

# EKSPERTYZA TECHNICZNA Nr ....2015

**Przedmiot opracowania: określenie przyczyn występowania uszkodzeń posadzki marmurowej w Sali koncertowej przy ul. Krakowskie Przedmieście 56 w budynku „Dziekanka” w Warszawie**

**Wykonano na zlecenie:**

Uniwersytet Muzyczny

im. Fryderyka Chopina

Warszawa



**Autorzy opracowania:**

**dr inż. Leopold Kruszka**

rzeczoznawca budowlany MAZ/BO/0038/01

**dr inż. Ryszard Chmielewski**

projektant MAZ/BO/9086/03



Warszawa, kwiecień-maj 2015 r.

**OŚRODEK RZECZOZNAWSTWA  
I TECHNIKI BUDOWLANEJ**



**ODDZIAŁU WARSZAWSKIEGO POLSKIEGO ZWIĄZKU  
INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW BUDOWNICTWA**

## **SPIS TREŚCI**

1. Podstawa formalna opracowania
2. Przedmiot i cel opracowania
3. Zakres opracowania
4. Materiały przyjęte za podstawę opracowania
5. Opis stanu technicznego posadzki w sali koncertowej budynku
6. Sprawdzające obliczenia statyczno – wytrzymałościowe konstrukcji stropów
7. Propozycje usunięcia występujących nieprawidłowości
8. Wnioski i zalecenia końcowe

### **1. Podstawa formalna opracowania**

Podstawę formalną opracowania stanowi umowa zawarta pomiędzy Uniwersytetem Muzycznym, a Polskim Związkiem Inżynierów i Techników Budownictwa - Oddział Warszawski z siedzibą w Warszawie, 00-043 Warszawa, ul. Czackiego 3/5, reprezentowanym przez:

- mgr Alinę Klawe – Dyrektora Ośrodka Rzeczoznawstwa i Techniki Budowlanej Oddziału Warszawskiego PZITB.

### **2. Przedmiot i cel opracowania**

Przedmiotem opracowania są warstwy podłogowe, w tym posadzka marmurowa w sali koncertowej budynku Domu Studenckiego „Dziekanka” znajdującym się w Warszawie przy ul. Krakowskie Przedmieście 56.

Celem opracowania jest ocena stanu technicznego warstw podłogowych, w tym posadzki oraz podanie przyczyn powstania uszkodzeń - spękań posadzki marmurowej w sali koncertowej przedmiotowego obiektu budowlanego.

### **3. Zakres opracowania**

Zgodnie z umową niniejsze opracowanie obejmuje:

- analizę dokumentacji eksploatacyjnej budynku, w tym dokumentacji projektowej z 2007 roku wykonanej na potrzeby rewitalizacji posadzki,
- wizję lokalną budynku w części objętej zakresem ekspertyzy wraz ze szczegółowymi oględzinami elementów konstrukcyjno-budowlanych oraz inwentaryzacją uszkodzeń przedmiotowej posadzki,
- identyfikację konstrukcji stropu międzykondygnacyjnego na podstawie miejscowych odkrywek warstw podłogowych w postaci odwiertów koronką  $\phi$  90 mm oraz badań ferromagnetycznych,
- niezbędne statyczno-wytrzymałościowe obliczenia sprawdzające stanów granicznych nośności oraz przydatności do użytkowania dla sprawdzenia bezpieczeństwa konstrukcji nośnej stropu międzykondygnacyjnego,
- wnioski i zalecenia końcowe dotyczące sposobu użytkowania pomieszczeń wraz z określeniem dopuszczalnego obciążenia analizowanego stropu międzykondygnacyjnego.

