



**POMIARY AKUSTYCZNE  
SALI WIDOWISKOWEJ TEATRU POLSKIEGO  
IM. ARNOLDA SZYFMANA W WARSZAWIE  
RAPORT Z POMIARÓW**

Warszawa, listopad 2014

## **SPIS TREŚCI**

1. BADANY OBIEKT
2. ZAKRES POMIARÓW AKUSTYCZNYCH
3. METODYKA POMIARÓW
4. WYNIKI POMIARÓW
  - 4.1 Czas wczesnego zaniku EDT
  - 4.2 Czas pogłosu T30
  - 4.3 Wskaźnik czytelności dźwięku C50
  - 4.4 Wskaźnik przejrzystości dźwięku C80

## 1. BADANY OBIEKT

Pomiary dotyczą sali widowiskowej Teatru Polskiego im. Arnolda Szyfmana w Warszawie. Kubatura widowni Teatru wraz z proscenium przy zamkniętej kurtynie pożarowej wynosi około 4200 m<sup>3</sup>. Okno sceny ma wymiary 10.6 x 8 m.

Widownię tworzy część parterowa z 19 rzędami siedzeń, 14 łoża na balkonie I oraz 6 rzędów siedzeń na balkonie II, łącznie 708 miejsc dla widzów. Ostatni rząd siedzeń na balkonie II jest w odległości około 23 m od otworu sceny. Odległość ostatniego rzędu siedzeń na parterze do okna sceny wynosi około 19 m.

## 2. ZAKRES POMIARÓW AKUSTYCZNYCH

W zakres pomiarów wchodziło wyznaczenie następujących parametrów akustycznych sali:

- czas wczesnego zaniku dźwięku EDT,
- czas pogłosu T30,
- wskaźnik czytelności dźwięku C50,
- wskaźnik przejrzystości dźwięku C80,

Pomiary wykonano w dniu 04.11.2014 r. w godzinach wieczornych. Podczas pomiarów w sali przebywały dwie osoby ekipy pomiarowej. Na widowni utrzymywała się temperatura 23<sup>o</sup>, wilgotność 35%.

## 3. METODYKA POMIARÓW

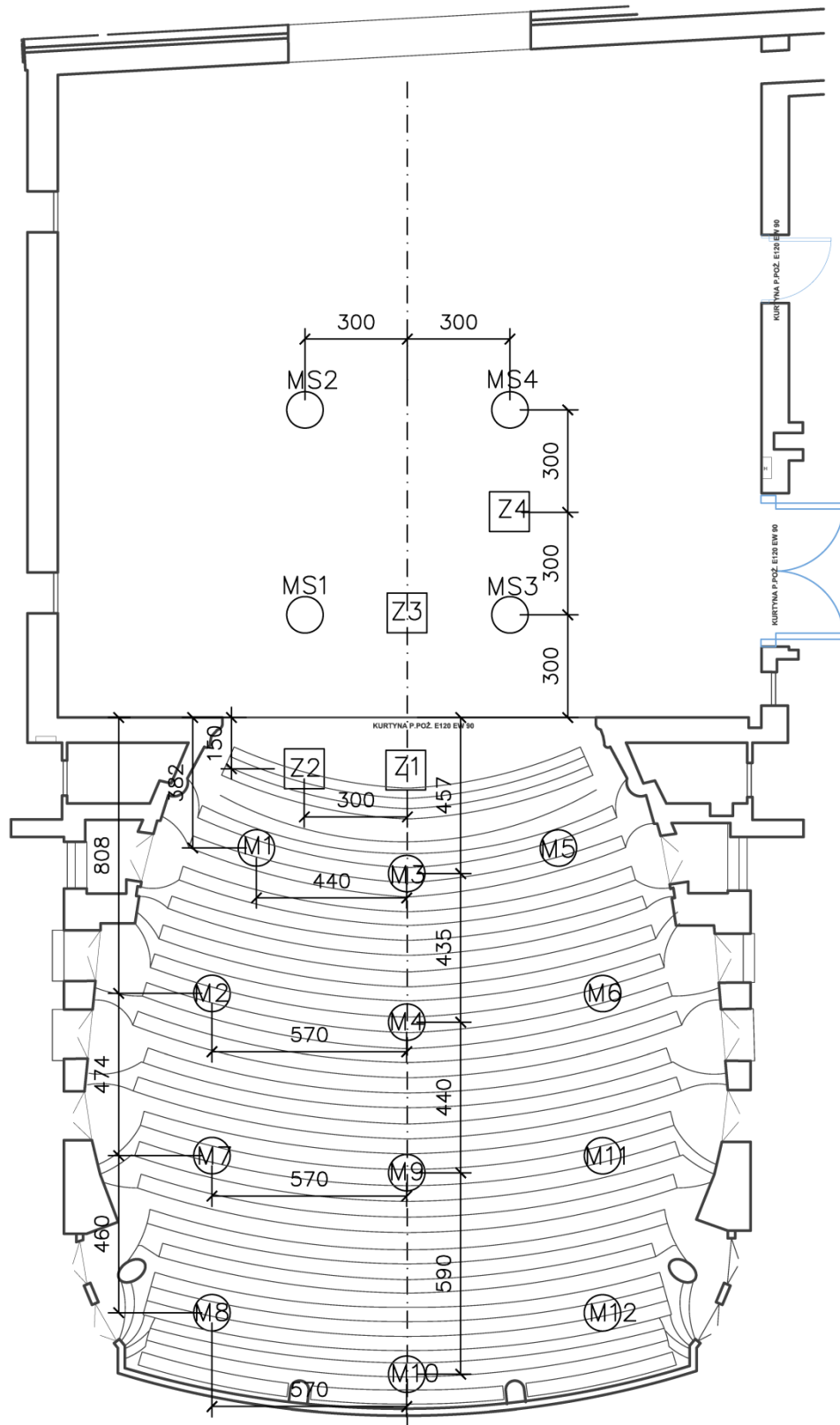
Pomiary właściwości pogłosowych wykonano zgodnie z wytycznymi normy PN-EN ISO 3382-1: 2009, „Akustyka - Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń – Część 1: pomieszczenia specjalne. Pomiary wykonano metodą całkowania odpowiedzi impulsowej. Odpowiedź impulsową wyznaczano za pomocą sygnału sinusoidalnego o zmiennej częstotliwości (sine sweep). W pomiarach zastosowano procedurę generacji sygnału testowego i akwizycji danych pomiarowych zarządzaną przez oprogramowanie B&K DIRAC.

