

ZALECENIA

**DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA MATERIAŁÓW DŹWIĘKOCHŁONNYCH
W PROJEKTOWANYM BUDYNKU PRZEDSZKOŁA
W NOWYM DUNINOWIE**

MIKOŁAJ JAROSZ

STYCZEŃ 2024

Ecophon
SAINT-GOBAIN

Cel i podstawa opracowania

Celem opracowania jest wskazanie rozwiązań technicznych, które pozwolą obniżyć poziom dźwięku i pogłosowość w wybranych pomieszczeniach przedszkola.

Przy przygotowaniu niniejszego opracowania wykorzystano:

- projekt architektoniczny autorstwa Biura Projektów A.G. z Tczewa,
- normę PN-B-02151-4:2015-06.

1. Sale zajęć

1.1. Wymagania

Norma PN-B-02151-4 określa dla sal w żłobkach i przedszkolach maksymalną dopuszczalną wartość czasu pogłosu na poziomie 0,4 s. Powyższe wymaganie powinno być spełnione we wszystkich pasmach oktaowych o środkowych częstotliwościach 250, 500, 1000, 2000 i 4000 Hz. Wymaganie dotyczy pomieszczeń wykończonych, umeblowanych i wyposażonych w sposób typowy dla swojego przeznaczenia ale pustych (bez obecności ludzi).

1.2. Opis pomieszczeń

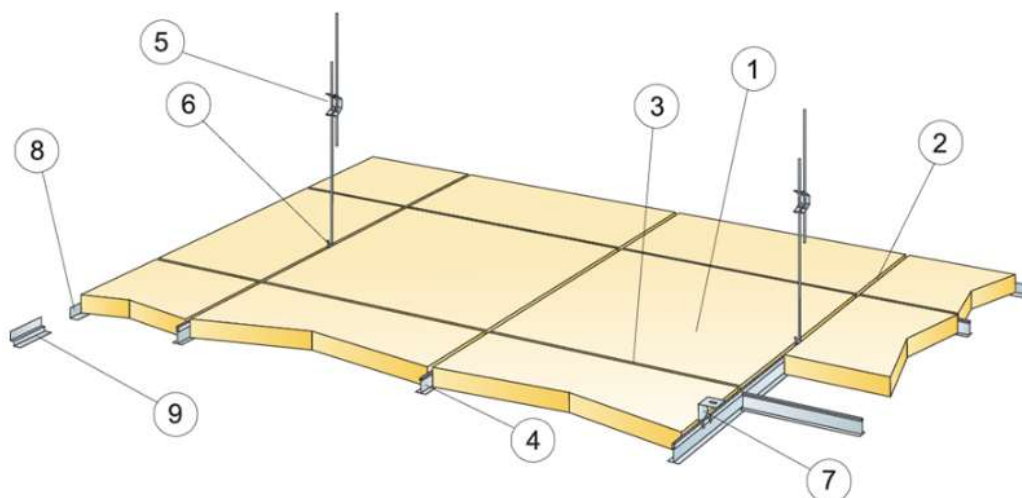
Pomieszczenia o powierzchni 66,3 – 68,8 m² i wysokości (bez sufitu podwieszanego) 3,58 m. Ściany murowane i tynkowane. Strop o konstrukcji żelbetowej, podłoga wykończona bezspoinową wykładziną PCW.

1.3. Rozwiązania

1.3.1. Wersja I

Sufit

Na całej powierzchni sal, na wysokości 305 cm instalowany modułowy sufit podwieszany Ecophon Gedina A40. Płyty w formacie 600/600 lub 1200/600 i grubości 40 mm montowane w ruszcie wykonanym z profili T24. Profile główne konstrukcji nośnej podwieszane do stropu za pomocą wieszaków regulowanych.





1.3.2. Wersja II

Sufit

Jak w wersji I.