### **4. Materiały przyjęte za podstawę opracowania**

Ekspertyzę opracowano w oparciu o wizję lokalne obiektu wraz ze szczegółowymi oględzinami i badaniami elementów poddanych ocenie oraz wykonanymi odkrywkami warstw podłogowych w Sali koncertowej, oraz następujące dokumenty:

- [1] *Polską normę PN-B-03002:1999 „Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie”*,
- [2] *Polską normę PN-B-12050:1996 „Cegły budowlane”*,
- [3] Ustawę z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane - jednolity tekst ogłoszony w załączniku do obwieszczenia Marszałka Sejmu RP z dnia 2 października 2013 r. (Dz. U. poz. 1409).
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 7 poz. 690) ze zmianami: Dz. U. z 2013 r., poz. 926).
- [5] Opinia techniczna – oficyna Nowej Dziekanki w zespole budynków D. S. Dziekanka, Warszawa ul. Krakowskie Przedmieście 56-58, Bednarska 29, 31, Studio AZR, Warszawa, wrzesień 1998 r.,
- [6] Projekt budowlany – wykonawczy, Tom II – konstrukcja, nadbudowy i dokończenia remontu oficyny Nowej Dziekanki oraz dobudowy windy do tarasu, Studio AZR, Warszawa, grudzień 2007 r.,
- [7] Opinia techniczna dotycząca przyczyn występowania uszkodzeń posadzki z marmuru w sali koncertowej przy ul. ulicy Krakowskie Przedmieście 56 budynek „Dziekanka” w Warszawie z zaleceniami wykonania robót naprawczych, NOT, luty 2015 r.,
- [8] obowiązujące przepisy i normatywy.

#### **5. Opis stanu technicznego posadzki w sali koncertowej budynku**

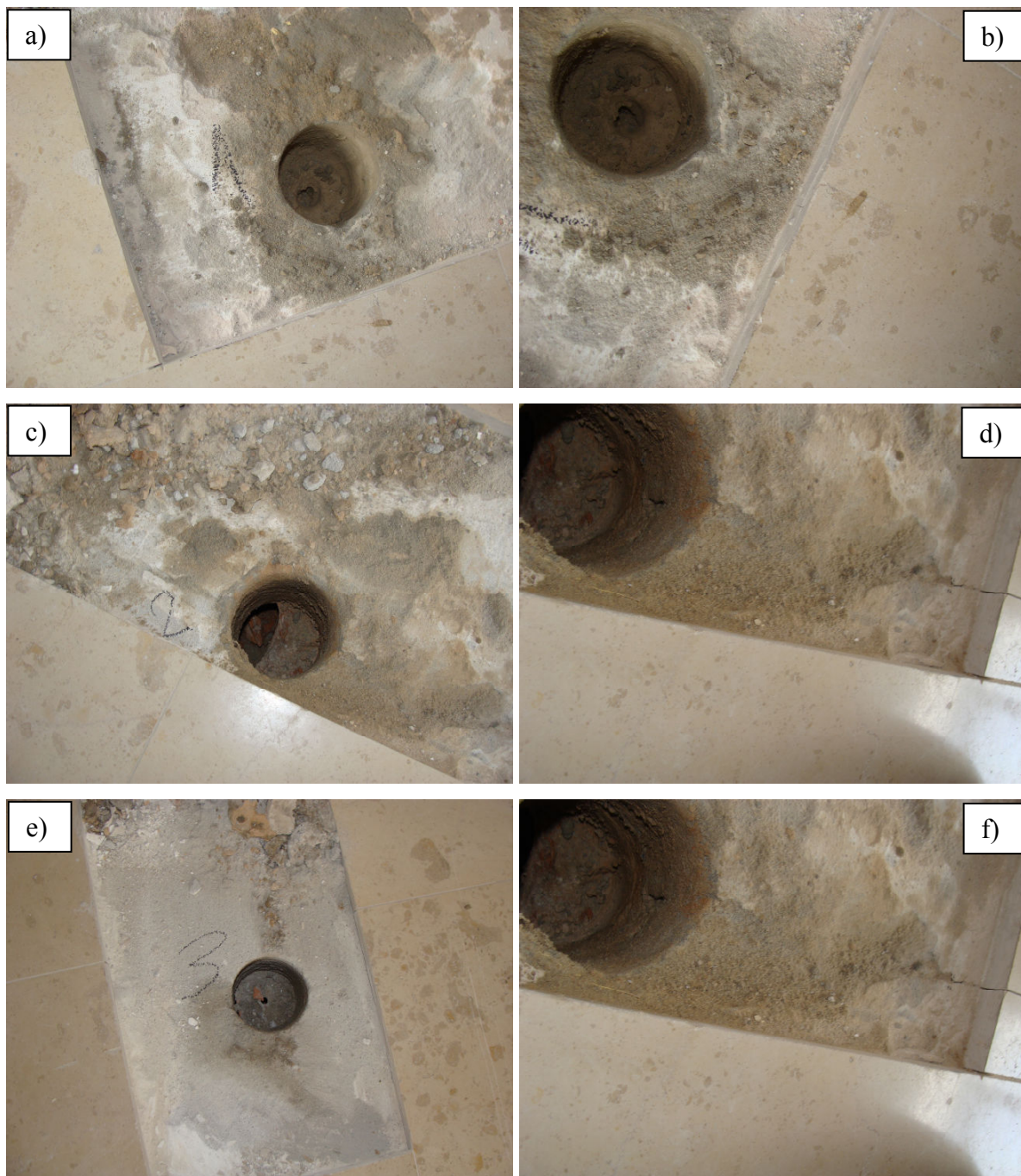
Posadzka – ostatnia warstwa podłogowa w sali koncertowej została wymieniona w ramach przebudowy, którą przeprowadzono w 2008 roku. W wyniku robót budowlanych zamieniono układ warstw podłogowych z istniejących (wg. dokumentacji projektowej z 2007 roku [6]):

