (cegła cementowa pełna) grub. 25 cm [22,000kN/m <sup>3</sup> ·0,25m]	5,50	1,10	--	6,05
2.	Papa na podłożu betonowym bez posypania żwirkiem, podwójnie [0,100kN/m <sup>2</sup> ]	0,10	1,30	--	0,13
3.	Papa na podłożu betonowym bez posypania żwirkiem, podwójnie [0,100kN/m <sup>2</sup> ]	0,10	1,30	--	0,13
$\Sigma$ :		<b>5,70</b>	<b>1,11</b>	--	<b>6,31</b>

### Ława poprzeczna.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m
1.	Ściana fund. szer.120 cm [5,700kN/m <sup>2</sup> ·1,20m]	6,84	1,11	--	7,59
2.	Ściana. szer.310 cm [3,770kN/m <sup>2</sup> ·3,10m]	11,69	1,13	--	13,21
3.	Strop. szer.260 cm [0,750kN/m <sup>2</sup> ·2,60m]	1,95	1,29	--	2,52
4.	Dach. szer.395 cm [1,240kN/m <sup>2</sup> ·3,95m]	4,90	1,41	--	6,91
$\Sigma$ :		<b>25,38</b>	<b>1,19</b>	--	<b>30,23</b>

## ŁAWA FUNDAMENTOWA

### DANE:

Opis fundamentu :

Typ: **ława prostokątna**

Wymiary:

$$B = 0,40 \text{ m} \quad H = 0,40 \text{ m}$$

$$B_s = 0,25 \text{ m} \quad e_B = 0,00 \text{ m}$$

Posadowienie fundamentu:

$$D = 1,00 \text{ m} \quad D_{\min} = 1,00 \text{ m}$$

brak wody gruntowej w zasypce

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN/m]	$T_B$ [kN/m]	$M_B$ [kNm/m]	e [kPa]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	całkowite	29,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Materiały :

Zasypka:

ciężar objętościowy: 20,00 kN/m<sup>3</sup>

współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,\min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,\max} = 1,20$

Beton:

klasa betonu: **B20 (C16/20)**  $\rightarrow f_{cd} = 10,67 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 0,87 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 29,0 \text{ GPa}$

ciężar objętościowy: 24,00 kN/m<sup>3</sup>

współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,\min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,\max} = 1,10$

Zbrojenie:

klasa stali: A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

otulina zbrojenia  $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

#### Założenia obliczeniowe :

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia:  $0,50$
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia:  $1,00$

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ( $\lambda=1,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych  $N$  do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

#### **WYNIKI-PROJEKTOWANIE:**

#### **WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA - wg PN-81/B-03020**

##### **Nośność pionowa podłoża:**

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fN} = 86,3 \text{ kN}$

$N_r = 35,9 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 69,9 \text{ kN} \quad (51,31\%)$

##### **Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:**

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 11,2 \text{ kN}$

$T_r = 0,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 8,1 \text{ kN} \quad (0,00\%)$

##### **Obciążenie jednostkowe podłoża:**

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 89,7 \text{ kPa}$

$\sigma_{max} = 89,7 \text{ kPa} < \sigma_{dop} = 150,0 \text{ kPa} \quad (59,81\%)$

##### **Osiadanie:**

Decyduje: **kombinacja nr 1**

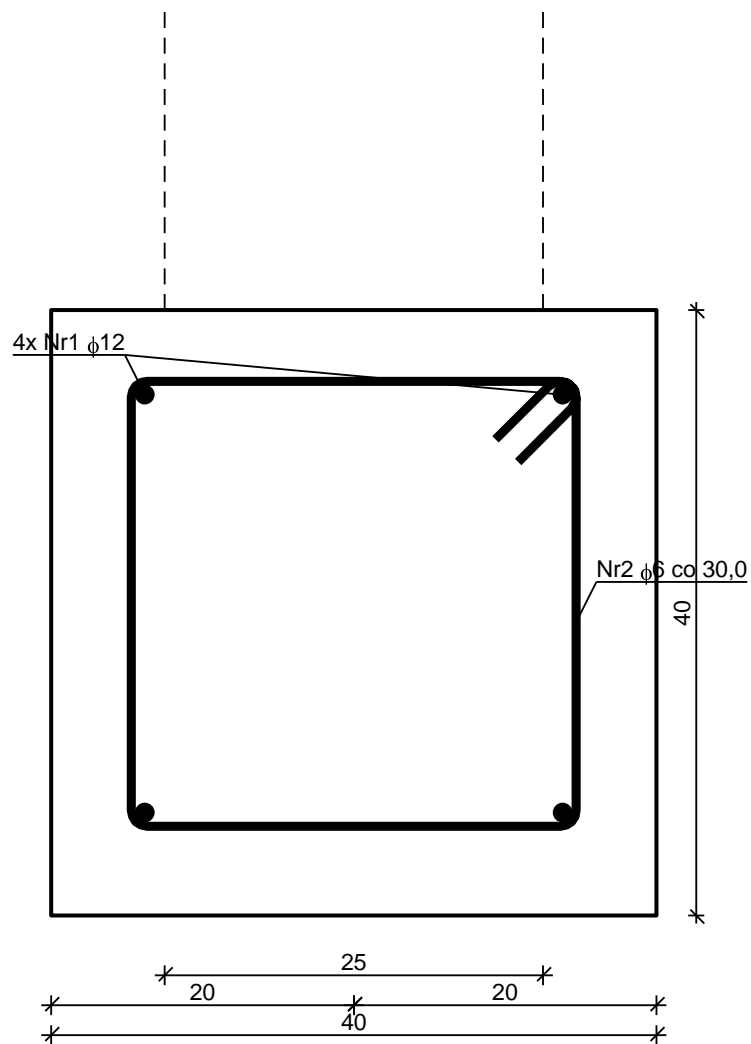
Osiadanie pierwotne  $s' = 0,10 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,02 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,12 \text{ cm}$

