



PAWEŁ PRZYBYSZ, *pawel.przybysz@arch.pw.edu.pl*
KAZIMIERZ SZULBORSKI, *kazimierzsulborski@vp.pl*
Politechnika Warszawska

STAN AWARYJNY ŚCIAN PODPOROWYCH TRYBUN KORTÓW TENISOWYCH

FAILURE OF WALLS WHICH SUPPORT TENNIS COURT STANDS

Streszczenie W referacie przedstawiono wpływ wadliwego rozpoznania konstrukcji ścian podporowych trybun kortów tenisowych na zakres i sposób modernizacji. Ukazano również wagę prawidłowego kształtowania dylatacji. Podano również sposób naprawy i wprowadzenia podkładów ślizgowych dla zapewnienia wzajemnej niezależnej pracy elementów budynku pod wpływem obciążeń termicznych.

Abstract This paper presents the faulty diagnosis of walls which supports tennis court stands. The diagnosis had a influence on the scope and method of modernization. It shows the importance of proper joint formation. It also gives a method of repair with sliding bearing to ensure that structure will be working independently under the influence of thermal load.

1. Wprowadzenie

W niniejszym referacie autorzy przedstawiają problemy konstrukcyjne jakie można spotkać podczas modernizacji istniejących obiektów. Podjęcie decyzji o zakresie i sposobie przeprowadzenia modernizacji ma nieraz kluczowe znaczenie dla dalszego użytkowania obiektu. Decyzje takie powinny być podejmowane po dokładnej analizie stanu technicznego konstrukcji i wytypowaniu elementów nadających się do zachowania i wykorzystania w modernizowanym obiekcie. Ponadto zwraca się uwagę na wagę właściwego kształtowania dylatacji obiektów budowlanych obciążonych temperaturą.

2. Trybuny kortów Legii przed modernizacją i modernizacja

Historia budowy kortów tenisowych Legii w Warszawie sięgają lat trzydziestych ubiegłego wieku, kiedy to w pobliżu wniesionego w latach 1927-1930 „Stadionu Wojska Polskiego im. Józefa Piłsudskiego” usytuowano zespół kortów tenisowych. Po II wojnie światowej przystąpiono do odbudowy. W ramach renowacji wokół kortu centralnego wzniesiono trybuny drewniane. Rozegrano tu wiosną 1947 r. pierwsze po wojnie spotkanie o Puchar Davisa pomiędzy reprezentacjami Polski i Anglii.

W latach 1964-68 unowocześniono korty tenisowe oraz wybudowano po obu dłuższych stronach kortu centralnego odkryte trybuny. Autorem projektu był arch. Tadeusz Rupniewski. Trybuny mogły pomieścić 6000 widzów (rys. 1.). Każda z trybun miała wymiary w rzucie 58,0×33,0 m i wysokość ok. 15,5 m ponad kort. Trybuny zostały ukształtowane w postaci wznoszących się żelbetowych stopni z rzędami siedzeń. Żelbetowe trybuny z każdej strony kortu zostały podzielone dylatacjami na trzy części i podparte na ośmiu ścianach poprzecznych (rys. 2). Rozprowadzenie widzów do poszczególnych sektorów trybun odbywało się dwiema

zewnątrznymi klatkami schodowymi, skąd prowadziły wzniosła do klatek schodowych wewnętrznych. Pod elementami konstrukcyjnym trybun, na parterze zlokalizowano pomieszczenia socjalno-magazynowe, stanowiące zaplecze sportowe dla kortów. Zadaszeniem tych pomieszczeń były tarasy i schody trybun. Pod pomieszczeniami na parterze znajdowały się użytkowe piwnice.



