

Bogdan Leszko

DŹWIĘK INTELIGENTNY **Nowy system nagłośnieniowy na hali TORWAR**

...Zainstalowano klimatyzację i zmieniono akustykę wnętrza. Kiedyś muzycy i publiczność narzekali, że na Torwarze nie sposób cokolwiek usłyszeć. Dziś jest to jedna z najlepszych akustycznie hal w stolicy...

(Rzeczpospolita Nr 295/18.12.99)



Fot.1 Remont generalny hali TORWAR rozpoczął się w 1998 roku i trwał prawie 2 lata

Prawidłowe nagłośnienie hali sportowej to skomplikowany proces projektowy i wykonawczy.

Jeśli popatrzeć na listę bardziej skomplikowanych problemów elektroakustycznych, dotyczących obiektów sportowych, to zdecydowana ich większość dotyczy obszaru w okolicach dachu.

Ogromna powierzchnia i kubatura hali sportowej wymaga zastosowania wysokodecybelowych urządzeń nagłaśniających przykrytych masywnym sufitem, który nie tylko wylapuje wszystkie naturalne i wzmacniane dźwięki, ale też mocno je odbija jak potężny reflektor.

Nie trzeba tego tłumaczyć firmie BEL AQUESTIC, która od lat studiuje te zagadnienia i systematycznie prowadzi akcję edukacyjną dotyczącą sposobów rozwiązywania problemów akustyki w obiektach sportowych, dla zapewnienia właściwej zrozumiałości mowy i zwiększenia bezpieczeństwa cywilnego.

Przykładem może być opracowana przez nas broszura zatytułowana „Nagłośnienie stadionów i innych obiektów sportowych”, mówi Bogdan Leszko - właściciel firmy.

Doskonale wiemy, że właściwe podejście do nagłośnienia obiektu sportowego wymaga rozwiązań kompleksowych, dotyczących takich problemów jak :

- *dostosowanie akustyki otoczenia do przeznaczenia obiektu, np. organizacji imprez widowiskowych*
- *zapewnienia wysokiej zrozumiałości mowy na trybunach*
- *uwzględnienia wytycznych dot. ochrony słuchu (limit poziomu SPL 105dB)*
- *zapewnienia bezpieczeństwa cywilnego (wykorzystanie nagłośnienia dla potrzeb „Alarmu Głosowego”® i sprawnej ewakuacji)*
- *zapewnienia sprawnej komunikacji (system przywołania)*
- *integracji systemów teletechnicznych (nagłośnienia, rozgłaszania i alarmu pożarowego)*

*Dlatego, bez wahania podjęliśmy się tego bardzo trudnego zadania, jakim było kompleksowe nagłośnienie hali warszawskiego TORWARU - obiektu , który przez lata służył jako **główna hala***

widowiskowa stolicy i kojarzył się z potwornym hałasem i dźwiękowym bełkotem w trakcie R'Rollowych koncertów. Występowali tu m.in. Marillion, ZZ Top, Iron Maiden, Pearl Jam, Simply Red i mnóstwo krajowych wykonawców.

Oczywiście największym problemem do rozwiązania w tym projekcie było dostosowanie niekorzystnej akustyki hali do potrzeb organizacji imprez rozrywkowych.

Duże odległości i związane z tym straty energii dźwiękowej oraz różnice czasowe, duże powierzchnie odbijające i absorbujące dźwięk a także bardzo długi czas pogłosu, powodowały generowanie potwornego hałasu i całkowitą utratę zrozumiałości mowy.

Występujący wśród inwestorów kompletny brak wiedzy dotyczącej rozwiązywania problemów akustyki w halach sportowych dodatkowo utrudnia realizację takiego zadania. Większości wydaje się to zbyt teoretyczne, skomplikowane i kosztowne, przez co starannie omijają ten „mało istotny” - ich zdaniem - problem. Istnieje bowiem błędne - choć niestety powszechne - przekonanie, że dysponując współczesną techniką, problemy z hałasem i niekorzystną akustyką rozwiązać można współczesnymi środkami elektronicznymi.

