

SPIS ZAWARTOŚCI ELEMENTU III – PROJEKT TECHNICZNY

I. PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY – CZĘŚĆ OPISOWA

I.	DANE OGÓLNE.....	3
I.1.	Inwestor.....	3
I.2.	Lokalizacja.....	3
I.3.	Podstawa opracowania.....	3
I.4.	Przedmiot inwestycji i planowany sposób użytkowania.....	3
I.5.	Zakres projektowanych prac:.....	4
II.	STAN ISTNIEJĄCY, WARUNKI GRUNTOWO-WODNE I SPOSÓB POSADOWIENIA OBIEKTU BUDOWLANEGO.....	4
II.1.	Stan istniejący.....	4
II.2.	Roboty przygotowawcze i rozbiórkowe.....	4
II.3.	Warunki gruntowo-wodne.....	4
II.4.	Sposób posadowienia obiektu budowlanego.....	5
II.5.	Zestawienie charakterystycznych parametrów technicznych obiektu:.....	5
III.	ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE.....	6
III.1.	Pomost szerokości 7,5m (POMOST 05).....	6
III.2.	Pomost szerokości 4,0m (POMOST 04).....	6
III.3.	Pomost szerokości 2,5m (POMOST 06).....	7
III.4.	Slip 1.....	7
III.5.	Slip 2.....	8
III.6.	Pomosty pływające.....	8
III.7.	Rozwiązania materiałowe.....	8
III.8.	Izolacje.....	9
III.9.	Wytyczne wykonania obiektów.....	9
IV.	OBLICZENIA STATYCZNE – PODSTAWOWE WYNIKI.....	10
IV.1.	Zastosowane schematy statyczne pomostów.....	10
IV.2.	Pomost rozpiętości 7,5m (POMOST 05).....	10
IV.3.	Pomost rozpiętości 4,0m (POMOST 04).....	24
IV.4.	Pomost rozpiętości 2,5m (POMOST 06).....	35
V.	INFORMACJĘ O ZASADNICZYCH ELEMENTACH WYPOSAŻENIA BUDOWLANO-INSTALACYJNEGO, ZAPEWNIAJĄCYCH UŻYTKOWANIE OBIEKTU BUDOWLANEGO ZGODNIE Z PRZEZNACZENIEM.....	44
V.1.	Projektowane instalacje elektryczne.....	44
VI.	WARUNKI OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ.....	44
VII.	BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA I DOSTĘPNOŚĆ OBIEKTU	44

II.PROJEKT TECHNICZNY – CZĘŚĆ RYSUNKOWA

	NAZWA	SKALA
A.1	POMOSTY 04, 05, 06 - RZUTY	1:200
A.2	POMOSTY 04, 05 – PRZEKROJE P1, P2, P3, P5, P6	1:100
A.3	POMOSTY 04, 05 – PRZEKROJE P13, P14, P15	1:100/200
A.4	POMOSTY 04. 05 – PRZEKRÓJ P7	1:100
A.5	POMOST 06 – RZUTY, PRZEKROJE	1:100
A.6	POMOSTY 04, 05 – ZESTAWIENIE BALUSTRAD	1:500
A.7a	BALUSTRADY B1, B2, B3 i B4	1:50
A.7b	BALUSTRADY B5, B6, B7 i B8	1:50
A.7c	BALUSTRADY B9, B10, B11	1:50
A.7d	SCHEMAT BALUSTRADY I ZAMOCOWANIA	1:20
A.8	MAŁA ARCHITEKTURA – ŁAWKA	1:20
A.9	MAŁA ARCHITEKTURA – STOJAKA SPRZĘTU RATUNKOWEGO	1:20
A.10	MAŁA ARCHITEKTURA – RÓŻEK CUMOWNICZY	1:20
A.11	TABLICA INFORMACYJNA	1:20
K.1	POMOSTY 04, 05, 06 – RZUT PALI	1:200
K.2	POMOSTY 04, 05, 06 – RZUT BELEK I PODCIĄGÓW	1:200
K.3	POMOST 04 – PRZEKRÓJ P1, P2, P5 i P7	1:25
K.4	POMOST 05 – PRZEKRÓJ P3 i P6	1:25
K.5	POMOST 06 – PRZEKRÓJ P4 i P8	1:25
K.6	PALE	1:25
K.7	SLIP NR 1 – RZUTY, PRZEKROJE	1:100
K.8	SLIP NR 2– RZUTY, PRZEKROJE	1:100

III. DOKUMENTY, O KTÓRYCH MOWA W ART. 34 UST. 3D USTAWY

- kopia decyzji o nadaniu uprawnień budowlanych w specjalności konstrukcyjno-inżynierskiej w zakresie budowli hydrotechnicznych do projektowania bez ograniczeń – mgr inż. Martyna Karwowska
- kopia decyzji o nadaniu uprawnień budowlanych w specjalności konstrukcyjno-inżynierskiej w zakresie budowli hydrotechnicznych do projektowania bez ograniczeń – mgr inż. Dorota Karwowska
- kopia zaświadczenia o przynależności do POIB – mgr inż. Martyna Karwowska
- kopia zaświadczenia o przynależności do POIB – mgr inż. Dorota Karwowska
- oświadczenie projektantów o sporządzeniu projektu zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej

I. PROJEKT TECHNICZNY – CZĘŚĆ OPISOWA

I. DANE OGÓLNE

I.1. Inwestor

Urząd Miasta i Gminy w Sztumie, ul. Mickiewicza 39, 82-400 Sztum

I.2. Lokalizacja

Projektowana inwestycja zlokalizowana jest na terenie istniejącego kąpieliska na terenie miasta Sztum na działkach nr 221605_4.0003.239/8 ;221605_4.0002.[430/2, 431, 442/2, 446, 451/2].

I.3. Podstawa opracowania

- Umowa z Inwestorem
- Program funkcjonalno-użytkowy ustalony z Inwestorem
- Wizja lokalna
- Obowiązujące przepisy i normy
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz.1225)
- Prawo Budowlane (Dz.U. z 2023 r. poz. 682)
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2022 poz. 1679),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 marca 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2023 poz. 822)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. 2009 nr 124, poz. 1030 z późn. zm),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 5 sierpnia 2023 r. w sprawie uzgadniania projektu zagospodarowania działki lub terenu, projektu architektoniczno-budowlanego, projektu technicznego oraz projektu urządzenia przeciwpożarowego pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej (Dz.U. 2023 poz.1563)
- Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2016 poz.71)
- Obowiązujące normy branżowe;
- Mapa do celów projektowych w skali 1:500
- Decyzja Burmistrza Miasta i Gminy Sztum w sprawie ustalenia Lokalizacji Inwestycji Celu Publicznego nr 9/2023 z dnia 01.09.2023 dla inwestycji „budowa, rozbudowa, przebudowa i modernizacja plaży i kąpieliska nad Jeziorem Zajezierskim (Sztumskim) DZ. o.0002: 430/1, 430/2, 431,441, 442/1, 442/2, 444/13, 446, 451/2, 413, o. 0003.239/8 gm.Sztum, dalej [DoLICP]
- „opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego” z 16 listopada 2023 wykonana przez Adam Rekść, Karol Laube, upr. geolog. nr XIII-255 DOL, Agnieszka Grynda
- Decyzja pozwolenia wodnoprawnego nr GE.ZUZ.4210.6.2024.ŻM z dn. 07.02.2024 r.

I.4. Przedmiot inwestycji i planowany sposób użytkowania

Przedmiotem inwestycji jest budowa nowego zespołu pomostów na Jeziorze Zajezierskim w Sztumie wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną.

Zakres inwestycji obejmuje realizację:

- rozbiórkę istniejących pomostów,
- budowę nowego zespołu pomostów wraz z wykonaniem tymczasowych wejść,

- zewnętrznej instalacji elektrycznej wraz z oświetleniem pomostów,
- wykonanie ruraru poziomego do monitoringu wizyjnego na pomostach,
- budowę slipów do wodowania,
- obiektów małej architektury m.in. tablicy informacyjnej o dofinansowaniu,
- uporządkowanie i uzupełnienie nawierzchni piaskowej istniejącej i rozbudowywanej plaży,
- oczyszczenie dna jeziora w obrębie kąpieliska, w tym przede wszystkim badania saperskie w zakresie niewybuchów i niewypałów – zabezpieczenie i zniszczenie,

I.5. Zakres projektowanych prac:

Zakres projektowanych prac obejmuje:

- roboty pomiarowe i przygotowawcze,
- roboty rozbiórkowe istniejących pomostów i demontaż pomostów pływających,
- wbicie pali z rur stalowych o średnicy 219,1/10mm o długości 9,0 i 8,0 m
- ucięcie pali po zdemontowanych pomostach,
- wykonanie konstrukcji żelbetowej pomostów,
- montaż elementów drewnianych takich jak rygle i pokładu z desek kompozytowych 2,5-2,8 x14-16 cm trójsronnie struganych z załamanymi kantami impregnowanych i malowanych preparatem ochronnym,
- montaż pomostów pływających, wyposażenia pomostów takiego jak: drabinki, barierki, wieszaka koła ratunkowego i uchwytów cumowniczych wykonane ze stali nierdzewnej,
- wykonanie slipów,
- uporządkowanie terenu w miejscu prowadzenia robót,
- inwentaryzację geodezyjną powykonawczą pomostów.

II. STAN ISTNIEJĄCY, WARUNKI GRUNTOWO-WODNE I SPOSÓB POSADOWIENIA OBIEKTU BUDOWLANEGO

II.1. Stan istniejący

W obrębie projektowanych pomostów i slipów istnieją pomosty stałe posadowione na palach jak i pomosty pływające.

II.2. Roboty przygotowawcze i rozbiórkowe

Przed przystąpieniem do robót palowych i zagłębienia wciskania ścianki szczelnej przy slipach i pomostach należy rozebrać istniejącą nawierzchnię, usunąć warstwy podłoża na potrzebną głębokość oraz rozebrać istniejące pomosty a pale na których są posadowione uciąć równo z dnem po uprzednim wprowadzeniu pali projektowanych.

Nie wolno usuwać –wyrwać pali znajdujących się w miejscach projektowanych pomostów (pali).

Przed przystąpieniem do robót ziemnych należy zlokalizować dokładnie istniejące uzbrojenie podziemne poprzez dokonanie próbnych przekopów i w razie konieczności zabezpieczyć te instalacje lub w ostateczności przełożyć je i wykonać rozpoznanie saperskie.

II.3. Warunki gruntowo-wodne

Projektowany obiekt leży na obszarze makroregionu Pojezierze Iławskie. Pod względem geomorfologicznym analizowany teren znajduje się w obrębie wysoczyzny morenowej falistej.

Na terenie planowanych robót, które będą wykonywane w jeziorze Zajezierskim (Sztumskim), pod wodą od dna występują grunty rodzime mineralne, niespoiste składające się z piasków drobnych i średnich w stanie luźnym. Miąższość warstwy waha się od 0,9 m do 1,50 m. Pod nimi zalega nieprzewiercona warstwa piasków drobnych w stanie zagęszczonym. Poziom wód podziemnych znajduje się na rzędnej ok. 43,0 m n.p.m. (nawiercony na brzegu jeziora). Poziom wód gruntowych może ulegać wahaniom w stosunku do poziomu nawierconego o

około +/- 1,0 m.

Poziomy wody w akwenie:

Poziom wysoki wody : 45,90 m n.p.m.

Poziom niski wody: 45,40 m n.p.m.

Według przeprowadzonych badań podłoża gruntowego i zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U. nr 81 ,poz.463) i zgodnie z zasadami Eurokodu 7 PN-EN 1997-2 „Projektowanie geotechniczne .Część 2 : Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego”. Na podstawie powyższych aktów prawnych oraz uwzględniając charakterystykę projektowanego obiektu ,powinno się go zaliczyć do II kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowo-wodnych.

II.4. Sposób posadowienia obiektu budowlanego

Projektuje się pomosty o konstrukcji żelbetowej posadowionej na palach stalowych rurowych z pokładem z desek kompozytowych mocowanych do legarów drewnianych opartych i przymocowanych do konstrukcji żelbetowej pomostów śrubami. Projektowane pomosty tworzą literę U tworząc „zamkniętą” plażę .Poziom pokładu pomostów zaprojektowano na rzędnej $\pm 0,00= 46,40$ m n.p.m.