Ściany

Na ścianach instalowane ekrany złożone z dźwiękochłonnych paneli ściennych Ecophon Akusto Wall C Texona o wymiarach 1350/600 mm i grubości 40 mm (panele uzyskane z przecięcia na pół standardowych płyt o wymiarach 2700/600). Płyty montowane do ścian przy pomocy profili ceowych z systemowymi narożnikami. Panele mogą być używane jako gazetki ścienne.

Rozmieszczenie (na przykładzie Sali 0.05)

Ściana w osi G:

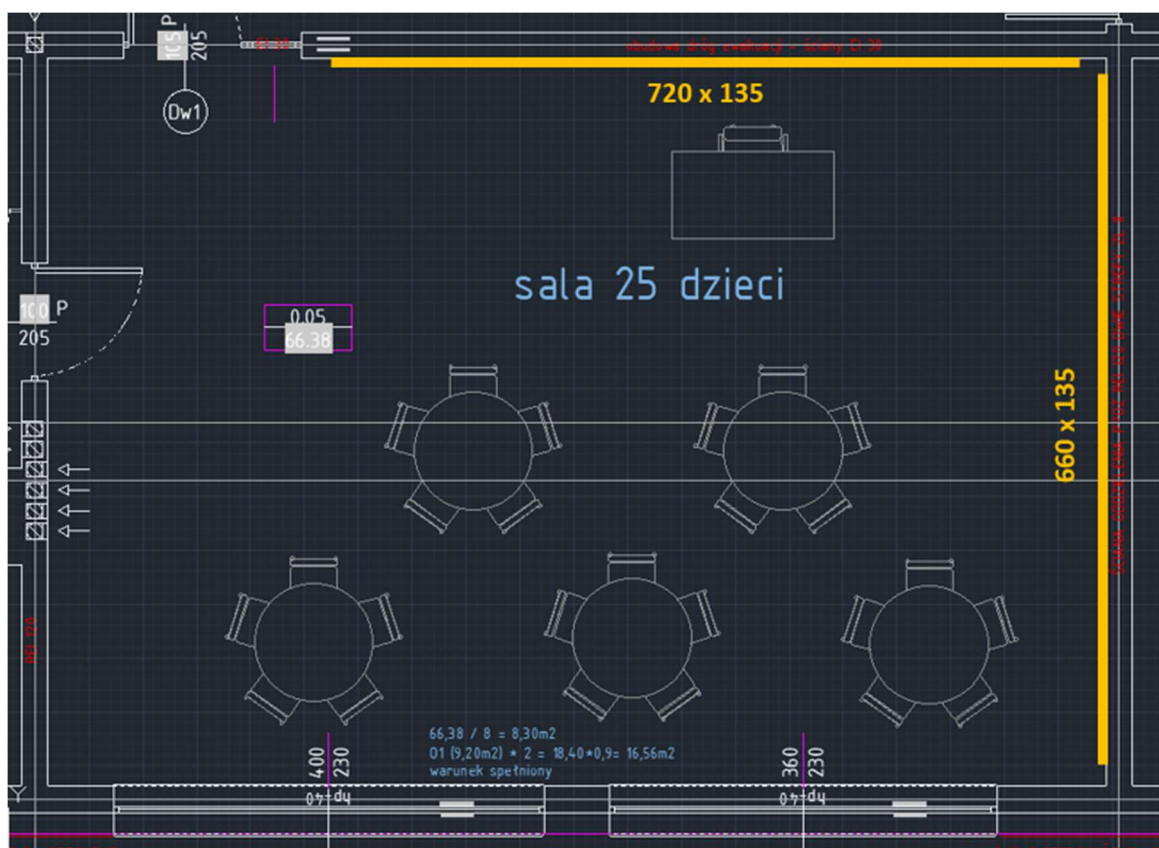
Pas o wymiarach (d x h) 660 x 135 cm. Montaż od wysokości ok. 125 cm do 260 cm.