Rys. 1. Trybuny kortu centralnego „Legii”



Rys. 2. Ściany podporowe (tarcze) trybun

Stan techniczny trybun był bardzo zły. Już w roku 1995 stwierdzono, że stan techniczny trybun jest przedawaryjny. Następne ponad 10 lat obiekt stał nieużytkowany i ulegał powolnemu niszczeniu. W roku 2006 podjęto decyzję o modernizacji trybun kortów tenisowych. W tym celu została opracowana opinia techniczna. W opracowaniach technicznych z roku 1995 i 2006 pojawiła się bardzo istotna rozbieżność dotycząca konstrukcji ścian podpierających trybuny.

Według ekspertyzy z 1995 roku tarcze podpierające trybuny były ceglane z rdzeniami żelbetowymi, z kolei według opinii technicznej z 2006 roku ściany podpierające trybuny miały być żelbetowe obłożone cegłą silikatową. Była to bardzo istotna rozbieżność mając na uwadze kształt pochylonych (nadwieszonych) ścian podpierających trybuny (rys. 2).

W roku 2006 opracowano projekt budowlano-wykonawczy modernizacji trybun. Projekt ten zakładał wykonanie nowej konstrukcji trybun o łagodniejszym spadku i oparcie ich na pozostawionych ścianach poprzecznych. Rozległy zakres modernizacji obejmował nie tylko trybuny, ale też pomieszczenia pod trybunami i pomieszczenia piwniczne. Każda z trybun została zaprojektowana w oparciu o schematy konstrukcyjne starych trybun. Trybuny „A” i „B” podzielono na trzy segmenty oddzielone dylatacjami (segmenty skrajne dwuprzęsłowe, środkowy trójprzęsłowy). Nowe trybuny zaprojektowano z betonu klasy C25/30 zbrojonego stalą AIIIIN. Schodkowe trybuny miały zostać bezpośrednio oparte na pozostawionych ścianach podporowych (rys. 3).



Rys. 3. Ściany podporowe po dostosowaniu do nowego spadku trybun

Realizacja inwestycji rozpoczęła się w roku 2007. W pierwszej kolejności rozebrano trybuny żelbetowe, a następnie rozebrano częściowo poprzeczne ściany podporowe dostosowując ich kształt do nowego spadku zaprojektowanych trybun. Na tym etapie realizacji widoczna była nieprawdziwość założenia projektowego o tym, że ściany podporowe są żelbetowe. Niemniej jednak zignorowano ten fakt. Ściany podporowe nadmurowano cegłą silikatową dostosowując je do nowych trybun. Następnie wykonano trybuny wraz z odpowiednimi dylatacjami pionowymi.

3. Uszkodzenia ścian podporowych trybun i ich przyczyny

Po około roku eksploatacji stwierdzono uszkodzenia ścian podporowych trybun w miejscach dylatacji trybun. Uszkodzenia te koncentrowały się bezpośrednio pod trybunami żelbetowymi (rys. 4). Obserwowane uszkodzenia polegały na silnym, skośnym zgodnie ze spadkiem trybun, zarysowaniu ścian (tarcz) ceglanych, zarysowania występowały również od czoła ścian (rys. 5).

Ponieważ obserwowany stan uszkodzeń był przedawaryjny wykonano badania struktury tarcz ściennych, przeprowadzono analizy dokumentacji technicznej oraz sporządzono dokumentację fotograficzną uszkodzeń, a także przeprowadzono statyczne analizy sprawdzające konstrukcję podpór.

