

Projekt budynku ośrodka szkoleniowego sportów wodnych

mgr inż. arch. Marta Hyzopska, dr hab. inż. Jolanta Anna Prusiel, prof. PB – promotor,
Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

1. Wprowadzenie

Nowoczesne ośrodki szkoleniowe sportów wodnych to budynki w sporej części wielofunkcyjne. Zapewniają infrastrukturę nie tylko dla zawodowych sportowców, ale także pasjonatów i amatorów. Aby w pełni umożliwić osobom trenującym sporty wodne na realizację ich pasji, należy zapewnić im treningi w jak najszerszym spektrum. W okresie od wiosny do jesieni ćwiczenia sportowe można wykonywać na zewnątrz na naturalnych akwenach. Natomiast zimą zajęcia takie należy przenieść do wewnątrz budynku. Część obiektów sportowych w tym czasie stanowią siłownie zaopatrzone w ergometry. Jest to rozwiązanie, które umożliwia dalszy trening, jednak w dość ograniczony sposób. Sprawdza się bowiem wyłącznie w stosunku do wioślarzy pływających pojedynczo. Kajakarze natomiast nie skorzystają z tego sprzętu ze względu na zupełnie inną technikę pływania, którą wykonuje się w tej dyscyplinie. Dlatego też nowo projektowane budynki ośrodków szkoleniowych sportów wodnych powinny mieć baseny wioślarskie i kajakarskie, w celu zapewnienia jak najlepszego rozwoju sportowcom. Zbiorniki takie umożliwiają bowiem ćwiczenia w warunkach bardzo zbliżonych do naturalnych dla całych zespołów. Jest to istotne, gdyż dyscypliny te wymagają synchronizacji pojedynczych zawodników.

2. Założenie architektoniczno-budowlane

2.1. Zapisy MPZP

Projekt budynku ośrodka szkoleniowego sportów wodnych zaplanowano w Ełku na działce położonej na cyplu na Jeziorze Ełckim objętej miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego (MPZP). Zgodnie z nim zabroniono stawiania obiektów wyższych niż 8 m i o maksymalnej powierzchni zabudowy przekraczającej 300 m². Do tego budynek powinien być parterowy z ewentualnym podpiwniczeniem (w celach magazynowania sprzętu) i poddaszem użytkowym,

dachem wielospadowym pokrytym dachówką w odcieniach ceglanych.

Ideą projektu jest stworzenie kompleksowego ośrodka, który byłby w stanie sprostać wymaganiom całorocznego obiektu treningowego sportów wodnych. Zaplanowano w nim baseny wioślarski i kajakarski, szatnie dostosowane do potrzeb osób niepełnosprawnych, sale konferencyjne, siłownię, pokoje administracji i trenera.

Przy takich założeniach nie można było zgodzić się z dwoma punktami MPZP dotyczącymi wysokości budynku i jego maksymalnej powierzchni zabudowy. Zapisy te uniemożliwiłyby umieszczenie wszystkich założonych pomieszczeń, jak i ich funkcjonalnego rozmieszczenia. Postarano się jednak, by zajmowały one tylko niezbędną przestrzeń, a wysokość budynku nie przekraczała znacząco dozwolonej.

2.2. Koncepcja architektoniczna

Autorska koncepcja architektoniczna budynku ośrodka szkoleniowego sportów wodnych w znacznej mierze była zdeterminowana przez zapisy miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego wymienione powyżej, które wymuszały użycie konkretnych materiałów elewacyjnych. Zaprojektowany obiekt ma trzy kondygnacje, w tym jedną podziemną służącą jako magazyn łodzi i sprzętu wodnego. Głównym założeniem projektu było stworzenie miejsca, z którego może skorzystać każda osoba niezależnie od predyspozycji fizycznych. Dlatego też cały budynek dostosowano w pełni do potrzeb osób niepełnosprawnych.

