

Zagospodarowanie terenów nad jeziorem Dywickim  
Dywity, Jezioro Dywickie

**PROJEKT BUDOWLANY**  
**ZAGOSPODAROWANIE TERENÓW NAD JEZIOREM DYWICKIM**

**Kładka edukacyjna**

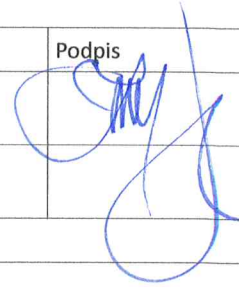
**Dywity, Jezioro Dywickie**

kategoria obiektu V, k=10.0, w=1.0

(k - współczynnik kategorii obiektu, w - współczynnik wielkości obiektu)

**PROJEKT BUDOWLANY - KONSTRUKCJA**

Inwestor	GMINA DYWITY UL. OLSZTYŃSKA 32, 11-001
Jednostka projektowa	RESTUDIO Sp. z o.o. ul. Sobotki 11a/6, 80-247 Gdańsk

Funkcja	Imię i nazwisko	Nr upr. Bud.	Podpis
projektant <b>KONSTRUKCJA</b>	mgr inż. Zbigniew Wojtal	213/76/OL	
sprawdzający <b>KONSTRUKCJA</b>	mgr inż. Zbigniew Dąbrowski	62/86/OL	

Działki: 295/1, 295/2, 466/1, 467/2

Oświadczenie:

Zgodnie z art.20 ust.4 ustawy z dnia 07.07.1994r. - Prawo budowlane wraz z późniejszymi zmianami oświadczamy, że niniejszy projekt budowlany sporządzony został zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

data opracowania: Kwiecień 2018

egzemplarz numer:

2

32

## PROJEKT BUDOWLANY KONSTRUKCJI

- OPIS DO PROJEKTU KONSTRUKCYJNEGO W ZAKRESIE PROJEKTU BUDOWLANEGO  
KŁADKI EDUKACYJNEJ nad jeziorem DYWICKIM w DYWITACH.

dz.nr.5-466/1, 5-317/19, 5-317/20, 5-295/2

1. Przedmiot Opracowania : - jak w tytule.

1.1 Podstawa opracowania. :

- Mapa opracowana dla celów projektowych .
- Informacja dokumentująca głębokość zbiornika wodnego ( jeziora )
- Opinia geotechniczna dla projektu pomostu wykonana w październiku 2017 r.
- Norma dotycząca obciążeń mostowych PN – 85/S - 10030
- Parametry wytrzymałościowe materiałów konstrukcyjnych :
- Drewno konstrukcyjne C30  $R_{dm} = 13,0 \text{ Mpa}$   $E = 9000 \text{ MPa}$
- Dopuszczalne ugięcia elementów konstrukcyjnych  $f_{dop} = 1/250L$
- Obciążenie zmienne tłumem ludzi  $q = 4,00 \text{ kN/m}^2$  wg PN-85/S

### OPIS OGÓLNY.

Projekt zawiera obliczenia statyczne oraz rysunki konstrukcyjne niezbędne dla realizacji zadanie inwestycyjnego w postaci budowy kładki edukacyjnej ( pomostu ) poprzez zatokę jeziora Dywickiego.

Uzgodniono technologię wykonania konstrukcji jako drewnianą z dostępnych gatunków drewna .  
Przyjęte parametry ujęto w pkt. 1.1

Obliczane elementy konstrukcyjne to deski pomostowe , legary oraz dwugązłazowe oczepy wsparte na drewnianych palach. Ponadto sprawdzono nośność obciążonych belek balustradowych. Oś pomostu wytyczono po linii łukowej będącym wycinkiem koła.

( patrz plan w projekcie architektury )

Konstrukcja moła składa się z szeregu współosiowych linii par pali drewnianych zabitych w dnie ( z drewna dąglezji lub dębu ) na których odpowiednio podciętych głowicach oparto podwójne belki oczepowe.

