

## Opis techniczny

---

do projektu technicznego – wykonawczego:

pn. "Przebudowa chodnika przy ul. Kolejowej"

### 1 Podstawa opracowania.

- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne oraz ich usytuowanie.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 roku w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich rozmieszczenia na drogach.
- Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, Gdańsk 2012r.
- Katalog Powtarzalnych Elementów Drogowych. Opracowany przez „Transprojekt” Warszawa
- Ustawa z dnia 21 marca 1985 roku o drogach publicznych, z późniejszymi zmianami.
- Inne obowiązujące akty prawne, przepisy i PN.

### 2 Przedmiot i zakres opracowania.

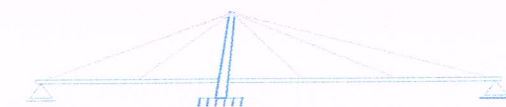
Przedmiotem zadania projektowego jest opracowanie dokumentacji projektowej techniczno - wykonawczej wraz z wykonaniem zgłoszenia zamiaru wykonania robót budowlanych w pasie drogi gminnej związanej z przebudową chodnika.

Zakres opracowania mieścić się będzie w niżej wymienionych robotach na odcinku pasa drogi gminnej - ul. Kolejowej:

- przebudowa chodnika dla pieszych w miejscu istniejącego chodnika na odcinku 32,0 m,
- wykonanie zabezpieczenia korpusu drogowego palami  $\varnothing 600\text{mm}$  o długości 5,0 m w rozstawie w osi co 1,0m (29 szt. pali) zakotwionych w warstwie skalnej.

Parametry projektowanych elementów przebudowywanej drogi zgodnie z warunkami technicznymi Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie:

- szerokość chodnika dla pieszych zaprojektowano jako 2,0 m na odcinku przebudowy chodnika. Zgodnie z warunkami technicznymi (§44 punkt 2).



### 3 Cel opracowania.

Celem opracowania jest wykonanie dokumentacji techniczno - wykonawczej niezbędnej do wykonania przebudowy chodnika przy ulicy Kolejowej w m. Ustrzyki Dolne wraz z zabezpieczeniem skarpy drogi przed przemieszczeniami i oberwiskami.

Głównym celem realizacji przedsięwzięcia jest ustabilizowanie skarpy nasypu drogi przy ul. Kolejowej oraz poprawa komunikacji pieszej na odcinku przebudowy chodnika.

### 4 Opis stanu istniejącego.

Istniejąca droga, przy której projektowana jest przebudowa chodnika jest to ulica Kolejowa znajdująca się w miejscowości Ustrzyki Dolne. Ulica zaczyna się w miejscu skrzyżowania z drogą krajową nr 84 a kończy na skrzyżowaniu z drogą wojewódzką nr 896. Droga przy której planowana jest inwestycja posiada nawierzchnię bitumiczną o szerokości jezdni wynoszącą około 6,0m. Na odcinku planowanego zabezpieczenia skarpy drogi oraz przebudowy chodnika stwierdzono uszkodzenia konstrukcji istniejącego chodnika - przemieszczenia mas ziemnych wraz z deformacją i przemieszczeniem konstrukcji chodnika dla pieszych.

Przebudowywany chodnik zlokalizowany jest po lewej stronie ulicy Kolejowej, natomiast po prawej stronie ulicy znajduje się ściek betonowy. Chodnik wykazuje uszkodzenia i zapadanie się nawierzchni.

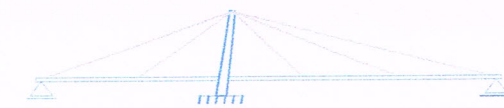
Szatę roślinną otoczenia drogowego w miejscu przebudowy chodnika stanowi głównie roślinność trawiasta, oraz drzewa i krzewy ozdobne rosnące poza pasem drogowym na działce kolejowej.

Na przedmiotowym odcinku brak oznakowania poziomego i pionowego.

W miejscu planowanej inwestycji znajdują się następujące urządzenia obce:

- Linia teletechniczna napowietrzna na początku inwestycji,
- Linia wodociągowa znajdująca się w odległości od 7,5 do 8,0 m od początku inwestycji (w trakcie prowadzenia robót przed rozpoczęciem palowania należy wykonać odkrywkę wodociągu aby odpowiednio zabezpieczyć sieć wodociągu przed uszkodzeniem.
- System kanalizacji deszczowej znajdujący się wzdłuż przebudowy chodnika.





## 5 Opis rozwiązań projektowych.

### 5.1 Opis planu zagospodarowania sytuacyjnego.

Projektowana inwestycja znajduje się w miejscowości Ustrzyki Dolne w województwie podkarpackim, w powiecie bieszczadzkim, w gminie Ustrzyki Dolne przy ulicy Kolejowej na działce ewidencyjnej nr 1882. Niniejsza dokumentacja stanowić będzie realizację zadania pn: „Przebudowa chodnika przy ul. Kolejowej”.

Przebudowa chodnika sprowadza się do:

- Zabezpieczenia skarpy nasypu drogowego w miejscu przebudowy chodnika za pomocą pali średnicy  $\varnothing 600\text{mm}$  o długości 5,0m i rozstawie co 1,0m na długości 28,0m (29 szt.),
- Wykonaniu chodnika o warstwach jak w pkt. 5.2,
- Wykonaniu wszystkich robót towarzyszących.

Przebieg chodnika pokazano na części rysunkowej „plan sytuacyjny” Rys. 2- jest to przebieg jak w stanie istniejącym.

Współrzędne początku i końca przebudowy chodnika pokazano na rysunku „Plan sytuacyjny” Rys. nr2 oraz „Niweleta chodnika” Rys. nr 3.

### 5.2 Profil podłużny

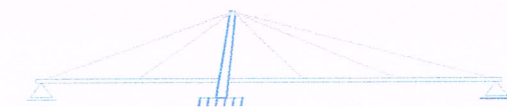
Niweleta chodnika przebiega jak w stanie istniejącym zgodnie z częścią rysunkową „niweleta chodnika” rys. nr 3.