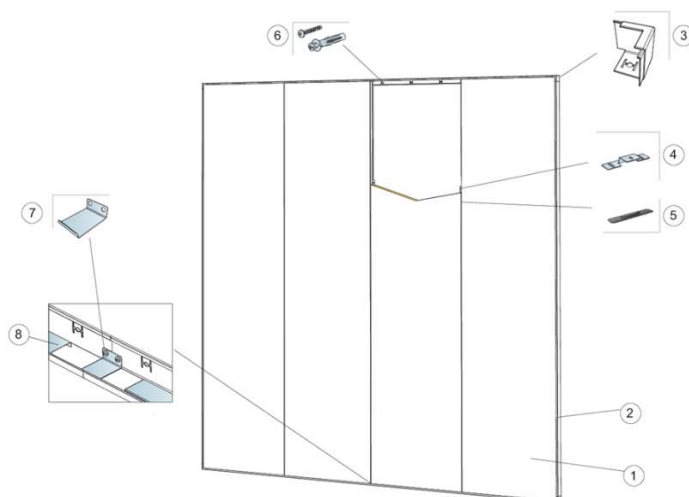
Ściana w osi 6:

Pas o wymiarach (d x h) 720 x 135 cm. Montaż od wysokości ok. 125 cm do 260 cm.



Schemat rozmieszczenia paneli ściennych:





1.3.3. Wersja III

Sufit

Jak w wersji I.

Ściany

Jak w Wersji II tylko panele ścienne Akusto Wall C Texona instalowane na dodatkowych absorberach niskoczęstotliwościowych Extra Bass.

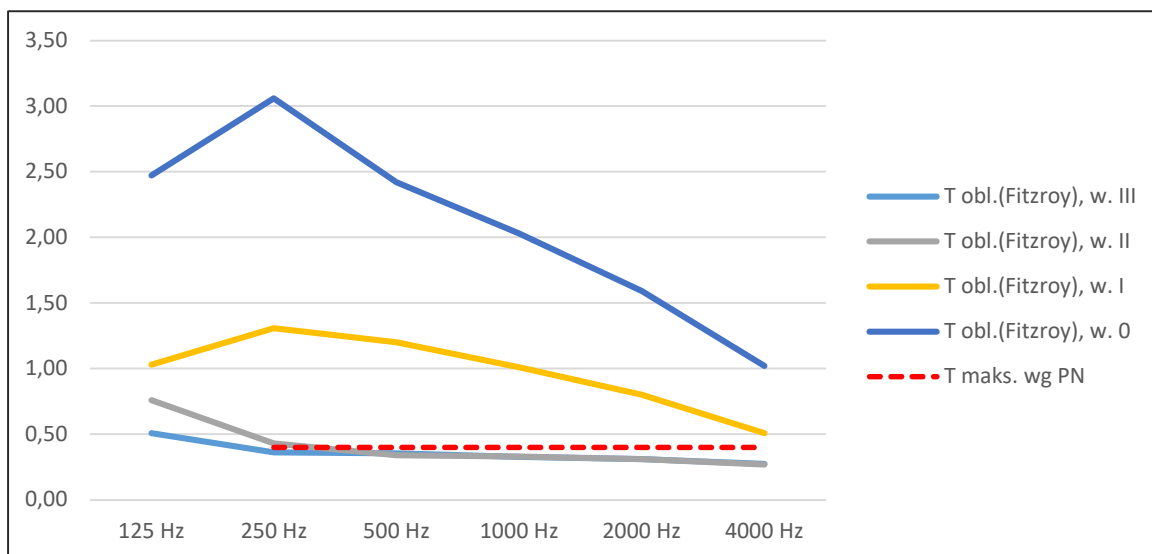
1.4. Wyniki

W tabeli poniżej przedstawiono obliczeniowe wartości czasu pogłosu w sali 0.05. Obliczenia wykonano wykorzystując wzór Fitzroya dobrze się sprawdzający w pomieszczeniach prostopadłościennych.

$$T = - \frac{0,161V}{S^2} \left[\frac{S_x^2}{S_x \ln(1-\alpha_x) + 4mV} + \frac{S_y^2}{S_y \ln(1-\alpha_y) + 4mV} + \frac{S_z^2}{S_z \ln(1-\alpha_z) + 4mV} \right]$$

W obliczeniach uwzględniono umeblowanie pokazane na aranżacji meblowej, a także dodatkowo: na ścianie w osi G regał na zabawki długości 600 cm i wysokości 120 cm, dywan o powierzchni 10 m². Przyjęto, że panele dźwiękochłonne pokryją ok. 93% powierzchni sufitu (resztę powierzchni sufitu zajmą oprawy oświetleniowe).

Pasma oktauwowe o środkowej częstotliwości f , [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Czas pogłosu T , [s], Wersja 0	2,47	3,06	2,42	2,03	1,59	1,02
Czas pogłosu T , [s], Wersja I	1,03	1,31	1,20	1,01	0,80	0,51
Czas pogłosu T , [s], Wersja II	0,76	0,43	0,34	0,33	0,31	0,27
Czas pogłosu T , [s], Wersja III	0,51	0,36	0,35	0,33	0,31	0,27



Na wykresie powyżej przedstawiono maksymalny dopuszczalny poziom czasu pogłosu (linia przerywana) i obliczeniowe wartości tego wskaźnika dla sali pozbawionej materiałów dźwiękochłonnych (Wersja 0), oraz dla trzech wersji wykończenia opisanych w punkcie 1.3. Wymaganie normowe zostanie spełnione w przypadku wersji III, a w wersji II wystąpi jedynie niewielkie przekroczenie wymaganej wartości czasu pogłosu w paśmie 250 Hz.

Zwiększenie chłonności akustycznej będzie skutkowało słabszym wzmocnieniem dźwięku przez pomieszczenie. Nastąpi więc redukcja poziomu hałasu. Obliczeniowe wartości tej redukcji ΔL (w stosunku do wersji 0) podano poniżej:

Częstotliwość	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 KHz
ΔL , dB, Wersja I	- 5,0	- 7,4	- 6,7	- 6,4	- 5,8	- 4,8
ΔL , dB, Wersja II	- 5,3	- 8,2	- 7,7	- 7,3	- 6,7	- 5,7
ΔL , dB, Wersja III	- 5,9	- 8,4	- 7,7	- 7,3	- 6,7	- 5,7

Rzeczywista redukcja poziomu dźwięku będzie o ok. 2-3 dB większa, ze względu na odruchową zmianę zachowania dzieci w cichszym otoczeniu.

2. Sala do rytmiki

2.1. Wymagania

Norma PN-B-02151-4 nie określa wymagań dla tego typu pomieszczeń, ale z uwagi na charakter prowadzonych zajęć czas pogłosu powinien być ograniczony. Jednak nie do poziomu 0,4 s jak w salach zajęć, tylko do poziomu ok. 0,6 s.

2.2. Opis pomieszczenia

Pomieszczenie o powierzchni 54,3 m² i wysokości (bez sufitu podwieszanego) 3,58 m. Ściany murowane i tynkowane. Strop o konstrukcji żelbetowej, podłoga wykończona bezspoinową wykładziną PCW.

2.3. Rozwiązania

Sufit

Na całej powierzchni sali, na wysokości 305 cm instalowany modułowy sufit podwieszany Ecophon Gedina A40. Płyty w formacie 600/600 lub 1200/600 i grubości 40 mm montowane w ruszcie wykonanym z profili T24. Profile główne konstrukcji nośnej podwieszane do stropu za pomocą wieszaków regulowanych.