Sygnał testowy generowany był przez dwunastościenny zestaw głośnikowy. Wyjściowe dane zawierają charakterystyki parametrów akustycznych w pasmach oktaowych.

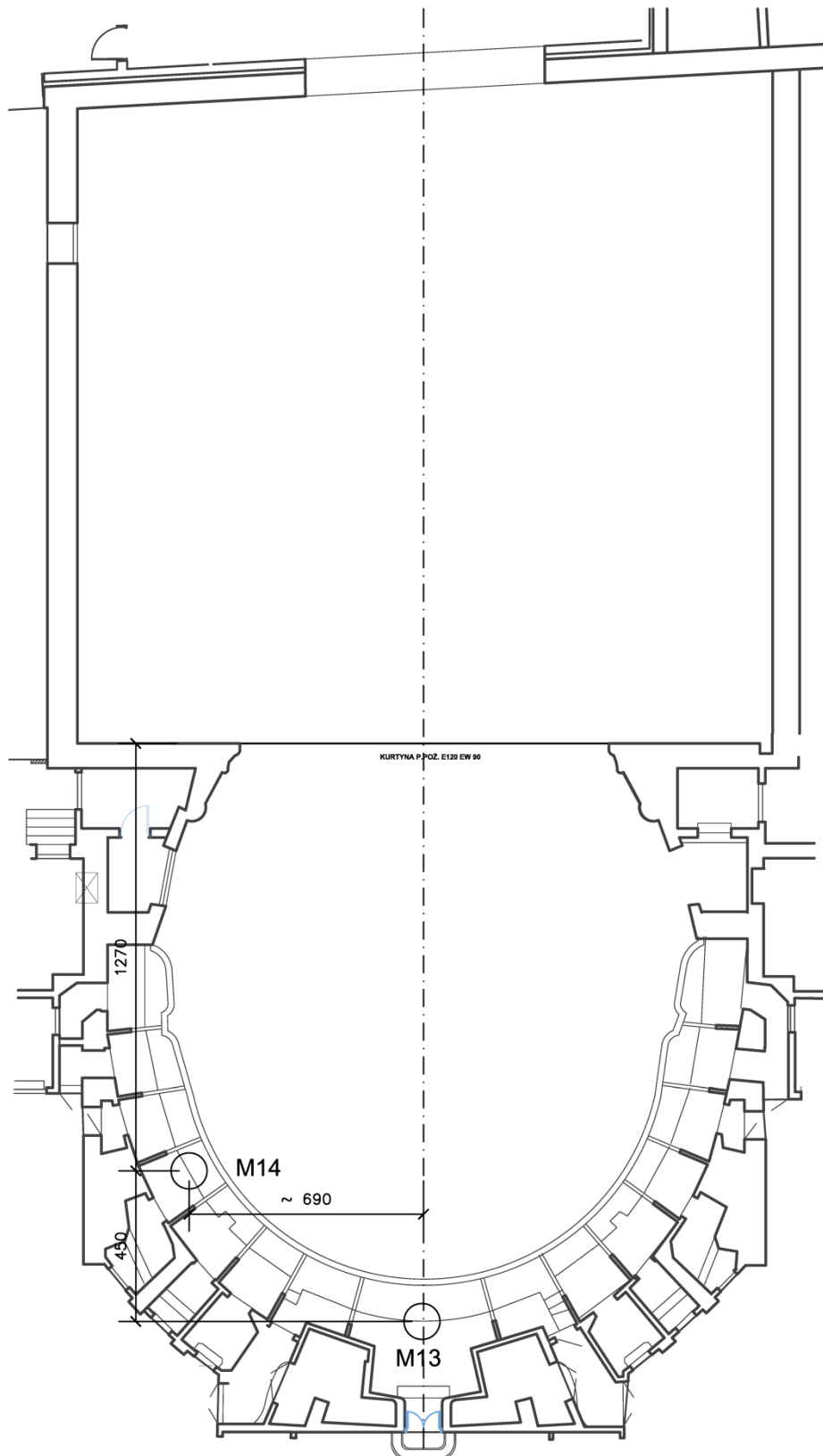
Pomiary wykonane zostały w 22 punktach pomiarowych na widowni i scenie, przy czterech położeniach źródła dźwięku testowego:

- parter widowni, 12 pkt pomiarowych, punkty M1- M12,
- balkon I, 2 punkty pomiarowe, M13 – M14,
- balkon II, 4 punkty pomiarowe, M15 – M18,
- scena, 4 punkty pomiarowe, MS1 – MS4.