Konstrukcja nawierzchni:

W opracowaniu zastosowano technologię warstw konstrukcyjnych opartych na Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych IBDM Warszawa 1997r.

Warstwy konstrukcyjne dla chodnika dla pieszych:

- 6 cm – warstwa ścieralna z kostki betonowej wibroprasowanej,
- 3 cm – podsypka cementowo piaskowa 1:4,
- 15 cm – podbudowa zasadnicza – mieszanka niezwiązana z kruszywem C90/3 stabilizowana mechanicznie,
- 30 cm – podbudowa dolna z pospółki ulepszonej (stabilizowanego) cementem, wytrzymałość  $R_m=2,5\text{MPa}$



### 5.3 Odwodnienie

Odwodnienie chodnika jak w stanie istniejącym poprzez wykonane spadki poprzeczne i podłużne, co umożliwia wpłynięcie wody do istniejącej kanalizacji deszczowej.

### 5.4 Inne obiekty oraz infrastruktura techniczna w pasie drogowym związana i niezwiązana z drogą

Wzdłuż odcinka dróg objętej inwestycją występują sieci:

- teletechniczne napowietrzne;
- kanalizacja deszczowa;
- linia wodociągowa;

W przypadku wykonywania wykopów przy linii wodociągowej, która przebiega w odległości od ok. 7,5 do 8,0m od początku inwestycji należy zachować ostrożność i zlokalizować położenie sieci przed przystąpieniem do wykonywania pali.

## 6 Wpływ na środowisko

Ze względu na charakter zabudowy i lokalizację chodnika- w miejscu istniejącego chodnika, jego oddziaływanie na otoczenie będzie znikome. Nie zauważa się negatywnego oddziaływania na środowisko, a przebudowa chodnika na tym odcinku jest konieczna ze względu na występowanie uszkodzenia nawierzchni chodnika i możliwość pojawienia się oberwiska, co może spowodować zniszczenie drogi na ul. Kolejowej. Inwestycja nie jest realizowana na terenach objętych ochroną konserwatorską oraz w zasięgu terenu objętego programem NATURA 2000, Parków Krajobrazowych i Parków Narodowych, natomiast leży na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu- Wschodniobeskidzki Obszar Chronionego Krajobrazu.

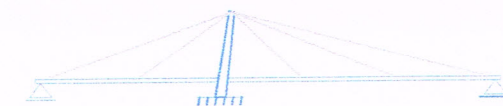
## 7 Kolejność robót

Roboty należy przeprowadzić zgodnie ze sztuką budowlaną oraz ze specyfikacjami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlanych (STWiORB), które będą elementem projektu.

Kolejność wykonywania robót:

- Rozbiórki,
- Zdjęcie warstwy humusu,
- Zabezpieczenie sieci kolidujących z przebudową chodnika,
- Wykonanie pali żelbetowych,





- Wykonanie warstwy konstrukcyjnych chodnika,
- Humusowanie,
- Roboty wykończeniowe,

## 8 Roboty ziemne

Roboty ziemne na przedmiotowym odcinku zawierają wykonanie nasypów z nowego gruntu bądź z gruntu uzyskanego z wykopu. Grunty podlegały będą badaniom określającym sposób ich wzmocnienia przed wbudowaniem w nowy nasyp.

Przed przystąpieniem do robót ziemnych należy zebrać warstwę humusu o grubości 20cm. Humus należy składować na przyzmy w miejscu do tego wyznaczonym i maksymalnym stopniu ponownie wykorzystać w granicach inwestycji. Humus zdjęty z pasa robót, o ile nie jest zanieczyszczony substancjami niebezpiecznymi, należy użyć przy humusowaniu skarp. Miejsce składowania humusu i nadmiar gruntu są w gestii Wykonawcy robót.

Nasyp należy wykonywać warstwami grubości 30cm z zagęszczeniem. Ściany wykopów, skarp i nasypów należy zabezpieczyć przed działaniem wód opadowych, roztopowych i gruntowych, przy czym ewentualne prace odwodnieniowe wykopów nie mogą powodować szkód w stosunku do osób trzecich.

Roboty ziemne na odcinkach kolizji z obcym uzbrojeniem należy wykonywać ręcznie z zachowaniem należytego bezpieczeństwa wg wytycznych właścicieli sieci i pod ich nadzorem.

Roboty ziemne należy wykonywać zgodnie z PN-S-02205 zachowując przepisy BHP.

Wszystkie prace inwestycyjne (wykopy, nasypy, itp.) należy prowadzić w ten sposób, aby nie doprowadzić do trwałej zmiany stosunków wodnych w obrębie obszaru inwestycji.

W przypadku odkrycia w trakcie prac ziemnych przedmiotów zabytkowych, należy wstrzymać roboty ziemne i powiadomić Wojewódzki Urząd Ochrony Zabytków w Przemyślu.

W przypadku odkrycia kopalnych szczątków roślin lub zwierząt należy powiadomić o tym niezwłocznie Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska.