Te z kolei stanowią oparcie dla ułożonych podłużnie legarów z przybitymi deskami pomostowymi. Na obwodzie zaprojektowano drewnianą balustradę opartą na słupkach zamocowanych do trwałych elementów konstrukcyjnych. ( oczepów lub legarów skrajnych )

W każdej trzeciej osi układu słupowo - oczepowego zaprojektowano stężenie poprzeczne.

Ponadto pomost od strony akwenu osłonięto trzema trójsłupowymi izbicami mającymi za zadanie osłanianie konstrukcji moła zimą – przed destrukcyjnym działaniem pokrywy lodowej.

Lokalizacja pomostu musi być funkcjonalnie powiązana z głównym planem zagospodarowania brzegów jeziora Dywickiego.

Na podstawie opinii geotechnicznej przyjęto kategorię posadowienia jako pierwszą a warunki gruntowo – wodne jako proste.

### Deski pomostowe.

Pokład pomostu przyjęto z desek o szerokości nie większej niż 15 cm i grubości  $h = 40$  mm. Powinny one być mocowane do legarów co najmniej trzema ocynkowanymi gwoździami o długości 120 mm.

### Legary pod oparcie poszycia pomostu.

Legary zaprojektowano z belek drewnianych o przekroju 12 x 16 cm opartych na oczepach w rozstawie co  $C_{max} = 60$  cm. Dla uzyskania większej sztywności podłużnej pomostu belki na podporach powinny być podcinane na głębokość  $a = 2,0$  cm. Mocowanie z oczepem przez kątowniki, ocynkowane blachy łącznikowe. Legary z uwagi na krzywoliniowy przebieg pomostu zaprojektowano w schemacie belek jednoprzęsłowych „docinanych” do ostatecznego kształtu na budowie w miejscu wbudowania.

### Podwójne belki oczepowe.

Belki oczepowe stanowiące oparcie dla układu legarów zaprojektowano w formie podwójnych belek 12 x 20 cm opartych na podcięciach wykonanych na głowicach drewnianych par pali. Belki te z palami połączone zostaną trzema ocynkowanymi śrubami M20 skręconymi w wywierconych otworach.

W co trzeciej linii słupów w powiązaniu z belkami oczepowymi stworzono usztywnienia poprzeczne w postaci wprowadzenia krzyżulców zamocowanych między belkami oczepowymi i rozpartymi o słup. Belki oczepowe pracują w schematach belek jednoprzęsłowych z dwustronnymi wspornikami.

### Pale.

Słupy palowe zaprojektowane jako drewniane o średnicy  $\varnothing 25$  cm z pni daglezji ( odmiana modrzewia lub dębowych ) osadzonych wspornikowo w dnie jeziora poprzez zabijanie kłosem w określonych, wytyczonych geodezyjnie miejscach.

Na głowicę pala wkłada się stalową ochronę w postaci stalowego buta i pal zabija do projektowanej głębokości przy jednoczesnym pomiarze wpędu pala dla określenia jego nośności.

Po uzyskaniu projektowanej nośności odkształconą od uderzeń część głowicy pala ( ~ 15 cm ) odcina się i formuje głowicę z podcięciami dla oparcia oczepów.

### Balustrady.

Przyjęto i zaprojektowano w technologii drewnianej. Głównymi elementami są słupki 10 x 12 cm mocowane dwoma śrubami M16 w przestrzeni między belkami oczepów lub oparte o przedłużone legary i dodatkowo usztywnione ocynkowanymi kątownikami łączącymi. Słupki pośrednie zlokalizowane przy legarach zamocowane czterema śrubami M16 w sposób pokazany na rysunku konstrukcyjnym.

### Przyczółki brzegowe.

Na obu końcach pomostu przęsła skrajne oparte zostały na przyczółkach o konstrukcji betonowej. Przyczółek zaprojektowany został w postaci fundamentowej ściany o gr. 25 cm posadowionej w gruncie nośnym poniżej poziomu przemarzania przykrytej płytą betonową o gr. 20 cm z betonu B20 zbrojonej dwustronnie siatką  $\# 10$  co 20 cm ( krzyżowo ) Płyta wykonana być powinna na zagęszczonym, żwirowym nasypie budowlanym. Do płyty na warstwie izolacji przeciwwilgociowej zamocować należy śrubami belki podwalinowe o przekroju 12 x 12 cm dla oparcia legarów skrajnego przęsła i krótkiego odcinka desek pomostowych.



