

# KOMUNIKAT SARP

ORGAN STOWARZYSZENIA ARCHITEKTÓW R.P.  
WYCHODZI W PIERWSZEJ POŁOWIE KAŻDEGO MIESIĄCA  
W A R S Z A W A, ul. WSPÓLNA 36 m. 3 • TELEFON 8.52-12

R O K VI  
C Z E R W I E C  
1 9 3 9

N. 6

## SPRAWOZDANIA I KOMUNIKATY

### ZARZĄD GŁÓWNY S.A.R.P.

#### WYZNACZENIE TERMINU WALNEGO ZEBRANIA S. A. R. P.

Zarząd Główny postanowił zwołać Walne Zebranie S. A. R. P. w dniach 13, 14 i 15 sierpnia 1939 roku. Wobec trzech miejscowości (Warszawa, Gdynia, Katowice) wysuniętych, jako miejscowość tegorocznego zjazdu, Zarząd w tej sprawie zasięga obecnie opinii wszystkich oddziałów S. A. R. P.-u. Opóźniony termin Walnego Zebrania został spowodowany specjalną sytuacją międzynarodową, oraz opóźnionym zatwierdzeniem nowego statutu S. A. R. P. przez Komisariat Rządu.

#### ZATWIERDZENIE POPRAWEK STATUTOWYCH

Po 9-cio miesięcznych staraniach Zarządu Głównego, został w dniu 26 czerwca b. r. zatwierdzony Statut S. A. R. P., w brzmieniu uchwalonym przez ostatnie Walne Zebranie S. A. R. P. z roku ubiegłego. Jak wiadomo poprawki te zabraniają należenia do S. A. R. P. architektom narodowości żydowskiej, oraz dopuszczają na członków stowarzyszenia jedynie takich architektów pochodzenia żydowskiego, którzy uzyskają pozytywną opinię Komisji Kwalifikacyjnej S. A. R. P. Statut S. A. R. P. w no-

wym brzmieniu mogą członkowie stowarzyszenia otrzymać w sekretariacie Zarządu Głównego (Warszawa, Wspólna 36 m. 3, między godziną 18, a 20-tą).

#### SKREŚLENIE CZŁONKÓW O. W. S. A. R. P.

Na podstawie nowego statutu S. A. R. P., oraz wniosku Komisji Kwalifikacyjnej zostało z dniem 1 lipca b. r. skreślonych przez Zarząd Główny 56 członków Oddziału Warsz. S. A. R. P. narodowości żydowskiej.

#### STAŁE WYDAWANIE LISTY CZŁONKÓW S. A. R. P.

Zarząd Główny S. A. R. P. postanowił corocznie wydawać pełną listę członków S. A. R. P., podzieloną na oddziały i zaopatrzoną w adresy członków.

W bieżącym roku lista taka, dostępna dla wszystkich, ukaże się w ciągu grudnia i drukowana będzie w kolejnym numerze „Komunikatu S. A. R. P.“.

#### ZMIANA W REDAKCJI KOMUNIKATU S. A. R. P.

Stanowisko redaktora Komunikatu S. A. R. P. objął po kol. Jerzym Hryniewieckim ponownie kol. Jan Poliński, który równocześnie pełni

funkcje redaktora miesięcznika „Architektura i Budownictwo“.

Kolega Jerzy Hryniewiecki, jako dokooptowany członek Zarządu Głównego obejmie sprawy związane z działalnością Komisji Wspólnoty Zawodowej.

## SĄD KOLEŻEŃSKI

### ORZECZENIE SĄDU KOLEŻEŃSKIEGO

S. A. R. P.

z dnia 28 czerwca 1939 r. w sprawie przeciwko kol. Z. Gawlikowi o niewłaściwe i obraźliwe postępowanie w związku z treścią i formą listu z dn. 3. I. 39 r., skierowanego do Zarządu Głównego S. A. R. P. w W-wie.

Sąd Koleżeński S. A. R. P. w składzie Przewodniczącego Kompletu Orzekającego kol. T. Burszego oraz sędziów kol. kol.: St. Płoskiego i W. Wyszynskiego, w sprawie przeciwko kol. Z. Gawlikowi o niewłaściwe i obraźliwe postępowanie w związku z treścią i formą listu z dn. 3. I. 39 r. skierowanego do Zarządu Głównego S. A. R. P., po przeprowadzeniu przy udziale rzecznika dyscyplinarnego kol. M. Rzepeckiego i w myśl Regulaminu Sądu Koleżeńskiego przewodu sądowego, na posiedzeniu w dniu 22 czerwca 1939 r. na podstawie posiadanych w aktach sprawy dowodów i po wysłuchaniu wyjaśnień stron i zbadaniu świadków stwierdza, że:

- 1) Zarząd Główny S. A. R. P.-u sprawy przebudowy kościoła Św. Jakuba w Częstochowie wg projektu kol. Z. Gawlika merytorycznie nie rozpatrywał, a wystąpił do Min. Spr. Wewn. pismem z dn. 7. X. 38 r. jako władza centralna S. A. R. P.-u popierając stanowisko Oddziału Częstochowskiego na podstawie opinii Delegata Zarządu Głównego S. A. R. P. w Komisji z dn. 22. IX. 37 roku. Do załatwienia w powyższy sposób wystąpienia Zarządu Oddziału Częstochowskiego Zarząd Główny, zdaniem Sądu Koleżeńskiego, na mocy Statutu był uprawniony i upoważniony.
- 2) Kol. Z. Gawlik nie wyjaśniwszy z Zarządem Głównym intencji wystąpienia do Min. Spraw Wewn. listem z dn. 7. X. 38 r. uczuł się dotknięty faktem wystąpienia Zarządu Głównego bez uprzedniego porozumienia się z nim w tej sprawie i na skutek tego wystosował do Zarządu Głównego list z dn. 3. I. 39, w którym w formie niewłaściwej i obraźliwej zarzuca Zarządowi Głównemu złą wolę.

- 3) Forma i treść listu z dn. 3. I. 39 kol. Z. Gawlika do Zarządu Głównego S. A. R. P., niezależnie od nastroju i intencji w jakiej był pisany przez autora jest niedopuszczalną i karygodną w stosunkach pomiędzy członkami a władzami Stow. Arch. Rz. P.
- 4) Kol. Z. Gawlik w związku z załatwieniem sprawy przebudowy kościoła Św. Jakuba w Częstochowie, zarówno przez Zarząd Oddziału Częstochowskiego, jak i Zarząd Główny, bez porozumienia się bezpośredniego z autorem jako kolegą i członkiem wspólnej organizacji zawodowej, miał powody, żeby się czuć dotkniętym i urażonym, jednak miał możliwość innego i słusznego załatwienia tej sprawy na drodze porozumienia się bezpośredniego z Zarządem Głównym, względnie załatwienia sprawy na drodze Sądu Koleżeńskiego, a nie drogą obraźliwych listów i „Protestów“, poniżającą znaczenie i godność organizacji zawodowej, t. j. S. A. R. P.-u.

### Orzeczenie

W wyniku powyższego Sąd Koleżeński przychylił się do wniosku rzecznika dyscyplinarnego i uznaje kol. Z. Gawlika winnym użycia niedopuszczalnej formy i treści listu skierowanego do Zarządu Głównego S. A. R. P., mając jednakże na względzie, że kol. Z. Gawlik mógł się czuć urażonym oraz, że w związku z wyjaśnieniem sprawy na przewodzie sądowym kol. Gawlik wyraził gotowość cofnięcia zarzutów skierowanych do Zarządu Głównego i Wiceprezesa kol. K. Tołłoczki, co też uczynił w piśmie do Sądu Koleżeńskiego w dn. 27. VI. 39 r., Sąd postanowił w danym wypadku zastosować najniższy wymiar kary i udzielić kol. Z. Gawlikowi „przeestrogi“ zasądzając jednocześnie w myśl Art. 13 p. 2 Regulaminu Sądu Koleżeńskiego koszta postępowania sądowego w kwocie 10.— złotych.

### Sentencja

W związku z powyższą sprawą Sąd Koleżeński zaznacza, że jakkolwiek zrozumiałym jest rozgoryczenie autora, o ile na temat projektu jego w łonie zawodowej organizacji, której jest członkiem, przeprowadzane są dyskusje i krytyka projektu bez zaproszenia kolegi - autora celem szczegółowego zreferowania projektu i studiów z tym zwią-

zanych, to tym nie mniej nie upoważnia członka organizacji zawodowej do samowolnego występowania z listami o obraźliwej treści do władz organizacji, a tym bardziej z enuncjacjami w niewłaściwej formie na ten temat do członków Stowarzyszenia, gdyż takim postępowaniem członkowie chcąc sobie samym wymierzać sprawiedliwość bynajmniej nie przyczyniają się do podniesienia poziomu życia koleżeńskiego w łonie organizacji, a wręcz przeciwnie obniżają jedynie poziom etyki koleżeńskiej oraz godzą w powagę i spoistość organizacji zawodowej jako takiej. Jedynie słusznym i celowym sposobem załatwienia nieporozumienia lub sporu w takich wypadkach jest bezpośrednie porozumienie się z władzami Stowarzyszenia, celem wyjaśnienia sprawy, lub też skierowanie sprawy do Sądu Koleżeńskiego.