Ściany

Na ścianach instalowane ekrany złożone z dźwiękochłonnych paneli ściennych Ecophon Akusto Wall C Texona o wymiarach 1350/600 mm i grubości 40 mm (panele uzyskane z przecięcia na pół standardowych płyt o wymiarach 2700/600). Płyty montowane do ścian przy pomocy profili ceowych z systemowymi narożnikami. Panele mogą być używane jako gazetki ścienne.

Ściana w osi E:

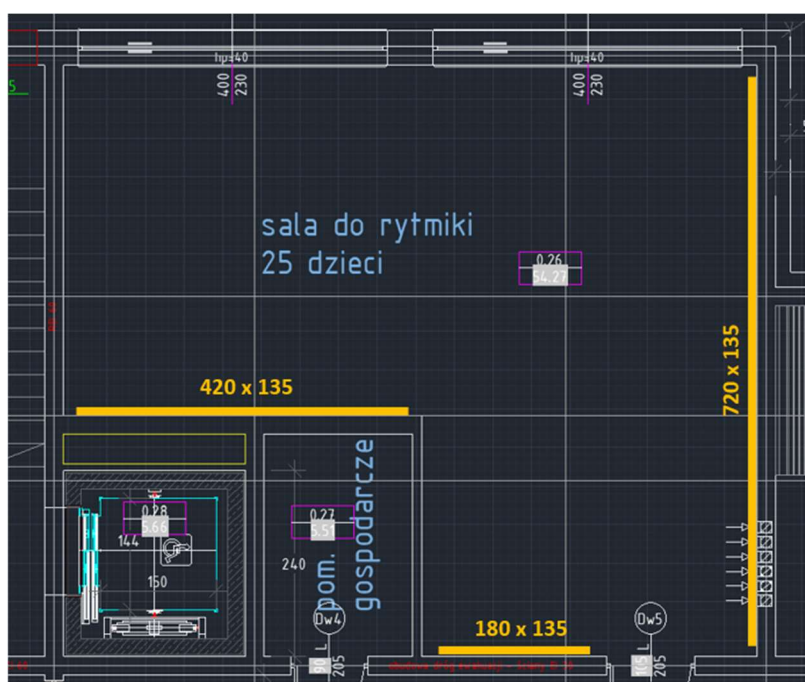
Pas o wymiarach (d x h) 720 x 135 cm. Montaż od wysokości ok. 100 cm do 235 cm.

Ściana w osi 3:

Pas o wymiarach (d x h) 420 x 135 cm. Montaż od wysokości ok. 100 cm do 235 cm.

Ściana w osi 5:

Pas o wymiarach (d x h) 180 x 135 cm. Montaż od wysokości ok. 100 cm do 235 cm.



3. Korytarze

3.1. Wymagania

Polska norma PN-B-02151-4:2015-06 określa dla korytarzy w szkołach i przedszkolach minimalną chłonność akustyczną A odniesioną do pola powierzchni podłogi S tych pomieszczeń na poziomie $A/S \geq 1,0$. Chłonność ta powinna być osiągnięta w każdym z pasm o środkowych częstotliwościach 500, 1000 i 2000 Hz. Wymaganie dotyczy pomieszczeń wykończonych, ale nieumeblowanych i pustych (bez obecności ludzi).

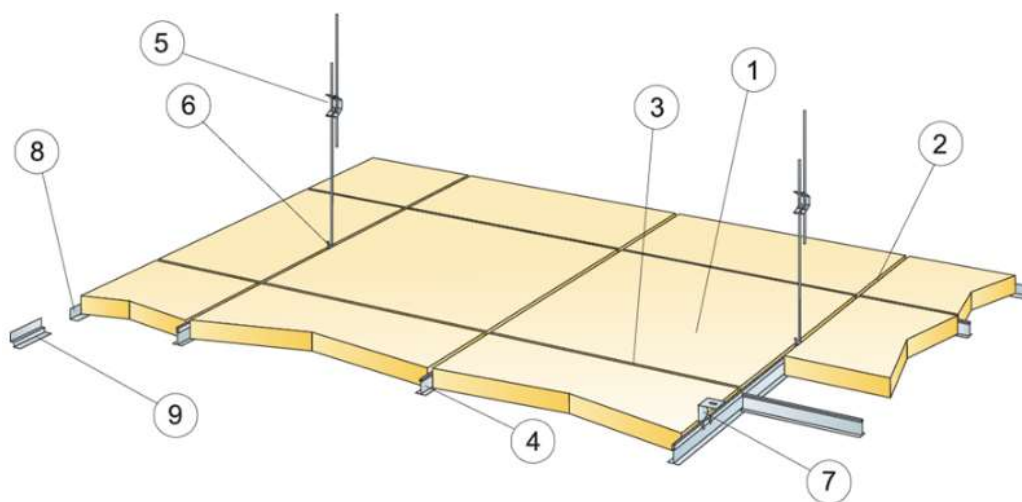
3.2. Opis pomieszczenia

Pomieszczenia o wysokości (bez sufitu podwieszanego) 3,58 m. Ściany murowane i tynkowane. Strop o konstrukcji żelbetowej, podłoga wykończona bezspoinową wykładziną PCW.

3.3. Rozwiązania

Sufit

Na całej powierzchni korytarzy, na wysokości 3,05 m instalowany modułowy sufit podwieszany Ecophon Gedina A40. Płyty w formacie 600/600 lub 1200/600 i grubości 40 mm montowane w ruszcie wykonanym z profili T24. Profile główne konstrukcji nośnej podwieszane do stropu za pomocą wieszaków regulowanych.



3.4. Wyniki

Chłoność akustyczna A korytarza odniesiona do jego powierzchni S (A/S) wyniesie:

	500 Hz	1 kHz	2 kHz
A/S wymagane	≥ 1.00	≥ 1.00	≥ 1.00
A/S wersja 0	0,21	0,27	0,36
A/S wersja I	1,09	1,18	1,24

Wersja 0 dotyczy korytarza całkowicie pozbawionego materiałów dźwiękochłonnych.
Wersja I dotyczy korytarza z zainstalowanym sufitem dźwiękochłonnym opisanym w punkcie 3.3. Wymagania normy zostaną spełnione.

Zwiększenie chłoności akustycznej będzie skutkowało słabszym wzmocnieniem dźwięku przez pomieszczenie. Nastąpi więc redukcja poziomu hałasu. Obliczeniowe wartości tej redukcji ΔL (w stosunku do wersji 0) podano poniżej:

Częstotliwość	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
ΔL , (dB)	- 4,3	- 7,5	- 7,1	- 6,4	- 5,4	- 4,7

Rzeczywista redukcja poziomu dźwięku będzie o ok. 2-3 dB większa, ze względu na odruchową zmianę zachowania dzieci w cichszym otoczeniu.

4. Szatnie

4.1. Wymagania

Polska norma PN-B-02151-4:2015-06 określa dla szatni w szkołach i przedszkolach minimalną chłoność akustyczną A odniesioną do pola powierzchni podłogi S tych pomieszczeń na poziomie **$A/S \geq 0,6$** . Chłoność ta powinna być osiągnięta w każdym z pasm o środkowych częstotliwościach 500, 1000 i 2000 Hz. Wymaganie dotyczy pomieszczeń wykończonych, ale nieumeblowanych i pustych (bez obecności ludzi).

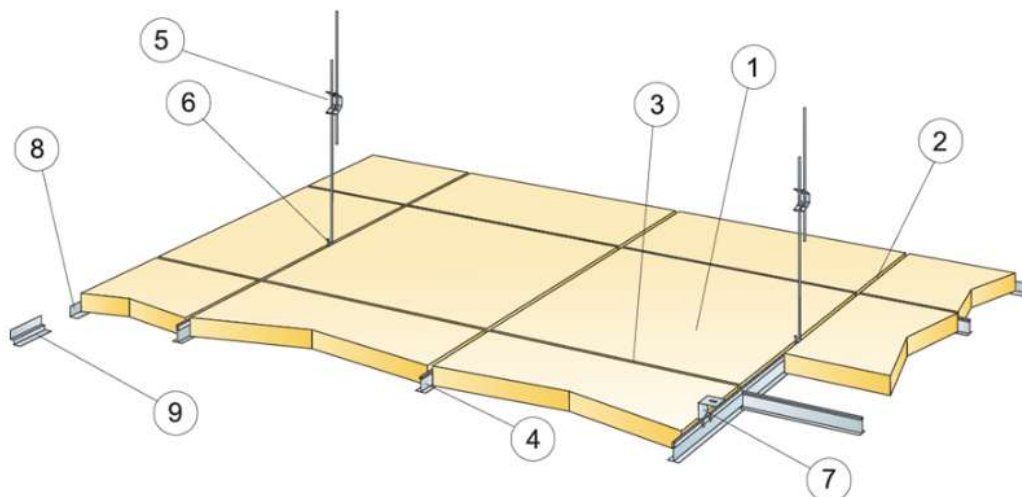
4.2. Opis pomieszczeń

Pomieszczenia o powierzchni 12,9 m² i wysokości (bez sufitu podwieszanego) 3,58 m. Ściany murowane i tynkowane. Strop o konstrukcji żelbetowej, podłoga wykończona bezspoinową wykładziną PCW.

4.3. Rozwiązania

Sufit

Na całej powierzchni holu, na wysokości 305 cm instalowany modułowy sufit podwieszany Ecophon Gedina A40. Płyty w formacie 600/600 lub 1200/600 i grubości 40 mm montowane w ruszcie wykonanym z profili T24. Profile główne konstrukcji nośnej podwieszane do stropu za pomocą wieszaków regulowanych.



5. Specyfikacje

5.1. Panele Ecophon Gedina A40

Panele ze sprasowanej wełny szklanej z prostymi krawędziami (krawędź A). Format 600x600x40 mm lub 1200x600x40 mm.

Waga systemu (łącznie z konstrukcją) wynosi około 4,5 kg/m². Widoczna powierzchnia płyty sufitowej jest w powłoce Akutex™ T, kolor White 500, pokryta farbą na bazie wody. Krawędzie są naturalne lub zagruntowane. Konstrukcja Connect w kolorze Connect White 01.

Montaż: System należy zamontować zgodnie ze schematem montażu Ecophon M118. Panele są łatwo demontowalne. Minimalna wysokość do demontażu zgodna z wybraną metodą montażu.

Wygląd: Najbliższy kolor NCS widocznej białej powierzchni paneli i konstrukcji to S 0500-N. Powierzchnia sufitu ma współczynnik odbicia światła 84%

Akustyka: Sufit ma klasę pochłaniania dźwięku A, ważony współczynnik pochłaniania dźwięku α_w równy 1,00 oraz praktyczne współczynniki pochłaniania dźwięku (całkowita wysokość systemu: 200 mm):

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
0.55	0.90	0,95	1,00	1,00	0.95

Wartości mierzone zgodnie z EN ISO 354 i klasyfikowane zgodnie z EN ISO 11654.

Bezpieczeństwo przeciwpożarowe: Płyty sufitowe mają klasę A2-s1, d0 zgodnie z EN 13501-1; konstrukcja jest w klasie A1. Rdzeń z wełny szklanej jest przebadany i sklasyfikowany jako niepalny zgodnie z EN ISO 1182.

Wytrzymałość mechaniczna: Panele są w 100% stabilne w środowiskach osiągających do 95% wilgotności względnej i przy temperaturze 30°C. Klasa C/5N potwierdzona w DWU. Są testowane zgodnie z normą EN 13964: 2014, załącznik F.

