

dr inż. Ryszard Antonowicz<sup>1\*)</sup>dr hab. inż. Bohdan Stawiski, prof. PWR<sup>1)</sup>

# Przyczyny załamania się podłogi sprężystej w hali sportowej

## *Causes of the breakdown of indoor sport flooring*

DOI: 10.15199/33.2015.05.13

(Studium przypadku)

**Streszczenie.** W artykule opisano przypadek zapadnięcia się podłogi sportowej o konstrukcji w postaci rusztu z desek. Zaprezentowano wyniki analiz i obliczeń, które przyczyniły się do określenia przyczyny awarii.

**Słowa kluczowe:** hale sportowe, podłogi sprężyste, wentylacja, korozja biologiczna.

**Abstract.** The paper describes the breakdown of indoor sport flooring. Constructed of the grate from board. Results of testings, outcrops and calculations were described in the paper. The research attempt to define collapse causes.

**Keywords:** sports hall, sport floor, ventilation, biocorrosion.

Boisko w hali sportowej ma wymiary w rzucie ok. 29,0 x 44,0 m. Poza boiskiem hala mieści pomieszczenia socjalno-bytowe i pomocnicze. Jest ona połączona łącznikiem z budynkiem szkoły. Ściany hali są murowane z betonu komórkowego i ocieplone styropianem, wzmocnione słupami żelbetowymi oraz wieńcami. Na słupach opierają się dźwigary dachowe z drewna klejonego warstwowo. W górnej części ścian zamontowano okna o dużej powierzchni. Hala nie jest podpiwniczona. Podłoga, po trzech latach użytkowania zgodnie z przeznaczeniem, uległa załamaniu, wystąpiły odkształcenia w środkowej części uniemożliwiające dalszą eksploatację.

### Konstrukcja podłogi

Podłogę sprężystą lub wg terminologii stosowanej w pracy [1] powierzchniowo-elastyczną wykonano w formie rusztu z legarów świerkowych 19 x 95 mm z drewna litego, spoczywającego na betonowym podłożu, na którym ułożono ażurowo deski (ślepa podłoga), a na nich dwie warstwy płyty drewnopochodnej typu P5. Sprężystość podłogi gwarantuje krzyżowy układ rusztu i podkładki dystansowe ze sprężystego tworzywa. Warto zwrócić uwagę na umiejscowienie w przekroju dwóch folii PE – dolnej na betonowym podkładzie i górnej na deskach ułożonych ażurowo. Drewno jest niejako uwięzione pomiędzy dwiema warstwami folii o bardzo niskiej paroprzepuszczalności. Przestrzeń ta z założenia powinna być wentylowana mechanicznie. Sposób wykonania podłogi odpowiada zasadom podanym w normie [2].

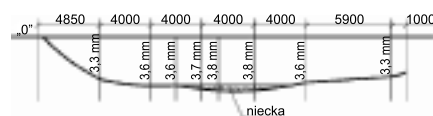
### Wyniki badań i analiz

**Badania drewna legarów i wilgotności pod podłogą.** Po dokonaniu odkrywek w środkowej części boiska stwierdzono, że najniższa warstwa legarów została porażona przez grzyby. Drewno było bardzo słabe i łatwo można było je złamać, jednak w odkrywkach nie stwierdzono uszkodzeń mechanicznych desek. Drewno rozwarstwiło się w sposób charakterystyczny dla rozpadu spowodowanego przez podstawczaki. Łatwo kruszyło się w palcach. Badania mykologiczne potwierdziły te podejrzenia, jednak nie wyhodowano z nich kolonii grzybów. Stwierdzono jedynie skażenie grzybami pleśniowymi. Proces rozwoju grzybów był zatem szybki i krótkotrwały.

Zmierzona wilgotność względna powietrza w przestrzeni pod podłogą nie przekraczała 67% przy temperaturze 27 °C i 65% przy 25 °C. Wyniki pomiarów potwierdziły, że od dłuższego czasu (kilku lub kilkunastu miesięcy) pod posadzkę nie dostawała się wo-

da. Korozja biologiczna drewna wskazywała, że nie było tak zawsze. Strefy mocnego zawilgocenia podłogi sprężystej nie obejmowały całej powierzchni boiska. Pojawilo się przypuszczenie, że płyta podkładowa, na której wykonano posadzkę, ma obszary wklęsłe, w których mogła zbierać się woda, jaka dostałaby się pod posadzkę.

