

Projekt technologiczny
modernizacji i rozbudowy
systemu nagłośnienia
Stadionu Żużlowego MOTOARENA Toruń
ul. Pera Jonssona 7

Inwestor: **Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji**
ul. Generała Józefa Bema 23/29
87-100 Toruń

Zamówienie: MOSiR/216/2015

Opracowanie: inż. Elżbieta Zielińska

podpis:

mgr inż. Wojciech Zieliński

podpis:

Gliwice, luty 2015

Spis treści

1.Spis norm, przepisów i źródeł.....	3
2.Spis rysunków.....	3
3.Zakres projektu.....	3
4.Uwagi ogólne.....	4
5.Wytyczne zasilania systemu.....	5
6.Wytyczne sposobu montażu zespołów głośnikowych.....	5
7.Poprawa emisji dźwięku spikerów – sprzętowa.....	5
8.System głośnikowy.....	6
9.Interfejs komputerowy.....	9
10.Zabudowa urządzeń.....	9
10.1.Stanowisko komentatora sportowego.....	10
10.2.Amplifikatornia nr 1.....	10
10.3.Amplifikatornia nr 2.....	10
11.Specyfikacja urządzeń.....	10
11.1.Zespoły głośnikowe trybun.....	10
11.2.Wzmacniacze mocy.....	11
11.3.Cyfrowy procesor wokalny.....	11
11.4.Pojemnościowy mikrofon, optymalizowany do mowy.....	11
11.5.Przedwzmacniacz mikrofonowy.....	11
11.6.Karta dźwiękowa USB.....	12

1. Spis norm, przepisów i źródeł

- PN-EN 60268-16, Urządzenia systemów elektroakustycznych, część 16: Obiektywna Ocena zrozumiałości mowy za pomocą wskaźnika transmisji mowy
- BN-84/8984-10 – Zakładowe sieci telekomunikacyjne przewodowe. Instalacje wewnętrzne. Wymagania ogólne.
- PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona przeciwporażeniowa.
- PN-IEC 60364-4-443: Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- AES/EBU, Zbiór norm i zaleceń Audio Engineering Society i European Broadcasting Union dotyczących transmisji i wymiany cyfrowych sygnałów fonicznych
- Wolfgang Ahnert, Frank Steffen: Beschallungstechnik: Grundlagen und Praxis; Stuttgart-Leipzig 1993
- EASE 4.4, User's Manual
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (wskaźniki zabezpieczenia)
- Zakłócenia w obiektach sportowych; Konrad Drzymała, Praca Dyplomowa Politechnika Warszawska, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych; Instytut Radioelektroniki; 2007

2. Spis rysunków

01/MAT/EA/2015	Lokalizacja zespołów głośnikowych trybun. Rzut dachu
02/MAT/EA/2015	Lokalizacja zespołów głośnikowych trybun. Przekrój
03/MAT/EA/2015	Schemat sterowania systemem głośnikowym oraz linii głośnikowych
04/MAT/EA/2015	Schemat zmian stanowiska komentatora sportowego
05/MAT/EA/2015	Panele przyłączeniowe szaf teletechnicznych amplifikatorni 1 i 2

3. Zakres projektu

W ramach prac projektowych, Projektanci muszą opierać się na posiadanych przez Inwestora urządzeniach i prowadzić dobór urządzeń, tak aby w maksymalnym stopniu wykorzystać istniejące

zasoby. Celem modernizacji i rozbudowy jest:

- poprawa emisji dźwięku spikerów – sprzętowa;
- podniesienie średniego poziomu ciśnienia dźwięku na trybunach;
- poprawa równomierności SPL na trybunach.

W ramach projektu przeprowadzono inwentaryzację stanu obecnego systemu oraz wywiad z Użytkownikiem.

Nowy system głośnikowy został zweryfikowany za pomocą symulacji komputerowej w otwartym programie symulacyjnych EASE 4.4. Lokalizacja zespołów głośnikowych jest wskazana na rysunkach 01 i 02. Układ połączeń elektrycznych systemu głośnikowego: sterowania oraz linii głośnikowych jest pokazany na rysunku 03; przyporządkowanie wzmacniaczy mocy i grupowanie linii głośnikowych ilustruje rysunek 05. Zmiany na stanowisku komentatora ilustruje rysunek 04. W części opisowej są zamieszczone:

- wytyczne zasilania urządzeń;
- wytyczne co do sposobu montażu urządzeń;
- zestawienie urządzeń oraz ich charakterystyka.