- strop Ackermana – 27 cm,
- 2 x płyta pilśniowa,
- szlichta – 4 cm,
- klepka drewniana – 2,2 cm,

na projektowane warstwy podłogowe z posadzką kamienną:

- strop Ackermana – 27 cm (j.w.),
- piasek stabilizowany – 7 cm,
- posadzka kamienna – 2 cm.

W celu weryfikacji rzeczywistego układu tych warstw podłogowych, w posadzce wykonano pięć odkrywek warstw podłogi do górnego poziomu ceramicznych pustaków stropu Ackermana – fot. 1.







Fot. 1. Odkrywki warstw podłogowych: a, b) nr 1, c, d) nr 2, e, f) nr 3, g, h) nr 4 oraz i, j) nr 5

Na podstawie odkrywek stwierdzono, że ***założenia obliczeń statycznych zawartych w dokumentacji projektowej modernizacji budynku są niewłaściwe***. Grubość nadbetonu stropu Ackermana wynosi  $\sim 3$  cm (por. fot. 1g), zaś w obliczeniach projektowych [5, 6] przyjęto 9 cm, przez co w sposób istotny zwiększono ramię sił wewnętrznych, a tym samym zawyżono nośność tego stropu. Ramię sił wewnętrznych dla zginania przęsłowego przyjęte w obliczeniach projektowych wynosi 23,0 cm, zaś rzeczywiste, wyznaczone na podstawie odkrywek -18,5 cm, co stanowi zmniejszenie tego ramienia o ponad 24%.

Dodatkowo wykonane warstwy podłogowe nie są zgodne z dokumentacją projektową. W projekcie [6] przyjęto 7 cm piasku stabilizowanego o obciążeniu charakterystycznym  $1,33 \text{ kN/m}^2$ , zaś w rzeczywistości występuje średnio 6,5 cm wylewki betonowej oraz ok. 1,0 cm masy klejowej, co daje obciążenie charakterystyczne  $1,74 \text{ kN/m}^2$ .

Rzeczywisty przekrój warstw podłogowych ustalony na podstawie miejscowych odkrywek określono jako następujący:

- tynk cementowo-wapienny – 1,5 cm,
- strop Ackermana – 21 cm,

- szlichta – 4 cm (średnio),
- płyta pilśniowa oraz paroizolacja – 1,0 cm,
- wylewka betonowa – 6,5 cm,
- zaprawa klejowa – 1,0 cm,
- posadzka kamienna – 2,0 cm.

W trakcie wizji lokalnej dokonano również oceny stanu technicznego stropu międzykondygnacyjnego od spodu tej konstrukcji – fot. 2.



