

# SPRAWDZONA AKUSTYKA



Wydawca	<b>Stopka redakcyjna</b> Fural Systeme in Metall GmbH Cumberlandstraße 62 4810 Gmunden Austria
Stan Zdjęcia	Luty 2020 Timo Schwach (Titel, Strony 14, 64) stauss processform gmbh (Strony 4, 5, 6, 7, 8, 9, 46, 47, 52, 53, 60, 61, 96, 97) Johannes Eder (Strony 12, 16, 74) Roland Halbe (Strona 18) Roland Tilleman (Strona 20) Roman Bönsch (Strona 22) Dietmar Strauss (Strona 24) To Kuehne (Strony 26, 62, 66, 68) Alfred Wolsetschläger (Strona 28) Cosmin Dragomir (Strona 30) Peter Eder (Strony 32, 34) Franz Rindlisbacher (Strona 36) Volker Lau, konturlicht (Strona 38) Lukas Kirchgasser (Strona 40) Jogi Hild (Strona 42) Franz Rindlisbacher (Strona 44) Kurt Kubal (Strona 48) Gerd Kressl (Strona 50) Peter Kubelka (Strona 54) Schunk (Strona 56) Piero Mollica (Strona 58) Victor S. Brigola (Strony 70, 80) H. G. Esch (Strona 68) Herbert Brunneier (Strona 72) Dirk Freytag (Strona 76) Lukas van der Wee (Cepezed) (Strona 78) Hennie Raaymakers (Strona 82) Achim Frank (Strona 98)
Koncepcja i projekt Ilustracje Korekta Papier	stauss processform gmbh, Monachium stauss processform gmbh, Monachium onlinelektorat.at MagnoVolume 250 g/m <sup>2</sup> und 130 g/m <sup>2</sup> (PEFC/06-39-16)
Czcionka Druk	DIN Pro Light und Medium Friedrich Druck & Medien GmbH Zamenhofstrasse 43-45 4020 Linz Austria potwierdza kompensację emisji gazów cieplarnianych po- przez dodatkowe projekty ochrony klimatu. ClimatePartner-ID 11293-2003-1002

<b>Fural</b>	T +43 7612 74 851 0
Systeme in Metall GmbH	F +43 7612 74 851 11
Cumberlandstraße 62	E fural@fural.at
4810 Gmunden	W fural.com
Austria	Sitz Gmunden
	GS Wels
Dyrektor:	FN 23 57 11
Christian Demmelhuber	UID ATU 62 76 33 34

**Wstęp**

- 4 Sufity akustyczne to nasze życie
- 6 Myślimy architekturą
- 8 Dlaczego na sufit akustyczny stosujemy metal?
- 10 Pojęcia z dziedziny akustyki
- 12 Przykład realizacji

**Akustyczne sufity metalowe**

- 14 Sufity metalowe 1–9
- 32 Wpływ przestrzeni międzysufitowej
- 34 Wpływ wkładów dźwiękochłonnych 1–2
- 38 Wpływ grubości wkładów dźwiękochłonnych
- 40 Wpływ włókniyny akustycznej
- 42 Wpływ wkładów dźwiękoizolacyjnych 1–2

**Akustyczne sufity metalowe z siatki cięto-ciągnionej**

- 48 Sufity metalowe z siatki cięto-ciągnionej
- 50 Wpływ wkładów dźwiękochłonnych

**Akustyczne sufity chłodząco-grzewcze**

- 54 Sufity chłodzące 1–2
- 58 Sufity chłodzące 3 (Temperon)

**Swobodnie zawieszony (pojedynczy) akustyczny żagiel sufitowy**

- 62 Pojęcia
- 64 Przykład realizacji
- 66 Swobodnie zawieszzone żagle sufitowe
- 68 Swobodnie zawieszzone żagle chłodzące 1–2

**Ściany akustyczne**

- 72 Ściany akustyczne 1–2
- 76 Absorber L

**Wzdłużne tłumienie dźwięku**

- 78 Pojęcia
- 80 Zaciskowe sufity bandraster
- 82 Sufity bandraster

**Załącznik**

- 84 Przegląd badanych perforacji 1–5
- 94 Przegląd perforacji niebadanych

# SUFITY AKUSTYCZNE TO NASZE ŻYCIE

## Jesteśmy rodziną!

Od pierwszej połowy 2019 roku firmy **Fural Systeme in Metall GmbH** w Gmunden (Austria), **Dipling Werk GmbH** we Frankfurcie/Hungen (Niemcy) oraz **Metalit AG** w Büron (Szwajcaria) tworzą silną, międzynarodową grupę firm działających w branży sufitów akustycznych z metalu.

To międzynarodowe partnerstwo umożliwia połączenie dziesięcioleci doświadczeń w zakresie projektowania i produkcji oraz znajomości rynków regionalnych.

Jesteśmy liderem w sektorze wysokiej jakości sufitów akustycznych, a tym samym idealnym partnerem do konsultacji w zakresie projektów architektonicznych i budowlanych o wysokich wymaganiach estetycznych, technicznych i logistycznych.

„Sufity akustyczne z metalu stanowią efektywne, nowoczesne, trwałe i estetyczne elementy konstrukcyjne”.  
(Dirk Freytag, CTO)

## Zalety sufitów metalowych jako sufitów akustycznych

Nasze systemy łączą w sobie doskonałe właściwości akustyczne, perfekcyjny wygląd, funkcjonalność i wytrzymałość. Połączenie tych cech zapewnia przyjemną atmosferę wnętrza, którą doceni zarówno inwestor, jak i użytkownik. Architekci i monterzy doceniają nasze łatwe w montażu systemy metalowych sufitów akustycznych tak samo jak nasze zaangażowanie podczas realizacji projektów.

Nasze sufit akustyczne można ponadto wyposażyć w funkcje dodatkowe, takie jak klimatyzacja (chłodzenie, ogrzewanie, wentylacja) czy oświetlenie. Możliwe jest również rozszerzenie właściwości naszych produktów w kierunku ochrony przeciwpożarowej, higieny (szpitale, laboratoria) czy też bezpieczeństwa podczas uderzenia piłką (przedszkola, szkoły, hale sportowe). Produkcja odbywa się na najnowocześniejszych liniach, umożliwiających wytwarzanie z najwyższą precyzją zarówno pojedynczych sztuk, jak i dużych serii.