**PRZYGOTOWANIE ELEMENTÓW DREWNIANYCH DO WBUDOWNIA.**

Pale zaprojektowano z odpornej na wodę odmiany modrzewia – daglezji.

Niezależnie od gatunku drewna pale powinny zostać przed wbudowaniem zabezpieczone do IV klasy zabezpieczenia poprzez zanurzenie w impregnaty oleistych i impregnację próżniowo – ciśnieniową wykonaną na drewnie o wilgotności < 25 % w warunkach warsztatowych.

Elementy nadwodne pomostu ( poszycie, balustrady, legary oraz oczepy muszą posiadać III klasę zabezpieczenia tj. w czasie obróbki warsztatowej muszą być zanurzone w kąpeli z impregnatów oleistych .

Po wykonaniu konstrukcji pomostu wszystkie elementy drewniane powinny być pokryte ostateczną warstwą impregnatu ( zwłaszcza miejsca podcinane i wiercenia pod śruby )

Wszystkie śruby i łączniki użyte do łączenia elementów konstrukcyjnych powinny być ocynkowane, ze stali nierdzewnej lub zabezpieczone w inny sposób przed korozją.

**WYTYCZNE EKSPLOATACJI.**

- zabezpieczyć pomost przed możliwością wjazdu pojazdów mechanicznych ( znak drogowy B1 )  
( dopuszczalna nośność pomostu  $q = 4,00 \text{ kN/m}^2$  )
- przed okresem zimowym pale zabezpieczyć przed uszkodzeniem przez lód poprzez otoczenie powierzchni pała na styku z wodą (  $h = 40 \text{ cm}$  ) paskiem geomembrany PEHD.
- prowadzić systematyczną konserwację zabezpieczeń elementów drewnianych.
- uszkodzone elementy drewniane wymieniać na nowe o identycznych przekrojach i parametrach.
- prowadzić systematyczną konserwację zabezpieczeń elementów drewnianych.
- przeglądy stanu technicznego i bezpieczeństwa należy wykonywać raz na rok a przeglądy pięcioletnie wykonywać zgodnie z wymogami art. 62.1 ustawy z dn. 07.07.1994 r.  
( prawo budowlane z późniejszymi zmianami )



inż. Z. Wojtał

OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE POSZCZEGÓLNE ELEMENTY KONSTRUKCYJNE.

Podstawa opracowania :

- Norma dotycząca konstrukcji drewnianych PN – 81/B – 03150/00 – 03
- Norma dotycząca obciążeń mostowych PN – 85/S - 10030

Parametry wytrzymałościowe materiałów konstrukcyjnych :

- Drewno konstrukcyjne C30  $R_{dm} = 13,0 \text{ Mpa}$   $E = 9000 \text{ MPa}$
- Dopuszczalne ugięcia elementów konstrukcyjnych  $f_{dop} = 1/250L$
- Obciążenie zmienne tłumem ludzi  $q = 4,00 \text{ kN/m}^2$  wg PN-85/S

POZ. 1.0 Obliczenia wytrzymałościowe elementów konstrukcyjnych pomostów.

Zebranie obciążeń na  $F = 1.0 \text{ m}^2$

- ciężar własny elementów pomostowych  $0,040 \cdot 6,50 = 0,26 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,20 = 0,32 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie użytkowe  $4,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,30 = 5,20 \text{ kN/m}^2$

POZ. 1.1 „Deski” pomostowe o gr. 40 mm dla rozstawu legarów  $c_{max} = 0,60 \text{ m}$ .