4. Uwagi ogólne

W ramach prac projektowych zwiększono ilość zespołów głośnikowych trybun z zachowaniem reguł, pozwalających na prawidłowe zachowanie interferencyjne systemu głośnikowego. Podniesiono głośność systemu, w paśmie mowy do maksymalnego poziomu, przewidzianego dla obiektów sportowych. **Należy jednak podkreślić, że system głośnikowy nie jest w stanie i nie może mieć wydajności przewyższającej poziom tła (wyczynowe motocykle w trakcie wyścigu), ze względu na przepisy o ochronie słuchu. Próby emisji programu: komunikatów, reklam czy muzyki w trakcie wyścigu nie są możliwe i obsługa systemu nagłośnienia musi być odpowiednio przeszkolona w tym względzie.**

Głównym przeznaczeniem systemu głośnikowego jest emisja mowy i jest on optymalizowany pod tym właśnie kątem. Stąd badanie SPL systemu jest prowadzone w paśmie 250 Hz ÷ 4 kHz.

5. Wytyczne zasilania systemu.

Zasilanie stanowiska komentatora pozostaje bez zmian. Należy sprawdzić i ewentualnie poprawić zasilanie amplifikatorni:

- nr 1 – całkowity pobór prądu urządzeń po modernizacji wzrośnie o 10 A; sumarycznie urządzenia zmodernizowanej amplifikatorni nr 1 potrzebować będą: 35 A, obwody zasilające zabezpieczone zwłocznie, charakterystyka typu C.
- nr 2 – całkowity pobór prądu po modernizacji wzrośnie o 8 A; sumarycznie urządzenia zmodernizowanej amplifikatorni nr 2 potrzebować będą: 16 A, obwody zasilające zabezpieczone zwłocznie, charakterystyka typu C.

Zasilanie należy pobierać z tych samych rozdzielni N/N, z których system nagłośnienia jest zasilany obecnie.

6. Wytyczne sposobu montażu zespołów głośnikowych

Zespoły głośnikowe należy montować, z zachowaniem szczególnej troski o zabezpieczenia antykorozyjne konstrukcji zadaszenia. Przewidziano do montażu obejmy stalowe, cynkowane ogniowo, do użytku zewnętrznego z powłoką ochronną, elastyczną. Wykonawca może stosować inne rozwiązania – muszą one jednak uzyskać akceptację inspektora nadzoru i Użytkownika obiektu. W czterech punktach, na łukach przewidziano montaż w punkcie dwóch zespołów głośnikowych. Należy zaprojektować właściwy dla położenia głośników uchwyt; projekt mechaniczny tego uchwyty jest poza zakresem niniejszego opracowania. Nowe linie głośnikowe należy prowadzić istniejącymi trasami kablowymi, z zastosowaniem identycznych przewodów (Bitner, YKY 2 x 2,5 RE). Jest to konieczne, ze względu na możliwe reakcje chemiczne między różnymi typami izolacji różnych przewodów, pod wpływem czynników atmosferycznych (wilgoć, temperatura).

