

**Ekspertyza techniczna konstrukcji hali
nad basenami i lodowiskiem
przy ul. Piłsudskiego w Dębicy**

Autorzy opracowania:

dr inż. Zbigniew Kielbasa

dr inż. Andrzej Wojnar

Rzeszów luty 2009 r.

SPIS TREŚCI

1. Podstawa formalna opracowania
2. Przedmiot, cel i zakres opracowania
3. Podstawa merytoryczna opracowania
4. Stan techniczny pokrycia dachu obiektu.
5. Konstrukcja hali
 - 5.1. Inwentaryzacja i opis konstrukcji
 - 5.2. Ocena wytrzymałości stali elementów konstrukcji
 - 5.3. Ocena stanu technicznego konstrukcji stalowej
 - 5.4. Analiza nośności elementów konstrukcji obiektu
 - 5.5. Wnioski i zalecenia

Załączniki

Załącznik 1 Obliczenia statyczne elementów prętowych konstrukcji dachu w nawach o rozpiętości 30 m i 24 m

Z1.1. Zestawienie obciążeń

Z1.2. Obliczenia statyczne w programie Robot

Załącznik 2 Sprawdzenie nośności elementów konstrukcyjnych

Z2.1. Wiązar kratowy o rozpiętości 30 m

Z2.2. Podciąg kratowy o rozpiętości 12 m wiązara nawy 30 m