II.5. Zestawienie charakterystycznych parametrów technicznych obiektu:

POMOSTY STAŁE		
SZEROKOŚĆ	DŁUGOŚĆ	POWIERZCHNIA
POMOST 05		
7,5 m	61,995 m	457,57 m ²
POMOST 04		
4,0 m	31,37 m	124,48 m ²
4,0 m	79,785 m	317,25 m ²
POMOST 06		
2,5 m	37,14 m	92,85 m ²
SUMA DŁUGOŚCI I POWIERZCHNI	210,29 m	992,15 m ²

POMOSTY PŁYWAJĄCE		
SZEROKOŚĆ	DŁUGOŚĆ	POWIERZCHNIA
PRZY POMOSCIE 05		
1,475 m; 5,59 m	17,36 m	61,32 m ²
PRZY POMOSCIE 04		
1,25 m	22,00 m	27,50 m ²
1,25 m	10,15 m	12,69 m ²
1,25 m	15,60 m	19,50 m ²
2,25 m	80,07 m	180,16 m ²
2,50 m	13,35 m	33,38 m ²

4,00 m	9,00 m	36,00 m ²
PRZY POMOSCIE 06		
1,25 m	28,51 m	35,64 m ²
1,25 m	28,51 m	35,64 m ²
SUMA DŁUGOŚCI I POWIERZCHNI	224,55 m	441,83 m ²

SLIPY		
SZEROKOŚĆ	DŁUGOŚĆ	POWIERZCHNIA
3,00 m	15,27 m	45,02 m ²
3,00 m	18,24 m	54,26 m ²
SUMA DŁUGOŚCI I POWIERZCHNI	33,51 m	99,28 m ²

III. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE

III.1. Pomost szerokości 7,5m (POMOST 05)

Wymiary pomostu to: szerokość 7,5 m długość całkowita pomostu wynosi 61,995m. Belki pomostu rozpiętości 7,5 m zaprojektowano jako belki ocepowe (podciąg) żelbetowe trzyprzęsłowe. Przęsło główne rozpiętości 400 cm i dwa wsporniki o długości 175 cm każdy. Belka wsparta jest poprzez poduszki żelbetowe na palach.

Podciąg połączony są z prostopadłymi belkami łączącymi tworząc ruszt.

Wymiary belki ocepowej to 35x40 cm ;belki łączącej 35x40 cm. Poduszka żelbetowa nad palami (głowica pala) ma wymiary 52x52 cm o wysokości h=40cm zbrojone stalą o średnicy Ø 12 .Beton konstrukcji belek klasy min. C30/37 i wodoszczelności W8. Stal zbrojeniowa belek A-IIIN(RB 500) o średnicy Ø 14 i strzemiona o średnicy Ø 8 ze stali A –I.

Belki główne wsparte są poprzez poduszki na palach stalowych rurowych z dnem zamkniętym. Średnica pali to 219,1/10 mm. Rozstaw pali 400cm x350cm Pale zaprojektowano długości 9,0m.Stal pali S420J2H lub S460J2H.

Wymagana nośność pali 177 kN.

Pale po wprowadzeniu w grunt do projektowanej rzędnej ,obciąż do wymaganej rzędnej. Pal wypełnić piaskiem średnioziarnistym do wysokości ~ 80 cm od wierzchu głowicy pala, wstawić zbrojenie wykonane z 5 prętów Ø 12 i spirali wykonanej z pręta Ø 8.Spirala o skoku 24,5 cm.

Nawierzchnię pomostu zaprojektowano z desek kompozytowych grubości 2,5-2,8x14-16cm ryflowane ułożone i przymocowane będą do legarów drewnianych mocowanych do konstrukcji żelbetowej belek pomostów. . Legary to belki drewniane o wymiarach 125x125 mm rozstawionych co~ 410 mm z drewna klasy C30.

III.2. Pomost szerokości 4,0m (POMOST 04)

Pomosty te zaprojektowano w kształcie litery L .Wymiary pomostów to: szerokość

4,0 m ,długości odpowiednio wynoszą :31,37 m i 79,185 m .Belki pomostów rozpiętości 4,0 m zaprojektowano jako belki ocepowe (podciąg) żelbetowe trzyprzęsłowe. Przęsło główne rozpiętości 240 cm i dwa wsporniki o długości 80 cm każdy. Belka wsparta jest poprzez poduszki żelbetowe na palach. Podciąg połączony są z prostopadłymi belkami łączącymi tworząc ruszt.

Wymiary belki ocepowej to 30x35 cm ;belki łączącej 30x35 cm. Poduszka żelbetowa nad palami (głowica pala) ma wymiary 52x52 cm o wysokości h=40cm zbrojone stalą o średnicy Ø 12 .Beton konstrukcji belek klasy min. C30/37 i wodoszczelności W8.

Stal zbrojeniowa belek A-IIIN(RB 500) o średnicy Ø 14 i strzemiona o średnicy Ø 8 ze stali A –I.

Belki główne wsparte są poprzez poduszki na palach stalowych rurowych z dnem zamkniętym. Średnica pali to 219,1/10 mm. Rozstaw pali 240cm x350cm. Pale zaprojektowano długości 9,0m.Stal pali S420J2H lub S460J2H.

Wymagana nośność pali 177 kN.

Pale po wprowadzeniu w grunt do projektowanej rzędnej, obciążyć do wymaganej rzędnej. Pal wypełnić piaskiem średnioziarnistym do wysokości ~ 80 cm od wierzchu głowicy pala, wstawić zbrojenie wykonane z 5 prętów $\varnothing 12$ i spirali wykonanej z pręta $\varnothing 8$. Spirala o skoku 24,5 cm.

Nawierzchnię pomostu zaprojektowano z desek kompozytowych. Deski grubości 2,5-2,8x14-16 cm ryflowane ułożone i przymocowane będą do legarów drewnianych mocowanych do konstrukcji żelbetowej belek pomostów.

Legary to belki drewniane o wymiarach 125x125 mm rozstawionych co ~ 410 mm z drewna klasy C30.

III.3. Pomost szerokości 2,5m (POMOST 06)

Wymiary pomostu to: szerokość 2,5 m, długości wynosi 37,14 m. Belki oczepowe (podciąg) rozpiętości 250 cm zaprojektowano jako belki żelbetowe dwuprzęsłowe, dwuwspornikowe o wymiarach: wsporniki długości 125 cm każdy. Belka wsparta jest poprzez poduszki żelbetowe na palach. Podciągi połączone są z prostopadłymi belkami łączącymi tworząc ruszt.

Wymiary belki oczepowej to 20x35 cm; belki łączącej 35 x40 cm. Poduszka żelbetowa nad palami (głowica pala) ma wymiary 52x52 cm o wysokości h=40 cm. Rozstaw pali przyjęto 3,0 m.

Poduszka żelbetowa nad palami (głowica pala) ma wymiary 52x52 cm o wysokości h=40 cm zbrojona stalą o średnicy $\varnothing 12$. Beton konstrukcji belek klasy min. C30/37 i wodoszczelności W8. Stal zbrojeniowa belek A-IIIN (RB 500) o średnicy $\varnothing 12$

i strzemiona ze stali A-I o średnicy $\varnothing 6$.

Belki główne wsparte są poprzez poduszki na palach stalowych rurowych z dnem zamkniętym. Średnica pali to 219,1/10 mm. Rozstaw pali 400 cm x 350 cm. Pale zaprojektowano długości 8,0 m. Stal pali S420J2H lub S460J2H.

Wymagana nośność pali 165 kN.

Pale po wprowadzeniu w grunt do projektowanej rzędnej, obciążyć do wymaganej rzędnej. Pal wypełnić piaskiem średnioziarnistym do wysokości ~ 80 cm od wierzchu głowicy pala, wstawić zbrojenie wykonane z 5 prętów $\varnothing 12$ i spirali wykonanej z pręta $\varnothing 8$. Spirala o skoku 24,5 cm.

Nawierzchnię pomostu zaprojektowano z desek kompozytowych. Deski grubości 2,5-2,8x14-16 cm ryflowane ułożone i przymocowane będą do legarów drewnianych mocowanych do konstrukcji żelbetowej belek pomostów.

Legary to belki drewniane o wymiarach 125x125 mm rozstawionych co ~ 410 mm z drewna klasy C30.

We wszystkich pomostach rygle powinny być mocowane do konstrukcji żelbetowej pomostu za pomocą śrub ze stali nierdzewnej z szerokimi podkładkami. Przed wbudowaniem elementów drewnianych należy je zaimpregnować biologicznie i chemicznie środkami ogólnie dostępnymi na rynku. Deski przybijać do rygli gwoździami lub wkrętami ze stali nierdzewnej. Zastosować dwa gwoździe karbowane o wymiarach 125x6 mm na każde jedno połączenie.

Od strony wewnętrznej (plaży) do konstrukcji pomostów na palach mocowane będą pomosty pływające. Pomosty pływające będą również mocowane do konstrukcji pomostu 06. Sposób mocowania pomostów do konstrukcji zgodnie z wytycznymi producenta.

III.4. Slip 1

Projektowany slip służyć będzie do wodowania i wyciągania łodzi a jego realizacja ma na celu poprawę warunków obsługi ruchu turystycznego.

Wymiary slipu wynoszą: szerokość 3,0 m, długość 18,24 m. Nawierzchnię slipu zaprojektowano z żelbetowych płyt drogowych gr. 15 cm ułożonych na 40 cm warstwie podbudowy z kruszywa granitowego, na 20 cm odcinającej warstwie żwiru rozłożonego na wyprofilowanym dnie akwenu. Pod warstwą żwiru ułożyć geowłókninę filtracyjną. Wzdłuż slipu projektuje się umocnienie bocznych i czołowej krawędzi narzutem kamiennym.

Nawierzchnie slipu należy wykonać z prefabrykowanych płyt drogowych gr. 15 cm ułożonych z nachyleniem 13%.

Należy zastosować płyty wykonane z betonu min .B30(C30/37)W6 zbrojonego stalą AIIIIN RB500. Wykonanie płyt należy zlecić specjalistycznemu zakładowi prefabrykacji .

Płyty po ułożeniu należy połączyć klamrami stalowymi w celu wyeliminowania możliwości ich przemieszczania się. U podstawy slipu należy osadzić w dnie palisadę z 6 rur stalowych $\varnothing 114,3/6,3\text{mm}$ długości $\sim 250\text{cm}$.

III.5. Slip 2

Projektowany slip tak jak slip nr 1 służyć będzie do wodowania i wyciągania łodzi a jego realizacja ma na celu poprawę warunków obsługi ruchu turystycznego.

Wymiary slipu wynoszą : szerokość 3,0m, długość 15,265m. Nawierzchnię slipu zaprojektowano z żelbetowych płyt drogowych gr.15 cm ułożonych na 40 cm warstwie podbudowy z kruszywa granitowego, na 20 cm odcinającej warstwie żwiru rozłożonego na wyprofilowanym dnie akwenu. Pod warstwą żwiru ułożyć geowłókninę filtracyjną .Wzdłuż slipu projektuje się umocnienie bocznych i czołowej krawędzi narzutem kamiennym.

Nawierzchnie slipu należy wykonać z prefabrykowanych płyt drogowych gr.15 cm ułożonych z nachyleniem 18%.. Należy zastosować płyty wykonane z betonu min .B30(C30/37)W6 zbrojonego stalą AIIIIN RB500. Wykonanie płyt należy zlecić specjalistycznemu zakładowi prefabrykacji .

Płyty po ułożeniu należy połączyć klamrami stalowymi w celu wyeliminowania możliwości ich przemieszczania się. U podstawy slipu należy wykonać zakończenie ze ścianki szczelnej stalowej długości $\sim 250\text{cm}$.