Budynek w rzucie tworzą dwa prostokąty. Projektowany obiekt dostępny jest z poziomu terenu. Parter to w głównej mierze część treningowa z basenami wioślarskim i kajakarskim, szatniami i węzłami sanitarnymi, a także pokojem trenera. Z części wejściowej budynku można udać się bezpośrednio na górę lub przez szatnię na odzież wierzchnią do przebieralni i basenów. Taki rozkład umożliwi zachowanie

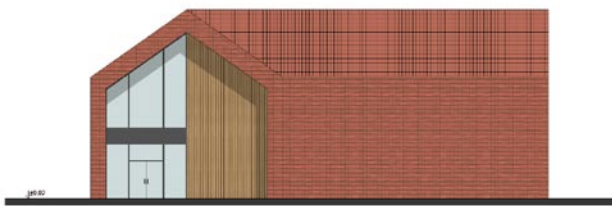
czystości pomieszczeń treningowych. W pomieszczeniach z basenami przewidując montaż luster do samokontroli podczas ćwiczeń, pozostawiono ściany bez otworów okiennych.

Schodami bądź windą można dostać się na górną kondygnację, w której zaprojektowano dwie sale konferencyjne. Każda z nich zaopatrzona jest w podest razem ze sprzętem multimedialnym. Małe salki są oddzielone od siebie przesuwaną ścianą, co umożliwi ich połączenie, gdy będzie tego wymagać sytuacja. Pozwala to na dostosowanie pomieszczeń do aktualnego zapotrzebowania i czyni je wielofunkcyjnymi. Do dyspozycji zawodników jest również pomieszczenie do relaksu, w którym mogą odpocząć pomiędzy treningami, przed

nimi lub po nich. Na tym samym poziomie znajduje się także część administracyjna, pomieszczenie gospodarcze oraz siłownia zaopatrzona w ergometry. Najniższa kondygnacja stanowi część techniczno-magazynową, w której przechowywane są łodzie wioślarskie.

Formę budynku ukształtowano jako nowoczesną odwołującą się do tradycyjnej zabudowy. Zastosowanie cegły i drewna na elewacji idealnie wpasowuje się w teren cypla na Jeziorze Etckim, a bezokapowe dachy i płaska ceramiczna dachówka nadaje nowoczesny wygląd. Wizualizację projektu wykonaną w programach [P1], [P2] przedstawiono na rysunku 1, elewacje na rysunkach 2–5, natomiast rzuty przyziemia i poddasza odpowiednio na rysunkach 6–7.

Rys. 1. Wizualizacja ośrodka szkoleniowego sportów wodnych



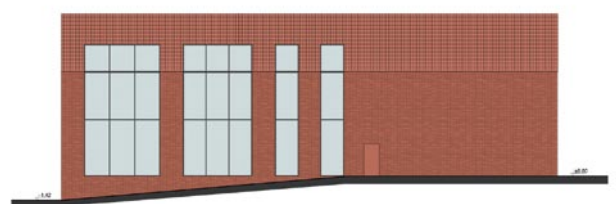
Rys. 2. Elewacja północna



Rys. 3. Elewacja południowa



Rys. 4. Elewacja zachodnia



Rys. 5. Elewacja wschodnia

2.3. Układ konstrukcyjny obiektu

Główny układ konstrukcyjny obiektu zaprojektowano w postaci monolitycznych ram żelbetowych ze stropami płytowo-żebrowymi, dla których wykonano obliczenia statyczne oraz wymiarowanie. Baseny wioślarski i kajakarski mają własną konstrukcję nośną. Nie przekazują tym samym obciążeń na układ nośny budynku i nie były objęte w pracy analizą statyczną. Budynek złożony jest z dwóch zdylatowanych od siebie brył. Pierwsza jego część składa się z ram o rozpiętości 9,6 m w rozstawie co 6,0 m (rama B-B), z kolei druga część ustawiona prostopadłe do niej, z ram o rozpiętości 10,20 m w rozstawie co 6,9 m (rama 2-2). Przyjęte układy konstrukcyjne poszczególnych stropów budynku pokazano na rysunkach 8 i 9, natomiast schematy statyczne żelbetowych ram monolitycznych w osiach budynku 2-2 i B-B na rysunku 10. Baseny wioślarski i kajakarski powinny być zaprojektowane zgodnie z [6] i [8].

