

Projektowanie wielko-kubaturowych obiektów sportowych wiąże się z dużym ryzykiem spowodowania niewidzialnych zagrożeń dla ich użytkowników, które ujawniają się dopiero po całkowitym wykończeniu wnętrza, a każda próba naprawy oznacza z reguły poważny wysiłek finansowy inwestora.

Dlaczego budujemy

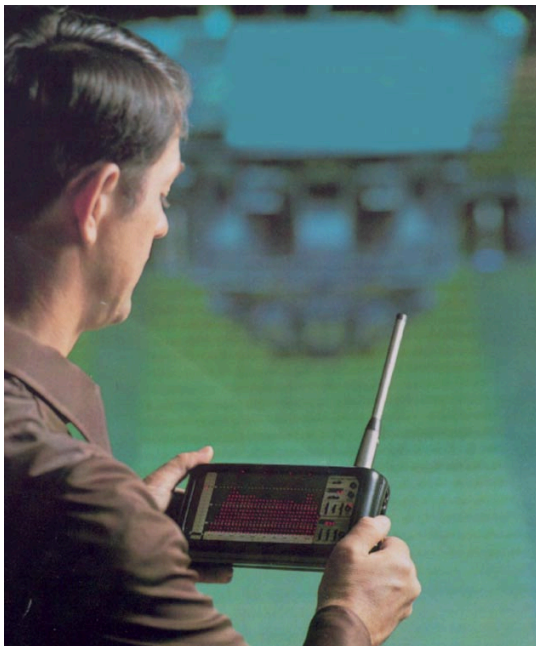
NIEBEZPIECZNE HALE SPORTOWE ?

Bogdan Leszko

Współczesna technologia audio-video wysoko ustawiła poprzeczkę wymagań, dlatego oczekiwania dzisiejszej publiczności hal sportowo-widowiskowych są bardzo wysokie, bowiem każdy - oprócz zapewnienia mu bezpieczeństwa - nie tylko musi dobrze widzieć, ale też dobrze i wyraźnie słyszeć. Ludzie, za własne wydane pieniądze, zwykli oczekiwać w takich miejscach komfortu na takim właśnie poziomie. Tak więc Wy, szanowni Inwestorzy - musicie to spełniać, a Ty, drogi Architekcie - masz to po prostu zaprojektować!

Niewidzialne zagrożenia

Potrzeby społeczne, rozwój technologii budowlanej i względy ekonomiczne sprzyjają budowaniu dużych basenów i hal sportowych o wielorakim zastosowaniu – sportowym, widowiskowym, a niekiedy i kongresowym. W każdym przypadku mamy do czynienia z dużą kubaturą przestrzeni zamkniętej ścianami i dachem.



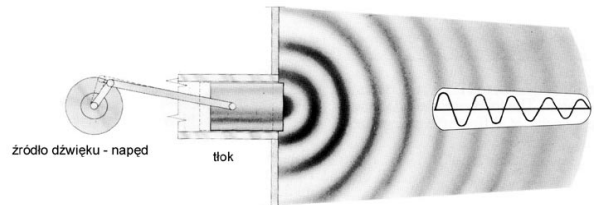
Fot. 1. Pomiar hałasu to standard

I właśnie tu pojawiają się „niewidzialne zagrożenia” związane z oddziaływaniem zjawisk fizycznych. Bez troski projektowanie dużych kubatur hal sportowych doprowadzić może do :

- stworzenia obszarów niebezpiecznych dla zdrowia i bezpieczeństwa cywilnego
- zniszczenia komunikacji dźwiękowej i utraty komfortu użytkownika

- generowania zbędnych kosztów wyposażenia technicznego
- utraty spodziewanych dochodów (co wynika z niemożliwości użytkownika)

Problem w tym, że niebezpieczeństwa „są ukryte”- dlatego należy o nich pamiętać i uwzględnić je już w fazie projektowania architektonicznego zarówno samej bryły, jak też wykończenia wnętrza hali sportowej.

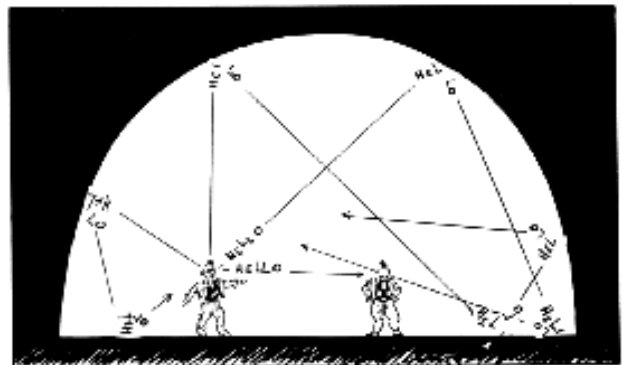


Fot.2 Energia dźwiękowa tłoczona jest do zamkniętej przestrzeni hali.

Odczuwanie i znaczenie akustyki

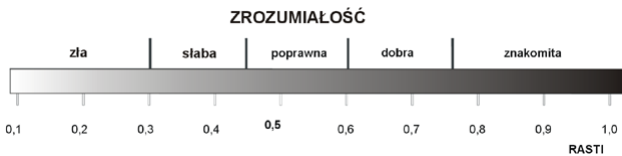
Większość jest przekonana, że przyczyną ogromnego hałasu w halach sportowych są zawodnicy na boisku i kibice. Gdyby tak było, to równie hałaśliwe otoczenie mielibyśmy na otwartym stadionie, na którym „zdzierają się” przecież 10 razy więcej gardeł. Ale przecież tak nie jest. Publiczność i zawodnicy są tu tylko źródłem dźwięku, natomiast źródłem hałasu jest niekorzystne oddziaływanie zamkniętej kubatury, która nie wchłania wytworzonej energii.

Termin „akustyka” odnosi się do sposobu w jaki dźwięk rozchodzi się w pomieszczeniu. W przypadku kubaturowych hal sportowych nabiera on szczególnego i bardzo groźnego znaczenia. Za przykład niech posłuży historia warszawskiej hali Towar, kiedyś nie była zadana. Wraz z zamontowaniem dachu nagle, w tej zamkniętej kubaturze pojawił się „dźwiękowy koszmarny”, który dręczył publiczność przez długie lata. Co się stało ? Otóż, dawniej energia dźwiękowa wytwarzana przez zawodników i



Fot. 3 Tak powstaje hałas w zamkniętej przestrzeni

publiczność uchodziła w otwartą przestrzeń. Dach zamknął tę przestrzeń, z której stale "produkowana" energia dźwiękowa nie mogła się już uwolnić, więc błąkała się po hali, powodując gigantyczny hałas, który całkowicie zniszczył komunikację w hali.



Fot. 4 Skala Rasti

Uwaga ! Teraz będzie o rzeczach dziwnych i niezrozumiałych ale popularnych.

W "trosce o przywrócenie komunikacji dźwiękowej" instaluje się wielko-decybelowe głośniki, próbując zabić hałas jeszcze większym hałasem !!! Zamiast więc tworzyć warunki do komfortowego uczestnictwa, naraża się ludzi na zmęczenie spowodowane odbiorem nadmiernej dawki decybeli. Co ciekawe, inwestorzy i właściciele hal sportowych są często zaskoczeni



Fot. 5. 105 dB to graniczny poziom dźwięku dla obiektów publicznych

tym, że poziomy hałas z instalacji wewnętrznych i urządzeń głośnikowych można często przewidzieć i obliczyć oraz, że istnieją odpowiednie normy i wymagania, które należy spełniać.

Hałas pogłosowy
Najczęściej używanym określeniem w odniesieniu do akustyki jest "pogłos", czyli dźwięk, który pozostaje w pomieszczeniu po tym jak źródło dźwięku przestało go już wytwarzać.

Zbyt duża wartość tego „pozostającego dźwięku” stanowi niepotrzebną „energię nadmiarową”, która powoduje narastanie silnego dyskomfortu słuchania, tworząc coś na kształt „MGŁY AKUSTYCZNEJ” określanej jako HAŁAS POGŁOSOWY.

Przyczyną powstawania hałasu pogłosowego jest brak tłumienia energii dźwiękowej, która odbijając się od ścian i sufitu dodatkowo zostaje wzmacniana, gdyż odbite fale dźwiękowe nakładają się na siebie.

Najłatwiej sprawdzić pogłos, klaszcząc w dłonie, w pustej hali sportowej. Im dłużej trwać będzie odgłos klaśnięcia, tym większy będzie problem z hałasem pogłosowym. W wielofunkcyjnych halach widowiskowo-sportowych, przy pełnej widowni, ten swoisty "śpiew" hali nie powinien trwać dłużej niż 2 sekundy. W złe zaprojektowanych i niewłaściwie wykończonych halach sportowych w Polsce trwa on nawet 12 sekund !!!

Utrata zrozumiałości mowy

Hale o dużym pogłosie, to pomieszczenia, w których płaszczyzny miliony razy odbijają nie wytłumioną energię dźwiękową, powodując zwiększenie ogólnego poziomu hałasu i całkowitą utratę zrozumiałości mowy.

Zgromadzeni tam ludzie będą wprawdzie słyszeć, lecz nie rozumieją ani słowa.

Kiedy człowiek nie może zrozumieć mowy, jego pierwszą reakcją jest zwiększenie głośności, co z kolei powoduje dodatkowy wzrost hałasu pogłosowego !! Dzieje się tak, ponieważ zwiększenie głośności oznacza tylko "dołożenie" dodatkowej energii do tej, która jest w nadmiarze. W takim przypadku, dla przywrócenia zrozumiałości mowy należałoby raczej zmniejszyć głośność. Ale jak tego dokonać w hałaśliwym otoczeniu hali sportowej? Ostatecznie ludzie płacą za bilet, aby móc się wykrzyknąć i w emocjach uczestniczyć w widowisku - inaczej oglądaliby mecze w telewizji.



Fot. 6. Zatyczki - sposób na przebywanie w dużym hałasie

UWAGA ! Brak zrozumiałości mowy jest bezpośrednio związany z bezpieczeństwem ludzi, w przypadku wystąpienia zagrożeń pożarowych i terrorystycznych.

Ochrona zdrowia.....

Integracja z Unią Europejską oznacza rygorystyczne przestrzeganie standardów zdrowotnych w obiektach sportowych, które dotyczą trenerów, zawodników i komentatorów. Przekroczenie dziennej dawki hałasu powyżej 75 dB nakazuje zastosowanie ochronników słuchu. (dłatego, komentatorzy stosują słuchawki izolujące od hałasu). Bezpieczna dawka na 2 godz. przebywania w hałasie to 95 dB. Większość hal sportowych w Polsce generuje hałas grubo przekraczający ten poziom. Normy socjalne i budowlane UE, w zakresie hałasu wewnętrznego, nakazują rozwiązywanie tego problemu już na etapie projektowania architektonicznego. Projektanci muszą uwzględnić i obliczyć poziom hałasu przenikającego z zewnątrz do hali, hałasu od wentylacji i generowanego przez publiczność (tzw. parametr L₁₀ - dla wytycznych do nagłośnienia). Projektując blaszany dach, powinni przewidzieć hałas wytwarzany przez walący o niego deszcz, projektując stadion czy tor wyścigowy, muszą obliczyć poziom hałasu emitowanego ze stadionu do otoczenia.

.....i życia ludzi

Odpowiedzialność cywilna za bezpieczeństwo osób w hali sportowej ciąży na właścicielu i zarządzie hali. Zapewnienie bezpieczeństwa cywilnego, w obiektach publicznych gromadzących dużą liczbę osób, to najważniejszy obecnie problem do rozwiązania - szczególnie w obliczu ataków terrorystycznych.

Wywołanie paniki wśród tłumu, w przypadku pożaru czy akcji terrorystycznej, może doprowadzić do tragedii. Aby temu zapobiec, hale sportowe i stadiony wyposażane są w aparaturę, która umożliwia przekazywanie komend ewakuacyjnych i poleceń ochrony, za pomocą systemu nagłośnieniowego, zgodnie ze normą PN EN 60849.

Ta najefektywniejsza na świecie technika wspomaganie ewakuacji za pomocą głośników i czytelnich komend słownych nazywa się Alarmem Głosowym®.

Zaistnieć bowiem może taka sytuacja, gdzie głośniki przekazują komendę "...do bramy dziewiątej" a ludzie słyszą "...do bramy dziesiątej" i w popłochu uciekają do bramy, która jest zamknięta. Czy można wyobrazić sobie panikę w jaką wpadnie tłum gdy odkryje, że znalazł się w pułapce?

W kubaturowych halach sportowych - uzyskanie zrozumiałości mowy z głośników nie jest łatwe, bowiem "hałas pogłosowy" może zakrywać poziom informacji przekazywanych przez głośniki i zacierać zrozumiałość słów ! Tak więc, hale sportowe - dla których w projektowaniu i budowie nie uwzględniono problemów akustyki - nie zapewniają bezpieczeństwa w razie potrzeby sterowania akcją ewakuacyjną !

Niekompetencja i etyka zawodowa projektantów

Architekci z rozmachem projektują zamkniętą przestrzeń ale nie zdają sobie sprawy, że projektując halę zamykają niewidzialne środowisko molekuł powietrza z niewidzialną energią dźwiękową. Wpływają zatem na występowanie zjawisk fizycznych !

Ledwo zauważalne pogorszenie zrozumiałości mowy w złej akustyce małego pomieszczenia - w odniesieniu do

projektowanej dużej hali - szybko urasta do gigantycznego problemu, którego rozwiązanie jest bardzo trudne, a jeszcze bardziej kosztowe ! Wydział inwestycji UKFiS posiada rodzaj wytycznych dot. preferowanych czasów pogłosu dla obiektów sportowych, ale mało kto z tego chce skorzystać. Dlaczego tak jest ?

Otóż architekci i projektanci, dla których zostały te wytyczne stworzone i którzy powinni stosować je w swoich projektach - rozwiązując na wstępie przyszłe problemy z hałasem - woła skrzętnie przemilczać ten temat, licząc na to, że inwestor o tym nie wspomni - bo niby skąd inwestor miałby być "mądrzejszy przed szkodą"?

Jeśli jednak ten temat zostanie poruszony przez zlecającego projekt hali sportowej, architekci spychają go na etap wykończeniowy - wprost w przerażone i zrozpaczone objęcia dostawców aparatury dźwiękowej. Twierdzą też, że zakres projektu architektonicznego i konstrukcji budowli nie obejmuje zagadnień akustyki. Nic bardziej błędnego ! Osobiście byłem świadkiem, jak przerażony ogromnym hałasem, w świeżo zbudowanej hali w Gdańsku, inwestor, zawezwał architekta i zadał mu pytanie dotyczące projektu i zaistniałego problemu akustycznego, a ten z rozbrajającą miną stwierdził .."no.., ja wiedziałem, że czegoś tu brakuje.." W innym przypadku inwestor, który w ostatniej fazie wykończenia podwarszawskiej hali chciał ratować akustykę i próbował zmienić ewidentnie zły projekt, został zaszantażowany przez projektantów rzekomym odszkodowaniem za tzw. "prawa autorskie".

Architekci i projektanci nie uwzględniają problemów hałasu i zapewnienia komunikacji dźwiękowej, w swoich opracowaniach, bo :

1. boją się tej "skomplikowanej materii" licząc na to, że inwestor o nią nie zapyta
2. nie konsultują się z akustykami, obawiając się oddać choćby kawałek "swojego tortu"
3. nie rozumieją słów "uczelnianych akustyków" operujących pojęciami z fizyki molekularnej
4. nie uwzględniają sposobu wykorzystania obiektu (np. konieczności wieszania ciężkich głośników)
5. nie znają nowych technologii i nie uwzględniają w projektach wspomaganie ewakuacji z wykorzystaniem nowoczesnych technik rozgłoszeniowych (Alarmu Głosowego®)
6. źle stosują akustyczne materiały wykończeniowe uzyskując marne efekty i zniechęcając siebie i innych

Efekty takiego lekceważenia ważnych problemów mogą być dla nich bardzo przykre. Architekci, którzy nie chcą, nie mogą lub nie potrafią obliczać również akustyki wnętrza projektowanego obiektu kubaturowego, szybko utracą zlecenia, inni zaś, którzy zbagatelizują wytyczne inwestora mogą się liczyć z finansowym żądaniem naprawienia szkody -demokratyczne przemiany spowodują lawinowe zwiększenie ilości procesów cywilnych o odszkodowanie.

Lekceważenie zagadnień dźwięku w polskim filmie, przez krajowych" specjalistów", teraz pozbawia ich pracy, bowiem do ważniejszych polskich filmów (np. Pan Tadeusz") angażowania są już specjaliści z zagranicy. Podobny los spotkać rodzimych architektów, bowiem projektowanie ważnych obiektów sportowych (z braku odpowiednich kwalifikacji wśród Polaków) zlecane będzie architektom z zagranicy.

Nadzór budowlany

Inspektorzy budowlani, ba, nawet inspektorzy Sanepidu, podobnie jak architekci i projektanci zupełnie nie orientują się w kwestii oddziaływania akustyki w halach sportowych i skrzętnie pomijają ten istotny aspekt. Jeśli nawet nie, to odbioru dokonują przy pustej, cichej hali, na małych mocach aparatury dźwiękowej, gdzie energia dźwiękowa jest mała i nie oddziałuje tak mocno. Na dodatek "rozumiałość mowy" dla potrzeb Alarmu Głosowego® odbierają subiektywnie i nie wiedzą nawet, że istnieją przyrządy do badania "stopnia rozumiałości mowy". Wszystko to dzieje się w Polsce - w środku Europy w XXI wieku!

Co robią ofiary?

Zdając się na łaskę projektantów i wykonawców, często doprowadzają swoje finanse do ruiny. Problemy, o których opowiedziałem ujawniają się dopiero w fazie użytkowania obiektu, a ponieważ dotyczą dźwięku, właściciele hal sportowych

czasami próbują obarczać winą "za całe zło", dostawców aparatury nagłośnieniowej - niestety przy cichej aprobacie współwinnych tj. architektów wnętrz. Uczestniczyłem kiedyś (jako biegły) w procesie cywilnym o zwrot pieniędzy za aparaturę nagłośniującą halę sportową, która "nie spełniła oczekiwań" inwestora. A przecież to inwestor sam dokonywał jej wyboru, nie konsultując się ze specjalistami - a jak to się odbywa przy konstruowaniu wytycznych do przetargów ?

Głównym powodem lekceważenia tego problemu przez inwestorów i architektów jest mylne przekonanie, że współczesna technika audio może "wszystko". Umacnia ono projektantów w błędnym przeświadczeniu, że problemy akustyki hali sportowej można rozwiązać za pomocą odpowiedniej aparatury dźwiękowej.

W większości przypadków jednak inwestorom trudno uwierzyć, że największe problemy z dźwiękiem, hałasem i dodatkowymi kosztami można rozwiązać już na etapie architektonicznym⁽¹⁾.

ESTETYKA czy AKUSTYKA ?

Architekci i projektanci wnętrz przeciągają się w spełnianiu wymagań swoich klientów, tworząc hale sportowe o błyskotliwej estetyce i pełne zaskakujących efektów oświetleniowych. Prezentują się świetnie lecz pamiętajmy, że twarde płaszczyzny mają niezłomnie kiepskie własności akustyczne.



Fot. 7 Ta piękna nowa hala wymaga adaptacji akustycznej

A już **zakrzywione ściany i sufity w kształcie kopuły, stwarzają największe z możliwych problemy z dźwiękiem !**

Zakrzywione płaszczyzny powodują skupianie fali dźwiękowej w określonych miejscach hali. Jeśli zaś taki punkt skupienia przypadnie w miejscu gdzie jest widownia, przedziwne efekty dźwiękowe staną się nieuniknionym elementem rzeczywistości.

W klasztorze, w podkrakowskich Bielanach, istnieje pomieszczenie o łukowatym sklepieniu, nazwane "pokojem akustycznym", tłumnie odwiedzane przez turystów z racji akustycznego fenomenu. Stojąc w kącie sali można świetnie słyszeć szepcący głos osoby mówiącej do ściany znajdującej się w przeciwległym rogu.

KSZTAŁT BRYŁY I MATERIAŁY WYKONCZENIOWE - to klucze do kontrolowania akustyki

KSZTAŁT BRYŁY - wpływa na AKUSTYKĘ HALI

Promienisty sposób rozchodzenia się energii akustycznej oznacza, że o sposobie ogniskowania lub rozproszenia tej energii decyduje kształt wnętrza hali. Jak już wiemy, oddziaływanie skupionej energii jest ogromne. Zatem projektowanie hal z zakrzywionymi ścianami i sufitami w kształcie kopuły stworzy - już na samym początku - największe z możliwych problemy z akustyką. Rzecz charakterystyczna, że właśnie wypukły dach hal sportowych w kształcie półwalca jest najczęściej projektowany, podczas gdy dach w wklęsły o kształcie nieregularnym umożliwiłby naturalne rozproszenie nadmiarowej energii dźwiękowej w hali. (patrz: świetnie zaprojektowany dach hali OLIVIA w Gdańsku)



Fot. 8 Fenomen akustyczny w klasztorze na Bielanych

Bezkrytyczne wzorowanie się na gładkich kopulastych zadaszeniach hal, projektowanych przed wojną, jest obarczone błędem niewiedzy dot. współczesnej

technologii dźwiękowej. Po pierwsze, kształt kopulasty w tamtych czasach skupiał głos i kierunkował energię osób znajdujących się na arenie. Był więc dla nich swoistym

"wzmacniaczem akustycznym".

Dzisiaj źródła dźwięku stanowią

głośniki, które umieszczane muszą być zupełnie w innych miejscach ! (np. na wysokości min. 13 metrów nad parkietem). Tak więc gładki kopulasty dach starych konstrukcji hal sportowych może stwarzać problemy w uzyskaniu zrozumiałości mowy, która współcześnie przetwarzana jest przez głośniki. (przypadek hali "Ludowej" we Wrocławiu)

Po drugie, nowoczesne hale sportowe muszą być wysokie (np. ze względu na przepisy dot. siatkówki), co powoduje zwiększenie kubatury czyli - zwiokrotnienie niebezpieczeństwa powstawania „hałasu pogłosowego”!

Często w halach sportowych (szczególnie tych mniejszych) płaska przeszklona ściana, powinna mieć raczej kształt harmonijki z naprzemiennie ułożonymi elementami : szklanym i chłoniącym dźwięk

Zaskakujące, ale sale średniej wielkości zwykle cechują lepsze własności akustyczne niż sale małe i duże.

NIEWIEDZA KOSZTUJE NAJWIĘCEJ

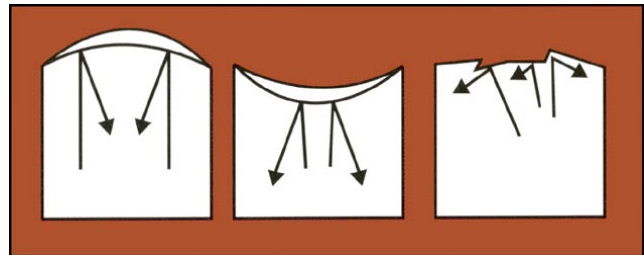
Architekci wewnątrz mają tendencje do gloryfikowania swoich

pomysłów, często nie licząc się z wydatkami ponoszonymi przez Inwestora i zdrowym rozsądkiem.

Nowa hala sportowa na gdańskim wybrzeżu otrzymała niekorzystne dla akustyki łukowate sklepienie ale za to wykonane z falistej blachy, która nieźle rozpraszała energię dźwiękową. Architekci wewnątrz przekonali jednak Inwestora, że "ładniej będzie" gdy te "ohydne fale" przykryje się pięknym i gładziutkim suchym tynkiem, pomalowanym w specjalnie dobranym kolorze. No i jest ładnie !

Do tak pięknej i kolorowej hali zakupiono świetną i kosztowną aparaturę dźwiękową, ale ogromny hałas pogłosowy nie pozwala uzyskać z niej najlepszej zrozumiałości mowy. Co więc pozostało inwestorowi ? Przygotować kolejne pieniądze i pokryć gładkie sklepienie materiałami porowatymi, które rozpraszają i wyłtumią nadmiar dźwięku. Jakież to "polskie", prawda ?

UWAGA ! Obowiązkiem projektanta jest poinformowanie klienta, że koncentrowanie się jedynie na estetyce hali może odbić się negatywnie na uzyskaniu, wymaganej dla takiego obiektu, zrozumiałości mowy.

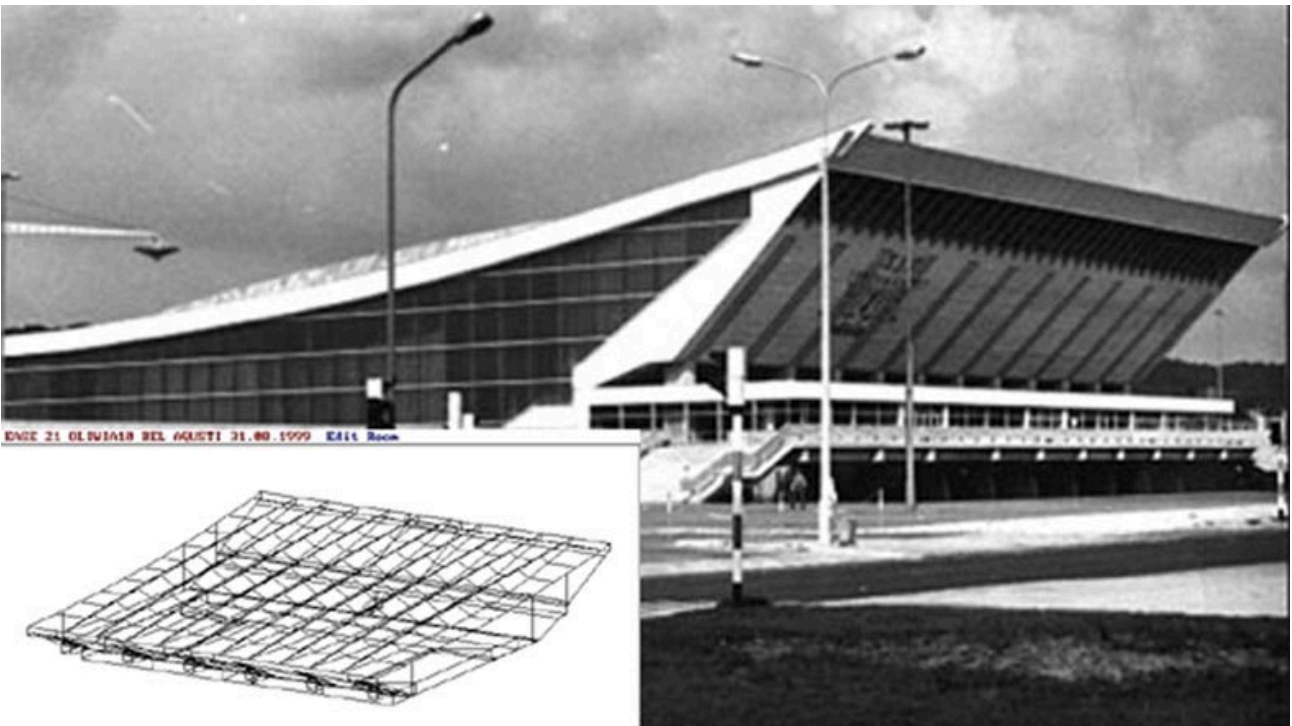


Fot. 9 Sklepienie akustycznie najgorsze, dobre i najlepsze

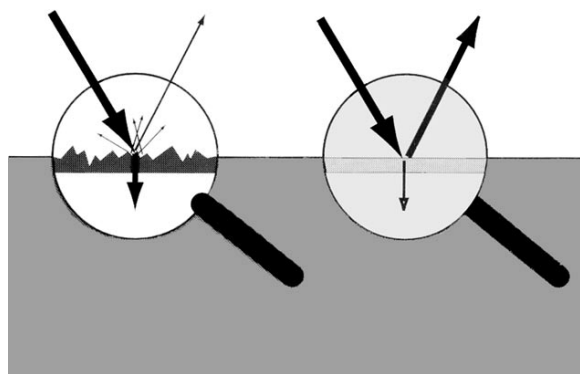
ARCHITEKTURA WNĘTRZA - klucz do modelowania "zrozumiałości mowy"

Odpowiedni kształt bryły hali sportowej nie zawsze wystarcza aby uzyskać w niej wymaganą zrozumiałość mowy.

Jeśli w pomieszczeniu występują niekorzystne zjawiska akustyczne - to zmieniając parametry tego pomieszczenia - wpływamy na wielkość tych zjawisk. Poprawa zrozumiałości mowy, w obiektach kubaturowych, należy więc do zakresu AKUSTYKI ARCHITEKTONICZNEJ.



Fot. 10 Olivia - ta hala była znakomicie zaprojektowana, najlepszy kształt bryły i dachu



Fot.11 Powierzchnia porowata rozprasza nadmiar energii, gładka tylko odbija

Złotówka wydana na poprawę akustyki pozwala zaoszczędzić Inwestorowi wielokrotnie więcej środków, które musiałby przeznaczyć na elektroniczną poprawę kiepskiej jakości uzyskiwanego dźwięku !

UWAGA INWESTORZY !
Kompromisowa akustyka wymaga stosowania systemu audio, który będzie bardziej złożony i jeszcze bardziej kosztowny !

Aby zredukować pogłos i poprawić zrozumiałość mowy, można powiesić na ścianach panele akustyczne, chociaż taniej jest pozostawić ścianę porowatą. Nie otynkowana ściana ceglana jest materiałem lepiej rozpraszającym energię. Oszczędzamy przy tym koszty tynkowania i malowania.

Dwie szczytowe ściany zbudowane ze specjalnych "błoków akustycznych" mają tak silne właściwości tłumiące nadmiarową energię akustyczną jak niemal cały sufit pokryty panelami dźwiękochłonnymi !

Tu oszczędności są największe, bowiem obejmują część kosztów murowania ściany, tynkowania, malowania i pokrycia sufitu panelami dźwiękochłonnymi. Mało tego, "błoki akustyczne" są rodzajem tłumików, nastrojonych na częstotliwości niskie (ok. 150 Hz), których w dużej hali nie sposób wytłumić żadnymi innymi materiałami dźwiękochłonnymi. W niektórych "huczących" halach jest to jedyne dostępne rozwiązanie.

Największą nie użytą i niezabudowaną powierzchnią w hali sportowej jest jej dach. Z reguły, inwestorzy decydują się najpierw zbudować dach, a następnie przymocować do niego panele dźwiękochłonne. Jest też inne rozwiązanie. Dostępne są już specjalne ocieplane i perforowane blaszane dachowe płyty akustyczne, specjalnie zaprojektowane do pokrywania wielkopowierzchniowych hal sportowych i produkcyjnych.

Miękkie panele z wełny mineralnej znakomicie tłumią nadmiarową energię dźwiękową, ale nie są odporne na uderzenia piłką, dlatego mogą być stosowane tylko w górnej części hali - na suficie.

Surowe, betonowe i płaskie ściany można obłożyć akustyczną płytą ze "słomy drewnianej", nasączoną materiałem niepalnym, która dobrze rozprasza i tłumi dźwięki.

W obiektach o skomplikowanej i zdobionej architekturze zastosowanie może mieć specjalna "farba akustyczna" choć jest to technologia dosyć kosztowna.

Różnorodność dostępnych materiałów budowlanych i wykończeniowych oferuje architektom rozwiązania dla rozmaitych wyzwań. Wiedza, co planować stanowi tu największą przeszkodę. Pod wieloma względami, o świetne materiały akustyczne nigdy nie było łatwiej.



Fot. 12 Wzór do naśladowania - wklęsły dach z elementami rozpraszająco - tłumiącymi.

NIE PRZESADZAC ! ...

Adaptacja akustyczna hali sportowo-widowiskowej nie powinna oznaczać "zabijania akustyki"

Walka z hałasem nie oznacza całkowitego wytłumienia energii dźwiękowej, ale tylko zlikwidowanie jej nadmiaru do poziomu, w którym przestaje być przeszkadzająca !

Niektórzy projektanci popadają w skrajność i wszelkimi sposobami próbują zdławić dźwięk, nie tylko doprowadzając Inwestora do ruiny swoich finansów ale też "zabijają" akustykę i w ten sposób ograniczają naturalną komunikację dźwiękową.

Ponad 100 lat temu Wallace Clement Sabine stworzył matematyczny wzór dla obliczanie czasu pogłosu w pomieszczeniu, bazując na jego objętości, całkowitej powierzchni ścian i chłonności akustycznej materiałów wykończeniowych. Można więc obliczać ilość - potrzebnych do adaptacji akustycznej hali - materiałów, korzystając z danych dostarczanych przez producentów.

Ciekawe, dlaczego Inwestorzy - zamiast wymagać takich obliczeń - **ryzykują, zdając się jedynie na zapewnienia wykonawców ?**



Fot. 13 Sala sportowa z wytłumieniem w postaci płyt z wełny drewnianej

ILE TO KOSZTUJE ?

Ile kosztuje leczenie ? – na pewno grubo więcej niż profilaktyka.

Wróćmy do przykładu nowej "śliznej" hali na wybrzeżu. Jakie byłyby oszczędności gdyby dach nie był wypukły, miał porównaną powierzchnię a ściany zbudowane byłyby z nie otynkowanych „bloków akustycznych” ?

Odejmijmy koszty tynkowania, gładzenia i malowania hektarów ścian i dachu - w końcu, koszty samych rusztowań stawianych kilka razy. Najwięcej kosztuje niewiedza i lekkomyślność ! Do tego wszystkiego dochodzą jeszcze oszczędności na aparaturze dźwiękowej ! (o czym kilka słów poniżej.)



Fot. 14 Basen z sufitem obłożonym panelami dźwiękochłonnymi

Każdy od razu zada mi pytanie "no dobrze, a ile to kosztuje?" Bo przecież wszystko zaczyna się i kończy na pieniądzu. Tak, ale rzecz w tym, aby je efektywnie wydawać - dlatego moja odpowiedź jest krótka: jeśli wydajesz pieniądze mądrze - kosztuje to **3 RAZY MNIEJ niż się wydaje** - bo, robisz jedyn wydatek - ale uzyskujesz potrójny efekt !

Zbyt duże KOSZTY to skutek lekkomyślności Inwestorów i nieodpowiedzialności Architektów !

Podczas II Wojny inżynierowie z laboratorium *Bell'a* wyprowadzili jedno z najbardziej użytecznych równań matematycznych, opisujących to, co się dzieje z dźwiękiem na drodze pomiędzy źródłem dźwięku a uszami słuchaczy.



Fot. 15 Hala sportowa zbudowana z bloków akustycznych

Można więc przewidzieć - a raczej OBLICZYĆ - zarówno wielkość i sposób rozchodzenia się energii dźwiękowej w hali, a także wielkość potrzebnego nagłośnienia oraz miejsce jego lokalizacji.

Technika komputerowa, umożliwiając dokonywanie miliardów obliczeń, pozwala w sposób matematyczny symulować zjawiska akustyczne w obiektach sportowych, które istnieją jeszcze na desce kreślarskiej !

Obliczenia tą metodą to wydatki zaledwie 3-10 tys zł, który w dodatku może być sfinansowany z funduszu EKOSONIC.

Warszawska hala TORWAR była pierwszym obiektem w Polsce, gdzie z sukcesem zastosowano komputerowe symulacje akustyki dla modelowania zrozumiałości mowy i dokładnego określenia ilości potrzebnych materiałów wykończeniowych.

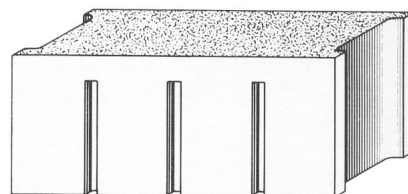
Stosując „wirtualnie” różne materiały dźwiękochłonne, kilkadziesiąt razy modelowano pokrycie nimi dachu hali, aż uzyskano kompromis między własnościami płyty mineralnej,



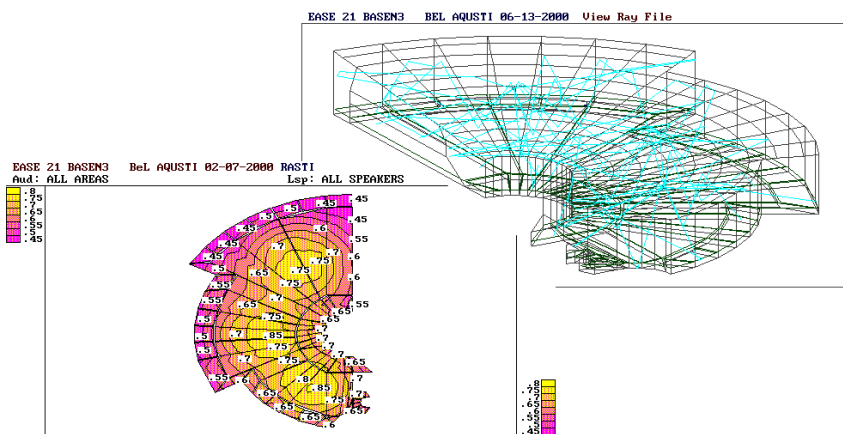
Fot. 17 Dach hali ma falista strukturę rozpraszającą dźwięk

wystarczającą ilością i jej ceną. W wyniku tych działań uzyskano radykalne skrócenie pogłosu z 10 sekund do 1.5 sekundy i wręcz zaskakującą poprawę zrozumiałości mowy, co pozwala teraz nie tylko na doskonałe odczytywanie wszystkich komunikatów, ale też kwalifikuje halę TORWAR do komfortowego odbioru muzyki rozrywkowej w czasie koncertów i organizowania kongresów. Stopień zrozumiałości mowy 0,5 RASTI - Koniczny dla "Alarmu Głosowego"® - dotyczy wszystkich miejsc w hali!

Dzięki adaptacji akustycznej, zmniejszono hałas pogłosowy w hali co najmniej o 6dB, co oznacza, że wymagany poziom dźwięku z aparatury głośnikowej może być teraz o 6 dB mniejszy.



Fot. 16 Akustyczny blok budowlany - rewelacja !



Fot. 18 Przykład komputerowej symulacji akustyki i sposobu nagłośnienia AQUAPARK

docierają tylko i wyłącznie do uszu publiczności na 100 000 widzów, to wymagałyby to użycia głośników o mocy zaledwie 64W. Wielkość głośników do nagłośnienia hali wyraźnie informuje, że jedynie bardzo znikoma część mocy akustycznej trafia do celu, czyli do uszu słuchaczy. I tak jest rzeczywistość!

PRZERAŻAJĄCA WIĘKSZOŚĆ ENERGII AKUSTYCZNEJ Z GŁOŚNIKÓW UCIEKA W PRZESTRZEŃ! - przestrzeń zamkniętą ścianami i dachem, którą należy odpowiednio na to przygotować. Dlatego tak ważna jest adaptacja akustyki hali aby zastosowane nagłośnienie było efektywne!

Staraj się prawidłowo projektować przestrzeń akustyczną w hali sportowej, ... owocem poniesionych nakładów i Twojej pracy będą zamówienia, klienci bowiem z łatwością pozbędą się złych i przestarzałych rozwiązań.

Tak więc - zgodnie z zasadami elektroakustyki - można było ograniczyć wielkość kosztownej aparatury nagłośnieniowej aż o 75% !!!
Zamiast więc 40-stu drogich wzmacniaczy jest ich tylko 10, nie mówiąc już o ograniczeniu ilości niezbędnych głośników.

**Inteligentne zarządzanie myślą projektową
- to efektywnie wydatkowane pieniądze !**

Właściwa współpraca z architektem i wykonawcą budowlanym już na etapie projektowania umożliwiła - za pomocą tylko jednego działania - uzyskać aż 3 spektakularne efekty :

- ograniczyć hałas w hali (zgodnie ze standardem UE)
- zwiększyć bezpieczeństwo przez możliwość użycia "Alarmu Głosowego" w obiekcie
- radykalnie zredukować wielkość (czyli koszt) niezbędnej aparatury nagłośnieniowej

Symulacja komputerowa dodatkowo pomogła projektantowi zaoszczędzić czas - a inwestorowi pieniądze !

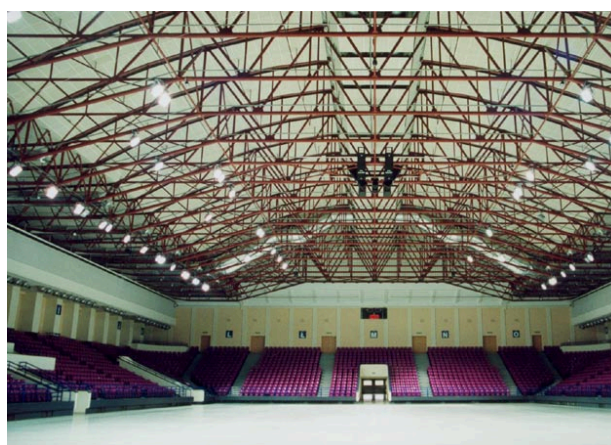
UWAGA! Oszczędności byłyby jeszcze większe, gdyby hala była od początku budowana z myślą o zapewnieniu odpowiedniej akustyki !

**ARCHITEKCI!! - NIE LEKCEWAŻ
KONIECZNOŚCI STOSOWANIA GŁOŚNIKÓW !**

Proces komunikacji dźwiękowej, szczególnie na dystansach spotykanych w halach sportowych jest szalenie nieefektywny. Jeśli można by było dostarczać dźwięk tak selektywnie, że



Fot. 19 Torwar - najlepsza akustycznie hala widowiskowo-sportowa



Fot. 20 Dach hali TORWAR wymagał pokrycia panelami dźwiękochłonnymi

GDZIE SZUKAC POMOCY ?

Polskie Stowarzyszenie BELLSONIC, to grupa architektów, prawników, akustyków i inżynierów dźwięku, którym zależy na wdrażaniu inteligentnych technik dźwiękowych, służących do wspomagania bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w zastosowaniach publicznych.

BELLSONIC szkoli Architektów i Inwestorów, udziela porad, konsultacji dot. sposobów walki z hałasem pogłosowym i poprawy zrozumiałości mowy w halach sportowych. Informuje o dostępnych na rynku dźwiękochłonnych materiałach budowlanych i wykończeniowych. Wykonuje komputerowe modelowanie akustyki hal sportowych i audytorijnych, dokonuje pomiarów i bada stopień zrozumiałości mowy. Dzięki własnemu funduszowi EKOSONIC, udziela finansowego wsparcia dla projektów uwzględniających planowanie zrozumiałości mowy w kubaturowych obiektach sportowych.

www.bellsonic.org.pl,
info@bellsonic.org.pl,
tel./fax: 058 7631287



autor jest prezesem Stowarzyszenia BELLSONIC
biegłym sędziwym z zakresu akustyki, technik nagłośnieniowych i Alarmu Głosowego®