Przy obu slipach (pochylniach) należy usytuować oznakowanie żeglugowe w postaci znaków żeglugowych : "Zakaz wytwarzania fali" A.9 oraz „Zezwolenie na wodowanie i wyciąganie statków na brzeg „E.22. Lokalizacja ww. znaków wg projektu zagospodarowania działki. Znaki powinny być przykręcane do słupka –rury $\varnothing 80 \times 3,2$ L=4,0m ze stali ocynkowanej. Wymiary tablic 600x600 mm.

III.6. Pomosty pływające

W obrębie projektowanych pomostów stałych istnieją również pomosty pływające. Projektowane są po obu stronach pomostu 06, o wymiarach 1,25 x 28,51m, przy pomostach 04 i 05 od strony kąpieliska (wewnętrznej) o wym. 1,25 x 15,60m, 2,25 x 80,07m, pomost z podwyższeniem, w kształcie trapezu prostokątnego, o wym. podstaw 5,59 i 1,25m i wys. 17,36m, zgodnie z rysunkami architektury, oraz pomost na środku kąpieliska w kształcie litery „T” o wym. 2,5 x 13,35m i 4,0 x 9,0 m. Dodatkowo od strony zewnętrznej pomostu 04, zgodnie z rysunkiem, znajduje się pomost pływający obsługujący niewielkie łodzie turystyczne i sportowe, głównie kajaki, o wym. 1,25 x 22,0m na który prowadzi z brzegu trap przegubowy o tej samej konstrukcji.

Nawierzchnię pomostów pływających zaprojektowano, na wzór pomostów stałych, z desek kompozytowych. Deski grubości 2,5-2,8x14-16 cm ryflowane ułożone i przymocowane będą do legarów drewnianych, do których od spodu przymocowane będą polietylenowe płytki wypornościowe zapewniające wyporność 4 kN/m² do poziomu pływalności. Legary to belki drewniane o wymiarach 125x125 mm rozstawionych co $\sim 410\text{ mm}$ z drewna klasy C30.

III.7. Rozwiązania materiałowe

- Deski kompozytowe ryflowane grubości 2,5-2,8x14-16 cm z kompozytu drewna i tworzyw sztucznych o wzmocnionej konstrukcji (deska inżynierska) do stosowania na pomostach,
- Legary - belki drewniane o wymiarach 125x125 mm z drewna sosnowego klasy C30 impregnowane i malowane preparatem ochronnym,
- Śruby ze stali nierdzewnej z szerokimi podkładkami.
- Gwoździe lub wkręty ze stali nierdzewnej.
- Beton konstrukcji belek klasy min. C30/37 i wodoszczelności W8 oraz o klasie ekspozycji XS2.
- Pręty do zbrojenia betonu ze stali AIIIIN i AI.
- Pale rurowe o średnicy $\varnothing 219,1/10\text{ mm}$ długości 9 i 8,0m. Stal pali S420J2H lub S460J2H.
- Prefabrykowane płyty drogowe gr.15 cm z betonu min .B30(C30/37)W6 zbrojonego stalą AIIIIN RB500.
- Kruszywo granitowe

- Żwir
- Geotkanina filtracyjna
- Rury stalowe \varnothing 114,3/6,3mm długości ~250cm.
- Profile ścianki szczelnej GU16-400 ze stali 3270 (wg producenta).
- Preparaty biologiczne i chemiczne do impregnacji drewna,

III.8. Izolacje

-Elementy drewniane przed wbudowaniem należy zaimpregnować biologicznie i chemicznie środkami ogólnie dostępnymi na rynku.

-Pale stalowe przed dostarczeniem na plac budowy należy zabezpieczyć antykorozyjnie na całej długości powłoką malarską epoksydową o grubości 150 μ m

Deski mocować do rygli wkrętami ze stali nierdzewnej. Ilość i rodzaj wkrętów zgodne z zaleceniami producenta.

III.9. Wytyczne wykonania obiektów

Lokalizację obiektów należy wyznaczyć w oparciu o część rysunkową –plan sytuacyjny i podane lokalizacje w układzie współrzędnych N i E.

Przed przystąpieniem do robót ziemnych należy powiadomić zainteresowane firmy, instytucje i użytkowników, których uzbrojenie znajduje się w miejscu lokalizacji komór o terminie rozpoczęcia robót.

W przypadku napotkania w trakcie wykonywania robót na uzbrojenie nie wykazane w inwentaryzacji należy napotkane uzbrojenie zabezpieczyć lub przełożyć i powiadomić odpowiedniego użytkownika.

Wszystkie napotkane urządzenia energetyczne należy traktować jako czynne, będące pod napięciem i grożące porażeniem.

Rozebrać istniejącą nawierzchnię.

Wykopy należy wykonać ręcznie a w przypadku braku kolizji z uzbrojeniem można wykonywać z użyciem sprzętu mechanicznego. Ośrodki geodezyjne oraz ZUD nigdy nie gwarantują, że na planie sytuacyjnym pokazano 100% istniejącego uzbrojenia.

Roboty ziemne należy wykonać zgodnie z normą **PN-B-06050** : 1999 ;

PN-B-10736 :1999oraz **PN-S-02205** : 1998r.

Wszystkie napotkane przewody podziemne w wykopie, krzyżujące się lub biegnące równolegle z wykopem, powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniem, a w razie potrzeby podwieszone lub podparte w sposób zapewniające eksploatację.

Pale wbić w dno jeziora według rysunku „Plan palowania”. Wytyczenie pali na podstawie współrzędnych geodezyjnych dokona uprawniony geodeta. Podczas wbijania pali należy prowadzić dziennik wbicia .

Przed przystąpieniem do robót palowych i zagłębiania wciskania ścianki szczelnej przy slipach i pomostach należy rozebrać istniejącą nawierzchnię , usunąć warstwy podłoża na potrzebną głębokość oraz rozebrać istniejące pomosty a pale na których są posadowione uciąć równo z dnem po uprzednim wprowadzeniu pali projektowanych .

Nie wolno usuwać – wyrywać pali znajdujących się w miejscach projektowanych pomostów (pali).

Przed przystąpieniem do robót ziemnych należy zlokalizować dokładnie istniejące uzbrojenie podziemne poprzez dokonanie próbnych przekopów i w razie konieczności zabezpieczyć te instalacje lub w ostateczności przełożyć je i wykonać rozpoznanie saperskie.

Slipy należy wykonywać w osłonie grodzy ziemnej.

Wykonanie każdego robót ma być potwierdzone każdorazowo wpisem do dziennika budowy.

Roboty należy prowadzić w okresie najniższych poziomów wód gruntowych .

Roboty budowlane należy prowadzić zgodnie z „Wytycznymi technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych” wydanych przez ITB i MGPIB; ze Specyfikacją Techniczną będącą częścią opracowania oraz przepisami bhp i p.poż.

IV. OBLICZENIA STATYCZNE – PODSTAWOWE WYNIKI

IV.1. Zastosowane schematy statyczne pomostów

Głównym schematem statycznym pomostów są belki oczepowe (podciąg) trzyprzęsłowe przęsło główne i dwa wsporniki. Podciąg połączone są z prostokątnymi belkami łączącymi tworząc ruszt. Belka oczepowa wsparta jest poprzez poduszki żelbetowe nad palami. Pale są podporami belek oczepowych. Do rusztów żelbetowych przymocowane będą legary drewniane pokryte deskami drewnianymi.

IV.2. Pomost rozpiętości 7,5m (POMOST 05)

Nawierzchnia pomostu

Nawierzchnię pomostu zaprojektowano drewnianą. Deski gr 25-28 mm oparte na legarach 125x125 mm rozstawionych co ~ 410 mm.

Obliczenia legara:

Przyjęte obciążenia:

-Deski kompozytowe gr 28 mm $0,028 \cdot 6,0 = 0,168 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,50 \text{ m} = 0,588 \text{ kN/m} \cdot 1,2$

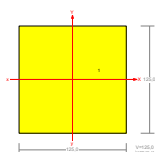
Obciążenie na legar $0,168 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,4 \text{ m} = 0,0672 \text{ kN/m} \cdot 1,2$

Obciążenie zmienne eksploatacyjne

$$p = 2,0 \cdot 0,40 = 0,8 \text{ kN/m} \cdot 1,4$$

Obciążenie śniegiem

$$S = 0,96 \cdot 0,40 = 0,384 \text{ kN/m} \cdot 1,5$$



przekrój

CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU:

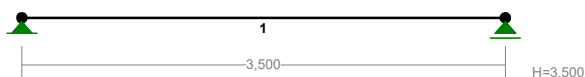
Materiał: 46 Drewno C30

Gł.centrosie bezwładn. [cm]:	Xc=	6,2	Yc=	6,2
			alfa=	0,0
Momenty bezwładności [cm ⁴]:	Jx=	2034,5	Jy=	2034,5
Moment dewiacji [cm ⁴]:			Dxy=	0,0
Gł.momenty bezwładn. [cm ⁴]:	Ix=	2034,5	Iy=	2034,5
Promienie bezwładności [cm]:	ix=	3,6	iy=	3,6
Wskaźniki wytrzymał. [cm ³]:	Wx=	325,5	Wy=	325,5
	Wx=	-325,5	Wy=	-325,5
Powierzchnia przek. [cm ²]:			F=	156,3
Masa [kg/m]:			m=	5,9
Moment bezwładn.dla zginania w płaszczyzn. [cm ⁴]:	Jzg=	2034,5		

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm ³]	Sy: [cm ³]	F: [cm ²]
1	B 125x125	0	0,00	0,00	0,0	0,0	156,3

Przyjęty schemat statyczny

**BUDOWA, ROZBUDOWA, PRZEBUDOWA I MODERNIZACJA PLAŻY I KĄPIELISKA NAD JEZIOREM ZAJEZIERSKIM
(SZTUMSKIM) – ETAP I – ROZBIÓRKA I BUDOWA POMOSTÓW**



OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :
Grupa: A ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,07	0,07	0,00	3,50
Grupa: B ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe	0,0	0,80	0,80	0,00	3,50
Grupa: C ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	0,38	0,38	0,00	3,50

Wyniki

SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x [m] :	M [kNm] :	Q [kN] :	N [kN] :
1	0,00	0,000	-0,0	3,2	0,0
	0,50	1,750	2,8*	0,0	0,0
	1,00	3,500	0,0	-3,2	0,0

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x [m] :	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		
46 Drewno C30					
1	0,00	0,000	0,0	-0,0	0,000
	0,50	1,750	-8,7	8,7	0,288*
	1,00	3,500	-0,0	0,0	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

BUDOWA, ROZBUDOWA, PRZEBUDOWA I MODERNIZACJA PLAŻY I KĄPIELISKA NAD JEZIOREM ZAJEZERSKIM
(SZTUMSKIM) – ETAP I – ROZBIÓRKA I BUDOWA POMOSTÓW

Węzeł :	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	0,0	3,2	3,2	
2	0,0	3,2	3,2	

Przekrój: 1 "B 125x125"

Wymiary przekroju:

$$h=125,0 \text{ mm} \quad b=125,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_x=2034,5; \quad J_y=2034,5 \text{ cm}^4; \quad A=156,25 \text{ cm}^2; \quad i_x=3,6; \quad i_y=3,6 \text{ cm}; \quad W_x=325,5; \quad W_y=325,5 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$K_{mod} = 0,70$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,22 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 3,07 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,62 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,75 \text{ m}$; $x_b=1,75 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABC".

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem ($k_{crit} = 1$).

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,8 / 325,52 \times 10^3 = \mathbf{8,7} < \mathbf{16,2} = 1,000 \times 16,15 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,75 \text{ m}$; $x_b=1,75 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,7}{16,15} + 0,7 \times \frac{0,0}{16,15} = \mathbf{0,5} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{8,7}{16,15} + \frac{0,0}{16,15} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,75 \text{ m}$; $x_b=1,75 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABC".

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 23,3 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń statycznych (ciężar własny + "w"):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1+k_{def}) = -0,5 \times (1 + 0,60) = -0,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1+k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("ABC"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1+k_{def}) = -10,0 \times (1 + 0,50) = -15,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1+k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,50) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,8 + -15,0 = \mathbf{15,8} < \mathbf{23,3} = u_{net,fin}$$

Belka ocepowa (podciąg)

Belkę ocepowa (podciąg) zaprojektowano jako belkę żelbetową trzyprzęsłową, przęsło główne i dwa wsporniki o wymiarach: przęsło rozpiętości 400 cm, wsporniki długości 175 cm każdy. Belka wsparta jest poprzez poduszki żelbetowe nad palami. Podciągi połączone są z prostopadłymi belkami łączącymi tworząc ruszt.

