



Na zdjęciach przegrody akustyczne stosowane w KzR

# WYTYCZNE DO WYKONANIA ADAPTACJI SALI KINOWEJ W ZDUNACH

Stara kaflarnia

## STRESZCZENIE

Dokument zawiera wytyczne do wykonania wyposażenia technicznego małego kina społecznościowego dla wybranego obiektu użyteczności publicznej.

© Wszelkie prawa zastrzeżone KzR 2019  
Wersja v.7 z dnia 1.08.2020 r

## SPIS TREŚCI

---

1	Słownik .....	2
2	Wstęp .....	4
3	Materiały stosowane do adaptacji sali kinowej .....	7
4	Pokrycie ścian okładziną dźwiękochłonną.....	13
5	Sufit podwieszany.....	18
6	Przegroda akustyczna typu Baffle Wall .....	21
6.1	Konstrukcja wsporcza przegrody akustycznej .....	22
6.2	Metody i sposoby wykonywania łączników elementów przegrody akustycznej.....	25
6.3	Konstrukcja płyty akustycznej dla przegrody akustycznej typu Baffle Wall .....	29
6.4	Wytlumienie konstrukcji przegrody akustycznej .....	32
7	Ekran akustyczny .....	36
8	Podest z fotelami dla widzów.....	39
9	Instalacje kablowe .....	45
9.1	Zasilanie i uziemienie .....	45
9.2	Sieć lokalna z dostępem do internetu .....	47
9.3	Kable sygnałowe.....	47
10	Wentylacja, klimatyzacja i ogrzewanie.....	49
11	Zaciemnienie sali kinowej.....	52
12	Oświetlenie sali kinowej.....	52
13	Instalacja nagłośnienia .....	54

# 1 SŁOWNIK

---

Słownik zawiera definicje podstawowego nazewnictwa stosowanego w opisie adaptacji sali na potrzeby małych kin społecznościowych.

**izolacyjność akustyczna, dźwiękoizolacyjność** - całość środków technicznych i metod montażu mających na celu zmniejszenie przenikania dźwięków między pomieszczeniami; wyróżnia się izolacyjność dla dźwięków powietrznych i dla dźwięków uderzeniowych, zarówno dla przenoszenia bezpośredniego (poprzez daną przegrodę) jak i bocznego (poprzez sąsiadujące przegrody, stropy i otwory); w przypadku sali kinowej należy dążyć do uzyskania jak najlepszej izolacyjności akustycznej.

**wytlumienie, dźwiękochłonność** - całość środków technicznych i metod montażu mająca na celu kształtowanie akustyki pomieszczenia poprzez odpowiednie wytlumienie (pochłonięcie) dźwięków o określonym zakresie częstotliwości akustycznych przy jednoczesnym zmniejszeniu pogłosu pomieszczenia (hałasu pogłosowego);

**przegroda akustyczna, Baffle Wall** - konstrukcja akustyczna na głośniki (ang. Baffle Wall), znajdująca się za ekranem projekcyjnym, składająca się z drewnianego stelaża, płyty akustycznej pokrytej od przodu warstwą gęstej wełny mineralnej, z wypełnieniem wełną mineralną o niskiej gęstości przestrzeni za przegrodą do ściany konstrukcyjnej; przegroda akustyczna służy podniesieniu jakości dźwięku emitowanego przez głośniki oraz poprawie warunków akustycznych pomieszczenia; przegroda nie zwiększa izolacyjności akustycznej pomieszczenia;

**płyta akustyczna** - trójwarstwowa płyta, wykonana jako płyta MFP 22 mm obustronnie oklejona płytami GK 12,5 mm AKU o podwyższonych parametrach akustycznych, z otworami na głośniki, stanowiąca główną część przegrody akustycznej;

**ściana działowa dźwiękoizolacyjna AKU 150 mm** – szczelna ściana GK o grubości 150 mm dzieląca dwa pomieszczenia, charakteryzująca się podwyższonym poziomem izolacyjności akustycznej, składa się ze stalowego stelaża wypełnionego wełną mineralną 100 mm o dużej gęstości i podwyższonych współczynnikach pochłaniania dźwięku, pokrytego obustronnie szczelną podwójną warstwą płyt GK 12,5 mm AKU o podwyższonych współczynnikach pochłaniania dźwięku (2x12,5+100+2x12,5); izolacyjność ściany AKU powinna wynosić co najmniej 61 dB (dla pomiaru w warunkach laboratoryjnych).

**przedścianka akustyczna dźwiękoizolacyjna 80/130 mm** – szczelna przyścienna konstrukcja podwyższająca izolacyjność akustyczną ściany, wykonana z profili stalowych, wypełniona wełną mineralną AKU o dużej gęstości, grubości 50 lub 100 mm i podwyższonych współczynnikach pochłaniania dźwięku, ze szczelnym jednostronnym dwuwarstwowym pokryciem płytami GK AKU 12,5 mm; może być wykonana jako kotwiona (np. schemat Nida Tynk CE/ES/25) lub wolnostojąca (np. schemat Nida C50-25, C100-25), z pokryciem płytami Nida Cicha; powinna podwyższać izolacyjność akustyczną istniejącej ściany o co najmniej 30 dB.

**sufit dźwiękoizolacyjny** – szczelna konstrukcja sufitowa mająca zapewnić wysoką izolację akustyczną sali kinowej od dźwięków otoczenia przenikających od góry; sufit dźwiękoizolacyjny może być wykonany tak samo jak ściana działowa dźwiękoizolacyjna AKU 150 mm albo przedścianka akustyczna dźwiękoizolacyjna 80/130 mm, w zależności od odległości do stropu konstrukcyjnego; jeśli przez sufit dźwiękoizolacyjny przechodzą jakieś instalacje, to wszelkie otwory muszą być

odpowiednio uszczelnione; pod sufitem dźwiękoizolacyjnym musi być zainstalowany dźwiękochłonny sufit podwieszany.

**okładzina dźwiękochłonna 70/120 mm** - okładzina naścienna z wełny mineralnej AKU o grubości 50 lub 100 mm (o podwyższonych parametrach akustycznych), służąca wygłuszeniu i poprawie akustyki pomieszczenia; nie poprawia izolacyjności akustycznej; przy zastosowaniu pokrycia pojedynczą płytą perforowaną GK 12,5 mm (np. Nida Sonic) może być wykonana jako kotwiona (np. schemat Nida Tynk CE/ES/12,5) lub wolnostojąca (np. schemat Nida C50-12,5, C100-12,5); w przypadku pokrycia tkaniną akustyczną lub tapetą należy zastosować wełnę szklioną mocowaną bezpośrednio do ściany lub z wykorzystaniem stelaża drewnianego; współczynnik pochłaniania dźwięku okładziny 100 mm powinien wynosić min. 0,5 dla częstotliwości 125 Hz i 1 od 250 Hz.

**panele dźwiękochłonne** - panele o różnych kształtach służące do wygłuszenia i poprawy akustyki pomieszczenia; powinny być wykonane są z wełny mineralnej o dużej gęstości i grubości 50 - 100 mm, umieszczonej w drewnianej ramie na sklejce, wieszane na ścianach; dostępne w handlu panele wykonane z gąbki akustycznej nie powinny stanowić podstawowych elementów kształtowania akustyki pomieszczenia, ponieważ mają one wpływ dopiero na częstotliwości powyżej 1 kHz.

**sufit podwieszany AKU** – dźwiękochłonny sufit podwieszany służy wygłuszeniu i poprawie akustyki pomieszczenia, składa się z perforowanych płyt GK 12,5 mm o podwyższonych parametrach akustycznych (np. Nida Sonic, Rigips Gyptone), mocowanych na ruszcie metalowym, z nałożoną od góry warstwą wełny mineralnej o grubości min. 50 mm; może być wykonany jako monolityczny (np. Nida Sufit DK/ES/CD60-12,5, Isover 4.05.242) lub kasetonowy (np. Rigips Quick Lock 4.07.70 z konstrukcją T24); dla podwyższenia dźwiękoizolacyjności (np. przy znacznej wysokości przestrzeni nad sufitem podwieszanym) należy stosować sufit dźwiękoizolacyjny.

**ekran akustyczny** - ekran projekcyjny wykonany z materiału lub innego tworzywa przepuszczającego dźwięk (np. Adeo Vision Acoustic) dedykowany do projekcji 4K; najczęściej stosuje się plastikowe powierzchnie projekcyjne, w której zrobione są mikrootwory o średnicy nie większej niż 0,5 mm, przepuszczające dźwięk z głośników umieszczonych za ekranem akustycznym; wysokiej jakości ekrany akustyczne wykonane są z plecionej tkaniny.

**głośniki przednie** - w zasadzie kolumny głośnikowe (np. JBL C211), które podłączone są do trzech przednich kanałów w systemie Dolby 5.1; są to kanały: lewy, centralny i prawy, oznaczane w skrócie LCR; głośniki te znajdują się w otworach wykonanych w przegrodzie akustycznej, mniej więcej na wysokości połowy ekranu projekcyjnego;

**głośniki basowe** - w zasadzie sub-basowe (SUB) kolumny głośnikowe (np. JBL 3635), emitujące dźwięki o bardzo niskich częstotliwościach (zwykle od 20 Hz do 120 Hz), które podłączone są do kanału efektów niskotonowych (LFE) w systemie dźwięku dookólnego Dolby 5.1;

**głośniki efektowe** - w zasadzie kolumny (np. JBL 8230), podłączone do kanałów efektowych (surround) w systemie dźwięku dookólnego Dolby 5.1; zwykle występują cztery głośniki efektowe instalowane na ścianach bocznych sali kinowej, z których dwa podłączone są do lewego kanału efektowego (SL), a pozostałe dwa do prawego (SR).

**Na rysunkach znajdujących się w niniejszym opracowaniu, a także dołączonych do niego, różne rodzaje elementów wyposażenia wyróżnione są w sposób jednolity za pomocą kolorów:**

- elementy drewniane – w odcieniach brązu,
- płyta MFP – kolorem żółtym z fakturą,



- wełna mineralna o dużej gęstości – kolorem ciemnym szarym,
- wełna o niskiej gęstości – falistym kształtem w kolorze żółto-brązowym,
- akustyczna mata izolacyjna – kolorem niebieskim,
- ściany konstrukcyjne – kolorem białym
- ściany działowe – kolorem ciemnym zielonym
- przedścianki akustyczne dźwiękoizolacyjne – kolorem jasnym zielonym
- okładzina dźwiękochłonna – kolorem ciemnym szarym z fakturą
- wykładzina podłogowa – kolorem ciemnym niebieskim
- podest – ciemnym brązowym itp.

## 2 WSTĘP

Niniejszy dokument przedstawia projekty wykończenia wnętrza oraz zalecenia projektowe w zakresie wykonania adaptacji pomieszczenia przeznaczonego na salę kinową małego kina społecznościowego. Adaptacja nie narusza istniejącej konstrukcji budynku, a dotyczy jedynie lekkich ścianek działowych oraz wyposażenia wewnętrznego, nie wymaga więc projektu w rozumieniu prawa budowlanego. Jedynie przekucia ścian nośnych oraz wykonanie instalacji elektrycznej wymagają zaangażowania osób posiadających odpowiednie uprawnienia. Dokument nie jest projektem w rozumieniu prawa budowlanego.

Małe kina społecznościowe powinny być tak zaprojektowane, aby prezentować najważniejsze zalety kina komercyjnego, w szczególności bardzo wysoką jakość obrazu i dźwięku. Aby to uzyskać, w procesie projektowania i realizacji wykorzystywane są wytyczne THX, opracowane na potrzeby najlepszych kin komercyjnych.

Unikalnym elementem certyfikowanych kin THX jest zastosowanie tzw. Baffle Wall – **przegrody akustycznej z przezroczystym akustycznie ekranem projekcyjnym**. Rozwiązanie to daje jednolitą emisję dźwięku na całej powierzchni ekranu, zapewniając jednocześnie synchronizację elementów pola dźwiękowego z położeniem ich źródeł, widocznych zarówno na ekranie filmowym, jak i znajdujących się poza nim. Efekt taki, „wciągający” widza w akcję dzieła filmowego, nie jest możliwy do uzyskania w inny sposób. Dodatkowo przegroda akustyczna poprawia odtwarzanie dźwięków o różnych częstotliwościach, podnosi skuteczność głośników i ogranicza fale stojące.

Sala kinowa musi być cicha, co oznacza konieczność **odizolowania jej wnętrza od hałasów zewnętrznych**. Także dźwięki wydobywające się z głośników nie powinny być słyszalne w innych pomieszczeniach budynku. Kluczem dla takiej izolacji jest **szczelność pomieszczenia i odizolowanie akustyczne wszelkich instalowanych elementów od konstrukcji budynku**. Ściany dźwiękoizolacyjne muszą być całkowicie szczelne, a ich połączenie z konstrukcją budynku musi być realizowane poprzez elementy elastyczne, jak **taśmy z pianki kauczukowej** o zamknięto-komórkowej strukturze kładzione naokoło takiej ściany czy też **podkładki elastomerowe** pod śruby mocujące. Przewody wentylacyjne, wentylatory oraz inne elementy wytwarzające drgania muszą być mocowane za pomocą **elastycznych wieszaków lub specjalnych podkładek przelotowych elastomerowych lub kauczukowych**.

Odizolowanie konstrukcji ściany akustycznej opisane jest szczegółowo w kolejnych rozdziałach. Analogiczne zasady powinny być stosowane przy innych elementach zabudowy, co jest wielokrotnie podkreślane w niniejszych Wytycznych.

Uzyskanie przestrzennego obrazu dźwiękowego na dużej powierzchni widowni wymaga także **zastosowania odpowiednich elementów wygłuszających na ścianach i suficie**. Z kolei **wypełnienie wełną mineralną** podestu, zastosowanie grubych foteli kinowych, a także grubsze wytłumienie tylnej ściany, pomagają w lepszej kontroli dźwięków o niskich częstotliwościach. **Sufit podwieszany** jest kolejną powierzchnią tłumiącą niekorzystne odbicia dźwięku.

**Należy podkreślić, że dźwiękoizolacja i dźwiękochłonność to dwa zupełnie inne zagadnienia, wymagające zupełnie innych metod realizacji.**

Wysokości poszczególnych poziomów podestu widowni, odległości foteli od ekranu, wielkość ekranu i położenia projektora są odpowiednio dobierane, aby zapewnić właściwą widoczność obrazu filmowego z każdego fotela.

Na załączonych rysunkach pokazane są elementy konstrukcji przegrody akustycznej, elementy wyposażenia technicznego, elementy wygłuszające itd. Należy dokładnie zapoznać się z opisami, które stanowią integralną część projektu adaptacji sali kinowej. W przypadku jakichkolwiek wątpliwości należy skontaktować się ze specjalistami KzR sp. z o.o., którzy udzielą dodatkowych wyjaśnień.

Sala kinowa w Starej kaflarni w Zdunach powstanie w wyniku odtworzenia budynku. Pomieszczenie posiadać będzie wymiary ok. 8,2 m x 5,6 m i wysokość 3,47 m do stropu konstrukcyjnego. Sala, w której znajdzie się kino, zagłębiona będzie na 42 cm w stosunku do poziomu podłogi w pozostałej części budynku.

Adaptacja akustyczna sali kinowej obejmować będzie:

- wykonanie okładziny dźwiękochłonnej 12 cm typu AKU z wełny mineralnej, zakrywającej ścianę tylną nad poziomem podestu;
- wykonanie okładzin dźwiękochłonnych 7 cm typu AKU z wełny mineralnej na dwóch ścianach bocznych;
- zbudowaniu korytarzyka ze śluzą, na spoczniku o długości 1,6 m
- zbudowanie pochylni o długości 4 m z obustronną dwupoziomową poręczą wzdłuż prawej strony sali;
- instalacja drzwi o podwyższonej tłumienności 42 dB prowadzących do przedsionka kina;
- wykonanie sufitu podwieszanego dźwiękochłonnego o polepszonych parametrach akustycznych;
- wykonanie przegrody akustycznej typu Baffle Wall z ekranem akustycznym o rozmiarze 460 cm;
- zbudowanie pięciopoziomowej widowni z czteropoziomowym podestem, z fotelami kinowymi dla 29 osób i jednym miejscem na wózek inwalidzki, za schodami po lewej stronie sali;
- instalację nawiewu i wyciągu powietrza wraz z ogrzewaniem i klimatyzacją (rekuperator);
- instalację oświetlenia ogólnego i ściemnianego kinowego;
- instalację systemu nagłośnienia i projekcji;
- wykonanie innych prac adaptacyjnych w przedsionku kina.

Niestandardowym elementem sali kinowej będzie spocznik i pochylnia po prawej stronie sali. Spocznik o długości 1,6 m musi być przedłużeniem podłogi przedsionka, zaś od jego końca rozpocznie



się pochylnia o długości 4 m, biegnąca do poziomu podłogi sali projekcyjnej (-0,42 m). Zgodnie z ogólnymi wymaganiami, wzdłuż pochylni, po obu jej stronach, musi być zainstalowana dwupoziomowa poręcz. Na dole zapewniona będzie płaszczyzna do obrotu wózka inwalidzkiego. Szczegółowe wymagania opisane są z obowiązujących przepisach.

Drzwi prowadzące do sali muszą mieć tłumienność na poziomie 42 dB. Za nimi znajdować się będzie śluza o długości ok. 1 m, zakończona silnie marszczoną zasłoną tłumiącą. Po lewej stronie od wejścia postawiona będzie ścianka gipsowo-kartonowa. Tuż nad górną krawędzią futryny drzwi wejściowych zamocowany będzie daszek, biegnący aż do zasłony. Jeśli na sali będą osoby niepełnosprawne, to zasłona musi być podniesiona i trwale zamocowana w tym położeniu, np. poprzez przypięcie paskiem do obu ścian.

Na prawej ścianie, tuż za zasłoną, zamocowane będą włączniki oświetlenia. Drugi komplet włączników musi być zainstalowany w przedsionku, po prawej stronie drzwi.

Projektor zainstalowany będzie pod sufitem, nad ostatnim poziomem podestu. Dolna powierzchnia projektora będzie na wysokości ok. 205 cm.

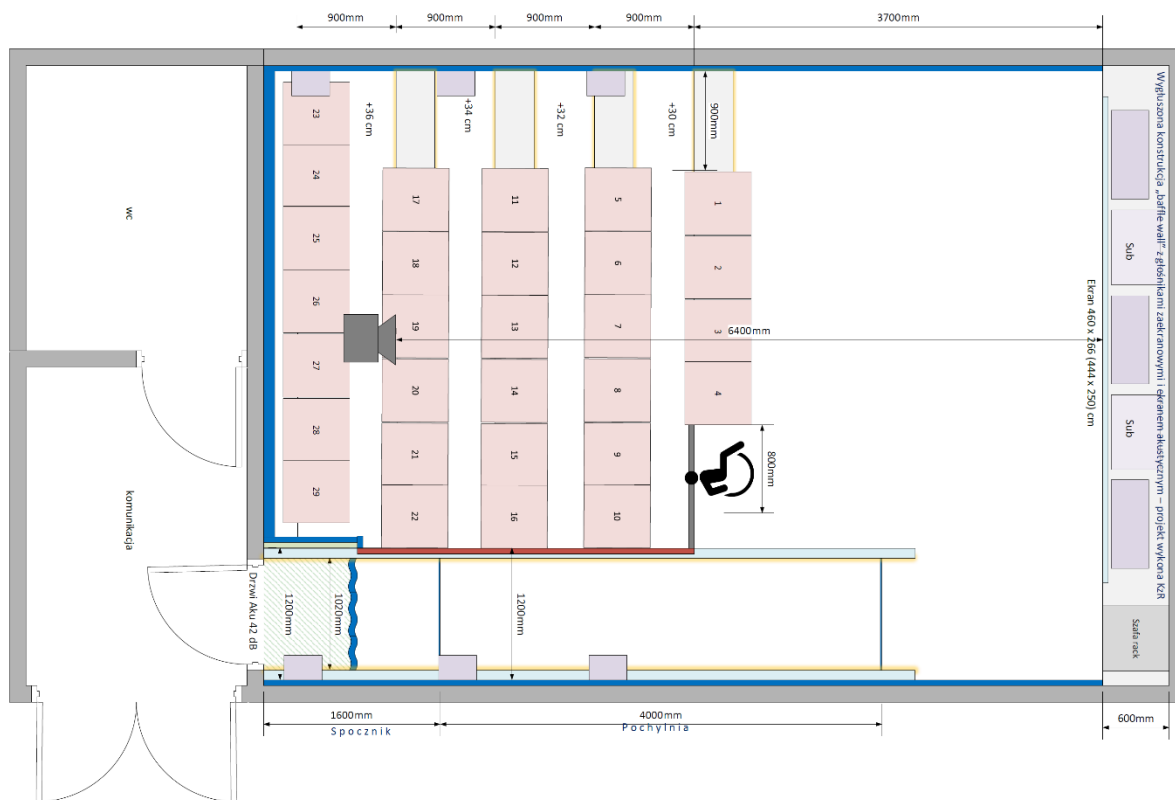
W sali zamontowane będą kanały nawiewne i wywiewne instalacji wentylacyjno-klimatyzacyjnej. Z uwagi na wysokość sali, muszą być prowadzone pod sufitem, wzdłuż narożników ścian bocznych i kończyć się min. 1 m przed powierzchnią ekranu. Jeśli zastosowany będzie niezależny od wentylacji układ klimatyzatora, to powinien być on zamontowany na ścianie z kanałem nawiewnym.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, przy wymaganym dla tej sali przepływie powietrza, powinien być zastosowany rekuperator. Może być on, wraz z wentylatorami, zamontowany na dachu, bądź pod sufitem w przedsionku sali projekcyjnej. Konieczna też będzie instalacja nagrzewnicy elektrycznej.

Należy przygotować odpowiednie miejsca do montażu uchwytów dla głośników efektowych na ścianach (pokryte są wełną mineralną) oraz do montażu uchwytu dla projektora na stropie konstrukcyjnym.

Rys. 1 przedstawia rozmieszczenie głównych elementów sali kinowej. Wymiary przegrody akustycznej i szczegóły instalacji podane są na rysunkach projektowych załączonych do niniejszych wytycznych.

Szczegóły wykonania poszczególnych elementów adaptacji opisane są w kolejnych rozdziałach.



Rys. 1: Rozmieszczenie głównych elementów wyposażenia sali kinowej w Zdunach.

### 3 MATERIAŁY STOSOWANE DO ADAPTACJI SALI KINOWEJ

W niniejszym rozdziale opisane są zalecane materiały wykorzystywane przy realizacji adaptacji sali kinowej.

**Uwaga:** Przy opisie wielu materiałów oraz metod ich montażu **używane jest określenie AKU**. Oznacza ono zastosowanie materiału o podwyższonych parametrach akustycznych, a także odpowiedni sposób wykonania instalacji, np. ścian.

Producenci określają w kartach katalogowych, czy dany materiał ma właściwości „AKU”. Zastosowanie materiałów o parametrach „standardowych” nie jest zalecane, bowiem oznacza to pogorszenie parametrów akustycznych pomieszczenia kinowego. Należy pamiętać, że zmiana parametru o 3 dB oznacza dwukrotną zmianę głośności. Na przykład ściana wykonana ze standardowej płyty gipsowo kartonowej posiadać będzie 2- 4 razy mniejszą izolacyjność niż wykonana z płyty g-k AKU. Tylko wybrane serie materiałów posiadają deklaracje producentów co do ich jakości akustycznej. Na przykład dla płyt wełny mineralnej serii SUPERROCK (opakowanie czerwone) producent deklaruje współczynnik pochłaniania dźwięku (to są płyty AKU), ale nie robi tego dla płyt z serii PLUS (opakowanie białe) i standardowej (opakowanie przezroczyste), którym nie można przypisać miana AKU.