Z2.3. Wiązar kratowy o rozpiętości 24 m

Z2.4. Podciąg kratowy o rozpiętości 12 m wiązara nawy 24 m

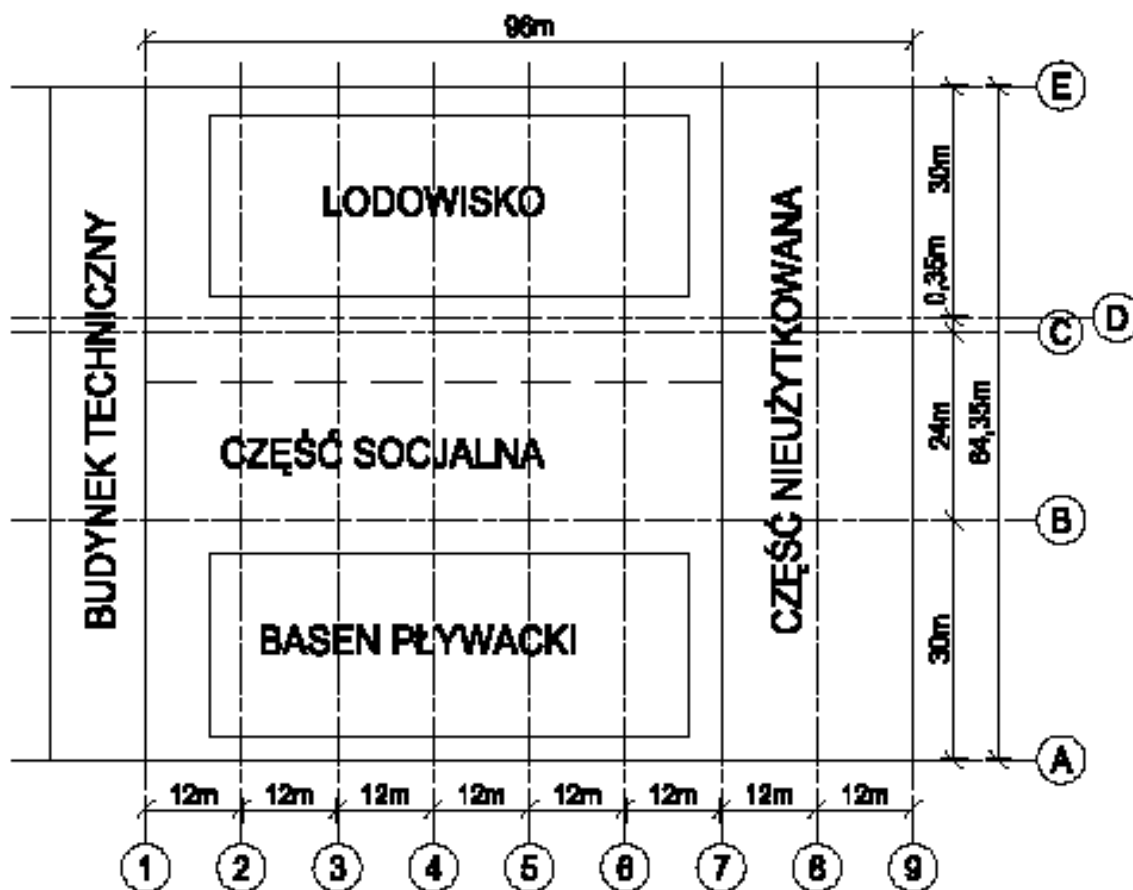
Z2.5. Słupy główne

1. PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA

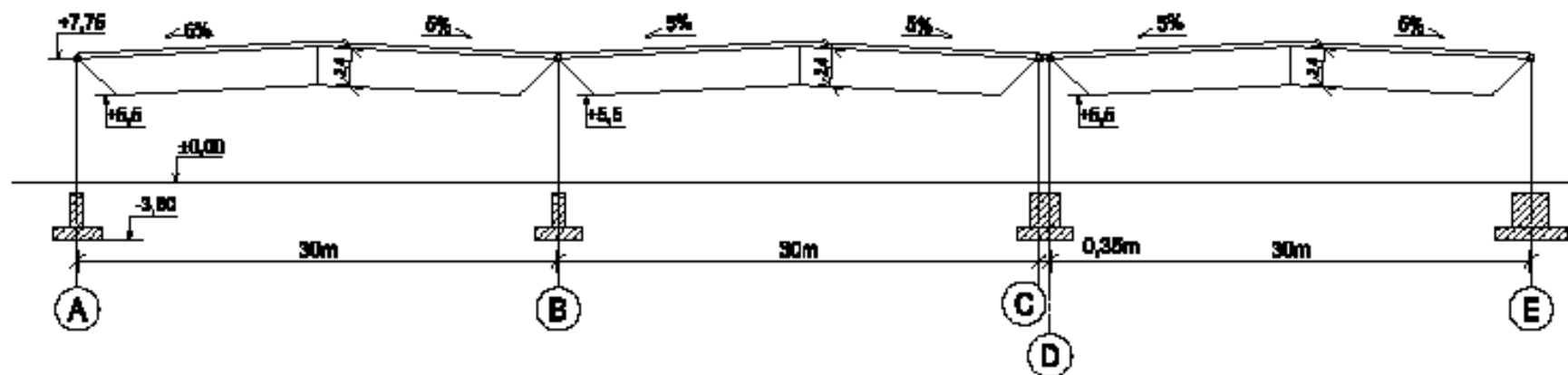
Niniejsze opracowanie wykonano na podstawie umowy z dnia 05.01.2009 r. roku zawartej pomiędzy Gminą Miasta Dębicy, Zbigniewem Kielbasa zamieszkałym ul. Podkarpacka 1a/82, 35-082 Rzeszów.

2. PRZEDMIOT, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest wielofunkcyjny obiekt sportowo-wypoczynkowy zawierający basen, lodowisko, zaplecze socjalne oraz nieużytkowaną część (rys. 2-1). Obiekt o długości 96 m składa się z trzech naw o szerokości 30 m i 24 m i 30 m.



Rys. 2-1. Schemat rzutu poziomego obiektu.



Rys. 2-2. Schemat przekroju poprzecznego obiektu.

Celem opracowania jest określenie nośności konstrukcji hali usytuowanej przy ul. Piłsudskiego w Dębicy.