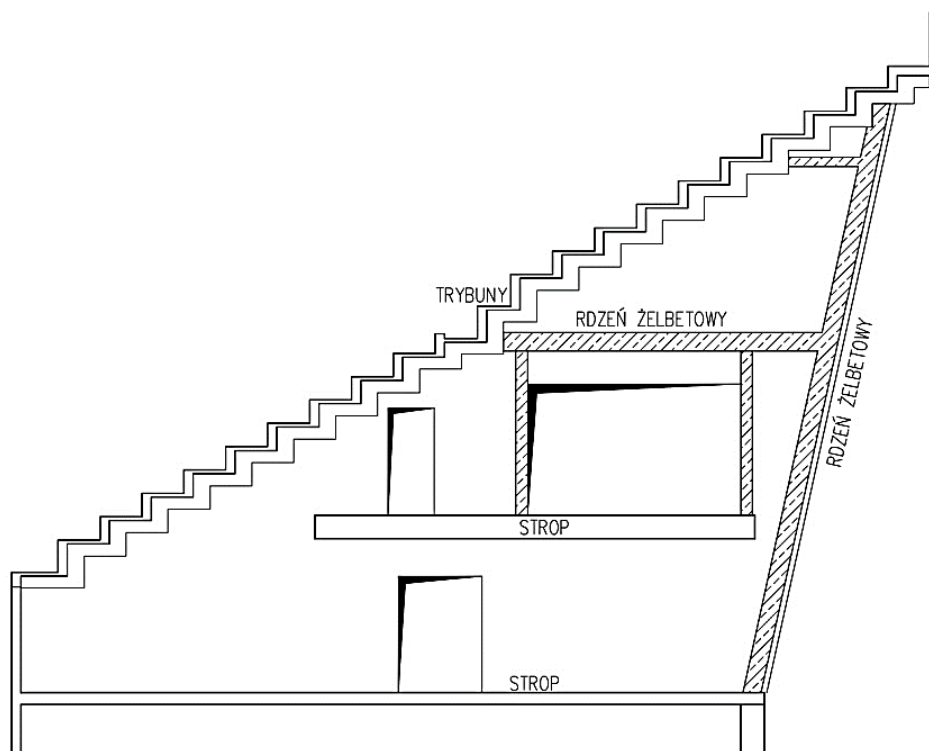


Rys. 4. Uszkodzenia ściany podporowej trybun



Rys. 5. Uszkodzenia ściany podporowej trybun - czoło ściany

Przeprowadzone badania wykazały jednoznacznie, że ściany (tarcze) podporowe trybun są ceglane murowane z cegły silikatowej z rdzeniami żelbetowymi. Układ rdzeni w ścianach został przedstawiony na rysunku 6. Główny skośny rdzeń ma wymiary 26×38 cm i jest zbrojony od 4 do 8 prętów $\phi 18$ mm ze stali żebrowanej. Strzemiona rdzeni żelbetowych wykonane są z prętów średnicy $\phi 6$ mm ze stali gładkiej. Ściany mają miejscowe zbrojenie w spoinach muru wykonane z prętów $\phi 6$ mm. Zbrojenie to jest nieregularne (występuje od co 3 do co 9 spoinę) i skoncentrowane jest przy skośnej krawędzi tarczy.