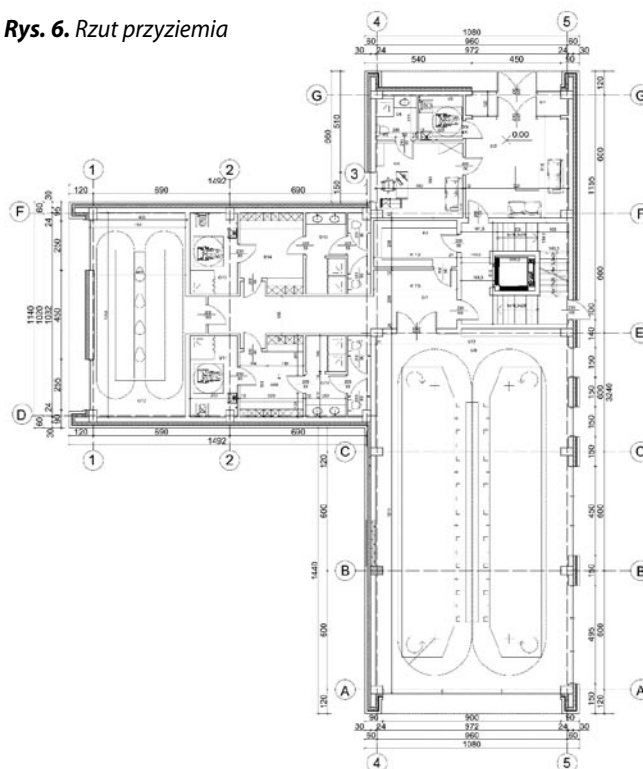
3. Obliczenia statyczne

W pracy wykorzystano metody analityczne do obliczeń statycznych konstrukcji stropów i stropodachów. Metodę plastycznego wyrównania momentów użyto przy obliczeniach płyt, natomiast analizę sprężystą przy żebrawach stropu i stropodachu. Do wyznaczenia sił wewnętrznych w elementach ramy użyto programu Robot Autodesk [P3], opartego na metodzie elementów skończonych (MES). Na podstawie uzyskanych wyników (rys. 11–13) zwymiarowano ramy w osi B-B oraz ramy w osi 2-2, a także stropy płytowo-żebrowe. Wymiarowanie żelbetowych elementów konstrukcyjnych obiektu przeprowadzono zgodnie z obowiązującym Eurokodem 2 [N5]. W obliczeniach statycznych uwzględniono ciężar własny elementów konstrukcyjnych, obciążenia stałe od warstw budowlanych [N1, N2], obciążenia zmienne – wiatr [N4] i śnieg [N3]. Przy doborze obciążenia użytkowego wg [N2] przyjęto kategorię budynku C1 w strefie z salami konferencyjnymi (powierzchnie ze stołami) oraz C4 w pozostałej części budynku (powierzchnie, na których może odbywać się aktywność fizyczna).

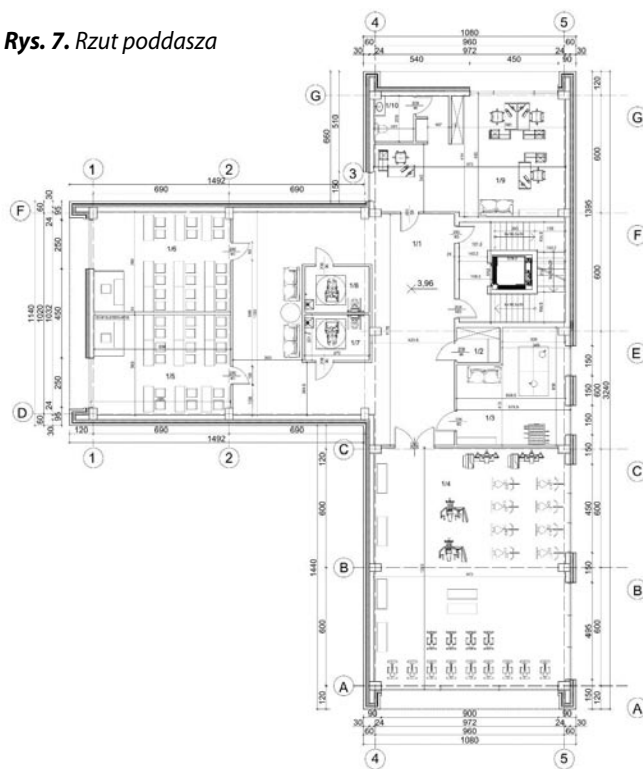
Przekroje zastosowane w analizie statyczno-wytrzymałościowej budynku:

- słupy ramy – 40×60 cm,
- rygle międzykondygnacyjne ramy – 35×80 cm,
- rygle stropodachu ramy – 30×70 cm,
- żebra stropu w osi B-B – 20×45 cm,
- żebra stropu w osi 2-2 – 25×50 cm,
- grubość płyt stropowych i stropodachu – 12 cm.