Wymiary belki ocepowej to 35x40 cm ;belki łączącej 35 x40 cm.Poduszka żelbetowa nad palami (głowica pala) ma wymiary 52x52 cm o wysokości h=40cm.

Przyjęty schemat statyczny belki ocepowej:



22 - ciągnio

PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	3	1,750	0,000	1,750	1,000	1 B 400x350
2	00	3	4	4,000	0,000	4,000	1,000	1 B 400x350
3	00	4	2	1,750	0,000	1,750	1,000	1 B 400x350

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	1400,0	186667	142917	9333	9333	40,0	37 Beton B37

Obciążenia:

Belka ocepowa $0,40 \times 0,35 \times 24,0 = 3,36 \text{ kN/m} \times 1,1$

Obciążenie legarami $\frac{0,125 \times 0,125}{0,40} \times 6,0 = 0,234 \text{ kN/m}^2 \times 1,1$

Obciążenie legarami na belkę ocepową $0,234 \times 3,5 = 0,82 \text{ kN/m} \times 1,1$

obciążenie deskami pomostu $0,028 \times 6,0 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \times 1,2$

Obciążenie deskami na belkę ocepową $0,17 \times 3,5 = 0,6 \text{ kN/m} \times 1,2$

Obciążenie zmienne eksploatacyjne

$$p = 2,0 = 2,0 \text{ kN/m}^2 \times 1,4$$

**BUDOWA, ROZBUDOWA, PRZEBUDOWA I MODERNIZACJA PLAŻY I KĄPIELISKA NAD JEZIOREM ZAJEZIERSKIM
(SZTUMSKIM) – ETAP I – ROZBIÓRKA I BUDOWA POMOSTÓW**

Obciążenie zmienne na belkę oczepową

$$P=2,0*3,5=7,0 \text{ kN/m} *1,4$$

Obciążenie śniegiem

$$S=0,96=0,960 \text{ kN/m}^2 *1,5$$

Obciążenie śniegiem na belkę oczepową

$$S=0,96*3,5=3,36 \text{ kN/m} *1,5$$

OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""						
				Zmienne	$\gamma_f= 1,10$	
1	Liniowe	0,0	0,82	0,82	0,00	1,75
2	Liniowe	0,0	0,82	0,82	0,00	4,00
3	Liniowe	0,0	0,82	0,82	0,00	1,75
Grupa: B ""						
				Zmienne	$\gamma_f= 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,59	0,59	0,00	1,75
2	Liniowe	0,0	0,59	0,59	0,00	4,00
3	Liniowe	0,0	0,59	0,59	0,00	1,75
Grupa: C ""						
				Zmienne	$\gamma_f= 1,40$	
1	Liniowe	0,0	7,00	7,00	0,00	1,75
2	Liniowe	0,0	7,00	7,00	0,00	4,00
3	Liniowe	0,0	7,00	7,00	0,00	1,75
Grupa: D ""						
				Zmienne	$\gamma_f= 1,50$	
1	Liniowe	0,0	3,36	3,36	0,00	1,75
2	Liniowe	0,0	3,36	3,36	0,00	4,00
3	Liniowe	0,0	3,36	3,36	0,00	1,75

Wyniki:

SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	0,0	0,0
	1,00	1,750	-31,1	-35,6	0,0
2	0,00	0,000	-31,1	40,6	0,0
	0,50	2,000	9,5*	-0,0	0,0
	1,00	4,000	-31,1	-40,6	0,0
3	0,00	0,000	-31,1	35,6	0,0
	1,00	1,750	0,0	0,0	0,0

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
3	0,0	76,2	76,2	

4

0,0

76,2

76,2

Sprawdzenie przekrojów przyjętego zbrojenia

Cechy przekroju wsporniki:

Wymiary przekroju [cm]:

$h=40,0$, $b=35,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B37

$f_{ck}=30,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 30,0/1,50=20,0$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=1400$ cm², $J_{cx}=186667$ cm⁴, $J_{cy}=142917$ cm⁴

STAL: A-IIIN (RB 500)

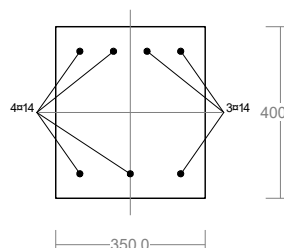
$f_{yk}=500$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420$ MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=10,78$ cm², $\rho=100(A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 10,78/1400=0,77$ %,

$J_{sx}=2204$ cm⁴, $J_{sy}=905$ cm⁴,



Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCD**

Momenty zginające:

$M_x=7,8$ kNm,

$M_y=0,0$ kNm,

Siły poprzeczne:

$V_y=-17,8$ kN,

$V_x=0,0$ kN,

Siła osiowa:

$N=0,0$ kN = N_{sd} ,

Zbrojenie wymagane:

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=10,00$ ‰):

$A_{s1}=1,59$ cm² < min $A_{s1}=1,80$ cm², przyjęto $A_{s1}=1,80$ cm², $\Rightarrow (2 \times 14 = 3,08$ cm²),

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2}=0$ nie jest obliczeniowo wymagane. * | * ($\epsilon_c=-0,85$ ‰):

$A_{s2}=0,00$ cm² $\Rightarrow (0 \times 14 = 0,00$ cm²) *

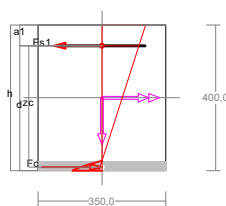
$A_s=A_{s1}+A_{s2}=1,59$ cm², $\rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 1,59/1400=0,11$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=40,0$, $d=34,3$, $x=2,7$ ($\xi=0,078$),

$a_1=5,7$, $a_c=0,9$, $z_c=33,4$, $A_{cc}=94$ cm²,

$\epsilon_c=-0,85$ ‰, $\epsilon_{s1}=10,00$ ‰,



Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c=-68,5$, $F_{s1}=68,5$,

$M_c=13,1$, $M_{s1}=9,8$,

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c+F_{s1}=-68,5+(68,5)=-0,0$ kN ($N_{sd}=0,0$ kN)

$M_c+M_{s1}=13,1+(9,8)=22,9$ kNm ($M_{sd}=22,9$ kNm)

Nośność przekroju prostopadłego:

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=6,16$ cm²,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=4,62$ cm²,

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=10,78$ cm², $\rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 10,78/1400=0,77$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=40,0$, $d=34,3$, $x=9,1$ ($\xi=0,265$),

$a_1=5,7$, $a_2=5,7$, $a_c=3,1$, $z_c=31,2$, $A_{cc}=318$ cm²,

$\epsilon_c=-0,22$ ‰, $\epsilon_{s2}=-0,08$ ‰, $\epsilon_{s1}=0,60$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -66,4, F_{s1} = 73,8, F_{s2} = -7,5,$$

$$M_c = 11,2, M_{s1} = 10,6, M_{s2} = 1,1,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 85,1 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 11,2 + (10,6) + (1,1) = 22,9 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=8$ mm ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210$ MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{30} / 500 = 0,00088$$

Rozstaw strzemion:

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **15,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (15,0 \times 35,0 \times 1,000) = 0,00191$$

$$\rho_w = 0,00191 > 0,00088 = \rho_{w,min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 30,5 < 96,7 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,528 \times 20,0 \times 35,0 \times 30,9 \times 10^{-1} = 570,5 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 30,5 < 570,5 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 1,367$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 27,8 \times (1,000) = 13,9 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 61,3 + 13,9 = 75,2 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 73,8 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 73,8$ kN

$$F_{td} = 73,8 < 258,6 = 6,16 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = 0,4 \times 1,0 \times 2,9 \times 700 / 260 = 3,12 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 6,16 > 3,12 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 9333 \times 10^{-3} = 27,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 14,3 < 27,1 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{32000}{1 + 2,00} = 10667 \text{ MPa}$$

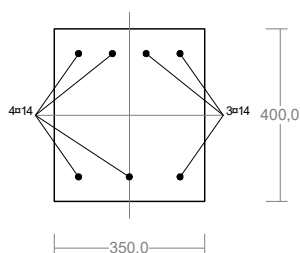
Moment rysujący: $M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 9333 \times 10^{-3} = 27,1 \text{ kNm}$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -23,4 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 0,000 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta $(1/\rho)$ z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{\infty,d} = 0,5 - 0,5 + 0,9 = 0,9 \text{ mm}$$

Cechy przekroju belka $l=4,0\text{m}$:



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=40,0, \quad b=35,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B37

$$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 30,0 / 1,50 = 20,0 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1400 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 186667 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 142917 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIN (RB 500)

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \quad \gamma_s = 1,15, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 10,78 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 10,78 / 1400 = 0,77 \%,$$

$$J_{sx} = 2204 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 905 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCD**

Momenty zginające: $M_x = -9,5 \text{ kNm},$

$$M_y = 0,0 \text{ kNm},$$

Siły poprzeczne: $V_y = -0,0 \text{ kN},$

$$V_x = 0,0 \text{ kN},$$

Siła osiowa: $N = 0,0 \text{ kN} = N_{sd},$

Zbrojenie wymagane:

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1} = 2,18 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 14 = 3,08 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane. * | * ($\epsilon_c = -1,02 \text{ ‰}$):

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \times 14 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 2,18 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 2,18 / 1400 = 0,16 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=40,0, \quad d=34,3, \quad x=3,2 \quad (\xi=0,092),$$

$$a_1=5,7, \quad a_c=1,1, \quad z_c=33,2, \quad A_{cc}=111 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -1,02 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -93,8, \quad F_{s1} = 93,8,$$

$$M_c = 17,7, M_{s1} = 13,4,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -93,8 + (93,8) = -0,0 \text{ kN} \quad (N_{sd} = 0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 17,7 + (13,4) = 31,1 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 31,1 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -90,2, F_{s1} = 100,6, F_{s2} = -10,3,$$

$$M_c = 15,3, M_{s1} = 14,4, M_{s2} = 1,5,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 85,1 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 15,3 + (14,4) + (1,5) = 31,1 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 8$ mm ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210$ MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{30} / 500 = 0,00088$$

Rozstaw strzemion:

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostokątne do osi pręta o rozstawie **15,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (15,0 \times 35,0 \times 1,000) = 0,00191$$

$$\rho_w = 0,00191 > 0,00088 = \rho_{w,min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 6

Początek i koniec odcinka: $x_a = 333,3 \quad x_b = 400,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{sd} = 0,0;$

$$V_{sd,max} = -40,6 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{sd} = -33,7$ kN

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{6,16}{35,0 \times 34,3} = 0,00513; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00513$.