Jednocześnie Sąd Koleżeński w związku z tą sprawą wyraża przekonanie, że władze Stowarzyszenia dążąc do podniesienia godności organizacji, prestiżu władz i podniesienia poziomu etyki koleżeńskiej w łonie organizacji, powinny w wypadku występowania na zewnątrz, w interesie dobra publicznego, w sprawie prac kolegów wydawać opinię jedynie po bezpośrednim i koleżeńskim porozumieniu się z autorem - członkiem organizacji, oraz po dokładnym i wszechstronnym przy udziale autora zbadaniu sprawy, względnie po wyczerpaniu wszelkich sposobów bezpośredniego porozumienia się z autorem projektu.

Przewodniczący Sądu Koleżeńskiego:

(—) **Teodor Bursze**

Sędziowie:

(—) **St. Płoski**

(—) **W. Wyszynski**

Warszawa, dn. 28. VI. 1939 r.

## **ODDZIAŁ WARSZAWSKI**

### **NOWY ZARZĄD ODDZIAŁU WARSZAWSKIEGO S. A. R. P.**

W dniach 15. VI. i 12. VII. b. r. odbyło się Walne Zebranie Oddziału Warszawskiego, na którym po udzieleniu absolutorium ustępującemu Zarządowi wybrano nowy w następującym składzie:

Prezes — kol. Aleksander Kafarski.

Członkowie Zarządu — kol. kol.:

Wilhelm Henneberg,

Juliusz Żórawski,

Piotr Biegański,  
Marian Rybczyński,  
Julian Fedorowicz,  
Józef Vogtman,  
Andrzej Roszkowski,  
Stefan Górski.

Szczegółowe sprawozdanie z Walnego Zebrania, będzie drukowane w następnym numerze Komunikatu.

### **DELEGACI ODDZIAŁU WARSZAWSKIEGO NA WALNE ZEBRANIE S. A. R. P.**

Na Walnym Zebraniu O. W. S. A. R. P. zostali wybrani następujący delegaci Oddziału na Walne Zebranie S. A. R. P., kol. kol.:

- 1) Biegański P.
  - 2) Ciołek G.
  - 3) Fedorowicz J.
  - 4) Jakimowicz K.
  - 5) Jankowski S.
  - 6) Kolendo S.
  - 7) Lalewicz W.
  - 8) Lasota S.
  - 9) Murczyński S.
  - 10) Myszczyński B.
  - 11) Płoski S.
  - 12) Skolimowski J.
  - 13) Wójcicki Z.
  - 14) Żórawski J.
- oraz na zastępców — kol. kol.:
- 15) Drews J.
  - 16) Gałęzowski S.
  - 17) Guerquin B.
  - 18) Leykam M.
  - 19) Pręczkowski M.
  - 20) Rogaczewski B.
  - 21) Walentynowicz M.

### **AKCJA O. P. L.**

W związku z akcją O. P. L. rozesłał O. W. S. A. R. P. do członków pismo treści następującej:

Powołując się na Okólnik Ministerstwa Spraw Wewnętrznych Nr 24 z dn. 13. VI. 1939 r., o zcapatrzeniu ludności w pomieszczenia chroniące przed skutkami napadów lotniczych, oraz wynikającą stąd potrzebę komisyjnych oględzin ogromnej ilości prywatnych budynków mieszkalnych, na co siły techniczne Władz Budowlanych Zarządu Miejskiego są ilościowo nie wystarczające, — Zarząd Miejski w m. st. Warszawie listem z dn. 1 lipca 1939 r. zwrócił się do Oddziału Warszawskiego S. A. R. P. o wydele-

gowanie do współpracy o charakterze społecznym i pomocy w tej akcji członków Stowarzyszenia naszego.

Rozgrywające się wypadki wokół granic Państwa naszego, a w związku z tym powstanie zagadnień, które muszą być załatwione w tempie szybkim, nie dającej się odkładać chwili, nakładają na Stowarzyszenie nasze obowiązki i przymus wykonania tych prac.

W związku z powyższym zawiadamiamy, że Zarząd przedstawił listę członków Oddziału Warszawskiego S. A. R. P. Zarządowi m. st. Warszawy do dyspozycji; na liście tej jest również wymienione nazwisko Sz. Kolegi.

Wyjątkowe okoliczności i charakter pracy zobowiązują Zarząd do narzucenia obowiązku na Sz. Kolegę wykonania wyznaczonej pracy. Zakres pracy będzie określony na specjalnej konferencji w Zarządzie Miejskim, o której Sz. Kolega w najbliższych dniach będzie zawiadomiony.

Z koleżeńskim pozdrowieniem

Sekretarz:

Wiceprezes:

(—) **Piotr Biegański** (—) **Aleksander Kafarski**

## **ODDZIAŁ KIELECKI**

Na Walnym Zebraniu Oddziału S. A. R. P. w Kielcach w dniu 10 maja 1939 r. dokonano wyboru nowych Władz Oddziału w następującym składzie:

Prezes — kol. Reński Józef.

Viceprezes — kol. Cybulski Stanisław.

Sekretarz — kol. Nowakowski Zdzisław.

Członek Zarządu — kol. Gąsiorowski Witold.

Komisja Rewizyjna — kol. kol.: Borowiecki Wacław i Pignan Aleksander.

Korespondencję prosimy przysyłać pod adresem: Inż. Nowakowski Zdzisław — Kielce, Biuro Regionalnego Planu Zabudowania Okręgu Kielecko - Radomskiego.

## **ODDZIAŁ LWOWSKI**

### **ROZSTRZYGNIĘCIE KONKURSU POWSZECHNEGO NR 117 NA DOMY MIESZKALNE FUNDUSZU EMERYTALNEGO PRACOWNIKÓW M. K. K. O. WE LWOWIE**

Dnia 11 lipca 1939 przyznano następujące nagrody:

I nagroda — Jan Krug i Tadeusz Kirschner.

II nagroda — Inż. - arch. Julian Duchowicz i Inż. - arch. Zygmunt Majerski.

III nagroda — Inż. - arch. Tadeusz Teodorowicz - Todorowski.

IV nagroda — Stanisław Kaller i Mieczysław Janowski.

IV równorzędna nagroda — Inż. - arch. Adam Kawalerski i Inż. - arch. Jacek Olpiński.

## **KOMUNIKAT N. O. I.**

Dnia 25 b. m. odbył się w gmachu Stowarzyszenia Techników Polskich w Warszawie IV-y coroczny Zjazd Delegatów Naczelnej Organizacji Inżynierów R. P., w którym wzięło udział około 200 delegatów wszystkich organizacyj zrzeszonych w N. O. I. Z zaproszonych gości przybyli przedstawiciele władz, wojska, profesorowie wyższych uczelni, przedstawiciele ciężkiego przemysłu.

Obrady zagał Prezes N. O. I. W-Minister Komunikacji inż. Aleksander Bobkowski, przedstawiając w swym przemówieniu dorobek prac Rady Głównej i Prezydium N. O. I. i ilustrując cele i zadania N. O. I. Przewodniczącym Zjazdu wybrano przez aklamację prof. dr. inż. Andrzeja Pszenickiego.

W imieniu P. Ministra Spraw Wojskowych powitał Zjazd P. Gen. Maciejowski, podkreślając rolę i znaczenie inżynierów w dziedzinie dobrozbrojenia i obrony Państwa i życząc owocnych obrad. Następnie w imieniu Stowarzyszenia Techników Polskich w Warszawie witał zgromadzonych Prezes Stowarzyszenia inż. Wiesław Gąsowski.

Między depeszami powitalnymi wyróżniła się serdeczną treścią depesza od P. W-Premiera inż. Eugeniusza Kwiatkowskiego.

Następnie dłuższe przemówienie o roli techniki i inżynierów w nowoczesnej gospodarce państwowej, tak podczas pokoju jak i wojny, wygłosił prof. dr inż. Stefan Bryła Dziekan Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej. Mówca uwypuklił znaczenie i wagę techniki we wszelkich zagadnieniach związanych z rozwojem życia gospodarczego, położył nacisk na konieczność jak najściślejszego związania techniki z obroną Państwa. Inżynier jest teraz właściwie oficerem przemysłu technicznego i N. O. I. doceniając to zagadnienie zwracała się kilkakrotnie w dłuższych memoriałach do władz państwowych i czynników wojskowych, proponując konkretne formy jak najszerzego wykorzystania inżynierów dla celów obrony Państwa. Te dwa działy życia gospodarczego — technika i obrona Państwa — są ze sobą nierozłącznie związa-

ne i celem N. O. I. jest tak uzgodnić współdziałanie, by dało to możliwość osiągnięcia możliwie maximum korzyści, i zapewniło bezpieczeństwo i pomyślny rozwój życia gospodarczego.

Przewodniczący Zjazdu Prof. Pszenicki w krótkich słowach wskazał na konieczność ponoszenia jednakowo przez wszystkich jak największych ofiar dla celów obrony Państwa.

Zjazd wysłał depeşe z wyrazami czci i uznania do P. Prezydenta Rzeczypospolitej i Marszałka Polski, jak również wyraził gotowość do pracy nad wzmożeniem potęgi kraju, do P. P. Premiera i W-Premiera.