Rys. 6. Rzut przyziemia



Rys. 7. Rzut poddasza

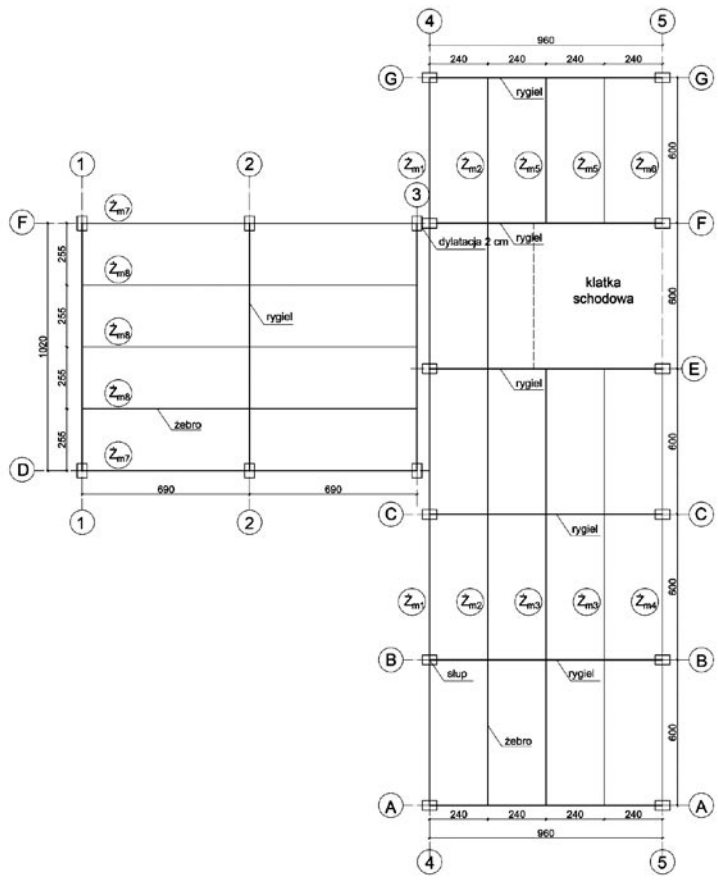
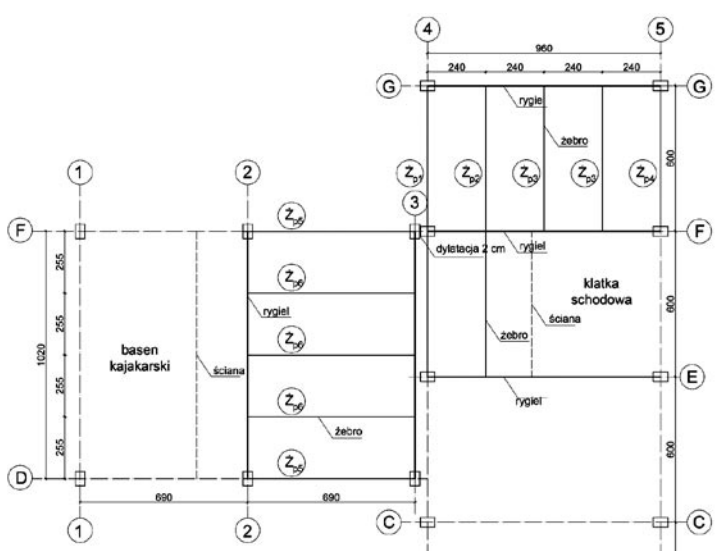