Istotnym elementem adaptacji jest **stosowanie izolacji akustycznej pomiędzy elementami konstrukcji akustycznych, a elementami konstrukcji budynku**, aby drgania elementów akustycznych nie przenosiły się na konstrukcję budynku (i na odwrót).



**Do izolacji akustycznej** należy zastosować miękkie maty izolacyjne o grubości 10 mm, wykonane z pianki kauczukowej o zamknięto-komórkowej strukturze z dodatkową warstwą niespionionego kauczuku o wysokiej gęstości, i wysokiej wytrzymałości na ściskanie (min. 5.000 kG/m<sup>2</sup>). Można zastosować np. matę **IZOPLAST PREMIUM 10mm** <https://paneleakustyczne.pl/mata-izolacyjna-izoplast-premium-10mm-p-26.html>. Mata dostępna jest w rolkach o szerokości 200 cm. Na potrzeby izolacji konstrukcji samej ściany akustycznej oraz wyłożenia półek potrzebne jest ok. 2,5 mb. maty (ok. 5 m<sup>2</sup>). Z arkusza należy wyciąć prostokąty o potrzebnych wymiarach.

Jeśli w pomieszczeniu ma być wykonana **wylewka samopoziomująca bądź podłoga**, to musi być ona odizolowana naokoło od ścian dźwiękoizolacyjnych za pomocą warstwy wełny do podłóg pływających o grubości minimum 25 mm (np. płyta Isover TDPT) oraz dylatacji obwiedniowej (np. Isover Twist 20 mm). Ściany dźwiękoizolacyjne należy instalować przed wykonaniem podłogi, zachowując zasady pokazane na Rys. 2.

Drzwi wejściowe do sali kinowej i ewentualnego przedsionka powinny mieć izolacyjność powyżej 42 dB. W przypadku stosowania śluzu można zamontować po obu jej stronach drzwi o izolacyjności 38 dB. Ekonomicznym rozwiązaniem jest zastosowanie drzwi zewnętrznych pełnych o odpowiedniej izolacyjności akustycznej.

Podstawowym materiałem wygłuszającym stosowanym przy adaptacji sali kinowej jest wełna mineralna o polepszonych właściwościach akustycznych, w postaci sztywnych płyt i miękkich rolek.

W szczelnych konstrukcjach **dźwiękoizolacyjnych** (ściany 150 mm oraz przedścianki 80 i 130 mm), jako warstwę wewnętrzną należy zastosować płyty z wełny mineralnej o podwyższonych parametrach akustycznych, jak **Rockwool Rocksonic Super** albo **Isover Aku-Płyta/Akuplat+**, w arkuszach 600 x 1200 i grubości 50 lub 100 mm, które nie posiadają warstwy szklwionej. Nie muszą być one dodatkowo pokrywane fizeleiną, ponieważ będą obudowane szczelnie dwiema warstwami płyt GK.

Do szczelnego pokrycia konstrukcji dźwiękoizolacyjnych stosować należy pełne płyty gipsowo-kartonowe **Nida Acoustic 12,5 mm** albo **Rigips Pro Aku typ A GKB 12,5**, obie o podwyższonych parametrach akustycznych.

Z kolei w otwartych konstrukcjach **dźwiękochłonnych** (okładziny 70 i 120 mm), jako materiał tłumiący należy zastosować wełnę o dużej gęstości **Rockwool Industrial Batts Black 60**, **Isover Super-Vent Ultra** albo **Isover Super-Vent Plus**, w arkuszach 600 x 1200 i grubości 50 lub 100 mm. Okładzina z welonu szklanego zabezpiecza przed odrywaniem się włókien przy przepływie powietrza. Wełnę szklwioną należy przykryć bezpośrednio warstwą perforowanych płyt akustycznych Nida Sonic 12,5 mm z podkładem z czarnej fizeliny. Z uwagi na przykrycie sztywną płytą, wełny nie trzeba specjalnie kleić ani mocować do ściany kołkami.

Alternatywnie, można zastosować płyty z wełny mineralnej o podwyższonych parametrach akustycznych, **Rockwool Rocksonic Super** albo **Isover Aku-Płyta/Akuplat+**, w arkuszach 600 x 1200 o grubości 50/100 mm, które nie posiadają warstwy szklwionej. W takim wypadku każdy arkusze wełny należy od wierzchu zabezpieczyć warstwą czarnej fizeliny, a następnie zakryć perforowaną płytą Nida Sonic 12,5 mm z czarnym podłożem fizelinowym. Z uwagi na przykrycie sztywną płytą, wełny nie trzeba specjalnie kleić ani mocować do ściany.

Należy zwrócić uwagę, iż tańsze produkty takie jak: Isover Panel-Płyta Plus, Isover Super-Vent, Isover Polterm Max Plus, Isover Ventiterm Plus, posiadają szklwiony welon, ale producent w ogóle nie specyfikuje dla nich parametrów akustycznych. **Nie należy ich zatem stosować.**



Jako warstwę wierzchnią konstrukcji dźwiękochłonnych **najlepiej jest zastosować tkaniny, nadające wnętrzu szlachetny charakter**. W takim przypadku arkusze wełny muszą być przymocowane do ściany (na klej lub kołki-grzybki). Tkaninę napinać można wkładając ją pomiędzy dwie przylegające do siebie płyty, stosując cienką listwę drewnianą. Dostępne są też specjalne systemy do montażu tkanin na ścianach. Tkaniny opisane są w dalszej części rozdziału.

Możliwe jest także położenie warstwy tkaniny na płyty, zarówno pełne jak i perforowane, zamiast ich malowania.

Należy stosować płyty perforowane o **mniej regularnych wzorach**, jak **Nida Sonic: R8/12 n0, R12/20 n0, RN8/15/20 n0, RN12/20/35 n0, L5x80 n8, R12 n2, C15 n8, C10 n8**. Stosować należy **płyty białe z czarną fizeliną**. Należy jednak zwrócić uwagę, że ze względu na miejsce instalacji powinny być one malowane czarną albo bardzo ciemną szarą farbą. Płyty należy malować wałkiem, a NIE natryskowo. Wnętrza otworów nie muszą być zamalowywane. Należy bardzo uważać, aby podczas malowania farbą nie ściekała do wnętrza otworów i przez przypadek nie pokryła ich dna (tj. warstwy fizeliny).

Obróbka płyt perforowanych Nida Sonic jest szczegółowo opisana w materiałach firmowych producenta, np. <https://www.siniat.pl/pl-pl/produkty-i-systemy/products/plyty-perforowane-dzwiekochlonne-nida-sonic/plyta-nida-sonic-rn8-15-20-n0/downloads>.

Dostępne są też akustyczne **płyty perforowane w wersji do gięcia**, pozwalające na wykonanie elementów tłumiących o zaokrąglonych powierzchniach. Można zastosować płyty Rigips Gyptone Big Curve w wykonaniu Quattro 40/41 z otworami kwadratowymi, ewentualnie Sixto 63 z otworami okrągłymi, które charakteryzują się współczynnikiem pochłaniania dźwięku większym niż 0.6. Szczegółowe informacje o parametrach i montażu płyt można znaleźć w kartach technicznych Rigips: <https://www.rigips.pl/dokumenty/karty-techniczne>, czy też w broszurze „Płyty do gięcia” [https://www.rigips.pl/system/files/documents/plyty\\_do\\_giecia\\_sierpien.pdf](https://www.rigips.pl/system/files/documents/plyty_do_giecia_sierpien.pdf). W podobnym wykonaniu dostępne są także pełne płyty GK.

Konstrukcja ścian i okładzin oparta jest na stelażu, najczęściej wykonywanym ze stalowych profili. Wybierając profile należy pamiętać, że muszą być wykonane z blachy o grubości co najmniej 0,55 mm. Cieńsze profile nie zapewniają sztywności ściany, czego skutkiem są wibracje na różnych częstotliwościach. Wyższe ściany, a w szczególności sufit, mogą się odkształcać, powodując rozszczelnienie konstrukcji i pękanie spoin płyt. Ściany tracą swoje własności dźwiękoizolacyjne, a naprawy mogą być bardzo kosztowne.

Jako warstwę wierzchnią konstrukcji dźwiękochłonnych **można zastosować tkaninę**. W takim przypadku arkusze wełny muszą być przymocowane do ściany. Tkaninę napina się wkładając ją pomiędzy dwie przylegające do siebie płyty, najlepiej stosując cienką listwę drewnianą. Dostępne są też specjalne systemy do montażu tkanin na ścianach.

Możliwe jest także położenie warstwy tkaniny na płyty, zarówno pełne jak i perforowane, zamiast ich malowania. Alternatywnie można zastosować grubszą tapetę papierową pomalowaną matową farbą.

Wełnę mineralną o niskiej gęstości, ale o podwyższonych parametrach akustycznych, stosuje się do wypełnienia całego wnętrza podestu na fotele oraz do wypełnienia przestrzeni za przegrodą akustyczną, tj. pomiędzy płytą akustyczną a ścianą za przegrodą. Najlepiej jest zastosować wełnę o grubości 200 mm, typu **Isover Uni-Mata, Rockwool Toprock Super lub Knauf Unifit**.

**Wełny mineralne uważane są za produkt bezpieczny w użytkowaniu.** Ewentualne obawy dotyczą jedynie pracowników zakładów produkujących wełnę oraz osób które ją instalują, usuwają i przetwarzają pozostałości.

Producenci określają w swoich dokumentach sposoby bezpiecznego postępowania.

Instrukcja bezpiecznego postępowania z wełnami mineralnymi firmy Rockwool dostępna jest np. pod adresem: <https://cdn01.rockwool.pl/siteassets/rw-pl/materialy-do-pobrania/dokumentacja-produktowa/instrukcja-bezpiecznego-stosowania/ibs-2019.pdf>. Krótkie podsumowanie tych zasad zawarte jest w niniejszym rozdziale.

---

*Podczas przenoszenia, rozpakowywania, cięcia, instalacji wełny mineralnej, a także cięcia i obróbki elementów drewnianych, wiercenia i szlifowania ścian oraz wszelkich podobnych prac w trakcie których powstaje pył, należy zachować podstawowe środki ostrożności i zabezpieczenia, stosując indywidualne środki ochrony:*

- **Ochrona oczu:** Nosić okulary ochronne podczas wykonywania prac nad głową. Zaleca się stosowanie środków ochrony oczu zgodnych z normą EN 166.
  - **Ochrona rąk:** Używać rękawic zgodnych z normą EN 388, aby uniknąć podrażnienia.
  - **Ochrona skóry:** Ostać skórę za pomocą ubrania roboczego.
  - **Ochrona dróg oddechowych:** Podczas pracy w miejscach bez wentylacji lub w przypadku prac, w trakcie których powstaje pył, należy stosować jednorazowe maski ochronne. Zaleca się stosowanie masek zgodnych z EN 149 FFP1. Podgrzanie wełny izolacyjnej do temperatury około 175°C (np. podczas cięcia piłą) może skutkować emisją składników lepiszcza i produktów jego rozpadu. Powinien być dostępny system wentylacji, który zapewni rozrzedzenie stopnia stężenia powstałych, w wyniku rozpadu składników lepiszcza, oparów.
- 

Do wykonania konstrukcji drewnianych wykorzystywane są **belki drewniane klasy C 24** oraz **nowoczesne płyty drewnopochodne MFP 22 mm (i 25 mm na podeście)**. Płyta MFP ma większą gęstość i wytrzymałość w stosunku do tradycyjnej płyty OSB/3, a także wyższą klasę palności, przy praktycznie tej samej cenie materiału.

Do wykonania ściany akustycznej **nie stosujemy płyt OSB ani MDF**, ponieważ nie posiadają one jednolitych parametrów sztywności przestrzennej, takich jak płyta MFP. Do skręcania elementów drewnianych wykorzystywane są wkręty o wymiarach ściśle dobranych do grubości łączonych elementów, opisanych przy poszczególnych konstrukcjach.

W celu uniknięcia rezonowania konstrukcji, wszystkie powierzchnie styku elementów drewnianych: belek konstrukcyjnych, płyty przedniej, półek, a szczególnie krawędzie otworów głośnikowych, muszą być najpierw sklejone a następnie trwale połączone z belkami konstrukcyjnymi za pomocą wkrętów.

Do złączenia elementów drewnianych i płyt należy użyć **Silikon Budowlany Neutralny Tytan** bezbarwny (10022225, SIT-NN-XX-060-N) albo biały (10022226, SIT-NN-BI-060-N), najlepiej w opakowaniach foliowych 600 ml (<http://www.tytan.pl/pl/produkty/silikon-budowlany-neutralny/>). Wskazany silikon firmy Tytan nawet po wyschnięciu zachowuje elastyczność, co zapewnia lepsze parametry akustyczne konstrukcji w długim okresie eksploatacji kina. Silikon należy aplikować w postaci wałka o grub. ok. 3 mm ułożonego gęstym zygakiem na całej powierzchni styku płyt, w taki



---

Stosowane w kinie **projektory, wzmacniacze a także serwer projekcyjny** posiadają aktywne systemy chłodzenia, które **zasysają powietrze z otoczenia**. Częstki stałe zawarte w powietrzu osiadają wewnątrz tych urządzeń, co prowadzi do zmniejszenia wydajności chłodzenia, a w konsekwencji **może skutkować poważnymi uszkodzeniami wyposażenia kina**. Tego typu uszkodzenia nie są objęte usługą gwarancyjną, a naprawy mogą być kosztowne.

W związku z tym:

- Wszelkie prace muszą być prowadzone przy zapewnieniu dobrej wentylacji.
- Stosowane narzędzia powinny być wyposażone w system odsysania pyłu, nawet w postaci zewnętrznego odkurzacza przemysłowego.
- Przed zainstalowaniem ekranu i projektora, pomieszczenia kina muszą być dokładnie wywietrzone, a przegroda akustyczna, ściany, sufit, podłoga oraz fotele dokładnie odkurzone i wyczyszczone.
- Szafa rack musi być dokładnie odkurzona i umyta przed rozpoczęciem instalacji urządzeń.

---

Wszelkie prace wykonywane **po zainstalowaniu ekranu, projektora i innego wyposażenia mogą być prowadzone jedynie pod warunkiem całkowitego odsysania pojawiającego się pyłu**.

---

jednak sposób, aby zapewnić możliwość usunięcia (ulotu) powietrza podczas dociskania płyt. Boczne krawędzie styku (miejsca łączenia) płyt muszą być także sklezione ze sobą.

Wszystkie zewnętrzne krawędzie boczne płyt, a także krawędzie naokoło otworów na głośniki powinny być wyrównane za pomocą pilnika i posmarowane warstwą **Silikonu Akrylowego Tytan**.

Po zmontowaniu, wszystkie elementy drewniane (belki) stelaża powinny zostać zabezpieczone farbą ogniochronną, taką jak **Pyroplast Wood T oraz Wood Top T** (opis: <https://sklep-ppoz.pl/pl/p/Lakier%2C-Farba-ogniochronna-Pyroplast-Wood-T-op.-5kg/945>). Zabezpieczenie najlepiej jest wykonać po skręceniu konstrukcji stelaża, bo wówczas jest jeszcze wygodny dostęp do wszystkich jego elementów. Płyta gipsowo-kartonowa jest ognioodporna i nie trzeba jej dodatkowo zabezpieczać ogniochronnie.

**Do przysłonięcia z wierzchu konstrukcji płyty akustycznej z głośnikami, a także na ścianach, należy stosować tkaniny** z atestem trudnopalności, najlepiej o szerokości 150 cm i gramaturze od 200 g/m<sup>2</sup>. Przykładowo mogą to być tkaniny: <https://styl-sklep.pl/tkanina-zaslonowa-zaciemniajaca-blackout-fabric-trudnopalna-150cm-40black>, <https://www.grant.pl/PL-H5/oferta/227/d09339-mq.html>, <http://runotex.pl/produkt/tkanina-kotarowa-izyda-trevira/>.

Na **zastony** należy stosować plusz dekoracyjny typu blackout, o gramaturze powyżej 800 g/mb. Bardzo dobre tkaniny zasłonowe produkuje tkalnia Runotex Kalisz <http://runotex.pl/pl/oferta>.

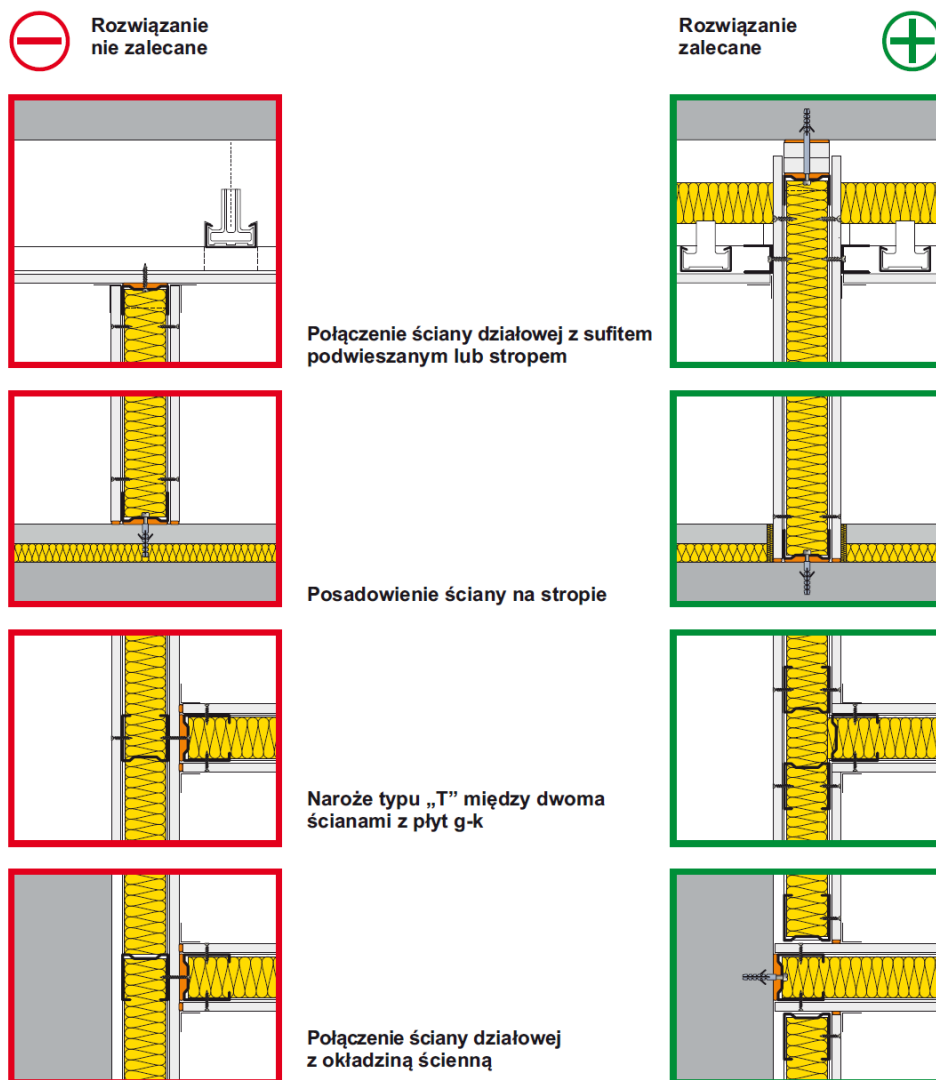


Jako **lampy** naścienne można zastosować kinkiety obrotowe Ates do żarówek GU10 <https://www.ledkia.com/pl/kup-kinkiety-scienne/4975-kinkiet-led-scienny-nastawny-ates-1-reflektor-3w-czarny.html#accessories> . Najlepiej jest zastosować żarówki LED GU10 7W 45° o regulowanym natężeniu światła. Reflektorki mogą być skierowane do dołu lub do góry, a w razie potrzeby bezpośrednio na widownię, prelegenta lub inny obiekt.

Projektując oświetlenie ogólne należy pamiętać, aby w sali było jasno, bowiem ciemne i matowe wykończenie pochłania światło. Należy także stosować lampy (żarówki) LED o współczynniku oddawania barw  $R_a > 90$ , bowiem w przeciwnym przypadku kolory będą wyglądać nienaturalnie. Oprawy powinny posiadać regulację mocy strumienia światła.

Firma Lars ([www.lars.pl](http://www.lars.pl)) wytwarza szeroką gamę oświetlenia LED, w tym **listwy sufitowe, ścienne czy schodowe**.

Krawędzie podestu oraz schodów muszą być oświetlone. Należy **wybierać najprostsze i jak najslabiej świecące listwy**, np. przewody świetlne LumiTEC: [http://www.lars.pl/pl/inf/przewody\\_swietlne/lumitec/przewody/lumitec](http://www.lars.pl/pl/inf/przewody_swietlne/lumitec/przewody/lumitec). W praktyce, dla „kinowego” oświetlenia listwy o długości 90 cm wystarczają dwie – trzy diody LED.



Rys. 2: Zalecane rozwiązania montażowe ścian działowych dla zmniejszenia bocznego przenoszenia dźwięków.



## 4 POKRYCIE ŚCIAN OKŁADZINĄ DŹWIĘKOCHŁONNĄ

Okładzina dźwiękochłonna (wytłumiająca) to okładzina naścienna wykonana z wełny mineralnej o podwyższonych parametrach akustycznych (AKU), służąca wygłuszeniu i poprawie akustyki pomieszczenia.

Okładzina wykonana z wełny mineralnej stanowi absorber szerokopasmowy. Przy zastosowaniu wełny o grubości 100 mm, współczynnik pochłaniania dźwięku powinien wynosić min. 0,5 dla częstotliwości 125 Hz i 1 od częstotliwości 250 Hz, spełniając wymagania klasy A.

**Okładzina dźwiękochłonna nie jest szczelną przegrodą, a zatem nie poprawia izolacyjności akustycznej istniejącej ściany.**

Warstwa wełny powinna pokrywać ściany od sufitu podwieszanego do podłogi konstrukcyjnej (wylewki) albo do poziomów podestu. Możliwe jest też pozostawienie nie zakrytej ściany do wysokości ok. 40 cm nad podłogą (podestem).

**Na ścianach bocznych należy zastosować wełnę mineralną AKU o grubości 50 mm, zaś na ścianie tylnej o grubości 100 mm.**

Aby stworzyć w pomieszczeniu typowo „kinową” atmosferę, zalecane jest pokrycie wełny mineralnej ciemną, gęstą, ale przepuszczającą powietrze, tkaniną o mało odbijającym światło wykończeniu powierzchni (mat, półmat, ale NIE satyna).

**W obiektach użyteczności publicznej należy stosować tkaniny z atestem trudnopalności.**

W przypadku zastosowania pokrycia tkaniną, arkusze wełny muszą być przymocowane do ściany, bezpośrednio na klej lub za pomocą kołków typu grzybki. Dla łatwiejszego napinania i mocowania tkaniny można wykonać drewniany stelaż konstrukcyjny, jak na Rys. 3. Arkusze można też przykleić bezpośrednio do ścian, a tkaninę napinać za pomocą pionowych listew drewnianych, wciskanych pomiędzy arkusze wełny mineralnej. Dostępne są też specjalne systemy do napinania tkanin na ścianach.