Tym razem, wieloletnie złe doświadczenia Inwestora w tej materii, stały się naszym sprzymierzeńcem. Chodziło więc nam o to aby „mądry Polak po szkodzi”, był teraz „mądrzejszy przed szkodą” - komentuje Bogdan Leszko.

Przedstawiciele COS w Warszawie (inwestor i właściciel hali), byli mile zaskoczeni, gdy zaproponowaliśmy najpierw zmianę akustyki obiektu, a dopiero później montaż systemu nagłośnieniowego – twierdzi Leszek Demidowicz, manager projektu w BeL AQuSTIC.

Jak zwykle w takich przypadkach, czasu i pieniędzy było mało ale za to problemów dużo. Mieliliśmy dwa zasadnicze cele:

1. zwiększyć bezpieczeństwo cywilne - przez zastosowanie systemu „Alarmu Głosowego”® w obiekcie
2. zapewnić komfort użytkownika, z uwzględnieniem przepisów dot. ochrony słuchu.

Prace podzieliliśmy na dwa etapy :

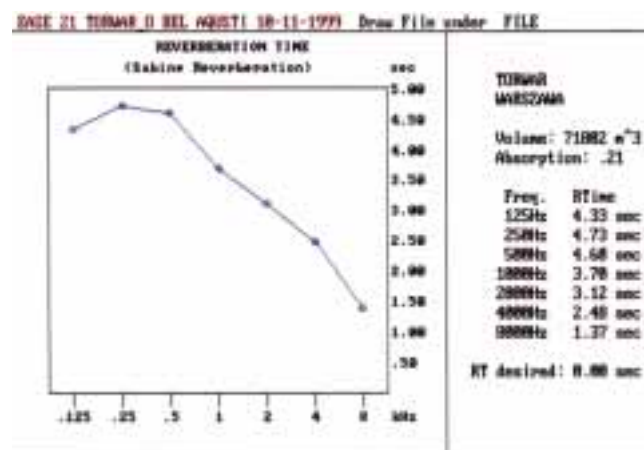
etap I : zwiększenie komfortu użytkownika poprzez polepszenie parametrów akustyki obiektu,

etap II : zainstalowanie systemu rozgłaszającego i nagłośnieniowego oraz jego właściwe zaprogramowanie iysterowanie

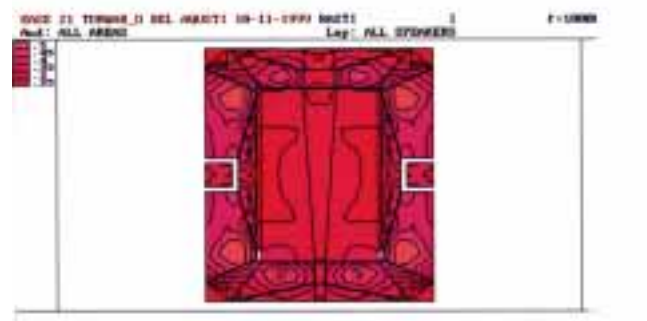
W pierwszej fazie pracowaliśmy w grupie z architektem wnętrz i konsultantem ds. akustyki z Poli-

techniki Łódzkiej, który opiniował poprawność naszych zamierzeń i obliczeń.

Prace remontowe w hali uniemożliwiały dokonanie pomiarów akustycznych, dlatego wszystkie obliczenia parametrów akustyki wykonaliśmy w oparciu o komputerowy symulator akustyki EASE II.



Fot. 2 Charakterystyka czasu pogłosu hali Torwar” – przed remontem



Fot. 3 Mapa zrozumiałości mowy dla hali Torwar” – przed remontem

Podstawowy problem występujący w nieprzystosowanych akustycznie obiektach wielokubaturowych to koszmarnie długi czas pogłosu, szczególnie w najniższych zakresach pasma audio. Ten długi pogłos przeciąga w czasie głoski, sylaby a nawet całe wyrazy tak, że zachodzą na siebie - co w największym stopniu uniemożliwia uzyskanie poprawnej zrozumiałości mowy.