Schemat statyczny belki wieloprzęsłowej :  $n \times 60 \text{ cm}$

Obciążenie pasma stropu o szerokości 1,0 mb -  $q = 5,52 \text{ kN/m}^2$

$$M = 0,10 \times 5,52 \times 0,60^2 = 0,20 \text{ kNm} \quad w = (100 \times 4^2) : 6 \cdot 0,90 = 240,00 \text{ cm}^3$$

$$\text{Napężenia w drewnie } k = M/W = 0,2000 : 240 = 0,92 \lll 13,00$$

Wobec niewielkich wartości naprężeń w elementach zginanych sprawdzenie ugięcia pominięto.

$$\text{Sprawdzenie ugięcia : } l : h = 600 : 40 = 15,00 < 20,0$$

$$a = (5 : 48) \cdot (0,20 \cdot 0,600^2) : (9000 \cdot 0,0 \cdot 1,28 \cdot 5330) = 0,13 \text{ cm} < 60 : 250 = 0,24 \text{ cm}$$

„Deski” pomostowe (ciągłe - tzn. o długości 5 przęseł  $5 \times 60 \text{ cm} = 300 \text{ cm}$ ) gr. 40 mm podparte na legarach w rozstawach co 60 cm spełniają warunki nośności oraz ugięcia.

**POZ. 1.2 Legary główne pod oparcie pomostu. ( L = 360 cm ) Rozstaw c = 60.0 cm**

Obciążenie ciągłe  $g = 5,52 \cdot 0,60 + c.wł = 3,32 + 0,13 = 3,45 \text{ kN/mb}$

**Schemat belki jednoprzęsłowej..**

Rozpiętość  $L = (3,6 - 0,34) \cdot 1,05 = 3,42 \text{ m}$

$M = 0,125 \cdot 3,42^2 \cdot 3,45 = 5,04 \text{ kNm}$

Wskaźnik wytrzymałości belki legara o przekroju 12 x 16 cm

$$W = (12 \times 16^2) : 6 = 512 \text{ cm}^3$$

$$I_x = (12 \times 16^3) : 12 = 4096 \text{ cm}^4$$

Naprężenia w belce 12 x 16 cm

$$K = (5,04 \cdot 10^2) : 512 = 98,40 < 130,0 \cdot 90 = 117,0 \text{ Mpa}$$

Sprawdzenie ugięcia :

Wartość graniczna ugięcia dla belek swobodnie podpartych od obciążeń równomiernych bez ugięć wstępnych :

$$U_{net}, f_{in} = L/300$$

$$L/h = 300/20 > 20$$

$$a = (5 : 48) \cdot (5,04 \cdot 3,60^2) : (9000 \cdot 1,28 \cdot 4096) = 1,43 \text{ cm} < 360 : 250 = 1,44 \text{ cm}$$

**Belki legarów o wym. 120 x 160 w rozstawie co 60,0 cm spełniają warunki nośności i ugięcia.**

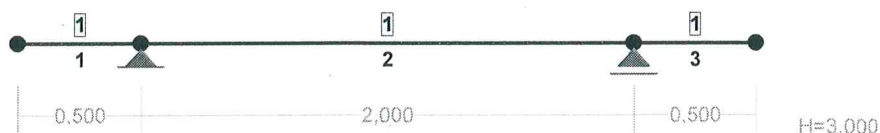
Rozstaw graniczny legarów dla przyjętego przekroju 120 x 160 cm **L = 3,60 m**

**POZ. 1.3 Oczepy wsparte na głowicach palowych.**

Schemat belki jednoprzęsłowej ze wspornikami  $L = 200 + 2 \cdot 0,50 \text{ m}$ .