Opracował:

**Załącznikiem do Opisu technicznego  
jest część obliczeniowa.**

**mgr inż. Rafał Leń**  
upr. bud. nr PDK/01/17/POOM/10  
upr. bud. nr PDK/01/12/POOD/12  
do projektowania bez ograniczeń w specjalności  
mostowej i drogowej oraz do sprawowania, kontroli  
utrzymywania obiektów budowlanych dla dróg oraz  
drogowych i kolejowych obiektów inżynierskich

**OBLICZENIA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE****DLA ZADANIA:**

**Przebudowa odcinka drogi gminnej nr 119233R (ul. Kolejowa) w km 0+836,75 – 0+868,75 w Ustrzykach Dolnych",  
realizowane w ramach zadania inwestycyjnego pn.:**

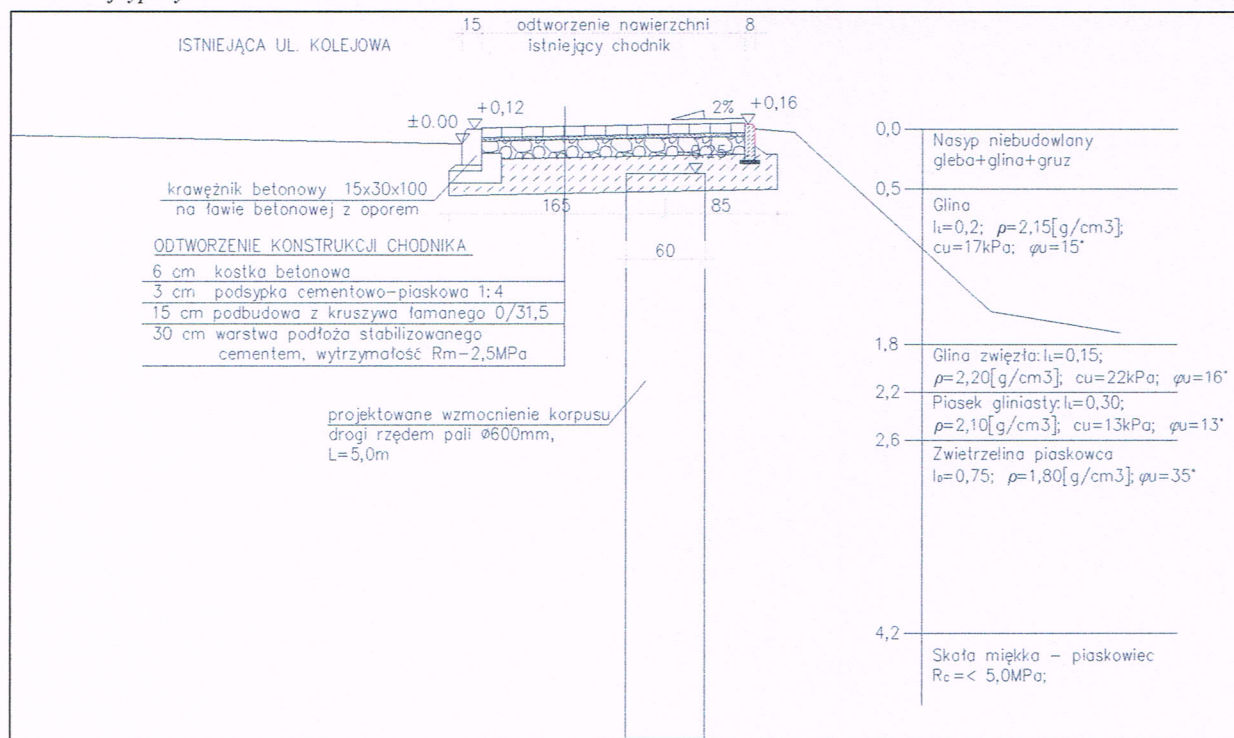
**„Przebudowa chodnika przy ul. Kolejowej**

**0. ZAŁOŻENIA****0.1. PODSTAWA OBLICZEŃ**

- [1] PN-85/S-10030 "Obiekty mostowe. Obciążenia"
- [2] PN-91/S-10042 "Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie."
- [3] PN-83/B-02482 "Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych"
- [4] "Wytczne techniczne projektowania pali wielkośrednicowych w obiektach mostowych" - IBDiM
- [5] Jarominiak A. i inni "Pale i fundamenty palowe" - Arkady W-wa 1976
- [6] PN-83/B-03020 "Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie".
- [7] PN-83/B-03010 "Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie."
- [8] "Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie"  
z dnia 30 maja 2000 r. - Dz. U. Nr 63, poz. 735
- [9] "Dokumentacja badań podłoża gruntowego - określająca warunki gruntowo-wodne  
opracowana przez mgr inż.. Sławomir Dziadosz nr upr. XI-0115 oraz mgr inż.. Łukasz Świerczek nr upr. VII-1701, XI-0200

**0.2. ZASADNICZE WYMIARY GEOMETRYCZNE:**

Przekrój typowy:



szerokość chodnika:	$B_{ch} =$	2,00	m
wysokość konstrukcji chodnika:	$H_o =$	0,54	m
szerokość konstrukcji chodnika:	$B_o =$	2,50	m
długość chodnika (do obliczeń):	$L_{to} =$	1,00	m

**0.3. DANE MATERIAŁOWE**

Klasa betonu	=	B30	
Wytrzymałość gwarantowana, $R_b^G$	=	30,0	MPa
Wytrzymałość obliczeniowa, $R_{b1}$	=	17,3	MPa
Wytrzymałość charakterystyczna, $R_{bk}$	=	26,2	MPa
Wytrzymałość charakterystyczna, $R_{btk 0,05}$	=	1,15	MPa
Współczynnik sprężystości betonu, $E_b$	=	32,6	GPa



# 1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ ODDZIAŁUJĄCYCH NA PALISADĘ

## 1.1. Obciążenia stałe:

### \* Materiały:

- żelbet ("suchy"):	=	27,00	kN/m <sup>3</sup>
- żelbet ("mokry"):	=	28,00	kN/m <sup>3</sup>
- beton:	=	24,00	kN/m <sup>3</sup>
- beton asfaltowy:	=	23,00	kN/m <sup>3</sup>
- obrzeże betonowe:	=	0,58	kN/m
- krawężnik betonowy:	=	1,08	kN/m
- grunt zasypowy:	=	19,00	kN/m
- kruszywo łamane kamienne:	=	20,00	kN/m

### \* Powierzchnie, objętości, długości elementów (na 1 mb ścianki oporowej):

- łączna powierzchnia konstrukcji chodnika:	=	1,35	m <sup>2</sup>
- średnica pala:	=	0,600	m
- powierzchnia przekroju pala:	=	0,283	m <sup>2</sup>
- długość pali:	=	5,00	m
- rozstaw pali (w osi):	=	1,00	m