Wstępne oględziny pozwoliły stwierdzić występowanie przecieków dachu, szczególnie nieszczelności w pobliżu rur spustowych usytuowanych w pobliżu słupów głównych hali. Jest to przyczyną korozji słupów. Istotnym zagadnieniem związanym z analizą konstrukcji dachu jest zwiększenie normowego obciążenia śniegiem. W okresie opracowania dokumentacji obiektu (lata siedemdziesiąte) obowiązywała norma obciążenia śniegiem [7] z 1970 roku. Obecnie obowiązuje norma obciążenia śniegiem [8], wraz ze zmianą [9] z 2006 r. Dla Dębicy obciążenie obliczeniowe śniegiem gruntu jest obecnie o 10 % większe niż obciążenie z czasów projektowania konstrukcji obiektu. Dodatkowo w planach Inwestora jest wymiana pokrycia dachu obiektu i należy zbadać możliwość zastąpienia lekkiego styropianu cięższą wełną mineralną. Wymagane jest więc przeprowadzenie analizy i oceny nośności elementów konstrukcji.

Ostatecznie w zakres opracowania wchodzi:

- a) Inwentaryzacja konstrukcji przekrycia obiektu w dostępnych miejscach w zakresie niezbędnym do sporządzenia ekspertyzy.
- b) Ocena aktualnego stanu technicznego konstrukcji.
- c) Określenie nośności konstrukcji przekrycia obiektu z uwzględnieniem aktualnych obciążeń własnych oraz obciążeń według obowiązującej normy śniegowej.
- d) Określenie nośności podłoża gruntowego pod stopami słupów głównych w oparciu o aktualne badania geotechniczne.
- e) Analiza nośności konstrukcji dachowej oraz warunków dalszej eksploatacji konstrukcji.
- f) Wnioski i zalecenia.

3. PODSTAWA MERYTORYCZNA OPRACOWANIA

Jako podstawę do opracowania ekspertyzy wykorzystano następujące źródła.

1. Informacje uzyskane od Użytkownika obiektu.
2. Informacje uzyskane od Pana Jacka Marcinka, projektanta niektórych etapów budowy obiektu.
3. „Projekt Stahlbautechnischer Teil Stahlunterkonstruktion“ Projekt – Nr 7100/05651. Niemieckojęzyczne opracowanie dotyczące hali o podobnej konstrukcji do hali będącej przedmiotem ekspertyzy.
4. Istniejąca, szczątkowa dokumentacja projektowa obiektu.
5. Dokumentacja badań geotechnicznych pod budowę pływalni w istniejącym obiekcie sportowym przy ul. Piłsudskiego 19 w Dębicy. Opracowanie HYDROGEOPOL, styczeń 2006 r.
6. Oględziny i pomiary własne przeprowadzone w dniach 23.12.2008, 30.12.2008, 31.01.2009 r.
7. Polska Norma PN-70/B-02010 *Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.*
8. Polska Norma PN-80/B-02010 *Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.*
9. Zmiana PN-80/B-02010/Az1: październik 2006 do Polskiej Normy PN-80/B-02010 *Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.*
10. Polska Norma PN-77/B-02011 *Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.*

11. Polska Norma PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
12. Polska Norma PN-B-03200:1990 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
13. Polska Norma PN-B-06200:2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Wymagania podstawowe.
14. Literatura techniczna

4. STAN TECHNICZNY POKRYCIA DACHU OBIEKTU

Pokrycie dachu zostało zaprojektowane o 5 % spadku w kierunku szerokości budynku (w kierunku rozpiętości naw) i 2% spadku w kierunku podłużnym.

Obecnie na pokrycie dachu składa się:

- blacha fałdowa górna T55x188, t=1,0 mm
- paroizolacja 1x papa asfaltowa na folii aluminiowej
- styropian samogasnący (30kg/m^3) 15 cm
- płatwie dachowe dystansowe z ceownika giętego na zimno 100x50x5
- blacha fałdowa dolna Ekotal 42x200x1000, t=1,0 mm

Na części dachu dolną blachę Ekotal zastąpiono blachą T55x188, t=1,0 mm. Stan blachy dolnej jest na ogół dobry. W procesie wytwarzania jest to blacha cynkowana a następnie powlekana warstwami lakierniczymi. Na części dachu jedna warstwa powłoki lakierniczej blachy odpada, ale od spodu nie widać śladów korozji (rys. 4-1). Możliwe jest, że odpadająca warstwa farby była naniesiona na miejscu wbudowania.