Fot. 2 a, b) Widok konstrukcji stropu Ackermana od spodu

Od dołu nie zauważono śladów uszkodzeń konstrukcji nośnej - do stropu zamocowany jest sufit podwieszany oraz elektryczne instalacje budynku. Urządzeniem ferromagnetycznym

stwierdzono grubość otuliny prętów zbrojeniowych równą 2,0 cm. Średnica prętów zbrojeniowych żeber stropu wynosi 10 mm.

**Reasumując:** na podstawie wykonanych odkrywek warstw podłogowych i oceny wizualnej uszkodzonej posadzki marmurowej w sali koncertowej budynku „Dziekanka” w Warszawie stwierdzono, że:

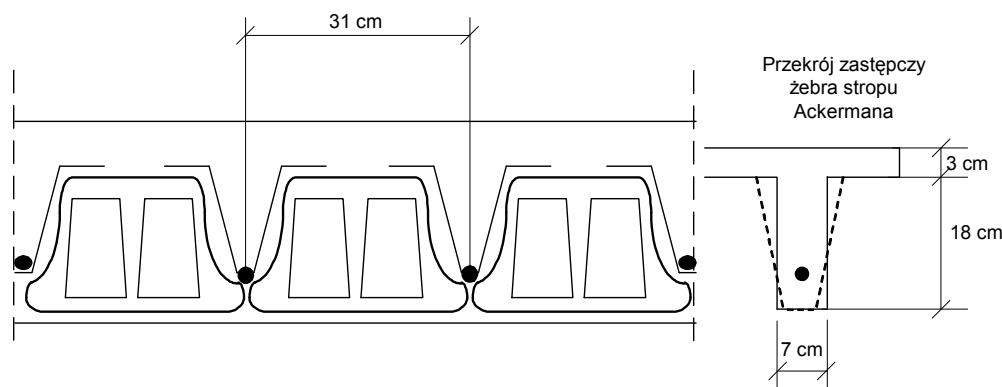
- pęknięcia kamiennych płyt tej posadzki pokrywają się z pęknięciami warstwy kleju i podłoża,
- układ warstw podłogowych jest niezgodny z dokumentacją projektową co powoduje **przeciążenie konstrukcji nośnej stropu Ackermana, w tym także z uwzględnieniem obciążenia użytkowego (tłumem ludzi) dla sal koncertowych,**
- ilość i grubość dylatacji jest niewystarczająca - dylatacje i przerwy robocze podłoża pod posadzkę nie pokrywają się z dylatacjami posadzki.

## 6. Sprawdzające obliczenia statyczno-wytrzymałościowe konstrukcji stropu

### 6.1. Sprawdzenie nośności stropu

Obliczenia wykonano zgodnie z normatywami użytymi do projektowania stropu Ackermana [6]. Zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 1 przyjęto następujące dane geometryczne przekroju tego stropu:

$$\begin{array}{lll} b_d = 31 \text{ cm} & h = 21,0 \text{ cm} & d = 2,5 \text{ cm} \\ A_{sI} = 0,8 \text{ cm}^2 & a = 3,0 \text{ cm} & \\ b = 7 \text{ cm} & h_o = 18,5 \text{ cm} & \end{array}$$



Rys. 1. Przyjęcie przekroju zastępczego żeber stropu Ackermana

Na podstawie przyjętych parametrów wytrzymałościowych betonu i stali efektywna wysokość strefy ściskanej betonu wynosi:



$$x_{eff} = A_{s1} * f_{yd} / b_d * f_{cd}$$

gdzie:  $f_{yd}$  – obliczeniowa granica plastyczności stali – 190 MPa,

$f_{cd}$  – wytrzymałość obliczeniowa betonu na ściskanie – 8,0 MPa,

$$x_{eff} = 0,61 \text{ cm}$$

Wysokość strefy ściskanej jest mniejsza od grubości płyty, czyli przekrój jest pozornie teowy.

Nośność obliczeniowa przekroju wynosi:

$$M_{Rd} = f_{cd} * S_{cc,eff}$$

gdzie:  $S_{cc,eff}$  – moment statyczny efektywnego pola betonu strefy ściskanej,

$$S_{cc,eff} = A_{cc,eff} * (h_0 - x_{eff} / 2) = 34,47 \text{ cm}^3$$

stąd:

$$M_{Rd} = 2,77 \text{ kNm}$$

Obciążenie ciężarem własnym płyty stropu poszczególnymi warstwami podłogowymi zestawiono w tablicy poniżej.

