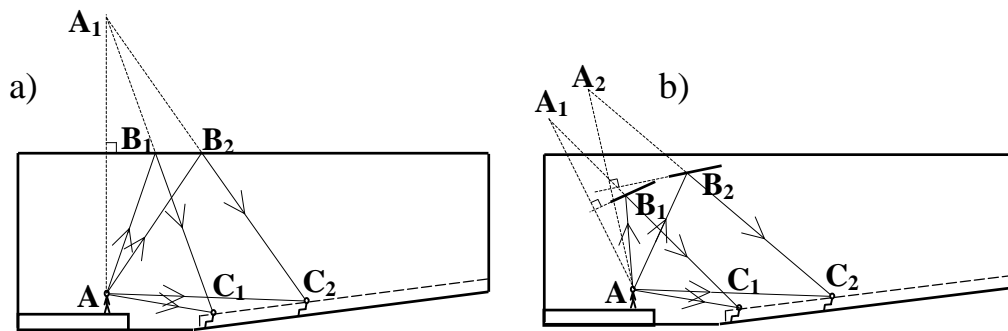
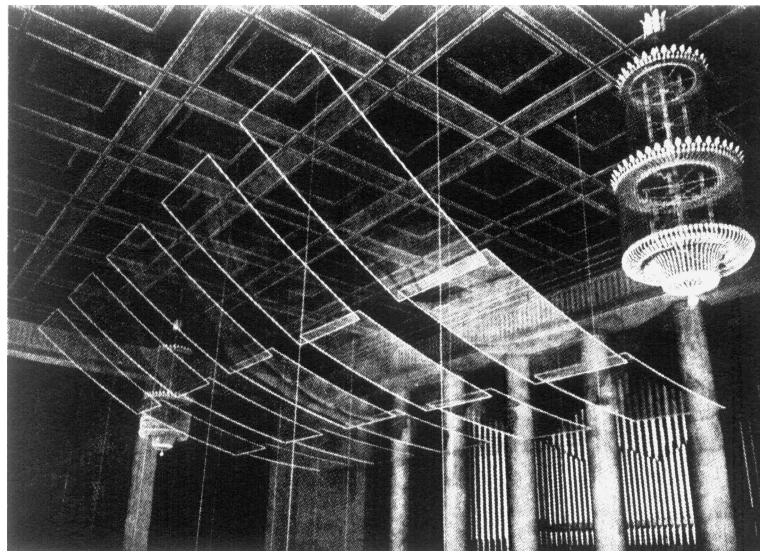


PROFIL SUFITU I ŚCIAN



c)



d)

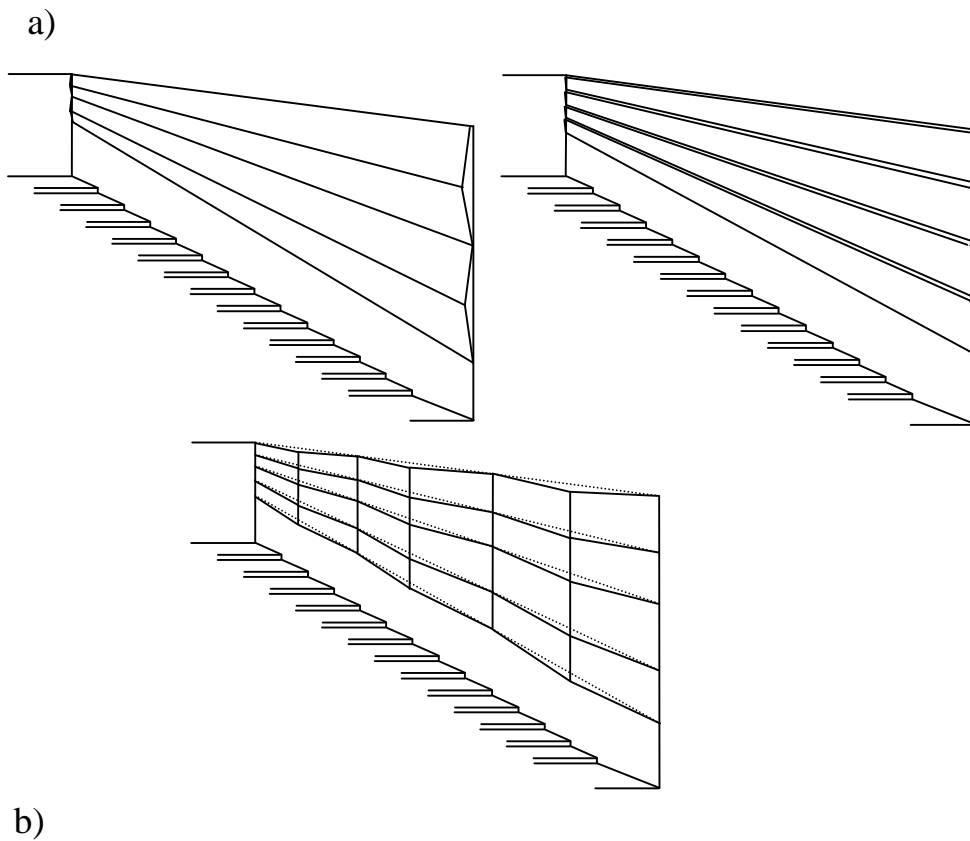


e)

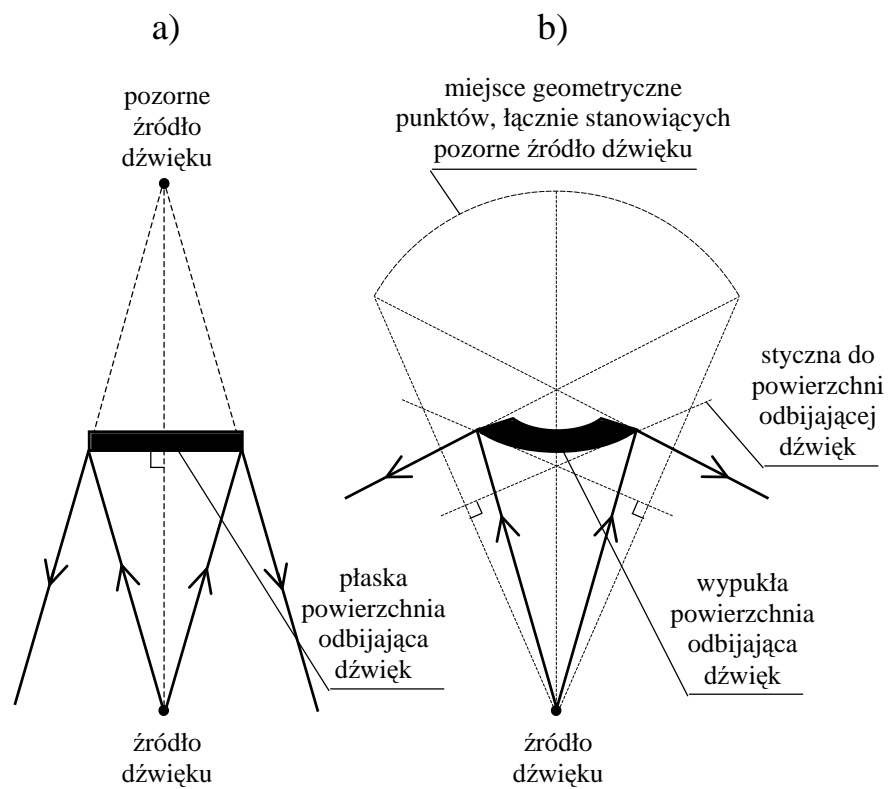


Rys. 2.25. Przekrój pomieszczenia (a) przed i (b) po umieszczeniu ekranów skracających drogę dźwięku odbitego od sufitu oraz przykłady zastosowania ekranów w pomieszczeniu. Przykładowe rozwiązania: (c) Monachium, Herculeshalle, kubatura – 13 690 m³, widownia – 1287 miejsc, (d) Kopenhaga, Radiohuset, studio koncertowe Studio1, kubatura – 11 900 m³, widownia – 1081 miejsc, (e) Filharmonia im. A. Rubinsteina w Łodzi, widownia – 1081 miejsc, arch. R. Loegler

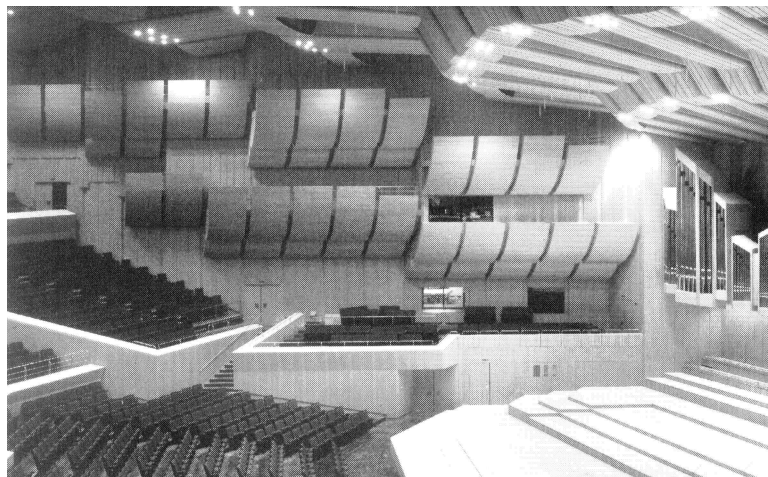
A: źródło dźwięku; A₁, A₂ źródła pozorne; B₁, B₂: punkty odbicia; C: obserwator



Rys. 2.26. a) Profilowanie ścian, kierujące dźwięk odbity ku widowni i usuwające akustycznie niekorzystną równoległość dużych, płaskich powierzchni, które stanowią ściany boczne. b) Przykładowe rozwiązanie: Auditorium Novum Politechniki Gdańskiej. Kubatura - 3880 m^3 , widownia - 474 miejsca. Architektura: Adam Iwanaszko



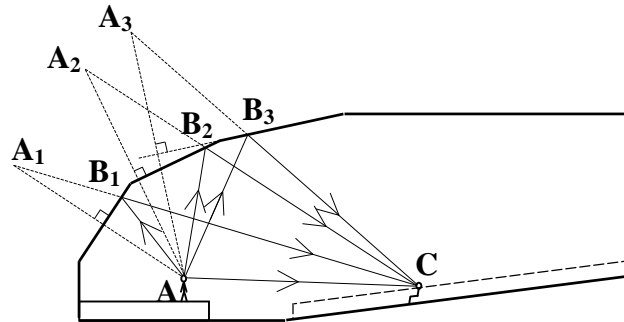
c)



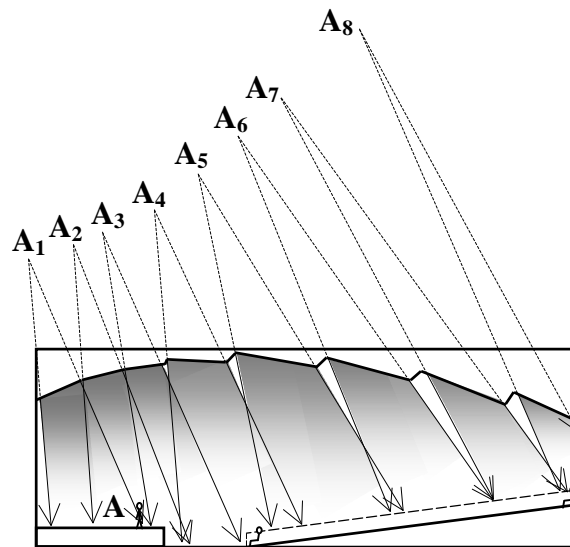
Rys. 2.27. Poszukiwanie kierunku biegu fali odbitej od powierzchni płaskiej a) i wypukłej b).
 Pominęto dyfrakcję dźwięku na krawędzi elementu odbijającego dźwięk. Przykładowe rozwiązanie: c) - wypukłe ekrany akustyczne kierujące dźwięk odbity od ścian ku widowni, Filharmonia w Monachium, 2387 miejsc

$$\Delta t = (|AB_x| + |B_xC| - |AC|) / c \quad , \quad (2.7)$$

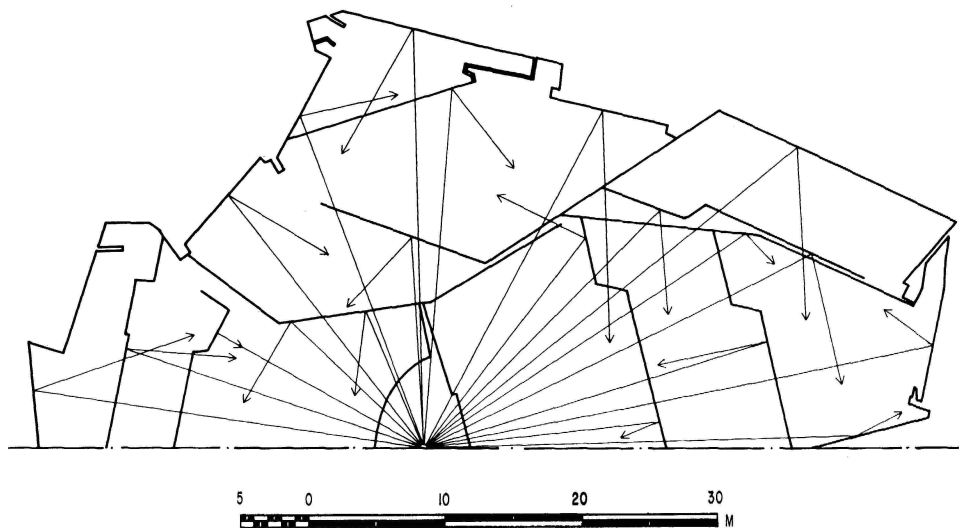
gdzie: $|AB_x|$, $|B_xC|$, $|AC|$ - długości odpowiednich odcinków z rys. 2.28, należy przyjąć indeks x ($x=1,2,3$) dający najkrótszą drogę fali odbitej, c - prędkość dźwięku w powietrzu ($c = 340$ m/s).



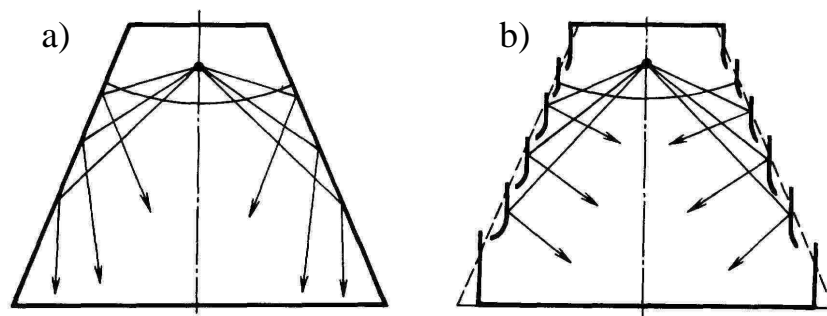
Rys. 2.28. Wyznaczanie dróg fali jednokrotnie odbitej w przekroju pomieszczenia przy użyciu metody źródeł pozornych. Oznaczenia jak na rys. 2.25



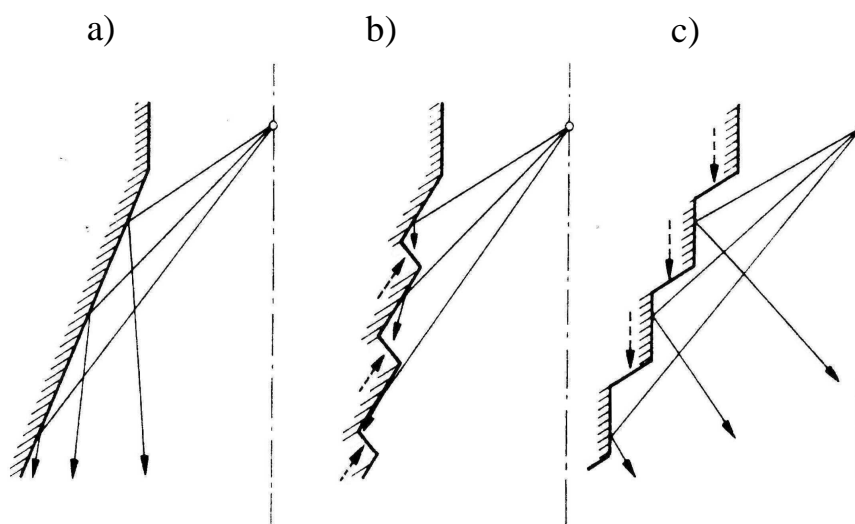
Rys. 2.29. Przekrój sali z profilem sufitu, zapewniającym równomierne pokrycie widowni dźwiękiem odbitym. Oznaczenia jak na rys. 2.25



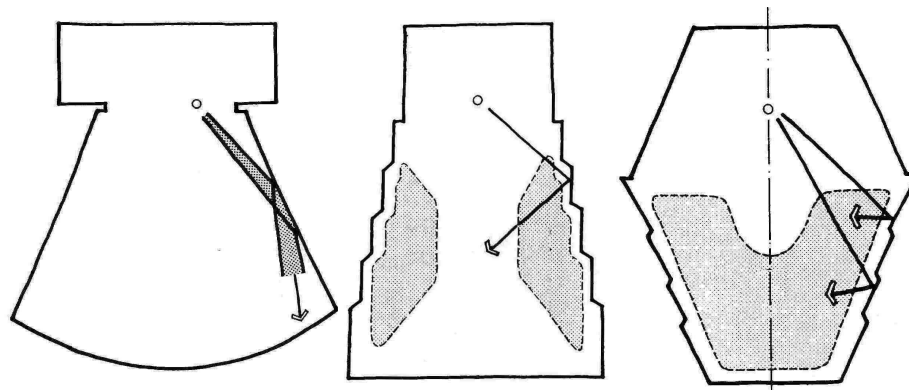
Rys. 2.31. Wyprofilowanie ścian kierujące odbity dźwięk w odpowiedni rejon widowni o układzie tarasowym. Filharmonia w Berlinie



Rys. 2.32. Korekta niekorzystnego rozkładu kierunków padania dźwięku odbitego od ścian. a) sala o rzucie wachlarzowym, b) korekta rzutu przez odpowiednie profilowanie ścian

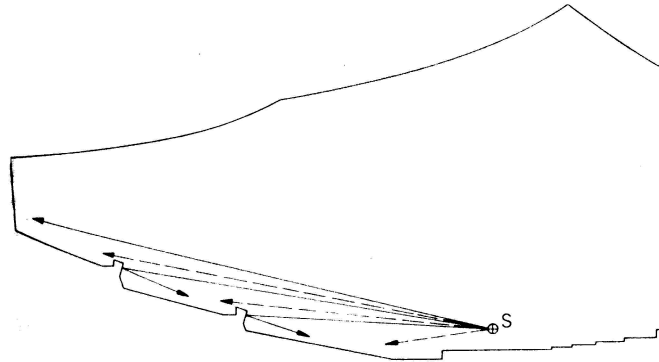


Rys. 2. 33. Wachlarzowaty rzut sali a) oraz akustycznie niekorzystna b) i korzystna c) korekta rzutu (pokazano połowę rzutu, na lewo od osi symetrii). Strzałki z linią przerywaną pokazują wejścia do sali

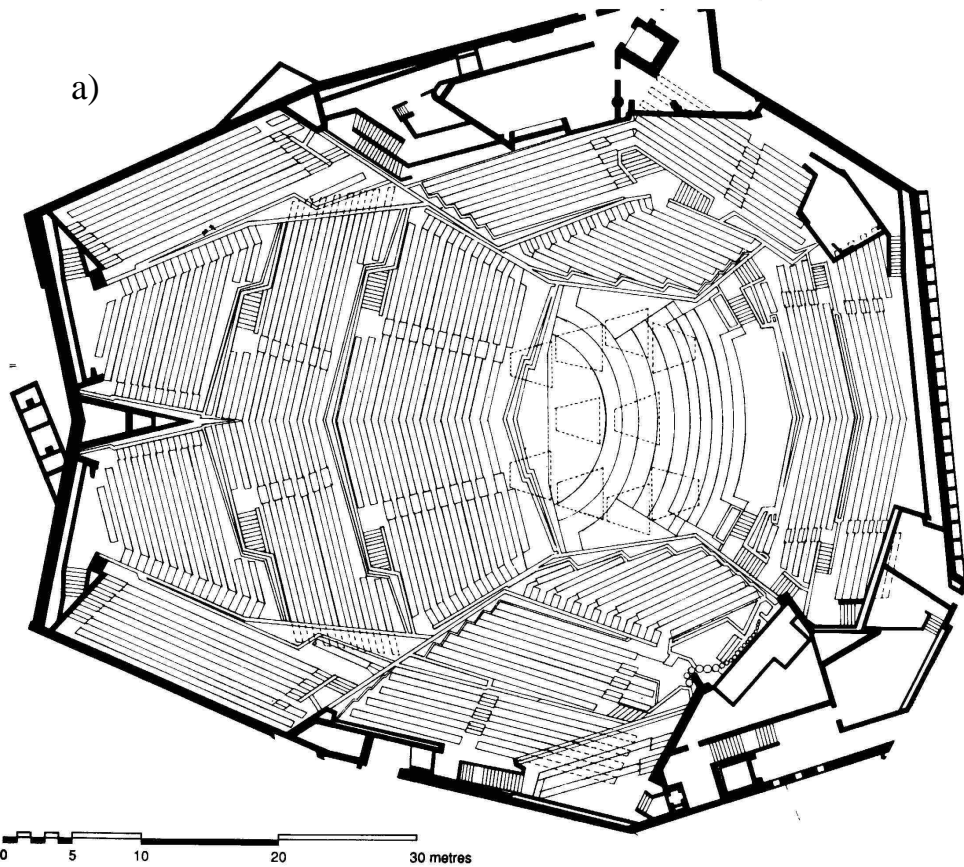


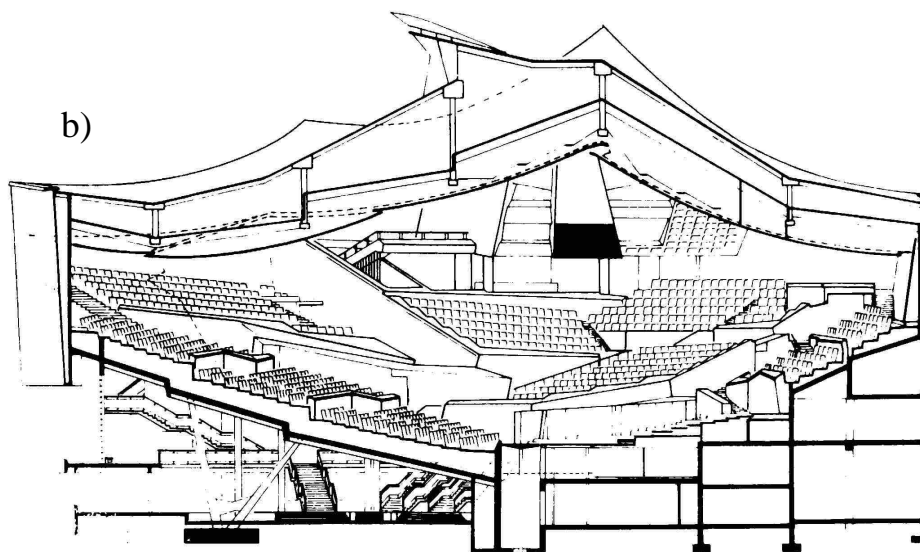
Rys. 2.34. Wpływ kształtu sali i kąta wyprofilowania ścian na wielkość obszaru, do którego docierają korzystne dla akustyki sali silne odbicia z kierunków bocznych (zaciemniona część widowni)

UKŁAD WIDOWNI



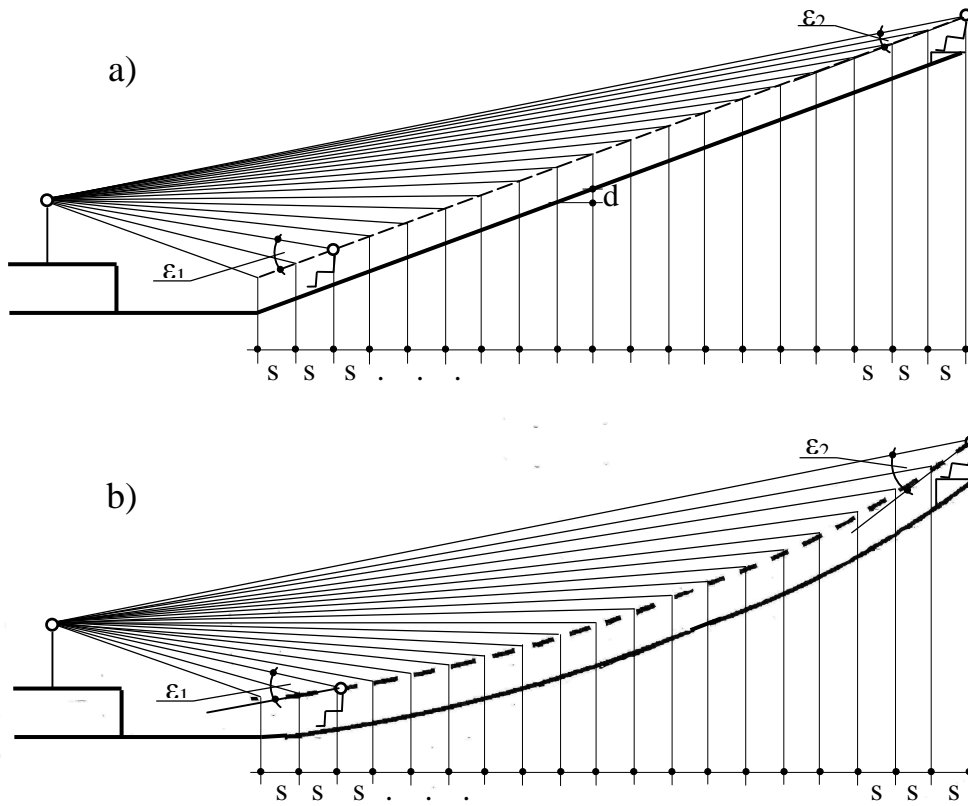
Rys. 2.37. Profil widowni Filharmonii w Berlinie. Tarasowy układ widowni oraz kształt i nachylenie ścianek wokół tarasów poprawiają warunki słyszalności na widowni





Rys. 2.38. Sala Filharmonii w Berlinie o tarasowym układzie widowni, znana z bardzo dobrej akustyki. a) przekrój, b) rzut. Kubatura – 25 000 m³, widownia - 2230 miejsc.
Architektura: Hans Scharoun, akustyka: Lothar Cremer

PROFIL WIDOWNI

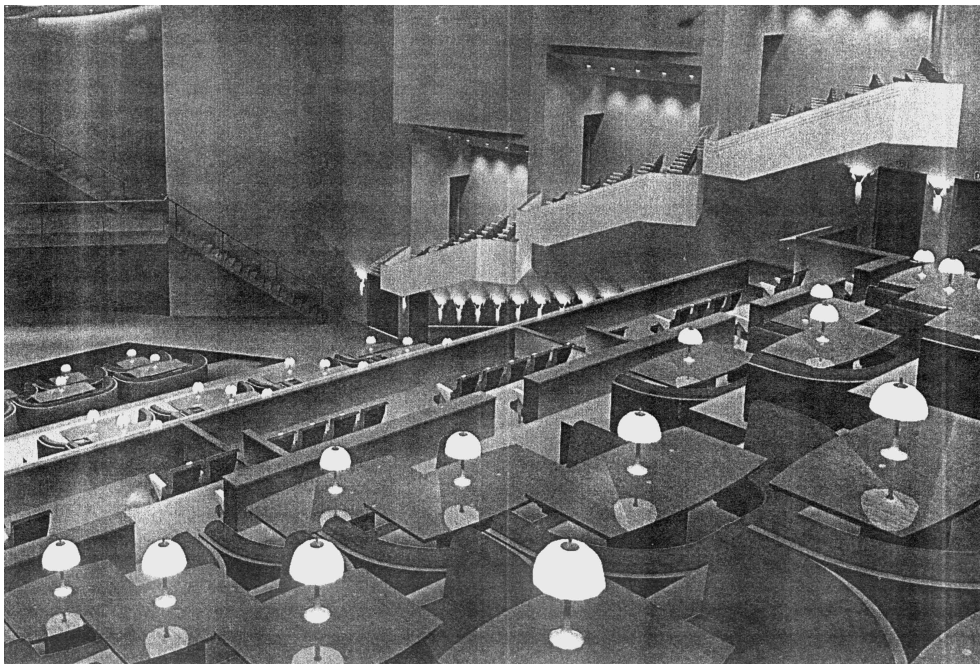


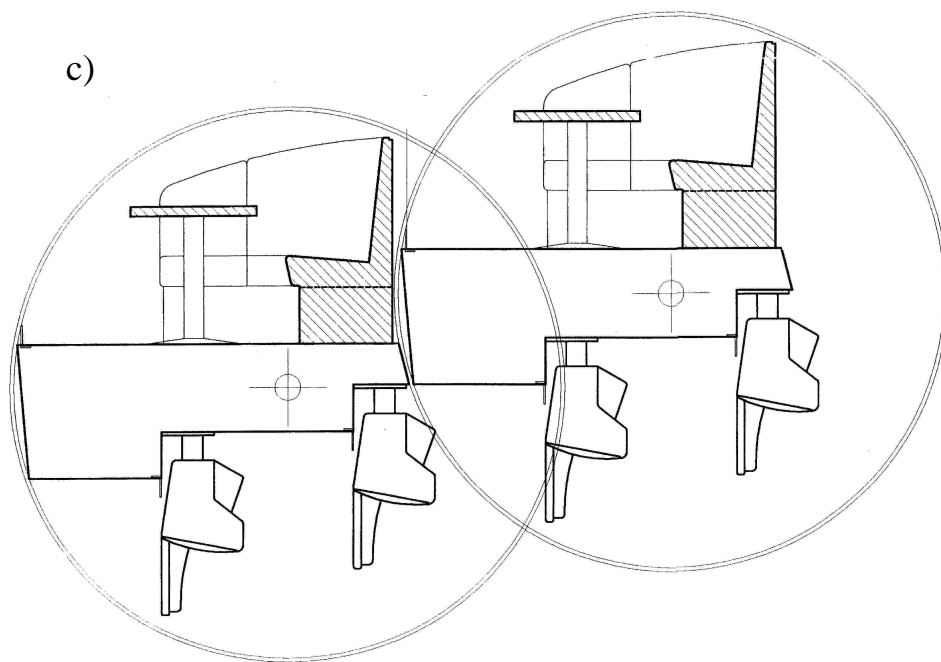
Rys. 2.40. Profil widowni (a) ze stałą wysokością przewyżki d i malejącym kątem widoczności ($\epsilon_2 < \epsilon_1$), (b) ze stałym kątem widoczności ($\epsilon_2 = \epsilon_1$) i rosnącą wysokością przewyżki. S: szerokość rzędu

a)



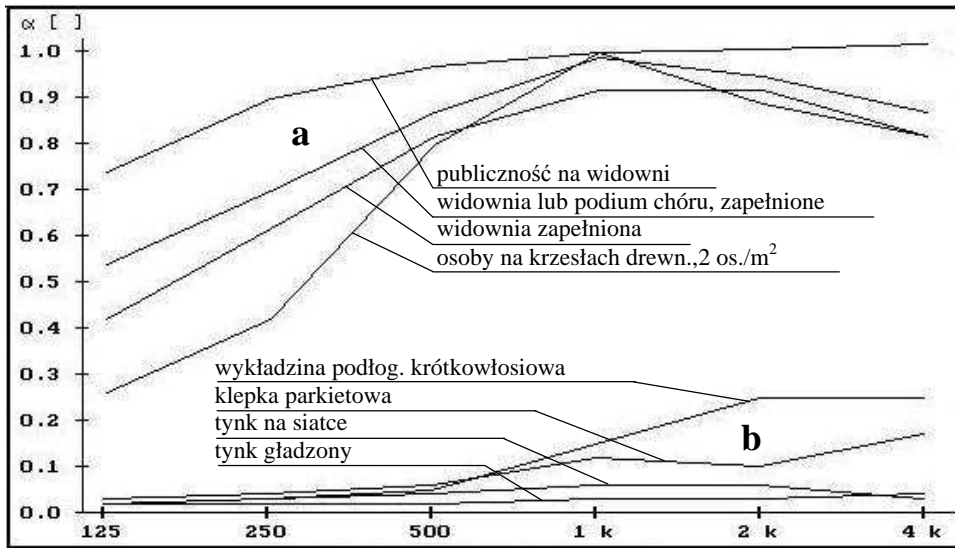
b)





Rys. 2.42. Centrum Kongresowe na Żeraniu w Warszawie, sala o zmiennym układzie widowni (wizualizacja komputerowa, projekt, 2001). a) widownia z fotelami ustawionymi w rzędy, b) widownia ze stolikami i kanapami c) obrotowe segmenty widowni.

DOBÓR FOTELEI



Rys. 2.43. Współczynnik pochłaniania dźwięku w funkcji częstotliwości dla widowni wypełnionej publicznością (a) i przykładowych materiałów używanych do wykończenia wnętrza sali (b)

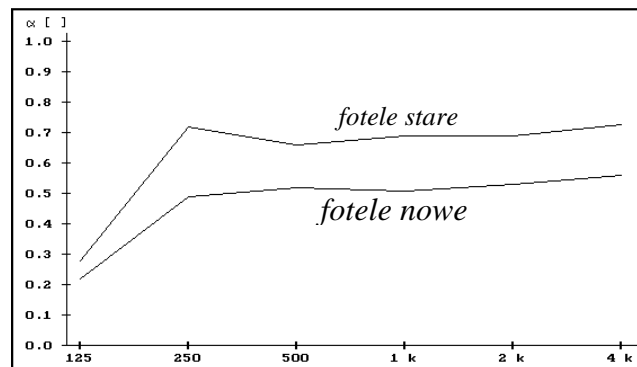
a)



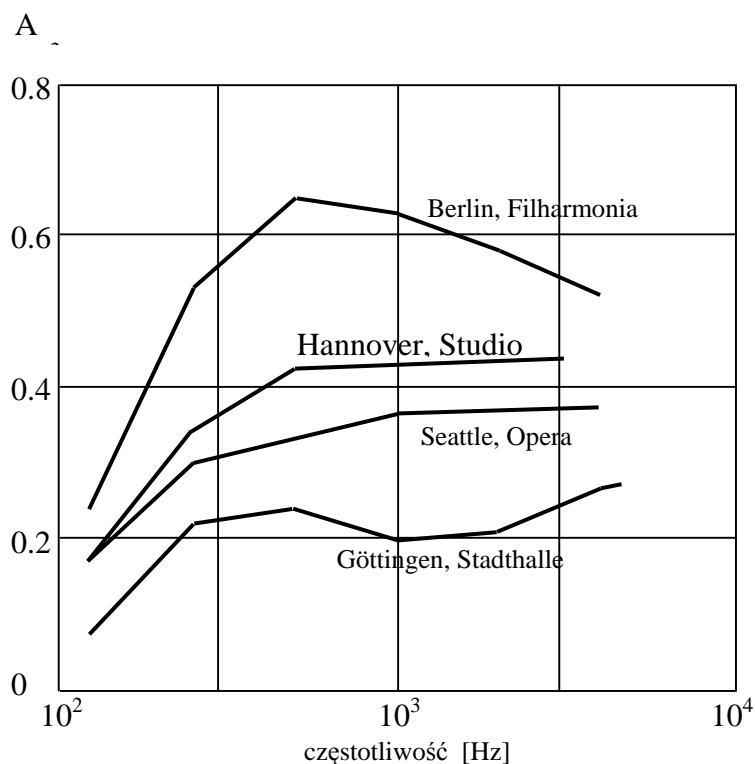
b)



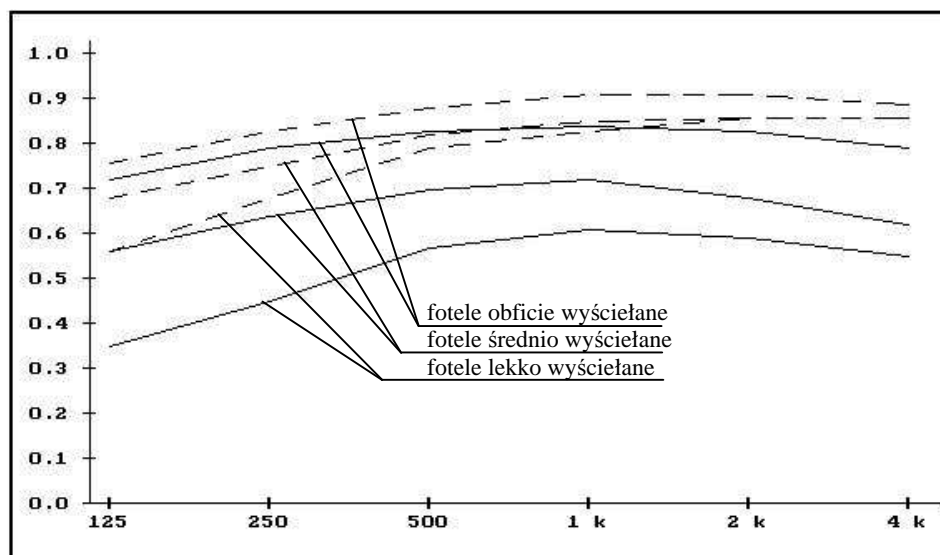
c)



Rys. 2.46. Fotele w sali koncertowej Filharmonii Śląskiej w Katowicach przed (a) i po modernizacji widowni w roku 2004, (c) – ich współczynnik pochłaniania dźwięku w funkcji częstotliwości. Fotele użyte w zmodernizowanej sali: typ FIW/1, producent: Fabryka Mebli Okrętowych FAMOS, 83-200 Starogard Gdański, ul. Gdańska

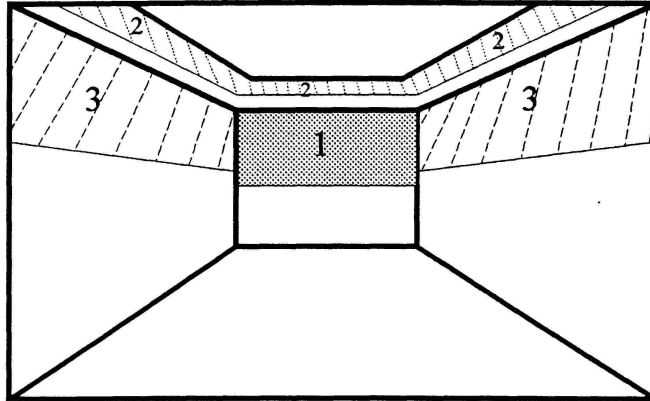


Rys. 2.47. Chłonność akustyczna A przypadająca na pojedynczy fotel w Sabinach (m^2) w funkcji częstotliwości, zmierzona *in situ* z uwzględnieniem układu rzędów i przejść między nimi, dojść do poszczególnych sektorów, dróg ewakuacyjnych itp.

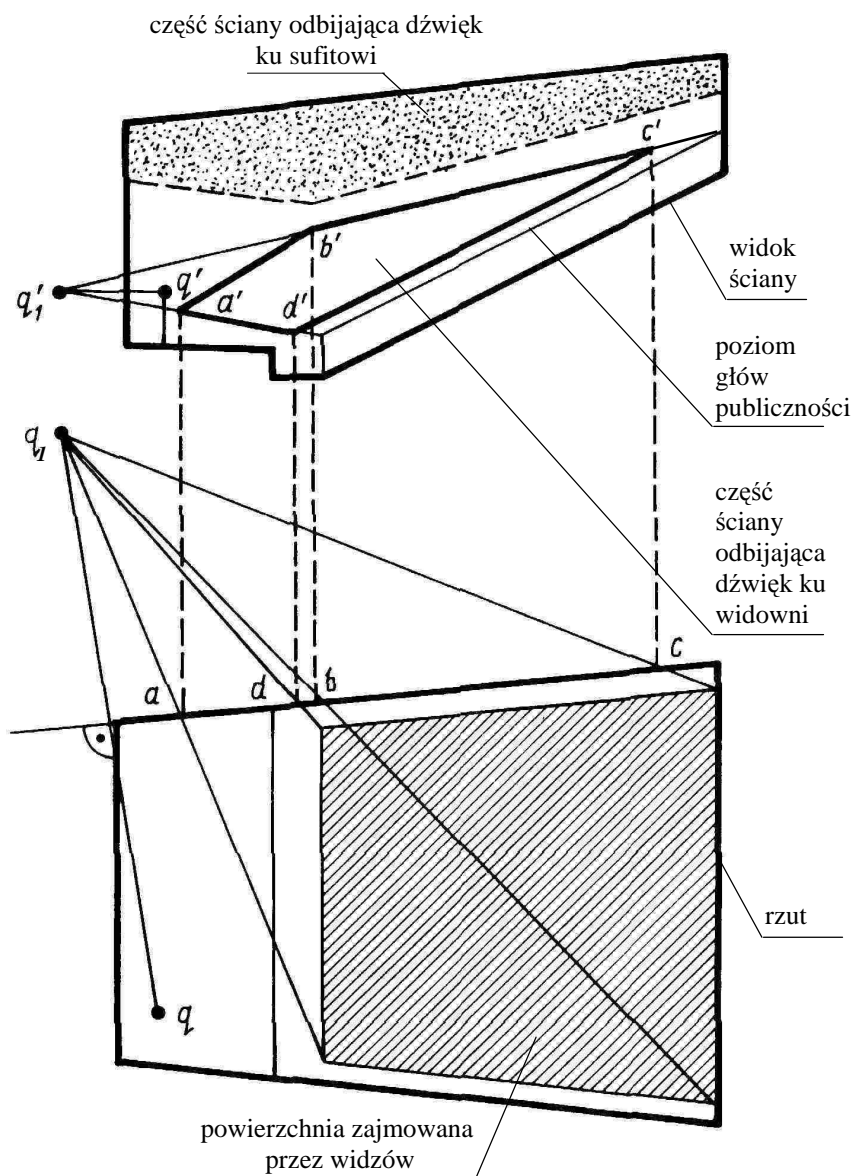


Rys. 2.48. Współczynnik pochłaniania dźwięku w funkcji częstotliwości dla foteli o różnym stopniu pokrycia tapicerką. Każda krzywa została uśredniona z 5-ciu rozwiązań foteli o zbliżonej konstrukcji. — fotele puste, - - - - - fotele wypełnione. Współczynniki są przewidziane do wykorzystania we wzorze Sabine'a (1.18). Liczbowe wartości współczynników: patrz tabl. 2.10

ROZMIESZCZENIE MATERIAŁÓW ODBIJAJĄCYCH I POCHŁANIAJĄCYCH DŹWIĘK



Rys. 2.49. Kolejność rozmieszczania materiałów dźwiękochłonnych
wg rosnącego stopnia oddziaływania na akustykę sali
1: ściana tylna, 2: część przyścienna sufitu, 3: górna część ścian bocznych



Rys. 2.50. Położenie materiału odbijającego dźwięk na ścianie, pozwalające wykorzystać energię odbitego dźwięku dla nagłośnienia widowni. q, q_1 : źródło dźwięku i jego obraz pozorny; q', q'_1 : rzuty punktów q, q_1 na płaszczyznę ściany; a', b', c', d' : narożniki ustroju wykonanego z materiału odbijającego dźwięk; a, b, c, d : punkty pomocnicze