

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników

Przemysłu Materiałów Budowlanych

Federacji Stowarzyszeń Naukowo – Technicznych NOT

**Zespół Ośrodków Rzeczoznawstwa „ZOR” Stowarzyszenie Inżynierów i
Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych w Warszawie**

ul. Czackiego 3/5

Opinia Techniczna

**Dotyczy: Ustalenia przyczyn występowania uszkodzeń posadzki z marmuru
w Sali koncertowej przy ulicy Krakowskie Przedmieście 56 budynek
„Dziekanka” w Warszawie z zaleceniami wykonania robót naprawczych.**



**Zleceniodawca: Uniwersytet Muzyczny Fryderyka Chopina ulica Okólnik 2
00-368 Warszawa. Zlecenie nr 10/2015 z 05/02/2015.**

**Wykonawca: Mgr inż. Jerzy Stęplewski
Rzeczoznawca SITPMB Warszawa
Legitymacja 1176**

Warszawa Luty 2015

Spis Treści

- 1. Podstawa opracowania opinii**
- 2. Cel i zakres sporządzenia opinii**
- 3. Opis użytego materiału – Wapień „Morawica”**
- 4. Sprawozdanie z przeglądu**
- 5. Dokumentacja fotograficzna**
- 6. Wnioski i zalecenia dla użytkowania obiektu**
- 7. Materiały wykorzystane do sporządzenia opinii**

1. Podstawa opracowania opinii

Podstawą opracowania opinii jest zlecenie Uniwersytetu Muzycznego Fryderyka Chopina ulica Okólnik 2 00-368 Warszawa

2. Cel i zakres sporządzenia opinii

Celem opracowania opinii jest ustalenie przyczyn występowania uszkodzeń posadzki z wapienia Morawica w sali koncertowej budynku Dziekanka w Warszawie.

Zakresem opinii jest wskazanie sposobów i metod naprawy powstałych zmian w celu przywrócenia posadzce bezpiecznego użytkowania i estetycznego wyglądu.

3. Opis użytego materiału – wapień „Morawica”

Pod względem geologicznym są to zbite skaliste wapień górnio jurajskie (Oxford 155 – 161 mln lat temu) zalegające w wyróżnionej jednostce litostratygraficznej zwanej warstwami morawickimi.

Barwa skały nie jest jednakowa, przeważają odcienie szaro beżowe, określane często jako kolor kawy z mlekiem. Ciemniejsze plamki w wapieniu tworzą fragmenty skamieniałych gąbek. Nie jest trudno dostrzec także belemnity i amonity. Rzadziej występują ramienionogi, i igły gąbek, otwornice fragmenty jeżowców.

W skale widoczne są szwy stylolitowe kojarzące się z wyglądem z wykresami sejsmografów i będące efektem selektywnego rozpuszczania skały pod wpływem kierunkowego ciśnienia. Ze względu na małą i jednolitą ścieralność materiał ten wytrzymuje duże natężenie ruchu. Zalecany jest więc na posadzki i schody wewnętrzne.

W załączeniu karta dokumentacyjna właściwości petrograficznych i geomechanicznych oraz badania Kopalni Wapienia Morawica S. A.

KARTA DOKUMENTACYJNA

UŻYTKOWA NAZWA SKAŁY: WAPIEŃ
MIEJSCOWOŚĆ: MORAWICA

1. DANE OGÓLNE

- 1.1. Województwo: kieleckie
- 1.2. Gmina: Morawica
- 1.3. Właściciel: Kopalnia „Morawica”
- 1.4. Eksploatacja: na skalę przemysłową
- 1.5. Zastosowanie: przemysł: wapienniczy, hutniczy, chemiczny, cukrowniczy i budowlany (materiały okładzinowe, kruszywo)
- 1.6. Opis makroskopowy: wapień pelitowy z detrytusem organicznym
- 1.7. Nazwa petrograficzna skały: biotykryt marglisty
- 1.8. Wiek: jura (górna)
- 1.9. Barwa: biała
- 1.10. Układ spekań wg Mencla: S, Y, H