4. Wymiarowanie

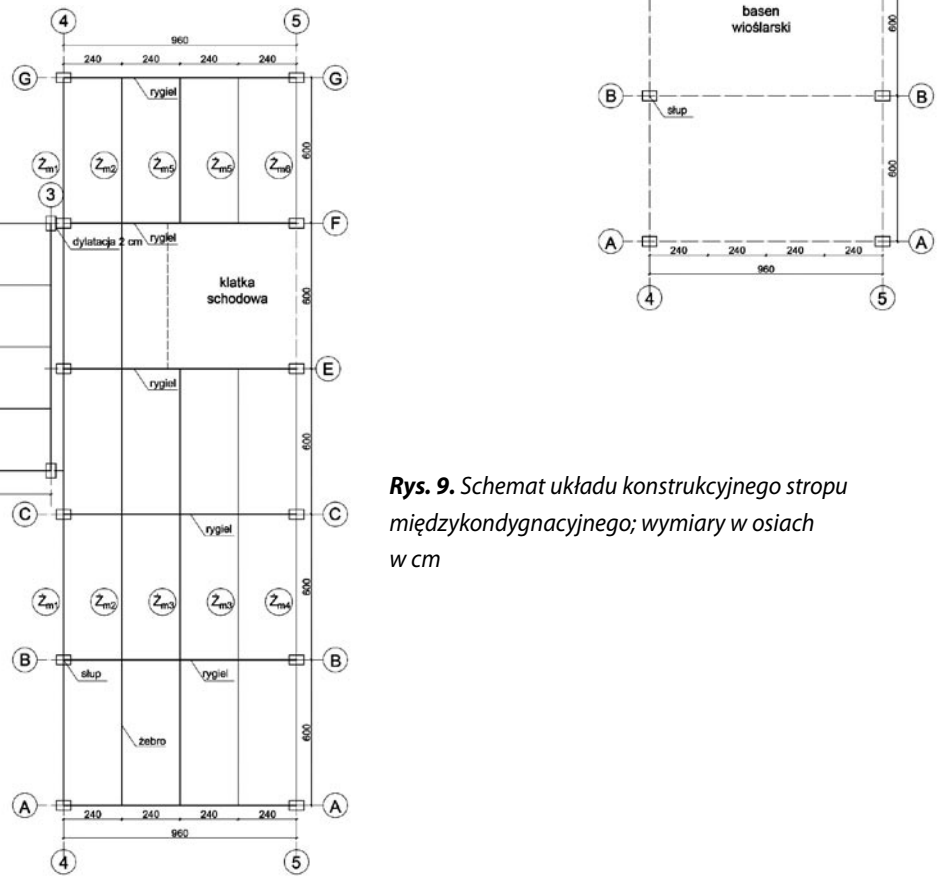
4.1. Stan graniczny nośności

W pracy zwymiarowano najbardziej wyczerpane elementy żelbetowe konstrukcji budynku ośrodka szkoleniowego sportów wodnych zarówno w osi B-B jak i w osi 2-2. Obliczenia elementów żelbetowych wykonano w sposób analityczny na podstawie [2, 4, 5, N5].

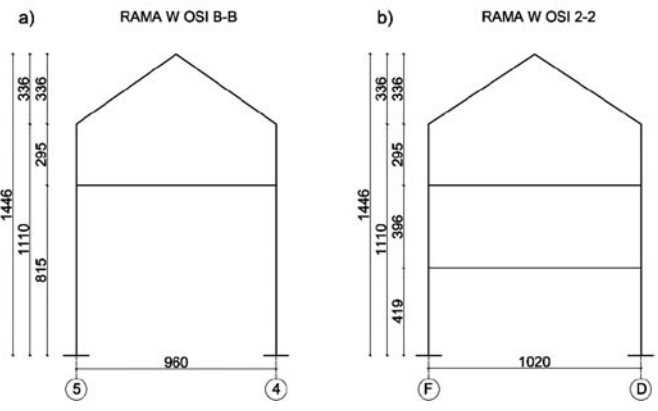
Rys. 8. Schemat układu konstrukcyjnego stropu przyziemia; wymiary w osiach w cm