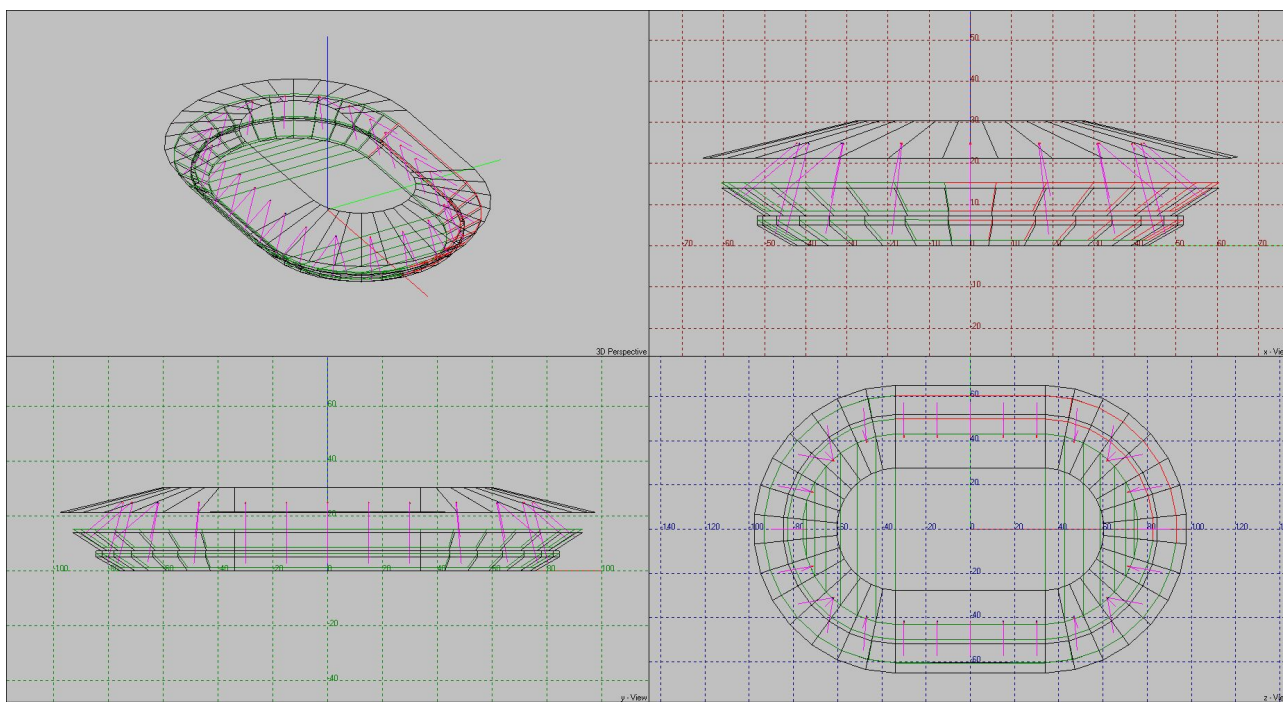
7. Poprawa emisji dźwięku spikerów – sprzętowa

W związku z wprowadzeniem nowych technologii, w zakresie dostępnym w rozsądnym budżecie dla stanowiska komentatora sportowego, dla dwóch spikerów wprowadzono dwa tory emisyjne o podwyższonych parametrach jakościowych. Dotyczy to specjalistycznych, małowibracyjnych mikrofonów o specjalizowanej dla mowy charakterystyce oraz cyfrowego procesora w wysokiej

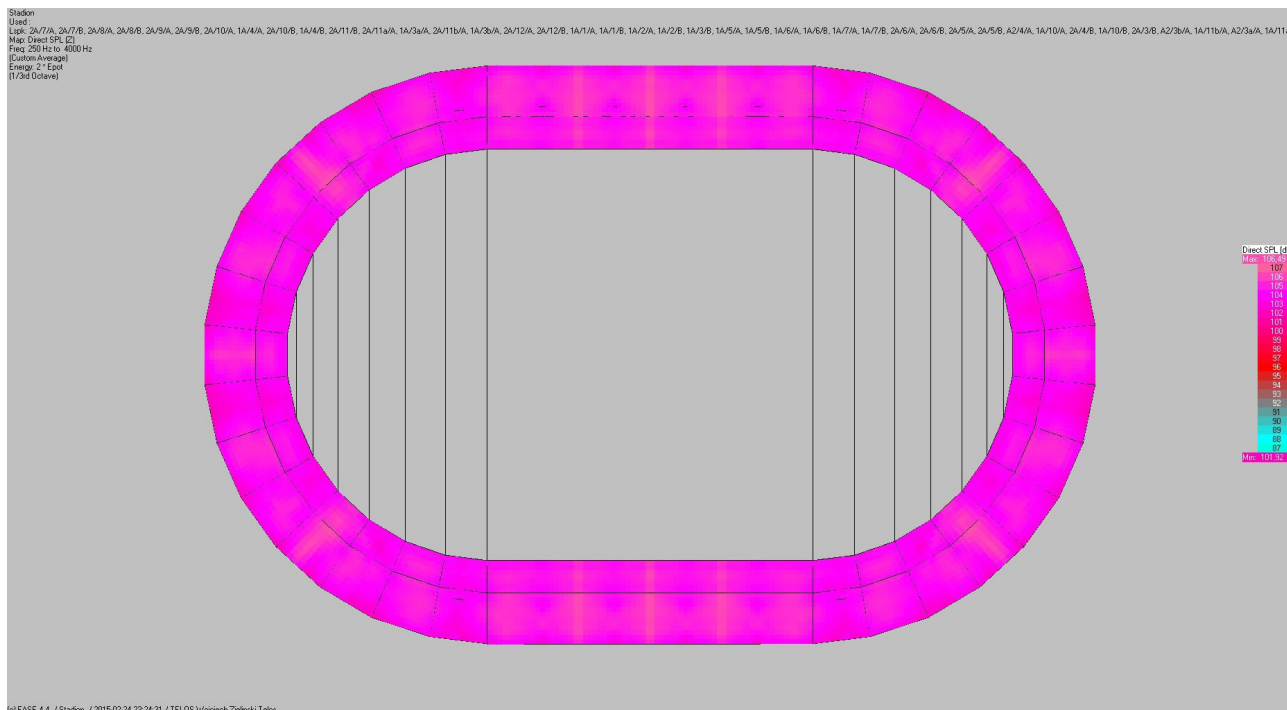
klasy przedwzmacniaczami mikrofonowymi. Procesor ma kilka niezależnie działających urządzeń, w tym pasmowy kompresor, deeser, expander, limiter oraz parametryczny korektor. Dostęp do ustawień jest możliwy jedynie poprzez sieć LAN – za pośrednictwem komputera. Dzięki temu, zaprogramowane ustawienia nie są dostępne dla każdego – a zatem nie ma prostej możliwości rozkalibrowania ustawień. Dla poprawienia komfortu pracy, oba mikrofony spikerów będą zamocowane na specjalistycznych, pantografowych statywach.