Rys. 3: Stelaż drewniany do napinania tkaniny oraz mocowania okładziny dźwiękochłonnej na ścianach. Stosowanie listew poziomych przy każdym arkuszu nie jest konieczne – wystarczą te na górze i na dole.



Stelaż składa się z pionowych listew drewnianych 5 x 5 cm w rozstawie 120 cm oraz poziomych przy podłodze (podeście) i suficie podwieszanym, mocowanych do ściany za pomocą wkrętów i kołków plastikowych. Listwa mocowana przy podeście nie powinna do niego dotykać. Listwy te wykorzystane będą do zamocowania tkaniny (ewentualnie płyt perforowanych) pokrywającej warstwę wełny. Listwy nie muszą być izolowane akustycznie od konstrukcji budynku, za wyjątkiem tych miejsc, gdzie mogą dotykać podestu.

Pomiędzy listwy włożyć poziomo lub pionowo arkusze wełny 600 x 1200. W przypadku konieczności zamontowania jakiś elementów do ściany konstrukcyjnej (np. uchwyty dla głośników efektowych, kontakty elektryczne), należy wyciąć w arkuszu wełny odpowiednie otwory.

Należy wybierać materiał w ciemnych kolorach (czarny, różne odcienie szarości, ciemny granat, ciemne bordo, ciemna zieleń), pasujących do koncepcji aranżacji wnętrza. Jeśli fotele są kolorowe, to na ścianach bardzo dobrze współgrać z nimi będzie kolor bardzo ciemny szary.

Materiał należy układać pionowymi pasami, zawijając jego brzegi i mocując je do drewnianych listew za pomocą pinezek (gwoździ) tapicerskich albo cienkich listew drewnianych. Odbijające elementy należy pomalować czarną, lub inną pasującą kolorystycznie, ciemną matową farbą.

Jeśli w płytach wycięte będą otwory (np. na przełączniki elektryczne czy lampy), to materiał powinien być odpowiednio wywinięty do tyłu, aby zakrywał boki otworów.

Wymagania na trudnopalną tkaninę akustyczną opisane zostały w rozdziale 6.4 Wytłumienie konstrukcji przegrody akustycznej.



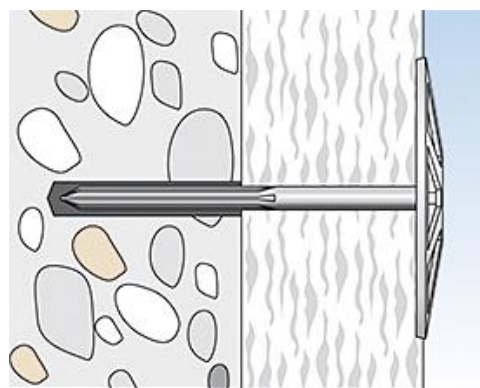
Rys. 4: Na prawej ścianie widoczny drewniany stelaż wypełniony arkuszami wełny mineralnej. Z przodu ściana akustyczna, pod sufitem zawieszane są profile dla sufitu podwieszanego.

Arkusze wełny najlepiej jest przyklejać do ściany za pomocą Pianokleju Uniwersalnego 60 Sekund Tytan. Klej należy rozprowadzać zygzakiem, jak to pokazano na Rys. 5.



Rys. 5: Arkusze wełny mineralnej przyklejane do ściany za pomocą pianokleju.

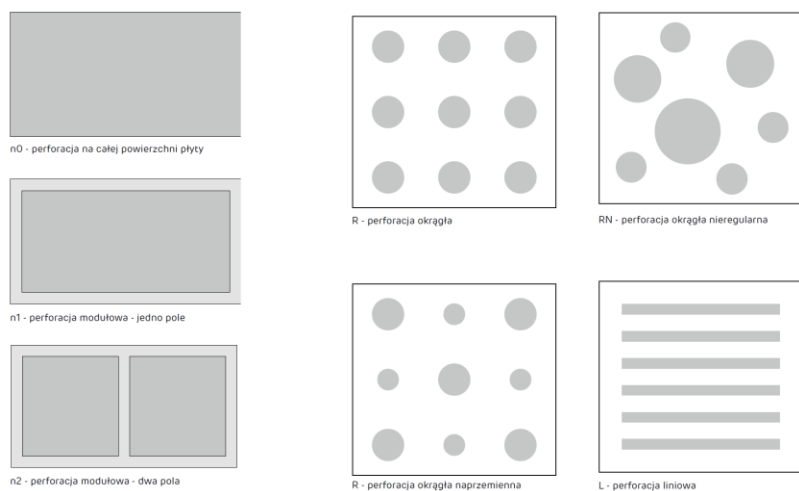
Płyty można też mocować za pomocą płaskich (!) plastikowych kołków do izolacji Fisher DHK60 80938 (Rys. 6). Są one bardzo cienkie i elastyczne, dzięki czemu będą mało widoczne pod materiałem. Kołki DHK60 osadza się przelotowo za pomocą młotka, w wywierconym uprzednio w ścianie otworze 8 x 40 mm, bez konieczności stosowania dodatkowego kołka.



Rys. 6: Plastikowy kołek do izolacji Fisher DHK60.

Można też zastosować np. talerzyki Wkręt-Met Klimas TD/TPD-090, mocowane do ściany konstrukcyjnej za pomocą kołka Fisher Duopower 6 x 30 mm z wkrętem 5 x 80 mm Wurth ASSY D do kołka, ocynk., łeb płasko-stożkowy AW 0151020507.

Arkusze wełny mineralnej mogą być też pokryte od strony sali warstwą płyty perforowanej (Rys. 7).



Rys. 7: Różne układy i wzory perforacji płyt.

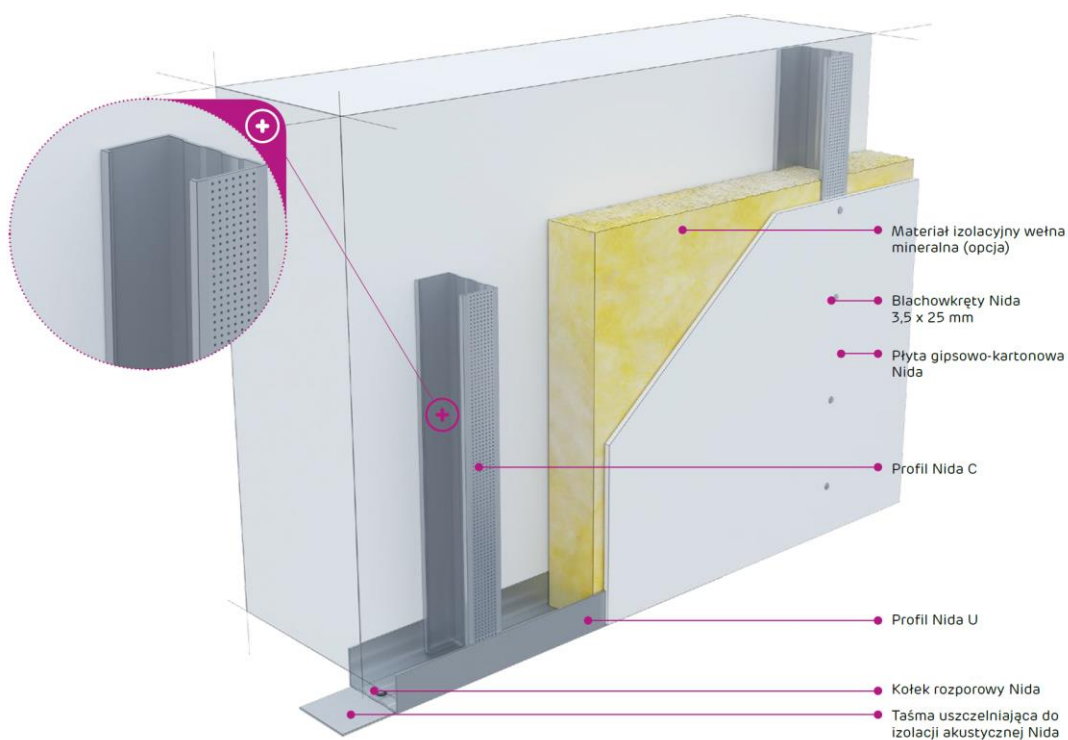
Można tu zastosować perforowane płyty akustyczne Nida Sonic 12,5 mm, które maluje się wałkiem na wybrany, ale jak najciemniejszy kolor. Należy użyć białe płyty z czarną warstwą fizeliny.

Zalecane są płyty o **mniej regularnych wzorach**, jak **Nida Sonic: R8/12 n0, R12/20 n0, RN8/15/20 n0, RN12/20/35 n0, L5x80 n8, R12 n2, C15 n8, C10 n8**. Obróbka płyt jest szczegółowo opisana w materiałach firmowych producenta, np. <https://www.siniat.pl/pl-pl/produkty-i-systemy/products/plyty-perforowane-dzwiekochlonne-nida-sonic/plyta-nida-sonic-rn8-15-20-n0/downloads>.

Jeśli wełna mineralna pokryta będzie pojedynczą płytą perforowaną gipsowo-kartonową 12,5 mm (np. Nida Sonic), to ściana może być wykonana zarówno jako kotwiona (np. schemat Nida Tynk CE/ES/12,5) jak i wolnostojąca (np. schemat Nida C50-12,5, C100-12,5).



Rys. 8: Okładzina dźwiękochłonna kotwiona, wg schematu Nida Tynk CD/ES-12,5. Pokryciem jest jedna warstwa płyty perforowanej, która przepuszcza dźwięk.



Rys. 9: Okładzina tłumiąca w wykonaniu wolnostojącym, wg schematu Nida Tynk C50-12,5. Zamiast płyty pełnej, do pokrycia stosować należy jedną warstwę płyty perforowanej jak na Rys. 8.

Ściany, lub ich części, nie tworzące jednolitych powierzchni mogą być, dla wyrównania, pokryte grubszymi warstwami wełny.

Najlepiej jest zastosować wełnę Rockwool Industrial Batts Black 60 albo Isover Ventilux 6335, w arkuszach 600 x 1200. Okładzina z welonu szklanego zabezpiecza przed odrywaniem się włókien przy szybkości przepływu powietrza do 20 m/s.

Można zastosować też płyty z wełny mineralnej o podwyższonych parametrach akustycznych, Rockwool Rocksonic Super albo Isover Aku-Płyta, w arkuszach 600 x 1200 o grubości 50 i 100 mm, które nie posiadają warstwy szklawionej. W takim wypadku każdy arkusz wełny należy od wierzchu zabezpieczyć warstwą czarnej fizeliny.

**Płyty perforowane należy malować na bardzo ciemne kolory, najlepiej czarny bądź ciemny szary. Można też zastosować pokrycie ciemnym płótnem.**

Jeśli zostaną zastosowane sztywne płyty pokryciowe, nie jest wymagane żadne dodatkowe mocowanie arkuszy wełny do ściany.

**Uwaga: Na ścianach bocznych zainstalowane będą głośniki efektowe. Należy zatem przygotować na ścianach elementy, do których będą mogły zostać przymocowane uchwyty montażowe dla głośników efektowych.**



## 5 SUFIT PODWIESZANY

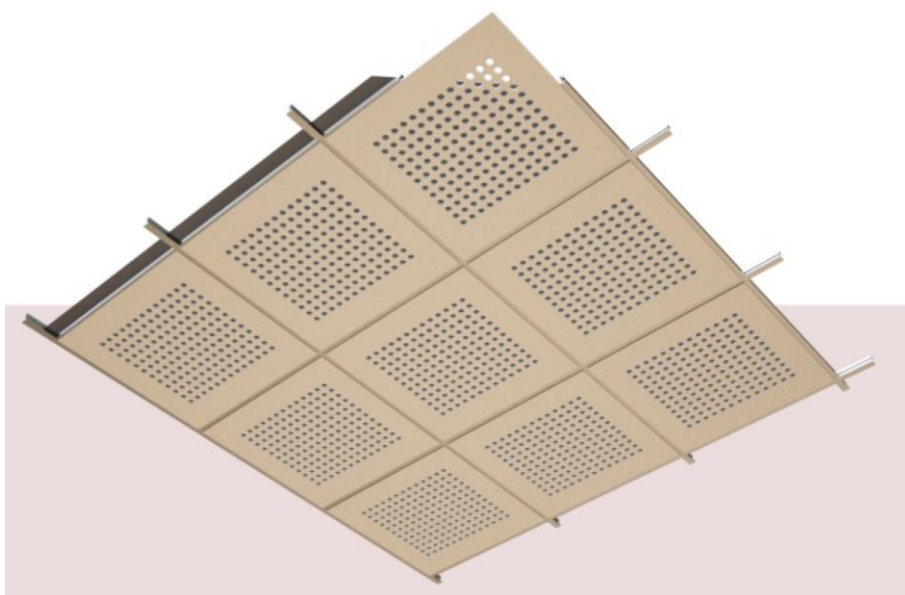
---

Sufit podwieszany musi pochłaniać dźwięk emitowany przez głośniki, minimalizując jego odbicie w kierunku słuchaczy. Służy on jednocześnie jako konstrukcja do mocowania oświetlenia górnego, a także element osłaniający instalacje (np. wentylacyjną), zamontowane pod stropem konstrukcyjnym.

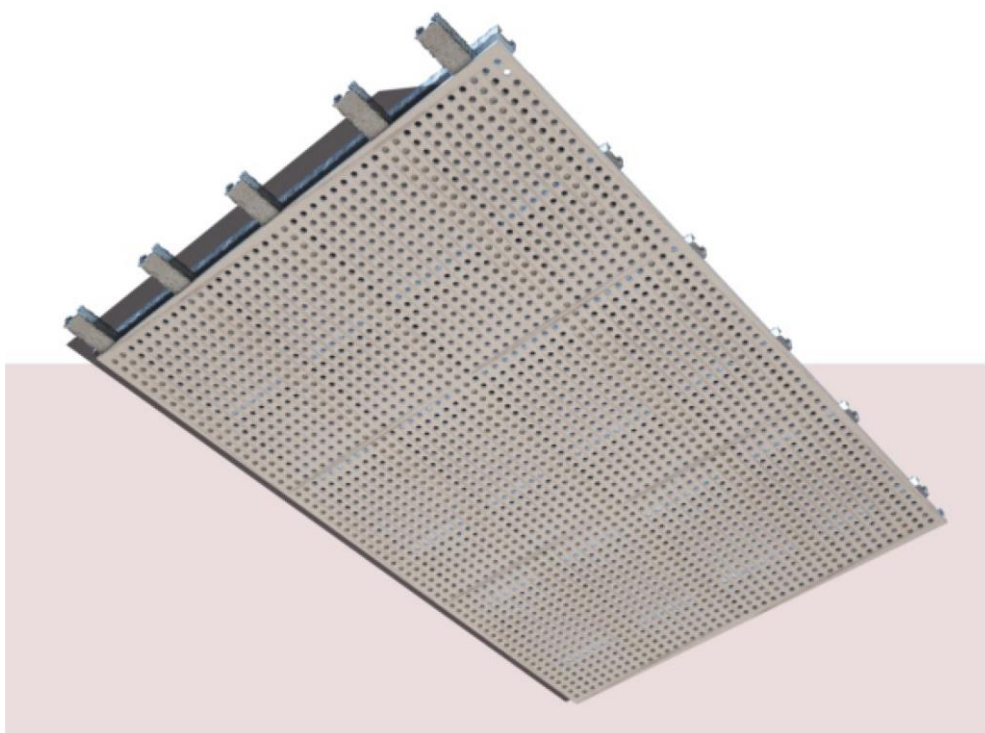
Z uwagi na wysokość pomieszczenia, grubość sufitu podwieszanego nie powinna być większa niż 7 cm. Arkusze wełny mineralnej o grubości 50 mm powinny być zamocowane bezpośrednio do stropu, a od strony widowni zabezpieczone poprzez pokrycie tkaniną bądź warstwą perforowanej płyty gipsowo-kartonowej.

Sufit podwieszany może być wykonany jako kasetonowy (np. Rigips Quick Lock 4.07.70 z konstrukcją T24), przedstawiony na Rys. 10, albo monolityczny (np. Nida Sufit DK/ES/CD60-12,5, Isover 4.05.242), pokazany na Rys. 11.

**Na płyty perforowane należy położyć od góry warstwę wełny mineralnej o grubości min. 50 mm, owiniętej w fizelinę.**



Rys. 10: Sufit podwieszany kasetonowy z płyt perforowanych Gyptone, schemat Rigips 4.07.50.



Rys. 11: Sufit monolityczny z płyty perforowanej Gyptone Big, schemat Rigips 4.07.21.

**Jeśli dźwiękoizolacyjność stropu nad salą kinową jest mniejsza niż 55 dB**, to należy wykonać dodatkową szczelną warstwę dźwiękoizolacyjną. W uwagi na zwiększoną grubość konstrukcji sufitu, warstwa dźwiękochłonna powinna kończyć się 20 cm przed ścianą akustyczną (80 cm przed ścianą konstrukcyjną).

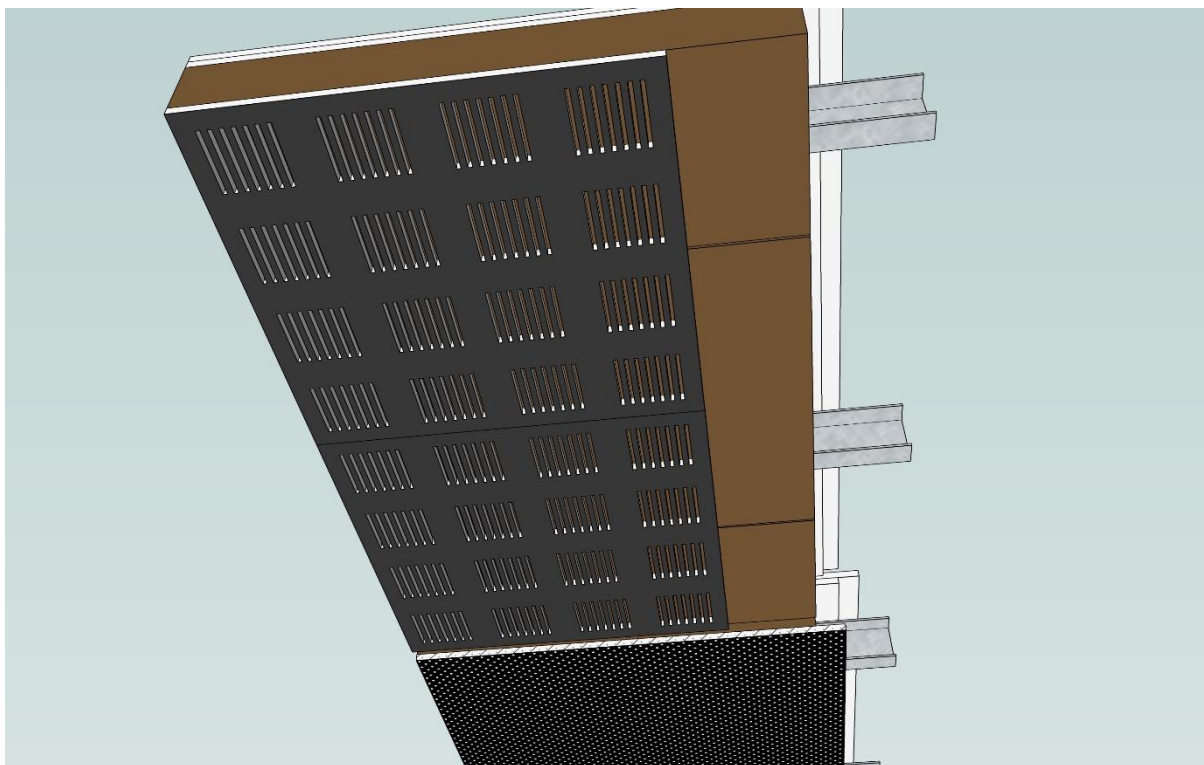
W tym przypadku, zależnie od wymaganego poziomu dźwiękoizolacyjności, należy wykonać sufit bazując na schemacie konstrukcyjnym ściany Isover Rigips 3.40.06 AKU zawieszoną poziomo, albo też jako przedściankę (np. według schematu Nida Tynk C50-12,5, jak na Rys. 9. W środku zastosować należy wełnę mineralną o grubości 100 mm.

Konstrukcja takiego sufitu podwieszanego o wysokich parametrach akustycznych, zarówno w zakresie dźwiękoizolacyjności jak i dźwiękochłonności, oparta na schemacie konstrukcyjnym ściany Isover Rigips 3.40.06 AKU, pokazana jest na Rys. 12 oraz Rys. 13.

Od strony górnej należy zachować poszycie 2x12,5 mm z płyty Rigips Pro Aku, ale od dołu (od strony sali) zastosować poszycie z pojedynczej płyty perforowanej Nida Sonic z czarnym podłożem fizelinowym.

**Płyty oraz konstrukcja nośna muszą być odseparowane akustycznie od konstrukcji budynku za pomocą miękkich mat izolacyjnych, wykonanych z pianki kauczukowej o zamknięto-komórkowej strukturze z dodatkową warstwą niespionionego kauczuku o wysokiej gęstości, o wysokiej wytrzymałości na ściskanie (min. 5.000 kG/m<sup>2</sup>). Można zastosować np. matę IZOPLAST PREMIUM 10mm.**

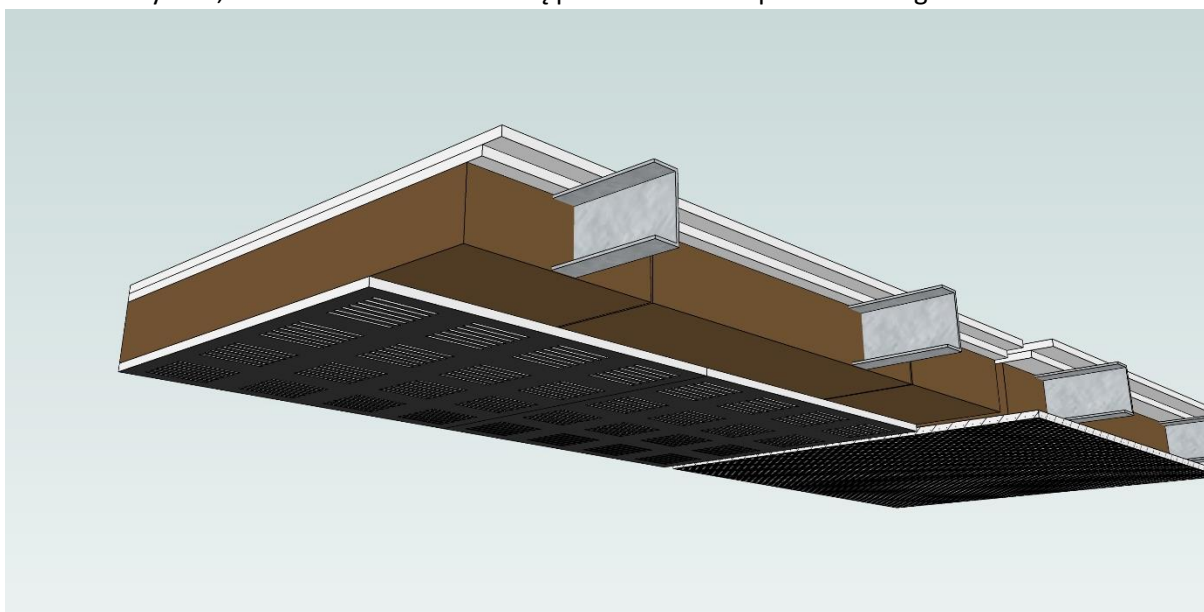




Rys. 12: Sufit podwieszany dźwiękoizolacyjny, dwa warianty wykończenia

Do wypełnienia przestrzeni między płytami, jako warstwę dźwiękochłonną, zastosować należy arkusze z gęstej wełny mineralnej o grubości 100 mm (Rys. 13).

Na prawej ścianie widoczny drewniany stelaż wypełniony arkuszami wełny mineralnej. Z przodu ściana akustyczna, Pod sufitem zawieszone są profile dla sufitu podwieszanego



Rys. 13: Sufit podwieszany dźwiękoizolacyjny, widok z boku

## 6 PRZEGRODA AKUSTYCZNA TYPU BAFFLE WALL

Przegroda akustyczna typu Baffle Wall służy do poprawy jakości dźwięku w sali kinowej. W przegrodzie, przysłonięte ekranem akustycznym, znajdują się trzy głośniki przednie oraz dwa niskotonowe (Rys. 14).

Głównym elementem przegrody jest trójwarstwowa płyta akustyczna, która zajmuje całą przestrzeń za ekranem, od sufitu podwieszanego do podłogi i pomiędzy ścianami bocznymi. W płycie wykonane są otwory, do których wstawiane są trzy przednie kolumny głośnikowe i dwie kolumny niskotonowe. Dla uniknięcia szkodliwych drgań, przegroda musi być usztywniona za pomocą stelaża w postaci kratowej konstrukcji drewnianej. Stanowi ona jednocześnie konstrukcję wsporczą dla trzech półek, na których postawione są przednie kolumny głośnikowe. Cała przestrzeń między przegrodą akustyczną a ścianą dźwiękoizolacyjną za przegrodą, wytłumiona jest za pomocą wełny mineralnej o niskiej gęstości. Przednia strona przegrody (od widowni) pokryta jest warstwą dźwiękochłonną wykonaną ze szklawionej wełny mineralnej o dużej gęstości. Przed przegrodą powieszony jest przezroczysty akustycznie ekran projekcyjny. Cała konstrukcja przegrody Baffle Wall musi być odizolowana akustycznie od ścian, podłogi i stropu.



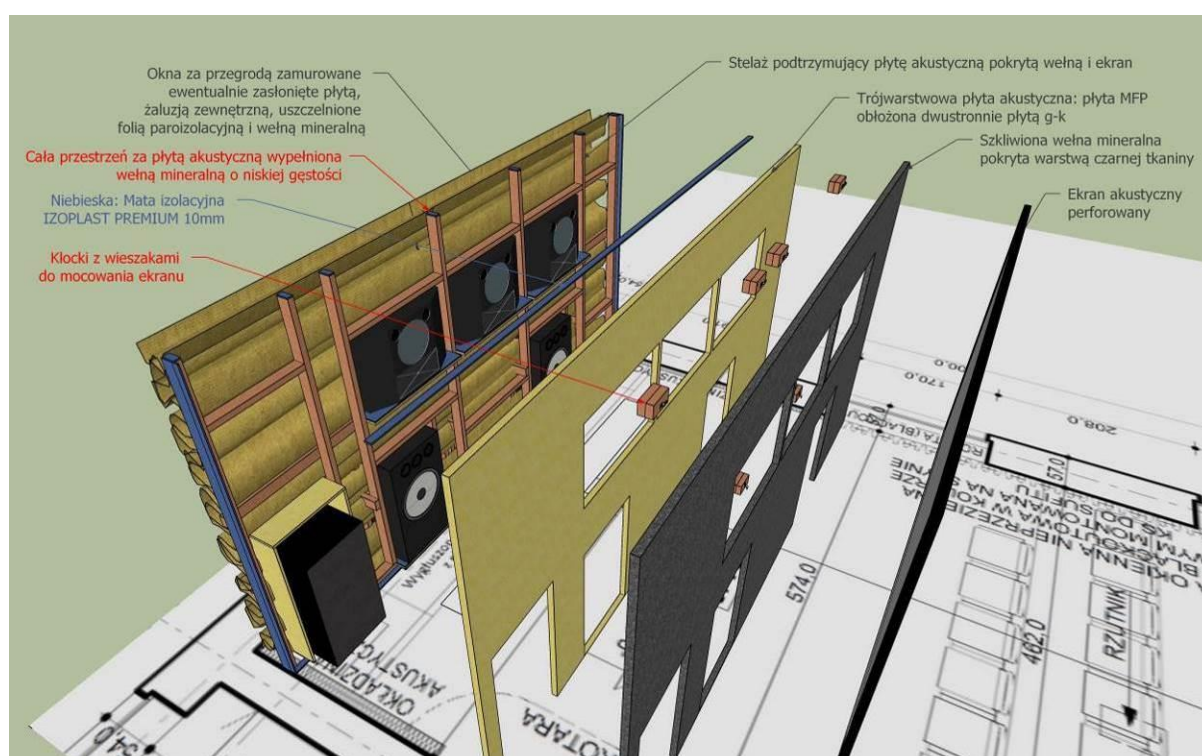
Rys. 14: Ściana akustyczna z ekranem, głośniki przykryte są tkaniną akustyczną.

Na Rys. 15 pokazane są części składowe **przegrody akustycznej** (w kolejności od lewej do prawej):

- akustyczna **wełna** mineralna o niskiej gęstości, wypełniająca całą przestrzeń między ścianą konstrukcyjną a płytą akustyczną; jeśli w ścianie konstrukcyjnej są jakieś otwory (np. drzwi lub okna), to muszą być one odpowiednio zabezpieczone, ponieważ nie będzie do nich dostępu;

- **stelaż** drewniany z półkami na głośniki, z ewentualną wnęką na szafę rack, odizolowany akustycznie od konstrukcji budynku matą izolacyjną; półki nie są zabudowane od tyłu;
- trójwarstwowa **plyta akustyczna** z otworami na głośniki, odizolowana akustycznie naokoło od konstrukcji budynku matą izolacyjną i odpowiednimi uchwyty montażowymi, z przykręconymi do niej drewnianymi klockami do zawieszenia ekranu;
- szklwiona **wełna** mineralna 50 mm o dużej gęstości, pokryta warstwą czarnej tkaniny akustycznej;
- perforowany **ekran** akustyczny zamocowany do drewnianych klocków.

Uwaga: Budując przegrodę akustyczną należy **zachować wymiary podane na przekazanych rysunkach projektowych** z dokładnością do 1 cm. **Pozostałe (nie podane) wymiary nie są krytyczne**, co pozwala na łatwe dopasowanie samej konstrukcji do wymiarów pomieszczenia.



Rys. 15: Części składowe przegrody akustycznej. Jeśli za przegrodą występują okna lub inne otwory, to muszą być odpowiednio zabezpieczone. Wymiary, wnęka na szafę rack i inne szczegóły są przykładowe.

## 6.1 KONSTRUKCJA WSPORCZA PRZEGRODY AKUSTYCZNEJ

Trójwarstwowa płyta akustyczna, stanowiąca właściwą przegrodę akustyczną (Baffle Wall), przymocowana jest do drewnianego szkieletu (stelaża) o konstrukcji kasetonowej, który stanowi jednocześnie wspornik dla półek z głośnikami zaekranowymi.

Wymiary, umiejscowienie otworów i belek, przedstawione na przekazanych oddzielnie od tego opisu rysunkach, **dopasowane są niżej wymienionych kolumn głośnikowych, ekranu oraz projektora**, przy uwzględnieniu wymiarów pomieszczenia oraz widowni:

- Kolumny głośnikowe: JBL C211, JBL 3635, JBL 8320;
- Ekran: Adeo FramePro Rear Elastic Band VisionAcoustic o rozmiarze 460 cm;

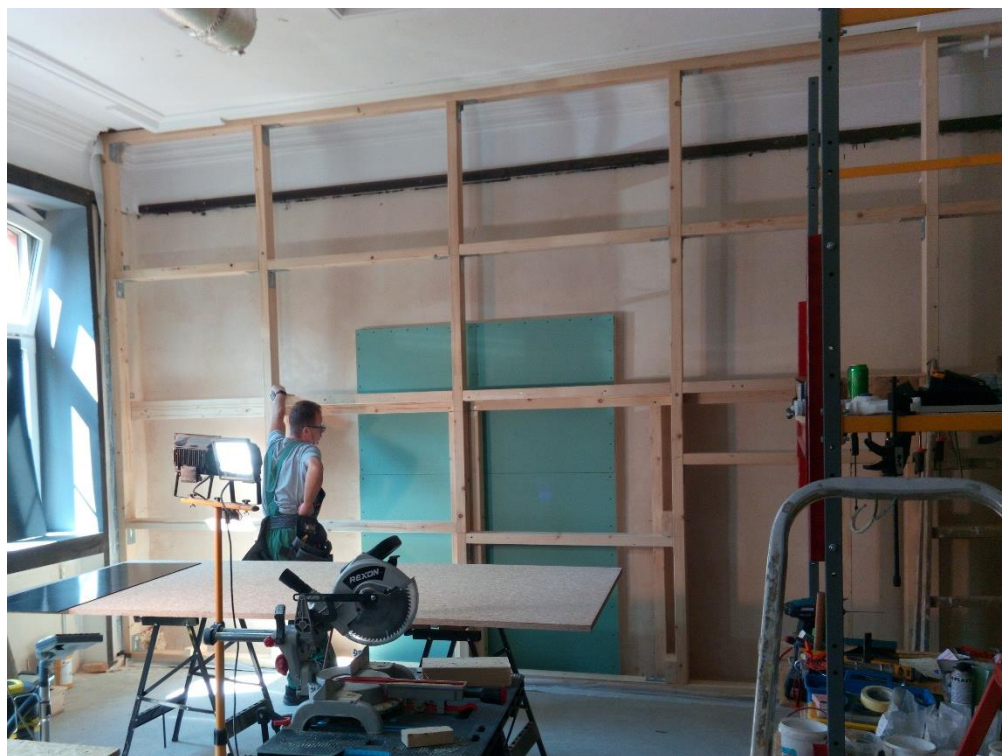


- Projektor: JVC DLA-RS540;

Jeżeli zakupione zostanie inne, niż wskazane powyżej, wyposażenie, należy uzgodnić ze specjalistami KzR, czy nie **zachodzi konieczność zmiany projektu przegrody akustycznej**.

Uwaga: Przegroda akustyczna nie jest konstrukcją szczelną, ponieważ posiada otwory, np. na kolumny głośnikowe. Nie stanowi ona zatem przegrody redukującej hałasy i przenikanie dźwięku pomiędzy pomieszczeniami.

Przykładowa konstrukcja stelaża – drewnianego szkieletu wsporczego pokazana jest na Rys. 16.



Rys. 16: Stelaż - szkielet przegrody akustycznej. Zielona płyta szczelnie zakrywa istniejący otwór drzwiowy.

Konstrukcję przegrody akustycznej należy tak ustawić, aby przednia (od strony widowni) powierzchnia płyty akustycznej znajdowała się w odległości ok. 48-50 cm od ściany za przegrodą. Zatem przednia powierzchnia pionowych belek powinna znajdować się w odległości 43-45 cm od tej ściany. Dokładne wymiary pokazane są na projekcie przegrody akustycznej.

Do wykonania szkieletu należy użyć belki drewniane o przekroju 5 x 10 cm, ustawione węższą stroną do płyty. Belki muszą być bardzo dokładnie ustawione w pionie i poziomie.

Uwaga: Możliwe jest użycie belek o większych rozmiarach, np. 6 x 12 cm, ale wymaga to odpowiedniej **korekty wymiarów projektowych oraz zmiany rozmiaru stosowanych wkrętów**.

Poszczególne belki tworzące konstrukcję kratownicy muszą być **najpierw sklejone za pomocą bezbarwnego Silikonu Budowlanego Neutralnego Tytan** (opisany w rozdz. 3), a następnie połączone za pomocą wkrętów do drewna (łączyjących belki bezpośrednio) albo za pomocą metalowych kątowników.

Wykonując stelaż należy wziąć pod uwagę, że każda z trzech kolumn zaekranowych waży ok. 40 kg, zaś każda z kolumn niskotonowych ok. 50 kg. Sumaryczna moc wzmacniaczy sięga 1600 W, zaś moc

chwilowa jest kilkakrotnie większa. Praktycznie cała ta moc zamieniana jest na drgania mechaniczne. Stąd wniosek, że budowana konstrukcja musi być odpowiednio odporna mechanicznie i to w wieloletnim okresie eksploatacji.

**Cała konstrukcja przegrody akustycznej musi być odseparowana akustycznie od konstrukcji budynku za pomocą miękkich mat izolacyjnych, wykonanych z pianki kauczukowej o zamknięto-komórkowej strukturze z dodatkową warstwą niespionionego kauczuku o wysokiej gęstości, o wysokiej wytrzymałości na ściskanie (min. 5.000 kg/m<sup>2</sup>). Można zastosować np. matę IZOPLAST PREMIUM 10mm.**



*Rys. 17: Przegroda akustyczna z zainstalowaną trójwarstwową płytą akustyczną (płyta MFP obustronnie pokryta akustyczną płytą G-K). W otworach na głośniki widoczne wypełnienie wełną mineralną, która nie będzie zasłaniana płytą MFP.*



Rys. 18: Częściowo zabudowany stelaż z wstawionym jednym głośnikiem. Czarne wypełnienie otworów to szklowana wełna mineralna 50 mm.

## 6.2 METODY I SPOSOBY WYKONYWANIA ŁĄCZEŃ ELEMENTÓW PRZEGRODY AKUSTYCZNEJ

W rozdziale tym omówione są szczegóły wykonywania łączy elementów drewnianych przegrody akustycznej oraz jej mocowania i **separacji akustycznej od konstrukcji budynku**.



Rys. 19: Połączenie typu T, na przykładzie mocowania półki, wkręt przechodzi na wylot przez belkę (płytę) pod kątem 90°

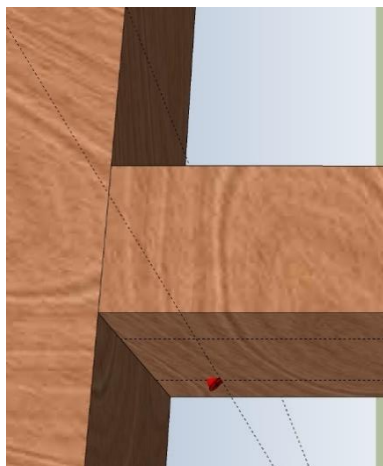
Dla bezpośredniego łączenia doczołowego (typu T), np. belki poziomej do pionowego słupka (o wymiarach 50x100 mm), stosować wkręty ciesielskie samowierzące z gwintem częściowym, łeb płasko-stożkowy z gniazdem gwiazdkowym TX: Wurth ASSYplus stal oc. żółto łeb pł. AW PT 0165225100 5x100 (dł. gwintu 48) lub Simpson Strong-Tie ESCRC6.0X100 (dług. gwintu 48). Do wykonania połączenia na każdą powierzchnię styku 5 x 10 cm należy użyć dwa wkręty w odstępie 5 cm, wkręcając je prostopadle do słupka (Rys. 19).

Alternatywnie, bezpośrednie połączenie doczołowe (typu T), np. belki poziomej do słupka, można wykonać za pomocą wkrętów ciesielskich wkręcanych pod kątem 45 stopni (Rys. 20 oraz Rys. 21). Do kantówek 5 x 10 cm należy stosować dwa wkręty samowierzące 60

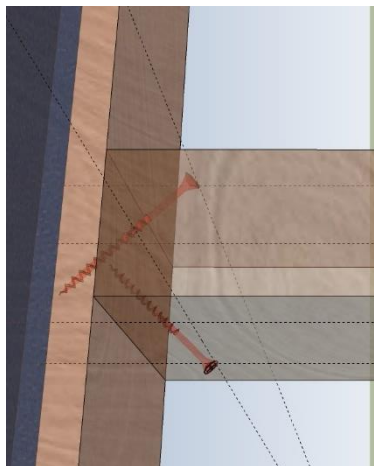
mm, łeb płasko-stożkowy z gniazdem gwiazdkowym TX: Wurth ASSYplus stal oc. żółto łeb pł. AW



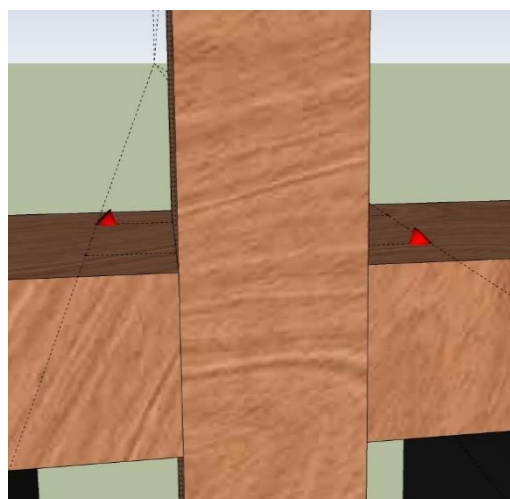
PT 0165224560 4,5x60 (długość gwintu 29 mm) lub Simpson Strong-Tie ESCRC5.0X60 (długość gwintu 30). Wkręty należy wkręcać pod kątem 45 stopni w kantówkę od strony szerszego boku, w kierunku słupka, jeden z jednej, drugi z drugiej strony belki, w odległości 25 mm od jednego i drugiego brzegu belki. Mocując belkę poziomą po drugiej stronie słupka należy wkręty wkręcić przeciwnie (Rys. 22 oraz Rys. 23). Nie należy stosować wkrętów o dłuższym (np. pełnym) gwincie, bo wtedy jego część pozostanie w belce poziomej, zmniejszając siłę dociskającą belki.



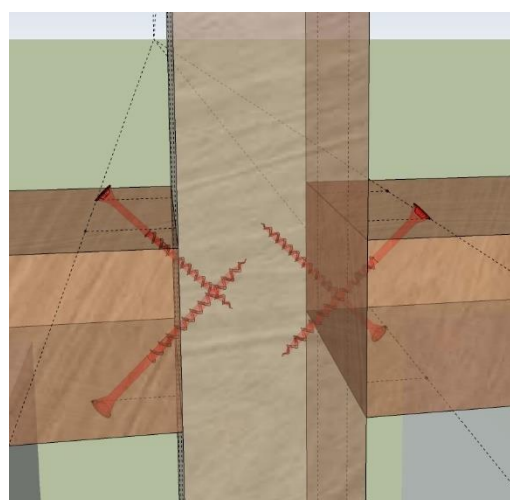
Rys. 20: Połączenie typu T, jednostronne



Rys. 21: Połączenie typu T, jednostronne, ułożenie wkrętów pod kątem 45 stopni

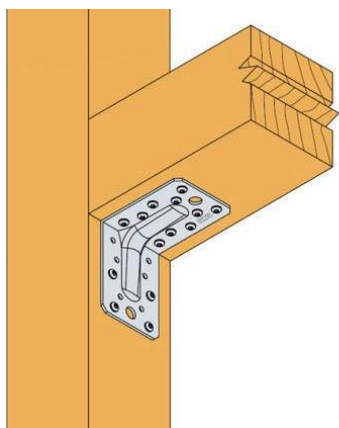


Rys. 23: Połączenie typu T, dwustronne

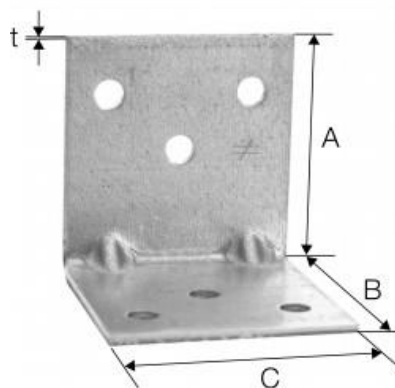


Rys. 22: Połączenie typu T, dwustronne, ułożenie wkrętów pod kątem 45 stopni

W miejscach, gdzie połączenie bezpośrednie nie jest możliwe, wykonać połączenie z wykorzystaniem kąтового łącznika ciesielskiego o wzmocnionej konstrukcji, 50x50x40x2 mm (Rys. 24 oraz Rys. 25). Do mocowania stosować wkręty do drewna 5x40 mm, z gwintem pełnym nie wymagającym wstępnego nawiercania, np. Simpson Strong-Tie łącznik EA554/2 z wkrętami CSA5.0x40.



Rys. 24: połączenie z wykorzystaniem  
kątownego łącznika ciesielskiego



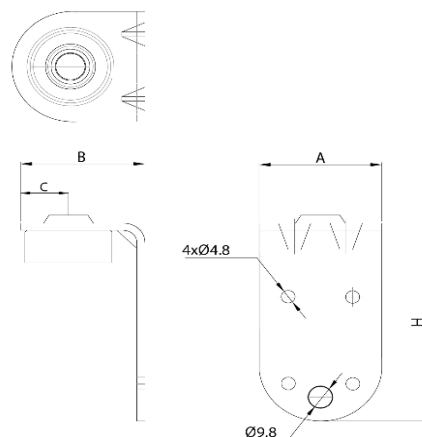
Rys. 25: Łącznik Strong-Tie EA554/2

Konstrukcja szkieletu (stelaża) przegrody akustycznej, tj. wszystkie belki poziome i pionowe, krawędzie płyty przedniej, a także inne elementy (np. obudowa wnęki na szafę rack, jeśli jest wykonywana) muszą być odizolowane (odseparowane) akustycznie od struktury budynku. Oznacza to, że elementy drewniane nie mogą bezpośrednio dotykać do ścian, stropu ani podłogi. Wszystkie te płaszczyzny styku muszą być oddzielone od podłoża za pomocą warstwy maty izolacyjnej 10 mm, np. IZOPLAST PREMIUM 10 mm (opisana w rozdziale 3).

Stelaż jest konstrukcją samonośną, którą należy przymocować do konstrukcji budynku, ale za pomocą elementów sprężystych, izolujących konstrukcję akustycznie. Mocowanie wykonać za pomocą kompletnych zawiesi EQLS-S 50x40x64 mm firmy Alnor (Rys. 26), przeznaczonych do amortyzacji prostokątnych kanałów wentylacyjnych <https://alnor-b2b.com.pl/Zamowienie.aspx?group=>.

Obie boczne pionowe belki należy zamocować do ścian, stosując po trzy zawiesia do każdej, montowane na wysokości trzech środkowych belek poziomych. Na dole konstrukcji, trzy poziome belki należy mocować do podłogi, stosując po jednym zawiesiu na środku każdej z nich. Belki pionowe mocować do stropu za pomocą pojedynczego zawiesia. Zawiesia mocować na tylnej (w stosunku do widowni) powierzchni belek w taki sposób, aby dłuższa część zawiesia biegła prostopadle do ściany/stropu budynku, a mniejsza część z amortyzatorem była odsunięta na odległość od 3 do 5 mm od płaszczyzny, do której będzie przykręcana. Dzięki temu elastyczna podkładka nie będzie lepiej amortyzować.

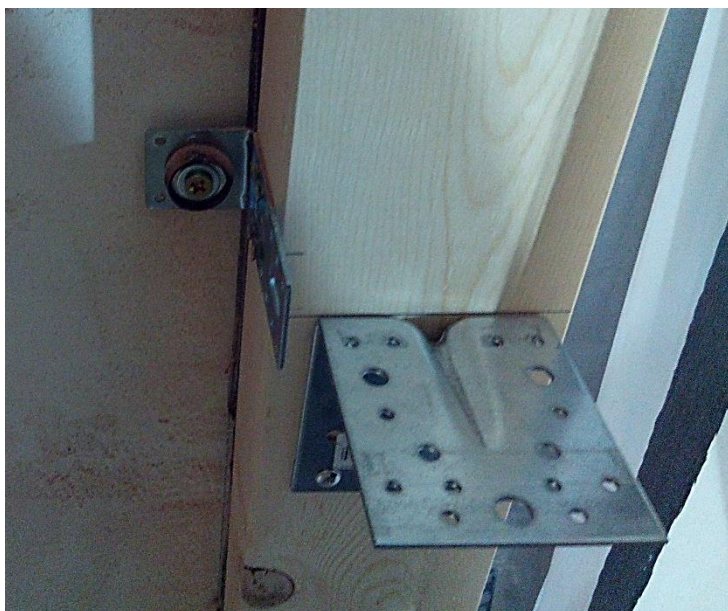
Zawiesie należy przykręcić do belki za pomocą czterech wkrętów Wurth ASSYplus, żółty oc., pełny gwint, łeb płasko-stożkowy z gniazdem gwiazdkowym TX, 4x35/26.



A [mm]	B [mm]	C [mm]	H [mm]
50	40	20	64

Rys. 26: Zawiesie EQLS-S 50x40x64 firmy Alnor

Zawiesie należy połączyć z konstrukcją budynku za pomocą wkrętu z kołnierzem o średnicy min. 12 mm (średnica otworu w podkładce amortyzatora wynosi 10,6 mm) i plastikowego kołka. **Nie należy stosować kołków metalowych.** Do mocowania można użyć kołki Fisher DUOPOWER 8x40 z wkrętami Wurth ASSY-D łeb płasko-soczewkowaty AW 0153020601 6x60 albo kołki Fisher DUOPOWER 10x50 z wkrętami Wurth ASSY-D łeb płasko-soczewkowaty AW 0153020801 8x70. Można też zastosować mniejsze rozmiary wkrętów z dodatkową podkładką metalową o średnicy zewnętrznej od 12 do 20 mm. Zalecane kołki Fisher DUOPOWER są dwukomponentowe i ulegają znacznemu zniekształceniu w podłożu, przez co można je stosować w ścianach z materiałów pełnych, pustych a także płytowych (np. ściany G-K 2x12,5 mm).



Rys. 27: Zawiesie mocujące słupek do ściany konstrukcyjnej za pomocą wkrętu z podkładką i łącznik przygotowany do przykręcenia belki poziomej. Między belką a ścianą widoczna czarna mata izolacyjna IZOPLAST PREMIUM 10 mm.

Po zmontowaniu, wszystkie elementy drewniane (belki) stelaża powinny zostać zabezpieczone farbą ogniochronną, taką jak Pyroplast Wood T oraz Wood Top T (opis: <https://sklep->

[ppoz.pl/pl/p/Lakier%2C-Farba-ogniochronna-Pyroplast-Wood-T-op.-5kg/945](http://ppoz.pl/pl/p/Lakier%2C-Farba-ogniochronna-Pyroplast-Wood-T-op.-5kg/945)). Zabezpieczenie najlepiej jest wykonać po skręceniu konstrukcji stelaża, bo wówczas jest jeszcze wygodny dostęp do wszystkich jego elementów. Płyta gipsowo-kartonowa jest ognioodporna i nie trzeba jej dodatkowo zabezpieczać ogniochronnie.

### 6.3 KONSTRUKCJA PŁYTY AKUSTYCZNEJ DLA PRZEGRODY AKUSTYCZNEJ TYPU BAFFLE WALL

Płytę akustyczną, stanowiącą główny element przegrody akustycznej, należy wykonać w postaci trójwarstwowego plastra. Jego środkową część stanowi płyta MFP, a obie wierzchnie – płyty gipsowo-kartonowe o podwyższonych parametrach akustycznych. W płycie akustycznej znajdują się otwory, do których wstawione zostaną głośniki zaekranowe.

Jako środkową część należy **zastosować płytę MFP o grubości 22 mm**, na którą po obu stronach naklejone są płyty G-K Nida Acoustic 12,5 mm albo Rigips Pro Aku typ A GKB 12,5.

Uwaga: Do wykonania przegrody akustycznej **nie stosujemy płyt OSB ani MDF**, ponieważ nie posiadają one jednolitych parametrów sztywności przestrzennej, takich jak płyta MFP.

Do złączenia płyt należy użyć Silikon Budowlany Neutralny Tytan bezbarwny (10022225, SIT-NN-XX-060-N) albo biały (10022226, SIT-NN-BI-060-N), najlepiej w opakowaniach foliowych 600 ml (<http://www.tytan.pl/pl/produkty/silikon-budowlany-neutralny/>). Wskazany silikon firmy Tytan nawet po wyschnięciu zachowuje elastyczność, co zapewnia lepsze parametry akustyczne konstrukcji. Silikon aplikować w postaci wałka o grub. ok. 3 mm ułożonego gęstym zygzakiem na całej powierzchni styku płyt, w taki sposób, aby zapewnić możliwość usunięcia (ulotu) powietrza podczas dociskania płyt. Tak wykonana płyta będzie mieć grubość ok. 49-50 mm.

Silikon Tytan należy aplikować także na wszystkie powierzchnie belek do których przylegać będzie płyta akustyczna. Płytę należy docisnąć do belek i przykręcić w rozstawie co 15 cm, za pomocą wkrętów ciesielskich z gwintem częściowym, ostrze samowierzące, łeb stożkowy płaski z gniazdem gwiazdkowym TX: Wurth ASSYplus stal oc. żółto łeb pł. AW PT 016522580 5x80 (dł. gwintu 38) lub Simpson Strong-Tie ESCRC5,0x80 (długość gwintu 37).

Z uwagi na duże wymiary i konieczność wykonania otworów z półkami na kolumny głośnikowe, przegroda zbudowana będzie z kilku fragmentów płyty akustycznej. Poszczególne fragmenty płyty należy tak przycinać i montować, aby złączenia wypadały tylko na belkach stelaża. Powierzchnie złączenia należy także posmarować Silikonem Budowlanym Neutralnym Tytan.

Dla zapewnienia odpowiedniej sztywności i jednolitości samej płyty, wszystkie boczne krawędzie płyty akustycznej przy otworach na głośniki muszą licować z belkami. Na Rys. 28 widać krawędź płyty akustycznej przykręconą do słupka.

Wszystkie zewnętrzne krawędzie boczne płyt, a także krawędzie naokoło otworów na głośniki powinny być wyrównane za pomocą pilnika i posmarowane warstwą Silikonu Akrylowego Tytan. Gdy silikon utwardzi się, można go szlifować i malować. Krawędzie płyt na zdjęciu nie są jeszcze obrobione i wykończone wskazanym silikonem.



Rys. 28: Fragment trójwarstwowej płyty akustycznej przy otworze na głośnik. Brzeg płyty nie jest jeszcze wykończony.

Uwaga: Należy pamiętać, aby przed zamocowaniem całej płyty do stelaża przymocować do niej osiem bloków drewnianych służących do powieszenia ekranu, w sposób opisany w Rozdziale 3 Ekran akustyczny.

W celu uniknięcia rezonowania konstrukcji, wszystkie powierzchnie styku elementów drewnianych: belek konstrukcyjnych, płyty przedniej, półek, a szczególnie krawędzie otworów głośnikowych, muszą być najpierw sklejone a następnie trwale połączone z belkami konstrukcyjnymi za pomocą wkrętów.

Do klejenia należy użyć Silikon Budowlany Neutralny Tytan, aplikowany w postaci wałka o grub. ok. 3 mm ułożonego gęstym zygzakiem na całej sklejaney powierzchni. Wałki nie powinny tworzyć zamkniętych wzorów, aby dociskania powierzchni powietrze miało drogę ulotu. Boczne krawędzie styku (miejsca łączenia) fragmentów płyty akustycznej muszą być także sklejone ze sobą.

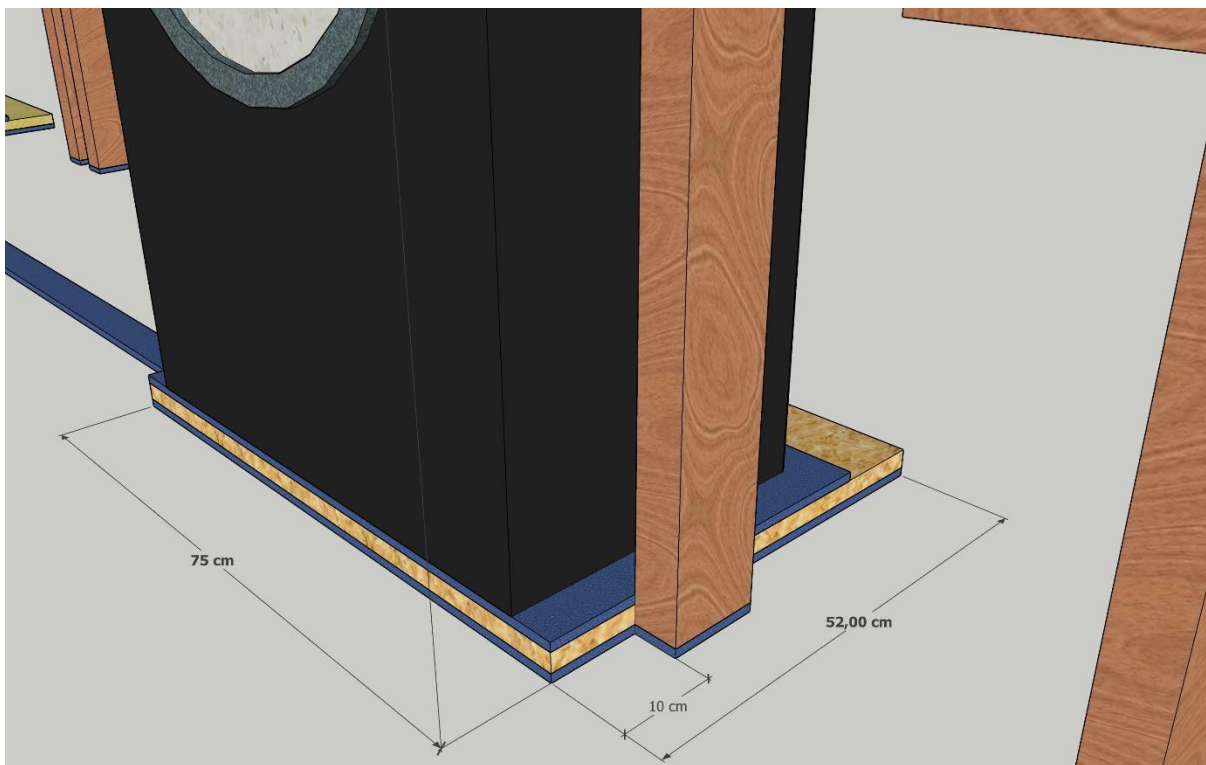
**Półki na głośniki wykonać z płyty MFP 22 mm. Półki górne (dla kolumn JBL C211) mają wymiary 115 x 52 cm, zaś dolne (dla kolumn JBL 3635) 75 x 52 cm. Przednie krawędzie półek wysunięte są o 10 cm przed przednie płaszczyzny słupków.**

Górne półki na głośniki przymocować do belki poziomej oraz z przodu do płyty MFP. Powierzchnie styku posmarować Silikonem Budowlanym Neutralnym Tytan, a następnie przykręcić wkrętami, rozmieszczonych w równych odstępach (ok. 15 cm), rozpoczynając nie dalej niż 3 cm od brzegu półki. Każde z dwóch połączeń wymaga zastosowania sześciu wkrętów.

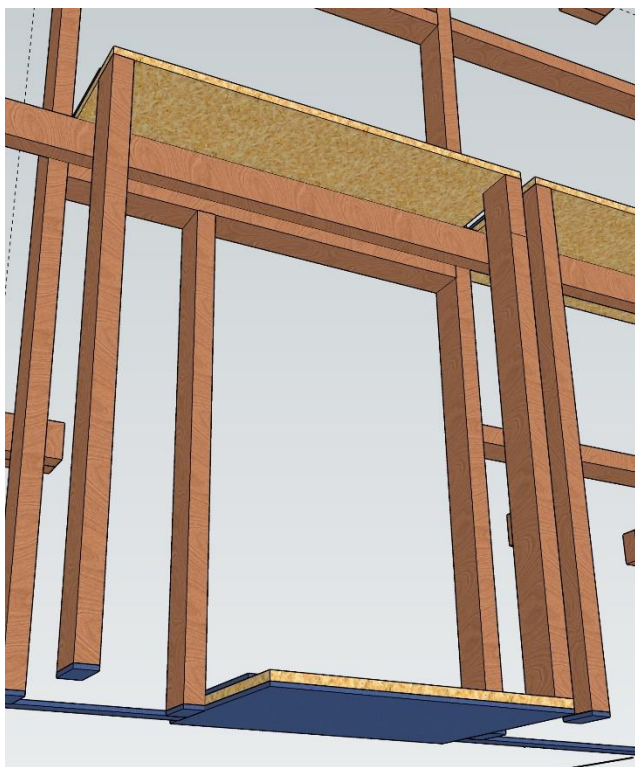
Z tyłu przymocować półkę do dwóch słupków, aplikując na każdą powierzchnię styku Silikon Budowlany Neutralny Tytan, a następnie skręcając dwoma wkrętami.

Do mocowania górnych półek na głośniki stosować wkręty 60 mm: Wurth ASSYplus stal oc. żółto łeb pł. AW PT 016522460 4x60 (dł. gwintu 31) lub Simpson Strong-Tie 74432 TTUFS4,0x60 (dług. gwintu 35). Na każdą półkę potrzeba 18 wkrętów.





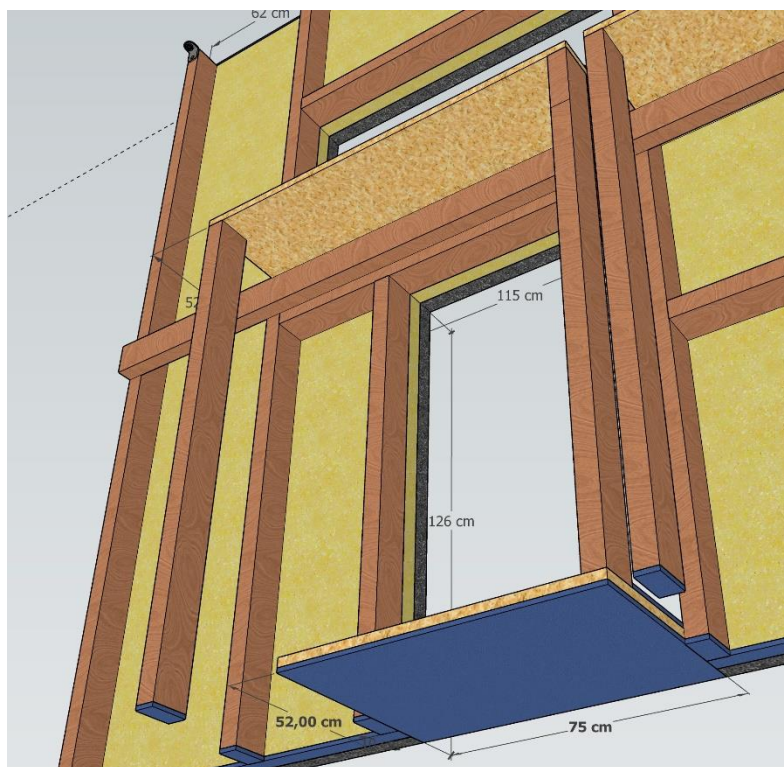
Rys. 29: Konstrukcja półek: dolna 75 x 52 cm (dla JBL 3635), oraz (widoczna na kolejnych rysunkach) górna 115 x 52 cm (dla JBL C211), obie wysunięte na 10 cm, widoczne poziome belki usztywniające nogi podpierające półki od tyłu; kolorem niebieskim oznaczona jest warstwa izolacyjna maty akustycznej 10 mm.



Rys. 30: Montaż nóg do górnej półki, pod którą montowany jest głośnik basowy (SUB). Kolorem niebieskim oznaczona jest mata izolacyjna 10 mm.



Dolnych półek na głośniki basowe (SUB) nie przykręca się, ale należy pod nie podłożyć warstwę maty izolacyjnej 10 mm, np. IZOPLAST PREMIUM 10 mm.



Rys. 31: Otwór na głośnik basowy (SUB) JBL 3635 i podparcie półek, widok od tyłu. Widoczna jest płyta akustyczna (żółta) pokryta warstwą wełny mineralnej (szara). Półki licują z przednią płaszczyzną wełny mineralnej.

Półki muszą być dokładnie wypoziomowane.

Na wierzchu półek dolnych i górnych należy położyć maty izolacyjne 10 mm, np. IZOPLAST PREMIUM 10 mm. Warstwa maty może być o 10 cm krótsza niż głębokość półek (Rys. 29).

**Uwaga: Otworów na głośniki nie należy zabudowywać od tyłu ani z boków, aby umożliwić swobodny przepływ powietrza między przodem a tyłem płyty akustycznej.**

Jeśli zastosowane są belki w innych przekrojach, należy odpowiednio dobrać długości wkrętów i ewentualnie zmodyfikować wymiary konstrukcji. Jeśli podane w załączonym projekcie wymiary miałyby być zmienione o więcej niż 1 cm, to wymaga to uzgodnienia.

#### 6.4 WYTŁUMIENIE KONSTRUKCJI PRZEGRODY AKUSTYCZNEJ

**Całą przestrzeń za płytą akustyczną aż do ściany za przegrodą należy wypełnić wełną mineralną o niskiej gęstości, typu Isover Uni-Mata, Rockwool Toprock Super lub Knauf Unifit, pozostawiając miejsce na wstawienie kolumn głośnikowych.**

Wytłumienie to przedstawione jest m. in. na Rys. 15, Rys. 32 i Rys. 33.

Z uwagi na odległość między ścianą a płytą akustyczną, najlepiej jest zastosować wełnę o grubości 200, ułożoną jedną lub dwie warstwy. W miejscach, gdzie wstawione będą kolumny głośnikowe, zastosować jedną warstwę wełny (200 mm). Wypełnienie należy wykonać w trakcie montowania płyty akustycznej do stelaża.



Rys. 32: Wypełnianie przestrzeni stelaża wełną mineralną o niskiej gęstości.



Rys. 33: W otworach na głośniki widać warstwę szklonej wełny 50 mm.

Jeśli wełna będzie opadać, zakrywając przestrzeń na głośniki, należy ją przymocować do stelaża, np. za pomocą przymocowanego do niego sznurka (Rys. 34), bądź poprzez dodanie dodatkowych listew drewnianych. Nie należy robić w pełni zabudowanych wnęk na głośniki.



Rys. 34: Plecciona ze sznurka do podtrzymywanie luźnej wełny mineralnej wypełniającej przestrzeń za płytą akustyczną.

Wierzchnią powierzchnię płyty akustycznej (od strony widowni) należy pokryć arkuszami jednostronnie szklwionej wełny mineralnej o podwyższonych parametrach akustycznych i grubości 50 mm. Należy zastosować wełnę Rockwool Industrial Batts Black 60 albo Isover Ventilux 6335, atestowane do stosowania jako izolacja wewnątrz kanałów wentylacyjnych. Atestowana okładzina z welonu szklanego zabezpiecza przed odrywaniem się włókien przy szybkości przepływu powietrza do 20-25 m/s.

Wełna powinna pokrywać całą powierzchnię płyty, za wyjątkiem otworów na kolumny głośnikowe (oraz szafę rack, jeśli występuje), kończąc się równo z ich krawędziami. W miejscach mocowania klocków na wieszaki ekranowe (opisane w Rozdz. 3) wyciąć odpowiednie otwory w wełnie.

Boki i górną część otworów na głośniki, do głębokości 20 cm, tj. od przedniej powierzchni wełny aż do końca drewnianego słupka, należy również wykleić przyciętymi kawałkami wełny.

Arkusze wełny należy przyklejać za pomocą Pianokleju Uniwersalnego 60 Sekund Tytan, zgodnie z instrukcją producenta. W razie potrzeby można zastosować płaskie (!) plastikowe talerzyki dociskowe (Rys. 35) przykręcane wkrętem o dług. 80 mm, sięgającym do płyty MFP (środkowej warstwy płyty akustycznej), np. talerzyk Wkręt-Met Klimas TD/TPD-090 z wkrętem Wurth ASSYplus stal oc. żółto łeb pł. AW PT 0165224580 4,5x80 (dł. gwintu 39) lub Simpson Strong-Tie 74441 TTUFS4,5x80 (dług. gwintu 40). Inni producenci talerzyków: Thermixa TAD-60, Fisher ISO-disk 8/60 KS, Fisher HK36 z tworzywa.



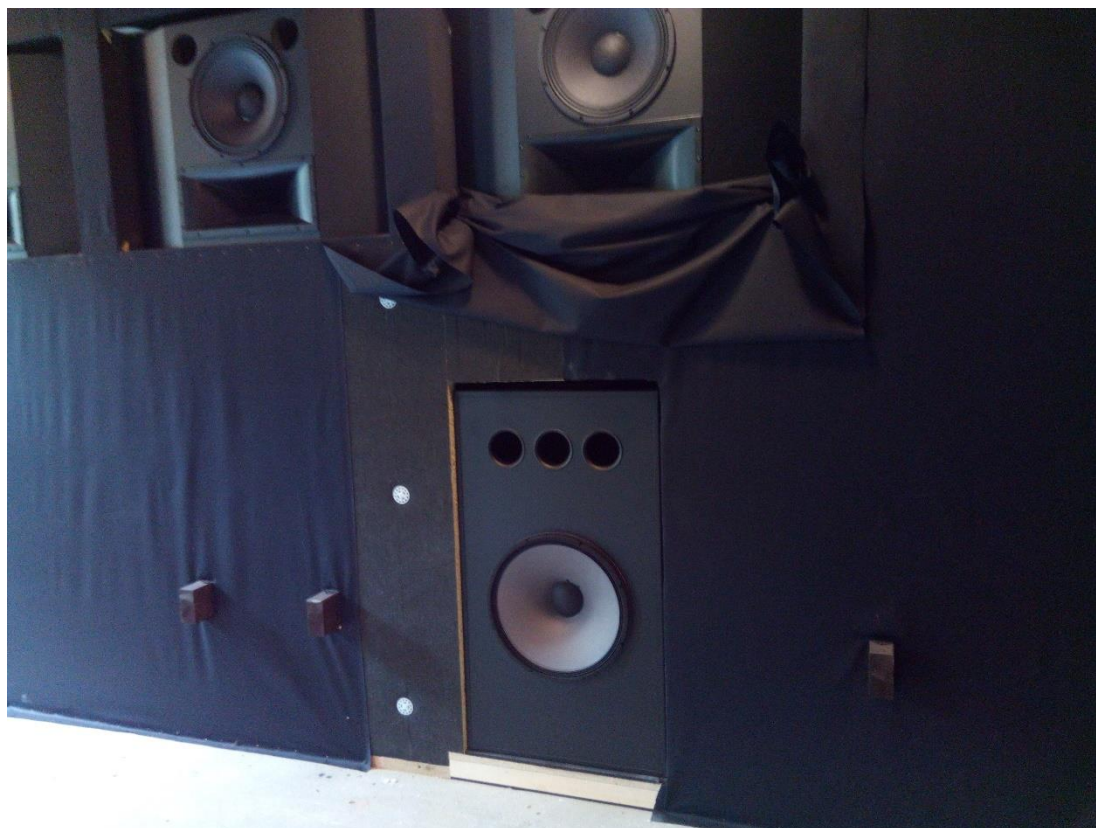


Rys. 35: Łącznik specjalny Wkręt-met Klimas TD-090/TDP-090

Od wierzchu należy przestonić całą powierzchnię wełny mineralnej czarną tkaniną (Rys. 36), w wykończeniu mat lub półmat (musi pochłaniać światło przechodzące przez ekran), z atestem trudnopalności, najlepiej z wykończeniem antystatycznym. Tkanina musi przepuszczać powietrze.