Obciążenie ciągłe  $g = 5,52 \cdot 3,60 + c.wł = 19,88 + 1,34 = 21,22 \text{ kN/mb}$

Schemat belki . ( wariant 1 obciążenia )



**PRĘTY UKŁADU:**

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

1	00	1	3	0,500	0,000	0,500	1,000	1	B 18,0x12,0
2	00	3	4	2,000	0,000	2,000	1,000	1	B 18,0x12,0
3	00	4	2	0,500	0,000	0,500	1,000	1	B 18,0x12,0

### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm<sup>2</sup>] I<sub>x</sub>[cm<sup>4</sup>] I<sub>y</sub>[cm<sup>4</sup>] W<sub>g</sub>[cm<sup>3</sup>] W<sub>d</sub>[cm<sup>3</sup>] h[cm] Materiał:

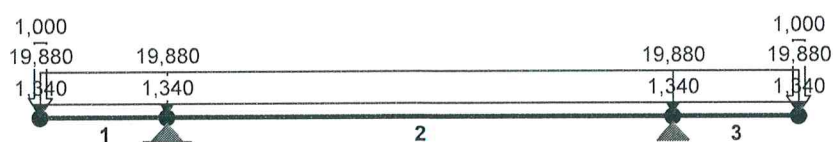
1 216,0 5832 2592 648 648 18,0 46 Drewno C30

### STAŁE MATERIAŁOWE:

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

46 Drewno C30 12000 30,000 5,00E-06

### OBCIĄŻENIA:



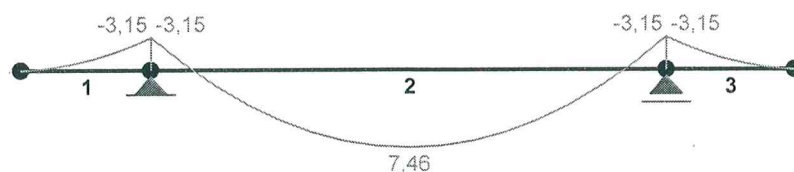
### OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

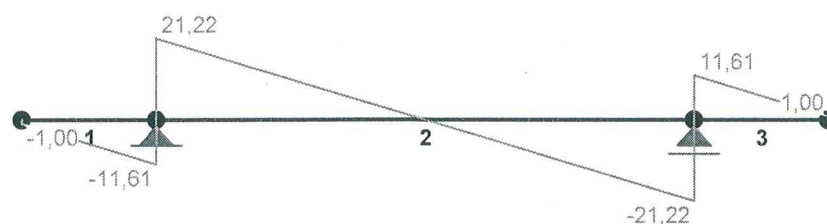
Grupa: A ""				Zmienne	lf= 1,00
1 Liniowe	0,0	1,340	1,340	0,00	0,50
1 Skupione	0,0	1,000		0,00	
1 Liniowe	0,0	19,880	19,880	0,00	0,50
2 Liniowe	0,0	19,880	19,880	0,00	2,00
2 Liniowe	0,0	1,340	1,340	0,00	2,00
3 Liniowe	0,0	1,340	1,340	0,00	0,50
3 Skupione	0,0	1,000		0,50	
3 Liniowe	0,0	19,880	19,880	0,00	0,50

### W Y N I K I

### MOMENTY:



### TNAĆE:



## SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,00	-1,00	0,00
	1,00	0,500	-3,15	-11,61	0,00
2	0,00	0,000	-3,15	21,22	0,00
	0,50	1,000	<b>7,46*</b>	0,00	0,00
	1,00	2,000	-3,15	-21,22	0,00
3	0,00	0,000	-3,15	11,61	0,00
	1,00	0,500	0,00	1,00	0,00

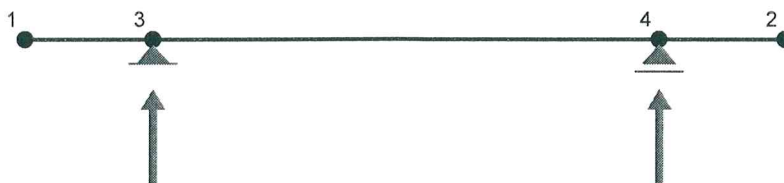
## NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

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

## 46 Drewno C30

1	0,00	0,000	0,00	-0,00	0,000
	1,00	0,500	4,86	-4,86	<b>0,162*</b>
2	0,00	0,000	4,86	-4,86	0,162
	0,50	1,000	-11,51	11,51	<b>0,384*</b>
	1,00	2,000	4,86	-4,86	0,162
3	0,00	0,000	4,86	-4,86	<b>0,162*</b>
	1,00	0,500	-0,00	0,00	0,000