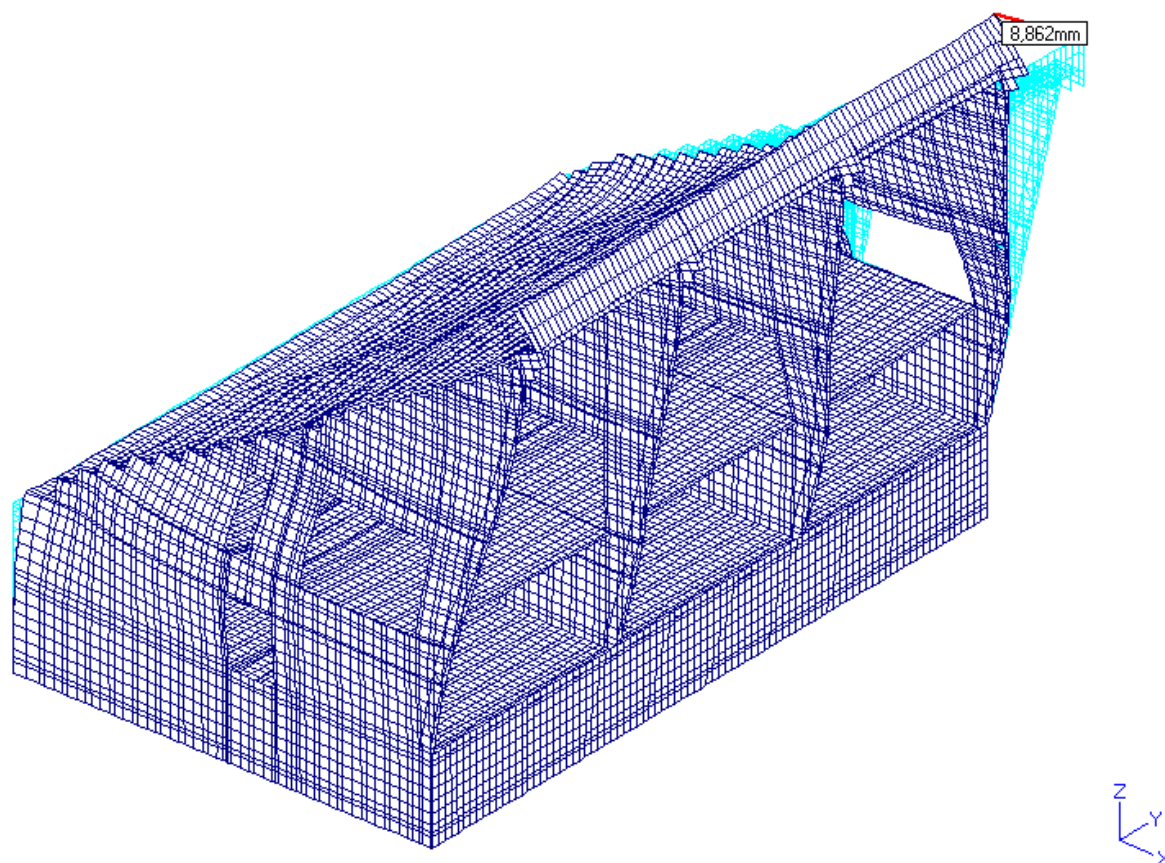
Rys. 6. Układ rdzeni żelbetowych w typowej tarczy podpierających trybuny

Na podstawie zachowanych zdjęć z okresu modernizacji trybun (2006 r.) stwierdzono, że występujący pierwotnie w ścianach podporowych żelbetowy schodkowy wieniec został w trakcie prac rozbiórkowych w znacznej części zdemontowany. Po demontażu wieńca górna powierzchnia tarczy została uzupełniona cegłą pełną silikatową i murem z cegły pełnej na zaprawie cementowej i tym samym swoim kształtem dostosowana do nowego kształtu trybun. Zakończenie zbrojenia głównego (pionowego) skośnych rdzeni żelbetowych zostało zabetonowane w nowych trybunach żelbetowych.

Przeprowadzone badania ścian (tarcz) podporowych wykazały, że:

- nowa konstrukcja trybun została oparta bezpośrednio na murze z cegły silikatowej,
- nie wykonano warstwy poślizgowej na ścianach podporowych w miejscach dylatacji,
- beton rdzeni żelbetowych w ścianach (tarczach) jest bardzo porowaty,
- wytrzymałość betonu rdzeni jest niska i maksymalnie odpowiada betonowi klasy C15/20,
- występują liczne ubytki otuliny betonowej zbrojenia rdzeni,
- zbrojenie rdzeni wykazuje miejscową korozję powierzchniową,
- bardzo często występuje pustka pomiędzy rdzeniami żelbetowymi, a warstwą licową cegły silikatowej,
- zastosowana w ścianach podporowych cegła silikatowa charakteryzuje się dobrą jakością, wytrzymałość cegły silikatowej wynosi 15 MPa, a marka zaprawy M5.