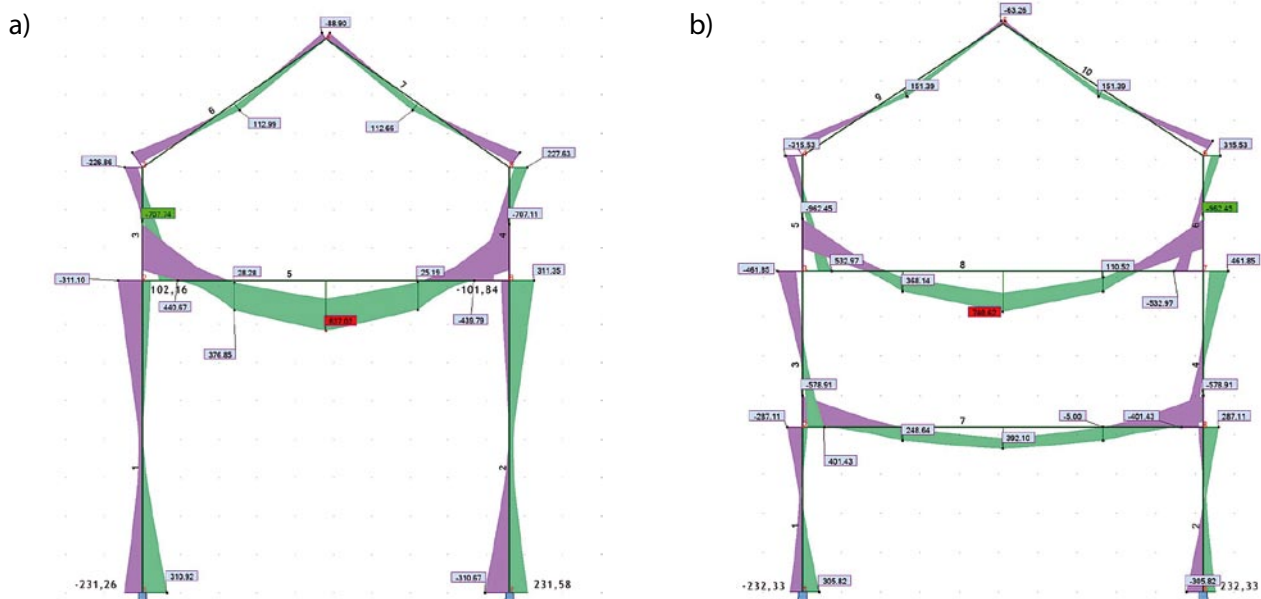


Rys. 9. Schemat układu konstrukcyjnego stropu międzykondygnacyjnego; wymiary w osiach w cm



Rys. 10. Schematy statyczne ram; wymiary w osiach w cm





Rys. 11. Obwiednie momentów zginających w kNm: a) rama w osi B-B, b) rama w osi 2-2

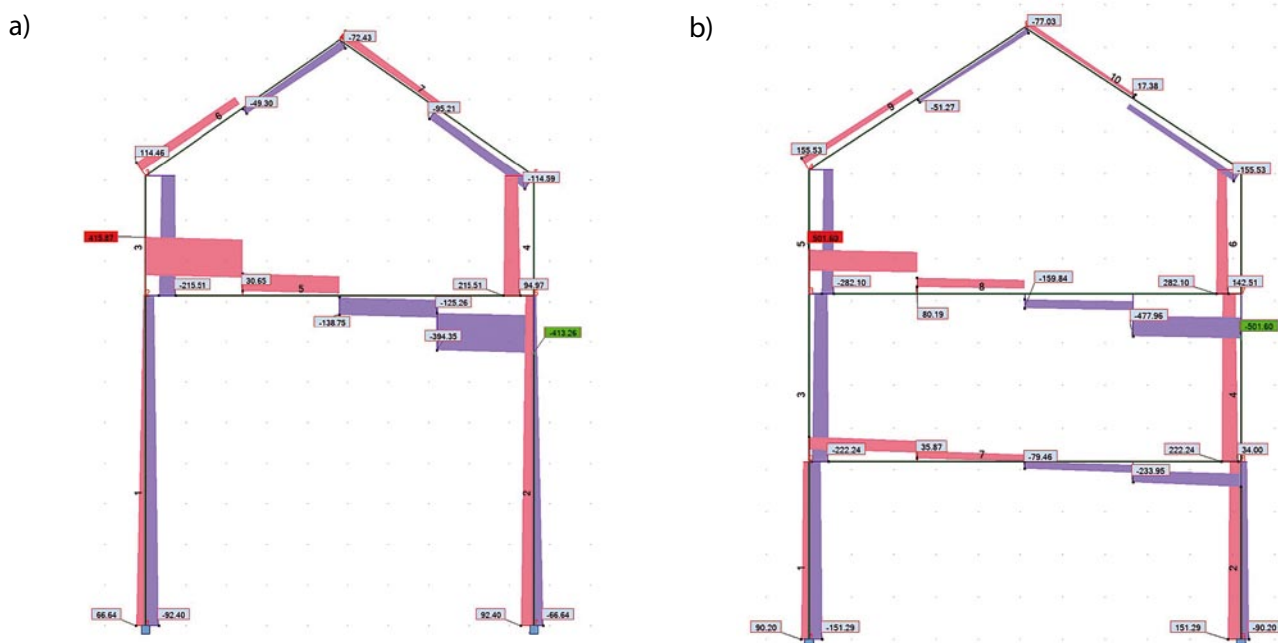
Ze względu na to, że w obiekcie będą baseny wioślarski oraz kajakarski i wiążąc się z tym możliwością chlorowania wody założono klasę ekspozycji XD1 (tab. 4.1 [N5]), tym samym zwiększając klasę betonu do C30/37. Dodatkowo, zgodnie z tablicą 4.3N [N5], zmniejszono klasę konstrukcji płyty do S3. W konstrukcji nośnej zastosowano stal gatunku B400W dla ramy B-B i B500SP dla ramy 2-2, a płyty stropowe zazbrojono stalą gat. B400W. Zakres obliczeń:

- wymiarowanie stropu płytowo-żebrowego,
- wymiarowanie rygli i słupów żelbetowych,

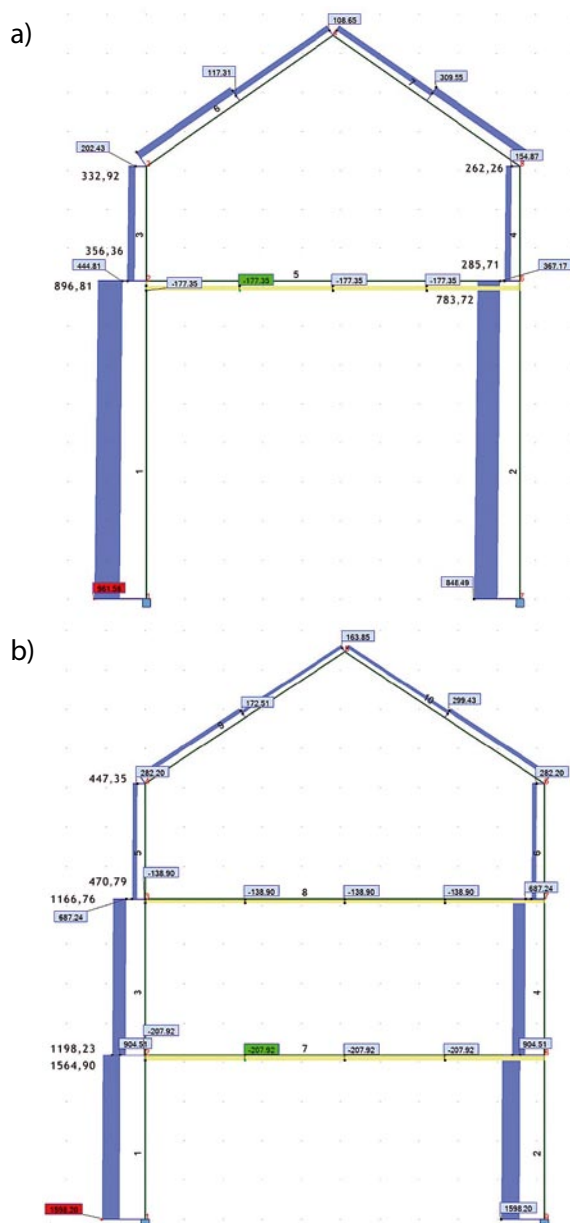
- sprawdzenie nośności podłoża gruntowego zgodnie z [N6, N7],
- wymiarowanie stóp fundamentowych [1, 7].