1.11. Lokalizacja – wg komputerowej Mapy Polski (v. 3.0 1994 CARTALL)

0 10 20 30 40 50 km



2. WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE

2.1. Gęstość pozorną [g/cm ³]:	2,48 ± 2,56	(2,53)
2.2. Gęstość właściwą [g/cm ³] ⁶⁾ :		(2,70)
2.3. Porowatość [%]:	5,19 ± 8,15	(6,43)
2.4. Nasiąkliwość objętościowa [%]:	4,80 ± 6,80	(5,50)
2.5. Nasiąkliwość wagowa [%]:	1,90 ± 2,70	(2,20)
2.6. Szczelność [%]:	91,85 ± 94,81	(93,57)
2.7. Ścieralność [mm] ⁵⁾ :	na tarczy Böhme - 7,0	

WŁAŚCIWOŚCI GEOMECHANICZNE

STAN PRZEDKRYTYCZNY

3. WYTRZYMAŁOŚĆ

3.1. Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe [MPa]:	Klasa: wg PN-84/B-01080: duża BL wg Millera: I/II/III wg Protodiakonowa: I/II/III	
a) powietrzno-sucha R_c - ZD:	88,0 ± 131,0	(105,0)
- MTS:	84,0 ± 212,0	(153,0)
b) po nasyceniu wodą R_{cn} - ZD:	58,0 ± 84,0	(75,0)
c) po 25 cyklach zamarzania R'_{cn} - ZD:	53,0 ± 75,0	(64,0)
- MTS:	79,0 ± 133,0	(106,0)
d) współczynnik rozmiękania - ZD:	0,71	
e) współczynnik odporności na zamarzanie:	0,85	
3.2. Wytrzymałość na rozciąganie R_t [MPa]:	(4,9)	wskaźnik porównawczy ZD/MTS
3.3. Wskaźnik Protodiakonowa:	14	R_c : 0,69
3.4. Wytrzymałość na ścinanie τ [MPa]:	13,6 ± 16,2	R'_{cn} : 0,60
3.5. Odporność na pękanie K_{IC} [MPa · m ^{1/2}]:	(0,69)	

4. ODKSZTAŁCALNOŚĆ

4.1. Fazy deformacji naprężeń progowych [MPa]:	
a) próg odkształceń liniowo sprężystych:	7 ± 59 (39) = 8-35(25)% R_c
b) próg mikrodylatacji (stabilna propagacja szczelin):	
- próg liniowości odkształceń obwodowych:	17 ± 90 (70) = 20-58(46)% R_c
- próg liniowości odkształceń osiowych ϵ_c :	34 ± 162 (110) = 40-92(72)% R_c
c) próg makrodylatacji (niestabilna propagacja szczelin):	118 ± 172 (145) = 84-98(91)% R_c
d) próg lokalizacji odkształceń:	(63) = (75)% R_c
4.2. Stałe sprężystości [10 ⁴ MPa]:	
a) moduł Younga E :	
- statyczny (E_0):	0,87 ± 1,66 (1,37)
- dynamiczny (E_d):	7,08 ± 9,14 (8,14)
b) moduł sprężystości objętościowej K :	0,50 ± 0,82 (0,70)
c) dynamiczny moduł sprężystości objętościowej K_d :	3,10 ± 4,93 (4,08)
d) moduł ścinania G :	0,36 ± 0,74 (0,61)
e) dynamiczny moduł ścinania G_d :	2,96 ± 4,08 (3,49)
f) stała Lamego L :	0,18 ± 0,49 (0,30)
g) dynamiczna stała Lamego L_d :	1,00 ± 2,96 (1,76)
4.3. Współczynnik Poissona ν :	0,12 ± 0,25 (0,16)
4.4. Odkształcenie ϵ [%]:	
osiowe ϵ_c :	a) wartość krytyczna: (+)0,85 ± (+)1,38 ((+)1,19)
	b) w zakresie liniowym: (+)0,55 ± (+)1,18 ((+)0,90)
obwodowe ϵ_{cy} :	a) wartość krytyczna: (-)1,20 ± (-)0,18 ((-)0,42)
	b) w zakresie liniowym: (-)0,22 ± (-)0,06 ((-)0,11)
objętościowe ϵ_v :	a) wartość krytyczna: (-)1,02 ± (+)0,80 ((+)0,40)
	b) w zakresie liniowym: (+)0,19 ± (+)0,54 ((+)0,38)