Przeprowadzono analizę statyczną konstrukcji trybun i ścian z uwzględnieniem obciążenia temperaturą. Przeprowadzona analiza wykazała, że przemieszczenia poziome trybun wynoszą ok. 8,8 mm (rys. 7). Trybuny te, oparto na podporach (ścianach) bez możliwości przesuwu poziomowego (przy dylatacjach). Na ścianach wsporczych nie wykonano (w procesie modernizacji) podkładki poślizgowej, która umożliwiłaby swobodny przesuw konstrukcji trybun na podporach (na ścianach wsporczych). Nie bez znaczenia był ponad 40 letni okres użytkowania ścian podporowych i słaba jakość i nieciągłość rdzeni żelbetowych tych ścian, a także rozwarstwienie pomiędzy rdzeniami żelbetowych a murem ceglanym.



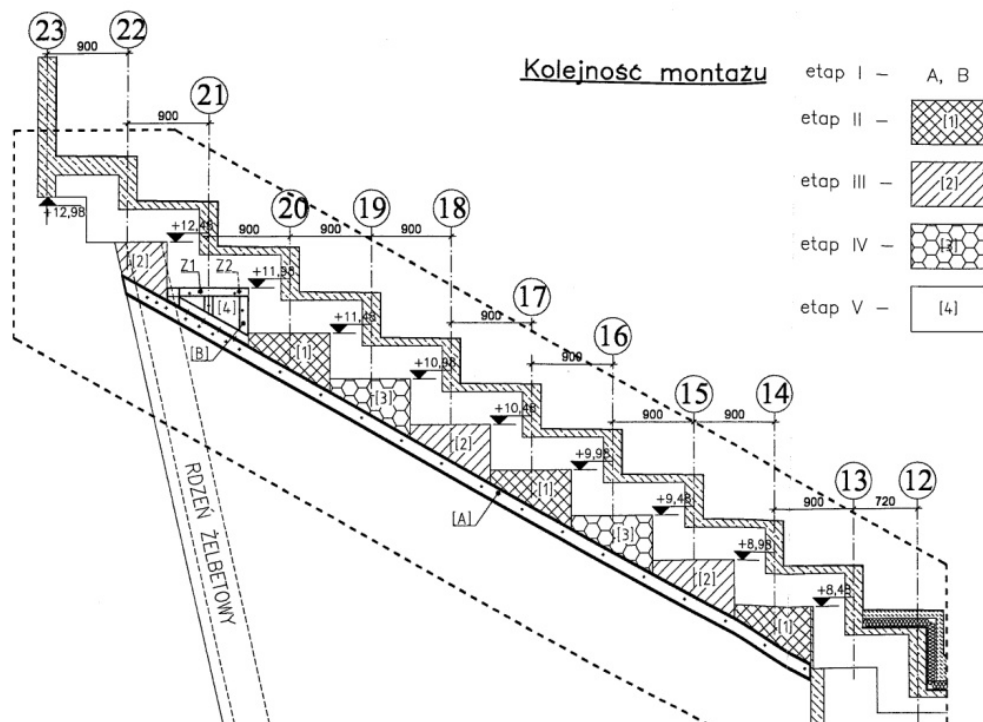
Rys. 7. Analiza MES trybun i ścian podporowych

4. Naprawa uszkodzeń i wzmocnienie konstrukcji ścian podporowych

W celu przywrócenia do użytkowania trybun kortów Legii zaprojektowano i wykonano szereg prac naprawczych i wzmocnieniowych. Głównym elementem napraw było umożliwienie przesuwu trybun na ścianach podporowych w miejscach dylatacji oraz wzmocnienie górnej krawędzi ścian. Roboty naprawcze rozpoczęto w IV kwartale 2012 r.