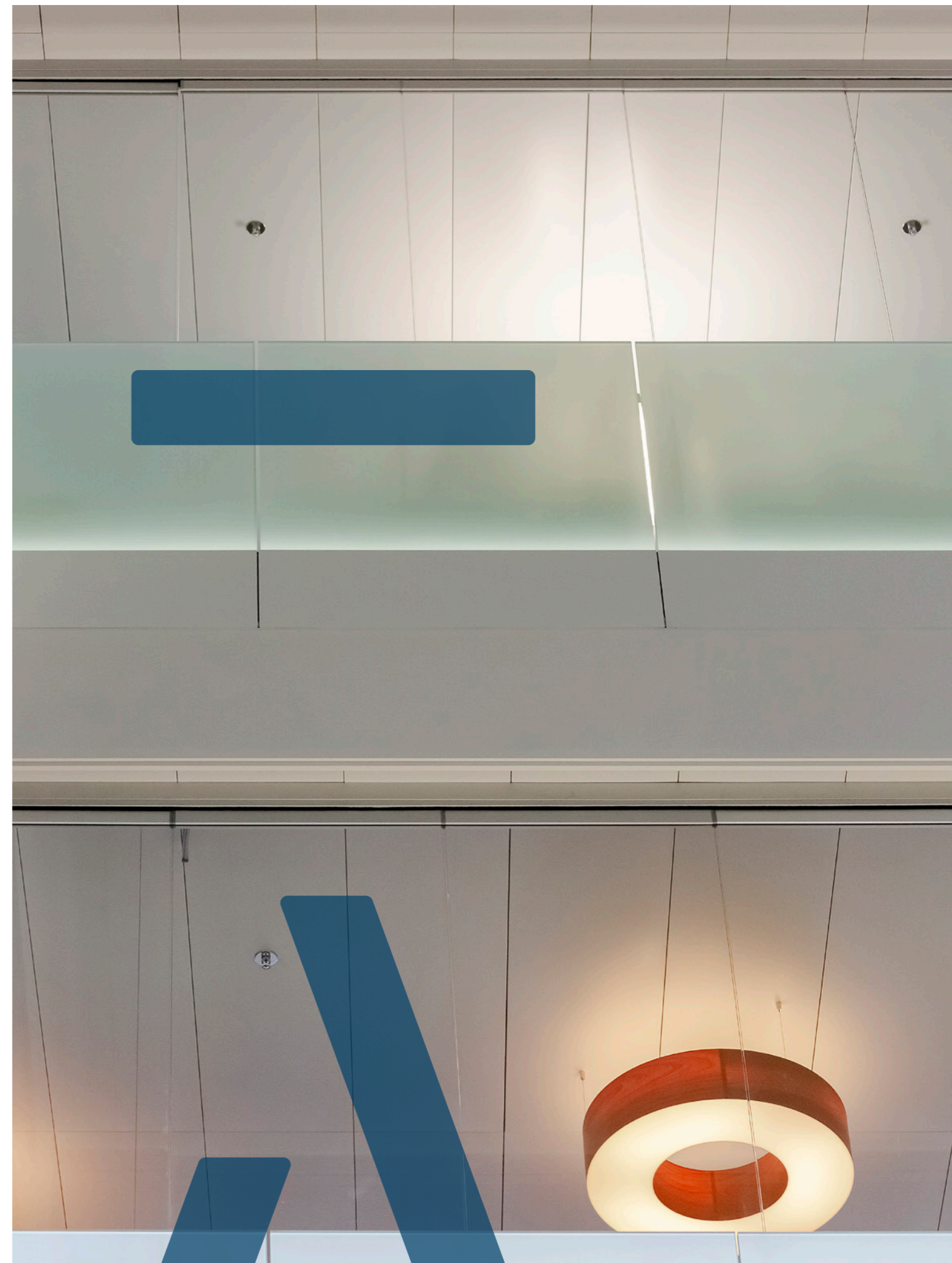
Sufity metalowe są dostarczane na plac budowy z wykończoną powierzchnią, co pozwala na łatwą i szybką obróbkę oraz krótkie etapy montażowe.

Nasze produkty są zrównoważone, ponieważ wykonujemy je z łatwych w obróbce materiałów, możliwych do ponownego użycia albo łatwych w recyklingu.

## Sufity akustyczne z metalu zachwycają

- estetyką (np. siatka cięto-ciągniona)
- funkcjonalnością
- wysoką jakością
- zrównoważoną produkcją
- jakością
- trwałością
- higieną
- możliwością łatwego demontażu
- możliwością zastosowania ochrony przeciwpożarowej

- Bison Offices, Sursee
- Leuenberger Architekten
  - Atrium
  - Perforacja Rd 1,5-22%
  - Kolor RAL9016 biały beskidzki
  - system zawieszany H28



# MYŚLIMY ARCHITEKTURĄ

Myślimy w kategoriach **miasta, budynku, pomieszczenia i użytkownika**, a nie metrów kwadratowych sufitu akustycznego. Klienta i jego projekty traktujemy poważnie i razem z nim poszukujemy najlepszego rozwiązania, zwłaszcza wtedy, gdy należy je opracować od początku.

Jesteśmy partnerem systemowym w zakresie **wysokiej jakości komponentów architektonicznych**, otwartym na współpracę z naszymi klientami!

Efekt końcowy to zawsze satysfakcja z wykonanej realizacji i wspólna radość przez wiele lat.

„Detale nie są detalami.  
One są designem”.  
(Charles Eames, 1907–1978)

#### Bison Offices, Sursee

- Leuenberger Architekten
- Biura
- Perforacja Rd 1,5–22%
- Kolor RAL 9016 biały beskidzki
- Swobodnie zawieszony żagiel sufitowy

# DLACZEGO NA SUFIT AKUSTYCZNY STOSUJEMY METAL?

Sufity metalowe są twarde, ale z uwagi na zastosowane materiały i etapy obróbki działają doskonale jako absorbery szerokopasmowe. Materiałem wyjściowym jest blacha stalowa lub aluminiowa o niewielkiej grubości (0,5–1,0 mm). Połączenie różnych wzorów otworów / perforacji i włókniny akustycznej ze znajdującą się powyżej przestrzenią międzysufitową pozwala uzyskać bardzo dobre wartości pochłaniania dźwięku.