Warstwa podłogi	Grubość warstwy podłogowej	Ciężar objętościowy [kN/m <sup>3</sup> ]	Obciążenie charakterystyczne [kN/m <sup>2</sup> ]	Współczynnik obciążenia	Obciążenie obliczeniowe [kN/m <sup>2</sup> ]
posadzka kamienna	2,0 cm	27	0,54	1,1	0,59
zaprawa klejowa	1,0 cm	18	0,18	1,3	0,23
wylewka	6,5 cm	24	1,56	1,3	2,03
płyta pilśniowa	1,0 cm	2	0,02	1,1	0,02
szlichta	6 cm	24	1,44	1,3	1,87
płyta stropu	21 cm	-	2,65	1,1	2,92
tynk c-w	1,5 cm	18	0,27	1,3	0,35
sufit podwieszony i instalacje	-	-	0,5	1,3	0,65
RAZEM			7,16	-	8,67

Rozpiętość przęsła stropu w świetle podciągów wynosi 3,0 m, zaś jego rozpiętość obliczeniowa 3,15 m. Przyjmując schemat belki ciągłej, wyznaczona wartość maksymalna momentu od obliczeniowego obciążenia ciężarem własnym na szerokość belki  $b_d = 31 \text{ cm}$  (dla przęsła skrajnego):

$$M_{cw} = 2,42 \text{ kNm}$$

i stąd zapas nośności na obciążenia użytkowe wynosi: 0,34 kNm na żebro stropu. Na podstawie powyższych obliczeń maksymalna wartość obliczeniowych obciążeń użytkowych wynosi 1,22 kN/m<sup>2</sup> – w projekcie założono 3,90 kN/m<sup>2</sup>.

Kolejnym elementem jest sprawdzenie nośności stropu z uwzględnieniem obciążeń zakładanych w projekcie (tj. z układem warstw posadzkowych) [6], czyli obciążenie obliczeniowe warstwami podłogowymi (w tym posadzka kamienna o grubości 2 cm) wynosi  $6,90 \text{ kN/m}^2$ .

$$M_{cw\_proj} = 1,93 \text{ kNm}$$

i stąd zapas nośności na obciążenia użytkowe wynosi:  $0,84 \text{ kNm}$  na żebro stropu. Na podstawie powyższych obliczeń maksymalna wartość obliczeniowych obciążeń użytkowych wynosi  $2,99 \text{ kN/m}^2$  – jest więc mniejsza od wartości projektowanej, jakkolwiek pomieszczenie sali koncertowej mogłoby być wykorzystywane jako pomieszczenia biurowe.

## 6.2. Sprawdzenie ugięcia stropu

Obliczenie ugięć wykonywane jest dla obciążeń charakterystycznych. Stąd moment bezwładności przekroju żelbetowego żebra stropu Ackermana obliczmy z zależności:

$$I = \frac{b_d \cdot x_{eff}^3}{3} + \alpha \cdot A_{s1} (h - x_{eff})$$

$$I = 1914 \text{ cm}^4$$

gdzie:  $E_{cm}$  - moduł sprężystości betonu,

$$\alpha = \frac{E}{E_{cm}}$$

Wartości ugięć stropu obliczamy z zależności:

$$f = \frac{5Ml^2}{48E_{cm}I}$$

- ugięcie belek stropowych od ciężaru własnego:

$$f_1 = 0,32 \text{ cm}$$

Wartość dopuszczalna ugięcia stropu:

$$f_{dop} = l_o/300 = 300\text{cm}/300 = 1,0 \text{ cm} - \text{warunek jest spełniony.}$$

## 7. Propozycje usunięcia występujących nieprawidłowości

Proponowane w opracowaniu [7] rozwiązanie polegające *wyłącznie na wymianie uszkodzonych płyt marmurowych* sali koncertowej na nowe oraz zszywanie rys w podłożu jest niewłaściwe *ze względu na występujące przeciążenie tego stropu* spowodowane

planowanymi obciążeniem tłumem ludzi podczas koncertu oraz niewłaściwe wykonawstwo, niezgodne z założeniami projektowymi [6].