Oprócz zakrycia całej powierzchni wełny, tkanina musi pokrywać też szczelnie tył, boki, górę i dół otworów na kolumny głośnikowe, tworząc coś w rodzaju wnęki (kieszeni) z materiału, aby zabezpieczyć przed pyleniem wełny mineralnej z przestrzeni za płytą akustyczną. Wymaga to wykonania odpowiednich wstawek z materiału.

Głośniki niskotonowe montowane pod ekranem być zakryte tkaniną, bo wtedy ściana ekranowa wyglądać będzie bardziej estetycznie (Rys. 36, Rys. 37).



Rys. 36: Przegroda akustyczna z wstawionymi głośnikami. Widać czarne pokrycie szklwioną wełną mineralną z białymi talerzykami mocującymi. Tkanina przykrywa także głośniki niskotonowe (zwinieła nad głośnikiem). Tkanina może też przykrywać górne (niewidoczne za ekranem) głośniki.



Głośniki niskotonowe można dodatkowo zabezpieczyć przed uszkodzeniem za pomocą specjalnej siatki 18" (tzw. grill): <https://stx.pl/siatka-18.html>.

Tkanina powinna być w miarę możliwości naciągnięta i przymocowana do wystających ponad warstwę wełny elementów drewnianych: ośmiu klocków do mocowania ekranu oraz przedniej krawędzi półek na głośniki. Na dole, na górze oraz po bokach warstwy wełny tkanina powinna być kilkakrotnie podwinięta w formę wałka i wciśnięta między arkusze wełny mineralnej a podłogę, ściany i strop. Na dole powinna być zamontowana listwa przypodłogowa osłaniająca brzeg wykładziny dywanowej i jednocześnie przytrzymująca tkaninę. Na górze można zastosować także dodatkową listwę, do której przymocowana zostanie tkanina.

Należy stosować tkaniny z atestem trudnopalności, o szerokości 150 cm i gramaturze od 200 g/m<sup>2</sup>. Przykładowo mogą to być tkaniny: <https://styl-sklep.pl/tkanina-zaslonowa-zaciemniajaca-blackout-fabric-trudnopalna-150cm-40black>, <https://www.grant.pl/PL-H5/oferta/227/d09339-mq.html>, <http://runotex.pl/produkt/tkanina-kotarowa-izyda-trevira/>.

Do pokrycia płyty akustycznej potrzebnych będzie sześć szerokości tkaniny 150 cm (z uwzględnieniem wypełnienia wnęk na kolumny głośnikowe), każda o długości 3,25 m. Daje to razem 20 mb tkaniny.



Rys. 37: Ściana akustyczna z ekranem pokryta w całości tkaniną akustyczną.

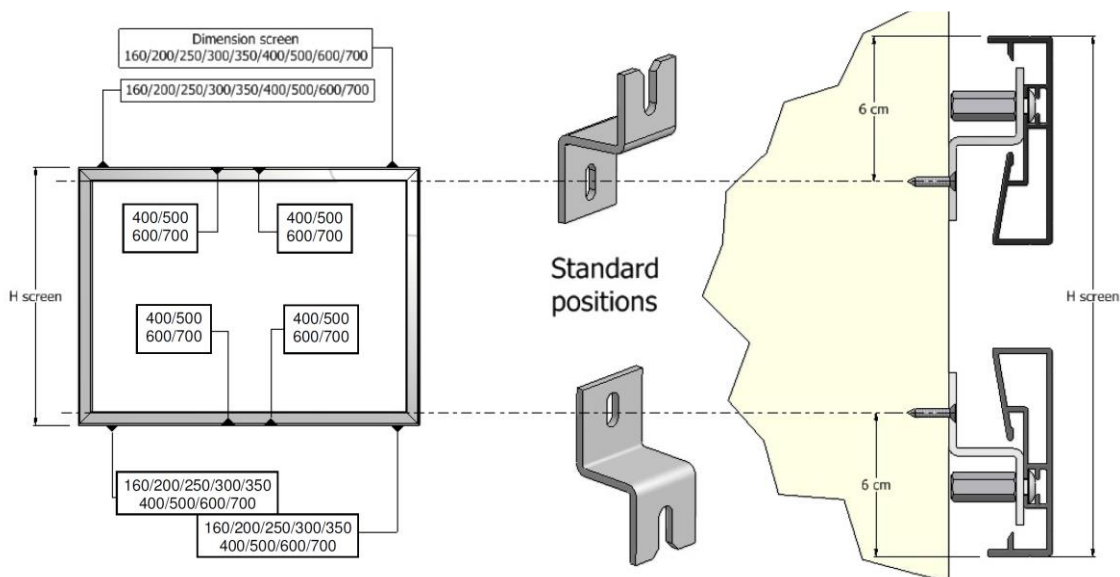
## 7 EKRAN AKUSTYCZNY

Ekran akustyczny zamontowany będzie 10 cm przed przednią powierzchnią płyty akustycznej. Dokładne wymiary ekranu oraz rozmieszczenia drewnianych klocków dla uchwytów podane są na rysunkach projektowych.

Powierzchnia projekcyjna ekranu akustycznego jest perforowana, przeznaczona do projekcji obrazu o rozdzielczości 4K. Oznacza to, że mikrootwory w powierzchni projekcyjnej, dzięki którym dźwięk z

głośników zaekranowych przechodzi przez tę powierzchnię, nie mogą mieć średnicy większej niż 0,5 mm.

Montaż ekranu wykonany będzie na ośmiu uchwytych ściennych dystansowych, po cztery na górnej i dolnej części ramy. Ekran Adeo FramePro Rear Elastic Bands Vision Acoustic waży do 40 kg.

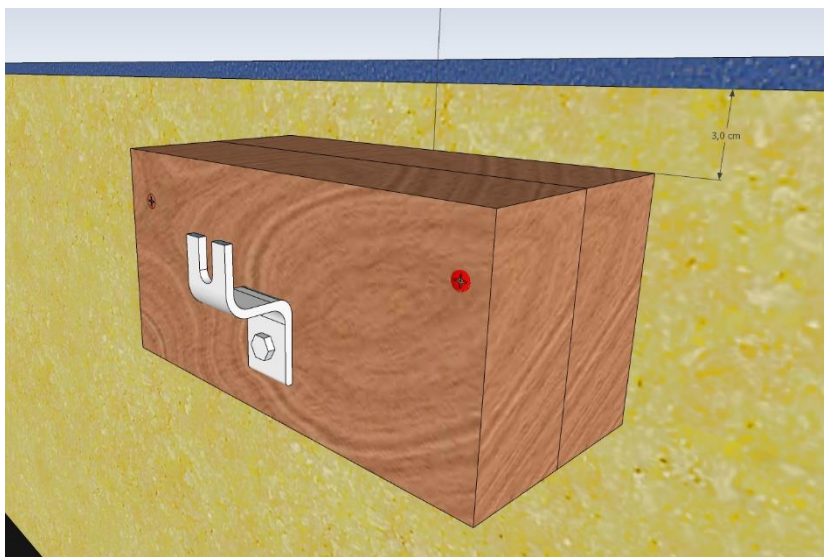


Rys. 38: Zawieszenie ekranu na przykładzie produktów firmy Adeo

Do płyty akustycznej należy przymocować osiem drewnianych klocków, zapewniających dystans 10 cm od powierzchni płyty akustycznej. Można je wykonać z odcinków belki 5 x 10 cm o długości ok. 15 cm. Do nich mocowane będą wieszaki ekranu, w sposób podobny do przedstawionego na Rys. 38.

Klocki należy zamocować tak, aby ich dłuższe krawędzie przylegały do płyty akustycznej. Górny rząd mocować poniżej górnej krawędzi płyty tak, aby klocki nie mogły dotykać do stropy czy sufitu. Sprawdzić, czy na całej długości między górnymi płaszczyznami skrajnych klocków wolna przestrzeń do sufitu/stropu wynosi min. 4 cm. Jest to przestrzeń potrzebna na górną listwę ekranu. Dokładne odległości klocków mocujących zależne są od wymiarów sali oraz podestu widowni i podane są na rysunkach projektowych.

Najpierw przykręcić pierwszy klocek (smarując powierzchnię styku Silikonem Neutralnym Budowlanym Tytan) za pomocą czterech wkrętów ciesielskich z gwintem częściowym, ostrze samowierzące, łeb stożkowy płaski z gniazdem gwiazdkowym TX: Wurth ASSYplus stal oc. żółto łeb pł. AW PT 016522580 5x80 (dł. gwintu 38) lub Simpson Strong-Tie ESCRC5,0x80 (dług. gwintu 37). Następnie na jego wierzchu, smarując uprzednio powierzchnię styku Silikonem Neutralnym Budowlanym Tytan, przykręcić za pomocą dwóch wkrętów j.w. drugi identyczny klocek.

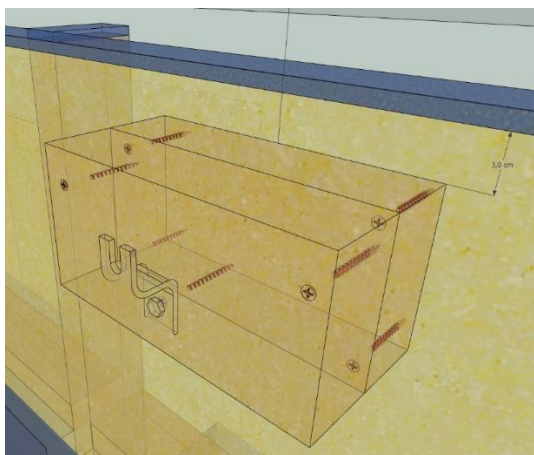


Rys. 39: Kłosek z wieszakiem do ekranu, przymocowany do płyty akustycznej. Minimalna odległość klocka od sufitu pozwalająca na założenie ekranu wynosi 3 cm.

Na jego środku przykręcony będzie wieszak wg Rys. 39. Miejsce mocowania zależy od rodzaju wieszaka, chyba że wymiary i wskazania na rysunku projektowym są inne.

Przykładowo, w niskich salach ekran musi być zawieszony najwyżej, jak to jest możliwe. Wtedy górny rząd kłosek mocowany jest 3 cm poniżej górnej krawędzi płyty akustycznej. Dolny – w odstępie ok. 230 - 250 cm, zależnie od rozmiaru ekranu (Rys. 40 oraz Rys. 41).

**Dokładne wymiary ekranu i rozmieszczenia elementów montażowych podane są na rysunkach projektowych dołączonych do niniejszego dokumentu.**



Rys. 40: Przekrój przez klocki mocujące z zaznaczonym położeniem wkrętów ciesielskich.





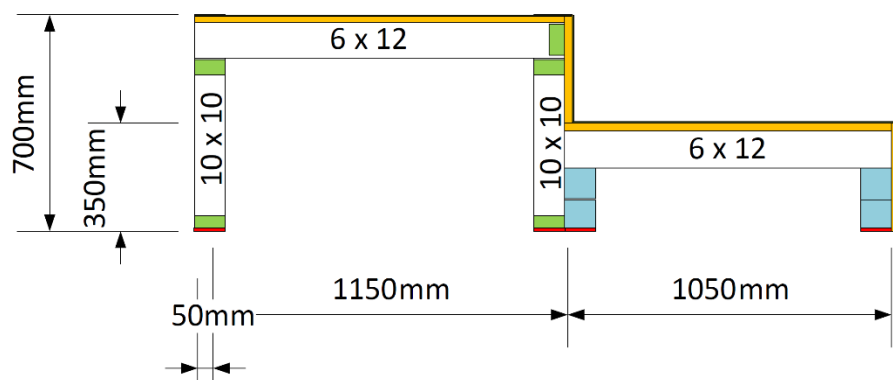
zasłona musi być podniesiona i trwale zamocowana w tym położeniu, np. poprzez przypięcie paskiem do obu ścian.

Podest wykonany będzie w konstrukcji skrzynkowej z płyt MFP, na stelażu drewnianym (Rys. 43) bądź na lekkiej konstrukcji stalowej (Rys. 45).

Podstawę podestu stanowi drewniana albo metalowa rama. Można ją wykonać z belek drewnianych o przekrojach od 5x10 cm (Rys. 43, Rys. 44) albo ze stalowych profili zamkniętych 20x20x2 mm i 30x15x2 mm (Rys. 45).

Rozstaw belek należy dobrać do wymiarów podestu, przy czym należy wziąć pod uwagę, że dla płyty MFP o grubości 22 mm nie może on przekraczać 60 cm. Zwykle głębokość poziomego podestu wynosi 100 cm, więc stosuje się raster 50 cm.

Wymiary belek drewnianych dobierane są najczęściej w taki sposób, aby uzyskać wymagane wysokości stopni (Rys. 42).



Rys. 42: Przykład zastosowania różnych przekrojów belek dla uzyskania wymaganych wysokości stopni. Zielone to belki 5x10 cm, niebieskie 10x10cm. Kolorem czerwonym oznaczona jest mata izolująca 10 mm. Żółta płyta MFP ma grubość 22 mm.



Rys. 43: Drewniana konstrukcja podestu. Belki izolowane są od ściany (niewidoczną na zdjęciu) matą izolującą 10 mm.



*Rys. 44: Inna konstrukcja podestu drewnianego. Po lewej pozostawione miejsce na okładzinę wygłuszającą.*

Różnica poziomów dla pierwszego poziomu wyniesie 30 cm, dla drugiego 32 cm, dla trzeciego 34 cm, zaś dla czwartego 36 cm. Na każdym poziomie należy wykonać dodatkowy schodek, o głębokości stopnia 30 cm i wysokości połowy różnicy poziomów podestu.

Pierwszy poziom podestu znajdować się będzie 370 cm od ekranu (430 cm od ściany za ekranem). Głębokość pierwszych trzech poziomów podestu wyniesie 90 cm. Ostatni, czwarty poziom sięgać będzie do tylnej ściany, ale fotele zainstalowane muszą być także (jak w poprzedzających rzędach) w odległości 90 cm od rzędu poprzedzającego.

Fotele muszą być dosunięte do schodków, aby nie zostawiać szczeliny, w którą może wpaść noga widza. Przejścia o szerokości większej niż 12 cm muszą być zablokowane barierką (Rys. 49 i Rys. 50)



Rys. 45: Podest wykonany na lekkim szkieletie stalowym z zamkniętych profili 30x15x2 mm oraz 20x20x2 mm, w rastrze 50 cm, wypełniony luźną wełną mineralną. Pod profile położona jest mata izolująca 10 mm. Mocowanie śrubami do podłogi poprzez podkładki gumowe i kołki plastikowe.

Belki drewniane bądź metalowe stykające się z podłogą i ścianami muszą być odizolowane akustycznie na całej powierzchni styku za pomocą warstwy maty izolacyjnej 10 mm, np. IZOPLAST PREMIUM 10 mm.

Całe wnętrze podestu musi być wypełnione wełną mineralną o niskiej gęstości, ale o podwyższonych parametrach akustycznych: Isolver Uni-Mata lub Knauf Unifit.

Warstwę wierzchnią poziomów podestu stanowi pojedyncza płyta MFP 25 mm (Rys. 46).

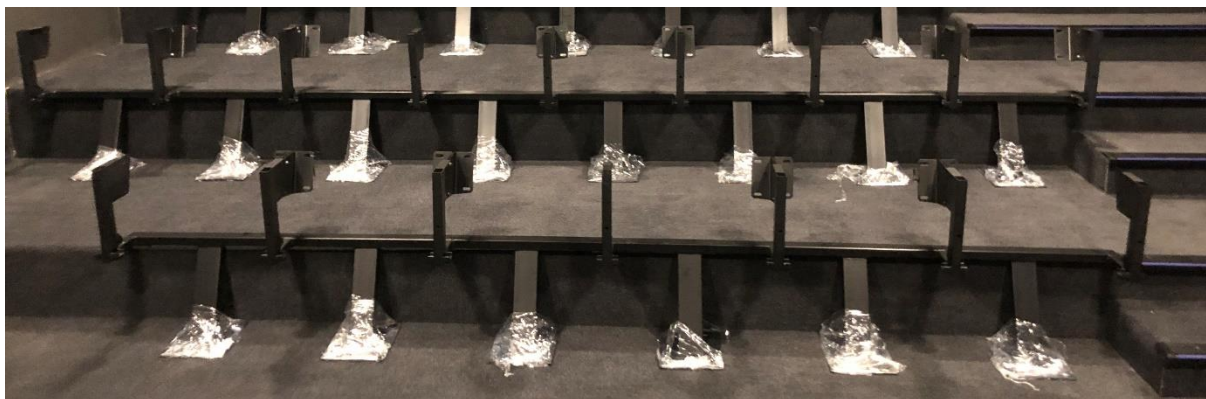


Rys. 46: Podest pokryty płytą i przygotowany do pokrycia wykładziną



Fotele kinowe należy montować do płyty wierzchniej (Rys. 47) za pomocą:

- wkrętów do drewna z łbem płaskim o takiej długości aby była zagłębiona na co najmniej 80 mm konstrukcji podestu, jeśli montaż następuje do drewnianej belki nośnej znajdującej się pod płytą;
- kołków metalowych typu Molly o średnicy 12-13 mm, jak Fisher HM 6 x 65 S albo Stalco MOLLY - 6x65/71 5906365342821, jeśli montaż następuje do płyty poza belką nośną,
- wkrętów do metalu, jeśli montaż nastąpi do metalowych elementów konstrukcji.



Rys. 47: Stelaże foteli przymocowane do podestu.

Możliwe jest użycie zamiast jednej warstwy płyty MFP 25 mm, dwóch warstw płyty OSB/3 22 mm. Wymaga to odpowiedniej korekty wymiarów elementów podestu dla zachowania wysokości poszczególnych poziomów. Tutaj różnica 1 cm ma istotne znaczenie dla widoczności ekranu.



Rys. 48: Gotowy podest z fotelami. Widoczne oświetlenie krawędzi stopni.

W trakcie seansu w sali kinowej jest zwykle bardzo ciemno i nie widać dobrze przejść. Ze względów bezpieczeństwa należy zabezpieczyć wszelkie możliwe przejścia pomiędzy poziomami podestu, aby widzowie musieli korzystać z podświetlonych schodów.

**Montaż foteli powinien być tak wykonany, aby nogi foteli dotykały do krawędzi stopni (Rys. 48). Jeżeli fotele montowane są na stelażu jak na Rys. 47, to powierzchnia boczna fotela lub oparcia powinna być zrównana z krawędzią stopnia.**



Na Rys. 49 przedstawione są przykłady nieprawidłowego zabezpieczenia przejść. Wszystkie miejsca o szerokości powyżej 12 cm muszą być bezwzględnie zabezpieczone barierką z poprzeczką poziomą poprowadzoną na wysokości 80 cm nad poziomem podestu.



*Rys. 49: Przykłady nieprawidłowego zabezpieczenia przejść. Nogi foteli powinny dotykać do krawędzi stopnia. Każda wolna przestrzeń musi być zabezpieczona barierką. Cała wnęka okienna musi być zabezpieczona poziomą barierką biegnącą na krawędzi najwyższego poziomu podestu.*



*Rys. 50: Proste metody zabezpieczenia niebezpiecznych przejść i miejsca na wózek inwalidzki.*

Wszystkie powierzchnie zewnętrzne podestu (np. pokazane na Rys. 49 i Rys. 50), a także całą powierzchnię podłogi między podestem a ekranem, pokryć wykładziną dywanową o wysokiej odporności na ścieranie. Grubość wykładziny powinna wynosić co najmniej 8 mm.

W przedniej części sali wykładzina powinna być położona na podkładzie w akustycznej maty izolacyjnej, na podkładzie z prasowanej wełny mineralnej (np. Isover TDPT o grubości 10 mm) bądź innego podobnego materiału. Płyty wełny muszą mieć wysoką sztywność dynamiczną, wynoszącą 10 – 20 MN/m<sup>3</sup>, w zależności od jej grubości. Płyty muszą być ułożone bardzo ściśle, a ich boczne

krawędzie styku powinny być sklejone za pomocą Pianokleju Uniwersalnego 60 Sekund Tytan. Na nich należy położyć wykładzinę dywanową z pełnym ocokołowaniem.



Rys. 51: Pokrycie podestu wykładziną

## 9 INSTALACJE KABLOWE

W sali kinowej należy poprowadzić następujące instalacje:

- zasilanie urządzeń kinowych
- zasilanie innych odbiorów
- oświetlenie ogólne
- oświetlenie regulowane
- oświetlenie bezpieczeństwa
- sieć Ethernet z dostępem do internetu
- kable sygnałowe (akustyczne, niskoprądowe)

### 9.1 ZASILANIE I UZIEMIENIE

Do zasilania kinowych urządzeń projekcyjnych potrzebne są dwa obwody:

- obwód z zabezpieczeniem 10A typu B doprowadzony do szafy rack, do którego podłączony będzie UPS podtrzymujący zasilanie serwera kinowego KzR, routera WiFi oraz wentylatorów wyciągowych; w założeniu ten obwód nie będzie wyłączany.
- obwód z zabezpieczeniem 25A typu C doprowadzony do szafy rack, do którego podłączona będzie listwa zasilająca procesor A/V, wzmacniacze mocy, symetryzator, projektor oraz opcjonalny odtwarzacz Blu-ray.

**Oba obwody muszą być podłączone do tej samej fazy. Do tej fazy nie mogą być podłączone żadne inne odbiory!**

Obwody te powinny być zabezpieczone bezpiecznikiem różnicowo-prądowym 25A 25mA.

Skrzynka bezpiecznikowa powinna być czytelnie opisana.

Zabezpieczenie typu C jest zwłoczne i przeznaczone dla urządzeń o dużym prądzie startowym (w tym wypadku są to wzmacniacze mocy).

**Gniazdo zasilające projektor musi być podłączone do kabla zasilającego w szafie rack.**

**Szafa rack musi być uziemiona za pomocą niezależnego przewodu min. 4 mm<sup>2</sup>, poprowadzonego do zacisku uziemiającego w skrzynce z zabezpieczeniami.**

Cała instalacja, także oświetleniowa, musi być wykonana w układzie TN-S.

Dodatkowo należy przewidzieć obwód z zabezpieczeniem 16A typu B dla oświetlenia ogólnego, regulowanego oświetlenia bocznego, oświetlenia schodowego, awaryjnego oraz gniazdek na ścianach w sali kinowej. **Obwód ten musi być podłączony do innej fazy niż urządzenia audio i projekcyjne.**

Na sali powinny być dostępne gniazdko do zasilania 230V np. komputerów widzów, odkurzacza itp., ale może też dla nagłośnienia zespołu muzycznego czy też innych urządzeń wykorzystywanych w prezentacjach czy szkoleniach.

W instalacji kinowej **niedopuszczalne** jest stosowanie gniazd podwójnych, w których gniazda są odwrócone w stosunku do siebie (Rys. 52). W takich gniazdach następuje zamiana doprowadzenia przewodu fazowego i neutralnego pomiędzy gniazdem dolnym i górnym, co powoduje problemy z przydźwiękiem w urządzeniach audio.



Rys. 52: Gniazdo podwójne o zamienionych podłączeniach styków

Można jednak używać gniazda podwójne o prawidłowo podłączonych stykami, jak na Rys. 53.



Rys. 53: Gniazdo podwójne o prawidłowo podłączonych stykach

Niezależnie od wymienionych obwodów należy przewidzieć zasilanie dla urządzeń wentylacyjno-klimatyzacyjnych, Obwody te **NIE MOGĄ** być podłączone do tej samej fazy co dwa obwody dla urządzeń projekcyjnych.

## 9.2 SIEĆ LOKALNA Z DOSTĘPEM DO INTERNETU

Serwer kinowy KzR wymaga dostępu do sieci lokalnej (Ethernet) oraz do internetu.

Sterowanie serwerem odbywa się w sieci lokalnej poprzez przeglądarkę internetową i może być prowadzone z laptopa, tabletu albo smartfona (połączenie WiFi). Do pobierania filmów na serwer oraz uzyskiwania licencji potrzebne jest połączenie po kablu do internetu o minimalnej prędkości pobierania (tzw. download) 10 Mb/s.

Dla obsługi kina powinien być **wydzielony segment sieci lokalnej**, co najlepiej wykonać za pomocą routera WiFi z gniazdami RJ-45 (WAN i LAN). Taka separacja ogranicza sieciowy dostęp do serwera kinowego i zmniejsza ryzyko zakłócenia sterowania projekcją przez użytkowników sieci lokalnej w danej jednostce (budynku). Najlepiej, aby router zamontowany był w szafie rack albo bezpośrednio w jej pobliżu. Router powinien być podłączony do zasilacza UPS w szafie.

Sygnał od dostawcy internetu należy podłączyć do gniazda WAN w routerze.

Serwer KzR wymaga podłączenia kablowego. Do sterowania nim (z laptopa, tabletu, smartfona) najlepiej jest wykorzystać połączenie bezprzewodowe WiFi, ponieważ możliwe będzie uruchomienie projekcji z dowolnego miejsca na widowni. Hasło do sieci WiFi powinno być znane wyłącznie osobom odpowiedzialnym za projekcje i nie może być zapisane na routerze.

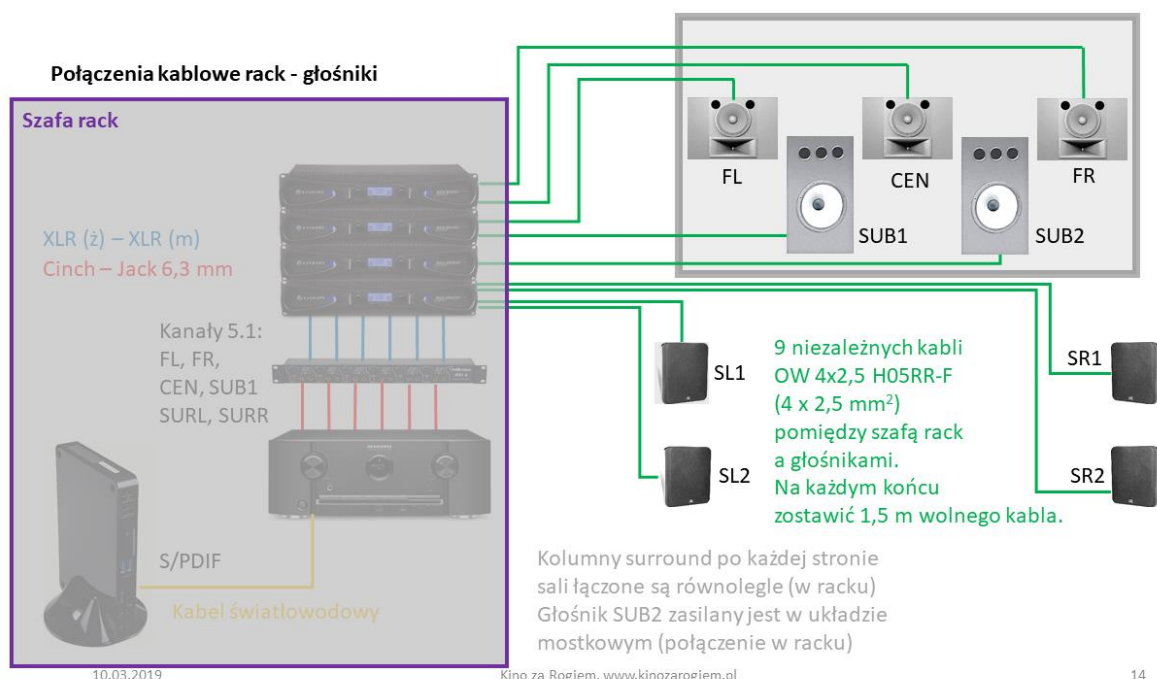
W przypadku korzystania z usług wideokonferencyjnych i streamingowych (np. spotkania z aktorami) komputer (laptop), na którym zainstalowane jest oprogramowanie wideokonferencyjne lub odtwarzacz sieciowy, **musi być podłączony do internetu po kablu**. Z tego powodu potrzebne jest drugie gniazdo RJ45 w routerze. Kabel przyłączeniowy (patch cord) powinien mieć taką długość, aby komputer można było umieścić w dowolnym miejscu sali kinowej. Dla potrzeb wideokonferencji konieczne jest zapewnienie transmisji do internetu (tzw. upload) co najmniej na poziomie 4 Mb/s. Należy podkreślić, że radiowy dostęp do internetu (np. LTE) nie zapewnia wymaganej jakości łącza na potrzeby wideokonferencji, a objawia się to „zamrażaniem” lub zakłóceniami obrazu bądź dźwięku.

## 9.3 KABLE SYGNAŁOWE

Pomiędzy szafą rack a głośnikami zaekranowymi, głośnikami efektowymi oraz projektorem prowadzone muszą być kable sygnałowe:

- dziewięć kabli głośnikowych, wykonanych z przewodów miedzianych o przekroju co najmniej 2 x 4 mm<sup>2</sup> każdy, biegnące do każdego z głośników;
- dwa kable światłowodowe HDMI 4K 18 Gb o dł. ok. 10 – 15 m biegnące do projektora;
- kabel HDMI miedziany (o dług. max. 5 m) do gniazdka przyłączeniowego dla komputera służącego do prezentacji;
- kabel wyniesionego czujnika zdalnego sterowania procesorem AV i odtwarzaczem Bluray.





Rys. 54: Połączenia kabli (9 szt.) między szafą rack a poszczególnymi głośnikami.

Kable głośnikowe mogą biec w rurach karbowanych jednościennych typu Arot o średnicy wewnętrznej min. 32 mm (średnica kabla wynosi ok. 12 mm), w rurach gładkich o średnicy wewnętrznej min. 32 mm albo w korytkach kablowych o wymiarach co najmniej 20x32 mm.

Jako kable głośnikowe można zastosować miękkie miedziane kable głośnikowe o przekroju 2 x 4 mm<sup>2</sup>. Należy bardzo uważać, aby były to kable monolityczne, a nie tylko miedziane po wierzchu. Instalację tę można wykonać także za pomocą przewodu warsztatowego OW 4x2,5 H05RR-F (4 x 2,5 mm<sup>2</sup>).

Kable światłowodowe HDMI biegnące pomiędzy szafą rack a projektorem powinny być prowadzone w płaskich korytkach kablowych 20x32 mm. Mogą być prowadzone w jednym korytku z kablem zasilającym do projektora. Można zastosować też rury karbowane jednościenne typu Arot o średnicy wewnętrznej min. 42 mm (średnica złącz HDMI wynosi ok. 25 mm), bądź rury gładkie o średnicy wewnętrznej min. 42 mm. Zalecane kable światłowodowe HDMI FiberX firmy PureLink 18 Gbps mają minimalny promień zgięcia jedynie 45 mm, a średnica złącz HDMI wynosi ok. 25 mm.

Długość kabla HDMI 4K 18 Gb między szafą rack a gniazdem na ścianie sali, do którego podłączany będzie komputer do prezentacji, zależy od drogi poprowadzenia tego kabla. Jeśli stosowany jest kabel miedziany, to jego długość nie powinna przekraczać 5 m. Jeśli szafa rack znajduje się w sali projekcyjnej, to można zastosować kabel biegnący bezpośrednio od szafy rack do komputera (bez gniazda naściennego). Długość kabla w sali projekcyjnej powinna być tak dobrana, aby można go było wygodnie poprowadzić po podłodze do stanowiska prezentera (mównicy).

Aby możliwe było sterowanie funkcjami procesora AV oraz odtwarzacza Bluray z dowolnego miejsca w sali konieczne jest podłączenie wyniesionego czujnika podczerwieni. Odbiornik IR instalowany jest pod sufitem w okolicach ekranu, a nadajniki koło procesora AV oraz odtwarzacza Bluray. Zasilacz czujnika podłączyć do listwy 230V w szafie rack.

## 10 WENTYLACJA, KLIMATYZACJA I OGRZEWANIE

---

W budynkach użyteczności publicznej pomieszczenia przeznaczone do stałego i czasowego pobytu ludzi, klimatyzowane oraz wentylowane o nie otwieranych oknach, powinny mieć zapewniony dopływ co najmniej 30 m<sup>3</sup>/h powietrza zewnętrznego dla każdej przebywającej osoby. Norma PN-83/B-03430 mówi także, że powietrze zewnętrzne powinno być doprowadzane przez kratki nawiewne wentylacji mechanicznej.

Zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami, przy tak dużej wymianie powietrza należy stosować rekuperator, aby nie tracić bezpowrotnie energii użytej do ogrzewania nawiewanego powietrza zimą oraz ochładzania go latem.

Projektując system wentylacji należy zadbać, aby jego głośność nie przekraczała 35 dB.

Dla uzyskania tak niskiego poziomu głośności konieczne jest uwzględnienie w projekcie wentylatorów, wymienników itp. urządzeń o odpowiednio niskim poziomie hałasu.

Podobnie ciche powinny być także urządzenia klimatyzacyjne.



Rys. 55: Wentylator promieniowy z wytłumieniem, termostatem i regulacją obrotów, 850 m<sup>3</sup>, 29 dB, Dalap SPV 200 T.



Rys. 56: Wytłumiony wentylator osiowy 800/1000 m<sup>3</sup>, 31/36 dB, Dalap AP 200 Quiet.

Mocowanie wszystkich elementów systemu wentylacji musi być wykonane z zastosowaniem podkładek, wieszaków itp. z elementami elastomerowymi, kauczukowymi itp., służącymi separacji akustycznej. Nie wolno mocować elementów wentylacji generujących hałas i drgania, takich jak wentylatory czy centrale klimatyzacyjne, bezpośrednio do ścian bądź innych konstrukcji.

Przykładowe zawiesie przeznaczone do amortyzacji kanałów wentylacyjnych EQLS-S 50x40x64 mm firmy Alnor pokazane jest na Rys. 26.

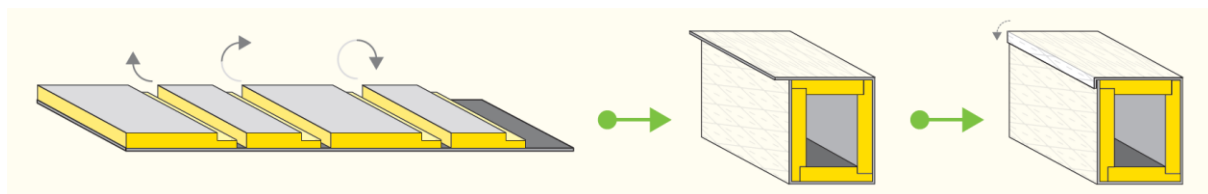
Należy stosować kanały wentylacyjne wytłumione od środka warstwą wełny mineralnej (atest!), jak preizolowane dwupłaszczynowe okrągłe rury Spiro jak na Rys. 57, system prostokątnych kanałów „składanych” Climaver (Rys. 58 lub foliowe rury elastyczne (Rys. 59).

NIE należy stosować standardowych kanałów z blachy ocynkowanej, ponieważ przenoszą one hałasy od urządzeń do sali kinowej, nie zapewniając oczekiwanych efektów wyciszenia instalacji.



Rys. 57: Rura typu Spiro preizolowana dwupłaszczynowa

Warto jest zwrócić uwagę na ciekawy system wykonania kanałów wentylacyjnych z arkuszy prasowanej wełny mineralnej pokrytej warstwą aluminium, np. Isover Climaver (Rys. 58). Zaletą tego rozwiązania jest możliwość zrobienia bardzo cichych kanałów o dowolnych wymiarach.



Rys. 58: System "składanych" kanałów wentylacyjnych Isover Climaver

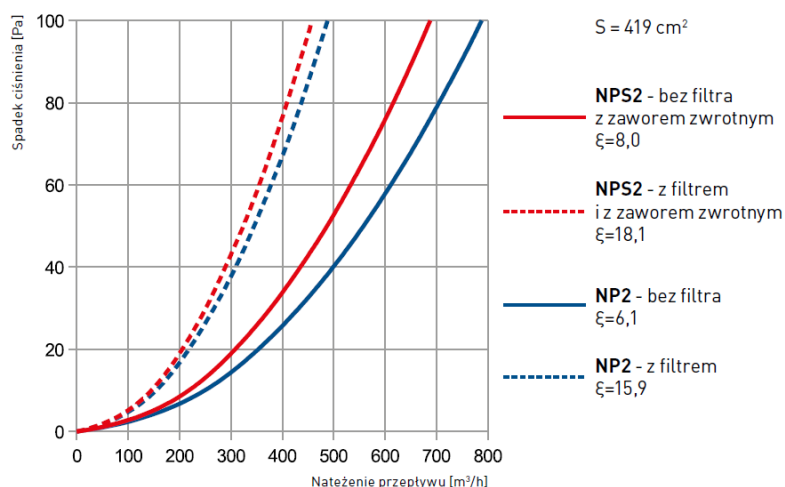


Rys. 59: Przewód elastyczny z izolacją firmy Dalap

Wyciszenie przepływu powietrza uzyskuje się poprzez takie zaprojektowanie kanałów, aby uzyskać jak najbardziej łagodny przepływ powietrza, z możliwie najmniejszymi zmianami ciśnień.

Producent nawietrzaków podaje, że dla przekroju 420 x 120 mm przepływność wynosi 40 - 140 m<sup>3</sup>/h. Zatem dla uzyskania przepływu 600 m<sup>3</sup>/h należy zastosować co najmniej pięć nawietrzaków o sumarycznym przekroju 0,25 m<sup>2</sup>.

Czerpane powietrze zewnętrzne musi być zimą ogrzewane, a latem chłodzone.



Rys. 60: Przepływność powietrza w prostokątnym nawietrzaku Darco o przekroju 419 cm<sup>2</sup>. Czerwona linia przerywana opisuje wersję z filtrem i zaworem zwrotnym.

Kanały nawiewne i wywiewne instalacji wentylacyjno-klimatyzacyjnej w samej sali projekcyjnej, uwagi na wysokość sali, muszą być prowadzone pod sufitem, wzdłuż narożników ścian bocznych i kończyć się min. 1 m przed powierzchnią ekranu. Nie można prowadzić kanałów wentylacyjnych w poprzek pomieszczenia. Jeśli centrala klimatyzacyjna zamontowana zostanie pod stropem w przedsionku kina, to kanały należy przeprowadzić w rogach tylnej ściany widowni.

Jeśli zastosowany będzie niezależny od wentylacji układ klimatyzatora, to powinien być on zamontowany na ścianie z kanałem nawiewnym.



Podczas projektowania systemu klimatyzacji należy wziąć pod uwagę, że ściany pomieszczenia wyłożone są warstwą wełny mineralnej o grubości min. 5 cm, a sala nie posiada okien, więc wydajność klimatyzatora oraz nagrzewnicy może być niższa niż wynika to z obliczeń dla otoczenia biurowego (z oknami).

## 11 ZACIEMNIENIE SALI KINOWEJ

---

Sala małego kina społecznościowego powinna być całkowicie zaciemniona. Ściany w sali kinowej powinny być w ciemnym, matowym kolorze.

Kolory wykończenia powinny być tak dobrane, aby tworzyły spójną całość z wystrojem sali, charakterem budynku i miejsca, a jednocześnie nie rozpraszały widza w trakcie projekcji.

Wszystkie stosowane materiały powinny mieć **matową fakturę w ciemnych kolorach**, najlepiej od głębokiej szarości do czerni, ale dobrze sprawdza się także granat, bordo, ciemna zieleń itp. Jeśli planowane są fotele kinowe w wyrazistym kolorze, to warto utrzymać jednolity i stonowany wystrój pozostałej części sali, aby stanowił tło, na którym fotele będą efektownie wyeksponowane.

Także sufit powinien być w ciemniejszym kolorze, aby nie odbijał światła z projektora. Pozostałe ściany mogą być o ton jaśniejsze lub w innym, ale ciemnym kolorze. Bardzo dobrze sprawdzają się wszelkie odcienie szarości, które nadają wnętrzu swoistej elegancji.

Wszystkie widoczne elementy, takie jak grzejniki, drzwi, kratki wentylacyjne, a także gniazdka i kontakty, powinny harmonizować z kolorystyką wnętrza. Elementy te należy pomalować w kolorze ścian. Biały osprzęt będzie bardzo widoczny w trakcie seansów.

Bardzo ważne jest, aby wyposażenie nie powodowało odbić światła, widziane jako przeszkadzające w odbiorze filmu refleksy. Nie należy zatem stosować elementów lustrzanych, np. chromowanych metalowych narożników, listew czy nawet śrub. Nie należy stosować farb o błyszczącej powierzchni (np. satyna). **Lampy nie mogą mieć odbijających kloszy ani opraw z widocznymi odbłyśnikami.**

Nad drzwiami wejściowymi prowadzącymi do sali projekcyjnej należy powiesić kotarę z grubego nieprzezroczystego materiału, w ciemnym matowym kolorze, tak aby powstała śluza. Dzięki temu, gdy widzowie będą wchodzić i wychodzić w trakcie seansu, odbędzie się to z minimalnymi zakłóceniami dla widowni. Kotara zainstalowana od środka pomieszczenia powinna być płaska i zamocowana na karniszu przylegającym do ściany.

Jako drzwi wejściowe należy zastosować drzwi pełne, najlepiej zewnętrzne, o tłumienności powyżej 42 dB.

Bardzo dobre tkaniny zasłonowe produkuje tkalnia Runotex Kalisz <http://runotex.pl/pl/oferta>. Najbardziej odpowiedni jest plusz dekoracyjny o gramaturze 580 lub 860 g/mb.

Materiał na kotarę powinien być dobierany w stosunku 2:1. Szerokość konieczna do zasłonięcia w przypadku drzwi 90 cm wynosi 120 cm, więc potrzebne jest ok. 2,5 m materiału.

Należy unikać stosowania zbyt wielu różnych materiałów i różnych kolorów na ścianach. Jaśniejsza ściana odbija więcej światła niż ciemniejsza, stwarzając niesymetryczne poświaty. Malując ściany, nie należy ich gładzić. Wręcz przeciwnie, ściany powinny być chropowate, nierówne.

## 12 OŚWIETLENIE SALI KINOWEJ

---

Prawidłowo dobrane oświetlenie wprowadza do kina specyficzną atmosferę. Nowoczesne oświetlenie LED, które powoli zastępuje używane dotąd lampy halogenowe, w połączeniu ze światłowodami pozwala na wykreowanie kinowego, nastrojowego oświetlenia.



Biorąc pod uwagę różne nowoczesne usługi strumieniowe i multimedialne, w sali należy zainstalować silniejsze oświetlenie, bowiem ciemne wykończenie sali silnie pochłania światło. Trzeba pamiętać o takim wyborze i instalacji opraw, aby nie odbijały one światła z ekranu w trakcie projekcji. W takim wypadku dobrym wyborem są małe reflektorki LED w matowych oprawkach, umieszczone w suficie lub w górnej części ścian bocznych.

Oprawy montowane na suficie powinny być płaskie i pozbawione błyszczących elementów. Planując rozmieszczenie górnego oświetlenia, nie należy umieszczać lamp na trasie projektor – ekran oraz **nie instalować w odległości mniejszej niż 2 metry od ekranu**. Światło z lamp nie powinno padać bezpośrednio na ekran projekcyjny.

W sali kinowej powinno być zainstalowane także kameralne oświetlenie boczne z podłączonym modułem płynnego ściemniania światła. Można w tym celu wykorzystać kinkiety ścienne, jednak pozbawione błyszczących elementów. Włącznik do modułu ściemniania światła najlepiej umieścić przy stanowisku operatora oraz przy wejściu do sali kinowej.

Dobierając sterownik do kinkietów należy sprawdzić:

- czy łączna moc żarówek nie przekracza dopuszczalnej mocy sterownika,
- w przypadku żarówek LED - czy łączna moc rzeczywista żarówek przekracza minimalną moc wymaganą przez sterownik.

Jako lampy naścienne można zastosować kinkiety obrotowe Ates do żarówek GU10 <https://www.ledkia.com/pl/kup-kinkiety-scienne/4975-kinkiet-led-scienny-nastawny-ates-1-reflektor-3w-czarny.html#accessories>. Najlepiej jest zastosować regulowane żarówki LED GU10 7W 45°. Reflektorki mogą być skierowane do dołu lub do góry, a w razie potrzeby bezpośrednio na widownię, prelegenta lub inny obiekt.

Firma Lars ([www.lars.pl](http://www.lars.pl)) wytwarza szeroką gamę oświetlenia LED, w tym listwy sufitowe, ścienne czy schodowe.

Włączniki oświetlenia muszą znajdować się przy drzwiach wewnątrz sali projekcyjnej.

**Ze względów bezpieczeństwa na widowni powinno być zainstalowane oświetlenie informacyjne i awaryjne.** Muszą być oznaczone wyjścia i drogi ewakuacyjne, a także **krawędzie stopni i schodów**. Jasność tego oświetlenia musi wynikać z kompromisu między komfortem projekcji a względami bezpieczeństwa, bowiem w trakcie projekcji wzrok widza powinien koncentrować się na obrazie filmowym, a nie na innych elementach sali projekcyjnej.

Regulacje prawne określają m. in. następujące wymagania.

- oświetlenie zapasowe należy stosować w pomieszczeniach, w których po zaniku oświetlenia podstawowego istnieje konieczność kontynuowania czynności w niezmiennym sposób lub ich bezpiecznego zakończenia,
- awaryjne oświetlenie ewakuacyjne należy stosować w pomieszczeniach:
  - widowni kin, teatrów i filharmonii oraz innych sal widowiskowych;
- awaryjne oświetlenie ewakuacyjne należy stosować na drogach ewakuacyjnych:
  - z pomieszczeń wymienionych wyżej,
  - oświetlonych wyłącznie światłem sztucznym;
- awaryjne oświetlenie ewakuacyjne powinno działać przez co najmniej 1 godzinę od zaniku oświetlenia podstawowego, w pomieszczeniu, które jest użytkowane przy wyłączonym oświetleniu podstawowym, należy stosować podświetlane znaki wskazujące kierunki ewakuacji;

- oświetlenie ewakuacyjne nie jest wymagane w pomieszczeniach, w których awaryjne oświetlenie zapasowe spełnia wymagania dla awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego.