Komfort akustyczny w pomieszczeniu można uzyskać za pomocą samego sufitu metalowego. W kolejnych etapach obróbki powstają stabilne, ale lekkie konstrukcje. Poszczególne części systemu są dostarczane na miejsce montażu z wykończoną powierzchnią, w postaci modułowej. W ten sposób pomieszczenia stają się dostępne po krótkim czasie montażu. Akustyczne i konstrukcyjne możliwości projektowania potwierdzone są obszernymi testami. Nasze produkty i systemy wyróżniają się:

- dostawą z wykończoną powierzchnią
- bezpyłową dostawą i montażem
- trwałością
- możliwością czyszczenia/utrzymania higieny
- bezpieczeństwem podczas uderzenia piłką
- możliwością łatwego demontażu
- możliwością ponownego montażu
- możliwością ponownego użycia
- recyklingiem posortowanych materiałów
- dużym wyborem możliwych perforacji
- łatwą i precyzyjną integracją elementów technicznych, np. oświetlenia i wentylacji

- możliwością optymalnego łączenia z elementami grzewczymi i chłodzącymi
- estetyką (oferujemy bogatą paletę kolorów na różnych powierzchniach, np. nasze rozpraszające światło wodorozcieńczalne lakiery piecowe Parzifal®).

**„W naszych rękach i za sprawą naszych maszyn metal staje się miękki, plastyczny i lekki. Staje się materiałem na miarę współczesnej architektury i jej procesów”.**  
(Christian Demmelhuber, dyrektor zarządzający Fural, Metalit, Dipling)

**Biurowiec, Töging**

- Hinterschwepfinger Projekt GmbH
- Atrium
- Perforacja Rg 0,7–4%
- Kolor RAL 9016 biały beszki
- Swobodnie zawieszony żagiel sufitowy

# POJĘCIA Z DZIEDZINY AKUSTYKI

## Dźwięk i poziom dźwięku

Pojęciem „dźwięku” określa się lokalne drgania i rozprzestrzeniające się fale. Mogą one występować w powietrzu (**dźwięk powietrzny**) albo w substancjach stałych (**dźwięk materiałowy**). W przypadku wzbudzenia drgań podłóg, sufitów lub schodów przez chodzenie mówimy o **odgłosie kroków**.

Siłę dźwięku określa się poziomem ciśnienia akustycznego L i wyraża w decybelach [dB].

## Styszalność

Pojęciem styszalności określa się współdziałanie czynników akustycznych przestrzeni, w której występuje dźwięk, np. muzyka czy rozmowa, w odniesieniu do indywidualnej lokalizacji osoby słuchającej.

Styszalność nie określa właściwości fizycznych pomieszczenia, lecz oddziaływania fizjologiczne i psychologiczne podczas słuchania.

Dlatego styszalność nie jest jasną, obliczalną wielkością, lecz określaną również przez czynniki indywidualne i subiektywne, np. przez zdolność słyszenia oraz doświadczenie słuchowe.

Celem dobrego projektowania akustycznego jest jednak również uwzględnienie osób gorzej słyszających, a zatem uzyskanie ogólnie dobrej styszalności średniej.

## Powierzchnia pochłaniająca dźwięk

Tak zwane **równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej A** elementu budowlanego oblicza się, mnożąc jego powierzchnię przez współczynnik pochłaniania dźwięku  $\alpha$ .

Wszystkie powierzchnie ograniczające  $S_i$  pomieszczenia posiadają indywidualny współczynnik pochłaniania dźwięku  $\alpha_i$ , na podstawie którego dla każdej powierzchni cząstkowej można określić równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej  $A_i$ :

$$A_i = \alpha_i \cdot S_i [\text{m}^2]$$

Łączną równoważną pola powierzchni dźwiękochłonnej A można zsumować z poszczególnych składników:

$$A_{\text{łączna}} = \alpha_1 \cdot S_1 [\text{m}^2] + \alpha_2 \cdot S_2 [\text{m}^2] + \dots$$

## Czas pogłosu

Czasem pogłosu  $T_{60}$  określa się czas, w którym po wyciszeniu źródła dźwięku energia pola akustycznego spadnie do  $1/1000$  wartości początkowej.

Wartość tę określa się zwykle i odpowiednio podaje dla częstotliwości uśrednionej [500 Hz albo 1000 Hz].

Czas pogłosu zwiększa się proporcjonalnie do kubatury pomieszczenia i odwrotnie proporcjonalnie do równoważnej powierzchni pochłaniającej dźwięk A.

## Wzór Sabine'a

W akustyce technicznej czas pogłosu T oblicza się za pomocą tzw. „wzoru Sabine'a”

$$T = V \div A \cdot 0,163$$

„V” oznacza przy tym kubaturę pomieszczenia, zaś „A” – równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej w  $\text{m}^2$ .

## Co oznaczają skróty

### $\alpha_s$ , $\alpha_p$ , $\alpha_w$ i NRC A?

Symbolem  $\alpha_s$  (alfa<sub>s</sub>) oznacza się **ogłosowy współczynnik pochłaniania dźwięku**. W małych odstępach pasm tercjowych mierzy się 18 różnych wartości pochłaniania dźwięku w zakresie od 100 do 5000 Hz (100 Hz, 125 Hz, 160 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 315 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz, 1250 Hz, 1600 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz, 3150 Hz, 4000 Hz i 5000 Hz). Wartość 1,0 oznacza całkowitą chłonność akustyczną, wartość 0,0 – całkowite odbicie.

Symbolem  $\alpha_p$  (alfa<sub>p</sub>) oznacza się tzw. **praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku**. Przelicza się przy tym trzy wartości tercjowe  $\alpha_s$  na jedną **wartość oktawową**  $\alpha_p$ . Przedstawia się w tym celu 6 częstotliwości (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz i 4000 Hz).

Symbolem  $\alpha_w$  (alfa<sub>w</sub>) oznacza się tzw. **ważony wskaźnik pochłaniania dźwięku**. Jest on niezależny od częstotliwości i podawany w postaci wartości jednoliczbowej zaokrąglonej do 0,05. Wartość  $\alpha_w$  można uzupełnić tzw. wskaźnikami kształtu. Informują one, że wartości pomiarowe w zakresie niskich (L), średnich (M) albo wysokich (H) częstotliwości są lepsze od wyrażonych przez wartość  $\alpha_w$  (patrz hasło Wyznaczniki kształtu).

Za pomocą **NRC A** podaje się średnie arytmetyczne wartości pochłaniania dźwięku dla wartości oktawowych 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz i 2000 Hz zaokrągloną do 0,05. Wskaźnik Noise Reduction Coefficient o wartości 0,80 oznacza przeciętne pochłanianie dźwięku wynoszące 80%.