## REAKCJE PODPOROWE:



## REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:
3	0,00	32,83	32,83
4	0,00	32,83	32,83



Schemat belki . ( wariant 2 obciążenia )

PRĘTY:



PRĘTY UKŁADU:

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

1	00	1	3	0,500	0,000	0,500	1,000	1	B	18,0x12,0
2	00	3	4	2,000	0,000	2,000	1,000	1	B	18,0x12,0
3	00	4	2	0,500	0,000	0,500	1,000	1	B	18,0x12,0

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	216,0	5832	2592	648	648	18,0	46	Drewno C30
---	-------	------	------	-----	-----	------	----	------------

STAŁE MATERIAŁOWE:

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

46	Drewno C30	12000	30,000	5,00E-06
----	------------	-------	--------	----------

OBCIĄŻENIA:



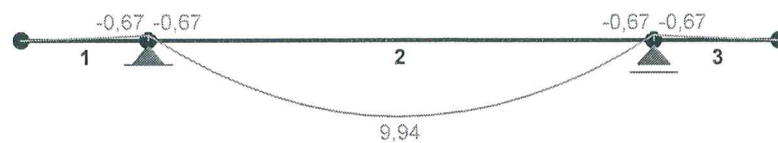
OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

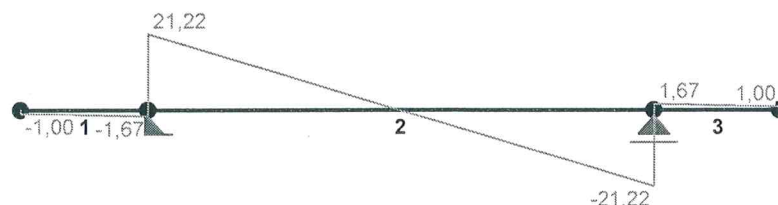
Grupa: A	""			Zmienne	lf= 1,00
1	Liniowe	0,0	1,340	1,340	0,00 0,50
1	Skupione	0,0	1,000		0,00
2	Liniowe	0,0	19,880	19,880	0,00 2,00
3	Liniowe	0,0	1,340	1,340	0,00 0,50
3	Skupione	0,0	1,000		0,50

W Y N I K I

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,00	-1,00	0,00
	1,00	0,500	-0,67	-1,67	0,00
2	0,00	0,000	-0,67	21,22	0,00
	0,50	1,000	<b>9,94*</b>	0,00	0,00
	1,00	2,000	-0,67	-21,22	0,00
3	0,00	0,000	-0,67	1,67	0,00
	1,00	0,500	0,00	1,00	0,00

NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

Obciążenia obl.: A

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

46 Drewno C30

1	0,00	0,000	-0,00	0,00	0,000
	1,00	0,500	1,03	-1,03	<b>0,034*</b>
2	0,00	0,000	1,03	-1,03	0,034
	0,50	1,000	-15,34	15,34	<b>0,511*</b>
	1,00	2,000	1,03	-1,03	0,034
3	0,00	0,000	1,03	-1,03	<b>0,034*</b>
	1,00	0,500	-0,00	0,00	0,000

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:
3	0,00	22,89	22,89
4	0,00	22,89	22,89

Wskaźnik wytrzymałości dwugąłzowej belki oczepu :

$$W = (12,0 \times 18,0^2) \times 2 : 6 = 1296 \text{ cm}^3$$

$$I_x = (12,0 \times 18,0^3) \times 2 : 12 = 11664 \text{ cm}^4$$

Naprężenia w belce 12 x 18 cm dla momentu przęsłowego :

$$K = (9,94 \times 10^2) : 1296 = 7,67 < 13,00 \times 0,90 = 11,70 \text{ Mpa}$$

Sprawdzenie ugięcia dla momentu przęsłowego :

$$a = (5 : 48) \times (9,94 \times 2,00^2) : (9000 \times 1,28 \times 11664) = 0,32 \text{ cm} < 200 : 250 = 0,80 \text{ cm}$$

Podwójne belki oczepów o wym. 120 x 180 mm spełniają warunki nośności i ugięcia.

