

II. PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY

II.I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Informacje wstępne
2. Projektowane elementy zabudowy terenu i roboty uzupełniające
 - 2.1. Nabrzeże
 - 2.2. Pomosty pływające i trap w relacji nabrzeże – pomost dojściowy
 - 2.3. Dalby cumowniczo-odbojowe
 - 2.4. Slip łodziowy
 - 2.5. Pirs osłonowy slipu
 - 2.6. Roboty drogowe
 - 2.7. Roboty ziemne
 - 2.8. Roboty pogłębiarskie
3. Wyciąg z obliczeń statycznych
 - 3.1. Wymiarowanie ścianek szczelnych
 - 3.2. Wymiarowanie ściąгов
 - 3.3. Wymiarowanie kleszczy
 - 3.4. Dalby cumowniczo-odbojowe
 - 3.5. Pachół cumowniczy (na dalbie)
 - 3.6. Pale kotwiące pomostów pływających

II.II. ZAŁĄCZNIKI

- (1) Fotografie stanu istniejącego – Przybrzeżna strefa terenu.
- (2) Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BiOZ).

II.III. CZĘŚĆ GRAFICZNA

1. Plan sytuacyjny
3. Przekroje A – A, A₁ – A₁, pirs
4. Przekrój B – B, slip
5. Przekrój C – C, nabrzeże z pomostami pływającymi
6. Przekrój C₁ – C₁, pomost główny pływający

1. Informacje wstępne

Wykonawca robót budowlanych określonych w niniejszym projekcie (**część wodna**) powinien je rozpatrywać łącznie z robotami określonymi w dokumentacji technicznej **części lądowej**, wykonanej przez Projektanta tej części, tj. firmę Maple, z siedzibą 40-161 Katowice, al. Korfantego 76.

Konieczność ta wynika z powiązań technicznych, technologicznych i funkcjonalnych pomiędzy obiema częściami inwestycyjnymi. Dotyczy to w szczególności:

- Wykonania instalacji elektrycznych.
- Przygotowania podłoża pod nawierzchnie komunikacyjne za budowlami i na budowlach hydrotechnicznych (roboty ziemne).
- Konstrukcji podbudowy i nawierzchni komunikacyjnych. Powinny spełniać wymagania określone w dokumentacji technicznej **części lądowej**, jw.
- Odwodnienia nawierzchni komunikacyjnych, tj. spadków oraz linii styków z nawierzchniami projektowanymi w **części lądowej**, jw.

Wykonawca powinien ustalić, jeśli zajdzie potrzeba w porozumieniu i z pomocą projektantów obu części (lądowej i wodnej), kolejność robót podstawowych, fazy i zależności technologiczne oraz uwarunkowania wykonawcze.

2. Projektowane elementy zabudowy terenu i roboty uzupełniające

2.1. Nabrzeże

Budowlę w kształcie [tworzą pionowe ścianki szczelne z grodzic stalowych, zwieńczone żelbetowymi oczepami $b \times h = 40 \times 156$ cm. Ścianki, skleszczona obustronnie pojedynczymi ceownikami NP140.

Odwodne krawędzie oczepu, górna i dolna, chronione są stalowymi, ocynkowanymi kątownikami zimnogiętymi. Odlądową krawędź korony oczepu należy sfazować $0,5 \times 0,5$ cm w deskowaniu, lub za pomocą wirującej tarczy ścierniej.

Na koronach oczepów skrzydeł bocznych balustrady stalowe $h = 1,10$ m.

Charakterystyka techniczno-użytkowa, patrz część I p. 6.1.

MATERIAŁY:

- Grodzice ścianki dług. $L = 9,0$ m: stal S355GP, sztywność ścianki $W_X \geq 1000 \text{ cm}^3/\text{m}$, moduł (rozstaw zamków) 600 mm. Projektowana rzędna korony ścianki: $+ 0,60$ m Kr.
- Kleszcze NP140 (+ śruby, podkładki, nakrętki): stal typu S235JRG2 (odpowiednik St3S)
- Ściąg stalowe $\phi 42$ mm, z przegubami przy oczepach. Stal jw.
- Kątowniki ochronne krawędzi oczepu: $50 \times 50 \times 5$ mm z kotewkami, całość ocynkowana
- Stal zbrojeniowa oczepu: : A-IIIN (RB500)
- Beton: C30/37, kl. ekspoz. XD2, XA1
- Balustrady stalowe typu mostowego, segmenty prefabrykowane.

Pozostałe warunki: patrz Projekt Wykonawczy nr 506/PW.

NB: na wszystkich budowlach przystani parametry grodzic (W_X oraz moduł zamkowy) są identyczne. Różne są natomiast projektowane długości grodzic i rzędne korony po pograżeniu.

2.2. Pomosty pływające i trap w relacji nabrzeże – pomost dojściowy

Pomosty pływające i trap powinny być wykonane przez wyspecjalizowaną firmę. Niniejszy projekt (część I) określa jedynie ich gabaryty, usytuowanie na akwenie przystani, oraz podstawowe wyposażenie związane z ich funkcją.

Producent pomostów i trapu dostarczy Instrukcję Użytkowania i Konserwacji tych urządzeń.

Charakterystyka techniczno-użytkowa obu pomostów i trapu, patrz część I p. 6.2.

MATERIAŁY:

- ▣ Pale kotwiące pomost główny, szt. 2: rury stal. bez szwu \varnothing 508/14,2 mm, dług. L = 16,0 m: stal typu S355
- ▣ Pale kotwiące pomost dojazdowy, szt. 2: rury stal. bez szwu \varnothing 508/14,2 mm, dług. L = 14,0 m: stal typu S355
- ▣ Beton do wypełnienia rur: C30/37.