Rys. 4-1. Blacha dolna w części nieużytkowej obiektu. W górnej części rys. blacha T55 w dolnej blacha Ekotal.

Stan techniczny blachy górnej jest zły. Na dużej połaci dachu blacha jest skorodowana (rys. 4-2). Na dachu występują zanieczyszczenia. Izolacja koryt ściekowych jest nieuszczelna.

Dach w wielu miejscach przecieka. Przy małych spadkach dachu trudno jest prawidłowo uszczelnić wszystkie styki, w tym styki pomiędzy arkuszami blach.



Rys. 4-2. Widok blachy górnej przy kalenicy nawy o rozpiętości 24 m.

Ogólnie można stwierdzić, że stan blachy górnej pokrycia jest zły i blacha nadaje się do wymiany. Blacha dolna jest w dobrym stanie. Jednak ze względu na występujące liczne przecieki możliwe jest miejscowe niszczenie górnej powierzchni blachy dolnej i konieczna będzie naprawa powłok ochronnych lub nawet częściowa wymiana arkuszy. Ostateczną decyzję będzie można podjąć po odsłonięciu większej powierzchni pokrycia.

5. KONSTRUKCJA HALI

5.1. Inwentaryzacja i opis konstrukcji

Obciążenie powierzchniowe z dachu przekazywane jest bezpośrednio z blachy dolnej pokrycia na górne pasy wiązarów kratowych. Wiazary kratowe o przekroju trójkątnym (rys. 5-1) składają się z dwóch pasów górnych z dwuteownika IPE180 odległych od siebie o 3,6 m, pasa dolnego z ustawionego daszkowo kątownika 120x16, oraz skratowania z rur okrągłych, o przekroju poprzecznym dobranym odpowiednio do występujących sił. W wiązarach występują rury RO108x5, RO95x4, RO88,9x4,5, RO76,1x4, RO63,5x3,6, oraz RO 57,0x3,6. Połączenia rur z pasami są śrubowe na śruby wysokiej wytrzymałości M16, M20 M24 kl. 10.9. Górne pasy wiazara oraz sąsiednie pasy wiązarów w segmencie są ze sobą połączone ceownikami (rys. 5-1). Pasy górne i pas dolny są do siebie równoległe i posiadają 5% spadek. Połączenie montażowe pasa górnego wykonano jako zakładkowe na 5 śrub M24 kl. 10.9, a pasa dolnego na 6 śrub M20 kl. 10.9. Wysokość konstrukcyjna wiązarów wynosi

2,4 m. Wiązar o rozpiętości 24 m został wykonany poprzez odpowiednie skrócenie wiązara o rozpiętości 30 m.



Rys. 5-1. Para wiązarów kratowych w segmencie o szerokości 12 m.

Wiązary opierają się na podciągach wykonanych jako kraty płaskie ze śrubowymi połączeniami prętów na śruby M12, M16, M20, kl. 10.9. Pasy są wykonane z ceowników ustawionych stopkami na dół: górny z ceownika C180 i dolny z ceownika C160. Pręty skratowania są wykonane z dwóch kątowników ustawionych krzyżowo lub z pojedynczych kątowników. Wysokość konstrukcyjna podciągu wynosi 1,95 m. Podciągi w osi A są całkowicie zamurowane (rys. 5-1).

Podciągi opierają się na słupach głównych hali. Słupy zewnętrzne są wykonane jako spawane z blach. Pasy słupów są wykonane z blachy 16x350 mm, a środniki z blachy 10x668 mm. Słupy wewnętrzne są wykonane z dwóch ceowników C300 zespawanych w skrzynkę. Słupki drugorzędne i słupki w ścianach szczytowych są wykonane z dwuteownika IPN 260. Stwierdzono, że elementy konstrukcji prętowej dachu są ocynkowane. Warstwy cynku nie stwierdzono na słupie głównym na przecięciu osi 8E.



Rys. 5-2. Podciąg kratowy.