#### POZ. 1.5 Balustrady.

Maksymalny rozstaw słupów podporowych balustrady  $L = 1,10 \text{ m}$

Normowe obciążenie pionowe  $q = 1,00 \text{ kN/mb}$

Normowe obciążenie poziome  $p = 0,50 \text{ kN/mb}$

$$M_1 = 0,125 \times 1,10^2 \times 1,00 \times 1,40 = 0,22 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 0,125 \times 1,10^2 \times 0,50 \times 1,40 = 0,11 \text{ kNm}$$

Założony minimalny przekrój słupków 12 x 10 cm

$$W = (12 \times 10^2) : 6 = 200,00 \text{ cm}^3$$

$$K = (0,22^2 + 0,11^2) = 0,25 \text{ Mpa} \ll 13,0 \text{ Mpa}$$

#### POZ. 1.6 Pale drewniane.

Posadowienie pomostu zaprojektowano na układzie wbijanych, drewnianych (modrzew, daglezja)

Założona wstępnie średnica  $\varnothing 250 \text{ mm}$ .

Siatka osiowa rozstawu słupów  $a \times b = 360 \times 200 \text{ cm}$ .

$$\text{Obciążenie pali w traktach } 200 \times 360 \text{ cm} \quad N_1 = 32,83 \text{ kN} = (3283 \text{ kg})$$

$$\text{Nośność obliczeniowa pala :} \quad Q = m \times N \quad \text{gdzie } m = 0,80$$

$$\text{Pale wciskane : } N = S_p \times q^{(r)} \times A_p + E S_{si}^{(r)} \times A_{si} \quad (\text{w kN})$$

##### 1.6.1 Wytrzymałość obliczeniowa gruntu.

Wartość jednostkowej, obliczeniowej wytrzymałości gruntu pod podstawą pala  $q^{(r)}$  wyznacza się zgodnie z PN – 81/B – 03020 z uwzględnieniem współczynnika materiałowego  $\gamma_m < 0,90$

$$q^{(r)} = \gamma_m \times q \quad (\text{kPa})$$

Dla podłoża piaszczystego, ( piasek drobny ) zagęszczony do  $J_D = 0,67$   $q = 2700$  kPa

Interpolując zagłębienie  $h = 10,0$  m i średnicę pala  $\varnothing 40$  cm do parametrów zagłębienia rzeczywistego  $h = 2,0$  m i średnicy  $\varnothing (25 + 20) \times 0,50 = 22,5$  cm

$$Q = h_i/h_0 \times q_i = 960 \text{ kPa} \quad \text{wartość obliczeniowa dla } \gamma_m = 0,90 \quad q^{(r)} = 864 \text{ kPa}$$

#### 1.6.2 Nośność pala wzdłuż pobocznic.

$$\text{Wartość jednostkowej } t^{(r)} = \gamma_m \times t \text{ (kPa)}$$

Dla parametrów gruntu j.w. i zagłębienia pala w dnie jeziora  $h = 2,00$  m

$$t_i = 2,00/5,00 \times 62 = 24,8 \text{ kPa} \quad \text{dla } \gamma_m = 0,90 \quad t^{(r)} = 22,30 \text{ kPa.}$$

Dla średniej przekroju pala  $F = 0,04 \text{ m}^2$  i zagłębieniu pala  $h = 2,00$  m Pow.  $A_s = 1,41 \text{ m}^2$

Obliczeniowa nośność pala wciskanego :

$$N = 1,1 \times 864 \times 0,04 + 1,1 \times 22,30 \times 1,41 = 72,60 \text{ kN} > 63,00 > 32,83 \text{ kN}$$

Przyjęte pale o średnicy  $\varnothing 25 \div 20$  cm zagłębione w dno na  $h > 2,00$  m spełniają warunki nośności.

  
mgr inż. Z. Wojtal