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = 0,0 / 1400,00 \times 10 = 0,0 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,0$ MPa.

$$V_{Rd1} = 96,7 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 33,7 < 96,7 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{sd} = 33,7 < 96,7 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,528 \times 20,0 \times 35,0 \times 30,9 \times 10^{-1} = 570,5 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 40,6 < 570,5 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 3,875$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{sd}| (\cot\theta - V_{Rd32}/V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times 38,1 \times (1,000) = 19,1 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 84,6 + 19,1 = 103,7 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 100,6 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 100,6 \text{ kN}$

$$F_{td} = 100,6 < 258,6 = 6,16 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju:

$$x = 3,875 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{sd} = -19,7 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = -28,7 \text{ kN}$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$
$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,9 \times 700 / 260 = 3,12 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 6,16 > 3,12 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 9333 \times 10^{-3} = 27,1 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 19,7 < 27,1 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{32000}{1 + 2,00} = 10667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 9333 \times 10^{-3} = 27,1 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -23,4 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = -23,4 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_l = 20,3 \text{ cm}$ $I_l = 227876 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_l = 10667 \times 227876 \times 10^{-5} = 24307 \text{ kNm}^2$$

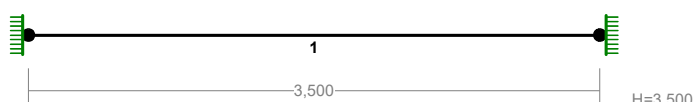
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,000 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta

(1/ρ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{\infty,d} = 0,1 - 0,1 + 0,2 = 0,2 \text{ mm}$$

Belka łącząca belki oczepowe

Przyjęty schemat statyczny belki łączącej poduszki palowe i belki oczepowe



WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	1400,0	186667	142917	9333	9333	40,0	18 Beton B 35

OBCIĄŻENIA:

([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	""					
1	Liniowe	0,0	1,05	Zmienne	γ _f = 1,10	0,00 3,50
Grupa: B	""					
1	Liniowe	0,0	0,64	Zmienne	γ _f = 1,20	0,00 3,50
Grupa: C	""					
1	Liniowe	0,0	7,50	Zmienne	γ _f = 1,40	0,00 3,50
Grupa: D	""					
1	Liniowe	0,0	3,60	Zmienne	γ _f = 1,50	0,00 3,50

SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-22,0	37,7	0,0
	0,50	1,750	11,0*	-0,0	0,0
	1,00	3,500	-22,0	-37,7	0,0

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

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

18 Beton B 35

BUDOWA, ROZBUDOWA, PRZEBUDOWA I MODERNIZACJA PLAŻY I KĄPIELISKA NAD JEZIOREM ZAJEZIERSKIM (SZTUMSKIM) – ETAP I – ROZBIÓRKA I BUDOWA POMOSTÓW

1	0,00	0,000	2,4	-2,4	0,119*
	1,00	3,500	2,4	-2,4	0,119*

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

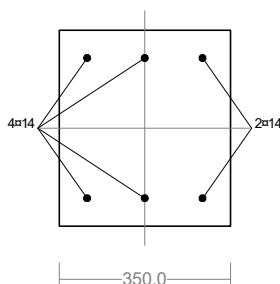
Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,0	37,7	37,7	22,0
2	0,0	37,7	37,7	-22,0

Cechy przekroju belki łączącej:

Wymiary przekroju [cm]:

$h=40,0$, $b=35,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej



BETON: B37

$$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 30,0 / 1,50 = 20,0 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1400 \text{ cm}^2, J_{cx} = 186667 \text{ cm}^4, J_{cy} = 142917 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIN (RB 500)

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \gamma_s = 1,15, f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 9,24 \text{ cm}^2, \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 9,24 / 1400 = 0,66 \%$$

$$J_{sx} = 1889 \text{ cm}^4, J_{sy} = 857 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCD**

Momenty zginające:

$$M_x = -11,0 \text{ kNm},$$

$$M_y = 0,0 \text{ kNm},$$

Siły poprzeczne:

$$V_y = -0,0 \text{ kN},$$

$$V_x = 0,0 \text{ kN},$$

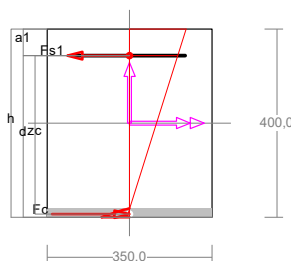
Siła osiowa:

$$N = 0,0 \text{ kN} = N_{sd},$$

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN},$$



$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(11,6^2 + 0,0^2)} = 11,6 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} (f_{td} = 478 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmacnienia}),$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1} = 0,80 \text{ cm}^2 < \min A_{s1} = 1,80 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } A_{s1} = 1,80 \text{ cm}^2, \Rightarrow (2\phi 14 = 3,08 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane.* | *)

($\epsilon_c = -0,58 \text{ ‰}$):

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0\phi 14 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 0,80 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 0,80 / 1400 = 0,06 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 40,0, d = 34,3, x = 1,9 (\xi = 0,055),$$

$$a_1 = 5,7, a_c = 0,6, z_c = 33,7, A_{cc} = 66 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,58 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -34,6, F_{s1} = 34,6, \\ M_c = 6,7, M_{s1} = 4,9,$$

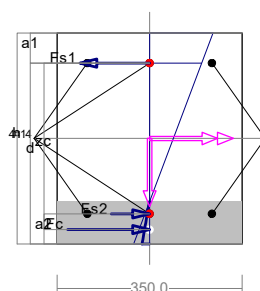
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -34,6 + (34,6) = -0,0 \text{ kN} (N_{sd} = 0,0 \text{ kN}) \\ M_c + M_{s1} = 6,7 + (4,9) = 11,6 \text{ kNm} (M_{sd} = 11,6 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN}, \\ M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(11,6^2 + 0,0^2)} = 11,6 \text{ kNm} \\ f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} (f_{td} = 478 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$



$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2, \\ \text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 4,62 \text{ cm}^2, \\ A_s = A_{s1} + A_{s2} = 9,24 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 9,24 / 1400 = 0,66 \% \\ \text{Wielkości geometryczne [cm]:} \\ h = 40,0, d = 34,3, x = 8,0 (\xi = 0,234), \\ a_1 = 5,7, a_2 = 5,7, a_c = 2,7, z_c = 31,6, A_{cc} = 281 \text{ cm}^2, \\ \varepsilon_c = -0,12 \text{ ‰}, \varepsilon_{s2} = -0,04 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1} = 0,40 \text{ ‰},$$

$$\text{Wielkości statyczne [kN, kNm]:} \\ F_c = -33,8, F_{s1} = 37,1, F_{s2} = -3,3,$$

$$M_c = 5,9, M_{s1} = 5,3, M_{s2} = 0,5,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 65,1 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 5,9 + (5,3) + (0,5) = 11,6 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 8 \text{ mm}$ ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w, \min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{30} / 500 = 0,00088$$

Rozstaw strzemion:

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostokątne do osi pręta o rozstawie **15,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (15,0 \times 35,0 \times 1,000) = 0,00191 \\ \rho_w = 0,00191 > 0,00088 = \rho_{w, \min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 4

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{sd} = -31,2 \text{ kN}$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,0 \text{ MPa}$.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d = \\ = [0,35 \times 1,26 \times 1,30 \times (1,2 + 40 \times 0,00385) + 0,15 \times 0,0] \times 35,0 \times 34,3 \times 10^{-1} = 93,2 \text{ kN} \\ V_{sd} = 31,2 < 93,2 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{sd} = 31,2 < 93,2 = V_{Rd1} \\ v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528 \\ V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,528 \times 20,0 \times 35,0 \times 30,9 \times 10^{-1} = 570,5 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 31,2 < 570,5 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Summaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 24,1 + 14,1 = 38,2 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 37,1 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 37,1 \text{ kN}$

$$F_{td} = 37,1 < 194,0 = 4,62 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju: $x = 3,062 \text{ m}$

Siły przekrojowe: $M_{sd} = -5,7 \text{ kNm}$
 $N_{sd} = 0,0 \text{ kN}$
 $V_{sd} = -21,2 \text{ kN}$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_{s1} = 4,62 > 3,12 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 9333 \times 10^{-3} = 27,1 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 5,7 < 27,1 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 9333 \times 10^{-3} = 27,1 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -16,5 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = -16,5 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_1 = 20,0 \text{ cm}$ $I_1 = 222080 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_1 = 10667 \times 222080 \times 10^{-5} = 23689 \text{ kNm}^2$$

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,750 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta $(1/\rho)$ z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{\infty,d} = 0,1 - 0,1 + 0,3 = 0,3 \text{ mm}$$

Palowanie pomostu szerokości 7,5m

Dane wyjściowe :

Rozstaw pali pod belkami (oczepami) 4,0 m, rozstaw pali wzdłuż pomostu co 3,5 m.

Do obliczeń pali przyjęto warstwy geotechniczne przedstawione w opracowaniu firmy TESTLAND Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego. Otwór badawczy POM4 OTW+DP i POM3

OTW+DP oraz POM2 OTW+DP.

Do obliczenia palowania wybrano najbardziej niekorzystny schemat obciążeń wynikający z obliczeń pomostu (maksymalną reakcję).

Obciążenie na pal.

Maksymalna reakcja z belki oczepowej $R_1=76,2$ kN
 Maksymalna reakcja z belki łączącej $R_2=37,7$ kN
 Razem obciążenie na pal $Q=113,9$ kN

Obliczenie pali

Sprawdzono nośność pojedynczego pala z rury stalowej o średnicy 219,1/10 mm z dnem zamkniętym .Pal długości 9,0 m.

$$N_t = N_p + N_s = S_p \cdot q^{(r)} \cdot A_p + \sum S_{si} \cdot t_i \cdot A_{si} = 245,6 \text{ kN}$$

$$Q_r = m \cdot N_t = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 245,6 = 176,832 \text{ kN} > 113,9 \text{ kN}$$

Pozostawiamy pal długości 9,0 m z uwagi na duże zanurzenie w wodzie i brak badań w miejscu wprowadzaniu pali w grunt.

Należy wyznaczyć pale do próbnego obciążenia 2 szt.

IV.3. Pomost rozpiętości 4,0m (POMOST 04)

Nawierzchnia pomostu

Nawierzchnię pomostu zaprojektowano z desek kompozytowych gr 28 mm oparte na legarach 125x125 mm rozstawionych co~ 410 mm.

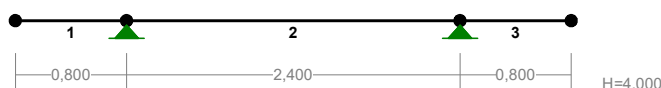
Obliczenia nawierzchni przedstawiono w punkcie IV.2.

Belka oczepowa (podciąg)

Belkę oczepową (podciąg) zaprojektowano jako belkę żelbetową trzyprzęślową, przęsło główne i dwa wsporniki o wymiarach: przęsło rozpiętości 240 cm, wsporniki długości 80 cm każdy. Całkowita długość belki wynosi 400 cm. Belka wsparta jest poprzez poduszki żelbetowe nad palami. Podciągi połączone są z prostopadłymi belkami łączącymi tworząc ruszt.

Wymiary belki oczepowej to 30x35 cm ;belki łączącej 30 x35 cm. Poduszka żelbetowa nad palami (głowica pala) ma wymiary 52x52 cm o wysokości h=40cm.

Przyjęty schemat statyczny belki oczepowej:



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	3	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 350x300
2	00	3	2	2,400	0,000	2,400	1,000	1 B 350x300

**BUDOWA, ROZBUDOWA, PRZEBUDOWA I MODERNIZACJA PLAŻY I KĄPIELISKA NAD JEZIOREM ZAJEZIERSKIM
(SZTUMSKIM) – ETAP I – ROZBIÓRKA I BUDOWA POMOSTÓW**

3 00 2 4 0,800 0,000 0,800 1,000 1 B 350x300

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] I_x[cm⁴] I_y[cm⁴] W_g[cm³] W_d[cm³] h[cm] Materiał:

1 1050,0 107187 78750 6125 6125 35,0 18 Beton B 35

Obciążenia:

Belka ocepowa $0,30 \cdot 0,35 \cdot 24,0 = 2,52 \text{ kN/m} \cdot 1,1$

Obciążenie legarami $\frac{0,125 \cdot 0,125}{0,40} \cdot 6,0 = 0,28 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,1$

Obciążenie legarami na belkę ocepową $0,28 \cdot 3,5 = 0,98 \text{ kN/m} \cdot 1,1$

obciążenie deskami pomostu $0,028 \cdot 6,0 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2$

Obciążenie deskami na belkę ocepową $0,17 \cdot 3,5 = 0,6 \text{ kN/m} \cdot 1,2$

Obciążenie zmienne eksploatacyjne

$p = 2,0 = 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4$

Obciążenie zmienne na belkę ocepową

$P = 2,0 \cdot 3,5 = 7,0 \text{ kN/m} \cdot 1,4$

Obciążenie śniegiem

$S = 0,96 = 0,960 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5$

Obciążenie śniegiem na belkę ocepową

$S = 0,96 \cdot 3,5 = 3,36 \text{ kN/m} \cdot 1,5$

Belka łącząca $0,30 \cdot 0,35 \cdot 24,0 = 2,52 \text{ kN/m} \cdot 1,1$

Obciążenie legarami $0,28 \text{ kN/m}^2 \cdot (0,75 + 1,5) = 0,63 \text{ kN/m} \cdot 1,1$

obciążenie deskami pomostu $0,168 \cdot (0,75 + 1,50) = 0,378 \text{ kN/m} \cdot 1,2$