Pozostałe warunki: patrz Projekt Wykonawczy nr 506/PW.

2.3. Dalby cumowniczo-odbojowe

Zewnętrzna krawędź korony każdej rury powinna być wyoblona ($r \approx 6$ mm), aby nie cięła liny cumowniczej.

Górna blokada kolumny odbojowej z opon samochodowych musi być rozbieralna (obejma dwudzielna z płaskownika), w celu umożliwienia wymiany opon w przypadku ich uszkodzenia lub naturalnej degradacji (zestarczenie gumy).

Charakterystyka techniczno-użytkowa obu dalb, patrz część I p. 6.3.

MATERIAŁY:

- ▣ Rury stalowa bez szwu \varnothing 508/14,2 mm, dług. L = 14,0 m: stal typu S355
- ▣ Trzon pachoła: rura stalowa bez szwu \varnothing 168,3/11 mm, stal typu R35, St3S (S297 JR)
 $f_d = 2150$ kG/cm²
- ▣ Beton do wypełnienia rur dalbowych i pachółów : C30/37
- ▣ Opony samochodowe typu ciężarowego wypełnione pianką poliuretanową.

Pozostałe warunki: patrz Projekt Wykonawczy nr 506/PW.

2.4. Slip lodziowy


Pochylnia o nawierzchni z żelbetowych (strunobeton) płyt lotniskowych $b \times l = 2,0 \times 6,0$ m, ułożonych na podbudowie z kruszywa mineralnego, podścielonej geowłókniną.

Bryła slipu (korpus i nawierzchnia) będą stabilizowane stalowymi ściankami szczelnymi:

- własnymi, od strony zachodniej i południowej; ścianki utwierdzone w gruncie, bez kotwienia górą.
- pirsu osłonowego, od strony północnej; ścianka kotwiona ściągam.
- skrzydła nabrzeża, od strony południowej; ścianka kotwiona ściągam.

Charakterystyka techniczno-użytkowa slipu, patrz część I p. 6.4.

MATERIAŁY:

- ▣ Grodzice ścianki dług. L = 8,0 m: stal S355GP, sztywność ścianki $W_x \geq 1000$ cm³/m, moduł (rozstaw zamków) 600 mm. Projektowana rzędna korony ścianki: zmienna, patrz rys. nr 3.
- ▣ Ogranicznik czołowy na progu dolnym: belka poliuretanowa $h = 15$ cm.
- ▣ Belka ochronna przy odwodnej krawędzi dolnego progu slipu: belka poliuretanowa
- ▣ Element ochronny boczny na podwodnej koronie ścianki południowej: gumowa taśma przenośnikowa grub. min. 14 mm, w kształcie .
- ▣ Pas ślizgowy szer. 60 cm, zamocowany w osi slipu: gumowa taśma przenośnikowa grubości $8 \div 12$ mm

Pozostałe warunki: patrz Projekt Wykonawczy nr 506/PW.

2.5. Pirs osłonowy slipu

Budowla jest technicznie i funkcjonalnie związana ze slipem i ma postać grodzy ze stalowej ścianki szczelnej, zwieńczonej żelbetowym oczepem ($b \times h = 40 \times 80$ cm), której dłuższe boki kotwione są wzajemnie poziomymi ściągnięciami prętowymi.

Schody u nasady pirsu mają szerokość użytkową $\sim 2,50$ m i cztery stopnie $b \times h = 35 \times 18$ cm.

Krawędzie stopni sfazowane 5×5 mm.

Charakterystyka techniczno-użytkowa pirsu, patrz część I p. 6.5.

MATERIAŁY:

- ▣ Grodzice ścianki dług. $L = 8,0$ m: stal S355GP, sztywność ścianki $W_x \geq 1000 \text{ cm}^3/\text{m}$, moduł (rozstaw zamków) 600 mm. Projektowana rzędna korony ścianki: $+ 0,55$ m Kr.
- ▣ Kleszcze NP140 (+ śruby, podkładki, nakrętki): stal typu S235JRG2 (odpowiednik St3S)
- ▣ Ściąg stalowe $\phi 36$ mm, z przegubami przy oczepach. Stal jw.
- ▣ Kątowniki ochronne krawędzi oczepu: $50 \times 50 \times 5$ mm z kotewkami, całość ocynkowana
- ▣ Stal zbrojeniowa oczepu: : A-IIIN (RB500)
- ▣ Beton: C30/37, kl. ekspoz. XD2, XA1 (oczepy na ścianie, schody)
- ▣ Balustrada stalowa typu mostowego.

Pozostałe warunki: patrz Projekt Wykonawczy nr 506/PW.

2.6. Roboty drogowe

Niewielkie ilości robót nawierzchniowych na naziomach budowli, tj.:

- ❖ za nabrzeżem:
 - nawierzchnia z kostki betonowej (ok. 45 m^2) – kontynuacja nawierzchni placu manewrowego;
 - nawierzchnie trawiaste (ok. 20 m^2) – kontynuacja jw.
- ❖ przed slipem: nawierzchnia z płyt ażurowych (ok. 9 m^2) – kontynuacja nawierzchni drogi dojazdowej do slipu;
Nawierzchnia jest przedłużeniem slipu i powinna być wykonana ze spadkiem $1: 5$ ($11,3^\circ$), jak slip.
- ❖ na pirsie osłonowym slipu: nawierzchnia z kostki betonowej (ok. 13 m^2) – jak za nabrzeżem i na placu manewrowym, należy wykonać zgodnie z ustaleniami, zaleceniami i warunkami technicznymi zawartymi w dokumentacji technicznej **część lądowa**, wyk. w 2019r. przez MAPLE Sp. z o.o.