8. System głośnikowy

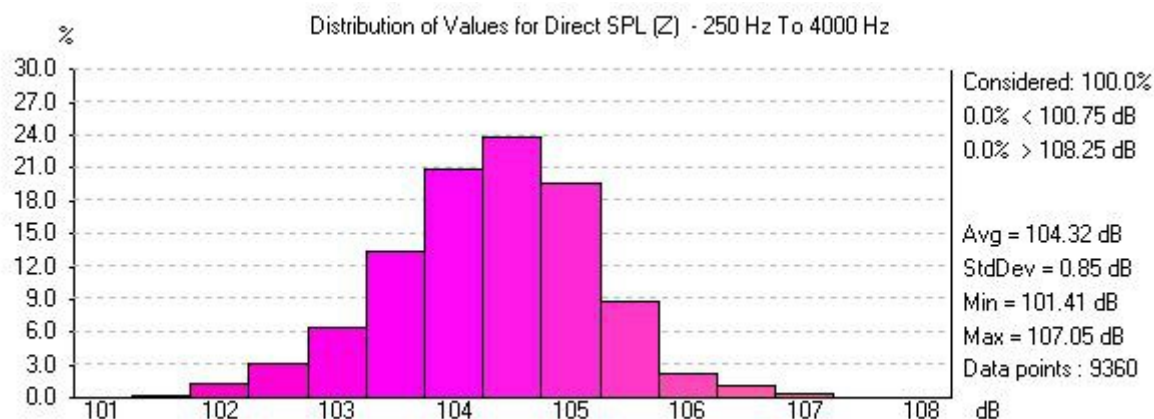
Stosownie do wytycznych dla projektowania w zakresie maksymalnego wykorzystania istniejących urządzeń, przyjęto dla rozbudowy systemu głośnikowego ten sam model zespołu głośnikowego, jaki jest w istniejącej instalacji. Warunkiem przyjęcia takiej możliwości rozwiązania technicznego jest całkowita zgodność produktów: zamontowanego w 2009 roku i produkowanego obecnie. Dotyczy to zarówno zespołów głośnikowych, wzmacniaczy mocy jak i przewodów głośnikowych. W tej sprawie uzyskano pisemne potwierdzenia Producentów o zgodności specyfikacji produktów. Dla obliczeń modernizowanego systemu głośnikowego posłużono się modelem obiektu 3D. Widok modelu zamieszczono poniżej.