Po tej oficjalnej części rozpoczęły się właściwe obrady Zjazdu Delegatów poświęcone dzia-

łalności N. O. I. w okresie ubiegłym jak również sprawom statutowym. Wybrano przez aklamację dotychczasowego Prezesa W-Ministra inż. Al. Bobkowskiego na dalszy okres kadencji, oraz przyjęto do wiadomości sprawozdanie Prezydium Komisji Rewizyjnej.

Zamykając obrady Zjazdu, Przewodniczący prof. Pszenicki podkreślił rzeczowość i ścisłość przemówień kierowanych troską o dobro techniki polskiej, godności stanu inżynierskiego, a nacechowanych przede wszystkim myślą obrony kraju.

Referent Prasowy N. O. I.

(—) Inż. S. Kądziałko

---

---

## DO PP. INŻ. ARCHITEKTÓW

w sprawie wykonywania

### OGRZEWANIA PRZEZ PROMIENIOWANIE

W związku ze szczególnie wielkim zainteresowaniem w tym sezonie ogrzewaniem przez promieniowanie syst. Crittall, na wykonywanie którego firma nasza posiada od 3 lat licencję na Polskę, pozwalamy sobie uprzejmie przypomnieć PP. Architektom, że montaż instalacji ogrzewania przez promieniowanie odbywa się jednocześnie ze wznoszeniem budowli, co znacznie skroca okres wykańczania budynku, — **wymaga jednak przygotowania projektu instalacji syst. Crittall przed przystąpieniem do budowy.**

Upraszamy przeto uprzejmie PP. Architektów o łaskawe zwracanie się zwłaszcza w sprawie opracowania projektu instalacji ogrzewczej.

**Towarzystwo Budowy Maszyn i Urządzeń Sanitarnych  
DRZEWIECKI i JEZIORAŃSKI**

S. A.

WARSZAWA, KRAKÓW, ŁÓDŹ, LWÓW  
WILNO, KATOWICE, GDYNIA

---

# PRZEDŁUŻENIE KONKURSU NA PAŁAC PREZYDENTA PAŃSTWA W KOWNIE

Ministerstwo Spraw Za-  
granicznych zawiadamia  
że termin otwarcia kon-  
kursu na projekt pałacu  
Prezydenta Państwa w  
Kownie przedłużony zo-  
stał do dnia 1 listopada 1939 roku.

# WPLYW AKUSTYKI NA UKSZTAŁTOWANIE ARCHITEKTONICZNE WNĘTRZ

## Od Redakcji.

Artykuł niniejszy jest krótkim streszczeniem rozprawy doktorskiej p. t.: „Die Gestaltung von Räumen nach akustischen Gesichtspunkten“ kol. Makowskiego, ogłoszonej na Wydziale Budowlanym Politechniki w Berlinie — Charlottenburgu.

Znaczny wzrost ogólnych wymagań stawianych budynkom użyteczności publicznej, wspinały rozwój radia i filmu dźwiękowego — obudził żywsze zainteresowanie architektów zagadnieniami akustyki wnętrz. Fakt ten, między innymi, skłonił mnie do przestudiowania tych spraw, zbadania historycznego rozwoju akustyki, wpływów, jakie wywołała na budownictwo monumentalne, uwytklenia jej roli w ukształtowaniu wnętrz poświęconych bezpośrednio czy pośrednio słuchaniu. Staralem się zagadnienie to ująć i oświetlić z punktu widzenia architekta, aby wykazać, że przy dzisiejszym stanie nauki i techniki, każde wnętrze: teatr, kościół, audytorium, kino dźwiękowe, wielka hala, instalacje na wolnym powietrzu, mogą być najzupełniej poprawnie zaprojektowane pod względem akustycznym.

Kwestią powstawania i rozprzestrzeniania fal dźwiękowych interesowali się budowniczowie starożytni już na kilka wieków przed Chrystusem. Dopiero jednak **Arystoteles** ogłosił pierwszą teorię na podstawie prowadzonych przez siebie badań. Pomijając wywody te, jak i uczniów jego, **Aristoxenes'a** i **Xenokrates'a**, godnymi uwagi są dopiero wiadomości podane przez **Vitruwius'a**. On to jest pierwszym, który podkreśliła dobitnie w swym dziele „De architectura“:

„architekt musi być muzykalny i znać matematyczne zasady obliczania tonów“.

Widać z tego, że starożytni najzupełniej jasno zdawali sobie sprawę z doniosłości akustyki. Jak stosunkowo wysoko stała u nich ta wiedza, dowodzą nam zachowane ruiny teatrów, pod względem akustycznym najzupełniej poprawnie skonstruowanych.

Z upadkiem państwa rzymskiego przestano interesować się tymi zagadnieniami. Dopiero

powstanie i rozwój klasztorów, później teatrów i oper, obudziło znów zainteresowanie sprawami akustyki i stworzyło specyficzną choć nikłą teorię opartą na właściwościach krzywizn rzutów.

Na początku XIX w. wznowiono badanie tych spraw. W roku 1800 ogłasza **Rohde** swoją „Die Theorie für Verbreitung des Schalles für Baukünstler“, następnie w roku 1810 **Langhans** pracę „Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakustik“ — co pozwalało już stworzyć pierwsze wytyczne, zgodne na ogół z dzisiejszymi poglądami na te zagadnienia. Od tej pory zainteresowanie wzrasta coraz bardziej, spotykamy szereg nazwisk budowniczych i fizyków interesujących się kwestią akustyki wnętrz: **Daly**, **Davioud**, **Bourdais**, **Lachez**, **Favaro**, **Orth**, **Sturmhöfel** i **Eichhorn**.

W wieku XX udało się uczonym, przede wszystkim amerykańskim, jak: **W. C. Sabine** (Harvard University), **T. Wattson** (New-York), następnie niemieckim — **J. Biehle** (Berlin—Bautzen), **E. Michel** (Hannover), **E. Petzold** (Zittau) i **S. Lifschitz** (Lenigrad), stworzyć współczesną już teorię akustyki, na której opieramy dzisiejsze wytyczne projektowania, pozwalające na zasadzie sporządzonego szkicu architektonicznego zaprojektować akustykę wnętrz, przedsięwziąć ewentualne zmiany, aby po ukończeniu budowy uniknąć rozczarowań i kosztownych przeróbek.

W Polsce pionierem w tej dziedzinie nauki był **Stanisław Przysański**, autor skrótu wykładów dla studentów Wydziału Sztuk Pięknych b. Szkoły Głównej z roku 1861, p. t. „O akustyce sal przeznaczonych na liczne zebrania“. W czasach najnowszych badali te kwestie: prof. **Tołwiński**, który ogłosił pracę „Najnowsze badania nad akustyką sal teatralnych i koncertowych“ (Kwartalnik Muzyczny, Warszawa 1928) i prof. **Przybylski**, autor pracy „O akustyce sal przeznaczonych na liczne zebrania“ (Architektura i Budownictwo, 7/1934). Przedwcześnie zgasłemu prof. **Przybylskiemu** nie danym było, niestety rozwinąć i ukończyć rozpoczętych przez niego prac nad stworzeniem laboratorium do badań i pomiarów akustycz-

nych, którego zaczątki są obecnie w posiadaniu Zakładu Badawczego Budownictwa na Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej.

## WŁAŚCIWOŚCI DŹWIĘKU

Jak wiadomo, fala dźwiękowa rozprzestrzeniając się promieniście w kształcie kuli z szybkością 340 m/sec., natrafia na płaszczyzny ograniczające wewnątrz w których się to dzieje. Od kształtu, właściwości i wzajemnego położenia względem siebie tych płaszczyzn zależy, czy, w jaki sposób i w jakim stopniu, fala dźwiękowa zostanie odbita bądź pochłonięta. Podstawowym prawem jest i tu znane prawo optyki: kąt padania równa się kątowi odbicia.

Jeśli równolegle do jakiejś płaszczyzny znajdzie się inna płaszczyzna, to odbije ona fale dźwiękowe tak samo jak ta pierwsza.

Gdy istnieje większa ilość płaszczyzn ograniczających pewną przestrzeń, to fala odbijając się kolejno, tworzy zamknięty łańcuch refleksów. To zamknięcie się łańcucha refleksów jest przy badaniu graficznym dowodem, że przebieg odbijania się fal został zrekonstruowany prawidłowo.

To samo można powiedzieć w zastosowaniu do powierzchni krzywych, z tym zastrzeżeniem, że powierzchnie wklęsłe, o przekroju elipsy, paraboli itd. powodują gromadzenie się promieni dźwiękowych w punkcie zwanym, tak jak i w optyce, ogniskiem. W akustyce należy starannie unikać tego zjawiska.

Wszelkiego rodzaju słupy, zarówno o przekroju okrągłym jak i prostokątnym, mają dodatni wpływ na akustykę wnętrza, gdyż rozpraszają fale dźwiękowe.

Sposób odbijania się fal dźwiękowych można naocznie obserwować na modelach, przy pomocy fal wodnych, świetlnych czy powietrznych (w świetle spolaryzowanym).

Dawniej, projektując akustykę uwzględniano przeważnie tylko odbicie fal, dziś opieramy się przede wszystkim na długości czasu poddźwięku. Czas poddźwięku (pogłosu) wyraża się ilością sekund, liczonych od chwili wyłączenia źródła dźwięku, potrzebnych na zredukowanie gęstości energii dźwiękowej do jednej milionowej wartości początkowej.

Precht stwierdził, że zanikanie dźwięku nie następuje w sposób ciągły, lecz odbywa się skokami.

Badania Sabine'a wykazały, że:

1. Czas poddźwięku jest prawie jednakowy w całym pomieszczeniu, jeśli źródło dźwięku pozostaje nieruchome.
  2. Czas poddźwięku nie jest zależny od miejsca umieszczenia źródła dźwięku.
  3. Miejsce rozmieszczenia powierzchni tłumiących nie wpływa na jakość tłumienia.
- Podstawowym wzorem do obliczeń czasu trwania  $t$  poddźwięku jest wzór Sabine'a

$$t = k \frac{V}{a \cdot F}$$

gdzie  $V$  oznacza całkowitą objętość wnętrza,  $F$  sumę wszystkich powierzchni, a współczynnik pochłaniania poszczególnych powierzchni,  $k$  jest wartością stałą równą 0,164.

Lifschitz zbadał wiele sal i stwierdził, że każda posiada właściwy sobie najkorzystniejszy czas poddźwięku, będący w pewnym stałym stosunku do objętości wnętrza. Stosunek ten wyraża on skomplikowanym wzorem, który Petzold dla wnętrz o kubaturze ponad 5.000 m<sup>3</sup> uprościł następująco:

$$t_{opt} = k + \sqrt[3]{V} + 1,$$

gdzie  $t_{opt}$  oznacza najkorzystniejszy czas poddźwięku dla danego pomieszczenia,  $k$  jest wartością stałą równą 0,0325.

Klasyczny wzór Sabine'a zakłada, że chłonność warstw powietrza można pominąć. Najnowsze zadania Knudsen'a wykazały jednak, że zarówno temperatura jak i wilgotność powietrza odgrywają rolę znacznie większą niż przypuszczano.

Pierwotnie wykonywano pomiary czasu trwania poddźwięku przy pomocy zwykłego stopera, mierząc czas od chwili przerwania brzmienia dźwięku aż do momentu całkowitego jego zaniknięcia. Oczywiście, pomiary te były niezbyt dokładne, gdyż opierały się przede wszystkim na słuchu i szybkości reakcji słuchającego. Dziś mamy doskonale aparaty, wykazujące bezpośrednio w sekundach czas trwania poddźwięku i rejestrujące na taśmie woskowanej stopniowy przebieg jego zanikania. Badania takie należy wykonywać przy absolutnej ciszy, najlepiej w nocy, gdyż najslabszy nawet wiatr lub deszcz, powodują znaczne odchylenia.

## HISTORIA POWSTANIA I ROZWOJU AKUSTYKI

Kolebką akustyki był teatr grecki. W czasach najdawniejszych grupowali się widzowie



poprostu wokół miejsca tańców i występów chóru. Dzięki rozwojowi dramatu greckiego, zaczęto w połowie V w. przed Chrystusem budować trybuny drewniane, aż wreszcie wykorzystywano pochyłości pagórków, których zbocza wykładano kamieniem. W ten sposób — drogą powolnej ewolucji — powstał klasyczny teatr starożytny, z którego później wyłoniła się forma teatru współczesnego.

Na podstawie danych, które są nam dostępne możemy stwierdzić, że architekci starożytni orientowali się w zasadniczych prawach fizyki, znali istotę refleksu, rezonansu i zdawali sobie jasno sprawę nie tylko z wpływu akustyki na ukształtowanie architektoniczne teatrów, ale i z błędów jakie posiadały ich teatry. Wskutek niskiego poziomu tej wiedzy, błędzili często nie mogąc dojść przyczyn rozmaitych zjawisk, choć mieli sposoby na ich usunięcie, nie zawsze dające jednak efekt zamierzony.

**Moritz** jest zdania, że zadawające wyniki akustyczne osiągnęli budowniczowie przez:

1. Wyzyskanie własności odbijających dźwięk i wzmacniających (przez rezonans) drewnianej podłogi i tylnej ściany sceny, wykładanej płytami drzewnymi.
2. Osiągnięcie możliwości bezpośredniego doświadczenia fal dźwiękowych do słuchaczy.
3. Wyeliminowanie szkodliwych refleksów.

W średniowieczu zapomniano o akustyce. Dopiero rozkwit życia teatralnego we Włoszech w epoce Odrodzenia zachęcił budowniczych do zainteresowania się tymi sprawami. Nawiązano więc do wzorów rzymskich. Pierwszym teatrem był zbudowany przez **Palladio** w roku 1580 „Teatro olimpico“. Następnie, gdy zainteresowanie publiczności teatrem na dworach książęcych wzrastało coraz bardziej, zaczęto budować w salach pałaców trybuny, wznoszące się amfiteatralnie, na razie tylko od tyłu. Po tym dodano pod kątem prostym do istniejących rzędy boczne. Oczywiście jest, że widoczność z owych miejsc bocznych nie była zbyt zadowalająca. Dla złagodzenia tego zaokrąglono kąty proste, tworząc rzędy w formie litery U. Następnie, ze względów społecznych i towarzyskich, zaczęto dzielić trybuny na pojedyncze łóżka, przez co jednak zwężono bardzo pole widzenia, zwłaszcza łóż bocznych. Dla poprawienia tego niedomagania zaczęto rozszerzać ramiona formy U, co poprawiło nieznacznie istniejące trudności. Od tej pory, udoskonalając coraz bardziej formę U poszerzonego, doszli architekci do form geometrycznych linii

krzywej: elipsy, podkowy, liry, próbując w ten sposób stworzyć „krzywą akustyczną“ która sama przez się dawała dobre wyniki słyszalności. Za taką uważano zwłaszcza przez długi czas, dzięki jej własnościom geometrycznym — elipsę. Na tych przesłankach został wybudowany sławny teatr operowy La Scala w Mediolanie. Teatr ten, podówczas największy w Europie, pozostał na długi czas pierwowzorem budownictwa teatralnego.

Wysiłki te miały doprowadzić do wynalezienia iluzorycznej linii krzywej, która swym kształtem tylko zapewnić miała bez reszty doskonałą słyszalność teatrowi. Nieporozumienie tkwiło jednak nie w formie takiej czy innej krzywizny rzutu, ile w błędach zasadniczych, z których wówczas nie zdawano sobie sprawy: niewłaściwych proporcji widowni, wadliwych wymiarów sceny, fałszywych założeń w podziale, rozplanowaniu i rozbudowie łóż itd., gdyż dopiero wszystkie te kwestie razem wzięte decydują o jakości akustycznej teatru.

Na początku XIX w. rozpoczęto w Niemczech budowę teatrów na planie wycinka kołowego, klina, przy staranniejszym niż do tej pory zwróceniu uwagi na amfiteatralne wzniesienie widowni. **Schinkel** i **Semper** stworzyli kilka teatrów tego rodzaju, z których najbardziej znany jest zbudowany dla **Wagnera** teatr w Bayreuth.

Jako najbardziej wzorową salę koncertową uważa się powszechnie starą salę w Gewandhaus w Lipsku, która służyła za wzór wielu nowszym salom koncertowym.

W końcu ubiegłego stulecia zbudowano w Paryżu salę Pleyel, która została w roku 1927 przebudowaną radykalnie przez **Lyon'a**. Myślą przewodnią przebudowy było umieszczenie podium orkiestry w ogniskowej reflektora dźwięków o kształcie paraboli, stanowiącego sufit, przez co chciano osiągnąć równomiernie rozpraszanie dźwięków na całe wnętrze. Przed kilku laty, sala została po pożarze odbudowana na przesłankach bardziej nowoczesnych, t. j. w oparciu w pierwszym rzędzie na długości trwania podziwku. Oprócz wyłożenia ścian materiałami tłumiącymi, skrócono znacznie długość sali tak, że w stanie dzisiejszym podium dla orkiestry nie znajduje się już w ognisku paraboli, przez co obecnie sala ta nie jest podobna do dawnej. Akustykę posiada rzeczywiście wysmienitą, gdyż sam stwierdziłem niedawno, że rozmowę prowadzoną półgłosem w pustej sali na podium — słycać doskonale w najbardziej

oddalonych jej miejscach, w odległości kilkudziesięciu metrów.

Ostatnio wybudowano dwie sale koncertowe wnętrza nowoczesne pod każdym względem, zarówno akustyki jak i architektury: w Helsinkach, projektowaną przez architekta **Markelius'a** i w Göteborgu — przez **Erikson'a** i **Kreuger'a**.

Po zobrazowaniu początków i rozwoju akustyki teatrów i sal koncertowych, powiedziane zostało prawie wszystko co dotyczy jej historii, gdyż nieliczne pozostawione nam dane odnoszą się tylko do tych pomieszczeń.

W ciągu ostatnich 15-tu lat zajął się niemiecki badacz **Biehle** akustyką kościołów. Pod jego kierunkiem przebudowano wiele kościołów w Niemczech poprawiając wybitnie ich akustykę (Schleswig, Marienfeld, Magdeburg) i wybudowano kilka nowych (Essen, Dahlem, Charlottenburg, Karlsruhe i Rheinfelden).

## PROJEKTOWANIE AKUSTYKI WNĘTRZ

Jak widać, przez bardzo długi okres czasu akustyczne rozwiązanie wnętrz pozostawione było mniej lub więcej szczęśliwemu przypadkowi. Dziś jesteśmy w stanie nadać każdemu pomieszczeniu odpowiednią dla niego słyszalność i to nie tylko w budowlach dopiero projektowanych, lecz po przeprowadzeniu odpowiednich przeróbek i w budowlach dawno już istniejących. Na wydziałach architektury wszystkich poważniejszych uczelni zagranicznych są prowadzone wykłady akustyki stosowanej, nie ma więc obecnie łagodzących okoliczności (przynajmniej za granicą) dla architekta, który nie potrafi rozwiązać poprawnie akustyki projektowanego przez siebie obiektu.

W głównych zarysach właściwości akustyczne przestrzeni zamkniętej czy otwartej zależą od trzech kardynalnych czynników: wielkości, kształtu i rozbudowy danej przestrzeni. Wszystkie inne czynniki, których jest sporo, są raczej sprawą drugorzędną.

Wnętrze posiada dobrą akustykę, jeśli spełnione są również i następujące warunki, t. j. gdy słowo mówione, muzyka lub śpiew:

1. Dochodzą do każdego słuchacza z dostatecznym natężeniem.
2. Są przez wszystkich słuchaczy wyraźnie zrozumiane.
3. Dają podźwięk, który nie przekracza pewnej, dla każdego rodzaju pomieszczenia ściśle określonej długości.

4. Barwa dźwięku nie zostaje zmieniona.

Aby warunki te osiągnąć, należy:

1. Dobrać odpowiednie proporcje i kształt wnętrza, aby odbite fale dźwiękowe dochodziły do wszystkich słuchaczy w możliwie krótkim czasie.
2. Uniemożliwić powstawanie echa i zbyt długiego podźwięku.
3. Dobrać odpowiednie materiały do wyłożenia płaszczyzn tłumiących lub odbijających promienie dźwiękowe i odpowiednic je umieścić.
4. Nie dopuścić, aby poszczególne tony były przez pochłanianie zbyt osłabione lub przez rezonans zbyt wzmocnione.

Tak jak w początkach rozwoju akustyki szukano gorączkowo akustycznego rzutu, któryby samą swą formą gwarantował zadawalającą słyszalność, dziś popelnia się często podobny błąd usiłując wynaleźć „akustyczny kształt“ wnętrza — co jest mylne w samym założeniu, gdyż akustyka wnętrza nie zależy przecież tylko od jego kształtu. Jeśli wiadomym jest, że pewne formy wnętrza mogą wywołać usterki i wpływać ujemnie na słyszalność, to nie znaczy jednak, żeby przez zastosowanie odpowiednich zabiegów nie można było tych usterek usunąć.

W praktyce najczęściej stosowanym i najwygodniejszym jest oczywiście rzut w formie prostokąta, pod warunkiem jednak, że stosunek trzech wymiarów: długość, szerokość i wysokość jest odpowiednio dobrany. Ponieważ w pomieszczeniach o rzucie prostokątnym mogą powstawać fale stojące, często ustawiamy dwie ściany nie pod kątem prostym do pozostałych, lecz pod kątem  $87^\circ$  zamiast  $90^\circ$ , przez co sala otrzymuje kształt trapezu.

O suficie trzeba powiedzieć, że przede wszystkim nie powinien być on umieszczony zbyt wysoko, następnie należy bardzo ostrożnie wystudiować jego krzywiznę, która dla każdej sali powinna być zaprojektowana indywidualnie. Ostatnio najczęściej spotykamy krzywizny podobne do zastosowanej swego czasu przez **Lyon'a** w konstrukcji sali Pleyel w Paryżu.

Ważną rolę odgrywają odpowiednie podwyższenia rzędów miejsc widowni, które powinny być tym większe, im dalej znajduje się dany rząd od źródła dźwięku. Przez zastosowanie wzoru **Petzold'a** lub metody **Biehle'go**, możemy wyznaczyć różnice podwyższeń poszczególnych rzędów między sobą, dające w sumie krzywą zbliżoną do paraboli.

Materiały pochłaniające, mające służyć do wykładania ścian, są dziś na rynku budowlanym w tak wielkiej różnorodności, że należy dokładnie zbadać je przed zastosowaniem ich. Wiele zwłaszcza jest takich, które wyprodukowano pierwotnie dla innych celów, zaczęto reklamować i sprzedawać jako rzekomo posiadające niezwykle walory akustyczne. Poza tym, należy zwrócić uwagę na możliwość przymocowania ich do ścian, potraktowania kolorem, łatwopalności, odporności na wilgoć i wiele innych wpływów.

Reasumując wyżej powiedziane możemy stwierdzić, że w ogólności nie jest możliwym ustalenie jakiegoś sztywnego schematu, na zasadzie którego można by rozwiązać wszelkiego rodzaju zagadnienia akustyczne. Jednakże dorobek lat ostatnich jest tak bogaty, że daje nam dość wskazówek, abyśmy mogli uniknąć błędów zasadniczych.

Po wykonaniu budowy należy przeprowadzić jej odbiór techniczny pod względem dźwiękowym. Badania te powinny być utrwalone na płytach, aby po przeróbkach można było porównawczo określić wykonane ulepszenia.

**Teatr.** Jeśli zestawimy warunki w jakich pracuje teatr nowoczesny w porównaniu ze starożytnym, to spostrzeżemy, że w teatrze współczesnym nie są respektowane trzy podstawowe zasady, które dawały względnie dobrą akustykę teatru starożytnego:

1. Wzmacnianie tonu u jego źródła.
2. Zachowanie bezpośredniej drogi do słuchacza.
3. Usunięcie wszelkich szkodliwych refleksów.

Najgorzej przedstawia się sprawa z pierwszym i najważniejszym warunkiem dobrej słyszalności: wzmocnieniem tonu u jego źródła. Chociaż zwraca się na ogół uwagę na rezonansowe działanie podłogi, sceny, to popełnia się jednocześnie zasadnicze błędy w jej urządzeniu, przez pokrywanie częstokroć grubymi dywanami, co redukuje do minimum wzmacniające jej działanie.

Bardzo często spotykanym błędem jest zbyt małe podwyższenie amfiteatru, wynoszące nie więcej niż 7—10°, tak, że głowy widzów siedzących w pierwszych rzędach przeszkadzają swobodnemu dopływowi fal dźwiękowych do rzędów dalszych.

Studiując plany nowszych teatrów, które zostały wybudowane bądź przebudowane w ciągu ostatnich lat i przeglądając plony ostatnich

europejskich czy amerykańskich konkursów architektonicznych na gmachy teatralne widzimy, że widownia posiada wprawdzie w dalszym ciągu rzut w kształcie krzywej, jednak nie przez wzgląd na jakieś jej specjalne właściwości akustyczne, lecz z racji wymogów widzialności, funkcjonalizmu i organizacji wewnętrznej teatru. Akustyka teatru współczesnego zależy przede wszystkim od wielkości, kształtu i rozbudowy widowni, jej wyposażenia, jakości i rodzaju materiałów zastosowanych do wyłożenia ścian i wielu innych chwytów, które w sumie dopiero dają odpowiednią długość podźwięku, a co za tym idzie — i dobrą słyszalność.

Przy pełnej frekwencji publiczności w teatrze, stanowi ona dość dużą masę pochłaniania, gdyż każdy widz absorbuje 40% przypadającej nań energii dźwiękowej. Ponieważ jednak pełna frekwencja nie zawsze może być osiągnięta, należy koniecznie dążyć do tego, ażeby przynajmniej oparcia foteli były wyściełane, gdyż każdy wyściełany fotel absorbuje 30% podającej nań energii, podczas gdy zwykle krzesło drewniane zaledwie 4%.

Streszczając wyżej powiedziane, powinien nowoczesny teatr posiadać następujące właściwości:

1. Rzut w kształcie krzywej lub wachlarza.
2. Sufit możliwie niski, lekko paraboliczny, zaokrąglony w miejscach zetknięcia się ze ścianami.
3. Podłogę widowni zaprojektowaną jako linię wznoszącą się parabolicznie ku tyłowi sali, aby wszyscy widzowie otrzymywali jednakową ilość energii dźwiękowej.

Powszechnie uważa się, że najkorzystniejszy czas podźwięku wynosi dla opery 2. o sek. dla operetki 1,5 sek. a dla teatru dramatycznego 1. o sek., przy pełnej frekwencji publiczności. Cappai podaje następujące czasy podźwięku poszczególnych teatrów:

Teatr	Objętość w m <sup>3</sup>	Czas podźwięku w sek. przy		
		pełnej frekwencji publiczności	1/3	bez
1. Royal Opera House. Convent Garden . . . . .	10 113	1,4	2,3	3,3
2. Wagner-Theater. Beyruth . . . . .	11 384	2,25	4,0	7,4
3. Welwyn-Theatre. Garden City . . . . .	5 560	1,3	2,0	2,8
4. Shakespeare-Memorial Theatre . . . . .	—	1,5	2,3	3,0
5. Eastman Theatre. Rochester USA . . . . .	—	2,0	—	—

Sala koncertowa. Wielkość każdej sali, a więc i koncertowej, zależy od jej przeznaczenia i rodzaju produkcji artystycznych, które mają być w niej wykonywane. Rozróżniamy więc sale dla orkiestr symfonicznych, kameralnych i dla solistów.

Z ciekawych badań prowadzonych przez **Rekesy** wynika, że dla małych sal koncertowych najkorzystniejszy czas podźwięku wynosi 0.6—0.8 sek., dla orkiestr większych (11 osób z fortepianem i harmonią) 0.8—1.1 sek., a dla orkiestr 40-to osobowych (wraz z chórem) 0.6—0.9 sek.

Poza tym inne wytyczne projektowania sal koncertowych są prawie takie same jak dla sal teatralnych:

1. Rzut wachlarzowy lub prostokątny jest lepszym od półokrągłego lub kwadratowego.
2. Sufit winien być odpowiednio wygięty, aby mógł spełnić rolę reflektora dźwięków.
3. Ściana znajdująca się na przeciwko źródła dźwięku winna być doskonale tłumiąca. Dobre wyniki dają zaprojektowane w tej części sali łoża, odpowiednio drapowane materiałami tłumiącymi.
4. Płaszczyzny wokół źródła dźwięku należy wyłożyć taflami drzewnymi, mogącymi dać rezonans. Podłoga podium powinna mieć własności odbijające dźwięk.
5. Fotele powinny być wyściełane, aby w braku dostatecznej frekwencji publiczności mogły gwarantować wymaganą chłonność sali.

Znane ze swej dobrej akustyki sale koncertowe posiadają następujące czasy podźwięku:

S a l a	Objętość w m <sup>3</sup>	Czas podźwięku w sek. przy			
		pełnej	1/3	pustej z chóru i orkiestrą	zupełnie pustej
1. Holy Well Music-Hall. Oxford . . .	1 663	1,5	—	—	—
2. Altes Gewandhaus, Leipzig . . . . .	2 133	1,2	2,0	3,4	4,4
3. Aeolian Hall, London . . . . .	2 397	1,3	1,8	—	2,3
4. Konzertsaal in Konservatorium, Leipzig . . . . .	3 798	1,7	2,4	—	3,0
5. Bethovensaal, Berlin . . . . .	6 813	1,7	—	—	—
6. White Rock Pavilion, Hastings . . .	8 230	1,4	—	2,4	2,5
7. Neues Gewandhaus, Leipzig . . .	10 283	2,0	2,9	3,1	4,2
8. Queens Hall, London . . . . .	11 954	1,7	2,2	—	3,7

K o ś c i ó ł. Akustyka sali teatralnej czy koncertowej może być bardzo różnaita, rzadko jednak spotyka się wypadki całkowitej prawie nieprzydatności, jak to często ma miejsce z kościołami. Warunki dobrej słyszalności w kościele są o wiele trudniejsze do osiągnięcia, gdyż kościół z natury rzeczy musi być przystosowany zarówno do słowa mówionego, śpiewanego i muzyki organowej, a jak wiadomo, każdy z tych rodzajów wymaga dla siebie innego czasu podźwięku. Trudność polega więc na konieczności jednoczesnego pogodzenia różnych wymagań, na znalezieniu kompromisu.

Jak wiadomo, do słuchacza dochodzi fala dźwiękowa bezpośrednio, gdy znajduje się on w obrębie stożka o rozchyleniu 90° i gdy równocześnie może widzieć mówiącego. Z tego względu należałoby albo źródło dźwięku umieścić dostatecznie wysoko, albo też zastosować podwyższenie szeregu ław czy krzeseł, jak to ma miejsce w salach teatralnych. Oczywiście jest, że w kościele ta ostatnia możliwość jest wykluczona, gdyż kościół robiłby wrażenie teatru czy sali koncertowej nie zaś świątyni. Należy więc zająć się racjonalnym rozwiązaniem ustawienia źródła dźwięku, w danym wypadku ambony. Teoretycznie biorąc najracjonalniejszym byłoby ustawienie ambony na osi nawy głównej, przed, względnie z boku ołtarza, gdyż wówczas kaznodzieja miałby większość słuchaczy przed sobą, w obrębie owego rozchylenia 90°, o którym była mowa wyżej. W kościele katolickim ambona ustawiona jest pośrodku nawy głównej. Kaznodzieja mówi w kierunku prostopadłym do osi podłużnej kościoła, ratując instynktownie sytuację zwracaniem się o 45°, raz na jedną raz na drugą stronę kościoła, ponieważ większość wiernych z natury rzeczy znajduje się poza bezpośrednim zasięgiem fal dźwiękowych. W ten sposób połowa energii mówcy idzie na marne. Aby temu zapobiec skonstruowano reflektor dźwiękowy, rodzaj muszli o pewnej, dokładnie wystudiowanej krzywiznie, umieszczony nad amboną, którego zadaniem jest kierowanie fal dźwiękowych we właściwym kierunku. Pierwsze próby tego rodzaju robili już Grecy. Za czasów Gotyku powrócono do tego pomysłu, pozostał on jednak wówczas jedynie ozdobą, owym daszkiem, który tak często widzujemy nad amboną, a który nie spełnia żadnych zadań związanych z poprawą akustyki, gdyż w tej formie spełnić nie może. Racjonalne skonstruowanie reflektora dźwięków wymaga pieczołowitych studiów nad jego kształtem i do-

kładnych obliczeń, które w każdym wypadku muszą być wykonane indywidualnie, dla każdego kościoła osobno. W wielu wypadkach fatalnej akustyki, może być taki reflektor jedynym ratunkiem, zastępującym kosztowną dość przeróbkę całości wnętrza. Wadą jego jest nieestetyczny, powiedziałbym, wygląd, gdyż mając spełnić swe zadanie, musi on posiadać dość znaczne wymiary, a nie dając się architektonicznie wkomponować w całość wnętrza, robi wrażenie czegoś sztucznego i obcego. Obszerne badania nad konstrukcją i działaniem reflektorów dźwięków prowadzili w pierwszym rzędzie bracia Fokker, następnie inni, jak **Biehle**, **Kramer**, **Mulder**.

Projektując kościół, należy wraz z fachowcem instrumentologiem zawczasu ustalić kwestie związane z wielkością organów, ilością piszczałek i t. d., gdyż wadliwie zainstalowane lub rozbudowane organy mogą być przyczyną wielu kłopotów akustycznych.

Najczęściej spotykanym błędem akustyki kościołów bywa nieodpowiedni czas podzwźwięku.

Co do koniecznej jego długości, to zdania są jeszcze podzielone. **Biehle** uważa, że czas 1 sek. jest wielkością średnią, gwarantującą dobrą słyszalność zarówno słowa jak i muzyki, co w ostateczności można byłoby podwyższyć do 1.5 sek., ze względu na organy. Natomiast **Cappai** uważa za niezbędne przeciętny czas podzwźwięku 2,5 sek., a dla kościołów mniejszych — 2,0 sek. Znany kościół St. Thomaskirche w Lipsku, mający 18.130 m<sup>3</sup> objętości, posiada następujące czasy podzwźwięku: przy pełnej frekwencji wiernych, z chórem i orkiestrą 2.5 sek., bez chóru i orkiestry 2.7 sek., przy jednej trzeciej frekwencji 5.0 sek., bez wiernych (z chórem i orkiestrą) 6.5 sek., a zupełnie pusty 8.0 sek.

**Studio radiowe.** Rozbudowa poszczególnych studio zależy od rodzaju produkcji, jakie mają być w nich wykonywane. W pomieszczeniach, gdzie panować będzie tylko słowo mówione, czas podzwźwięku powinien być krótszy niż dla studiów koncertowych, ze względu na zrozumiałość mowy. Studio dla produkcji muzycznych podobne jest w zasadzie do sali koncertowej, zwłaszcza gdy przewidywany jest udział publiczności. Uwzględnić jednak należy pewne charakterystyczne właściwości mikrofonu, którego obecność stwarza konieczność nieco innego rozmieszczenia materiałów tłumiących, niż to ma miejsce w zwykłej sali koncertowej.

Studia radiowe dzielimy więc na dwie zasadnicze grupy: dla produkcji słownych i muzycznych. Pomieszczenia dla produkcji słownych dzielimy z kolei na: studia odczytowe, względnie kabiny, z których odczytywane są krótkie komunikaty, wreszcie studia dla słuchowisk. Studia muzyczne dzielimy na studia przeznaczone dla muzyki tanecznej, kameralnej, dużej orkiestry symfonicznej, produkcji operowych. Istnieją więc w zasadzie cztery rodzaje studiów:

1. Odczytowe.
2. Koncertowe małe (orkiestra kameralna, małe słuchowiska).
3. Koncertowe średnie (dla dużych orkiestr, oper, operetek i dużych słuchowisk).
4. Koncertowe specjalnie duże (dla produkcji ad 3) z udziałem publiczności).

Wymiary poszczególnych ścian studio powinny, zdaniem **Braunmühl'a** — być do siebie w stosunku jak 2:3:5, względnie jak 3:4:5, gdzie liczby najmniejsze oznaczają wysokości, średnie — szerokości, a największe — długości sal.

**Lubszyński** przyjmuje wymiary 4.5 × 3.0 × 3.5 metrów za dostateczne dla studio odczytowego. Wymiary podłogi nie są kwadratowe, a to celem uniknięcia fal stojących. Kabiny dla wygłaszania krótkich komunikatów mogą mieć wymiary 1.5 × 2.0 × 2.5 m. Długość podzwźwięku 0.5 sek., przy częstotliwości 800 Hz.

Studia koncertowe małe powinny mieć wymiary 5.0 × 8.0 m przy wysokości 5.0 do 6.0 m. Dwie ściany ustawić należy w formie trapezu, rozczłonkować sufit. Czas pogłosu 1 sek.

Studia duże, których wymiary 15.0 × 20.0 m przy wysokości do 7.0 m pozwalają na produkcje operowe i operetkowe, przy udziale 50 do 60 muzyków, chóru do 100 osób i pewnej ilości słuchaczy, powinny posiadać czas podzwźwięku wynoszący 1.2 sek., przy częstotliwości 800 Hz.

**Braunmühl** wyznaczył najkorzystniejsze pojemności studiów dla orkiestr różnych wielkości. Tak np. studio o kubaturze 1.000 m<sup>3</sup> jest odpowiednim dla 20 muzyków, podczas gdy 60 muzyków znajdzie najlepsze dla siebie warunki akustyczne w studio o kubaturze 4.000 m<sup>3</sup>.

Oprócz zwykłych studiów stosuje się w dzisiejszej radiofonii pomieszczenia kompletnie pochłaniające, względnie zupełnie odbijające fale dźwiękowe, a to celem wywołania pewnych efektów reżyserskich, przy pomocy dodatkowych głośników i mikrofonów.

K i n o d ź w i ę k o w e. Projektując akustykę kina dźwiękowego należy poświęcić wiele troski zagadnieniu właściwego umieszczenia głośnika. Chociaż głos powinien dochodzić zasadniczo zza ekranu, to jednak nie jest niezbędnie koniecznym, aby głośnik znajdował się w środku ekranu, za nim. Wielu operatorów kinowych obawia się, że przez to ucierpi jednoczesność obrazu i dźwięku. Że tak nie jest, wykazały badania **Petzold'a**, który dowiódł, że przez zmianę miejsca zainstalowania głośnika następuje przesunięcie równoczesności o 0.002 sek., czego wszak żaden z widzów nie odczuwa. Badania jego wykazały, że:

1. Żaden z widzów nie odbiera jednocześnie wrażeń wzrokowych i słuchowych.
2. Różnica ta powiększa się ze wzrostem odległości od ekranu.
3. Umieszczenie głośnika obok ekranu a nie za nim, nie wpływa na równoczesność między obrazem i tonem.

Ze spostrzeżeń poczynionych ad 2) wynika, że głębokość sali kinowej nie powinna przekraczać pewnych wymiarów, gdyż w przeciwnym razie nierównoczesność dźwięku i obrazu byłaby zbyt znaczną. Granicą tą jest głębokość 30 m, przy której zaczyna występować różnica czasu 0,088 sek.

Kino z natury rzeczy musi posiadać również i doskonałą widoczność, należy więc bardzo starannie zaprojektować krzywiznę podłogi, aby wszystkim widzom zapewnić jednakowo dobre warunki zarówno optyczne jak i akustyczne.

Rozwiązanie rzutu nie różni się w zasadzie od tego, co zostało powiedziane o rzutach teatrów i sal koncertowych.

**Herkt** podaje najkorzystniejsze czasy poddźwięku dla kin, a mianowicie:

Objętość w m <sup>3</sup>	Czas poddźwięku w sek. przy	
	pełnej	połowie
	frekwencji publiczności	
300	0,9 — 1,2	0,6 — 0,8
700	1,0 — 1,3	0,8 — 1,1
1 500	1,2 — 1,5	0,9 — 1,3
3 000	1,5 — 1,8	1,2 — 1,5
6 000	1,8 — 2,0	1,4 — 1,7
12 000	2,1 — 2,3	1,7 — 2,0
18 000	2,3 — 2,6	1,8 — 2,2
25 000	2,5 — 2,8	1,9 — 2,3
30 000	2,6 — 2,9	2,1 — 2,5

A u d y t o r i u m. Pod mianem audytoriów rozumiemy sale przeznaczone tylko do słuchania mowy, a więc sale: wykładowe i zebrań wszelkiego rodzaju (posiedzeń, parlamentarne,

radzieckie). Z tego względu kwestia akustyki jest w nich mniej skomplikowana niż w salach omawianych poprzednio.

Najkorzystniejszy czas poddźwięku dla słowa mówionego w audytorium średniej wielkości wynosi 1.0—1.3 sek. a dla sal dużych, np. parlamentarnych, o kubaturze 5.000 do 15.000 m<sup>3</sup>, najkorzystniejszy czas poddźwięku nie przekracza 2.0 sek.

H a l a. Duże hale sportowe, których używamy równocześnie dla innych celów: manifestacji, urządzania widowisk, itp., nie wymagają tak precyzyjnej słyszalności jak dotychczas opisywane wnętrza. Niemniej jednak, ze względu na niedostateczny zasięg głosu ludzkiego, musimy posługiwać się instalacjami głośnikowymi.

Mamy do wyboru: zastosowanie jednego bardzo silnego głośnika lub też serii małych głośników. Jeśli stosujemy jeden silny głośnik, to należy umieścić go możliwie wysoko, aby znajdujący się pod nim słuchacze nie byli narażeni na zbyt wielkie ciśnienie akustyczne. Serię małych głośników należy umieszczać w szachownicę, w odstępach około 17 m.

S ł y s z a l n o ś ć n a w o l n e j p r z e s t r z e n i. Warunki słyszalności na wolnej przestrzeni są zupełnie inne niż w pomieszczeniach zamkniętych, gdyż brak jest płaszczyzn ograniczających je i mających dominujący wpływ na akustykę. Z tego też względu zasięg słyszalności głosu ludzkiego na wolnej przestrzeni nie jest zbyt duży, gdyż wynosi w kierunku, w którym zwrócony jest mówca 30 m, w bocznym 20 m i do tyłu 10 m. Cyfry te przedstawione graficznie dadzą nam krzywą jajowatą. Z tego względu musimy również i tu posilkować się zespołami głośników, które odpowiednio rozmieszczone, pozwalają nam nagłośnić przestrzenie prawie nieograniczone. W ten sposób pomagają sobie współczesne teatry na wolnej przestrzeni, wzorowane poniekąd na budowach starożytnych, wielkie stadiony sportowe, tory wyścigowe, place publicznych zgromadzeń i rewii wojskowych.

Ustawiając głośniki, należy rozmieścić je w takich odstępach, aby nie przeszkadzały wzajemnie sobie, a nawet w pewnych okolicznościach i mówcy, który mógłby wówczas po raz wtóry słyszeć wymówione przez siebie słowa.

K o r e k t a s ł y s z a l n o ś c i w n ę t r z i s t n i e j ą c y c h. W praktyce życia codziennego spotykamy się znacznie częściej z koniecznością zaprojektowania i przeprowadzenia

korekty akustyki wnętrza już istniejącego, niż z potrzebą opracowania strony akustycznej projektu architektonicznego. Oczywistym jest, że w tym wypadku nie można z góry podać sztywnych wskazówek koniecznych do wykonania takiego zadania, ponieważ środki techniczne, finansowe, konstrukcyjne — są rozmaite, jednakże na zasadzie tego co mówiliśmy poprzednio, można do pewnego stopnia ułożyć wskazania ogólne.

Błędy akustyczne w odniesieniu do muzyki dają się trudno określić w języku potocznym, gdyż opinie spotykane najczęściej (huczy, dudni, itp.) nie zawierają istotnych danych, pozwalających na określenie stopnia i rodzaju wad. Nieco inaczej przedstawia się sprawa w odniesieniu do mowy, a to dzięki ustaleniu kryteriów zrozumiałości. Rozróżniamy mianowicie zrozumiałość zdań, słów i sylab, przez co rozumiemy stosunek zupełnie zrozumiałych zdań, słów i sylab do ogólnej ilości wypowiedzianych.

Według Braunmühl'a, należy uważać zrozumiałość w 75% jako bardzo dobrą, w 65% jako jeszcze wystarczającą, a poniżej 60% jako już nie dostateczną.

Przystępując do badania jakiegoś wnętrza należy przede wszystkim stwierdzić, czy w nim nie powstaje echo, czy przeciąg czasu upływający między usłyszeniem dźwięku bezpośredniego a podźwiękiem wzmacniającym jest odpowiedni i korzystny. Po ewentualnym stwierdzeniu usterek — przystępujemy do ich usunięcia, jak to było omówione.

Ponieważ wartości tłumiące sufitu i ścian często dają się dosyć trudno zmieniać, pozostaje możliwość zmiany tłumienia elementów nie należących do tych trudności, a więc przedmiotów ruchomych: krzeseł, portier, itp. Dla tego jakaś sala, mająca dobrą akustykę przy pełnej frekwencji publiczności, okazuje się niezadowalającą, gdy publiczność nie dopisze. W takich wypadkach ratowano się do tej pory instalowaniem silnie absorbujących krzeseł wysycelanych.

Obecnie osiąga się ten efekt przez zastosowanie układu przesuwanych portier, które zależnie od ilości przybyłych słuchaczy pozwalają na dopasowanie potrzebnej ilości płaszczyzn tłumiących do frekwencji publiczności.

Można również poprawić słyszalność sali innym, dość prostym sposobem, a mianowicie przez zmniejszenie objętości sali, a co za tym idzie i jej podźwiewku, przy pomocy rozsuwanych w razie potrzeby ścianek, drzwi itp. Ujemną stroną tego systemu jest fakt, że cierpi na tym często architektura wnętrza, gdyż całość sali traci właściwe sobie proporcje.