Na podstawie oceny stanu technicznego posadzki oraz wykonanych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych proponowane są **cztery rozwiązania techniczne warstw podłogowych** na stropie Ackermana, w tym obejmujące **zamianę posadzki**.

Pierwsze z nich to usunięcie warstw posadzkowych do płyty pilśniowej i **wykonanie lekkiej posadzki drewnianej**. Usunięcie ww. warstw spowoduje istotne zmniejszenie ciężaru własnego warstw podłogowych do wartości obliczeniowej  $5,79 \text{ kN/m}^2$ , co pozostawi zapas dopuszczalnych obciążeń obliczeniowych na nawierzchnię drewnianą nowej posadzki oraz obciążenia użytkowe na poziomie  $4,10 \text{ kN/m}^2$ .

Drugim proponowanym rozwiązaniem jest usunięcie wszystkich warstw podłogowych do nadbetonu stropu Ackermana. Usunięcie ww. warstw spowoduje zmniejszenie ciężaru własnego tych warstw do wartości obliczeniowej wynoszącej  $3,92 \text{ kN/m}^2$ , co spowoduje zapas dopuszczalnych obciążeń obliczeniowych na nową nawierzchnię posadzki oraz obciążenia użytkowe tego stropu na poziomie  $5,97 \text{ kN/m}^2$ . Po zastosowaniu suchej zaprawy cementowej (cementy tarasowe i piaski rzeczne w proporcji 1:3) o grubości 4 cm i **ponownym ułożeniu nowych płyt kamiennych** o grubości 2 cm byłby zapas nośności na obliczeniowe obciążenie użytkowe o wartości  $4,39 \text{ kN/m}^2$ .

Trzecim rozwiązaniem jest rozbiórka warstw podłogowych tak jak w drugim rozwiązaniu, przy czym proponowane jest **wykonanie lekkiej drewnianej posadzki**. W wypadku tego rozwiązania, po zastosowaniu szlichty wyrównującej o grubości 4 cm i ułożeniu klepki drewnianej 22 mm pozostawiłoby zapas nośności na obliczeniowe obciążenie użytkowe o wartości  $4,88 \text{ kN/m}^2$ .

Czwartym rozwiązaniem jest wykonanie **wzmocnienia konstrukcji nośnej stropu Ackermana** dla przeniesienia projektowanych obciążeń użytkowych – obciążeni tłumem ludzi podczas koncertów. Takie wzmocnienie może zostać wykonane poprzez zastosowanie stalowych rusztów, które mogłyby być oparte na istniejących słupach konstrukcyjnych. Inną metodą wzmocnienia stropu jest zastosowanie nowoczesnych materiałów zbrojących w postaci taśm węglowych (a także szklanych lub aramidowych). Jakkolwiek nawet przy zastosowaniu wzmocnienia stropu wymagana jest rozbiórka istniejącej posadzki kamiennej oraz usunięcie warstwy klejowej i wylewki, a następnie **odtworzenie posadzki zgodnie z projektem na piasku stabilizowanym** [6].

## 8. Wnioski i zalecenia końcowe

1. Przeprowadzone sprawdzające obliczenia statyczno-wytrzymałościowe stropu Ackermana sali koncertowej w budynku „Dziekanki” przy ul. Krakowskie Przedmieście 56 w Warszawie nad wykazały, że:

- wykonanie dodatkowych warstw podłogowych przez wykonawcę robót budowlanych oraz błędne określenie grubości nadbetonu w stropie Ackermana przez projektanta spowodowało **przeciążenie konstrukcji nośnej stropu Ackermana** - wyczerpanie dopuszczalnych obciążeń użytkowych przewidzianych nie tylko dla sal koncertowych lecz także dla pomieszczeń biurowych,
- do czasu **wykonania remontu warstw podłogowych (bądź wzmocnienia przedmiotowego stropu)** należy **wyłączyć pomieszczenie sali koncertowej z użytkowania** w tym budynku; pojawienie się projektowanych obciążeń użytkowych w przypadku obciążenia tłumem w przypadku odbywającego się koncertu, przy występujących obecnie obciążeniach ciężarem własnym warstw podłogowych, stanowić będzie **zagrożenie katastrofą budowlaną**.