## Wyznaczniki kształtu (L/M/H)

Ważony wskaźnik pochłaniania dźwięku  $\alpha_w$  można uzupełnić tzw. wskaźnikami kształtu, które za pomocą liter L, M i H (Low, Mid, High) wyrażają, w których zakresach częstotliwości poziom pochłaniania dźwięku jest szczególnie wysoki.

- L szczególnie dobre pochłanianie przy częstotliwościach do 250 Hz
- M szczególnie dobre pochłanianie przy częstotliwościach od 500 Hz do 1000 Hz
- H szczególnie dobre pochłanianie przy częstotliwościach od 2000 Hz do 4000 Hz

## Klasy pochłaniania dźwięku

Zgodnie z normą EN 11654 elementy akustyczne przyporządkowuje się na podstawie ich właściwości dźwiękochłonych do klas pochłaniania dźwięku A, B, C, D albo E.

- A najlepiej pochłaniające  $\alpha_w$  0,90–1,00
- B najlepiej pochłaniające  $\alpha_w$  0,80–0,85
- C dobrze pochłaniające  $\alpha_w$  0,60–0,75
- D pochłaniające  $\alpha_w$  0,30–0,55
- E słabo pochłaniające  $\alpha_w$  0,15–0,25

## Wzdłużne tłumienie dźwięku $D_{n,f,w}$

W przypadku budowli o konstrukcji szkieletowej – dziś jest to konstrukcja typowa niemal dla wszystkich nowych biurowców – podział na poszczególne pomieszczenia realizuje się za pomocą ścian o lekkiej konstrukcji. Sufity są podwieszane.

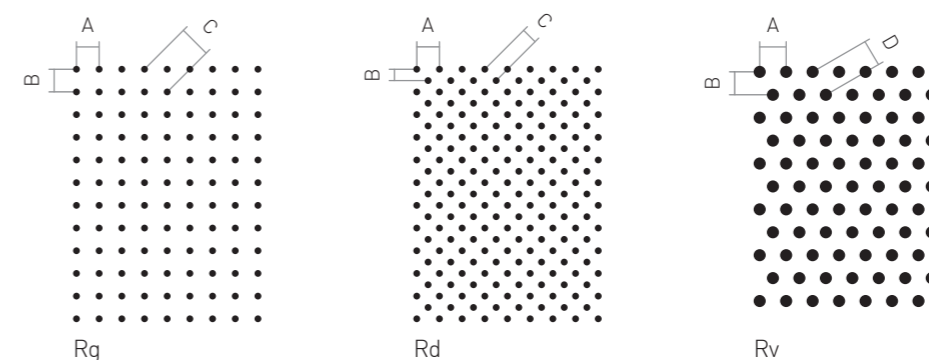
Powstająca przy tym między konstrukcją nośną stropu a sufitem podwieszanym pusta przestrzeń stanowi drogę przenoszenia dźwięku, którą należy skompensować przez wzdłużne tłumienie dźwięku.

Wzdłużne tłumienie dźwięku można zrealizować za pomocą przegród pionowych albo poziomych.

Wzdłużne tłumienie dźwięku określa się według normy EN ISO 717-1 i podaje jako ważoną normalną izolacyjność akustyczną  $D_{n,f,w}$  wyrażoną w **dB**.

„ $D_{n,f}$ ” oznacza przy tym normalną izolacyjność akustyczną dla ostonowych elementów konstrukcyjnych (np. sufitów). „ $w$ ” oznacza, że wartości pomiarowe są ważone zgodnie z normą. Podana wartość liczbowa to wartość odczytywana przy częstotliwości 500 Hz krzywej odniesienia.

Krzywej odniesienia nie przedstawia się na wykresach w protokołach z badań.



## Wymiarowanie perforacji

- A odstęp w poziomie
- B odstęp w pionie
- C odstęp po przekątnej 45°
- D odstęp przesunięty o 60°

# PRZYKŁAD REALIZACJI

„Najlepszym wskaźnikiem ogromnej poprawy akustyki pomieszczenia jest zachowanie uczniów i nauczycieli. Wydajność wzrosła, nauczyciele są znacznie mniej zestresowani po zajęciach”.

(Gerhard Kolb, Dyrektor Szkoły Technicznej w Gmunden)

Szkoła Techniczna w Gmunden

- Pracownia komputerowa
- Sufit:
  - system zaciskowy
  - Perforacja Rg 0,7-4%
  - Kolor RAL 9010 biały alpejski
- Okładzina ścian:
  - system zaciskowy
  - Perforacja Rg 0,7-4%
  - Kolor RAL 9010 biały alpejski

## Budynek szkoły

Podobnie jak wiele innych szkół, Szkoła Techniczna w Gmunden miała również poważne problemy z akustyką w pomieszczeniach klasowych. Skutkiem było niespokojne zachowanie uczniów i przeciążenie nauczycieli.

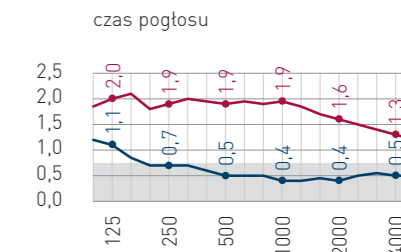
Sytuację wyjściową przeanalizowali fizycy budowlani, po czym opracowano metodycznie propozycje poprawy.

Metalowe sufity akustyczne oraz metalowe ściany akustyczne produkcji Fural umożliwiły olbrzymią poprawę akustyki pomieszczeń.

Jednocześnie dzięki precyzyjnym elementom prefabrykowanym znacznie poprawił się wizerunek wyposażenia pomieszczeń klasowych.

## Czas pogłosu

Czas pogłosu jest najbardziej znanym kryterium oceny akustyki pomieszczenia. Jest to czas, w którym po ustaniu źródła dźwięku energia pola akustycznego zmaleje o 60 dB. W przykładzie realizacji w Szkole Technicznej w Gmunden średni czas pogłosu poprawił się z ~ 1,7 s do wymaganych przez normę PN-B-02151-4 0,6 s.