4.2. Stan graniczny użytkowości

Obliczenia dotyczące sprawdzenia stanu granicznego użytkowości zginanych elementów żelbetowych wykonano w sposób analityczny [3, 4, 5, N5]. Dla każdego elementu sprawdzono zarysowanie, przyjmując graniczną szerokość rozwarcia rysy 0,3 mm dla klasy ekspozycji XD1, jak również ugięcie, którego dopuszczalna



Rys. 12. Obwiednia sił tnących w kN: a) rama w osi B-B, b) rama w osi 2-2



Rys. 13. Obwodnia sił normalnych w kN: a) rama w osi B-B, b) rama w osi 2-2

wartość wynosi $l/250$. Obliczenia w SGU przeprowadzono stosując metody uproszczone, jak i dokładne z uwzględnieniem parametrów pełzania i skurczu betonu.

5. Podsumowanie

Praca zawiera autorski projekt architektoniczny wykonany z uwzględnieniem miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dla wybranej lokalizacji, jak również wymogami stawianymi współczesnym ośrodkom szkoleniowym sportów wodnych. Model budynku utworzono w programie ArchiCAD [P1], który pozwolił na wizualizację projektu przy jednoczesnym tworzeniu rysunków architektonicznych.

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe konstrukcji zostały w większości wykonane w sposób analityczny według Eurokodów, jak również wykorzystano najnowszą literaturę naukowo-techniczną w tym zakresie. Przeprowadzenie obliczeń według metody elementów skończonych ograniczono wyłącznie do określania sił wewnętrznych w dwu najbardziej obciążonych ramach układu konstrukcyjnego.

Zaprojektowany budynek ośrodka szkoleniowego sportów wodnych będzie wsparciem istniejącego wioślarskiego klubu sportowego MOS Ełk. Poszerzy on ofertę o sekcję kajakarską. Dzięki niemu możliwe stanie się wyszkolenie kadry młodych sportowców w tej dyscyplinie, a poprzez dostosowanie obiektu dla potrzeb osób niepełnosprawnych istnieje szansa na powstanie kadry paraolimpijczyków.

Praca dyplomowa inżynierska „Projekt budynku ośrodka szkoleniowego sportów wodnych” została nagrodzona w Konkursie PZITB w Białymstoku „Najlepsze Prace Dyplomowe Absolwentów Studiów Wyższych kierunku Budownictwo” w 2021 roku oraz w „Konkursie na najlepszą pracę dyplomową o tematyce związanej z Miastem Ełk” w 2020 roku.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Garwacka-Piórkowska S., Cios I., Projektowanie typowych fundamentów bezpośrednich i konstrukcji oporowych z uwzględnieniem Eurokodów wraz z przykładami, Oficyna Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2014
- [2] Knauff M., Przykłady obliczania konstrukcji żelbetowych – budynek ze stropami płytowo-żebrowymi, zeszyt 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2015
- [3] Knauff M., Przykłady obliczania konstrukcji żelbetowych. Zarysowanie, zeszyt 3, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2018
- [4] Knauff M., Tablice i wzory do projektowania konstrukcji żelbetowych z przykładami obliczeń. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2014
- [5] Łapko, A., Jensen B. Ch., Podstawy projektowania i algorytmy obliczeń konstrukcji żelbetowych. Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 2009
- [6] Neufert E. Podręcznik projektowania architektoniczno-budowlanego. Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1995
- [7] Puła O., Projektowanie fundamentów bezpośrednich według Eurokodu 7, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2014
- [8] Wirszyłło R., Urządzenia sportowe: planowanie, projektowanie, budowa, użytkowanie Arkady, Warszawa, 1982
- [N1] PN-EN 1990:2002: Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji
- [N2] PN-EN 1991-1-1:2004: Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- [N3] PN-EN 1991-1-3:2005: Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem
- [N4] PN-EN 1991-1-4:2008: Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływanie wiatru
- [N5] PN-EN 1992-1-1:2008: Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [N6] PN-EN 1997-1-1:2008: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne
- [N7] PN-B-03020:1981: Grunty budowlane. Posadowienia bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
- [P1] ArchiCAD wersja edukacyjna
- [P2] Lumion wersja edukacyjna
- [P3] Robot Structural wersja edukacyjna