## 1.2. Obciążenia użytkowe:

### \* obciążenie K i q

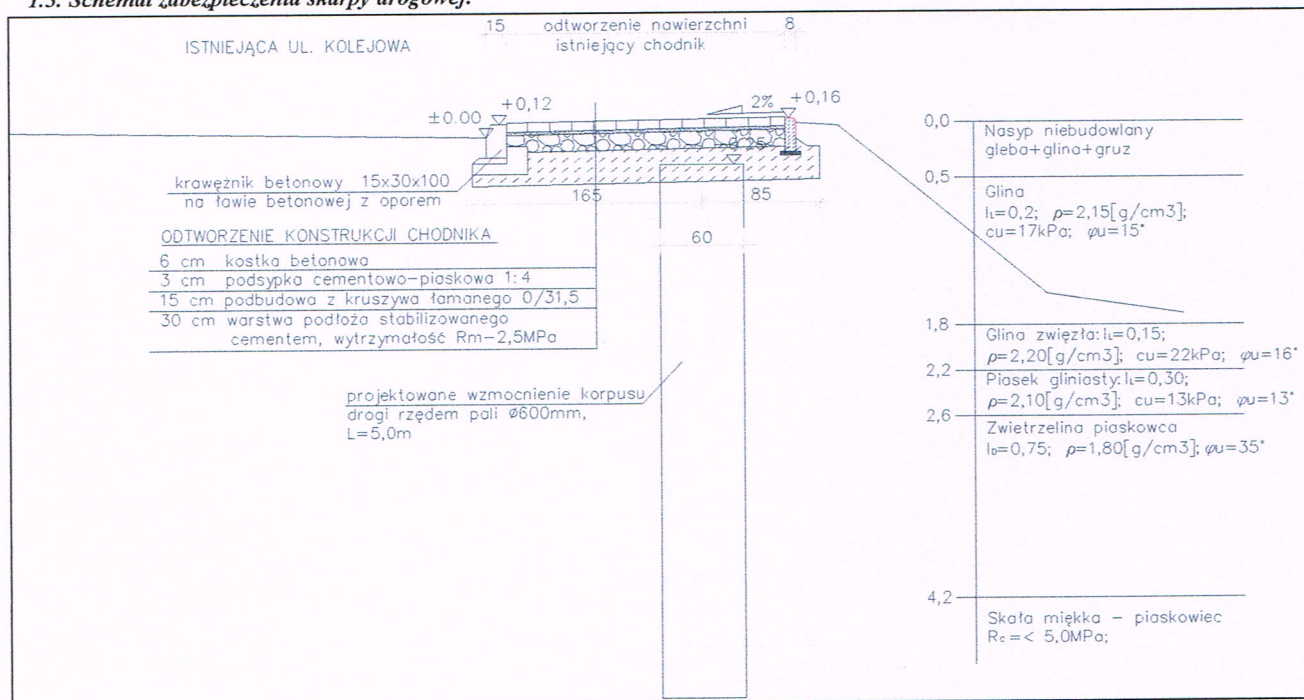
Klasa obciążenia "A" wg PN-85/S-10030

K <sub>B</sub> =	800	kN
q <sub>B</sub> =	4,0	kN/m <sup>2</sup>
S <sub>B</sub> =	300	kN

### \* obciążenie tłumem pieszych

q <sub>t</sub> =	2,5	kN/m <sup>2</sup>
------------------	-----	-------------------

## 1.3. Schemat zabezpieczenia skarpy drogowej:



## 2. OBLICZENIE REAKCJI

(A) Zestawienie obciążeń stałych z elementów projektowanych wg odrębnego opracowania

	Obciążenie charakt.	Wsp. obciążenia		Obciążenie obliczeniowe	
		gMIN	gMAX	MIN	MAX
	kN/m			kN/m	kN/m
Ciężar własny konstrukcji chodnika	27,0	0,9	1,2	24,3	32,4
Ciężar krawężnika betonowego	1,08	0,9	1,2	0,97	1,30
Ciężar własny obrzeża betonowego	0,58	0,9	1,5	0,52	0,86
<b>RAZEM:</b>	<b>28,7</b>		1,206	<b>25,8</b>	<b>34,6</b>

Reakcje od obciążeń stałych z konstrukcji chodnika oraz z ciężaru własnego

Obciążenie charakterystyczne	Obciążenie obliczeniowe	
	MIN	MAX
28,7	25,8	34,6

(B) Zestawienie obciążeń użytkowych działających na chodniku

	Obciążenie charakt. kN/m	Wsp. obciążenia		Obciążenie obliczeniowe	
		g <sub>MIN</sub>	g <sub>MAX</sub>	MIN	MAX
				kN/m	kN/m
Obciążenie "q" (pojazdy do odśnieżania)	8,0	0,9	1,5	7,2	12,0
Obciążenie tłumem pieszych	5,0	0,9	1,5	4,5	7,5
Obciążenie śniegiem (IV strefa)	3,2	0,9	1,5	2,9	4,8
<b>RAZEM:</b>	<b>16,2</b>			<b>14,6</b>	<b>24,3</b>

Obciążenie od pojazdu "K"

Obciążenie charakterystyczne

$$P_{ch} = 200 \text{ kN}$$

Obciążenie obliczeniowe

$$P_o = 300 \text{ kN}$$

Reakcje od obciążeń użytkowych:

Obciążenie charakterystyczne	Obciążenie obliczeniowe	
	MIN	MAX
16,2	14,6	24,3

(C) Sumaryczna reakcja od obciążeń stałych i użytkowych

Obciążenie charakterystyczne	Obciążenie obliczeniowe		mimośród działania reakcji
	MIN	MAX	
44,9	40,4	58,9	0,00