**Geometria podkładu podłogi.** Metodą geodezyjną wyznaczono profil poprzeczny podkładu podłogi. Generalnie deformacje podkładu betonowego mieściły się w dopuszczalnych granicach. Fragment profilu wykonanego w poprzek boiska pokazano na rysunku. Stwierdzono występowanie niewielkiej niecki w środkowej części hali, w której mogłaby zbierać się woda, gdyby z jakiegokolwiek powodu dostała się pod podłogę. Podkład przykryty jest jedną warstwą folii, która nie pozwala, aby woda była wchłonięta przez beton. Dolne deski podłogi mogły kontaktować się z wodą przez długi czas, gdyż od góry drewniany ruszt przykryty jest folią paroszczelną, bardzo mocno ograniczającą wysychanie.



**Fragment profilu poprzecznego podkładu betonowego podłogi, wymiary [mm]**

*Cross profile of floor concrete underlay, dimensions in [mm]*

**Możliwe przyczyny zawilgocenia.** Aby odrzucić bądź potwierdzić hipotezy dotyczące przyczyn załamania podłogi, sprawdzono wilgotność ścian (tynków) hali. Okazało się, że ściany nie były źródłem zawilgacania przestrzeni podpodłogowej. Przeanalizowano też inne, możliwe przyczyny zawilgocenia. Przypuszczalnie mogła to być woda pochodząca z mycia posadзки, gdyż jest ona „podziurawiona” otworami, w których umieszczone są podstawy słupków do gry w siatkówkę i kotwy do mocowania odciągów. Woda przypadkowo rozlana na posadzkę lub podczas zmywania posadзки na mokro, bez większych przeszkód mogła przedostawać się na czarną folię przykrywającą betonowy podkład. Inną teoretycznie możliwą drogą zawilgocenia podkładu betonowego pod folią ogólnobudowlaną jest podciąganie kapilarnie wody z gruntu rodzimego. Ta droga wydawała się jednak mało prawdopodobna. Pojawiły się też wątpliwości dotyczące efektywności działania wentylacji mechanicznej przestrzeni pod podłogą. Zgodnie z pracą [1] w przypadku dużej powierzchni podłogi powinien być czernie powietrza w środkowej części boiska, a pod podłogą specjalne kanały wentylacyjne zasysające powietrze. W opisywanym obiekcie nie ma takiego systemu wentylacji. Okazało się, że przepływ powietrza wymuszany jest tylko kilkoma niewielkimi wentylatorami

<sup>1)</sup> Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

<sup>\*)</sup> Autor do korespondencji; e-mail: ryszard.antonowicz@pwr.edu.pl

usytuowanymi na przeciwległych końcach boiska przy ścianach (odległość ścian – ok. 44 m) z kratkami wylotowymi wzdłuż dłuższych ścian.

### Statyka legarów

W ramach przeprowadzonych analiz sprawdzono statyczną pracę legarów drewnianych. W normie [2] i literaturze przedmiotu nie znaleziono bezpośrednich odniesień do pracy statycznej. Podczas certyfikacji podłóg powierzchniowo-elastycznych bada się m.in. absorpcję energii uderzenia, odkształcenie standardowe, ugięcie powierzchniowe, odbicie piłki, współczynnik tarcia, odbicie światła, odporność na zużycie oraz zawartość substancji potencjalnie niebezpiecznych dla zdrowia. Do obliczeń statycznych skłoniła nas informacja o tym, że przynajmniej raz w hali zorganizowano koncert muzyki rozrywkowej – podłoga po uprzednim zabezpieczeniu płytami OSB została obciążona przez tłum osób. Wyniki obliczeń są interesujące. Otóż w przypadku obciążenia charakterystycznego o wartości  $2,0 \text{ kN/m}^2$  wyężenie w stanie granicznym nośności dolnego legara, obliczone zgodnie z zasadami podanymi w normie [3], wynosi 0,8. Przy obciążeniu charakterystycznym wartości  $3,0 \text{ kN/m}^2$  wyężenie wzrasta do 1,15. Obciążenie  $3,0 \text{ kN/m}^2$  odpowiada kategorii użytkowania pomieszczenia C1 lub C2 wg normy [4]. Można przypuszczać, że lokalnie posadzka była przeciążona i to stało się przyczyną jej zapadnięcia.

### Wnioski

Przeprowadzone badania i analizy wskazują na korozję biologiczną drewna ruszta jako przyczynę deformacji posadzki w hali sportowej. Drewno zostało zniszczone przez grzyby z klasy *Basidiomycetes*, o czym świadczy kolor zniszczonego drewna i charakterystyczne splekania. Za główną przyczynę korozji biologicznej desek uznano długotrwałe zawilgocenie (co najmniej kilka tygodni) spowodowane przedostaniem się wody do podkładu betonowego i utworzenie się lokalnych zastoin na powierzchni podkładu przykrytego folią. Wspomagającymi przyczynami rozwoju grzybów była wysoka temperatura ( $25 - 29 \text{ }^\circ\text{C}$ ) oraz brak dostępu światła i mała skuteczność wentylacji przestrzeni podłogowej.