Przeprowadzając wszelkie zmiany i przeróbki należy postępować nader ostrożnie, aby, jak to się często zdarza, usiłowaniem osiągnięcia lepszej słyszalności, nie popsuć bądź architektury, bądź w zasadzie niezłej istniejącej akustyki, wnętrza. Dotyczy to zwłaszcza korekty akustycznej kościołów.



W pracy niniejszej starałem się zobrazować powstanie i rozwój akustyki wnętrza, prawie od zarania budownictwa monumentalnego aż do czasów dzisiejszych, aby wykazać, że zagadnienia te przy dzisiejszym poziomie wiedzy zostały dostatecznie zbadane i nie przedstawiają sobą żadnych tajemnic czy niewyjaśnionych problemów. Trzeba przyznać, że zagadnienia akustyki wnętrza stoją często w sprzeczności z dzisiejszymi prądami w architekturze, gdzie przewagę mają gładkie, twarde, nie rozczłonkowane płaszczyzny. Jednak każdy architekt, obznajmiony choćby tylko pobieżnie z zasadniczymi wymaganiami słyszalności, kwestią odpowiedniego rozwiązania rzutu, rozbudowy i wyposażenia wnętrza, frekwencji słuchaczy, właściwego rozmieszczenia źródeł dźwięku i wreszcie wzajemnego utrosunkowania się tych czynników — potrafi zastosować odpowiedni dobór, aby zaprojektowana przez niego budowla mogła doskonale spełnić swe zadanie.

WYDAWCA Z RAMIENIA SARP.  
INŻ. ARCH. JAN L. SZPERLING  
REDAKTOR: INŻ. ARCH.  
JAN POLIŃSKI

KOMITET REDAKCYJNY: INŻ.  
ARCH. INŻ. ARCH. T. DZIĘ-  
GIELEWSKI, JERZY HRYNIE-  
WIECKI, P. SIWIK, T. NOWA-  
KOWSKI, S. MURCZYŃSKI, A.  
PŁACHCIŃSKI, H. JASIEŃSKA

Inżynier **JAN WEBER**

BUDOWLANA SPÓŁKA AKCYJNA  
Warszawa, Warecka 11, telefon 2.17-32 i 2.51-38

Fabryka w Warszawie: ul. Kopińska 25, tel. 9.93-59

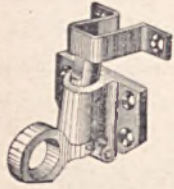
MORAWICA  
SZEWCE

BOLECHOWICE  
BARWINEK

ZAGÓRZE

OLOWIANKA  
ZELEJOWA

ZYGMUNTÓWKA  
DĘBNIK



## Okucia Nowoczesne Bracia LUBERT

SPÓŁKA AKCYJNA

WARSZAWA, UL. ŻŁOTA 34  
TELEF: 303-08, 647-35

Kopiowanie i oprawa planów mat. i przybory kreślarskie

## St. Szymański i K. Cygański

WARSZAWA I, UL. WILCZA 32 TEL. 8.14-77  
8.14-78

# ABARYS

ZAKŁAD WYŚWIETLANIA

RYSUNKÓW

I OPRAWA PLANÓW

Nowy Świat 27.

Telefon 642-99

MAT. CONCO

## BIURO INŻYNIERYJNEJ IZOLACJI ORO-CONCO

Sp. z ogr. odp.

Warszawa, WIDOK 23, telef. 5-04-88

Wysokowartościowe izolacje od wody — ekspertyzy

MAT. CONCO

## FABRYKA JAN SERKOWSKI S.A.

Warszawa, ul. Nowolipie 7B

Gazowe piece kąpielowe.  
Gazowe kuchnie, kuchenki,  
Gazowe piece, żelazka itp.

# „ATIS”

Studnie artez. i bad. gruntu

Najwyższe odznaczenie na Międzynarodowej Wystawie 1927 r. Dyplom Honorowy. Odznaczenia, Dyplomy uznania. Łódź 1903, Warszawa 1910 r. Medale złote: Warszawa 1896. Łódź 1903.

## RYCHŁOWSKI i S-ka

Sp. z ogr. odpowiedzialz.

BIURO HYDROLOGICZNO-INŻYNIERSKIE  
W-wa, Mokotowska 24. Tel. 8-10-24, 9-65-18  
Firma egz. od r. 1894

Badania gruntów pod budowlę. Bud. studzien artez. Laboratorium gruntoznawcze. Analizy fiz.-mech. gruntów. Opracowano przeszło 982 sprawozdań naukowych z dziedz. hydrogeologiczn. badań gruntu.

## J. PRZEŹDZIECKI

PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZE  
Warszawa, ul. Jana Kazimierza 13, na Woli  
TELEFON 650-24

## „BUDOWNICTWO”

Sp. z o. o.

Przedsiębiorstwo Robót Budowlanych  
WARSZAWA, MAZOWIECKA 11 m. 24 TEL. 293-95

## MARMURY KIELECKIE

piaskowce, granity, bazalty, alabastry, marmury zagraniczne

Fabryka w Kielcach: ul. 3-go Maja 26, tel. 10-01

Kamieniołomy Granitu „ZDZIŁÓW” w Klesowie

## Inż. A. CREŹOWSKI

Warszawa, ul. Filtrowa 69. Tel. 8.54-33

Nowocześnie urządzone zakłady do wydobycia i obróbki granitu dla celów budowlanych  
Oferty, por. dy, projekty i kosztorysy na żądanie.  
Wykonany cały szereg najpoważniejszych robót.

PRZEDSIĘBIORSTWO ROBÓT INŻYNIERYJNO-BUDOWLANYCH

## SOSONKO i WOJCIECHOWSKI

INŻYNIEROWIE

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

WARSZAWA, KRUCZA 8 TELEF. 8.81-84

Wytwórnia wyrobów betonowych i ksyolitowych

## EDMUND SZMIDT

Warszawa, ul. Grójecka 56, Tel. 9-28-39

Stopnie, parapety okienne, posadzki i roboty w sztucznym marmurze i granicie oraz posadzki skałodrzewne

Płytki cementowe „LASTRICO” hydraulicznie prasowane  
Płytki „CEMAR” do licowania budynków

Rok założenia 1922

Wytwórnia wyrobów ze sztucznego kamienia

## Jan JASICZEK

Warszawa, Al. Jerozolimska 18, tel. 207-91  
Fabryka Czernałkowska 171.173 tel. 907-80

Stopnie, płyty okienne, okładziny ścienne, posadzki ksyolitowe.

Wszelkie roboty ze sztucznego kamienia

## PALE FRANKI W POLSCE

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

Budowa Fundamentów na żelbetowych palach

Warszawa, ul. Kanonia 20, telefon 596-51

## POMORSKIE ZAKŁADY CERAMICZNE

Sp. Akc.

I ZAKŁADY CEGIELNIANE W PUSTELNIKU

Sp. Akc.

Grudziądz, Pierackiego 59 tel. 20-46

BIURO SPRZEDAŻY: WARSZAWA, UL. WIEJSKA 12 m. 2 tel. 958 07

KAFLE STAŁOWE „PIECE SZRAJBERA” Sp. z o. o.

WARSZAWA, BRACKA 11 m. 4  
tel. 9.0-332

**ARTEZYT** - Polska zaprawa do tynków szlachetnych

**BEZET** - utrwalony beton niezniszczalny nawierzchnie podłóg, podwórzy i t.p.

WYTWÓRNIA ZAPRAW I KAMIENI SZTUCZNYCH

**A. i B. Inż. Z. BIAŁECKI**

Warszawa,

ul. Glogiera 1,

Tel. 7-29 04



# STÓŁ SKANALIZOWANY



*niezbędne w każdej kuchni*

Z NIERDZEWNEJ KWASOODPORNEJ  
STALI, KOMFORTOWE, HIGIENICZ-  
NE, WYGODNE NIETŁUKĄCE SIĘ.

TOW. **ALFA-LAVAL** S.Z.O.O.  
WARSZAWA - TAMKA 3.



## KAMIENIOŁOM TARNOPOLSKIE W BUDZANOWIE K/TREMBOWLI

Przedstawicielstwo w W-ie, UL. KALISKA 18 m. 14 t. 9.09.51  
dostarczają

**Piaskowiec szary, czerwony**  
na cele budowlane



**STROP-URSUS**  
Jednoczy zalety wszystkich stro-  
pów drobnorębekowych, jest  
tani, trwały, lekki, ciepły, łatwy  
w wykonaniu i nieakustyczny  
obliczenia statyczne i prospekty na żądanie  
Inż. arch. L. KARIO  
Warszawa, Złota 28  
telefon 502-20  
716-08

Najlepsza i najtańsza Izolacja cieplna i akustyczna

## z Trzynieckiej wełny ż u ż l o w e j

W Y R O B U

**SPÓŁKI GÓRNICZO-HUTNICZEJ**

**KARWINA - TRZYNIEC, S. A.**

Generalna Reprezentacja:

**TECHNIKA HARTOWNICZA**

Inż. **A. SIERZPUTOWSKI i S-ka**

**WARSZAWA, Al. Jerozolimska 39**

**Tel. 7-33-02**