2.7. Roboty ziemne

WYKOPY:

- technologiczne profilowanie podłoża pod konstrukcje nabrzeża (oczep, elementy kotwiące);
- jw. pod konstrukcje pirsu (oczepy, ściągnięcia);
- profilowanie podłoża pod slip.

ZASYPY:

- przygotowanie podłoża pod nawierzchnie za nabrzeżem, na slipie i wewnątrz pirsu
- przygotowanie podłoża pod trawniki.

należy wykonać zgodnie z ustaleniami, zaleceniami i warunkami technicznymi zawartymi w dokumentacji technicznej **część lądowa**, wyk. w 2019r. przez MAPLE Sp. z o.o.

2.8. Roboty pogłębiarskie

Projektowana rzędna dna przy budowlach przystani wynosi $H_T = - 2,5$ m Kr.

Zakres pogłębiania dna akwenu pokazano na rys. nr 1.

- Ilość gruntu do wybrania (szacowana): $\sim 700 \text{ m}^3$. Grunt nie jest zanieczyszczony.
- Rodzaj gruntu: głównie piaski drobne luźne, w dolnych partiach średnio zagęszczone. Szczegóły, patrz załącznik (3) – Wyciąg z dokumentacji geotechnicznej.
- Miejsce odkładu urobku: pole refulacyjne „D”, administrowane przez Urząd Morski w Szczecinie, usytuowane przy zachodnim brzegu Kanału Piastowskiego, graniczące z Zalewem Szczecińskim. Odległość pola od projektowanej przystani ok. 8,5 km.

UWARUNKOWANIA WYKONAWCZE

- Roboty pogłębiarskie do poziomu $-2,5 \text{ m Kr}$ należy rozpocząć po wykonaniu wszystkich budowli stałych (nabrzeże, slip, pirs), ale przed zainstalowaniem pomostów pływających. Ponadto, po upływie minimum 3 (trzech) tygodni od zakończenia betonowania oczepów i ułożenia blokad (woreczki z betonem) płyt lotniskowych na pirsie.
- Niewielka ilość wykopów podwodnych (profilowanie podłoża) musi być wykonana w trakcie budowy slipu. Roboty te można wykonać koparką chwytakową lub podsiębierną, na odkład. Grunt złożyć na dnie akwenu, na głębokości $h > -4 \text{ m}$, lub, jeśli przydatny, na lądzie.
- Termin pograżenia dalb cumowniczo-odbojowych oraz pali kotwiących pomosty pływające uzgodnić z wykonawcą robót pogłębiarskich. W zależności od rodzaju sprzętu pogłębiarskiego dalby i/lub pale mogą być przydatne, bądź utrudniać wykonanie robót.

3. Wyciąg z obliczeń statycznych

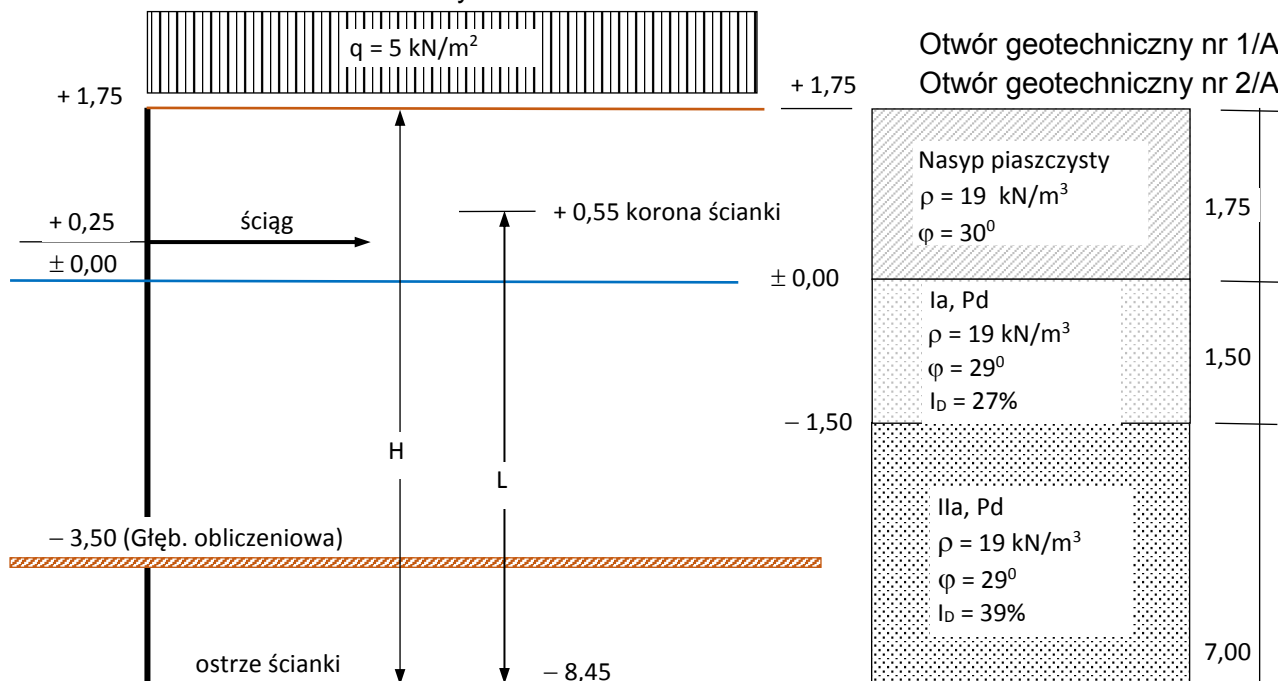
Projektant i główny autor obliczeń:

mgr inż. Witold Samolong upr. nr 82/Sz/76

Autor obliczeń wysiłków w ściankach szczeln.: mgr inż. Marek Włodarczyk upr. nr 347/Sz/83