Obciążenie zmienne eksploatacyjne

$p = 2,0 = 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4$

Obciążenie zmienne na belkę łączącą

$P = 2,0 \cdot (0,75 + 1,5) = 4,5 \text{ kN/m} \cdot 1,4$

Obciążenie śniegiem na belkę łączącą

$S = 0,96 \cdot (0,75 + 1,5) = 2,16 \text{ kN/m} \cdot 1,5$

OBCIĄŻENIA:

([kN] , [kNm] , [kN/m])

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

Grupa: A ""

Zmienne $\gamma_f = 1,10$

1	Liniowe	0,0	0,98	0,98	0,00	0,80
2	Liniowe	0,0	0,98	0,98	0,00	2,40
3	Liniowe	0,0	0,98	0,98	0,00	0,80

Grupa: B ""

Zmienne $\gamma_f = 1,20$

1	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	0,80
2	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	2,40
3	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	0,80

Grupa: C ""

Zmienne $\gamma_f = 1,40$

BUDOWA, ROZBUDOWA, PRZEBUDOWA I MODERNIZACJA PLAŻY I KĄPIELISKA NAD JEZIOREM ZAJEZIERSKIM (SZTUMSKIM) – ETAP I – ROZBIÓRKA I BUDOWA POMOSTÓW

1	Liniowe	0,0	7,00	7,00	0,00	0,80
2	Liniowe	0,0	7,00	7,00	0,00	2,40
3	Liniowe	0,0	7,00	7,00	0,00	0,80
Grupa: D ""						
				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	3,36	3,36	0,00	0,80
2	Liniowe	0,0	3,36	3,36	0,00	2,40
3	Liniowe	0,0	3,36	3,36	0,00	0,80

SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,0	-0,0	0,0
	1,00	0,800	-6,2	-15,5	0,0
2	0,00	0,000	-6,2	23,3	0,0
	0,50	1,200	7,8*	0,0	0,0
	1,00	2,400	-6,2	-23,3	0,0
3	0,00	0,000	-6,2	15,5	0,0
	1,00	0,800	0,0	0,0	0,0

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
2	0,0	38,8	38,8	
3	0,0	38,8	38,8	

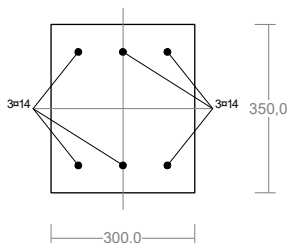
Wyliczenie zbrojenia wspornik

Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$h=35,0$, $b=30,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej



BETON: B37

$$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 30,0 / 1,50 = 20,0 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1050 \text{ cm}^2, J_{cx} = 107187 \text{ cm}^4, J_{cy} = 78750 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIN (RB 500)

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \gamma_s = 1,15, f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 9,24 \text{ cm}^2, \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 9,24 / 1050 = 0,88 \%,$$

$$J_{sx} = 1286 \text{ cm}^4, J_{sy} = 533 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCD**

Momenty zginające: $M_x = 1,7 \text{ kNm}$, $M_y = 0,0 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = -8,1 \text{ kN}$, $V_x = 0,0 \text{ kN}$,

Siła osiowa: $N = 0,0 \text{ kN} = N_{sd}$.

Zbrojenie wymagane:

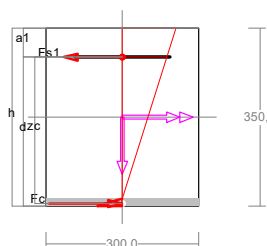
Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰}$):

$A_{s1}=0,50 \text{ cm}^2 < \min A_{s1}=1,32 \text{ cm}^2$, przyjęto $A_{s1}=1,32 \text{ cm}^2$, $\Rightarrow (1\varnothing 14 = 1,54 \text{ cm}^2)$,

Dodatkowe zbrojenie ściskane ($A_{s2}=0$ nie jest obliczeniowo wymagane. * | * ($\epsilon_c=-0,53 \text{ ‰}$):

$A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0\varnothing 14 = 0,00 \text{ cm}^2)$ *

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=0,50 \text{ cm}^2$, $\rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 0,50/1050=0,05 \text{ ‰}$



Wielkości geometryczne [cm]:

$h=35,0$, $d=29,3$, $x=1,5$ ($\xi=0,051$),

$a_1=5,7$, $a_c=0,5$, $z_c=28,8$, $A_{cc}=44 \text{ cm}^2$,

$\epsilon_c=-0,53 \text{ ‰}$, $\epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰}$,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c=-21,6$, $F_{s1}=21,6$,

$M_c=3,7$, $M_{s1}=2,5$,

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c+F_{s1}=-21,6+(21,6)=-0,0 \text{ kN}$ ($N_{sd}=0,0 \text{ kN}$)

$M_c+M_{s1}=3,7+(2,5)=6,2 \text{ kNm}$ ($M_{sd}=6,2 \text{ kNm}$)

Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości obliczeniowe:

$N_{sd}=0,0 \text{ kN}$,

$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(6,2^2 + 0,0^2)} = 6,2 \text{ kNm}$

$f_{cd}=20,0 \text{ MPa}$, $f_{yd}=420 \text{ MPa}$ ($f_{td}=478 \text{ MPa}$ - uwzgl. wzmocnienia),

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=4,62 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=4,62 \text{ cm}^2$,

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=9,24 \text{ cm}^2$, $\rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 9,24/1050=0,88 \text{ ‰}$

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 54,9 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 3,2 + (2,8) + (0,3) = 6,2 \text{ kNm}$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=8 \text{ mm}$ ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{30} / 500 = 0,00088$$

Rozstaw strzemion:

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (18,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00186$$

$$\rho_w = 0,00186 > 0,00088 = \rho_{w,min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 1

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{sd} = 9,8 < 73,9 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,528 \times 20,0 \times 30,0 \times 26,4 \times 10^{-1} = 417,7 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 15,5 < 417,7 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,700 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 13,6 \times (1,000) = 6,8 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 18,0 + 6,8 = 24,8 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 23,5 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 23,5 \text{ kN}$

$$F_{td} = 23,5 < 194,0 = 4,62 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_{s1} = 4,62 > 1,22 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 6125 \times 10^{-3} = 17,8 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 3,5 < 17,8 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 6125 \times 10^{-3} = 17,8 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -4,6 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = -4,6 \text{ kNm}$.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 0,416 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 0,0 \text{ mm}$$

$$a = 0,0 < 4,0 = a_{lim}$$

Przęsło o rozpiętości 240 cm

Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=35,0, \quad b=30,0,$$

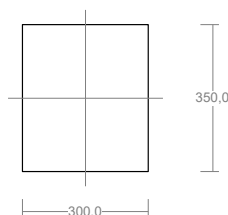
Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20

$$f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 16,0 / 1,50 = 10,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1050 \text{ cm}^2, J_{cx} = 107187 \text{ cm}^4, J_{cy} = 78750 \text{ cm}^4$$



Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCD**

Momenty zginające: $M_x = -7,8 \text{ kNm}$, $M_y = 0,0 \text{ kNm}$,

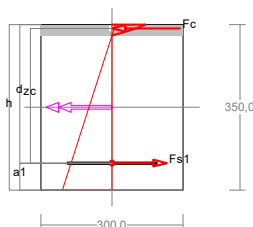
Siły poprzeczne: $V_y = 0,0 \text{ kN}$, $V_x = 0,0 \text{ kN}$,

Siła osiowa: $N = 0,0 \text{ kN} = N_{sd}$.

Zbrojenie wymagane:

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1} = 0,63 \text{ cm}^2 < \min A_{s1} = 1,32 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } A_{s1} = 1,32 \text{ cm}^2, \Rightarrow (1 \times 14 = 1,54 \text{ cm}^2),$$



Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane.* | * ($\epsilon_c = -0,86 \text{ ‰}$),):

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \times 14 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 0,63 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 0,63 / 1050 = 0,06 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 35,0, d = 29,3, x = 2,3 (\xi = 0,079),$$

$$a_1 = 5,7, a_c = 0,8, z_c = 28,5, A_{cc} = 69 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,86 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -27,2, F_{s1} = 27,2,$$

$$M_c = 4,5, M_{s1} = 3,2,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -27,2 + (27,2) = -0,0 \text{ kN} (N_{sd} = 0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 4,5 + (3,2) = 7,8 \text{ kNm} (M_{sd} = 7,8 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostopadłego:

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 4,62 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 9,24 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 9,24 / 1050 = 0,88 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 35,0, d = 29,3, x = 9,6 (\xi = 0,329),$$

$$a_1 = 5,7, a_2 = 5,7, a_c = 3,2, z_c = 26,1, A_{cc} = 289 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,16 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -0,07 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 0,33 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -24,3, F_{s1} = 30,4, F_{s2} = -6,1,$$

$$M_c = 3,5, M_{s1} = 3,6, M_{s2} = 0,7,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 51,8 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 3,5 + (3,6) + (0,7) = 7,8 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 8 \text{ mm}$ ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{16} / 500 = 0,00064$$

Rozstaw strzemion:

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **21,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (21,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00160$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00160} > \mathbf{0,00064} = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 4

Początek i koniec odcinka: $x_a = 180,0$ $x_b = 240,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,0$;

$$V_{Sd \max} = -23,3 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = -17,6$ kN

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{17,6} < \mathbf{51,1} = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,562 \times 10,7 \times 30,0 \times 26,4 \times 10^{-1} = 237,7 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{23,3} < \mathbf{237,7} = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,975$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 4,4 \times (1,000) = 2,2 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciąganych:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 28,4 + 2,2 = 30,6 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 30,4 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 30,4$ kN

$$F_{td} = \mathbf{30,4} < \mathbf{194,0} = 4,62 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 525 / 500 = 0,80 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \mathbf{4,62} > \mathbf{0,80} = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 6125 \times 10^{-3} = 11,6 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 5,4 < 11,6 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = 5,8$ kN nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = 5,8 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_1 = 17,5 \text{ cm}$ $I_1 = 133796 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_1 = 9667 \times 133796 \times 10^{-5} = 12934 \text{ kNm}^2$$

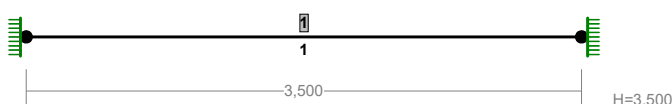
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,200 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 0,2 \text{ mm}$$

$$a = 0,2 < 12,0 = a_{lim}$$

Belka łącząca belki oczepowe

Przyjęty schemat statyczny belki łączącej:



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	3,500	0,000	3,500	1,000	1 B 350x300

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	1050,0	107187	78750	6125	6125	35,0	18 Beton B 35

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	"stałe"			Stale	$\gamma_f = 1,10$	
1	Liniowe	0,0	0,63	0,63	0,00	3,50
Grupa: B	"deski"			Stale	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,38	0,38	0,00	3,50
Grupa: C	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe	0,0	4,50	4,50	0,00	3,50
Grupa: D	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	2,16	2,16	0,00	3,50

SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	-13,7	23,6	0,0
	0,50	1,750	6,9*	-0,0	0,0
	1,00	3,500	-13,7	-23,6	0,0

* = Wartości ekstremalne

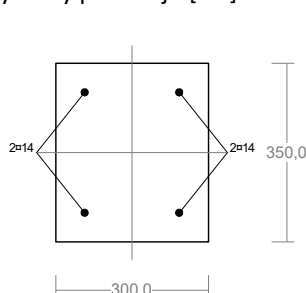
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,0	23,6	23,6	13,7
2	0,0	23,6	23,6	-13,7

Sprawdzenie przyjętego zbrojenia

Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:



h=35,0, b=30,0,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B37

$f_{ck} = 30,0$ MPa, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 30,0 / 1,50 = 20,0$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 1050$ cm², $J_{cx} = 107187$ cm⁴, $J_{cy} = 78750$ cm⁴

STAL: A-IIIN (RB 500)