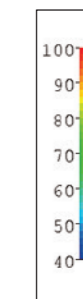
— sztywne akustycznie sufity i ściany

— akustyczny sufit metalowy z perforacją Rg 2,5-16%  
akustyczna okładzina ścian z perforacją Rg 0,7-1%

■ zakres normy

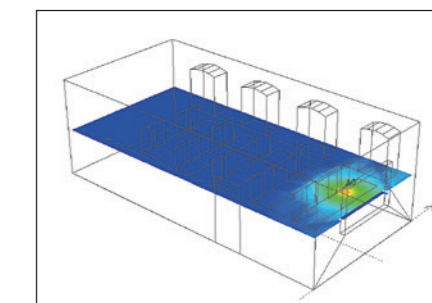
## Wyrazistość D50

Tak zwana wyrazistość D50 jest istotnym parametrem akustycznym. Im wyższa jest jej wartość, tym wyraźniej odczuwa się sygnał akustyczny. Aby zapewnić dobrą zrozumiałość mowy, wartość ta powinna wynosić ponad 50%.



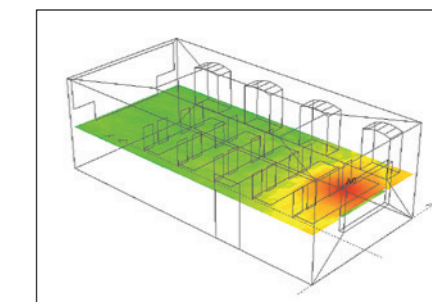
## Osoba mówiąca nie jest zrozumiała.

Analiza akustyczna stanu faktycznego przed rozpoczęciem projektu wykazuje, że zrozumiałość mowy prawie w całym pomieszczeniu jest poniżej normy.



## Osoba mówiąca jest zrozumiała w całym pomieszczeniu.

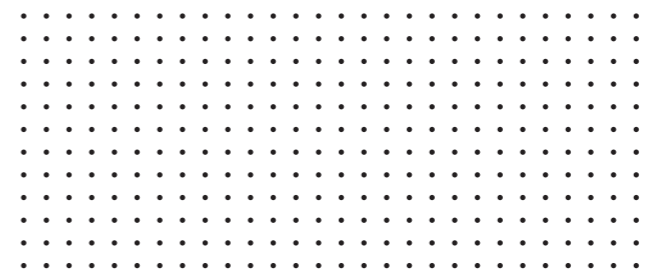
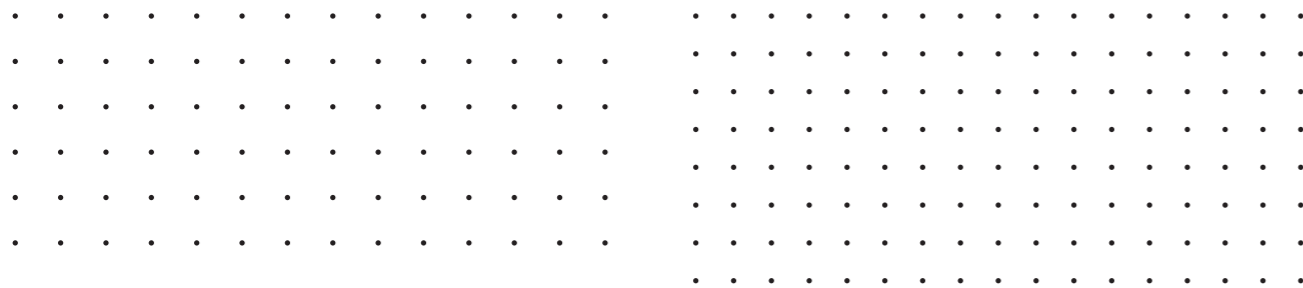
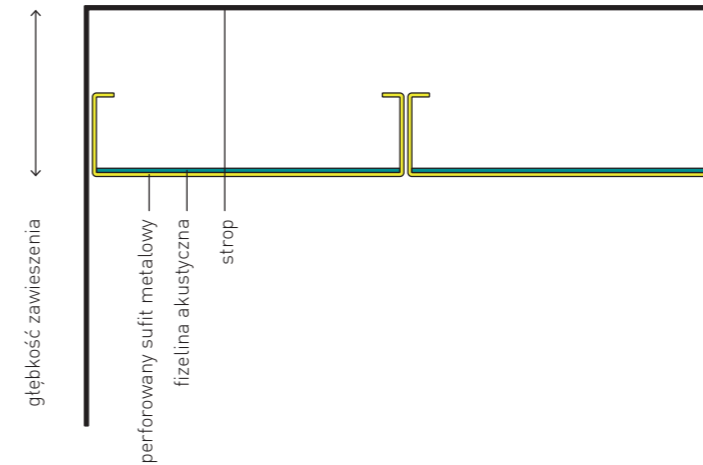
Zamontowanie akustycznego sufitu metalowego Fural o Rg 2,5-16% oraz akustycznych okładek ścian Fural o Rg 0,7-1% poprawiło zrozumiałość mowy w całym pomieszczeniu do wartości w zakresie od 70 do 98%. Uzyskane wartości przewyższają wymogi normy.



# SUFITY METALOWE 1

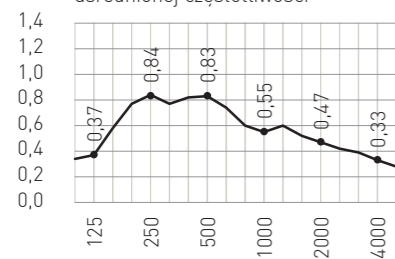


Tissot-Arena, Biel



**Fural**  
Rg 0,7 - 1%  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 1%  
Szerokość maks. 1,197 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 6,00  
Odstęp poziomo 6,00 mm →  
Odstęp pionowo 6,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 8,48 mm ↘  
Kierunek perforacji →

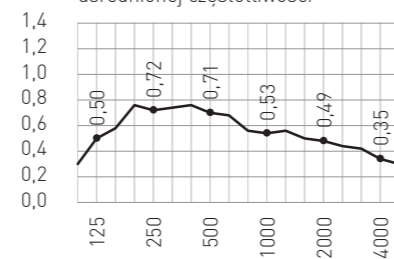
**Chłoność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 231/2007  
NRC 0,65  
 $\alpha_w$  0,50 (LM)  
Kl. pochł. dźwięku D [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rg 0,7 - 1,5%  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 1,5%  
Szerokość maks. 1,400 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 5,00  
Odstęp poziomo 5,00 mm →  
Odstęp pionowo 5,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,07 mm ↘  
Kierunek perforacji →