Ilustracja 1: Widok modelu 3D Stadionu



Ilustracja 2: Mapa rozkładu SPL: bezpośrednie, 250Hz - 4kHz, bez ważenia (Z)

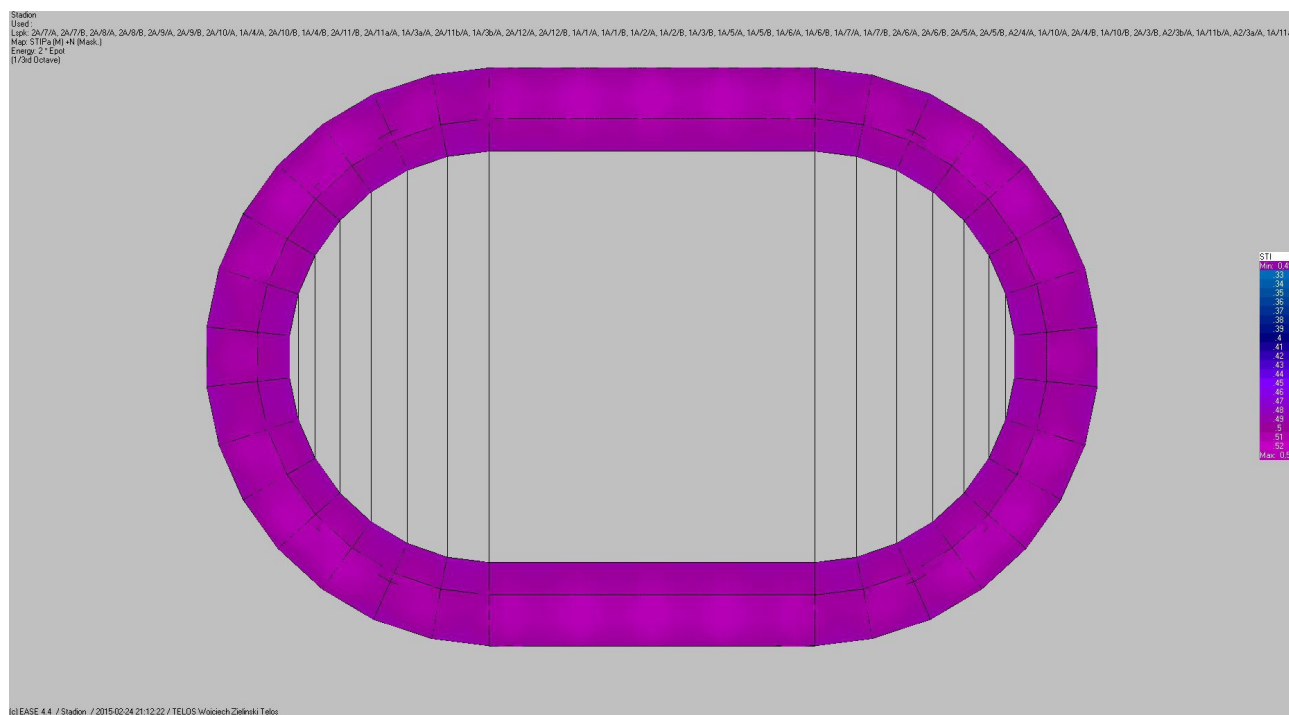


(c) EASE 4.4 / Stadion / 2015-02-24 23:24:05 / TELOS Wojciech Zieliński Telos

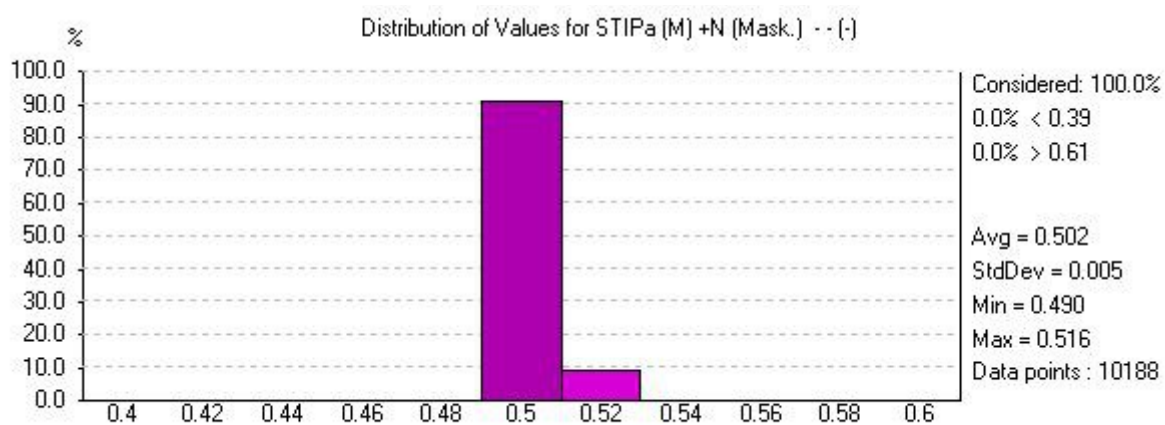
Ilustracja 3: Dystrybuanta rozkładu SPL: bezpośrednie, 250Hz - 4kHz, bez ważenia (Z)

Poniżej zamieszczono wyniki obliczeń współczynnika zrozumiałości mowy dla poziomu tła 95 dB (A), widmem o charakterze mowy męskiej dla przekazy mową męską. Wyniki obliczeń są

prezentowane z maskowaniem.