$f_{yk} = 500$ MPa, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 420$ MPa

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 6,16$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 6,16 / 1050 = 0,59$ %,

$J_{sx} = 857$ cm⁴, $J_{sy} = 533$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCD**

Momenty zginające:

$M_x = -6,9$ kNm,

$M_y = 0,0$ kNm,

Siły poprzeczne:

$V_y = -0,0$ kN,

$V_x = 0,0$ kN,

Siła osiowa:

$N = 0,0$ kN = N_{sd} ,

Zbrojenie wymagane:

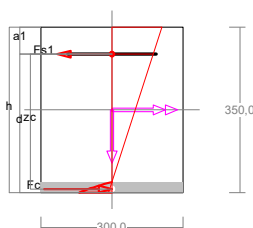
Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 10,00$ ‰):

$A_{s1} = 1,15$ cm² < min $A_{s1} = 1,32$ cm², przyjęto $A_{s1} = 1,32$ cm², $\Rightarrow (1 \times 14 = 1,54$ cm²),

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane. * | * ($\epsilon_c = -0,83$ ‰,):

$A_{s2} = 0,00$ cm² $\Rightarrow (0 \times 14 = 0,00$ cm²) *

$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 1,15$ cm², $\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 1,15 / 1050 = 0,11$ %



Wielkości geometryczne [cm]:

h=35,0, d=29,3, x=2,2 ($\xi = 0,077$),

a1=5,7, ac=0,8, zc=28,5, Acc=67 cm²,

$\epsilon_c = -0,83$ ‰, $\epsilon_{s1} = 10,00$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -48,2$, $F_{s1} = 48,2$, $M_c = 8,1$, $M_{s1} = 5,7$,

Warunki równowagi wewnętrznej:

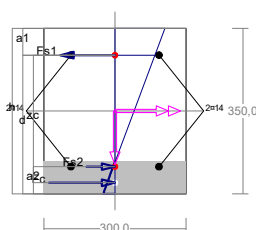
$$F_c + F_{s1} = -48,2 + (48,2) = -0,0 \text{ kN} \quad (N_{sd} = 0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 8,1 + (5,7) = 13,7 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 13,7 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 37,2 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 7,4 + (6,0) + (0,3) = 13,7 \text{ kNm}$$



Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=8$ mm ze stali A-I, dla

której $f_{ywd} = 210 \text{ MPa}$.

Rozstaw strzemion:

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 175,0 \text{ cm}$

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **22,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (22,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00152$$

$$\rho_w = 0,00152 > 0,00088 = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 175,0$ $x_b = 350,0 \text{ cm}$

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (18,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00186$$

$$\rho_w = 0,00186 > 0,00088 = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 6

Początek i koniec odcinka: $x_a = 291,7$ $x_b = 350,0 \text{ cm}$

Siły przekrojowe: $N_{sd} = 0,0$;

$$V_{sd \max} = -23,6 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{sd} = -19,6 \text{ kN}$

$$V_{sd} = 19,6 < 70,2 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{sd} = 19,6 < 70,2 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,528 \times 20,0 \times 30,0 \times 26,4 \times 10^{-1} = 417,7 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 23,6 < 417,7 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 3,391$ m:

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 41,8 + 11,0 = 52,9 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 51,2 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 51,2 \text{ kN}$

$$F_{td} = 51,2 < 129,3 = 3,08 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju: $x = 3,391 \text{ m}$

Siły przekrojowe: $M_{sd} = -8,5 \text{ kNm}$

$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = -16,7 \text{ kN}$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$
$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,9 \times 525 / 500 = 1,22 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 3,08 > 1,22 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 6125 \times 10^{-3} = 17,8 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 8,5 < 17,8 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych .

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 6125 \times 10^{-3} = 17,8 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -10,4 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = -10,4 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_l = 17,5 \text{ cm}$ $I_l = 123263 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_l = 10667 \times 123263 \times 10^{-5} = 13148 \text{ kNm}^2$$

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,750 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta $(1/\rho)$ z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{\infty,d} = 0,1 - 0,1 + 0,3 = 0,3 \text{ mm}$$

Palowanie pomostu szerokości 4,0m

Dane wyjściowe :

Rozstaw pali pod belkami (oczepami) 2,4 m, rozstaw pali wzdłuż pomostu co 3,5 m.

Do obliczeń pali przyjęto warstwy geotechniczne przedstawione w opracowaniu firmy TESTLAND Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego. Otwór badawczy POM4 OTW+DP i POM3 OTW+DP oraz POM2 OTW+DP.

Do obliczenia palowania wybrano najbardziej niekorzystny schemat obciążeń wynikający z obliczeń pomostu (maksymalną reakcję).

Obciążenie na pal.

Maksymalna reakcja z belki oczepowej $R_1=38,8$ kN
 Maksymalna reakcja z belki łączącej $R_2=23,6$ kN
 Razem obciążenie na pal $Q=62,4$ kN

Obliczenie pali

Sprawdzono nośność pojedynczego pala z rury stalowej o średnicy 219,1/10 mm z dnem zamkniętym. Pal długości 9,0 m.

$$N_t = N_p + N_s = S_p \cdot q^{(r)} \cdot A_p + \sum S_{si} \cdot t_i \cdot A_{si} = 245,6 \text{ kN}$$

$$Q_r = m \cdot N_t = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 245,6 = 176,832 \text{ kN} > 62,4 \text{ kN}$$

Pozostawiamy pal długości 9,0 m z uwagi na duże zanurzenie w wodzie i brak badań w miejscu wprowadzaniu pali w grunt.

IV.4. Pomost rozpiętości 2,5m (POMOST 06)

Nawierzchnia pomostu

Nawierzchnię pomostu zaprojektowano z desek kompozytowych gr 28 mm oparte na legarach 125x125 mm rozstawionych co ~ 410 mm.

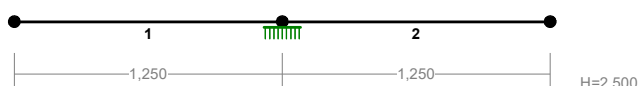
Obliczenia nawierzchni przedstawiono w punkcie IV.2.

Belka oczepowa (podciąg)

Belkę oczepową (podciąg) zaprojektowano jako belkę żelbetową dwuprzęsłową, dwuwspornikową o wymiarach: wsporniki długości 125 cm każdy. Całkowita długość belki wynosi 250 cm. Belka wsparta jest poprzez poduszki żelbetowe nad palami. Podciągi połączone są z prostopadłymi belkami łączącymi tworząc ruszt.

Wymiary belki oczepowej to 20x35 cm; belki łączącej 35 x40 cm. Poduszka żelbetowa nad palami (głowica pala) ma wymiary 52x52 cm o wysokości h=40cm. Rozstaw pali przyjęto 3,0m.

Przyjęty schemat statyczny:



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	3	1,250	0,000	1,250	1,000	1 B 350x200
2	00	3	2	1,250	0,000	1,250	1,000	1 B 350x200

**BUDOWA, ROZBUDOWA, PRZEBUDOWA I MODERNIZACJA PLAŻY I KĄPIELISKA NAD JEZIOREM ZAJEZIERSKIM
(SZTUMSKIM) – ETAP I – ROZBIÓRKA I BUDOWA POMOSTÓW**

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	700,0	71458	23333	4083	4083	35,0	18 Beton B 35

Obciążenia:

<u>Belka oczepowa</u>	$0,20 \cdot 0,35 \cdot 24,0 = 1,68 \text{ kN/m} \cdot 1,1$
Obciążenie legarami kraw.	$0,050 \cdot 0,075 \cdot 6,0 \cdot 3,0 = 0,0675 \text{ kN} \cdot 1,1$
Obciążenie legarami	$\frac{0,125 \cdot 0,125}{0,40} \cdot 6,0 = 0,28 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,1$
Obciążenie legarami na belkę oczepową	$0,28 \cdot 3,0 = 0,84 \text{ kN/m} \cdot 1,1$
obciążenie deskami pomostu	$0,028 \cdot 6,0 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2$
Obciążenie deskami na belkę oczepową	$0,17 \cdot 3,0 = 0,51 \text{ kN/m} \cdot 1,2$

Obciążenie zmienne eksploatacyjne

$$p = 2,0 = 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4$$

Obciążenie zmienne na belkę oczepową

$$P = 2,0 \cdot 3,0 = 6,0 \text{ kN/m} \cdot 1,4$$

Obciążenie śniegiem

$$S = 0,96 = 0,960 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5$$

Obciążenie śniegiem na belkę oczepową

$$S = 0,96 \cdot 3,0 = 2,88 \text{ kN/m} \cdot 1,5$$

OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""						
1	Skupione	0,0	0,07	Zmienne	$\gamma_f = 1,10$	0,00
2	Skupione	0,0	0,07			1,25
Grupa: B ""						
1	Liniowe	0,0	0,84	Zmienne	$\gamma_f = 1,10$	0,00
2	Liniowe	0,0	0,84			1,25
Grupa: C ""						
1	Liniowe	0,0	0,51	Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	0,00
2	Liniowe	0,0	0,51			1,25
Grupa: D ""						
1	Liniowe	0,0	6,00	Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	0,00
2	Liniowe	0,0	6,00			1,25
Grupa: E ""						
1	Liniowe	0,0	2,88	Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	0,00
2	Liniowe	0,0	2,88			1,25

SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl. dłg.: Ciężar wł.+ABCDE

BUDOWA, ROZBUDOWA, PRZEBUDOWA I MODERNIZACJA PLAŻY I KĄPIELISKA NAD JEZIOREM ZAJEZISKIM (SZTUMSKIM) – ETAP I – ROZBIÓRKA I BUDOWA POMOSTÓW

Pręt:	x/L:	x [m] :	M [kNm] :	Q [kN] :	N [kN] :
1	0,00	0,000	0,0	-0,1	0,0
	1,00	1,250	-12,7	-20,2	0,0
2	0,00	0,000	-12,7	20,2	0,0
	1,00	1,250	0,0	0,1	0,0

* = Wartości ekstremalne

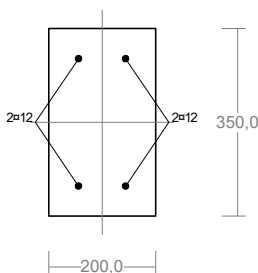
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl. dłg.: Ciężar wł.+ABCDE

Węzeł:	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
3	0,0	40,4	40,4	-0,0

Sprawdzenie zbrojenia w belkach wspornikowych

Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:



h=35,0, b=20,0,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B37

$f_{ck} = 30,0$ MPa, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 30,0 / 1,50 = 20,0$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 700$ cm², $J_{cx} = 71458$ cm⁴, $J_{cy} = 23333$ cm⁴

STAL: A-IIIN (RB 500)

$f_{yk} = 500$ MPa, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 420$ MPa

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 4,52$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 4,52 / 700 = 0,65$ %,

$J_{sx} = 641$ cm⁴, $J_{sy} = 88$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCDE**

Momenty zginające:

$M_x = 9,4$ kNm,

$M_y = 0,0$ kNm,

Siły poprzeczne:

$V_y = -15,0$ kN,

$V_x = 0,0$ kN,

Siła osiowa:

$N = 0,0$ kN = N_{sd} ,

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

$N_{sd} = 0,0$ kN,

$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(9,4^2 + 0,0^2)} = 9,4$ kNm

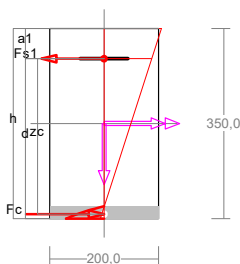
$f_{cd} = 20,0$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa ($f_{td} = 478$ MPa - uwzgl. wzmocnienia),

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 10,00$ ‰):

$A_{s1} = 0,76$ cm² < min $A_{s1} = 0,88$ cm², przyjęto $A_{s1} = 0,88$ cm², $\Rightarrow (1\phi 12 = 1,13$ cm²),

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane.* | *) ($\epsilon_c = -0,84$ ‰):

$A_{s2} = 0,00$ cm² $\Rightarrow (0\phi 12 = 0,00$ cm² *)