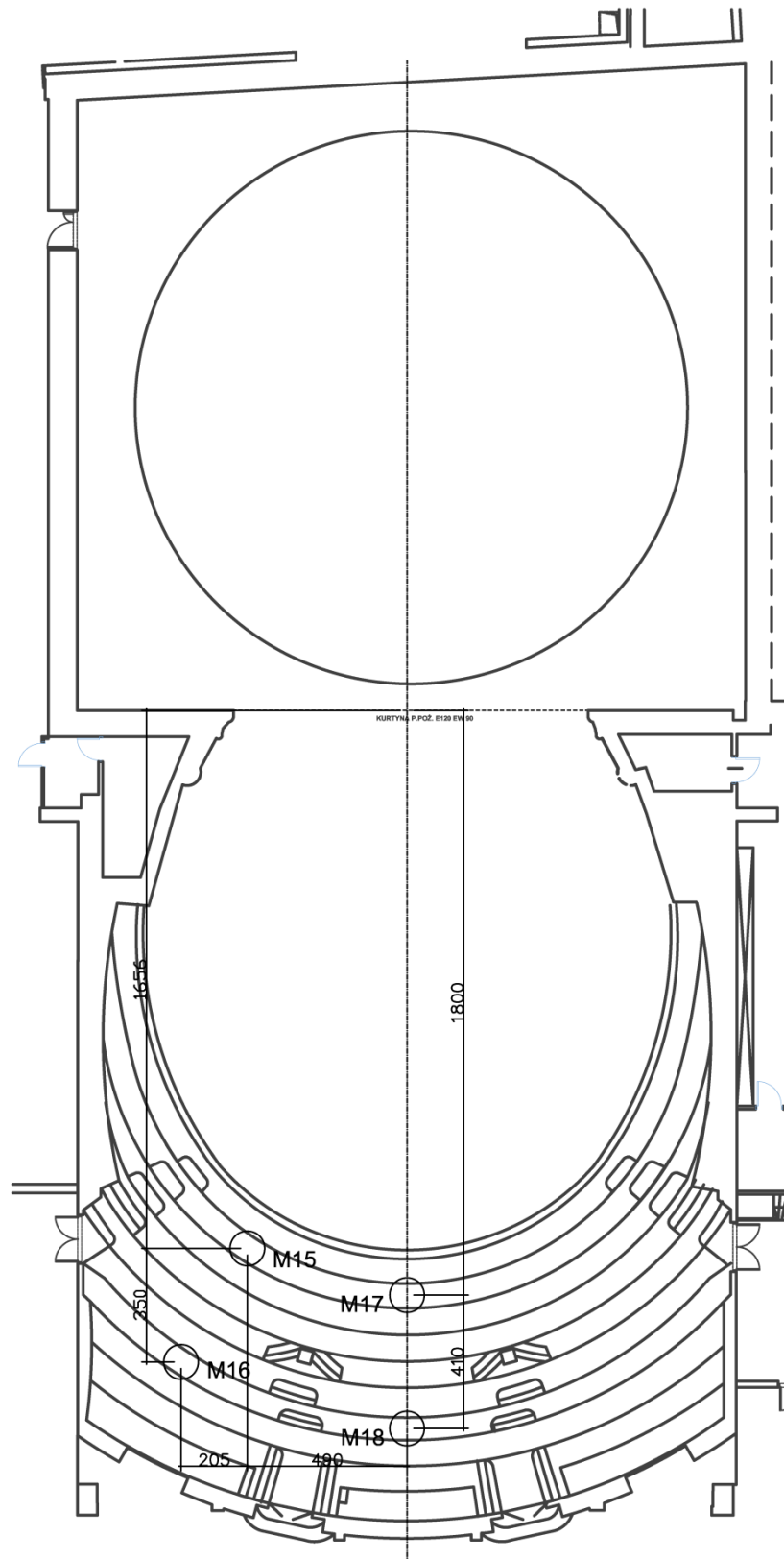
Rozmieszczenie punktów pomiarowych oraz źródła dźwięku testowego Z1 – Z4 pokazano na rys. 1 - 3.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów pomiarowych M1 – M12 i M19 – M22 oraz lokalizację głośnika testowego Z1- Z4 na scenie



Rys. 2. Rozmieszczenie punktów pomiarowych M13 – M14 na balkonie I



Rys. 3. Rozmieszczenie punktów pomiarowych M15 – M18 na balkonie II

#### 4. WYNIKI POMIARÓW

Wyniki pomiarów zestawiono w tabelach oraz zilustrowano na wykresach charakterystyk częstotliwościowych badanych parametrów akustycznych sali. W tabelach i wykresach wyróżniono dwie grupy danych odnoszących się do dwóch pozycji kurtyny pożarowej – „*kurtyna pożarowa podniesiona*” i „*kurtyna pożarowa opuszczona*”.

W tabelach 1 – 4 zestawiono obliczone wartości średnie i odchylenie standardowe mierzonych parametrów akustycznych z 18 punktów M1 – M12 na parterze widowni, z 6 punktów M13 – M18 na balkonach oraz z 4 punktów MS1 – MS4 na scenie.

Na rys. 1 - 4 przedstawiono wykresy charakterystyk częstotliwościowych wczesnego zaniku EDT, czasu pogłosu T30, wskaźnika czytelności dźwięku C50 i wskaźnika przejrzystości C80. Charakterystyki te dotyczą średnich wartości mierzonych parametrów akustycznych na parterze widowni, punkty pomiarowe M1 – M12 i na scenie, punkty pomiarowe MS1 – MS4. Na każdym rysunku zamieszczono trzy charakterystyki odnoszące się do właściwości akustycznych parteru widowni przy opuszczonej kurtynie, sceny przy opuszczonej kurtynie oraz parteru widowni przy kurtynie podniesionej.



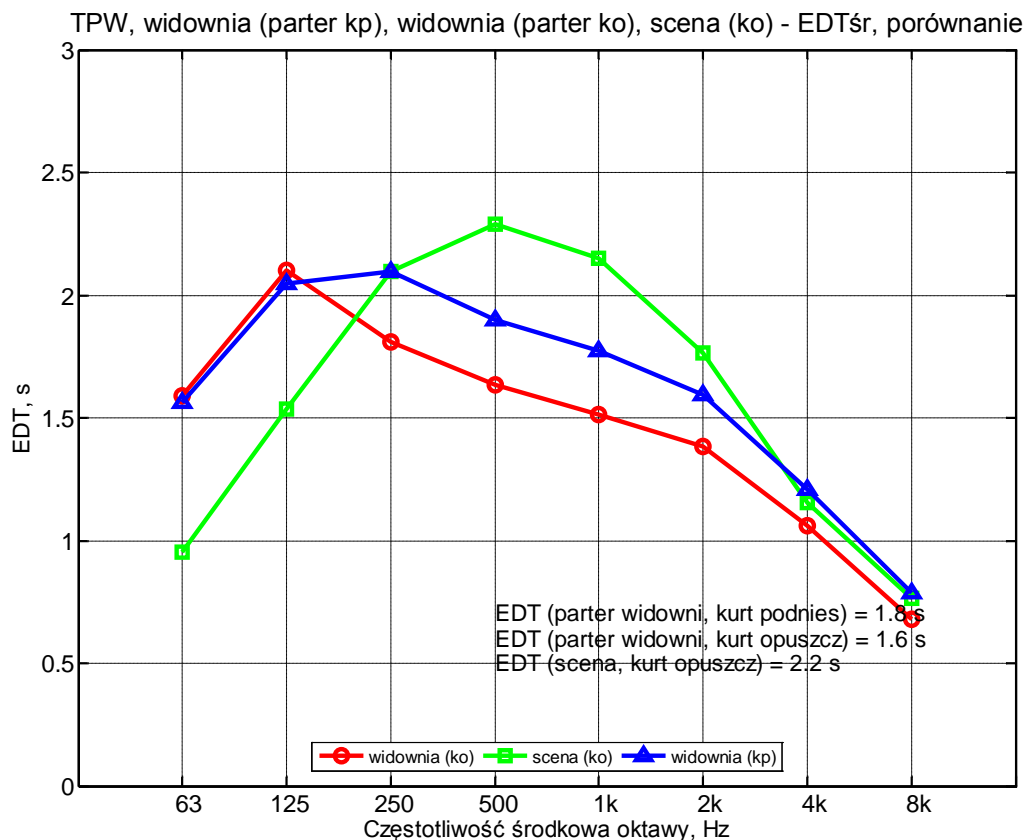
#### 4.1 Czas wczesnego zaniku EDT

W tabeli 1 zestawiono charakterystyki czasu wczesnego zaniku dźwięku EDT, s, w pasmach oktaowych z zakresu 63 Hz – 8 kHz. Kolejne wiersze tabeli dotyczą wartości średniej EDT i odchylenia standardowego  $\sigma$  wartości EDT na parterze widowni przy opuszczonej kurtynie pożarowej, na scenie przy opuszczonej kurtynie pożarowej i na parterze widowni przy podniesionej kurtynie pożarowej

Tabela 1. Czas wczesnego zaniku dźwięku EDT, s, w pasmach oktaowych 63 Hz – 8 kHz, w punktach pomiarowych M1 – M12 na widowni i MS1 – MS4 na scenie. Średnia obliczona z w/w punktów pomiarowych i dwóch lokalizacji źródła dźwięku testowego przy opuszczonej kurtynie pożarowej oraz z w/w punktów pomiarowych i czterech lokalizacji źródła dźwięku testowego przy podniesionej kurtynie pożarowej.

stan kurt.	punkty pom	f, Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
k. poż. opuszcz.	widownia, parter	<b>EDT<sub>śr</sub>, s</b>	<b>1.59</b>	<b>2.10</b>	<b>1.81</b>	<b>1.64</b>	<b>1.51</b>	<b>1.39</b>	<b>1.06</b>	<b>0.68</b>
		$\sigma$	0.50	0.40	0.31	0.24	0.32	0.29	0.29	0.20
	widownia, balkon	<b>EDT<sub>śr</sub>, s</b>	<b>2.58</b>	<b>2.14</b>	<b>1.79</b>	<b>1.54</b>	<b>1.46</b>	<b>1.29</b>	<b>1.01</b>	<b>0.65</b>
		$\sigma$	0.52	0.37	0.36	0.19	0.16	0.18	0.16	0.19
	scena	<b>EDT<sub>śr</sub>, s</b>	<b>0.95</b>	<b>1.54</b>	<b>2.10</b>	<b>2.29</b>	<b>2.15</b>	<b>1.76</b>	<b>1.16</b>	<b>0.76</b>
		$\sigma$	0.54	0.33	0.19	0.22	0.14	0.24	0.28	0.19
k. poż. podnies.	widownia, parter	<b>EDT<sub>śr</sub>, s</b>	<b>1.56</b>	<b>2.05</b>	<b>2.10</b>	<b>1.90</b>	<b>1.77</b>	<b>1.59</b>	<b>1.21</b>	<b>0.79</b>
		$\sigma$	0.69	0.54	0.45	0.39	0.43	0.41	0.33	0.27
	widownia, balkon	<b>EDT<sub>śr</sub>, s</b>	<b>2.73</b>	<b>1.96</b>	<b>1.85</b>	<b>1.76</b>	<b>1.69</b>	<b>1.46</b>	<b>1.10</b>	<b>0.73</b>
		$\sigma$	0.57	0.54	0.42	0.29	0.29	0.30	0.27	0.19

Na rys. 1 wykreślono charakterystyki czasu wczesnego zaniku dźwięku EDT, s, w pasmach oktaowych z zakresu 63 Hz – 8 kHz. Kółkami oznaczono charakterystykę EDT widowni przy opuszczonej kurtynie pożarowej. Kwadratami oznaczono charakterystykę EDT sceny przy opuszczonej kurtynie pożarowej. Trójkątami wyróżniono charakterystykę EDT widowni przy podniesionej kurtynie pożarowej.



Rys. 1. Charakterystyki czasu wczesnego zaniku dźwięku EDT, s, w pasmach oktaowych 63 Hz – 8 kHz, w punktach pomiarowych M1 – M12 na widowni i MS1 – MS4 na scenie. Średnia obliczona z w/w punktów pomiarowych i dwóch lokalizacji źródła dźwięku testowego przy opuszczonej kurtynie pożarowej oraz z w/w punktów pomiarowych i czterech lokalizacji źródła dźwięku testowego przy podniesionej kurtynie pożarowej. Kółka i kwadraty dotyczą opuszczonej kurtyny pożarowej, zaś trójkąty podniesionej kurtyny pożarowej.

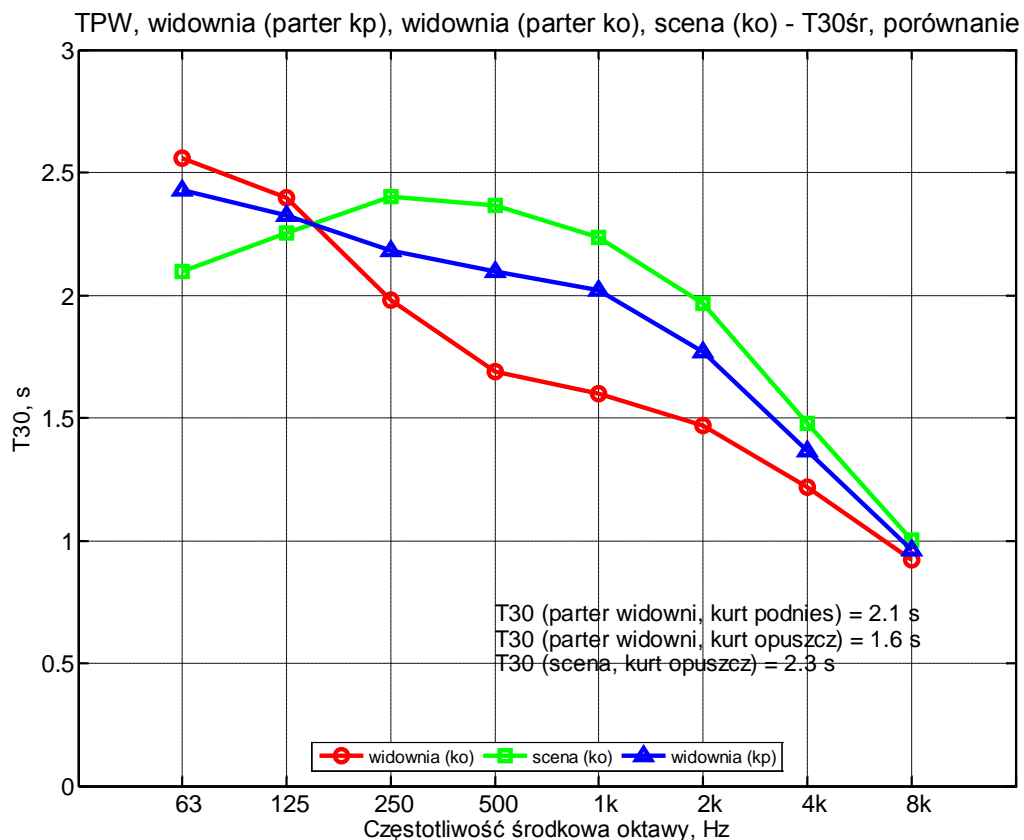
## 4.2 Czas pogłosu T30

W tabeli 2 zestawiono charakterystyki czasu pogłosu T30, s, w pasmach oktawowych z zakresu 63 Hz – 8 kHz. Kolejne wiersze tabeli dotyczą wartości średniej T30 i odchylenia standardowego  $\sigma$  wartości T30 na parterze widowni przy opuszczonej kurtynie pożarowej, na scenie przy opuszczonej kurtynie pożarowej i na parterze widowni przy podniesionej kurtynie pożarowej

Tabela 2. Czas pogłosu T30, s, w pasmach oktawowych 63 Hz – 8 kHz, w punktach pomiarowych M1 – M12 na widowni i MS1 – MS4 na scenie. Średnia obliczona z w/w punktów pomiarowych i dwóch lokalizacji źródła dźwięku testowego przy opuszczonej kurtynie pożarowej oraz z w/w punktów pomiarowych i czterech lokalizacji źródła dźwięku testowego przy podniesionej kurtynie pożarowej.

stan kurt.	punkty pom	f, Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
k. poż. opuszcz.	widownia, parter	<b>T30<sub>śr</sub>, s</b>	<b>2.56</b>	<b>2.40</b>	<b>1.98</b>	<b>1.69</b>	<b>1.60</b>	<b>1.47</b>	<b>1.22</b>	<b>0.92</b>
		$\sigma$	0.33	0.16	0.12	0.06	0.03	0.03	0.03	1.00
	widownia, balkon	<b>T30<sub>śr</sub>, s</b>	<b>2.99</b>	<b>2.37</b>	<b>1.94</b>	<b>1.69</b>	<b>1.61</b>	<b>1.48</b>	<b>1.21</b>	<b>0.93</b>
		$\sigma$	0.23	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02
	scena	<b>T30<sub>śr</sub>, s</b>	<b>2.10</b>	<b>2.25</b>	<b>2.40</b>	<b>2.37</b>	<b>2.23</b>	<b>1.96</b>	<b>1.48</b>	<b>1.00</b>
		$\sigma$	0.25	0.10	0.09	0.06	0.01	0.03	0.04	0.04
k. poż. podnies.	widownia, parter	<b>T30<sub>śr</sub>, s</b>	<b>1.56</b>	<b>2.05</b>	<b>2.10</b>	<b>1.90</b>	<b>1.77</b>	<b>1.59</b>	<b>1.21</b>	<b>0.79</b>
		$\sigma$	0.69	0.54	0.45	0.39	0.43	0.41	0.33	0.27
	widownia, balkon	<b>T30<sub>śr</sub>, s</b>	<b>2.88</b>	<b>2.24</b>	<b>2.20</b>	<b>2.14</b>	<b>2.04</b>	<b>1.78</b>	<b>1.38</b>	<b>0.98</b>
		$\sigma$	0.26	0.18	0.19	0.11	0.07	0.08	0.07	0.05

Na rys. 2 wykreślono charakterystyki czasu pogłosu T30, s, w pasmach oktawowych z zakresu 63 Hz – 8 kHz. Kółkami oznaczono charakterystykę T30 widowni przy opuszczonej kurtynie pożarowej. Kwadratami oznaczono charakterystykę T30 sceny przy opuszczonej kurtynie pożarowej. Trójkątami wyróżniono charakterystykę T30 widowni przy podniesionej kurtynie pożarowej.



Rys. 2. Charakterystyki czasu pogłosu T30, s, w pasmach oktawowych 63 Hz – 8 kHz, w punktach pomiarowych M1 – M12 na widowni i MS1 – MS4 na scenie. Średnia obliczona z w/w punktów pomiarowych i dwóch lokalizacji źródła dźwięku testowego przy opuszczonej kurtynie pożarowej oraz z w/w punktów pomiarowych i czterech lokalizacji źródła dźwięku testowego przy podniesionej kurtynie pożarowej. Kółka i kwadraty dotyczą opuszczonej kurtyny pożarowej, zaś trójkąty podniesionej kurtyny pożarowej.

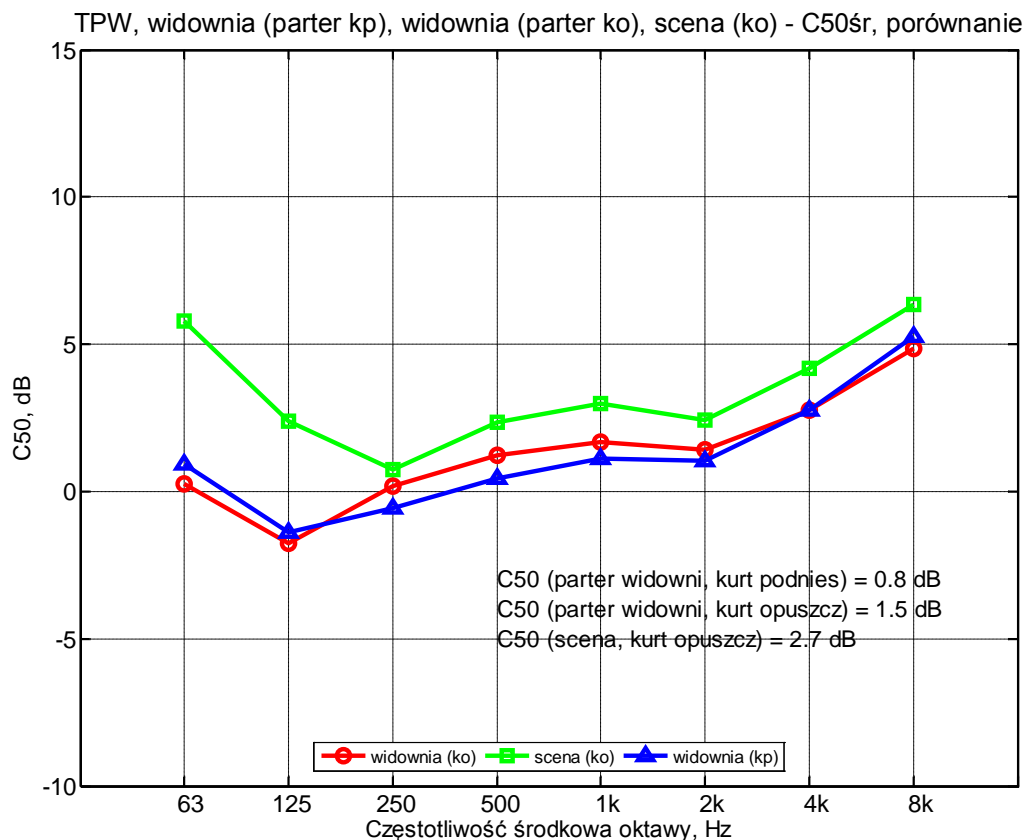
### 4.3 Wskaźnik czytelności dźwięku C50

W tabeli 3 zestawiono charakterystyki czytelności dźwięku C50, dB, w pasmach oktawowych z zakresu 63 Hz – 8 kHz. Kolejne wiersze tabeli dotyczą wartości średniej C50 i odchylenia standardowego  $\sigma$  wartości C50 na parterze widowni przy opuszczonej kurtynie pożarowej, na scenie przy opuszczonej kurtynie pożarowej i na parterze widowni przy podniesionej kurtynie pożarowej

Tabela 3. Wskaźnik czytelności dźwięku C50, dB, w pasmach oktawowych 63 Hz – 8 kHz, w punktach pomiarowych M1 – M12 na widowni i MS1 – MS4 na scenie. Średnia obliczona z w/w punktów pomiarowych i dwóch lokalizacji źródła dźwięku testowego przy opuszczonej kurtynie pożarowej oraz z w/w punktów pomiarowych i czterech lokalizacji źródła dźwięku testowego przy podniesionej kurtynie pożarowej.

stan kurt.	punkty pom	f, Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
k. poż. opuszcz.	widownia, parter	<b>C50<sub>śr</sub>, dB</b>	0.27	-1.77	0.17	<b>1.23</b>	<b>1.68</b>	1.43	2.75	4.84
		$\sigma$	3.25	2.73	2.18	1.73	2.24	2.46	2.58	6.35
	widownia, balkon	<b>C50<sub>śr</sub>, dB</b>	<b>-6.41</b>	<b>-3.32</b>	<b>-2.10</b>	<b>-1.02</b>	<b>-0.62</b>	<b>-0.13</b>	<b>1.20</b>	<b>2.72</b>
		$\sigma$	2.91	3.15	3.49	2.16	2.07	1.81	1.87	2.36
	scena	<b>C50<sub>śr</sub>, dB</b>	5.81	2.38	0.74	<b>2.36</b>	<b>2.99</b>	2.42	4.18	6.35
		$\sigma$	2.26	1.89	4.76	2.48	2.18	3.72	3.39	2.19
k. poż. podnies.	widownia, parter	<b>C50<sub>śr</sub>, dB</b>	0.94	-1.40	-0.55	<b>0.43</b>	<b>1.12</b>	1.05	2.76	2.19
		$\sigma$	3.04	2.27	2.80	2.25	2.26	2.69	2.74	2.33
	widownia, balkon	<b>C50<sub>śr</sub>, dB</b>	<b>-6.41</b>	<b>-1.48</b>	<b>-1.22</b>	<b>-0.36</b>	<b>-0.67</b>	<b>0.10</b>	<b>1.16</b>	<b>2.83</b>
		$\sigma$	2.40	3.34	3.14	2.10	2.17	2.32	2.12	2.26

Na rys. 3 wykreślono charakterystyki wskaźnika czytelności dźwięku C50, dB, w pasmach oktawowych z zakresu 63 Hz – 8 kHz. Kółkami oznaczono charakterystykę C50 widowni przy opuszczonej kurtynie pożarowej. Kwadratami oznaczono charakterystykę C50 sceny przy opuszczonej kurtynie pożarowej. Trójkątami wyróżniono charakterystykę C50 widowni przy podniesionej kurtynie pożarowej.



Rys. 3. Charakterystyki wskaźnika czytelności dźwięku C50, dB, w pasmach oktawowych 63 Hz – 8 kHz, w punktach pomiarowych M1 – M12, na widowni i MS1 – MS4 na scenie. Średnia obliczona z w/w punktów pomiarowych i dwóch lokalizacji źródła dźwięku testowego przy opuszczonej kurtynie pożarowej oraz z w/w punktów pomiarowych i czterech lokalizacji źródła dźwięku testowego przy podniesionej kurtynie pożarowej. Kółka i kwadraty dotyczą opuszczonej kurtyny pożarowej, zaś trójkąty podniesionej kurtyny pożarowej.

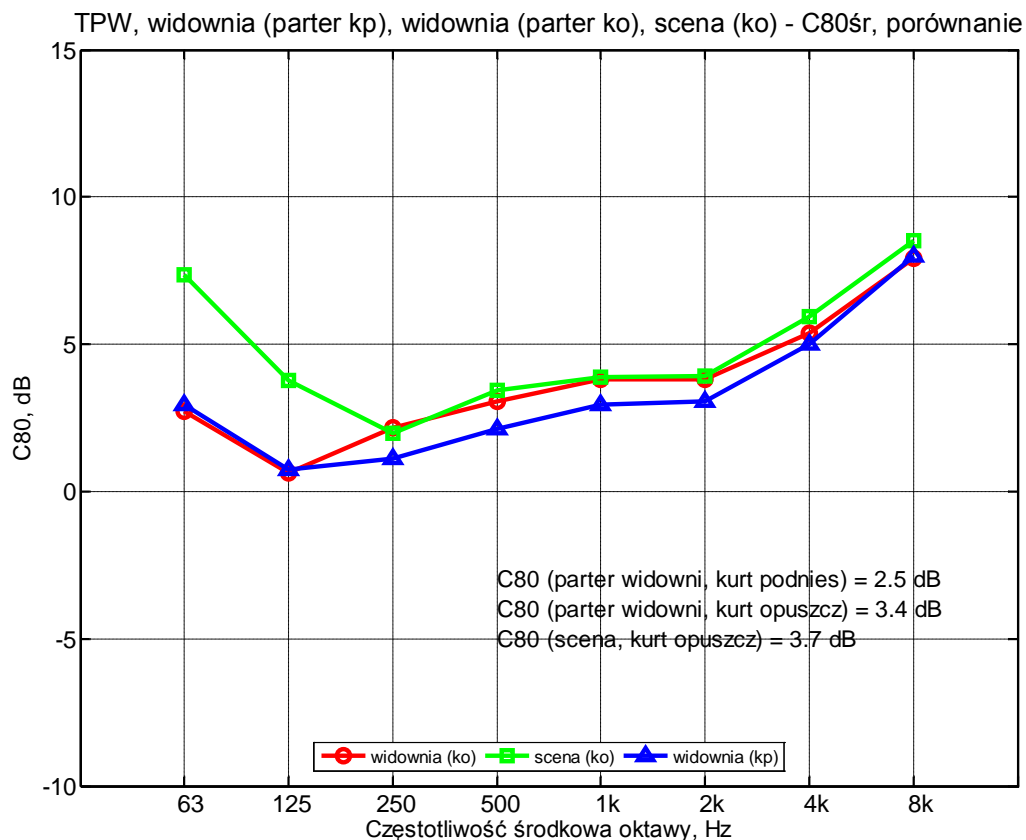
#### 4.4 Wskaźnik przejrzystości dźwięku C80

W tabeli 4 zestawiono charakterystyki wskaźnika przejrzystości dźwięku C80, dB, w pasmach oktawowych z zakresu 63 Hz – 8 kHz. Kolejne wiersze tabeli dotyczą wartości średniej C80 i odchylenia standardowego  $\sigma$  wartości C80 na parterze widowni przy opuszczonej kurtynie pożarowej, na scenie przy opuszczonej kurtynie pożarowej i na parterze widowni przy podniesionej kurtynie pożarowej

Tabela 3. Wskaźnik wskaźnika przejrzystości dźwięku C80, dB, w pasmach oktawowych 63 Hz – 8 kHz, w punktach pomiarowych M1 – M12 na widowni i MS1 – MS4 na scenie. Średnia obliczona z w/w punktów pomiarowych i dwóch lokalizacji źródła dźwięku testowego przy opuszczonej kurtynie pożarowej oraz z w/w punktów pomiarowych i czterech lokalizacji źródła dźwięku testowego przy podniesionej kurtynie pożarowej.

stan kurt.	punkty pom	f, Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
k. poź. opuszcz.	widownia, parter	<b>C80<sub>sr</sub>, dB</b>	2.71	0.63	2.18	<b>3.05</b>	<b>3.79</b>	3.80	5.39	7.92
		$\sigma$	3.04	2.29	1.95	1.33	2.03	2.13	2.04	8.51
	widownia, balkon	<b>C80<sub>sr</sub>, dB</b>	-3.98	-0.65	1.05	<b>2.00</b>	<b>2.19</b>	3.06	4.17	6.60
		$\sigma$	2.12	2.57	2.63	1.75	1.73	1.58	1.73	2.18
	scena	<b>C80<sub>sr</sub>, dB</b>	2.94	0.76	1.11	<b>2.11</b>	<b>2.93</b>	3.05	4.99	7.99
		$\sigma$	2.39	2.00	4.51	2.51	2.20	3.58	3.36	2.12
k. poź. podnies.	widownia, parter	<b>C80<sub>sr</sub>, dB</b>	2.94	0.76	1.11	<b>2.11</b>	<b>2.93</b>	3.05	4.99	2.12
		$\sigma$	3.31	2.24	2.89	2.22	2.23	2.56	2.40	2.11
	widownia, balkon	<b>C80<sub>sr</sub>, dB</b>	-3.68	0.86	1.15	<b>1.88</b>	<b>1.93</b>	2.69	4.00	6.32
		$\sigma$	2.60	3.06	2.93	1.64	1.81	1.90	1.92	1.92

Na rys. 4 wykreślono charakterystyki wskaźnika przejrzystości dźwięku C80, dB, w pasmach oktawowych z zakresu 63 Hz – 8 kHz. Kółkami oznaczono charakterystykę C80 widowni przy opuszczonej kurtynie pożarowej. Kwadratami oznaczono charakterystykę C80 sceny przy opuszczonej kurtynie pożarowej. Trójkątami wyróżniono charakterystykę C80 widowni przy podniesionej kurtynie pożarowej.



Rys. 4. Charakterystyki wskaźnika przejrzystości dźwięku C80, dB, w pasmach oktawowych 63 Hz – 8 kHz, w punktach pomiarowych M1 – M12, na widowni i MS1 – MS4 na scenie. Średnia obliczona z w/w punktów pomiarowych i dwóch lokalizacji źródła dźwięku testowego przy opuszczonej kurtynie pożarowej oraz z w/w punktów pomiarowych i czterech lokalizacji źródła dźwięku testowego przy podniesionej kurtynie pożarowej. Kółka i kwadraty dotyczą opuszczonej kurtyny pożarowej, zaś trójkąty podniesionej kurtyny pożarowej.



## 5. Omówienie wyników pomiarów

- (i) **Czas pogłosu T30.** Czas pogłosu T30 jest ważnym obiektywnym parametrem akustycznym sal umożliwiającym ocenę ich funkcjonalności. Zmierzona charakterystyka czasu pogłosu T30 widowni teatru bez publiczności jest dość nierównomierna. Przy zamkniętej kurtynie pożarowej czas pogłosu maleje od około 2.5 s w oktawie 125 Hz do około 1 s przy 8 kHz. Czas pogłosu w zakresie średnich częstotliwości ma wartość 1.6 s. Przy otwartej kurtynie pożarowej czas pogłosu na widowni ulega zwiększeniu do około 2 s w zakresie średnich częstotliwości 250 – 2 kHz. Wynika to oddziaływania akustycznego sceny, która w czasie pomiarów charakteryzowała się pogłosem około 2.3 s.
- (ii) **Wczesny zanik dźwięku EDT.** Wczesny zanik dźwięku EDT uznawany jest jako doskonalsza, obiektywna miara subiektywnego wrażenia pogłosowości, w porównaniu do klasycznego czasu pogłosu T30. W badanej sali czas wczesnego zaniku EDT przyjmuje w zakresie średnich częstotliwości zbliżoną do T30 wartość 1.6 s. Istotna różnica między EDT a T30 ma miejsce w zakresie częstotliwości małych, poniżej 250 Hz. EDT w tym przedziale częstotliwości zmniejsza się o 20% - 40%. Czas EDT zmniejsza się, podobnie jak T30, do około 0.7 s przy 8 kHz, co jest charakterystyczną właściwością pogłosową wszystkich wnętrz, wynikającą z pochłaniania dźwięku przez powietrze.
- (iii) **Wskaźniki czytelności C50 i przejrzystości C80.** Wskaźniki C50 i C80 są miarą proporcji między wczesną energią dźwięku docierającą do słuchacza w czasie pierwszych 50 i 80 ms w porównaniu do energii w późniejszym okresie wybrzmiewania pogłosowego dźwięku. Większa ilość energii dźwięku docierającego bezpośrednio do słuchacza wraz z energią wczesnych odbić dźwięku przyczynia się do lepszego rozumienia przekazów słownych i do zwiększenia czytelności elementów składowych muzyki, kosztem wrażenia pogłosowości. C50 przyjmuje wartość zero dB, gdy jednakowy jest udział energii z początkowego okresu 50 ms i energii pogłosowej z pozostałego czasu wybrzmiewania dźwięku. Przy przekazach słownych wymagane jest, aby wskaźnik C50 osiągał wartości większe niż 0 dB. W odniesieniu do muzyki ma zastosowanie wskaźnik C80, który umożliwia w dB obiektywną ocenę ilości

„użytecznej” energii dźwiękowej z pierwszych 80 ms w porównaniu do pozostałego czasu wybrzmiewania dźwięku. W przypadku muzyki ze wspomaganiami elektroakustycznym oczekuje się czytelnego i wyrazistego przekazu dźwięku. Warunek ten jest spełniony, jeśli wskaźnik C80 osiąga nie mniej niż 4 dB.

- (iv) **Wskaźnik C50.** W badanej sali widowiskowej średnia wartość wskaźnika C50 wyniosła 0.8 dB przy podniesionej kurtynie pożarowej i 1.5 dB przy opuszczonej kurtynie pożarowej. Dane te wskazują, że sala widowiskowa teatru spełnia kryteria dla czytelności i zrozumiałości przekazów słownych.
- (v) **Wskaźnik C80.** Średnia wartość wskaźnika C80 wyniosła 2.5 dB przy podniesionej kurtynie pożarowej i 3.5 dB przy opuszczonej kurtynie pożarowej. Dane te wskazują, że do produkcji muzycznych pożądane jest stosowanie wspomaganiami elektroakustycznego, aby zapewnić przejrzyste przekazy dźwięku przy imprezach muzycznych.
- (vi) **Charakterystyki pogłosowe teatru uzyskane z modelowania komputerowego**
- (vii) Uzyskane z pomiarów wskaźniki akustyczne widowni i sceny teatru są podstawą do zaprojektowania urządzeń głośnikowych systemu nagłośnienia frontального widowni. Projektowane urządzenia głośnikowe powinny zapewnić najwyższą jakość przekazów słownych i muzycznych, odpowiednią do charakteru realizowanych w teatrze imprez i warunków akustycznych nagłaśnianego wnętrza.
- (viii) Niezbędnym elementem projektu jest wybór typu głośników i optymalne ich usytuowanie. W projektowaniu systemu głośnikowego konieczne będzie użycie komputerowego oprogramowania symulacyjnego do analizy możliwych wariantów nagłośnienia. Ocena efektywności projektowanego systemu będzie dokonana na podstawie wyników symulacji nagłośnienia z zastosowaniem opracowanego modelu akustycznego sali teatralnej.
- (ix) Model akustyczny sali teatralnej został opracowany na podstawie rysunków architektury oraz pomiarów kontrolnych gabarytów sali i elementów zabudowy. W trakcie wizji lokalnej zinventaryzowano materiały wykończeniowe ścian, podłogi, przegród budowlanych i elementów wystroju wnętrza.
- (x) Do numerycznego modelowania akustyki teatru i badania właściwości elektroakustycznych systemu nagłośnienia zastosowano najnowszą wersję

programu komputerowego EASE 4.4.8. W opracowanym modelu wnętrza akustycznego teatru użytych zostało łącznie 750 powierzchni wnętrza widowni i sceny. Każdej powierzchni zabudowy przypisane zostały parametry akustyczne charakteryzujące ich właściwości dźwiękochłonne i rozpraszające.

- (xi) Jednym z etapów modelowania było wstępne obliczenie parametrów akustycznych sali, jak czas pogłosu, czas początkowego zaniku dźwięku EDT i wskaźników czytelności dźwięku. Wyniki takich obliczeń na ogół różnią się od danych z pomiarów akustycznych, ze względu na błędy wynikające z niepewności w ocenie rzeczywistych parametrów akustycznych materiałów wystroju wnętrza. Rozbieżności pomiędzy wynikami pomiarów i obliczeń symulacyjnych zostały zredukowane do niezbędnego minimum poprzez korektę akustycznych danych materiałowych elementów wnętrza. Uzyskane z symulacji akustyczne parametry sali nie różnią się w istotny sposób od danych pomiarowych.

Na tym raport zakończono.