(D) Ciężar własny palisady - elementy planowane do wykonania w ramach zadania inwestycyjnego

	Obciążenie charakterystyczne	Wsp. obciążenia		Obciążenie obliczeniowe		Mimośród
		g <sub>MIN</sub>	g <sub>MAX</sub>	MIN	MAX	r [m]
				Q <sub>wk</sub>	Q <sub>wk</sub>	
Ciężar własny pala	38,2	0,9	1,2	34,3	45,8	0,00
<b>RAZEM</b>	<b>38,2</b>			<b>34,3</b>	<b>45,8</b>	

(E) Parcie gruntu zasypowego na palisadę - strona czynna

Przyjęto grunt zasypowy o parametrach:

Gлина

$$\text{Ciężar objętościowy, } \gamma = 21,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Kąt tarcia wewnętrzznego, } \phi = 15,0^\circ$$

$$\text{Kąt tarcia gruntu o palisadę, } \delta = 0,0^\circ$$

Oblicza się zastępczą wysokość naziomu od obciążenia stałego na naziomie (warstwy podbudowy i nawierzchnia chodnika).

Do dalszych obliczeń przyjmuje się średnioważony ciężar objętościowy elementów obciążenia naziomu.

	Pole powierzchni przekroju, F [m <sup>2</sup> ]	Ciężar objętościowy g [kN/m <sup>3</sup> ]
Nawierzchnia chodnika	0,225	24,00
Warstwy podbudowy	0,725	20,0



Średnioważona wartość ciężaru objętościowego,  $g_{sr}$

$$\gamma_{sr} = \frac{\sum \gamma_i * F_i}{\sum F_i}$$

$$g_{sr} = 20,95 \text{ kN/m}^3$$

Grubość warstw obciążenia naziomu,  $h_1$

$$= 0,40 \text{ m}$$

Zastępcza wysokość naziomu,  $h_z$

$$h_z = \frac{q_n}{\gamma} = \frac{(\gamma_{sr} * h_1)}{\gamma}$$

$$h_{z1} = 0,39 \text{ m}$$

#### \* Parcie gruntu zasypowego na palisadę:

$$\text{Szerokość zbierania obciążenia (obliczeniowa) } S_o = 1,00 \text{ m}$$

Współczynnik parcia granicznego gruntu,  $K_a$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi^{(n)}}{2})$$

$$K_a = 0,5888$$

- wzór (3) PN-83/B-03010

Parcie czynne gruntu zasypowego zebrane z szerokości podpory,  $e_a$

$$e_a = \gamma * (h_z + H_i) * K_a * S_s$$

	$H_i$ [m]	$h_z + H_i$ [m]	Parcie charakt. $e_a^k$ [kN/m]	Wsp. obl. $g_f$	Parcie obl. $e_a^r$ [kN/m]
wysokość zastępcza	0,00	0,39	4,93	1,25	6,17
poziom niwelety	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00
górną powierzchnia palisady	0,40	0,79	10,00	1,25	12,50
dolną powierzchnia oczepu palisady	3,00	3,39	42,91	1,25	53,64
miejsce zakotwienia pala w skale	3,83	4,22	53,42	1,25	66,77

Wypadkowa parcia gruntu zasypowego:

$$E_a^k = 0,5 * e_a^k * H = 102,29 \text{ kN}$$

$$E_a^r = 0,5 * e_a^r * H = 127,87 \text{ kN}$$

Mimośród przyłożenia siły wypadkowej względem poziomu obliczeniowego:

$$r_1 = 1,41 \text{ m}$$

#### (F) Parcie gruntu - strona bierna (od strony budynków kolei)

Przyjęto grunt zasypowy o parametrach:

Gлина - warstwa I

$$\text{Ciężar objętościowy, } \gamma = 21,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Kąt tarcia wewnętrznego, } \phi = 15,0^\circ$$

$$\text{Kąt tarcia gruntu o palisadę, } \delta = 0,0^\circ$$

$$\gamma_f = 0,90$$

$$K_0 = \tan^2(45^\circ - 0,5 * \phi) = 0,589$$

Parcie czynne gruntu zasypowego zebrane z szerokości podpory,  $e_a$

$$H_i = 3,83 \text{ m} - \text{wysokość gruntu nad poziomem skalnym}$$

$$e_a = \gamma * H_i * K_a * S_s * \gamma_f = 43,64 \text{ kN/m}$$

$$g_f = 1,25$$

$$e_a^r = e_a^k * \gamma_f = 54,54 \text{ kN/m}$$

Mimośród przyłożenia siły wypadkowej względem poziomu obliczeniowego:

$$r_1 = -1,28 \text{ m}$$

Wypadkowa parcia gruntu zasypowego:

$$E_a^k = 0,5 * e_a^k * H = 83,56 \text{ kN}$$

$$E_a^r = 0,5 * e_a^r * H = 104,45 \text{ kN}$$

#### (G) Parcie gruntu od obciążenia naziomu:

Parcie od obciążenia pojazdem "K"

$$\text{Wysokość ściany oporowej, } H_{pod} = 3,83 \text{ m} - \text{do poziomu zakotwienia w skale}$$

Zasięg klina odłamu,  $L_{kl}$

$$L_{kl} = H_{pod} * \tan(45^\circ - \frac{\phi^{(n)}}{2})$$

$$L_{kl} = 2,94 \text{ m}$$

Liczba osi pojazdu K na klinie odłamu,  $n_k$

$$= 4$$

Obciążenie ruchome w zasięgu klina odłamu,  $K_{kl}$

$$K_{kl} = \frac{n_k}{4} * K$$

$$K_{kl} = 800,00 \text{ kN}$$

$$q_{kl} = \frac{K_{kl}}{\dots}$$

$$q_{kl} = \frac{K_{kl}}{L_{kl}} * 5,40$$

$$q_{kl} = 50,41 \quad \text{kN/m}^2$$

### \* Parcie gruntu na ścianę oporową:

Parcie gruntu od obciążonego naziomu zebrane z szerokości działania obciążenia (do obliczeń przyjęto 1 m szerokości ściany oporowej),  $e_q$

$$e_q^k = q_{kl} * K_a * 1,0$$

$$e_q^k = 8,24 \quad \text{kN/m}$$

$$g_f = 1,25$$

$$e_q^r = e_q^k * \gamma_f$$

$$e_q^r = 10,31 \quad \text{kN/m}$$

Mimośród przyłożenia siły wypadkowej względem poziomu obliczeniowego:

$$r_3 = 1,92 \quad \text{m}$$

Wypadkowa parcia gruntu na ścianę pełną:

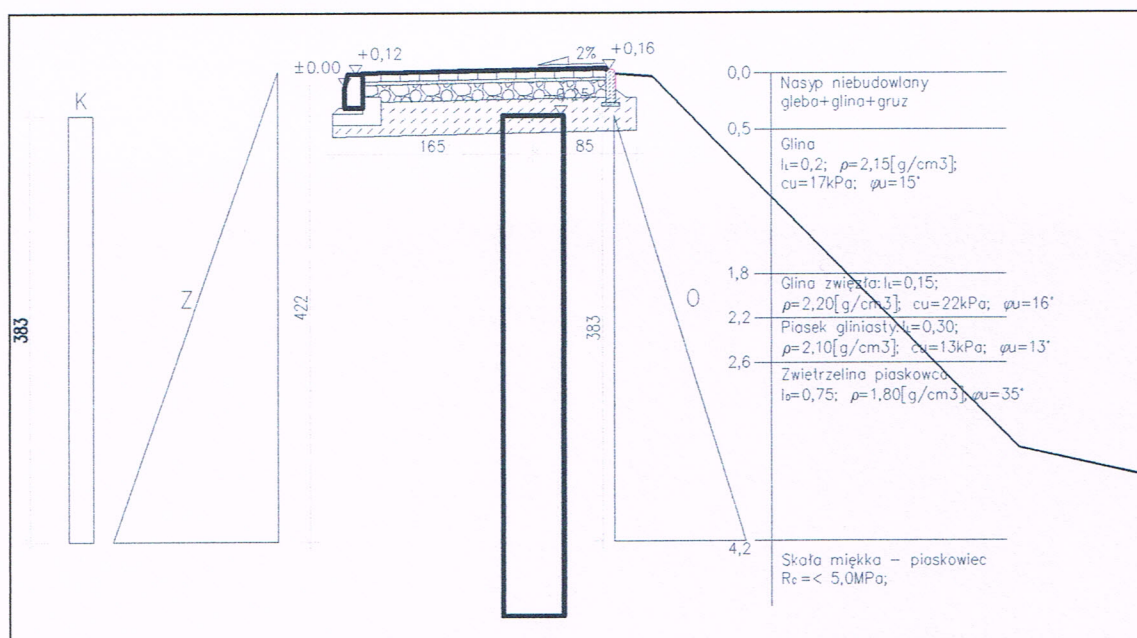
$$E_q^k = e_q^k * H$$

$$E_a^k = 31,58 \quad \text{kN}$$

$$E_q^r = e_q^r * H$$

$$E_a^r = 39,47 \quad \text{kN}$$

### Schemat obciążeń ściany oporowej:



### ZESTAWIENIE SIŁ W POZIOMIE UTWIERDZENIA PAŁA:

Maksymalne siły wewnętrzne w poziomie utwierdzenia pali w skale:

$N_{max} =$	104,64	kN	pionowe
$N_k =$	83,01	kN	pionowe
$H_{max} =$	83,78	kN	poziome
$H_k =$	18,73	kN	poziome
$M_{max} =$	148,76	kNm	moment
$M_k =$	10,53	kNm	moment

Obciążenia zewnętrzne przypadające na jeden pał:

Rozstaw pali:	$a =$	1,00	m
Ilość pali na metr bieżący, $n =$		1,00	szt.

$N_{max} =$	104,64	kN	pionowe
$N_k =$	83,01	kN	pionowe
$H_{max} =$	83,78	kN	poziome
$H_k =$	18,73	kN	poziome
$M_{max} =$	148,76	kNm	moment
$M_k =$	10,53	kNm	moment



$$1,5hs = 4,05 < h = 5,00 < 3,0hs = 8,10 \quad \text{pal półsztywny}$$

### Nośność pionowa - pal pojedynczy

#### Nośność pionowa podstawy:

Średnica pala, $D$	=	0,60	m
Pole podstawy pala, $A_p$	=	0,283	m <sup>2</sup>
Zagłębienie pala w gruncie, $h_i$	=	5,00	m p.p.t
Współczynnik materiałowy, $\gamma_m$	=	0,90	
Obciążenie obliczeniowe na 1 pal, $Q_r$	=	104,64	kN

Podstawa pala posadowiona w warstwie gruntu: Piaskowiec i łupek

Ze względu na posadowienie pala na głębokości 1,0m warstwy skały przyjęto do obliczeń wytrzymałość na ściskanie równą 2,5MPa.

$R_c = 2500$ kPa			
Zagłębienie pala w skałę $h_s =$	$h_s =$	1,2	m
Średnica pala, $D$	=	0,60	m
	$h_s/D =$	1,95	
	$q_s =$	8000,00	kN/m <sup>2</sup>

Zgodnie z Tablicą 4-13 "Pale i fundamenty palowe" Jarosława graniczne naprężenia podłoża skalnego można przyjąć w granicach:

$R_c = 2500$ kPa			
Współczynnik technologiczny, $Sp$	$Sp =$	1,0	
Współczynnik materiałowy, $\gamma_m$	$\gamma_m =$	0,70	
Współczynnik korekcyjny, $m$	$m =$	0,90	
	$q_r =$	5600	kN/m <sup>2</sup>
Opór podstawy pala, $N_p$	$N_p =$	1582,56	kN

#### Warunek normowy:

$$Q_r = 104,64 \text{ kN} \leq m \cdot N_t = 1424,30 \text{ kN} \quad \text{WARUNEK SPEŁNIONY}$$

Nosność pobocznic w gruntach ponad stropem skały należy pominąć.