Wzmocnienie ścian przydylatacyjnych polegało na wprowadzeniu stalowego wieńca z ceownika C160 oraz schodkowej konstrukcji stalowej z C100 z obu stron ścian bezpośrednio pod nowymi trybunami. Konstrukcja wzmacniająca była wykonywana jako spawana na budowie i łączona po obu stron ściany przy pomocy śrub M16. Dla skrajnych części trybuny „A” i „B” (części dwuprzęsłowe) przewidziano wprowadzenie poziomego podkładu elastomerowego. Przekładka ta umożliwi przesuw trybuny na ścianie. Ponadto wzmocniono strefę podparcia trybun na ścianach poprzez zastąpienie cegły silikatowej podlewką 20÷25 cm z zaprawy cementowej bezskurczowej wysokiej wytrzymałości. Prace odbywały się etapami w odstępach jednodniowych pomiędzy poszczególnymi „stopniami” trybun (rys. 8).

W celu zabezpieczenia konstrukcji trybun podczas montażu podkładów elastomerowych stosowano kolumny wieżowe o nośności 200 kN oraz przestawną konstrukcję stalową wspartą na wcześniej wykonanym wieńcu z C160.



Rys. 8. Kolejność montażu wzmocnienia. A-wieniec z C160, B-przestawna podpierająca konstrukcja stalowa



Rys. 9. Montaż stalowej konstrukcji wzmocniającej ściany podporowe

Konstrukcja stalowa została zabezpieczona antykorozyjnie i osłonięta płytami cementowo-włóknistymi MF gr. 8 mm (rys. 9).

Ponadto wykonano zszycie zaobserwowanych zarysowań ścian (tarcz) przy pomocy prętów wklejonych w poziome fugi muru. W miejscach uszkodzeń konstrukcji żelbetowej wykonano iniekcję z żywicy epoksydowej.

W trakcie wykonywania prac naprawczych prowadzono stały monitoring geodezyjny przemieszczeń pionowych trybun. Maksymalne pomierzone przemieszczenia pionowe (osiadania) wyniosły 2,8 mm.

5. Podsumowanie

Przed przystąpieniem do procesu modernizacji istniejącego obiektu budowlanego bardzo istotne znaczenie ma opracowanie wnikliwej i precyzyjnej ekspertyzy technicznej obiektu.

Ekspertyza ta powinna obowiązkowo zawierać:

analizę dostępnej dokumentacji technicznej obiektu

wnikliwy opis konstrukcji obiektu

ocenę stanu technicznego poszczególnych elementów obiektu

wytyczne od przeprowadzenia modernizacji, napraw.

Inwestor wraz z projektantem na podstawie rzetelnie sporządzonej ekspertyzy może podjąć decyzję o zakresie prowadzenia prac.

W opisywanym przypadku trybun kortów Legia błędem było złe rozpoznanie konstrukcji podpór, a co za tym idzie podjęcie błędnej decyzji o ich pozostawieniu, a w konsekwencji błędne opracowanie szczegółów oparcia trybun.

W konstrukcjach narażonych na oddziaływanie temperatury należy bardzo szczegółowo poddać analizie i opracować szczegóły dylacji by zapewnić konstrukcji obiektu właściwą pracę przy dużych różnicach temperatur pomiędzy latem, a zimą.

Literatura

1. Starosolski W.: Konstrukcje żelbetowe wg PN-B-03264:2002, PWN, 2005.
2. Starosolski W.: Wybrane zagadnienia komputerowego modelowania konstrukcji inżynierskich, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2003.
3. Flaga K. Naprężenia skurczowe i zbrojenie przypowierzchniowe w konstrukcjach betonowych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2004.
4. Rosman R. Obliczanie ścian usztywniających osłabionych otworami, Arkady, 1971.
5. Kobiak J. Stachurski W.: Konstrukcje żelbetowe, Arkady, 1984 –1991.
6. Starosolski W.: Połączenia w żelbetowych konstrukcjach szkieletowych. Arkady, Warszawa 1993.
7. Sekcja Konstrukcji Betonowych KILiW PAN: Podstawy projektowania konstrukcji żelbetowych i sprężonych wg Eurokodu 2. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2006.
8. Szulborski K., Przybysz P., Nalewajko R., Majewska A.: Ekspertyza techniczna konstrukcji trybun kortów tenisowych w Warszawie, 2011.