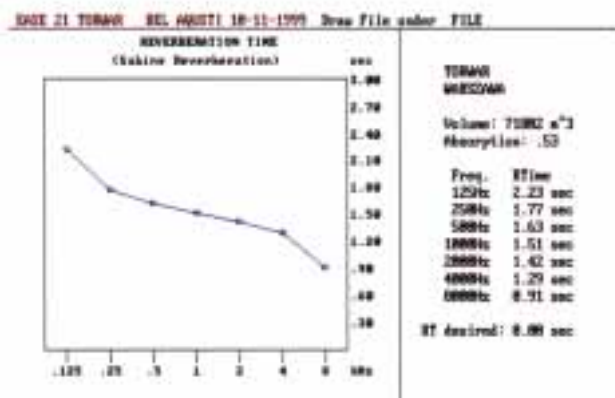
Ustaliliśmy, że podstawowe wytyczne dla tego projektu to osiągnięcie stopnia zrozumiałości mowy w każdym miejscu dostępnym publicznie, na poziomie nie mniejszym niż 0,5 RASTI.

Dla Torwaru początkowy czas pogłosu RT_{60} wynosił aż 12 sekund dla 125 Hz. Stopień zrozumiałości mowy na trybunach, w bezpośrednim polu działania głośnika dochodził zaledwie do 0,5 RASTI, a w pozostałej części nie przekraczał nawet 0,2 RASTI.

Masywny sufit był głównym obiektem naszego działania w celu zwiększenia jego możliwości tłumienia dźwięków. Stosowaliśmy różne materiały tłumiące, modelując komputerowo obiekt kilkadziesiąt razy aż w końcu uzyskano kompromis między parametrami tłumiącymi i mechanicznymi płyty mineralnej „Topaz”, a jego ceną. W celu zwiększenia tłumienia dźwięku w zakresie najmniejszych częstotliwości, zaproponowaliśmy pewne oddalenie płyt od stropu.

Dla określenia stopnia zrozumiałości mowy w poszczególnych miejscach hali, wykonaliśmy dodatkową komputerową symulację pracy systemu głośnikowego, bazując na bit mapach parametrów głośników VISION (RCF) i ART300, z zastosowaniem odpowiednich linii opóźniających.

W wyniku tych działań uzyskano radykalne zmniejszenie czasu pogłosu do 1,5 sek dla 500Hz i wręcz zaskakującą poprawę zrozumiałości mowy, sięgającej na trybunach do 0,75 RASTI. Minimalny stopień zrozumiałości mowy 0,5 RASTI (konieczny dla zastosowania „Alarmu Głosowego”®) dotyczy tylko nielicznych miejsc, najdalej oddalonych od głośników.



Fot. 4 Charakterystyka czasu pogłosu hali Torwar” – po adaptacji akustycznej

Pokrycie sufitu płytami dźwiękochłonnymi stanowiło niemały wydatek, toteż Inwestor, pomimo naszych zapewnień, nie do końca wierzył w skuteczność „działania sufitu”. Prace remontowe na trybunach i arenie jeszcze trwały, dlatego, dla uspokojenia nastrojów inwestora zaproponowałem praktyczny „test szlifierki” – kontynuuje Leszek Demidowicz. Zwróciłem uwagę inwestora na hałas szlifierki kątowej, której do ciecienia metalowej rury używał jeden z oddalonych od nas robotników, i na moment, w którym robotnik przestanie ciąć. Okazało się, że koniec ciecienia oznacza koniec hałasu! Więcej pytań nie było.



Fot. 5 Mapa zrozumiałości mowy dla hali Torwar” – po adaptacji akustyki, z głośnikami RCF serii VISION

Przystąpiliśmy zatem do etapu instalowania systemów rozgłoszeniowych w całym obiekcie, a później do nagłośnienia hali.

System rozgłoszeniowy (Public Address)

Organizację rozgłaszania w budynku oparto o inteligentny wielostrefowy system SPA 8000 (RCF), który wykorzystuje mikroprocesorowe obwody wybierania 8-miu stref nagłośnienia, sterowanych z dwóch konsoletek sterujących umieszczonych w niezależnych „stanowiskach dowodzenia”.

Operator konsoletki może - z mikrofonu pojemnościowego na gęsiej szyjce, wmontowanego w podstawę konsoletki - sterować zapowiedziami automatycznymi uprzednio zgromadzonymi w banku pamięci cyfrowej RD2008 (RCF). Dla ułatwienia obsługi, instrukcje postępowania pojawiają się tu na wyświetlaczu LCD.

Konsoletki sterujące posiadają również specjalny przycisk alarmowy, który uruchamia wysyłanie automatycznego komunikatu alarmowego do wszystkich stref głośnikowych w obiekcie, w tym do systemu nagłośnienia hali głównej, w układzie „najwyższego priorytetu.

Oznacza to, że w przypadku zaistnienia np. zagrożenia pożarowego, służby bezpieczeństwa mogą



Fot. 10. Specyficzny sufit w hali Torwar

aby można było zawiesić pod nią zestaw głośników, tak aby w najniższym punkcie uzyskać minimum 12,5 metra odstepu od podłogi, co warunkowały międzynarodowe przepisy sportowe.

Jedynym rozwiązaniem było rozwarstwienie „kosza” i umieszczenie poszczególnych głośników między ozebrowaniem konstrukcji, co groziło utworzeniem akustycznego filtra grzebieniowego. Na szczęście odległości do trybun były na tyle duże, że wynik obliczeń tego „filtra” był dla nas korzystny.

System „koszowy”, kontrolowany jest przez **cyfrowy procesor głośnikowy DP260** (RCF). Głośniki „zasilane” są z wysoko-prądowych wzmacniaczy mocy HC3200 (RCF) przy użyciu przewodów o przekroju 2x 10mm².

W systemie „obwiedniowym” znakomicie sprawdziły się głośniki **ART300** (RCF), umieszczone na obwodzie hali, nad trybunami.

Biorąc pod uwagę ch-kę „odpowiedzi częstotliwościowej hali”, w zakresie niskich tonów oraz konieczność ograniczenia kosztów, zrezygnowano z zastosowania zestawów sub-wooferych.

Obydwa systemy głośnikowe („koszowy” i „obwiedniowy”) pracują z zastosowaniem 4-rech linii opóźniających kontrolowanych przez cyfrowy procesor **Sabine DQX206**, w taki sposób aby słuchowe wrażenie kierunkowe dotyczyło centralnego „kosza”.

Dzięki temu publiczność na trybunach, odbierająca wyjątkowo klarowną i czytelną informację dźwiękową nie zwraca uwagi na głośniki zawieszane nad głowami.



Fot. 11. Procesory SABINE GRAPHI-Q i POWER-Q

Parametry dźwiękowe

System nagłośnienia hali został precyzyjnie zestrojony przy użyciu audio **analizera RTA GL30** (Goldline) oraz cyfrowych equalizerów **Sabine GRAPHI-Q** i multiprocesora **POWER-Q**. Odpowiednie korekcje i nastawy parametrów dla pełnej i częściowo wypełnionej hali lub lodowiska zostały zapisane jako „gotowe scenariusze” w podtrzymywanej pamięci **POWER-Q**. W obrębie hali sędzia lub

prezenter korzystać może również z bezprzewodowego mikrofonu UHF serii 7000 (Audio-Technica). System głośnikowy w hali Torwar zdolny jest do przetwarzania niezniekształconych dźwięków na poziomie SPL 115dB (mierzonego na trybunach).

Jednakże, dzięki adaptacji akustycznej hali oraz zastosowaniu właściwego systemu nagłośnienia uzyskano doskonałą zrozumiałość mowy i klarowność odbioru dźwięków muzyki, nie przekraczając poziomu 95dB SPL (zgodnie z wytycznymi dot. ochrony słuchu).

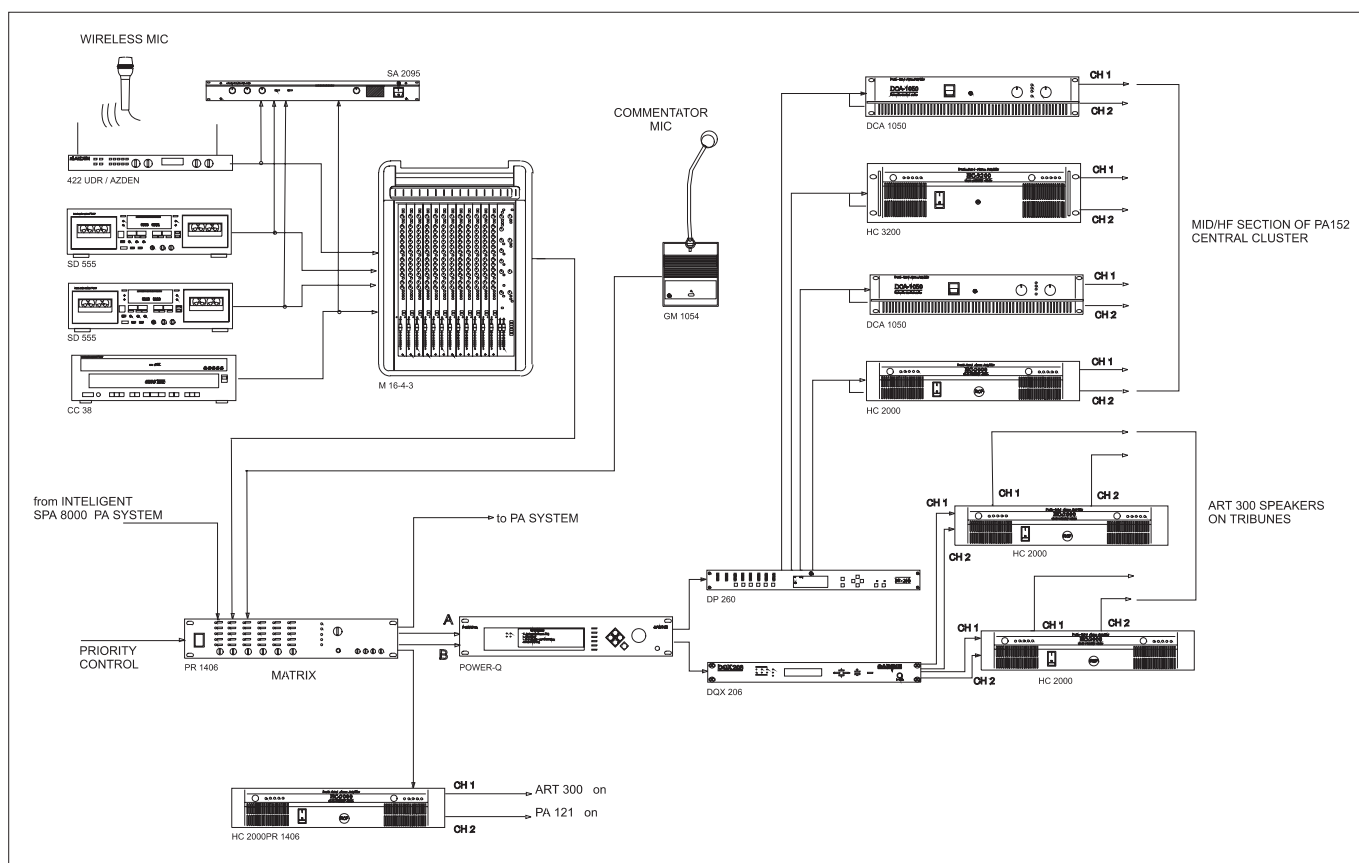
Remont generalny hali TORWAR rozpoczął się w 1998 roku i trwał prawie 2 lata i dużej części finansowany był ze środków UKFiT. Klimatyzowana wi-

downia na 5000 miejsc może być rozszerzona o dodatkowe 2000 miejsc na płycie.

Dzięki adaptacji akustycznej hali uzyskano wyjątkowo wysoki współczynnik zrozumiałości mowy (większy od 0,75 RASTI), co kwalifikuje obiekt do komfortowego odbioru każdej muzyki rozrywkowej.

Dlatego hala widowiskowo-sportowa TORWAR jest teraz prawdopodobnie **najlepszą areną koncertową** w Polsce.

P.S. Więcej szczegółów znajdziecie na stronie internetowej www.bel-aqustic.com.pl



Fot. 13. Schemat połączeń audio systemu nagłośnienia hali