Sztywność obiektu w kierunku poprzecznym zapewnia tarcza dachu w połączeniu ze słupami utwierdzonymi w stopach fundamentowych. Słupy są zabetonowane w kielichach stóp. W kierunku podłużnym sztywność obiektu jest zapewniona przez tarczę dachu i stężenia pionowe w osiach A, B, C, D, E pomiędzy osiami 4 i 5, przy czym w osiach C i D stwierdzono

brak dolnego odcinka jednego ramienia stężenia. Sztywność ścian szczytowych zapewnia mur z cegły.

Wszystkie stopy fundamentowe słupów głównych są posadowane na poziomie 3,6 m poniżej umownego poziomu posadzki. Wymiary poziome podstawy stóp fundamentowych wynoszą: w ścianach zewnętrznych 4,5x2,5 m, w osi B 3,0x2,5 m a w osi C,D (wspólna stopa pod dwa słupy) 3,5x2,5 m.

Pomiary inwentaryzacyjne wykonano podczas wizji lokalnych w dniach 23.12.2008, 30.12.2008, 31.01.2009 r. Pomiar grubości ścianek rur wykonano metodą nieniszczącą przy użyciu grubościomierza ultradźwiękowego, typ MG2000S z głowicą M-57. Przyrząd ten umożliwia pomiar grubości jednostronnie dostępnych ścianek stalowych z dokładnością do 0,1 mm. Pomiary można prowadzić przykładając głowicę pomiarową do powierzchni rodzimej mierzonego elementu (oczyszczonej z powłok malarskich), jak również bez usuwania powłok malarskich w miejscu pomiaru – układ pomiarowy grubościomierza pozwala na uwzględnienie grubości powłoki stalowej bez usuwania istniejących powłok malarskich.

5.2. Ocena wytrzymałości stali elementów konstrukcji.

Badania twardości elementów konstrukcji hali przeprowadzono twardościomierzem TH170. Przyrząd ten umożliwia pomiar twardości stali elementów konstrukcji na miejscu wbudowania. Nie jest konieczne pobieranie próbek laboratoryjnych. Twardość HB rur stalowych wynosiła od 105 do 126, co pozwala na przybliżone oszacowanie wytrzymałości na rozciąganie R_m w granicach od 367 Mpa do 440 Mpa. Twardość pozostałych elementów konstrukcji: blach i kształtowników wynosiła od 115 do 140 co pozwala oszacowanie wytrzymałości na rozciąganie R_m w granicach od 400 Mpa do 470 Mpa. W opracowaniu [3] można znaleźć informację, że rury zostały zaprojektowane ze stali St35 (co jest odpowiednikiem stali R35), a kształtowniki ze stali St38, co wytrzymałościowo jest odpowiednikiem stali S33S. Wyniki uzyskane na podstawie powyższych dróg są zbieżne, więc do dalszych analiz przyjęto, że rury posiadają właściwości odpowiadające stali R35, a blachy i kształtowniki stali St3S.

5.3. Ocena stanu technicznego konstrukcji stalowej

Elementy konstrukcji dachu: rury, kształtowniki, blachy są w stanie dobrym. Nie stwierdzono istotnych ubytków korozyjnych tych elementów. Można jednak stwierdzić, że zarówno w części obecnie nieużytkowanej pomiędzy osiami 7 -9. jak i nad lodowiskiem konstrukcja prętowa jest mocno zabrudzona, i miejscami odpada powłoka farb ochronnych (rys. 5-3).



Rys. 5-3. Złuszczenie farby na górnym pasie wiązara .

W gorszym stanie są słupy główne, zarówno zewnętrzne jak i wewnętrzne. Przy słupach usytuowane są, często przeciekające rury spustowe. W części nieużytkowanej hali woda przy słupach wsiąka w grunt powodując ciągłe narażenie stali na korozję (rys. 5-4).



Rys. 5-4. Korozja słupów 8C i 8D w osiach poniżej poziomu gruntu. Widoczna korozja wżerowa.