5. WŁAŚCIWOŚCI AKUSTYCZNE

5.1. Prędkość fali podłużnej [m/s]:	5300 ± 5976 (5648)
5.2. Wskaźnik zmiany prędkości B [%]:	$B_T = 0,90$ $B_N = 0,50$ $B_M = -1,74$
5.3. Współczynnik anizotropii A:	$A_{p-p} = 1,03$ $A_{T-T} = 1,03$ $A_{N-N} = 1,03$ $A_{M-M} = 1,03$
5.4. Emisja akustyczna:	
a) ilość zliczeń na 0,1 s $\sigma_{0.1}$:	1000 ± 1300
b) fazy emisji:	
A – wzrost tempa emisji:	brak
B – spadek tempa emisji:	brak
C – cisza akustyczna:	z wyraźnymi cyklami wzrostu AE
D – emisja spekań inicjalnych:	od 73% naprężenia krytycznego
E – emisja spekań niestabilnych:	od 95% naprężenia krytycznego

Typ emisji wg Boyce'a: II

STAN POKRYTYCZNY

6. WYTRZYMAŁOŚĆ

Klasa wg Wawersick'a: I/II

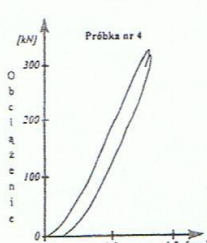
6.1. Wytrzymałość rezydualna R_{rez} [MPa]:		(22,5)
6.2. Liczba głównych faz pękania f_g :	3 ± 4	(4)
6.3. Poziom relaksacji naprężeń faz głównych ΔN_{fg} [MPa]:	4,0 ± 112,0	$M_0 = 25,0$
6.4. Liczba pojedynczych faz pękania f_i :	5 ± 9	(7)
6.5. Poziom relaksacji faz pojedynczych ΔN_{fi} :	2,0 ± 26,0	

7. ODKSZTAŁCALNOŚĆ

7.1. Odkształcenia objętościowe ϵ_v [%]:	
a) pokrywające ϵ_{vpok} :	1,40 ± 5,30 (2,80)
b) głównych faz pękania ϵ_{vg} :	0,14 ± 1,26 $M_0 = 1,12$
c) pojedynczych faz pękania ϵ_{vi} :	0,08 ± 0,49 $M_0 = 0,12$
7.2. Moduł faz głównych E_{fg} :	—
7.3. Moduł rezydualny E_{rez} :	—

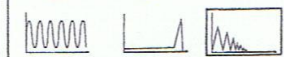
7.4. Typowa krzywa deformacji dla: obciążenie/odkształcenie osiowe*

Typ I



8. EMISJA AKUSTYCZNA

8.1. Model aktywności pokrywającej wg Pinińskiej: typ L



9. WSKAŹNIKI PORÓWNAWCZE

9.1. R_{rez}/R_c [%]:		(14,70)
9.2. E_d/E_0 :	0,12 ± 0,20	(0,17)
9.3. E_d/E_{fg} :	—	
9.4. E_d/E_{rez} :	—	
9.5. Charakter pękania: międzyziarnowy		

10. ODBOJNOŚĆ

10.1. Wskaźnik odblaskowości (młotek Schmidta) r :

42 ± 46 (43)

OCENA MASYWU

11. OCENA PUNKTOWA wg BIENIAWSKIEGO

10.1. Wytrzymałość R_c^{**} :	12
10.2. R.Q.D.:	13
10.3. Odstęp spekań:	20
10.4. Zawodnienie:	20
10.5. Charakter spekań:	7
10.6. Orientacja szczelin***:	-5
Suma: 67 na 100	