3.1. Wymiarowanie ścianek szczelnych

NABRZEŻE – schemat obliczeniowy



NABRZEŻE: wyniki obliczeń programem ŚCIANKA v. 05/1

Utwierdzona					Wolnopodparta				
H [m]	L [m]	Rzędna ostrza [m]	R [kN]	M [kNm]	H [m]	L [m]	Rzędna ostrza [m]	R [kN]	M [kNm]
9,95	9,00	- 8,45	64,1	68,1	8,00	6,85	- 6,25	71,1	87,7

Wartości przyjęte do obliczeń:

$L = 9,0 \text{ m}$ odległość od korony ścianki do ostrza
 $R = 68 \text{ kN/m}$ reakcja na poziomie ścigu
 $M = 90 \text{ kNm/m}$ max. moment zginający

Wymiarowanie ścianki

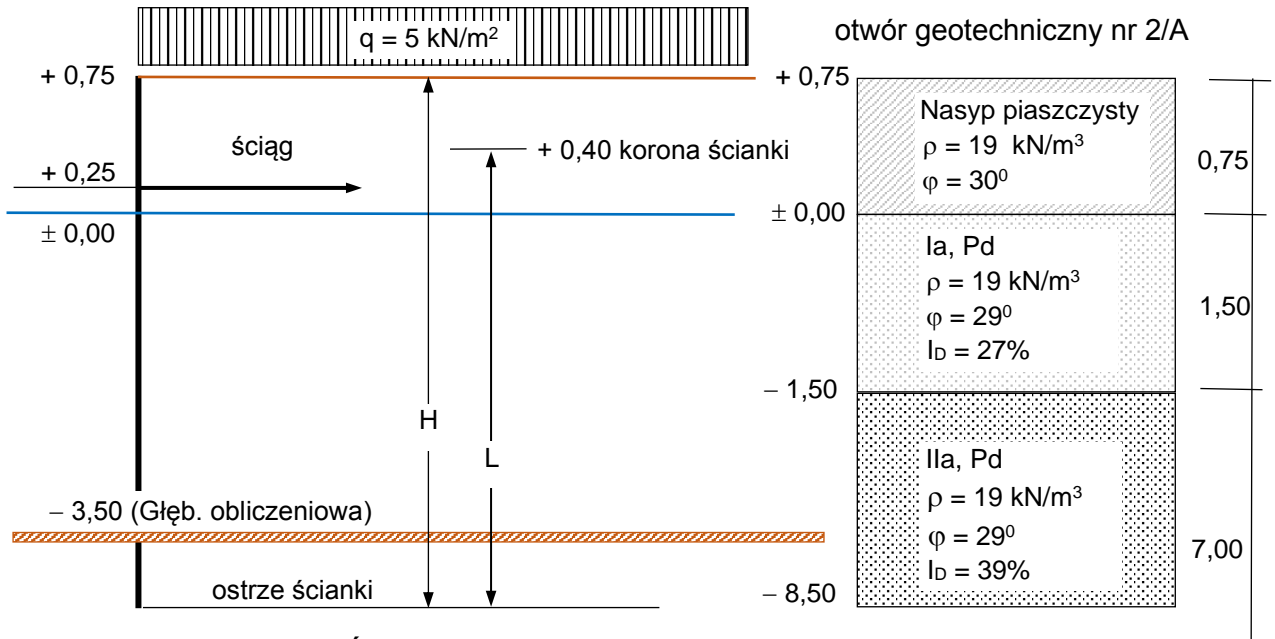
Potrzebna sztywność ścianki

$M = 90 \text{ kNm} = 900\,000 \text{ daNcm}$, współczynnik na wyoboczenie $\lambda = 1,4$

Utwierdzona: $W_x = \lambda \frac{M}{\sigma} = 1,4 \frac{900\,000}{1500} = 840 \text{ cm}^3$

Przyjęto: GU 13N: $W_x = 1270 \text{ cm}^3 > W_x = 840 \text{ cm}^3$, moduł zamków 60 cm, masa 59,9 kg/m grodzicy
 Wys. fali $h \approx 40 \text{ cm}$