W przypadku posadowienia na skałę nie sprawdza się osiadań.

W przypadku gdy pale opierają się na skałę, nośność grupy pali równa się sumie nośności pali pojedynczych.

#### Obliczenie sił wewnętrznych w palu od sił poziomych

Założenia do obliczeń momentu zginającego

	Przyjęto:		
max. siła pozioma obliczeniowa	$H^{(r)}_{MAX} =$	83,78	kN
max. moment zginający obliczeniowy	$M^{(r)}_{MAX} =$	148,76	kNm
obliczeniowa długość pala	$h =$	5,00	m
wysokość zaczepienia siły poziomej	$h_H = M^{(r)}_{MAX} : H^{(r)}_{MAX}$		
	$h_H =$	1,78	m
	$h_H : h =$	0,36	
długość charakterystyczna pala	$L_0 =$	1,85	
wsp. odkształcalności pala w gruncie	$\alpha = 1 / L_0$		
	$\alpha =$	0,54	
długość sprowadzona pala	$h_{kr} =$	2,70	
głębokość występowania $M_{MAX}$	$z_M =$	3,83	m
	$z_M \text{ kreśl} = a \cdot z_M$		
	$z_M \text{ kreśl} =$	2,07	
wsp. bezwymiarowy wpływu siły	$A_M =$	0,40	
wsp. bezwymiarowy wpływu momentu	$B_M =$	0,30	
dla $z_M \text{ kreśl} = 2,1$ oraz $h \text{ kreśl} = 3,0$			

$$M^{(r)}_{MAXz_M} = (A_M \cdot H^{(r)}) : a + B_M \cdot M^{(r)}$$

$$M^{(r)}_{MAXz_M} = 106,71 \text{ kNm}$$

- max. moment zginający w trzonie pala

# NOŚNOŚĆ BOCZNA GRUNTU

## Boczne naciski na grunt

Obciążenie obliczeniowe na 1 pał, $H_r$	=	83,8	kN
Obciążenie obliczeniowe na 1 pał, $M_r$	=	148,8	kNm
Współczynnik odkształcalności, $\alpha$	=	0,54	m <sup>-1</sup>
Średnica pała, $D$	=	0,60	m
Średnica obliczeniowa pała, $D_0$	=	1,26	m
Sprowadzona długość pała, $\bar{h}$	=	2,70	m

Maksymalne siły wewnętrzne w pału występują w warstwie			gliny
Głębokość zalegania warstwy gruntu, $z_1$	=	3,83	m
Głębokość sprowadzona pała, $z_{1kr}$			
$z_{1kr} = \alpha * z_1$	$z_{1kr} =$	2,07	m

Dla wartości  $z_{kr}$  oraz  $\bar{h}$  określono współczynniki bezwymiarowe wyrażające wpływ siły poziomej i momentu zginającego:

$$A_p = -1,40$$

$$B_p = -0,30$$

$$Nacisk\ boczny\ na\ grunt,\ p_{zi}$$

$$P_{zi} = \frac{A_p * H^{(r)} * \alpha}{D_0} + \frac{B_p * M^{(r)} * \alpha^2}{D_0}$$

$$p_{zi} = -60,57 \quad kPa$$

## Graniczny opór boczny gruntu - nośność boczna gruntu

Osiowy rozstaw pał w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku działania siły poziomej, $R_1$	=	1,00	m
---	---	------	---

Osiowy rozstaw pał w płaszczyźnie równoległej do kierunku działania siły poziomej, $R_2$	=	0,00	m
--	---	------	---

$$Współczynnik\ uwzględniający\ wpływ\ rozstawu\ pał\ w\ płaszczyźnie\ prostopadłej\ do\ kierunku\ działania\ siły\ poziomej,\ n_1$$

$$n_1 = \frac{R_1}{D_0} \leq 1,0$$

$$n_1 = 0,79$$

$$Przyjęto: \quad n_1 = 0,79$$

$$Liczba\ pał\ w\ szeregu,\ w\ płaszczyźnie\ równoległej\ do\ kierunku\ działania\ siły\ poziomej$$

$$= 1 \quad \rightarrow \quad \beta = 1,0$$

$$Współczynnik\ uwzględniający\ wpływ\ rozstawu\ pał\ w\ płaszczyźnie\ równoległej\ do\ kierunku\ działania\ siły\ poziomej,\ n_2$$

$$n_2 = \beta + \frac{(1 - \beta) * (R_2 - D)}{1,8 * D_0} \leq 1,0$$

$$n_2 = 1,0$$

$$Przyjęto: \quad n_2 = 1,00$$

$$Współczynnik\ uwzględniający\ kształt\ przekroju\ pała,\ n_3$$

$$= 0,85$$

$$\text{Średnica obliczeniowa, } D^{(r)}$$

$$D^{(r)} = n_1 * n_2 * n_3 * D_0$$

$$D^{(r)} = 0,85 \quad m$$

$$Współczynnik\ korelacyjny,\ m_1$$

$$= 0,8$$

$$Współczynnik\ technologiczny,\ S_n$$

$$= 0,9$$

Sprawdzenie granicznego oporu gruntu przeprowadza się w warstwie gliny o parametrach:

Spójność gruntu, $c_u^{(n)}$	=	22,00	kPa
$c_u^{(r)} = 0,4 * c_u^{(n)}$	$c_u^{(r)} =$	8,80	kPa
Ciężar objętościowy gruntu, $g^{(n)}$	=	2,20	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma^{(r)} = 0,9 * \gamma^{(n)}$	$g^{(r)} =$	19,8	kN/m <sup>3</sup>
Kąt tarcia wewnętrznego gruntu, $\phi_u^{(n)}$	=	16,0	°
$\phi_u^{(r)} = 0,9 * \phi_u^{(n)}$	$\phi_u^{(r)} =$	14,4	°
Głębokość zalegania warstwy gruntu, $z_1$	=	3,83	m

$$Dla\ stosunku \quad \frac{z_1}{D} = 6,38 \quad oraz \quad \phi_u^{(r)} = 14,4 \quad ° \quad określiło\ współczynniki\ Brinch\ Hausena:$$

$$K_{q1} = N_{q1} = 2,00$$

$$K_{c1} = N_{c1} = 9,00$$

Opór boczny gruntu,  $q_{gr}(z_1)$

$$q_{gr}(z_1) = m_1 * S_n * D^{(r)} * (\gamma^{(r)} * z_1 * K_q + c_u^{(r)} * K_c)$$

$$q_{gr}(z_1) = 141,29 \quad kPa \quad > \quad p_{zi} = -60,6 \quad kPa \quad \text{WARUNEK SPEŁNIONY}$$



## Wymiarowanie zbrojenia pała

### Siły działające na pał:

$$Q_{\max} = 104,64 \text{ kN} \quad (\text{siła pionowa})$$
$$M_{\max} = 106,71 \text{ kNm} \quad (\text{moment zginający})$$

### Materiał:

Beton B-30

$$\text{wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie } R_{bc} = 17,3 \text{ MPa}$$
$$R_{bc} = 17300 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{moduł sprężystości: } E_b = 32,6 \text{ GPa}$$
$$E_b = 32600000 \text{ kN/m}^2$$

$$n = E_a / E_b \quad n = 6,44$$

Stal:

zbrojenie główne:

stal: BSt500S klasa: A-III

$$\text{wytrzymałość obliczeniowa stali: } R_a = 435 \text{ MPa}$$
$$R_a = 435000 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{moduł sprężystości: } E_a = 210 \text{ GPa}$$
$$E_a = 210000000 \text{ kN/m}^2$$

### Charakterystyka pała:

średnica pała:

$$D = 0,60 \text{ m} \Rightarrow r = D / 2 = 0,30 \text{ m}$$

grubość otuliny:

$$a = 0,07 \text{ m} \Rightarrow r_a = r - a = 0,23 \text{ m}$$

pole przekroju poprzecznego pała:

$$F_b = \pi \times D^2 / 4 = 0,283 \text{ m}^2$$

mimośród początkowy:

$$e_c = e_0 + e_1 + e_2$$

mimośród konstrukcyjny (wynikający z projektu) -  $e_0$

$$e_0 = M_{\max,1} / Q_{\max}$$

$$e_0 = 1,02 \text{ m}$$

niezamierzony mimośród przypadkowy -  $e_1$

$$D / 30 = 0,020 \text{ m}$$

$$0,02 \text{ m}$$

$$\max = e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$h / 300 = 0,017 \text{ m}$$

$$e_2 = 0,033 \text{ m}$$

$$e_c = 1,073 \text{ m}$$

wpływ smukłości:

jeżeli  $l_0 / i > 50$ , to należy uwzględnić wpływ smukłości elementu

$$l_0 = h = 5,00 \text{ m} \quad - \text{długość obliczeniowa elementu (długość słupa)}$$

$$i = 0,25 \times D \quad i = 0,15 \text{ m}$$

$$l_0 / i = 33,33 < 50 \Rightarrow \text{nie uwzględnia się wpływu smukłości}$$

### przyjęcie zbrojenia:

$$\text{średnica zbrojenia głównego: } \phi = 0,016 \text{ m}$$

$$\text{obwód zbrojenia: } 2 \times \pi \times r' = 1345 \text{ mm}$$

$$\text{rozstaw zbrojenia głównego: } 120 - 400 \text{ mm}$$

$$\text{liczba prętów: } n = 11 \Rightarrow 134 \text{ mm}$$

$$\text{Przyjęto: } 11 \phi 16 \text{ o } F_a = 0,00221 \text{ m}^2$$

stopień zbrojenia (na podstawie tablic do wymiarowania przekrojów kołowych ściskanych i zginanych):

$$\mu = F_a / F_b$$

$$\mu = 0,8\%$$

$$e / r = 3,577$$

z wykresu 6-15 odczytano:

$$a = 64^\circ$$

z tabel 6-16 odczytano:

$$a = 1,1170 \quad \cos(a) = 0,4384 \quad A = 0,6062 \quad B = 0,6568 \quad C = 0,1672$$

$$e / r = 1,783$$

przyjęto:

$$a = 59,5^\circ$$

z tabel odczytano:

$$\text{dla } 59,5^\circ \quad a = 1,0385 \quad \cos(a) = 0,5075 \quad A = 0,6536 \quad B = 0,6484 \quad C = 0,1214$$

$$e/r = 3,482 = e/r = 3,577$$

$$x = r \cdot (1 - \cos \alpha) = 0,148$$

$\sigma_b =$	13942,2	<	17300	<b>Wyteżenie:</b>	80,6%	- naprężenia w betonie
$\sigma_z =$	232367,9	<	435000	<b>Wyteżenie:</b>	53,4%	- naprężenia w stali zbrojeniowej - rozciąganie
$\sigma_z' =$	47259,5	<	435000	<b>Wyteżenie:</b>	10,9%	- naprężenia w stali zbrojeniowej - ściskana

przyjęcie zbrojenia rozdzielczego (zbrojenie poprzeczne w kształcie spirali):

Na zbrojenie rozdzielcze przyjęto pręty: f 8

Skok linii śrubowej uzwojenia  $s_n$

$$s_n = 250 \text{ mm}$$

usztynwienie szkieletu zbrojenia:

Na usztynwienie przyjęto 3 x f 12 w rozstawie  $l_1 = 1500 \text{ mm}$