Ilustracja 4: Mapa rozkładu STI Pa M + N (MASK); tło 95 dBA, widmo mowy męskiej



(c) EASE 4.4 / Stadion / 2015-02-24 21:11:43 / TELOS Wojciech Zielinski Telos

Ilustracja 5: Dystrybuanta rozkładu STI Pa M + N (MASK); tło 95 dBA, widmo mowy męskiej

Parametry obiektywne systemu po modernizacji wskazuje poniższa tabela:

System nagłośnienia; pasmo 250 Hz ÷ 4 kHz	
<i>trybuny</i>	
SPL(Z); > 95% powierzchni trybun	>103 dB
odchylenie standardowe dla 100% powierzchni	<0,96 dB
STIPa (M)+N(MASK) > 100% powierzchni trybun	>0,5
odchylenie standardowe dla 100% powierzchni	<0,005

Ogółem, zaprojektowany system ma bardzo wysokie parametry użytkowe:

SPL – powyżej 103 dB (Z) dla więcej niż 95% powierzchni trybun, przy średniej 104,32 dB i maksymalnym poziomie 106,5 dB – to daje wynik:

104,32 dB; - 1,32 dB / + 2,18 dB

STI Pa – dla 100% powierzchni trybun jest to więcej lub równo 0,5, przy średniej 5,02 i maksymalnym 0,516.

Oznacza to, że oprócz znaczącego wzrostu SPL, w stosunku do stanu obecnego o około 5 dB, zmodernizowany system będzie się cechował bardzo wyrównanymi parametrami na całej powierzchni trybun.

9. Interfejs komputerowy

Dla rozszerzenia możliwości realizacyjnych dodaliśmy kartę dźwiękową USB z izolacją galwaniczną. Umożliwia to prosty, bezobsługowy sposób przyłączenia dźwięku z dowolnego komputera PC, z pominięciem jego własnej karty dźwiękowej. Przyłącze zapewnia natychmiastową możliwość transmisji dźwięku, a urządzenie jest zasilane z portu USB. Dzięki konstrukcji karty zapewniona jest całkowita izolacja od zakłóceń, pochodzących najczęściej z zasilaczy komputerowych. Równocześnie, urządzenia zapewnia w pełni profesjonalny format sygnału wychodzącego: symetryczny sygnał liniowy.

10. Zabudowa urządzeń

We wszystkich punktach istnieją wolne miejsca w szafach teletechnicznych dla zabudowy urządzeń, przewidzianych w niniejszym projekcie.

10.1. Stanowisko komentatora sportowego

W szafie teletechnicznej znajduje się wolna przestrzeń o wysokości 1 jednostki rackowej, 1HU na zabudowę procesora wokowego; karta dźwiękowa USB może być zabudowana w zmodyfikowanej mechanicznie ramie montażowej splittera antenowego ASP-2, Sennheiser. Sygnały z obu urządzeń należy doprowadzić do złącza Harting HAN 72 znajdującego się w panelu przyłączeniowym szafy. Dalej, sygnały z procesora oraz karty dźwiękowej mają być przesłane do konsoli mikerskiej za pomocą wolnych par przewodu CMG 24 i zakończone wtykami typu JACK, stereo, 6,3 mm.

10.2. Amplifikatornia nr 1

W amplifikatorni nr 1, w szafie teletechnicznej należy zabudować wzmacniacz mocy, cyfrowy procesor głośnikowy, dokonać przekrosowania według rysunku nr 3. Ze względu na brak miejsca, należy wymienić istniejącą rozdzielnicę N/N na większą (2 x 24 moduły) na wyłączniki przeciwprzepięciowe i dokonać skrosowania nowych i starych linii głośnikowych. Z tyłu szafy należy zabudować panel przyłączeniowy, według rysunku nr 5. Na dachu szafy należy zainstalować panel wentylatorowy wraz z mikroprocesorowym sterownikiem wentylatorów.