Wpływ na zdrowie i komfort w pomieszczeniach: Panele sufitowe są zgodne z francuskimi przepisami dotyczącymi emisji LZO, poziom A. Są również certyfikowane przez Fińską Fundację Informacji Budowlanych (RTS) z etykietą M1. Panele nie zawierają substancji wysokiego ryzyka (SVHC) powyżej 100 ppm, zgodnie z definicją zawartą w europejskim rozporządzeniu REACH (nr 1907/2006).

Recykling: Minimalna zawartość materiałów z recyklingu do produkcji płyt wynosi 34%. Płyty i konstrukcja w 100% podlegają recyklingowi.

Oznakowanie CE: System sufitowy posiada oznaczenie CE zgodnie ze zharmonizowaną normą EN 13964: 2014 („Sufity podwieszane, wymagania i metody badań”), wraz z wydanymi Deklaracjami Właściwości Użytkowych (DoP).

Konserwacja: Możliwe codzienne odkurzanie ręczne i maszynowe oraz przecieranie na mokro raz w tygodniu

5.2. Panele Ecophon Akusto Wall C Texona

Absorber ścienny składający się z paneli ściennych z wełny szklanej Ecophon Akusto Wall ze ściętymi krawędziami zakończonymi niewielką fazą, tworząc dyskretne połączenie paneli (krawędź C). Format 2700x600x40 mm montowany z systemową konstrukcją Ecophon Connect: profilami Connect Thinline lub profilami Connect WP.

Waga systemu (łącznie z konstrukcją) wynosi około 5 kg/m². Widoczna powierzchnia panelu ściennego jest wykończona tkaniną z włókna szklanego Texona.

Montaż: System należy zamontować zgodnie ze schematem montażu Ecophon M497.

Akustyka: Panel ścienny posiada klasę pochłaniania dźwięku A, ważony współczynnik pochłaniania dźwięku α_w równy 1,00 oraz praktyczne współczynniki pochłaniania dźwięku (całkowita głębokość systemu 50 mm):

Powłoka	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Texona	0.25	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00

Wartości mierzone zgodnie z EN ISO 354 i klasyfikowane zgodnie z EN ISO 11654.

Prywatność rozmów: Panel ścienny ma klasę artykulacji AC (1,5) = 240 zgodnie z ASTM E 1111 i E 1110.

Bezpieczeństwo przeciwpożarowe: Panele ścienne mają klasę A2-s1, d0 zgodnie z EN 13501-1; konstrukcja jest w klasie A1. Rdzeń z wełny szklanej jest przebadany i sklasyfikowany jako niepalny zgodnie z EN ISO 1182.

Wytrzymałość mechaniczna: Panele są w 100% stabilne w środowiskach osiągających do 95% wilgotności względnej i przy temperaturze 30°C. Testowane zgodnie z normą EN 13964: 2014, załącznik F.

Wpływ na zdrowie i komfort w pomieszczeniach: Panele ścienne są zgodne z francuskimi przepisami dotyczącymi emisji VOC, poziom A. Są również certyfikowane przez Fińską Fundację Informacji Budowlanych (RTS) z etykietą M1. Panele nie zawierają substancji wysokiego ryzyka (SVHC) powyżej 100 ppm, zgodnie z definicją zawartą w europejskim rozporządzeniu REACH (nr 1907/2006).

Ślad węglowy: Ocena cyklu życia (LCA) paneli jest przeprowadzana zgodnie z EN 15804 i ISO 14025 i jest zweryfikowana przez stronę trzecią w deklaracji środowiskowej produktu (EPD). Emisja CO₂ z panelu w okresie jego użytkowania nie przekracza 9,03 kg CO₂ equiv/m².

Recykling: Minimalna zawartość materiałów z recyklingu do produkcji paneli wynosi 60%. Panele i konstrukcja w 100% podlegają recyklingowi.

Konserwacja: Codzienne odkurzanie ręczne i maszynowe.

arch. Mikołaj Jarosz