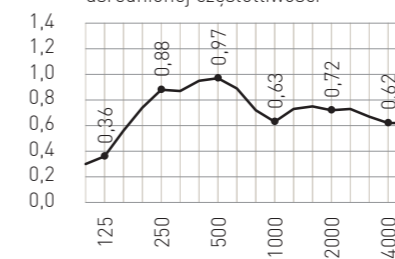
**Chłoność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy 04.12.2019 M105629  
NRC 0,60  
 $\alpha_w$  0,50 (L)  
Kl. pochł. dźwięku D [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rg 0,7 - 4%  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 4%  
Szerokość maks. 1,197 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 3,00  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 3,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,24 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłoność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



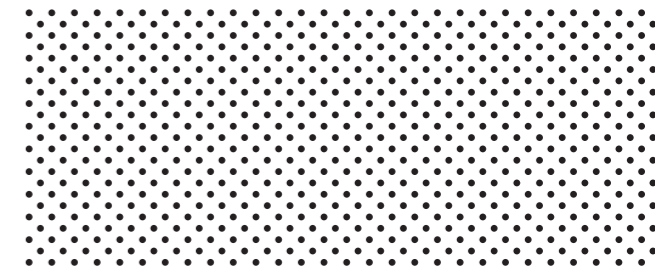
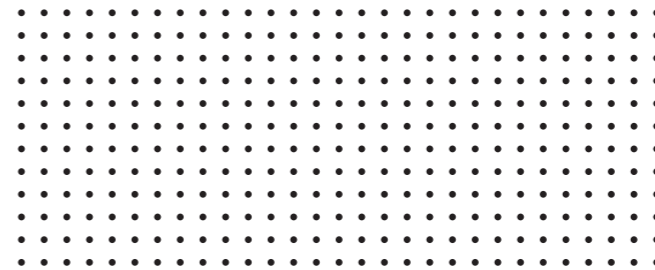
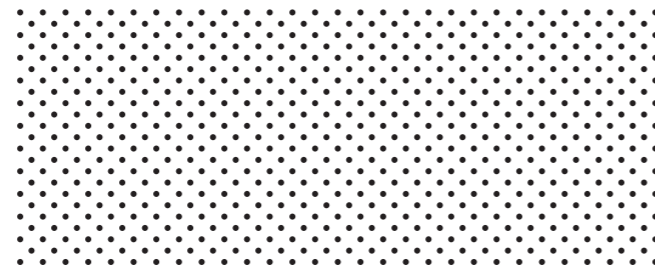
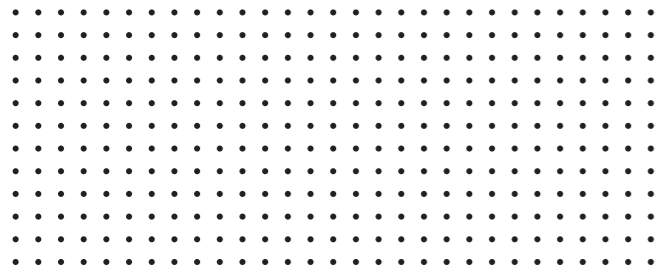
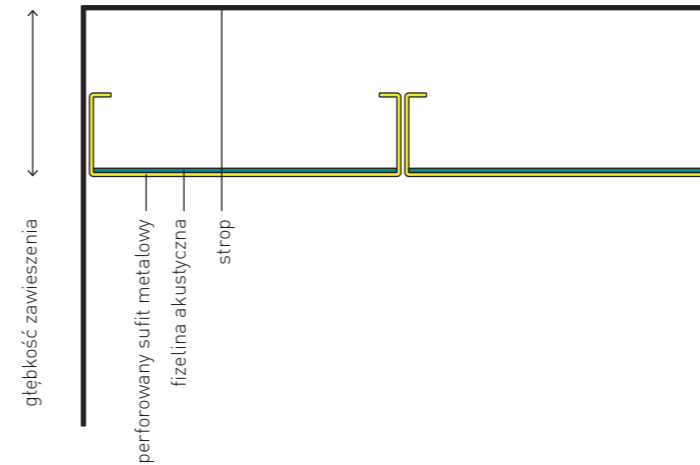
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 219/2007  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,75 (L)  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez



# SUFITY METALOWE 2

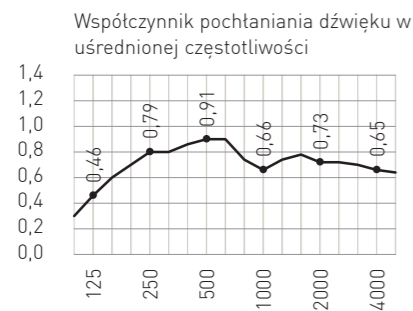


Centrum Kształcenia, Berno



**Fural**  
Rg 0,8 - 6 %  
Perforacja Ø 0,8 mm  
Udział otworów 6 %  
Szerokość maks. 1.400 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,80 - 3,00  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 3,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,24 mm ↘  
Kierunek perforacji →

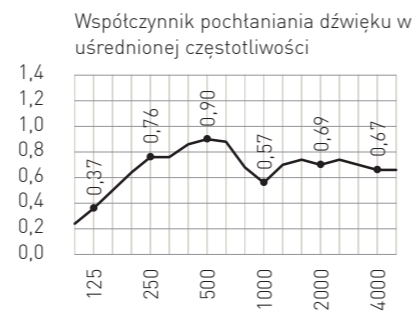
**Chłoność akustyczna**



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 09.06.2017 M105629/17  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rd 0,8 - 11 %  
Perforacja Ø 0,8 mm  
Udział otworów 11 %  
Szerokość maks. 1.400 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 0,80 - 2,12  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 1,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 2,12 mm ↘  
Kierunek perforacji →

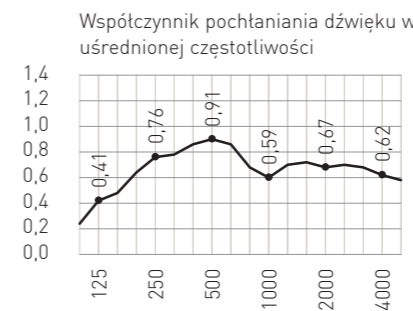
**Chłoność akustyczna**



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 09.06.2017 M105629/18  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,70  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rg 0,9 - 7 %  
Perforacja Ø 0,9 mm  
Udział otworów 7 %  
Szerokość maks. 1.020 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,90 - 3,00  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 3,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,24 mm ↘  
Kierunek perforacji →

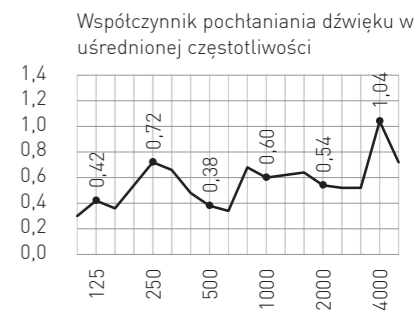
**Chłoność akustyczna**



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 30.09.2019 M105629/44  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,70  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rd 0,9 - 14 %  
Perforacja Ø 0,9 mm  
Udział otworów 14 %  
Szerokość maks. 1.020 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 0,90 - 2,12  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 1,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 2,12 mm ↘  
Kierunek perforacji →

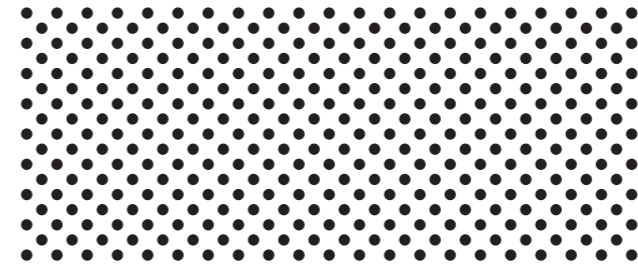
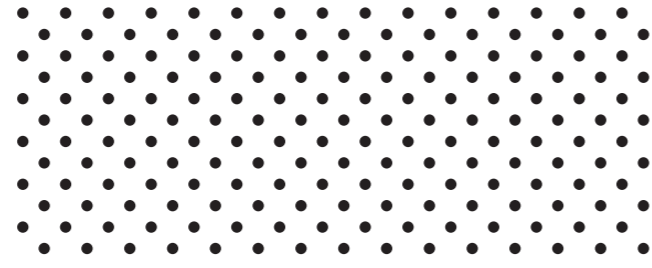
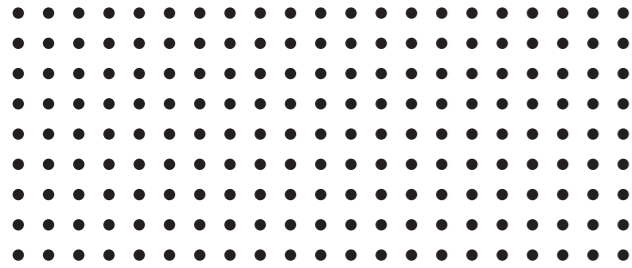
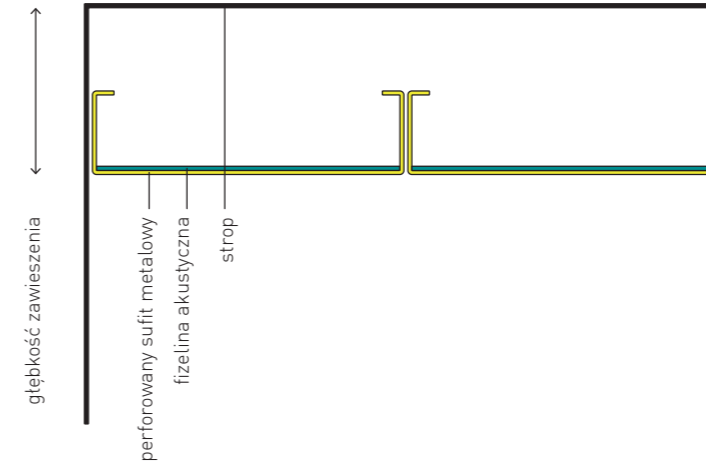
**Chłoność akustyczna**



Wys. zawieszenia 400 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 17.11.2012 7178-12-2  
NRC 0,55  
 $\alpha_w$  0,55 (LH)  
Kl. pochł. dźwięku D [EN 11654]  
Nakład bez

# SUFITY METALOWE 3

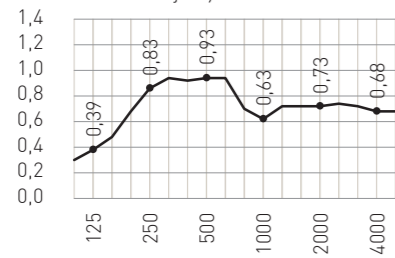
Vektor, Stuttgart



**Fural**  
Rg 1,5 - 11%  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 11%  
Szerokość maks. 1.488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 1,50 - 4,00  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 4,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 5,65 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłoność akustyczna**

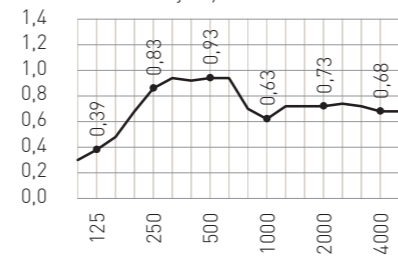
Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



**Fural**  
Rd 1,5 - 11%  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 11%  
Szerokość maks. 1.470 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,50 - 4,00  
Odstęp poziomo 5,66 mm →  
Odstęp pionowo 2,83 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,00 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłoność akustyczna**

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości

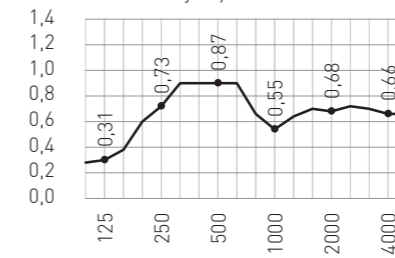


Wys. zawieszania 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/6  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rd 1,5 - 22%  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 22%  
Szerokość maks. 1.488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,50 - 2,83  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 2,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 2,83 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłoność akustyczna**