Konstrukcja podłogi polegająca na „szczelnym” zamknięciu drewna pomiędzy dwiema warstwami folii paroszczelnej i posadzki żywicznej może być akceptowana tylko w przypadku stosowania drewna wysuszonego do ok. 8% wilgotności wagowej i zapewnienia braku dostępu dla wody. W przypadku posadzki z otworami do wentylacji podłogi wzdłuż ścian oraz na różne urządzenia sportowe, rozlana na niej woda może przedostać się pod podłogę i stać się przyczyną korozji biologicznej drewna. Obliczenia statyczne pokazały, że maksymalne statyczne obciążenie, jakie może bezpiecznie przenosić podłoga, wynosi  $2 \text{ kN/m}^2$ .

Konstrukcja podłogi polegająca na „szczelnym” zamknięciu drewna pomiędzy dwiema warstwami folii paroszczelnej i posadzki żywicznej może być akceptowana tylko w przypadku stosowania drewna wysuszonego do ok. 8% wilgotności wagowej i zapewnienia braku dostępu dla wody. W przypadku posadzki z otworami do wentylacji podłogi wzdłuż ścian oraz na różne urządzenia sportowe, rozlana na niej woda może przedostać się pod podłogę i stać się przyczyną korozji biologicznej drewna. Obliczenia statyczne pokazały, że maksymalne statyczne obciążenie, jakie może bezpiecznie przenosić podłoga, wynosi  $2 \text{ kN/m}^2$ .

### Literatura

- [1] Ogólnopolski Informator Posadzkarski. Praca zbiorowa pod red. Roberta Fidali. Wyd. eVandor, Sosnowiec 2010, s. 206 – 211.
- [2] PN-EN 14904:2009 Nawierzchnie terenów sportowych. Nawierzchnie kryte przeznaczone do uprawiania wielu dyscyplin sportowych. Specyfikacja.
- [3] PN-EN 1995-1-1:2010 Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-1: Postanowienia ogólne. Reguły dotyczące budynków.
- [4] PN-EN 1991-1-1:2004 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

Otrzymano 04.01.2015 r.

dr inż. Justyna Sobczak-Piąstka<sup>1)\*</sup>

mgr inż. Magdalena Lachowicz<sup>1)</sup>

prof. dr hab. inż. Adam Podhorecki<sup>1)</sup>

# Awaria sufitu podwieszonego nad niecką basenu w luksusowym hotelu

## *Damage of suspended ceiling above the pool in a luxury hotel*

DOI: 10.15199/33.2015.05.14

(Studium przypadku)

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono analizę awarii sufitu podwieszonego znajdującego się nad basenem w luksusowym hotelu. Przed wykonaniem sufitu nie sporządzono projektu wykonawczego, a w projekcie budowlanym zaznaczono tylko obrys sufitu. Wiele organizacji inżynierskich postulowało wprowadzenie do Prawa budowlanego definicji projektu wykonawczego. Jednak te działania okazały się nieskuteczne. W artykule na przykładzie przedstawionej awarii wykazano, jakie skutki może spowodować brak odpowiedniego projektu wykonawczego.

**Słowa kluczowe:** awaria budowlana, projekt wykonawczy.

**Abstract.** This paper presents the analysis of damage of the suspended ceiling above the pool located in a luxury hotel. In order to implement the ceilings have not done any detailed design and in construction project only marked the outline of the ceiling. Many engineering environments called for the introduction the definition of detailed design in Construction Law. These activities are still ineffective. In paper clearly demonstrated, for example, what the effects can cause lack of detailed design.

**Keywords:** building damage, detailed design.

Z obecnie obowiązujących uregulowań prawnych wynika, że dokumentacja projektowa to zbiór rysunków i odpowiednich opisów przedstawiających obiekt budowlany, który ma powstać lub ulegać zmianom po wykonaniu robót budowlanych. Dokumentacja ta obejmuje w ogólności:

- projekt budowlany, zdefiniowany w ustawie Prawo budowlane;

<sup>1)</sup> Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

<sup>\*)</sup> Autor do korespondencji: e-mail: justynas@utp.edu.pl

- projekt wykonawczy zawierający zestaw rysunków i opisów służących do realizacji obiektu budowlanego i stanowiący w istocie uszczegółowienie projektu budowlanego.

Obecne uregulowania prawne nie określają stadiów i części dokumentacji projektowej oraz opracowań kosztorysowych. Pozostawiają inwestorowi (zamawiającemu) i projektantowi swobodę w doborze nazw stadiów dokumentacji oraz opracowań kosztorysowych, a także ich zakresów merytorycznych. Wyjątek stanowią: projekt budowlany i kosztorys inwestorski, których zakres spre-