PIRS OSŁONOWY – schemat obliczeniowy



Wyniki obliczeń programem ŚCIANKA v. 05/1

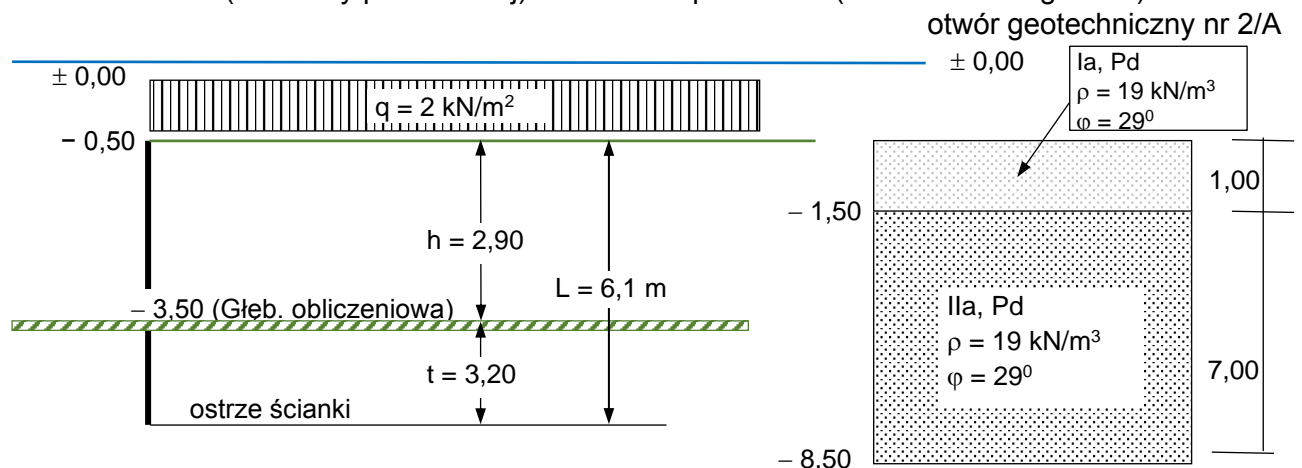
Utwierdzona					Wolnopodparta				
H [m]	L [m]	Rzędna ostrza [m]	R [kN]	M [kNm]	H [m]	L [m]	Rzędna ostrza [m]	R [kN]	M [kNm]
8,10	7,75	- 7,35	31,0	40,5	6,45	6,10	- 5,70	36,0	53,6

Wartości przyjęte do obliczeń:

$L = 8,0 \text{ m}$ odległość od korony ścianki do ostrza
 $R = 34 \text{ kN/m}$ reakcja na poziomie ścigu
 $M = 50 \text{ kNm/m} < M = 90 \text{ kNm/m}$ max. moment zginający. Przyjęto profil jak dla nabrzeża, patrz p. 1.1.

SLIP – schemat obliczeniowy

Ścianka boczna (od strony południowej). Ścianka wspornikowa (utwierdzona w gruncie)



Wyniki obliczeń programem ŚCIANKA v. 05/1Długość ścianki: $L = 6,1 \text{ m}$ Max. moment zginający $M = 43,62 \text{ kNm/m} \ll 90 \text{ kNm/m}$ (nabrzeże, patrz p. 1.1)

Przyjęto profil jak dla nabrzeża, patrz p. 1.1.

3.2. Wymiarowanie ściąгов**NABRZEŻE**Zakładany rozstaw: $d = 2,4 \text{ m}$ kąt graniczny ściągu $\alpha \leq 45^\circ$ Siła jednostkowa $s = R + c = 68 + 4 = 72 \text{ kN/m} = 7200 \text{ kG/m}$,gdzie $c = 4 \text{ kN/m}$ ciągnienie statkuSiła w ściągu $S = 7200 \times 2,4 \times 1,41 = 24\,365 \text{ kG} \approx 244 \text{ kN}$

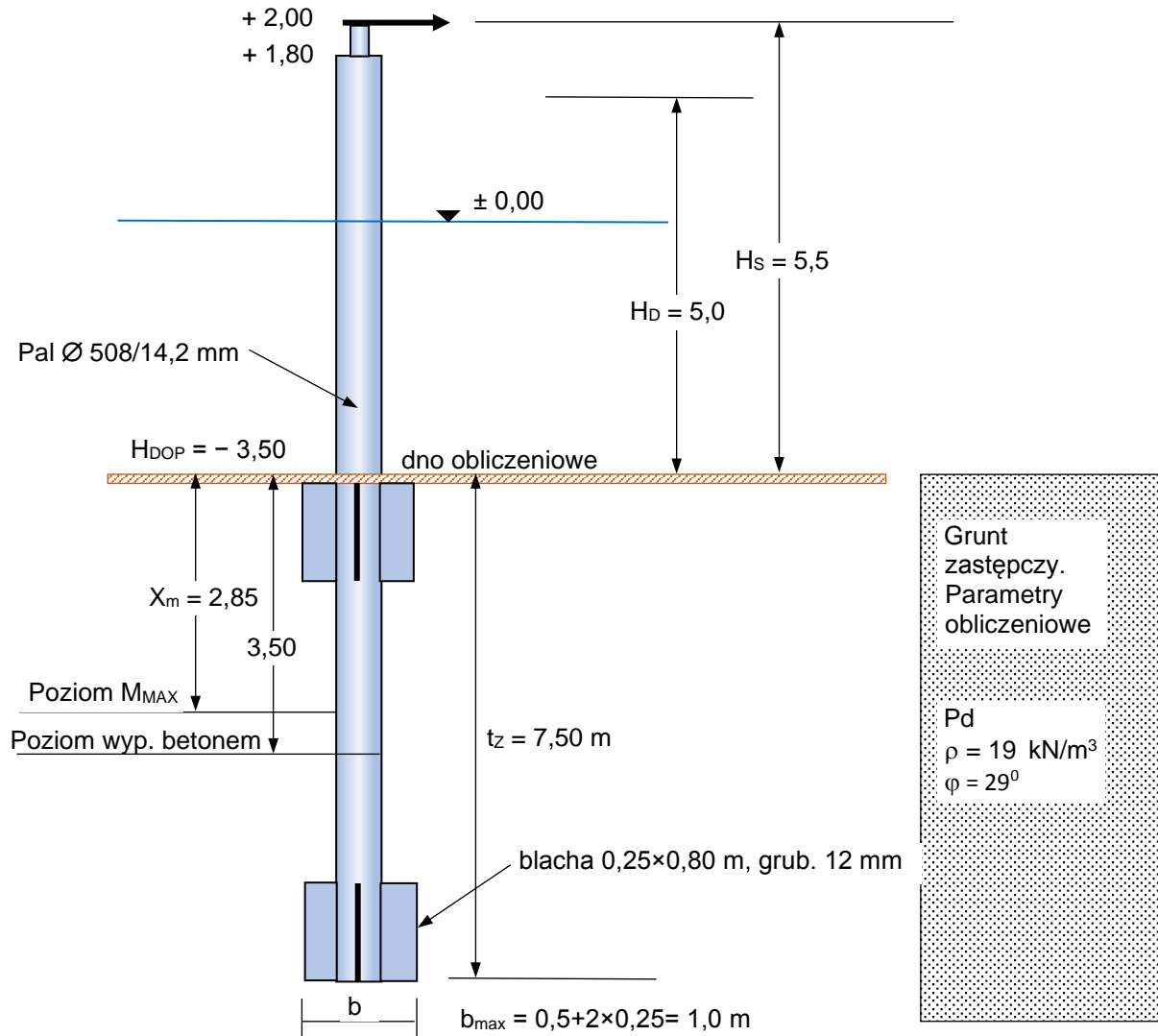
Potrzebny przekrój ściągu netto:

Ściągi ze stali typu St3S $f_d = \sigma = 0,75 \times 1950 \approx 1460 \text{ kG/cm}^2$ (wsp. 0,75 z uwagi na zginanie ściągow ciężarem gruntu)Potrzebny przekrój netto $A = \frac{R}{\sigma} = \frac{24\,365}{1460} \approx 14,7 \text{ cm}^2/\text{ciąg}$ Przyjęto pręt $\phi 48 \text{ mm}$, $A_{\text{netto}} = 14,7 \text{ cm}^2$ **PIRS**Zakładany rozstaw: $d = 2,4 \text{ m}$ ściągi prostopadłe do ścianekSiła jednostkowa $s = R + c = 34 + 4 = 38 \text{ kN/m} = 3800 \text{ kG/m}$,gdzie $c = 4 \text{ kN/m}$ ciągnienie statkuSiła w ściągu $S = 3800 \times 2,4 = 9\,120 \text{ kG} \approx 92 \text{ kN}$

Potrzebny przekrój ściągu netto:

ściągi ze stali typu St3S $f_d = \sigma = 0,65 \times 1950 \approx 1260 \text{ kG/cm}^2$ (wsp. 0,65 z uwagi na zginanie ściągow ciężarem gruntu)Potrzebny przekrój netto $A = \frac{R}{\sigma} = \frac{9\,120}{1260} \approx 7,3 \text{ cm}^2/\text{ciąg}$ Przyjęto pręt $\phi 36 \text{ mm}$, $A_{\text{netto}} = 8,1 \text{ cm}^2$ **3.3. Wymiarowanie kleszczy****NABRZEŻE**Obciążenie obliczeniowe: $k = 3400 \text{ kG/m}$ (patrz p. 2.1. – PIRS),rozstaw ściągow $d = 2,40 \text{ m}$ $M_K = 0,1 \times 3400 \times 2,4^2 = 1959 \text{ kGm} = 195\,900 \text{ kGcm}$ Potrzebna sztywność $W = \frac{M_K}{f_d} = \frac{195\,900}{2050} = 96 \text{ cm}^3$ kleszcz pojedynczy dwustronny:Przyjęto ze względów konstrukcyjnych $2 \times \text{NP140}$ $W_x \gg 96 \text{ cm}^3$, jeśli obydwie ceowniki połączone są konstrukcyjnie (spawanie) z grodzicami.**PIRS**Przyjęto $2 \times \text{NP140}$ jak dla nabrzeża, patrz wyżej.

3.4. Dalby cumowniczo-odbojowe



3.4.1. Założenia projektowe

Tramwaj wodny, podstawowe parametry statku (hipotetycznego):

- 🚢 Długość całkowita: L = 28 m
- 🚢 Szerokość całkowita: B = 8,5 m
- 🚢 Zanurzenie konstrukcyjne: T_K = 2,5 m
- 🚢 Pow. boczna nad wodnicą: F_C = 130 m² (boczna, efektywna powierzchnia nawiewu przy naporze statku na budowlę, lub wiatru od lądu)

Charakter i rozkład obciążeń:

- ➔ Siłę poziomą naporu kadłuba statku przenoszą dwa pale kotwiące pomost główny. Pozostałe, tj. pale kotwiące pomostu dojazdowego (szt. 2) stanowią rezerwę bezpieczeństwa
- ➔ Pal cumowniczo-odbojowy może być poddany działaniu siły poziomej, równej całkowitemu naporowi statku
- ➔ Na wszystkie pale kotwiące pomosty, działają takie same siły charakterystyczne.