12. SZCZELINOWATOŚĆ

11.1. Liniowa:	2/m
11.2. Powierzchniowa:	1,5 m ² /m ²
11.3. Objętościowa:	2,5 m ² /m ³

OBJASNIENIA:

- 1) wg Kozłowskiego (1981)
2) wg Kozłowskiego (1986)
3) wg Kamińskiego (1945)
4) wg Kamińskiego (1957)
5) wg Atlasu I.G. (1986)
6) wg U.W. ZPG (1985)
7) wg Katalogu „Kambud” (1975)

- ZD – prasa hydrauliczna ZD-40
MTS – prasa wytrzymałościowa ruszywa MTS-815
 M_0 – wartość średnia
* badanie na skł. próbkach odkształceń
** MTS stan powiększono-suchy
*** dla osuwisk
**** – przedział wartości
() – wartość średnia

- A_{p-p} , A_{T-T} , A_{N-N} – współczynniki anizotropii: w stanie pow.-suchym (A_{p-s}), po suszeniu w 105°C (A_{p-d}), po nasyceniu wodą (A_{p-w}), po mroźeniu (A_{p-m})
 B_1 , B_2 , B_3 – wskaźniki zmiany prędkości fali podług pod wpływem: temperatury (B_T), nasycenia wodą (B_N), mroźenia (B_M)



F-10.1/8

Morawica, 2011 r.

Kopalnia Wapienia Morawica S.A.
26-026 Morawica

**Wyniki badań własności
fizycznych skała „Morawica”**

1. Próba pobrana ze złoża skalnego „Morawica” rok 2011
2. Opis mikroskopowy: skała osadowa pochodzenia organicznego o strukturze drobnokrystalicznej, teksturze zbitej dającej się łatwo polerować, ciężka
3. Wyniki badań:

Lp.	CECHA	Wynik badania	Wymagania normy PN-B-11210
1.	Wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym: Mpa co najmniej	93,89	61,0
2.	Scleralność na tarczy Boehmego: cm	0,36	0,75
3.	Nasłakliwość % nie więcej	1,36	2,0
4.	Mrozoodporność cykle	25	25
5.	Gęstość pozorna g/cm ³	2,52	1,9 - 2,6

Wniosek: wapien „Morawica” spełnia wymagania materiału kamiennego do produkcji:

- stopni monolitycznych i okładzin wewnętrznych wg PN-B-11205:1996
- płyt posadzkowych wewnętrznych PN-B-11202:1996
- płyt do okładzin pionowych wewnętrznych BN-86-6747-10
- podokienników wewnętrznych PN-B-11206:1996

Badania wykonał:
LABORANT KŁUSZYW

Kierownik laboratorium:
KIEROWNIK LABORATORIUM

.....
podpis pieczęć

.....
podpis pieczęć

4. Sprawozdanie z przeglądu

Przeglądu dokonano w dniu 04.02.2015 r. o godzinie 11 w obecności przedstawiciela Uniwersytetu Muzycznego Fryderyka Chopina Pani Mgr inż. Arch. Marii Lorenc przez rzeczoznawcę SITPMB Mgr inż. Jerzego Stęplewskiego.

Przedmiotem przeglądu były miejsca występowania pęknięć płyt posadzkowych wapienia Morawica.

W trakcie przeglądu stwierdzono pęknięcia w wielu miejscach posadzki.

W dniu 19.02.2015 dokonano odkrywki 3 płyt posadzkowych w miejscach spękań. Stwierdzono spękania kleju i podłoża na linii pęknięć.

Wykonano dokumentację fotograficzną.

5. Dokumentacja fotograficzna



Fot. 1 i 2 Wzdłużne pęknięcia płyt równoległe do fug



Fot. 3 i 4 pęknięcia płyt w obszarze kolumny i widok sali



Fot. 5 i 6 zaznaczone pęknięcia płyt



Fot. 7 i 8 Odkrywka – spękania podłoża.