**W sali małego kina społecznościowego powinno zatem być zainstalowane oświetlenie zapasowe działające co najmniej przez godzinę po zaniku napięcia zasilania 230V. Oświetlone muszą być zatem krawędzie schodów i droga do drzwi wyjściowych, a także muszą być zainstalowane podświetlane znaki wskazujące kierunek ewakuacji. Średnie natężenie oświetlenia na podłodze wzdłuż środkowej linii drogi ewakuacyjnej nie może być mniejsze niż 1 lx, co jest spełniane nawet w przypadku zastosowania najślabszych listew oświetleniowych. Znaki wskazujące kierunek ewakuacji powinny być ustawione w tryb „ciemny” (kilka luxów).**

Jednym z rozwiązań do oświetlenia krawędzi i schodów podestu mogą być przewody świetlne LumiTEC: [http://www.lars.pl/pl/inf/przewody\\_swietlne/lumitec/przewody/lumitec](http://www.lars.pl/pl/inf/przewody_swietlne/lumitec/przewody/lumitec). Decydując się na ich zakup, należy **wybierać najprostsze i najślabiej świecące listwy**. Doświadczenie pokazuje, że do oświetlenia listwy krawędziowej o długości 90 cm wystarczą dwie diody LED, po jednej na każdym końcu.

## 13 INSTALACJA NAGŁOŚNIENIA

W niniejszym rozdziale opisany jest system nagłośnienia dla małego kina społecznościowego z głośnikami umieszczonymi za ekranem, w przegrodzie akustycznej, tzw. Baffle Wall.

Filmy dostępne w ofercie KzR posiadają dźwięk zapisany w formacie Dolby Digital 5.1, z trzema kanałami przednimi (LCR), dwoma efektowymi (Surround) SR i SL oraz jednym kanałem SUB efektów niskotonowych (LFE). Standard ten nie narzuca jednak, ile i które kanały mają być wykorzystane do realizacji ścieżki muzycznej filmu. Starsze filmy posiadają często dźwięk monofoniczny albo stereofoniczny. Podczas dobrze prowadzonej rekonstrukcji cyfrowej dźwięk modyfikowany jest zgodnie z życzeniem reżysera. Nowe filmy mają ścieżki dźwiękowe z licznymi efektami przestrzennymi.

Należy zwrócić uwagę, że system nagłośnienia kinowego różni się od nagłośnienia stosowanego w kinie domowym.

**Zestaw nagłośnienia wielokanałowego 5.1 dla sali małego kina społecznościowego (powierzchnia do 150 m<sup>2</sup>), z kolumnami za ekranem akustycznym, składa się z następujących elementów:**

- ściana akustyczna z ekranem przepuszczającym dźwięk (opisana w rozdziale 7).
- trzy jednakowe kolumny zaekranowe dla kanałów: lewego, centralnego i prawego, (oznaczane w skrócie LCR), dedykowane do instalacji w Baffle Wall. Są to kolumny pasywne z wbudowaną zwrotnicą.
- dwie, trzy lub cztery pary kolumn efektowych dla dwóch kanałów efektowych „Surround” (oznaczane SR i SL), wieszane na ścianach bocznych. Wszystkie kolumny umieszczone na jednej ścianie emitują ten sam dźwięk (wszystkie podłączone są do jednego kanału SL albo SR).
- dwa głośniki niskotonowe (basowe, subwoofer, SUB) dla kanału efektów niskotonowych (LFE), przy czym oba głośniki emitują ten sam dźwięk.
- elementów tłumiących w postaci ścian i umieszczonych na nich ustrojów akustycznych.

Konstrukcja ściany akustycznej z widocznymi głośnikami przedstawiona jest na Rys. 61.

Wysokość i miejsce instalacji poszczególnych głośników dobierane są do wymiarów pomieszczenia, ekranu, wymiarów i położenia poszczególnych rzędów widowni, a także rodzaju zakupionych urządzeń.

Przykładowa konstrukcja ściany akustycznej typu. Baffle Wall (THX)  
z widocznymi głośnikami



v7 wrzesień 2019

Małe kina społecznościowe - głośniki zaekranowe

3

Rys. 61: Widok konstrukcji ściany akustycznej i widowni

Trzy głośniki kanałów przednich oraz dwa efektów niskotonowych znajdują się w przegrodzie akustycznej. Przednia powierzchnia ich obudów powinny licować z przednią powierzchnią wytłumienia płyty akustycznej. Przestrzeń pomiędzy obudowami głośników a elementami konstrukcji przegrody muszą być wypełnione kawałkami twardej wełny mineralnej (o dużej gęstości), aby zakryć istniejące tam wolne przestrzenie i uzyskać jednolitą powierzchnię frontu konstrukcji.

**Podczas instalacji oś kolumn przednich powinna być nakierowana na środek drugiego rzędu widowni.**

Trzy głośniki LCR postawione będą na przygotowanych półkach na których położone będą podkłady z maty izolacyjnej 10 mm, np. ISOPLAST PREMIUM 10 mm.

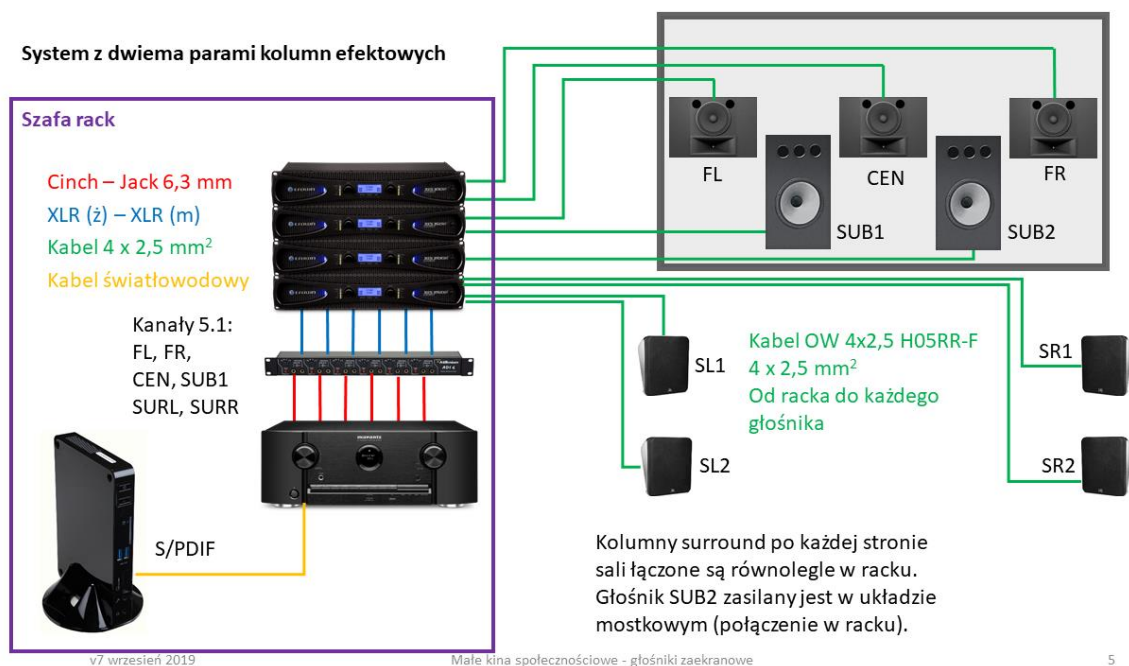
Dwa głośniki dla kanału efektów niskotonowych ustawione będą w następujący sposób: na podłodze położony będzie podkład z maty izolacyjnej 10 mm, na nim płyta MFP, a na jej wierzchu kolejny podkład z maty izolacyjnej 10 mm, na którym postawiony będzie głośnik.

Przestrzenie pomiędzy obudowami głośników a elementami konstrukcji przegrody muszą być wypełnione kawałkami twardej wełny mineralnej (o dużej gęstości), aby zakryć istniejące tam wolne przestrzenie i uzyskać jednolitą powierzchnię frontu konstrukcji.

Głośniki efektowe powiesić należy w sposób następujący: pierwsza para powinna wisieć w linii oparcie drugiego rzędu foteli, zaś druga para w linii początku siedzisk w czwartym rzędzie. Oś promieniowania głośnika powinna być prostopadła do ściany, zaś kąt pochylenia należy tak dobrać, aby oś skierowana była na wysokość końca oparcia ostatniego fotela w rzędzie (pod przeciwległą ścianą).

Ogólny schemat połączeń systemu nagłośnienia przedstawiony jest na Rys. 62.



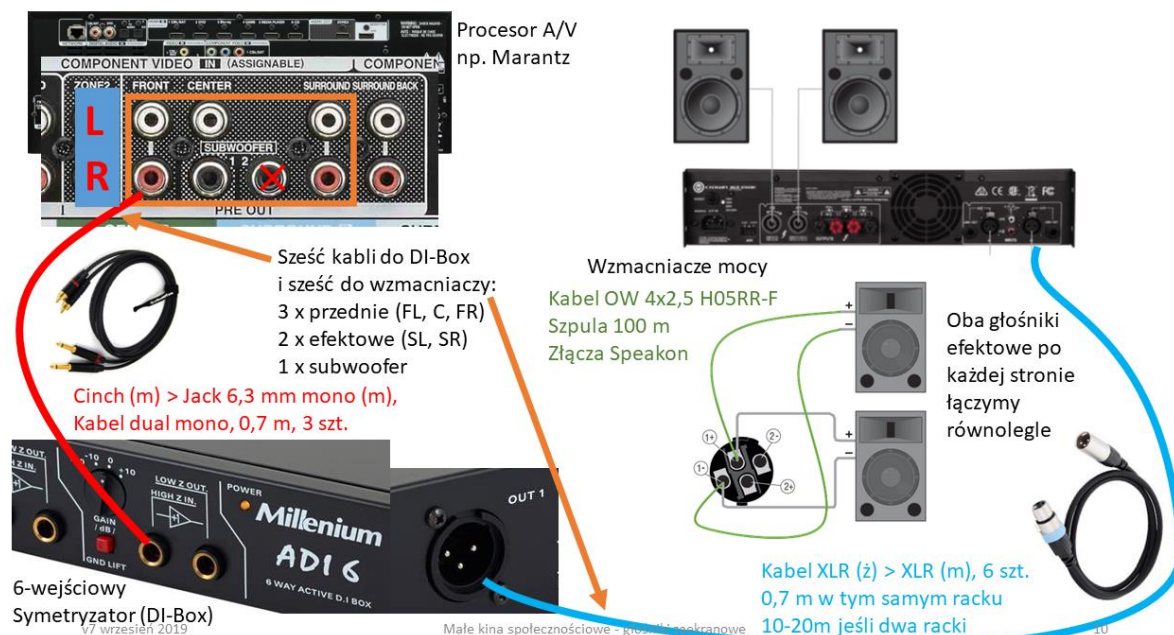


Rys. 62: Schemat połączeń systemu nagłośnienia.

Kolumny głośnikowe podłączone będą do wyjść dekodera A/V w następujący sposób:

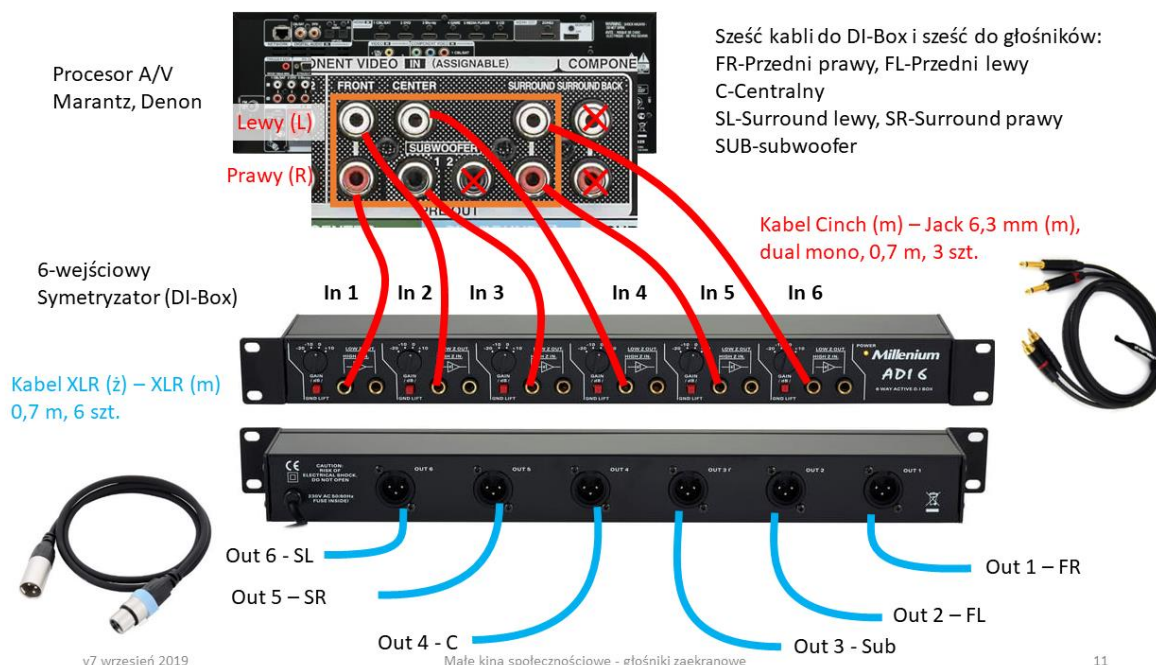
- Kolumna frontowa lewa – do kanału Przedni Lewy FL (Front Left);
- kolumna frontowa centralna – do kanału Centralny C (Central);
- kolumna frontowa prawa – do kanału Przedni Prawy FR (Front Right);
- obie kolumny niskotonowe (Sub1, Sub2) – do kanału SUB1 (Subwoofer1);
- dwie kolumny efektowe na lewej ścianie bocznej (SL1 i SL2) – do kanału Surround Lewy SL (Surround Left);
- dwie kolumny efektowe na prawej ścianie bocznej (SR1 i SR2) – do kanału Surround Prawy SR (Surround Right).

Połączenia poszczególnych urządzeń przedstawione są schematycznie na Rys. 63.



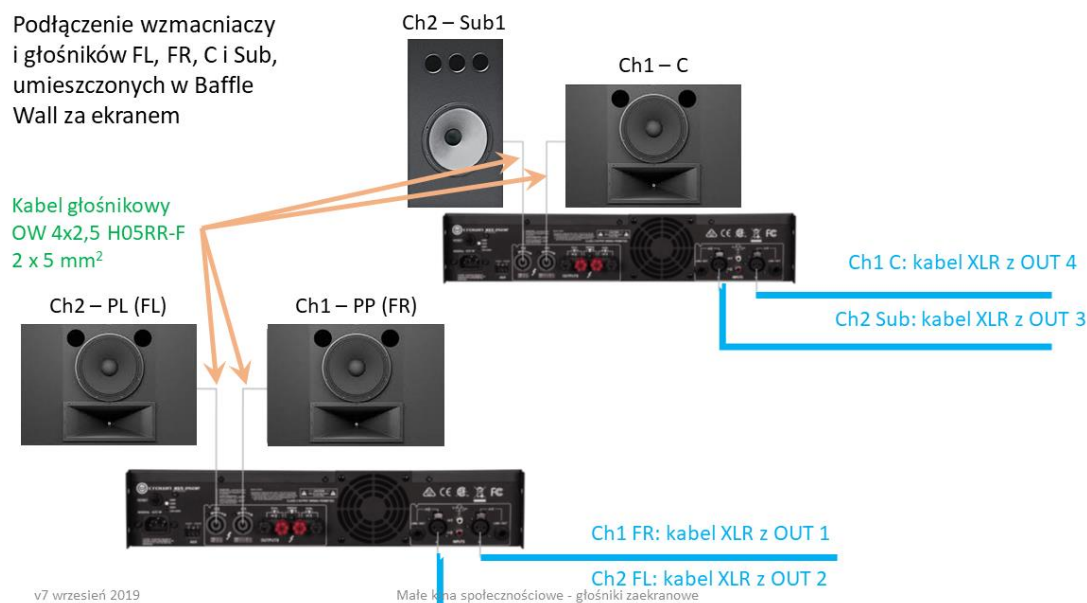
Rys. 63: Schemat połączeń kablowych pomiędzy poszczególnymi urządzeniami.

Szczegóły połączenia kabli sygnałowych dla każdego kanału dźwiękowego do dekodera A/V oraz do separatora-symetryzatora przedstawione są na Rys. 64.



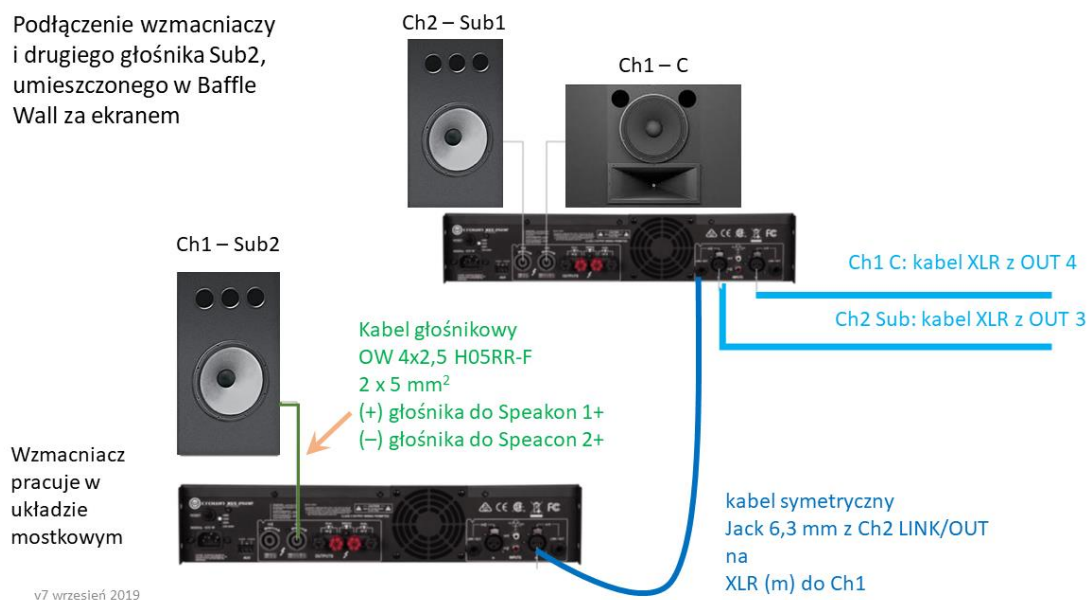
Rys. 64: Połączenie kabli do dekodera A/V i symetryzatora-separatora.

Szczegóły podłączenia wzmacniaczy mocy do wyjść sygnałowych dla kanałów FL, C, FR i jednego głośnika niskotonowego SUB1 pokazane są na Rys. 65. Wzmacniacze pracują w układzie STEREO.



Rys. 65: Podłączenia wzmacniaczy dla głośników FL, C, FR i Sub1.

Schemat podłączenia drugiego głośnika niskotonowego przedstawiony jest na Rys. 66. Wzmacniacz mocy sterujący tym głośnikiem pracuje w układzie mostkowym (BRIDGE).



Rys. 66: Podłączenie drugiego głośnika niskotonowego (Sub2).

Schemat podłączenia kolumn efektowych na prawej ścianie sali kinowej przedstawia Rys. 67. Połączenie kolumn efektowych na lewej ścianie jest analogiczne. Do każdej z kolumn doprowadzone są niezależne kable. Połączenie równoległe kolumn wykonywane jest w szafie rack.

Podłączenie głośników efektowych po prawej stronie sali do wzmacniacza kanału SR Surround Right.

Głośniki po lewej stronie sali podłączamy analogicznie do wzmacniacza kanału SL Surround Left.

Kable głośnikowe (OW 4x2,5 H05RR-F, 2 x 5 mm<sup>2</sup>) z obu głośników efektowych po prawej stronie sali łączymy równoległe we wtyczce i podłączamy do wyjścia Ch2 wzmacniacza

Kabel XLR z wyjścia OUT 5: SR Surround Prawy do wejścia Ch2 wzmacniacza

Kabel XLR z wyjścia OUT 6: SL Surround Lewy, do wejścia Ch1 wzmacniacza



Kable z obu głośników efektowych po prawej stronie sali łączymy równoległe we wtyczce i podłączamy do wyjścia Ch2 wzmacniacza

v7 wrzesień 2019

Małe kina społecznościowe - głośniki zaekranowe

13

Rys. 67: Podłączenie kolumn efektowych po prawej stronie sali.

Na Rys. 68 pokazana jest tylna ścianka wzmacniacza Crown XLS 1502, na której znajdują się wszystkie wyprowadzenia i złącza sygnałowe. Ten model posiada wyprowadzenia głośnikowe zarówno na złączach Speakon jak i zaciskach zakręcanych. Są one podłączone równoległe, więc mogą być używane jednocześnie.



Rys. 68: Ścianka tylna wzmacniacza Crown XLS 1502.

Podłączanie wzmacniacza do dekodera:

- Stosujemy system nagłośnienia DD 5.1: FL, FR, C, SL, SR, Sub.
- Wyjścia FL, FR, C, SL, SR, Sub z dekodera A/V łączymy do wzmacniacza mocy poprzez separator.



- Dekoder A/V (amplituner kina domowego) musi mieć wyjścia Cinch dla wszystkich kanałów dekodera (FL, FR, C, SL, SR, Sub).
- Dla eliminacji zakłóceń (tzw. brum) stosujemy separację galwaniczną (rozdzielenie mas urządzeń) pomiędzy amplitunerem w końcówkami mocy. W tym celu użyty jest wielokanałowy DI-Box (separator/symetryzator). Rodzaj kabli dobrany jest do typu złącz w zakupionym DI-Boxie, w tym wypadku posiada on niesymetryczne wejścia ze złączem duży Jack 6,3 mm (ż) oraz wyjścia symetryczne na złączu XLR (m).
- Wyjścia Cinch z amplitunera są niesymetryczne, a kable oznaczone są kolorem czerwonym.
- Kable symetryczne pomiędzy DI-Boxem a wzmacniaczami mocy oznaczone są kolorem niebieskim.
- Do zasilania głośników należy zastosować kable miedziane o przekroju min 2 x 4 mm<sup>2</sup>. Może to być przewód warsztatowy miękki OW 4x2,5 H05RR-F, którego żyły łączymy w pary uzyskując przekrój 2 x 5 mm<sup>2</sup>. Kable oznaczone są kolorem zielonym.
- Na tylnej ścianie wzmacniacza zainstalowane są gniazda głośnikowe speakon lub zaciski zakręcane.
- Po stronie kolumn głośnikowych najczęściej występują zaciski zakręcane lub śrubowe.

Na Rys. 69 pokazane są kolumny efektowe JBL 8320 zainstalowane pod sufitem. Do ich montażu najlepiej jest zastosować uchwyty JBL 2517, pozwalające na szeroki zakres regulacji kąta obrotu i pochylenia.



Rys. 69: Kolumny efektowe JBL 8320 zainstalowane pod sufitem.

Wyposażenie należy zamontować w szafie rack w następującej kolejności, od samego dołu:

- wzmacniacze mocy
- symetryzator (bez odstępu, kable prowadzić bokiem)
- półka na procesor A/V (bez odstępu)
- półka na odtwarzacz bluray (w odstępie 1-1,5U od górnej powierzchni procesora A/V)
- półka mocowana z przodu i z tyłu, przeznaczona na zasilacza UPS (z tyłu półki), serwer KzR i router sieciowy

W razie wątpliwości prosimy o kontakt ze specjalistami KzR.