3.4.2. Siła oddziaływania statku na pal kotwiący i/lub dalbę cumowniczo-odbojową

Napór wiatru – formuły obliczeniowe i oznaczenia: formuła ogólna (Z 19/3.2), wypadkowa parcia wiatru

$$Q_W = \frac{1}{2} \rho_p \times C_a \times V_w^2 (A_C \cos^2 \alpha_w + F_C \sin^2 \alpha_w) \quad [\text{N}]$$

przy wietrze prostopadłym do burty $\alpha_w = 90^\circ$

$$Q_W = \frac{1}{2} \rho_p \times C_a \times V_w^2 \times F_C$$

gdzie:

$\rho_p = 1,226 \text{ N/m}^3$ gęstość właściwa powietrza

$C_a = 1,35$ współczynnik aerodynamiczny

$V_w = 38 \text{ m/s}$ maksymalna prędkość wiatru (ok. 137 km/h)

A_c – czołowa, efektywna powierzchnia nawiewu

F_c – boczna, efektywna powierzchnia nawiewu (statek $F_c = 130 \text{ m}^2$)

Napór wiatru na statek: $Q_w = 0,5 \times 1,226 \times 1,35 \times 38^2 \times 130 = 155\,348 \text{ N} \approx 156 \text{ kN} \approx 16 \text{ T}$

Przyjęto:

- Napór statku na pojedynczą dalbę cumowniczo-odbojową: $Q_w = 16 \text{ T}$
- Oddziaływanie cumy na pojedynczą dalbę: $C = 0,5 \times 16 \times 1,41 \times 1,3 = 14,7 \text{ T} \approx 15 \text{ T}$, gdzie:
 - ➔ 0,5 – rozkład na dwie dalby
 - ➔ 1,41 – kąt rozwarcia cumy $\alpha \leq 45^\circ$
 - ➔ 1,3 – współczynnik nierównomierności obciążenia cum.
- Napór statku i pomostów pływających na pojedynczy pal kotwiący pomosty:

napór pomostów i trapu: pow. boczna pomostów i trapu: $A_c = 22 \times 2,2 \approx 49 \text{ m}^2$, gdzie 2,2 m = średnia wysokość obiektów pływających (pomosty + łodzie) zacumowanych na przystani.

$Q_w = 0,5 \times 1,226 \times 1,35 \times 38^2 \times 49 = 58\,554 \text{ N} \approx 59 \text{ kN} \approx 6 \text{ T}$

$P = 0,5 \times (16 + 6) \times 1,3 = 14,3 \approx 15 \text{ T}$, gdzie:

 - ➔ 0,5 – rozkład na dwie dalby
 - ➔ 1,3 – współczynnik nierównomierności oddziaływania na pale.

WNIOSKI:

- a) Wielkości obciążeń działających na pojedyncze dalby i pale kotwiące są zbliżone (16, 15 i 15 T). Racjonalnym będzie zatem zastosowanie takich samych parametrów przekroju pali.
- b) Dalby wymiaruje się na poziomą siłę cumowania $C = 16 \text{ T}$, punkt zaczepienia + 2,00 m Kr. Naprężenia w palu dalby wywołane naporem statku będą mniejsze: $P = 15 \text{ T} < C = 16 \text{ T}$, oraz punkt zaczepienia niżej + (1,8 – 0,3) = + 1,5 m < + 2,00 m.

3.4.3. Parametry wytrzymałościowe pala

Pale rurowe $\varnothing 508/14,2 \text{ mm}$, ze stali zwykłej typu R35, St3S (S297 JR) $R_{m0} = 0,83 \times 3750 = 3125 \text{ kg/cm}^2$ wypełnione betonem C30/37, kl. ekspoz. XD2, XA1,:

RURA: $W_x = 2\,645 \text{ cm}^3$ $J_x = 60\,198 \text{ cm}^4$ moduł sprężystości $E_s = 205 \text{ GPa}$

WYPEŁNIENIE:

$D = 508 - 2 \times 14,2 = 479,6 \text{ mm} \approx 47,9 \text{ cm}$ $J_b = 0,0491 D^4 = 0,0491 \times 47,9^4 = 258\,477 \text{ cm}^4$

$E_b = 32 \text{ GPa}$

Zastępczy moment bezwładności wypełnienia $J_z = \frac{E_b}{E_s} \times J_w = \frac{32}{205} \times 258\,477 = 40\,340 \text{ cm}^4$

Zastępczy wskaźnik wytrzymałości pala $W_z = \frac{J_x + J_z}{0,5D} = \frac{60\,198 + 40\,340}{0,5 \times 50,8} = 3\,958 \text{ cm}^3$

3.4.4. Wymiarowanie wg PEINERKASTEN SPUNDWAND HANDBUCH SALZGITTER STAHL, Düsseldorf 1971

Moment graniczny $M_{gr} = R_{m0} \times W_x = 3125 \times 3958 = 12\,368\,750 \text{ kgcm} \approx 123,7 \text{ Tm}$

Współczynnik odporu gruntu, dla $\varphi = 29^\circ$ i $\delta = 0^\circ$ (tarcie gruntu o stal) $\lambda' = 2,77$

Efektywny wsp. odporu $\lambda = m_1 \times \lambda'$ $m_1 = 0,81$ (wsp. korekcyjny)