$s = 0,12 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm} \quad (12,20\%)$

#### **OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU - wg PN-B-03264: 2002**

##### **Wymiarowanie zbrojenia:**

nie zadeklarowano obliczeń zbrojenia





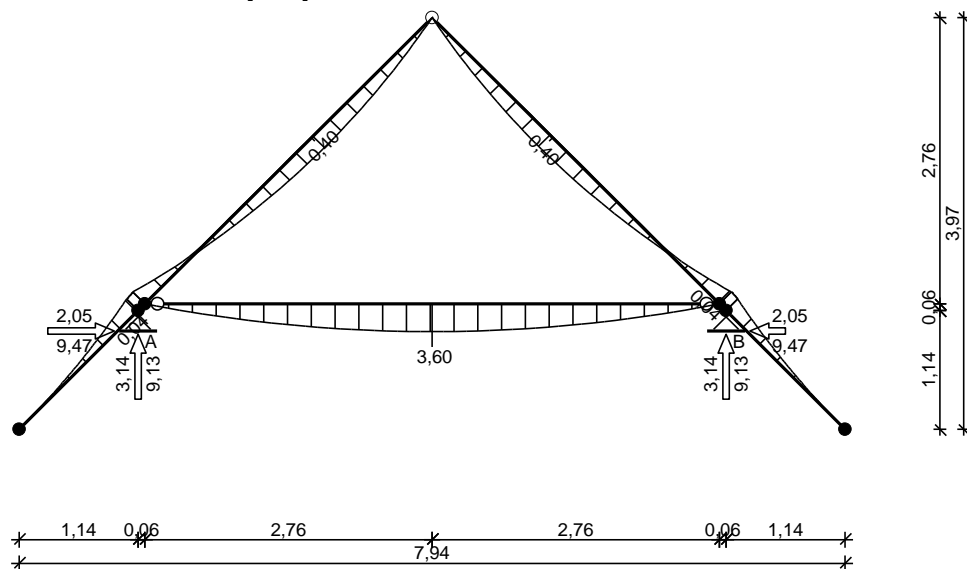
- obciążenie montażowe jętki  $F_k = 1,0 \text{ kN}$ ,  $F_o = 1,2 \text{ kN}$

**Założenia obliczeniowe:**

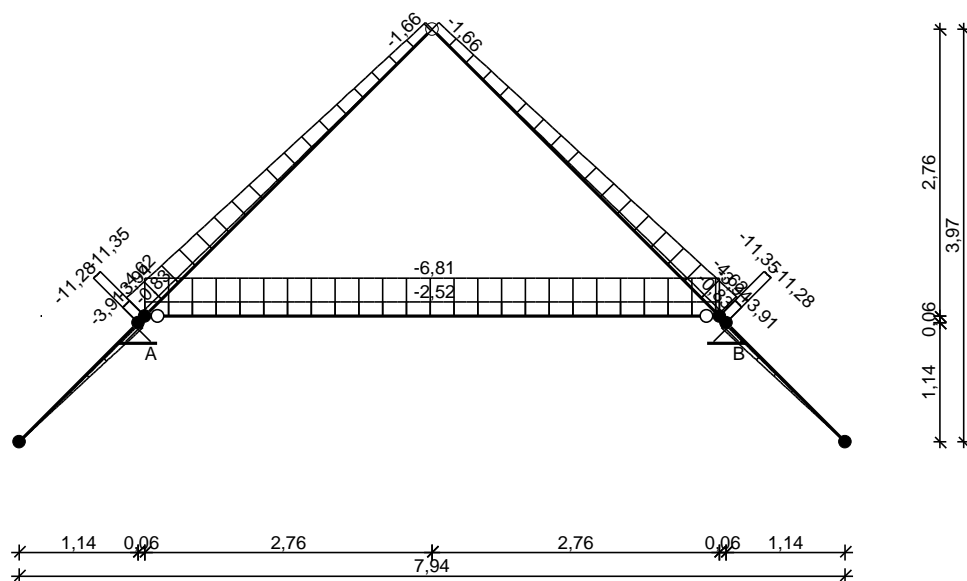
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