Zabudowę należy przeprowadzić starannie, zachowując porządek urządzeń już zabudowanych.

10.3. Amplifikatornia nr 2

W amplifikatorni nr 2, w szafie teletechnicznej należy zabudować wzmacniacz mocy i dokonać przekrosowania według rysunku nr 3. Ze względu na brak miejsca, należy wymienić istniejącą rozdzielnicę N/N na większą (2 x 24 moduły) na wyłączniki przeciwprzepięciowe i dokonać skrosowania nowych i starych linii głośnikowych. Z tyłu szafy należy zabudować panel przyłączeniowy, według rysunku nr 5.

11. Specyfikacja urządzeń

11.1. Zespoły głośnikowe trybun

trójdrożny, pełnopasmowy zespół głośnikowy do stałych instalacji zewnętrznych; obudowa z tworzywa sztucznego, uszczelniona, trójwarstwowa pokrywa głośników, fabryczne punkty montażowe, fabryczny zestaw montażowy z blokadą kąta wychylenia, LF: 12", MF: 2" wyjście,

głośnik z komorą kompresyjną w roztrąbie CD; HF" 1" wyjście głośnik z komorą kompresyjną w roztrąbie CD; montowane współosiowo; cewki chłodzone ferrofluidem; moc wejściowa: 200 W/100 V; moc wyjściowa, nominalna: 129 dB @ 200 W (250 Hz ÷ 4 kHz; 60°H x 40°V); odporność na czynniki pogodowe: IP 55 z pochyleniem nie mniejszym niż 5°; wymiar zewnętrzny: 406,4 x 406,4 x 411,15 [mm]; masa: 20,6 kg z zestawem montażowym

ilość: 28 sztuk

11.2. Wzmacniacze mocy

wzmacniacz mocy klasy D, 4 x 1 kW / 100 V wyjście bezpośrednie, zdalne załączanie, programowane załączanie sekwencyjne, izolowane galwanicznie wejścia, max poziom wejściowy +22 dBu; zabezpieczenia przed przeciążeniem elektrycznym i termicznym, zwarcie wyjść, składowymi: stałą i ponad akustyczną na wyjściach, układ miękkiego startu i ogranicznik prądu rozruchowego; limiter audio; zniekształcenia THD < 0,05%; IMD-SMPTE < 0,05%; DIM30 < 0,02%, poziom szumu wyjściowego, 100V, 20Ω: -64 dBu, czas narastania impulsu: 28V/μs; zabezpieczenie zasilacza przed za niskim lub za wysokim napięciem zasilającym; max 2 HU

ilość: 2 sztuki

11.3. Cyfrowy procesor wokalny

cyfrowy procesor mikrofonowy, dwukanałowy, bez możliwości ingerencji przez nieuprawnionego użytkownika, 3-pasmowy kompresor, 4-zakresowy korektor parametryczny, deeser, expander, filtry: górno- i dolnoprzepustowy, limiter szczytowy, rozdzielacz fazy, przedwzmacniacz mikrofonowy, Phantom, A/C 24 bit, 96 kHz; łącze LAN, max 1 HU

ilość: 1 sztuka

11.4. Pojemnościowy mikrofon, optymalizowany do mowy

kapsuła mikrofonu pojemnościowego, optymalizowana do mowy; szeroka kardioda, pasmo: 50 ÷ 20 000 Hz; stosunek sygnał/szum DIN/IEC: 83 dB; równoważnik szumu wg DIN/IEC: 11 dB; max SPL: 131 dB; filtr górnoprzepustowy, zintegrowany: -12 dB @ 50 Hz

ilość: 2 sztuki

11.5. Przedwzmacniacz mikrofonowy

beztransformatorowy przedwzmacniacz mikrofonowy; 16 ÷ 48 VDC; 4,5 mA; 35 Ω

ilość: 2 sztuki

11.6. Karta dźwiękowa USB

karta dźwiękowa USB – dwa wyjścia liniowe, symetryczne, izolowane galwanicznie, zasilanie z portu USB; obróbka 16 bit, 44,1/48 kHz, poziom wyjściowy: + 10 dBu

ilość: 1 sztuka

Ponadto, dla mikrofonów należy zapewnić w pełni elastyczne zawieszenie oraz pantograficzne statywy z wariantową mechaniką montażu oraz osłony POP dla kapsuł mikrofonowych.