$\lambda = 0,81 \times 2,77 = 2,25$ gęstość gruntu $\rho = 0,90 \text{ T/m}^3$

$F_w = \rho \times \lambda = 0,90 \times 2,25 = 2,02 \text{ T/m}^3$

a) Położenie maks. momentu zginającego

$$C = \frac{F_w}{6} X_m^2 (X_m + 3b) \rightarrow \frac{6C}{F_w} = X_m^2 (X_m + 3b)$$

$$\frac{6 \times 16}{2,02} = X_m^2 (X_m + 3 \times 1,0)$$

$$47,5 = X_m^2 (X_m + 3,0)$$

$$X_m = 2,85 \text{ m (od dna obliczeniowego – 3,50 m)}$$

$$47,5 = 47,5$$

Przyjęto poziom wypełnienia betonem $X_b = 3,50 \text{ m}$ (od dna obliczeniowego, tj. do – 7,00 m)

b) Wielkość maks. momentu zginającego

$$M_S = \frac{F_W}{24} X_m^2 [3X_m + X_m(4h_s + 8b) + 12h_s \cdot b]$$

$$M_S = \frac{2,02}{24} 2,85^2 [3 \cdot 2,85 + 2,85(4 \cdot 5,5 + 8 \cdot 1,00) + 12 \cdot 5,5 \cdot 1,00] = 109,4 \text{ Tm}$$

$$M_S = 109,4 \text{ Tm} < M_{gr} = 123,7 \text{ Tm}$$

c) Głębokość pograżenia pali

$$t_0^3 \frac{t_0 + 4b}{t_0 + h_s} = 4X_m^2(X_m + 3b) \quad t_0^3 \frac{t_0 + 4 \cdot 1,00}{t_0 + 5,5} = 4 \cdot 2,85^2(2,85 + 3 \cdot 1,00)$$

$$t_0^3 \frac{t_0 + 4,0}{t_0 + 5,5} = 190,07$$

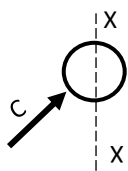
$$t_0 = 6,05 \text{ m} \quad 192,69 \approx 190,07$$

$$\text{Głębokość projektowa } t_z = 1,2t_0 = 1,2 \cdot 6,05 = 7,26 \text{ m}$$

$$\text{Przyjęto } t_z = 7,5 \text{ m}$$

d) Ugięcie dalby pod siłą statyczną C = 16 T

$$f = \frac{C}{3E \cdot J_x} (h_D + 0,65t_z)^3$$



$$J_C = 60198 + 40340 = 100\,538 \text{ cm}^4 = 1005 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E = 2\,050\,000 \text{ kG/cm}^2 = 20,5 \cdot 10^6 \text{ T/m}^2$$

$$H_D = 5,0 \text{ m} \quad t_z = 7,5 \text{ m}$$

$$f = \frac{16}{3 \cdot 20,5 \cdot 10^6 \cdot 1005 \cdot 10^{-6}} (5,0 + 0,65 \cdot 7,26)^3 = 0,238 \text{ m} \approx 24 \text{ cm}$$

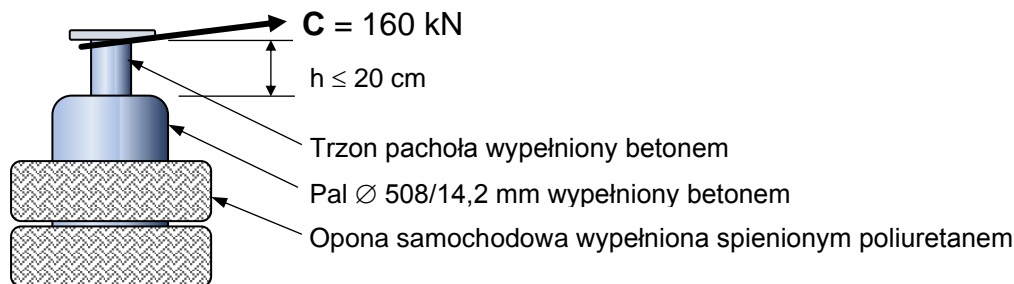
d) Całkowita długość rury na pal

$$\blacktriangledown \text{ rzędna korony rury: } R_z = +1,80 \text{ m}$$

$$\blacktriangledown \text{ głębokość obliczeniowa: } H_{dop} = -3,50 \text{ m}$$

$$\blacktriangledown \text{ głębokość pograżenia: } t_z = 7,50 \text{ m}$$

$$L_R = 1,80 + 3,50 + 7,50 = 12,80 \text{ m} \approx 13,0 \text{ m}$$

3.5. Pachol cumowniczy (na dalbie)

Moment zginający: $M_P = 1,3 \cdot 16\,000 \cdot 20 = 416\,000 \text{ kGcm}$, gdzie 1,3 – współczynnik przeciążenia

$$\text{Potrzebna sztywność } W = \frac{M_P}{f_d} = \frac{416\,000}{2150} = 194 \text{ cm}^3$$

Rura ze stali zwykłej typu R35, St3S (S297 JR) $f_d = 2150 \text{ kG/cm}^2$

$$\bullet \text{ } \varnothing 159/12,5 \text{ mm, sztywność } W_P = 195,5 \text{ cm}^3 > W = 194 \text{ cm}^3, \text{ lub}$$

$$\bullet \text{ } \varnothing 168,3/11 \text{ mm, sztywność } W_P = 200,7 \text{ cm}^3 > W = 194 \text{ cm}^3, \text{ lub}$$

$$\bullet \text{ } \varnothing 193,7/8 \text{ mm, sztywność } W_P = 208,1 \text{ cm}^3 > W = 194 \text{ cm}^3.$$

3.6. Pale kotwiące pomostów pływających – patrz p. 3.4.

mgr inż. Witold Samoląg

upr. bud. nr 82/Sz/76

Spec. budowie hydrotechnicznej

Dz. U. nr 3/75 poz. 46 § 13

Witold Samoląg