Rys. 5-5. Odkrywka obmurowanego słupa głównego w osiach 8E. Widać mokry gruz ceglany w pachwinie dwuteownika i skorodowany słup.

Obmurowane słupy główne też nie są w dobrej sytuacji. Pachwiny słupa są wypełnione ceglany gruzem, który często jest wilgotny powodując korozję.

Podczas obserwacji dostępnych elementów konstrukcji dachów obiektu nie stwierdzono istotnych usterek konstrukcyjnych, nadmiernych ugięć elementów, braku łączników, itp. Jedynym stwierdzonym istotnym mankamentem jest opisana wyżej korozja słupów.

5.4. Analiza nośności elementów konstrukcji obiektu.

Obliczenia, których wyniki zamieszczono w załączniku 2 wykazują, że elementy stalowej prętowej konstrukcji obiektu posiadają rezerwy nośności. Wykorzystanie nośności maksymalnie obciążonych elementów więzarów dachowych i podciągów w nawie o rozpiętości 30 m wynosi w granicach od 70 do 76. Większość elementów konstrukcji jest wyężona na mniejszym poziomie. W więzarze i podciągu nawy rozpiętości 24 m rezerwy nośności są jeszcze większe. Większość połączeń śrubowych posiada większą nośność od nośności łączonych prętów. Wyjątkiem jest tutaj styk montażowy pasa górnego więzara 30 m, w którym wykorzystanie nośności połączenia ze względu na docisk śrub do ścianek wynosi 88 %. W obecnym stanie zamurwane słupy główne w ścianach zewnętrznych są wyężone tylko w 28 %, a najbardziej obciążone słupy wewnętrzne w osi B są wyężone w 53%.

Uwzględniając nośność obliczeniową najsłabszej warstwy gruntu, pod wszystkimi stopami słupów głównych nośność podłoża jest wystarczająca wykorzystanie nośności nie przekracza 50 %.

5.5. Wnioski i zalecenia.

1. Podczas demontażu górnych warstw pokrycia dachu należy ocenić stopień ewentualnych zniszczeń wierzchniej warstwy blachy dolnej Ekotal i podjąć dalsze decyzje dotyczące napraw lub wymiany arkuszy.
2. Ze względu na nośność i ugięcia blachy Ekotal 42x200x1000, $t=1,0$ mm, możliwe jest dociążenie konstrukcji dachu. Maksymalne sumaryczne obciążenie obliczeniowe tej blachy nie może przekroczyć wartości $1,85 \text{ kN/m}^2$, czyli obliczeniowy ciężar warstw pokrycia razem z ciężarem własnym blachy nie może przekroczyć $0,77 \text{ kN/m}^2$. Wartości te dotyczą blachy bez ubytków korozyjnych.
3. Obecnie nośność wszystkich elementów prętowych konstrukcji dachu jest wystarczająca. Elementy prętowe mają wystarczający zapas nośności aby przenieść zwiększone obciążenie podane we wniosku 2.
4. Obecnie nośność wszystkich słupów głównych jest wystarczająca. Słupy mają wystarczający zapas nośności aby przenieść podane we wniosku 2 zwiększone obciążenie.
5. W niektórych słupach występują ubytki korozyjne. Nie ma jednak potrzeby wzmacniania słupów. Wystarczy solidnie przeprowadzić naprawę ich powłok malarskich, po uprzednim wypłukaniu skorodowanych części słupów.
6. Nośność wszystkich połączeń śrubowych elementów prętowych jest wystarczająca. Połączenia mają wystarczający zapas nośności aby przenieść zwiększone obciążenie podane we wniosku 2.
7. Nośność gruntu pod stopami fundamentowymi słupów głównych jest obecnie wykorzystana maksymalnie w 50 %. Nie zachodzi obawa przekroczenia nośności gruntu pod stopami fundamentowymi.
8. O terminie prowadzenia prac naprawczych umożliwiających pełniejszy wgląd w stan konstrukcji (na przykład demontaż pokrycia, czy roboty odkrywające ukryte obecnie elementy) - należy powiadomić autorów opracowania.