Ze względu na ustawowy obowiązek art. 70 Prawa budowlanego: *Właściciel, zarządca lub użytkownik obiektu budowlanego, na których spoczywają obowiązki w zakresie napraw, określone w przepisach odrębnych bądź umowach, są obowiązani w czasie lub bezpośrednio po przeprowadzonej kontroli usunąć stwierdzone uszkodzenia oraz uzupełnić braki, które mogłyby spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, bezpieczeństwa mienia bądź środowiska, a w szczególności katastrofę budowlaną, pożar, wybuch, porażenie prądem elektrycznym albo zatrucie gazem. Obowiązek ten powinien być potwierdzony w protokole z kontroli obiektu budowlanego. Osoba dokonująca kontroli jest obowiązana bezzwłocznie przesłać kopię tego protokołu do właściwego organu*, konieczne jest przesłanie kopii niniejszego opracowania do organu nadzoru budowlanego.

2. Występujące nieprawidłowości wynikają zarówno z błędów projektowych (błędy obliczeniowe) jak również z błędów wykonawczych warstw podłogowych przedmiotowej posadzki co wykazano jednoznacznie w niniejszej ekspertyzie.
3. W punkcie 7-mym niniejszego opracowania przedstawiono propozycje przywrócenia pomieszczenia sali koncertowej do użytkowania. Zamawiający może przyjąć inne rozwiązania, jakkolwiek niezależnie od wyboru wymagane jest opracowanie dokumentacji projektowej przez osobę uprawnioną w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, będącą członkiem izby samorządu zawodowego w budownictwie.



4. W wypadku podjęcia decyzji o odciążeniu – demontażu (rozbiórce) warstw podłogowych w przedmiotowym pomieszczeniu – sali koncertowej, szczególną uwagę należy zwrócić na sposób prowadzenia robót budowlanych. Dopuszczalne jest ich prowadzenie tylko przy użyciu ręcznego sprzętu lekkiego ze względu na możliwość naruszenia konstrukcji stropu gęsto-żebrowego Ackermana.
5. Roboty budowlane, w tym rozbiórkowe powinny zostać wykonane zgodnie z regułami sztuki budowlanej z uwzględnieniem środków i materiałów odpowiednich do tego typu robót. Roboty rozbiórkowe powinny być wykonane ręcznie ze wszelkimi koniecznymi środkami ostrożności oraz należy wykluczyć uszkodzenia elementów istniejących przewidzianych do zachowania, jak również zabezpieczyć pomieszczenia przed dodatkowym obciążeniem – gruzem, a także kurzem. W szczególności zapewnić trzeba:
  - zabezpieczenie krawędzi i występów muru przed ukruszeniem,
  - zabezpieczenie płyty stropu gęsto-żebrowego.
6. Szczegółowe warunki bezpieczeństwa przy robotach budowlanych unormowane są rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych Dz. U. Nr 47, poz. 401. Rozporządzenie to określa również szczegółowe warunki bezpiecznego prowadzenia robót rozbiórkowych. Wykonawca powinien zapewnić odpowiedni sprzęt i ludzi, aby w sposób bezpieczny przeprowadzić wywóz nagromadzonego gruzu i innych odpadów budowlanych.
7. Po wykonaniu niezbędnych remontowych robót budowlanych - usunięcia - uszkodzeń posadzki będących przedmiotem tej ekspertyzy należy dokonać komisyjnego odbioru robót budowlanych z udziałem inspektora nadzoru inwestorskiego, jak też użytkownika. Zalecany okres rękojmi na wady fizyczne w wyremontowanych elementach posadzki powinien wynosić **pięć lat** dla określenia skuteczności zastosowanych rozwiązań technicznych. Przed końcem upływu tego okresu powinien nastąpić ostateczny komisyjny odbiór tych robót. Proponowany okres rękojmi wynika ze szczególnego ich charakteru, tj. że są to budowlane roboty zakryte i związane z bezpieczeństwem konstrukcji nośnej stropu międzykondygnacyjnego budynku.