$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 0,76 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 0,76 / 700 = 0,11 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$\begin{aligned} h &= 35,0, d = 29,4, x = 2,3 (\xi = 0,077), \\ a_1 &= 5,6, a_c = 0,8, z_c = 28,6, A_{cc} = 45 \text{ cm}^2, \\ \varepsilon_c &= -0,84 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰}, \end{aligned}$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$\begin{aligned} F_c &= -32,8, F_{s1} = 32,8, \\ M_c &= 5,5, M_{s1} = 3,9, \end{aligned}$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$\begin{aligned} F_c + F_{s1} &= -32,8 + (32,8) = -0,0 \text{ kN} (N_{sd} = 0,0 \text{ kN}) \\ M_c + M_{s1} &= 5,5 + (3,9) = 9,4 \text{ kNm} (M_{sd} = 9,4 \text{ kNm}) \end{aligned}$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 4,52 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 4,52 / 700 = 0,65 \%$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$\begin{aligned} F_c &= -32,8, F_{s1} = 35,0, F_{s2} = -2,2, \\ M_c &= 5,0, M_{s1} = 4,2, M_{s2} = 0,3, \end{aligned}$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 27,7 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 5,0 + (4,2) + (0,3) = 9,4 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 6 \text{ mm}$ ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w, \min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{30} / 500 = 0,00088$$

Rozstaw strzemion:

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **15,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (15,0 \times 20,0 \times 1,000) = 0,00188$$

$$\rho_w = 0,00188 > 0,00088 = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 2

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{sd} = -15,5 \text{ kN}$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{sd} = 15,5 < 47,5 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,528 \times 20,0 \times 20,0 \times 26,5 \times 10^{-1} = 279,4 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 20,2 < 279,4 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 1,133 \text{ m}$:

Przyjęto $F_{td} = 47,3 \text{ kN}$

$$F_{td} = 47,3 < 95,0 = 2,26 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_{s1} = 2,26 > 0,81 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 4083 \times 10^{-3} = 11,8 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 7,7 < 11,8 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 4083 \times 10^{-3} = 11,8 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -9,4 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

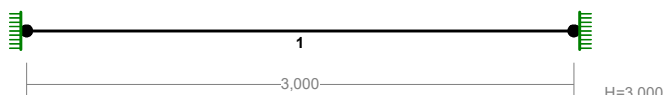
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 0,000 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 0,4 \text{ mm}$$

$$a = 0,4 < 6,3 = a_{lim}$$

Belka łącząca

Przyjęty schemat statyczny



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	3,000	0,000	3,000	1,000	1 B 400x350

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	1400,0	186667	142917	9333	9333	40,0	18 Beton B 35

Obciążenie na belkę łączącą

Belka łącząca	$0,35 \cdot 0,40 \cdot 24,0 = 3,36 \text{ kN/m} \cdot 1,1$
Obciążenie legarami	$0,28 \text{ kN/m}^2 \cdot (2 \cdot 1,25) = 0,7 \text{ kN/m} \cdot 1,1$
obciążenie deskami pomostu	$0,168 \cdot (2 \cdot 1,25) = 0,42 \text{ kN/m} \cdot 1,2$

Obciążenie zmienne eksploatacyjne

$$p = 2,0 = 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,4$$

Obciążenie zmienne na belkę łączącą

$$P = 2,0 \cdot 1,25 = 2,5 \text{ kN/m} \cdot 1,4$$

Obciążenie śniegiem na belkę łączącą

$$S = 0,96 \cdot 1,25 = 2,4 \text{ kN/m} \cdot 1,5$$

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: A "" 1	Liniowe	0,0	0,70	Zmienne 0,70	$\gamma_f = 1,10$ 0,00	3,00
Grupa: B "" 1	Liniowe	0,0	0,42	Zmienne 0,42	$\gamma_f = 1,20$ 0,00	3,00
Grupa: C "" 1	Liniowe	0,0	2,50	Zmienne 2,50	$\gamma_f = 1,40$ 0,00	3,00
Grupa: D "" 1	Liniowe	0,0	2,40	Zmienne 2,40	$\gamma_f = 1,50$ 0,00	3,00

SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	-9,1	18,1	0,0
	0,50	1,500	4,5*	-0,0	0,0
	1,00	3,000	-9,1	-18,1	0,0

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

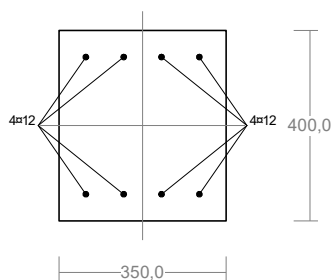
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,0	18,1	18,1	9,1
2	0,0	18,1	18,1	-9,1

Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

h=40,0, b=35,0,



Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B37

$$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 30,0 / 1,50 = 20,0 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1400 \text{ cm}^2, J_{cx} = 186667 \text{ cm}^4, J_{cy} = 142917 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIN (RB 500)

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \gamma_s = 1,15, f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 9,05 \text{ cm}^2, \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 9,05 / 1400 = 0,65 \%,$$

$$J_{sx} = 1876 \text{ cm}^4, J_{sy} = 712 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCD**

Momenty zginające:

$$M_x = -4,5 \text{ kNm},$$

$$M_y = 0,0 \text{ kNm},$$

Siły poprzeczne:

$$V_y = -0,0 \text{ kN},$$

$$V_x = 0,0 \text{ kN},$$

Siła osiowa:

$$N = 0,0 \text{ kN} = N_{sd},$$

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(9,1^2 + 0,0^2)} = 9,1 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} (f_{td} = 478 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

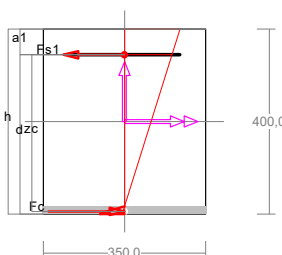
Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1} = 0,62 \text{ cm}^2 < \min A_{s1} = 1,81 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } A_{s1} = 1,81 \text{ cm}^2, \Rightarrow (2\phi 12 = 2,26 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane.* | * ($\epsilon_c = -0,50 \text{ ‰}$),):

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0\phi 12 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 0,62 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 0,62 / 1400 = 0,04 \%$$



Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 40,0, d = 34,4, x = 1,7 (\xi = 0,048),$$

$$a_1 = 5,6, a_c = 0,6, z_c = 33,8, A_{cc} = 58 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,50 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -26,8, F_{s1} = 26,8,$$

$$M_c = 5,2, M_{s1} = 3,9,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -26,8 + (26,8) = -0,0 \text{ kN} (N_{sd} = 0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 5,2 + (3,9) = 9,1 \text{ kNm} (M_{sd} = 9,1 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostopadłego:

Wielkości obliczeniowe:

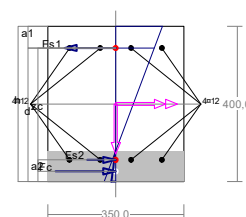
$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(9,1^2 + 0,0^2)} = 9,1 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} (f_{td} = 478 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = 4,52 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 4,52 \text{ cm}^2,$$



$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 9,05 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 9,05 / 1400 = 0,65 \%$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 64,0 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 4,5 + (4,1) + (0,4) = 9,1 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 6 \text{ mm}$ ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{30} / 500 = 0,00088$$

Rozstaw strzemion:

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **15,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (15,0 \times 35,0 \times 1,000) = 0,00108$$

$$\rho_w = 0,00108 > 0,00088 = \rho_{w,min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 3

Początek i koniec odcinka: $x_a = 150,0 \quad x_b = 266,8 \text{ cm}$

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,0;$

$$V_{Sd,max} = -14,1 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 14,1 < 93,2 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 14,1 < 93,2 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,528 \times 20,0 \times 35,0 \times 31,0 \times 10^{-1} = 572,1 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 14,1 < 572,1 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Przyjęto $F_{td} = 28,8 \text{ kN}$

$$F_{td} = 28,8 < 190,0 = 4,52 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju: $x = 2,906 \text{ m}$

Siły przekrojowe: $M_{Sd} = -5,8 \text{ kNm}$

$$N_{Sd} = 0,0 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = -13,2 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 35,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 40,0 - 5,6 = 34,4 \text{ cm}$$

$$A_c = 1400 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 9333 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami

zewnątrznymi, wynosi:

$$A_{s1} = 4,52 > 1,62 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 9333 \times 10^{-3} = 27,1 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 5,8 < 27,1 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_o) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_o)} = \frac{32000}{1 + 2,00} = 10667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 9333 \times 10^{-3} = 27,1 \text{ kNm}$$

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,500 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 0,1 \text{ mm}$$

$$a = 0,1 < 15,0 = a_{lim}$$

Palowanie pomostu szerokości 2,5 m

Dane wyjściowe :

Rozstaw pali pod belkami wzdłuż pomostu przyjęto co 3,0 m.

Do obliczeń pali przyjęto warstwy geotechniczne przedstawione w opracowaniu firmy TESTLAND Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego. Otwór badawczy POM1 OTW+DP.

Do obliczenia palowania wybrano najbardziej niekorzystny schemat obciążeń wynikający z obliczeń pomostu (maksymalną reakcję).

Obciążenie na pal.

Maksymalna reakcja z belki oczepowej	$R_1 = 40,4 \text{ kN}$
Maksymalna reakcja z belki łączącej	$R_2 = 18,1 \text{ kN}$
Razem obciążenie na pal	$Q = 58,5 \text{ kN}$

Obliczenie pali

Sprawdzono nośność pojedynczego pala z rury stalowej o średnicy 219,1/10 mm z dnem zamkniętym .Pal długości 8,0 m.

$$N_t = N_p + N_s = S_p \cdot q^{(r)} \cdot A_p + \sum S_{si} \cdot t_i \cdot A_{si} = 227,92 \text{ kN}$$

$$Q_r = m \cdot N_t = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 227,92 = 164,10 \text{ kN} > 58,5 \text{ kN}$$

Pozostawiamy pal długości 8,0 m z uwagi na duże zanurzenie w wodzie i brak badań w miejscu wprowadzaniu pali w grunt.

Należy wyznaczyć pale do próbnego obciążenia 1 szt

V. INFORMACJĘ O ZASADNICZYCH ELEMENTACH WYPOSAŻENIA BUDOWLANO- INSTALACYJNEGO, ZAPEWNIAJĄCYCH UŻYTKOWANIE OBIEKTU BUDOWLANEGO ZGODNIE Z PRZEZNACZENIEM

V.1. Projektowane instalacje elektryczne

Projekt obejmuje wykonanie instalacji oświetleniowej. Linia kablowa prowadzona w rurze osłonowej. Wykonanie kanalizacji kablowej 2-otworowej na potrzeby monitoringu. Szczegóły według projektu technicznego mgr. inż. A. Kiborta.

V.2. Elementy małej architektury i wyposażenia pomostów.

Pomost cumowniczy powinien zostać wyposażony w dwa rodzaje pływających odnóg cumowniczych. Z pokładem – 4szt. oraz bez pokładu – 5szt. Odnogi cumownicze zamówić jako gotowe wyprodukowane przez wybranego producenta. Ponadto pomost wyposażać w knagi cumownicze oraz stojak na sprzęt ratowniczy. Szczegółowe usytuowanie pokazano na rysunkach.

W zakres wyposażenia pomostów spacerowych wchodzi: balustrady stalowe, stojaki na sprzęt ratowniczy, ławki wypoczynkowe i śmietniki. Szczegółowe rozwiązania i usytuowanie pokazano na rysunkach. Ponadto pomosty pływające od strony kąpieliska wyposażać w drabinki wyłazowe. Zastosować typowe elementy gotowe – 5sztuk. Usytuowanie pokazano na rysunkach.

VI. WARUNKI OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ

-nie dotyczy-

VII. BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA I DOSTĘPNOŚĆ OBIEKTU .

Planowany obiekt spełnia normy bezpieczeństwa użytkowania. Nawierzchnie podestów, pochylni i schodów zewnętrznych należy wykonać z deski kompozytowej nie powodujących niebezpieczeństwa poślizgu.

Projektanci opracowania:

mgr inż. arch. Dariusz Lemka

mgr inż. Martyna Karwowska