**WYNIKI:**

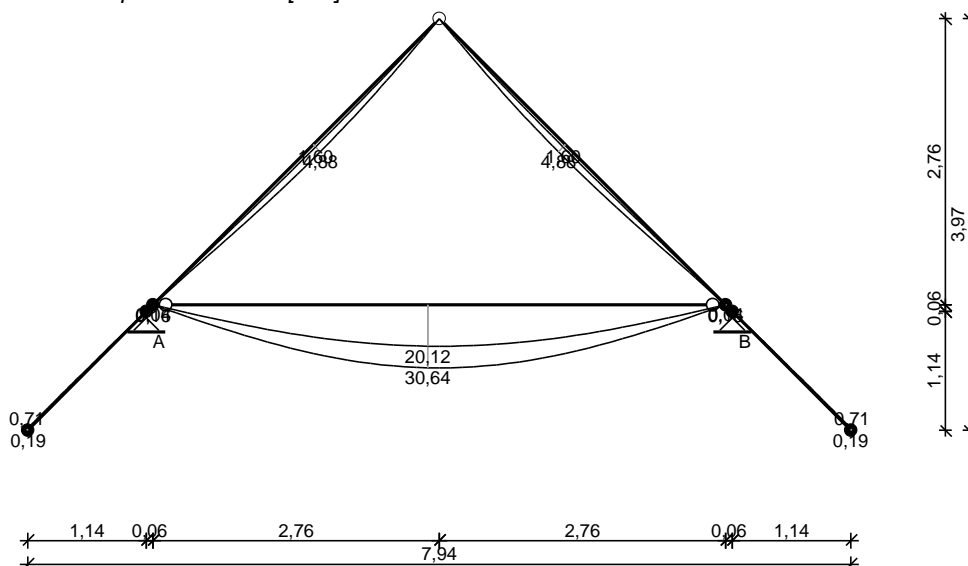
Obwiednia momentów [kNm]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja
2 (A)	9,13 8,32	7,47 9,47	K6: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z lewej K7: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej
6 (B)	9,13 8,32	-7,47 -9,47	K7: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej K6: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z lewej

### Wymiarowanie wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

**Krokiew 8/16 cm** (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - brak)

#### Smukłość

$$\lambda_y = 69,2 < 150$$

$$\lambda_z = 21,7 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej

$$M = -1,40 \text{ kNm}, N = 10,44 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,11 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 0,82 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,587$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,386 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,199 < 1$$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murlacie

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej

$$M = -1,35 \text{ kNm}, N = 10,51 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,01 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 1,01 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,413 < 1$$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej

$$M = -1,40 \text{ kNm}, N = 10,44 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,11 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 0,82 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,282 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie krokwi

decyduje kombinacja: **K8** stałe-max+wiatr z lewej

$$u_{fin} = 0,16 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 91 / 200 = 0,46 \text{ mm}$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K8** stałe-max+wiatr z lewej

$$u_{fin} = 0,71 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 1619 / 200 = 16,19 \text{ mm}$$

**Jętka 10/20 cm z drewna C24**

Smukłość

$$\lambda_y = 95,7 < 150$$

$$\lambda_z = 0,0 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K14** stałe-max+montażowe jętki

$$M = 5,26 \text{ kNm}, \quad N = 3,91 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,89 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,20 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,337$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,772 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,499 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K14** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{fin} = 30,64 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 150 = 5524 / 150 = 36,83 \text{ mm}$$

**Murlata 14/14 cm**

**Część murlaty leżąca na ścianie**

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 10,14 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = -10,52 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej

$$M_z = 2,54 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 5,544 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,501 < 1$$

**Część wspornikowa murlaty**

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 10,14 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = -10,52 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej

$$M_y = 1,27 \text{ kNm}, \quad M_z = 1,32 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,77 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,88 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,432 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,435 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,36 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5,00 \text{ mm}$$