6. Wnioski i zalecenia dla użytkownika obiektu

Na posadzkach obiektu zastosowano materiał wapień „Morawica” gr. 2 cm w fakturze polerowanej o wymiarach 60x30 cm. Wymiary płyt 60x30 cm i gr. 2cm są wystarczające dla minimalnego obciążenia niszczącego wynoszącego 0,75 kN. Z materiałów analizy wytrzymałościowej wynika iż, wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym wg Uniwersytetu Warszawskiego wynosi 88-138 MPa, a kopalni Morawica 93.89MPa przy wymaganej wg PN-B11210 – 61 MPa. Materiał również wizualnie nie budzi zastrzeżeń.

Należy więc stwierdzić, iż materiał jest prawidłowy i jego jakość nie budzi zastrzeżeń.

Wnioski:

Na posadzce w dniu oględzin 18.02.2015 stwierdzono wiele pęknięć zarówno wzdłuż fug, w poprzek płyt i inne.

W miejscu odkrywki stwierdzono pokrywające się pęknięcia w warstwie kleju i podłoża. Nie weryfikowano podłoża, jego grubości i jakości.

Rzeczoznawca stwierdza co do wykonawcy posadzek następujące fakty:

1. Brak projektu warsztatowego posadzek.
2. Brak projektu warsztatowego powykonawczego posadzek.
3. Stwierdzono inne podłoże niż w projekcie wykonawczym – miało być 4cm zaprawy cementowo-piaskowej – jest warstwa kleju grubości 0.9cm(w miejscu odkryć).
4. Brak protokołu konieczności zmiany warstw podłoża.
5. Wykonawca samowolnie zmienił grubość warstw.
6. Od wykonawcy brak jest danych o jakości podłoża oraz stropu, przez co mógł przyczynić się do wadliwego montażu. Mając świadomość wadliwego podłoża lub stropu przenosi na siebie odpowiedzialność za wykonaną posadzkę.
7. Nie wykonano żadnej dylatacji wzdłuż sali koncertowej.
8. Brak danych pomiarowych np. ugięć stropu przed montażem oraz protokołu przeglądu podłoża.
9. Brak oświadczenia kierownika robót.

Z powyższego wynika, iż wykonawca nie spełnił podstawowych warunków projektowo-wykonawczych i ponosi współodpowiedzialność za wadliwie wykonaną posadzkę.

Rzecznawca stwierdza co do inwestora:

- W związku z rysami w podłożu należy powołać rzecznicę konstruktora celem stwierdzenia jakości stropu, a w dalszej kolejności podłoża pod płyty.
- Wyjaśnić sposób montażu i powód zmiany warstw podkładowych.
- Obserwować czy powstają dalsze spękania w płytach.

Po ustaleniu w/w warunków należy zdecydować:

- a) Ewentualnie pęknięte płyty wymienić na nowe, gdyż w stanie obecnym nierówności mogą spowodować przy użytkowaniu niedogodności w chodzeniu w konsekwencji może dojść do przewrócenia się osoby, nawet do wypadku, co stanowi zagrożenie karalne, odszkodowania w najlepszym przypadku, przy czym miejsca. rys w podłożu należy zadyblować(gwoździami lub drutami ocynkowanymi zatopionymi w żywicy – nadzór rzeczniczy).
- b) Wymienić całą posadzkę w sali koncertowej i dokonać niezbędnych napraw stropu lub warstw posadzkowych.

Rzecznawca zwraca także uwagę, iż jest to nowy obiekt i powinien posiadać pełne walory estetyczne.

7. Materiały wykorzystane do sporządzenia opinii:

1. „Kamienie Polskie” - wapień z Morawicy
- Henryk Walendowski
2. Karta Dokumentacyjna - UW Wydział Geologii 1994
3. Wyniki badań własności fizycznych skała Morawica –Kopalnia Wapienia Morawica S.A
4. Norma PN-B -11202-1996
5. Norma EN 1341:2001(E) – załącznik B

Wykonawca:

Data:

Podpis: