

Projekt Technologiczny  
Systemu Elektroakustycznego  
w Sali Senatu oraz Galerii Salon  
w budynku Rektoratu  
przy ul. Krakowskie Przedmieście 5  
Część ogólna: architektoniczna i instalacyjna

Inwestor: Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie  
00-068 Warszawa  
ul. Krakowskie Przedmieście 5

projektant      mgr inż. Wojciech Zieliński

podpis:

Gliwice, listopad 2019

**Gliwice, 26-11-2019**

**Oświadczenie**

Zgodnie z Art.20 ust 4 ustawy Prawo Budowlane (Dz. U. 156 poz. 1118 z 2006 r. tekst jednolity )  
oświadczam że:

**PROJEKT TECHNOLOGICZNY SYSTEMU ELEKTROAKUSTYCZNEGO**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa oraz zasadami wiedzy technicznej:

mgr inż. Wojciech Zieliński

.....

## Spis treści

### Spis treści

Spis rysunków .....	4
Część ogólna (architektoniczna i instalacyjna) .....	4
1. Wstęp .....	5
1.1. Podstawa opracowania .....	5
1.2. Wykaz norm .....	5
1.3. Literatura .....	6
1.4. Uwagi ogólne .....	6
2. Zawartość opracowania .....	6
3. Ogólna koncepcja systemu .....	7
4. Ograniczenia instalacyjne .....	7
5. Sposób zasilania systemu; wytyczne .....	7
6. Integracja z nadrzędnym systemem sterowania .....	8
7. Opis instalacji .....	8
7.1. Instalacja przewodowa stała .....	8
7.2. Przyłącza systemu .....	9
7.3. Instalacja zespołów głośnikowych .....	9
7.4. Zabudowa urządzeń w szafach teletechnicznych i na płytach montażowych .....	9
7.5. Uwagi ogólne .....	9
8. Uwagi końcowe .....	9
9. System mobilny .....	10
9.1. Zestawienie urządzeń systemu mobilnego .....	10
10. Symulacje komputerowe .....	11

## Spis rysunków

### Część ogólna (architektoniczna i instalacyjna)

- 01/ASP-ARCH/-3.44/2019      Trasy kablowe i lokalizacja urządzeń; systemy elektroakustyczne Sali Senatu i Galerii  
Salon; piwnica, poziom: -3.44 m
- 02/ASP-ARCH/0.00/2019      Trasy kablowe i lokalizacja urządzeń; systemy elektroakustyczne Sali Senatu i Galerii  
Salon; parter, poziom: +0.00 m
- 03/ASP-ARCH/+5.64/2019      Trasy kablowe i lokalizacja urządzeń; systemy elektroakustyczne Sali Senatu i Galerii  
Salon; I piętro, poziom: +5.64 m
- 04/ASP-ARCH/+10.92/2019      Trasy kablowe i lokalizacja urządzeń; systemy elektroakustyczne Sali Senatu i Galerii  
Salon; II piętro, poziom: +10.92 m
- 05/ASP-ARCH/A-A\_C-C/2019      Trasy kablowe i lokalizacja urządzeń; systemy elektroakustyczne Sali Senatu i Galerii  
Salon; przekroje A-A i C-C

**Część technologiczna (schematy, rysunki szaf technologicznych i paneli) znajduje się w indywidualnych częściach opracowania, dedykowanych do konkretnych pomieszczeń lub ich grup**

## **1. Wstęp**

Projekt został podzielony na części:

- ogólną, zawierającą podstawowe informacje oraz omówienie instalacji kablowej i infrastruktury montażowej systemów;
- technologiczną, zawierającą szczegółowe informacje, podzielone na grupy pomieszczeń lub pomieszczenia; części technologiczne stanowią odrębne całości, z własnymi rysunkami, zestawieniami i przedmiarami robót.

### **1.1. Podstawa opracowania**

- Umowa ASP-ST/05/05/19
- Wytyczne do projektowania
- wizja lokalna w obiekcie
- uzgodnienia funkcjonalne oraz estetyczne z Inwestorem
- uzgodnienia branżowe z Wykonawcą instalacji przewodowej i i infrastruktury montażowej

### **1.2. Wykaz norm**

- PN-EN 60064:2001, Elektroniczne urządzenia foniczne, wizyjne i podobne. Wymagania bezpieczeństwa użytkowania
- PN-87/E – 05110/04, PN-76/E – 05125, Przepusty kablowe, linie kablowe
- BN-76/8984-10, Zakładowe sieci telekomunikacyjne przewodowe. Ogólne wymagania i badania
- BN-76/8984-19, Telekomunikacyjne sieci kablowe miejscowe. Ogólne wymagania
- BN-73/9371-03, Uziemienie urządzeń telekomunikacji przewodowej. Ogólne wymagania i badania
- Przepisy budowy urządzeń elektrycznych z dnia 31-05-1997 (z późniejszymi zmianami)
- AES/EBU, Zbiór norm i zaleceń Audio Engineering Society i European Broadcasting Union dotyczących transmisji i wymiany cyfrowych sygnałów fonicznych

### **1.3. Literatura**

- Beschallungstechnik, Grundlagen und Praxis; Wolfgang Ahnert, Frank Steffen
- Sound reinforcement handbook; Gary Davis, Ralph Jones
- Acoustical Engineering; Harry F. Olson
- Acoustics; Leo Beranek
- User manual, EASE 4.4

### **1.4. Uwagi ogólne**

Ze względu na charakter obiektu oraz odbywających się w nim wydarzeń, projektant położył nacisk na jakość rozwiązań technicznych, przy zachowaniu skali kosztów, uzgodnionej w trakcie uzgodnień z Inwestorem. Cechą zastosowanych rozwiązań jest dostosowanie urządzeń, ich instalacji oraz przepływu sygnałów nie tylko do standardów technicznych, właściwych dla obiektów tego typu ale również uwzględnienie warunków zewnętrznych systemu, w rozumieniu stanu obiektu, wypełnienia innymi instalacjami, ograniczeniami architektonicznymi i budowlanymi. W trakcie prowadzenia prac projektowych projektant systemu przeprowadził staranną wizję lokalną obiektu, której celem było szczegółowe zapoznanie się ze wszystkimi warunkami zabudowy urządzeń i tras kablowych. W trakcie wizji lokalnej oraz późniejszych spotkań projektant przeprowadził szczegółowe uzgodnienia z pracownikami działu technicznego, celem wyeliminowania możliwych konfliktów instalacyjnych i budowlanych. Przedstawiona zatem dokumentacja projektowa jest kompromisem, wynikającym z wielu uwarunkowań, a złożenie przyjętych rozwiązań stanowi spójne i wyważone urządzenie techniczne.

## **2. Zawartość opracowania**

Projekt obejmuje koncepcje rozwiązań technologicznych, funkcjonalność oraz dopasowanie do warunków pomieszczeń, dobór urządzeń głośnikowych i zarządzanie nimi, symulacje komputerowe systemów głośnikowych wybranych pomieszczeń, dobór mikrofonów przewodowych oraz bezprzewodowych, cyfrowego systemu miksującego wraz z akcesoriami dla centrali systemu nagłośnienia Galerii Salon oraz dla Sali Obrad Senatu. Dla wymienionych urządzeń projekt wyznacza miejsca montażu urządzeń, połączenia poszczególnych urządzeń i bloków systemu oraz sposób ich zasilania.

Prezentowany projekt opisuje kompletne rozwiązania systemów dla:

- sal ekspozycyjnych Galerii Salon (pomieszczenia piwnicy -1.11; -1.12; -1.13; -1.14, pomieszczenia parteru: 0.15 do

0.20 i 0.21);

- centrali systemu sal ekspozycyjnych wraz z pomieszczeniami 0.11 i 0.12

- Sali Obrad Senatu, pomieszczenie 1.15

- Sali Konferencyjnej Senatu, pomieszczenie 1.15B

### **3. Ogólna koncepcja systemu**

Projektowane systemy elektroakustyczne pod względem funkcjonalnym będą obsługiwały rozłączne części budynku Rektoratu Akademii Sztuk Pięknych. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę miejsce, charakter budynku i architekturę jego wnętrz, w trakcie prac projektowych położyliśmy nacisk na maksymalne ujednolicenie wizualne zewnętrznych elementów systemów oraz ich estetykę – czyli, przede wszystkim zespołów głośnikowych. Ponieważ funkcje systemów oraz pomieszczenia nie wymagają dużych poziomów głośności, skupiliśmy się na urządzeniach miniaturowych – jednak będących w stanie zapewnić właściwy poziom głośności i, oczywiście pełne pasmo przenoszenia systemów, od 44 Hz do 20 000 Hz.

Zwróciliśmy szczególną uwagę na prostotę i komfort obsługi. To szczególnie ważne zagadnienia dla Galerii Salon, gdzie system składa się z jedenastu sal, z których każda stanowi odrębny, lokalny system. Wszystkie te sale z poziomu centrali Użytkownik może dowolnie łączyć w grupy bądź w jedną całość.

Obie sale Senatu również, z założenia będą znacząco uproszczone w obsłudze, co ma na celu zmniejszenie prawdopodobieństwa błędów w trakcie trwania istotnych i prestiżowych spotkań.

### **4. Ograniczenia instalacyjne**

Miejsca montażu poszczególnych urządzeń głośnikowych systemu są ograniczone przez funkcjonalność pomieszczeń, oraz przez fizyczne możliwości zabudowy. Urządzenia głośnikowe nie mogą zasłaniać ekranów, elementów ekspozycji bądź stać na podłodze Sali Obrad czy Konferencyjnej Senatu. Przyjęte rozwiązania mają zapewnić maksymalną funkcjonalność, bezpieczną współpracę z mikrofonami i wysokiej jakości emisję dźwięku..

### **5. Sposób zasilania systemu; wytyczne**

Do zasilania systemu należy wykorzystać istniejące zasilanie, dostarczane z dostępnych rozdzielnic N/N. Na potrzeby zaprojektowanych systemów należy zabezpieczyć zasilanie o wydajności 42A. Indywidualnie, zasilanie obejmuje:

- 10 sal ekspozycyjnych piwnicy i parteru, pobór prądu, maksymalny dla każdej z sal: 2A, zasilanie doprowadzić do

skrzynek SP-x.xx;

- sala 0.21, pobór prądu, maksymalny: 4A; zasilanie doprowadzić do skrzynki SP-0.21;
- centrala systemu sal ekspozycyjnych, pomieszczenie 0.13, antresola: pobór prądu, maksymalny 6A; zasilanie doprowadzić do lokalizacji szafy teletechnicznej RACK 24 i zakończyć gniazdem 230VAC/10A na poziomie +3.30 m;
- Sala Obrad Senatu, pomieszczenie 1.15; pobór prądu, maksymalny : 10A, zasilanie doprowadzić w rejon skrzynki PN-1 i zakończyć gniazdem 230 VAC/10A;
- Sala Konferencyjna Senatu, pomieszczenie 1.15B; pobór prądu, maksymalny: 2A; zasilanie doprowadzić w rejon skrzynki PN-2 i zakończyć gniazdem 230 VAC/6A;

Obwody zasilające audio muszą posiadać właściwe zabezpieczenia zwłoczne o charakterystyce typu C. Lokalnie, wszystkie urządzenia zasilane będą poprzez filtry zasilania.

## **6. Integracja z nadrzędnym systemem sterowania**

Przewidziano rozwiązania techniczne, umożliwiające integrację systemów w poszczególnych pomieszczeniach z planowanym systemem kontrolnym, dającym dostęp za pośrednictwem programowalnej klawiatury do zaprogramowanych w procesie uruchamiania systemów presetów. System kontrolny nie jest objęty niniejszym opracowaniem, stanowi część wyposażenia wizyjnego.

## **7. Opis instalacji**

### **7.1. Instalacja przewodowa stała**

Instalacja przewodowa została zaprojektowana z zastosowaniem wieloparowych przewodów głośnikowych, symetrycznych przewodów mikrofonowych oraz F/UTP CAT5. W trakcie prowadzenia linii kablowych należy zwrócić uwagę na odstęp między trasami kablowymi systemów audio a pozostałymi instalacjami, w szczególności zasilającymi. Należy pamiętać, że przecięcia tras kablowych mają być dokładnie pod kątem prostym a w przypadku prowadzenia tras równolegle powinien być zapewniony odstęp minimum 1 m między nimi. Kable prowadzone w korytach metalowych lub siatkowych powinny być starannie mocowane co 1 m.

Dobre przekroje kabli głośnikowych zapewniają straty mniejsze niż 10% amplitudy, przy dystansach między wzmacniaczami a zespołami głośnikowymi dla mocy do 100 W.



### **7.2. Przyłącza systemu**

Wszystkie panele, puszki i skrzynki przyłączeniowe muszą zapewniać właściwe parametry mechaniczne oraz zapewnić właściwą ilość miejsca pod instalację zaprojektowanych urządzeń i akcesoriów. Wymiary tych elementów są podane w opisie technicznym, należy je traktować jako minimalne.

### **7.3. Instalacja zespołów głośnikowych**

Zespoły głośnikowe muszą być zamontowane zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP, tzn.: z zastosowaniem fabrycznych elementów montażowych bądź, w przypadku stosowania indywidualnych rozwiązań, nie przewidzianych przez Producenta urządzeń - po przedstawieniu projektu wykonawczego uchwytu montażowego, sporządzonego przez uprawnionego projektanta branży mechanicznej, przy aprobacie Inwestora.

### **7.4. Zabudowa urządzeń w szafach teletechnicznych i na płytach montażowych**

Zabudowa urządzeń musi odpowiadać współczesnym standardom technicznym. Przez to zalecenie rozumie się stosowanie kanałów kablowych, dławnic kablowych itp. akcesoriów montażowych. Wszelkie przewody, pojedyncze czy grupy przewodów mają być prowadzone starannie, bez splotów, uniemożliwiających prostą obsługę oraz oznaczone w sposób trwały. Sposób montażu ma zapewniać bezpieczną eksploatację, przejrzystość zabudowanych urządzeń i łatwy dostęp serwisowy. Elementy wrażliwe i narażone na działanie pól elektromagnetycznych muszą być ekranowane. Wszystkie stosowane urządzenia muszą mieć deklaracje zgodności CE.

### **7.5. Uwagi ogólne**

W trakcie prac montażowych należy stosować się ściśle do zaleceń producentów urządzeń. Wszystkie prace należy wykonywać z należytą starannością. Wszystkie przewody należy starannie i trwale znakować. Po wykonaniu instalacji przewodowej należy dokonać pomiarów elektrycznych i sporządzić z tej czynności protokół. Przejścia tras kablowych lub elementów mechanicznych mocowań urządzeń przez strefy pożarowe należy uszczelniać masą ognioodporną z certyfikatem CNBOP. W trakcie prac wykończeniowych należy starannie i trwale oznakować wszystkie gniazda przyłączeniowe systemu, uzgadniając sposób znakowania z Użytkownikiem systemu. Wykonane oznakowanie musi być naniesione w dokumentacji powykonawczej systemu.

## **8. Uwagi końcowe**

Zaprojektowany system wraz z jego instalacją jest wyzwaniem technicznym i organizacyjnym dla Wykonawcy. Stąd należy zwrócić szczególną uwagę, aby powierzyć wykonawstwo firmie o potwierdzonym doświadczeniu, posiadającej poświadczone przez Użytkowników referencje z realizacji systemów wysokiej jakości.

## 9. System mobilny

Dla realizacji, pozostających poza pomieszczeniami, objętymi systemami elektroakustycznymi przewidziano mobilny, wydajny system przenośny, w całości zasilany bateryjnie. System składa się z dwóch bliźniaczych zespołów głośnikowych, z których jeden posiada zabudowany wzmacniacz mocy, mikser, odtwarzacz płyt CD i plików MP3 oraz dwa tory bezprzewodowe i mikrofonami doręcznymi. Drugi zestaw głośnikowy jest pasywny, zasilany z aktywnego. Całość została dobrana jako zestaw w pełni mobilny, tzn.: jest przystosowana do transportu, zarówno w obszarze Rektoratu Akademii jak również do przewozu w każde inne miejsce. Głośniki jak i statywy głośnikowe mają własne, wzmacniane pokrowce transportowe a głośniki są wyposażone w dodatkowe pokrowce, umożliwiające pracę urządzeń w trakcie deszczu. Zasięg praktyczny systemu, w otwartej przestrzeni to ok. 30 metrów a czas pracy przy zasilaniu bateryjnym waha się w zależności od rodzaju sygnału: od 8 godzin pracy ciągłej z sygnałem muzycznym do 18 godzin dla transmisji mowy.

### 9.1. Zestawienie urządzeń systemu mobilnego

<i>L.p.</i>	<i>Opis</i>	<i>Ilość</i>
1	aktywny, zasilany bateryjnie dwudrożny zespół głośnikowy w obudowie bass reflex; LF: 1 x 8"; HF: 1 x 1" głośnik z komorą kompresyjną; możliwość pracy z baterii oraz z sieci 230VAC/50 Hz; max poziom SPL: 117 dB; dyspersja (h x v): 100° x 100°; pasmo przenoszenia (-10 dB; 2π): 65 ÷ 20 000 Hz; sloty do zabudowy dwóch odbiorników bezprzewodowych oraz odtwarzacza CD/MP3; praca kontrolowana procesorem; wbudowany mikser 3 x MIC, 2 x LINE; zasilanie bliźniaczego zespołu głośnikowego, pasywnego; czas pracy w trybie bateryjnym, muzyka/mowa: 8/18 godzin	1
2	pasywny, dwudrożny zespół głośnikowy w obudowie bass reflex; LF: 1 x 8"; HF: 1 x 1" głośnik z komorą kompresyjną; możliwość pracy z baterii oraz z sieci 230VAC/50 Hz; max poziom SPL: 117 dB; dyspersja (h x v): 100° x 100°; pasmo przenoszenia (-10 dB; 2π): 65 ÷ 20 000 Hz	1
3	moduł odtwarzacza CD/MP3 do zabudowy	1
4	przygotowanie do montażu dwóch odbiorników ew 100	2
5	pokrywa deszczowa	2
6	uchwyt obrotowo-uchylny	2
7	torby transportowe, wzmacniane	2

8	zestaw mikrofonu bezprzewodowego, cyfrowy, nadajnik doręczny, kapsuła superkardioidalna, pojemnościowa; fabryczny montaż 19"; demontowalne anteny odbiorcze	2
9	statyw głośnikowy	2
10	wzmacniana torba transportowa dla 2 statywów	1
11	zabudowa odbiorników mikrofonów bezprzewodowych	2

## 10. Symulacje komputerowe

Symulacje zostały przeprowadzone w otwartym programie symulacyjnym Enhanced Acoustical Simulation Engine for Engineers; wersja 4.4. W wyniku prac otrzymano modele 3D pomieszczeń. Ze względów praktycznych i realnych, symulacje zostały przeprowadzone dla trzech, charakterystycznych pomieszczeń:

- -1.12 w piwnicy
- 0.15 na parterze
- 1.15 Sala Obrad Senatu.

*Uwaga!*

*W tym zakresie, po końcowych uzgodnieniach, dotyczących sposobu instalacji urządzeń głośnikowych dokonano zmiany w stosunku do Umowy – w miejsce symulacji pomieszczenia 0.21, przeprowadzono symulację przykładowego pomieszczenia piwnicznego.*

Ze względu na cel opracowania: projekt systemu elektroakustycznego, w symulacji akustyka wnętrza nie jest brana pod uwagę. Wszystkie więc wyniki rozkładu SPL prezentowane są jako wprost (direct). Celem symulacji jest najprostsze i najbardziej czywiste porównanie systemów, na etapie analizy ofert. Do dokumentacji przetargowej zostaną dołączone spakowane projekty, w którym znajdują się wskazane, uzgodnione, zaakceptowane miejsca montażu zespołów głośnikowych. Rolą Oferentów będzie zaprezentować swoje rozwiązania, w których podane w technologicznej części projektu wyniki będą równe lub lepsze. Do składanych ofert będzie należało dołączyć spakowane symulacje pomieszczeń, dla sprawdzenia poprawności obliczeń.