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości

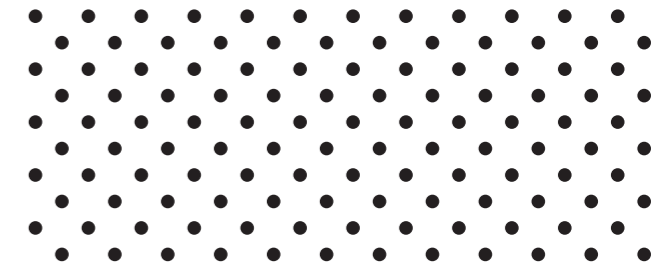
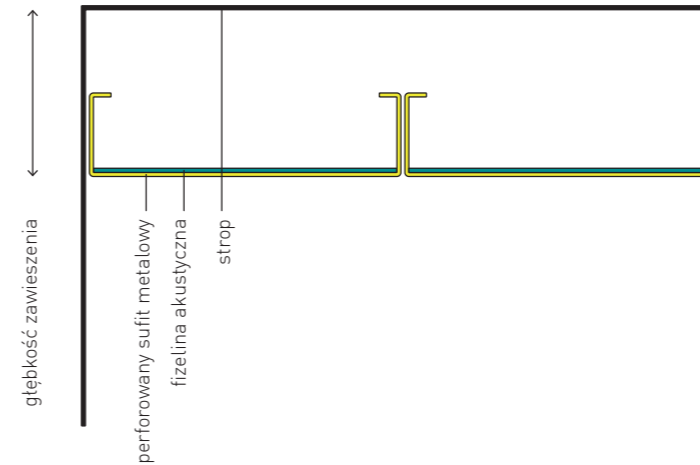
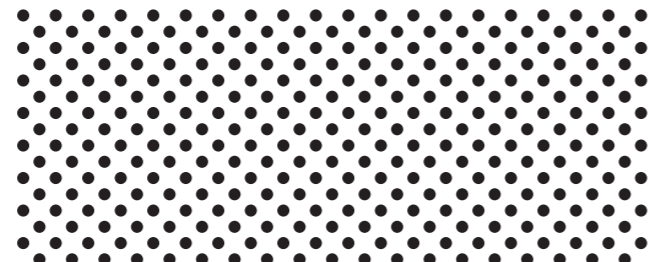
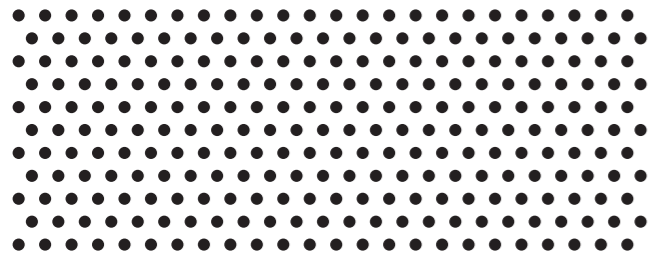


Wys. zawieszania 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/5  
NRC 0,70  
 $\alpha_w$  0,70  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

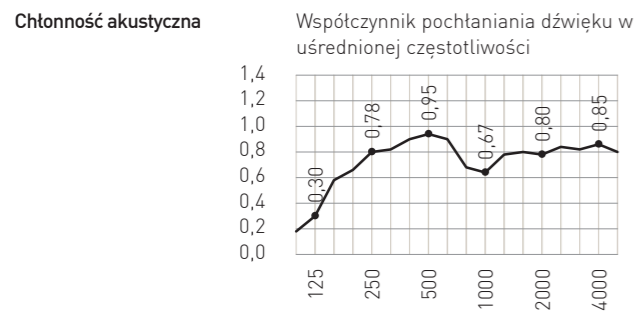
# SUFITY METALOWE 4



The Edge, Amsterdam

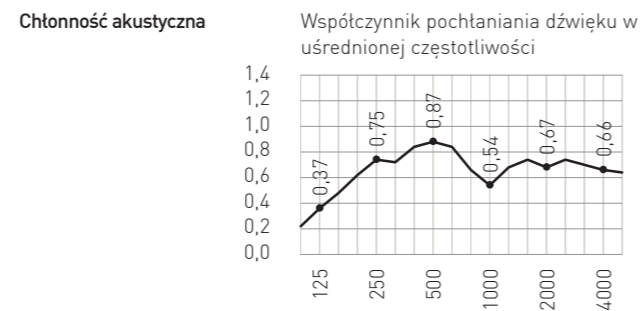


**Fural**  
Rv 1,6 - 20 %  
Perforacja Ø 1,6 mm  
Udział otworów 20 %  
Szerokość maks. 1.450 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rv 1,60 - 3,50  
Odstęp poziomo 3,50 mm →  
Odstęp pionowo 3,03 mm ↓  
Odstęp przesunięta 60° 3,50 mm ↘  
Kierunek perforacji →



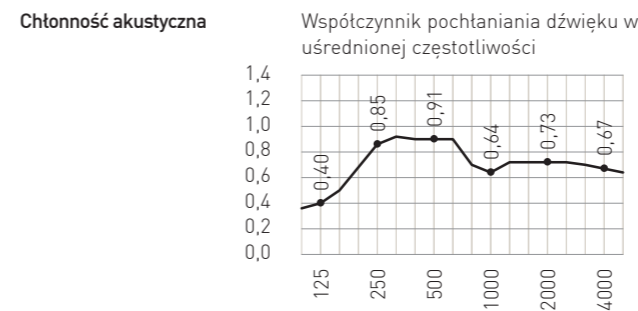
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fize lina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 2  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,80  
Kl. pochł. dźwięku B [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rd 1,6 - 22 %  
Perforacja Ø 1,6 mm  
Udział otworów 22 %  
Szerokość maks. 636,4 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,60 - 3,00  
Odstęp poziomo 4,30 mm →  
Odstęp pionowo 2,15 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 3,00 mm ↘  
Kierunek perforacji →



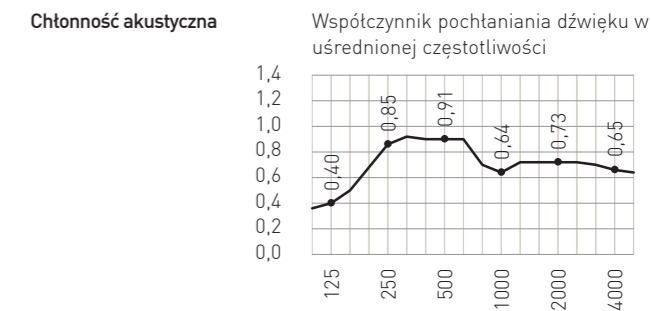
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fize lina akustyczna  
Raport pomiarowy 09.06.2017 M105629/19  
NRC 0,70  
 $\alpha_w$  0,70  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rg 1,8 - 10 %  
Perforacja Ø 1,8 mm  
Udział otworów 10 %  
Szerokość maks. 1.400 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 1,80 - 4,95  
Odstęp poziomo 4,95 mm →  
Odstęp pionowo 4,95 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,00 mm ↘  
Kierunek perforacji →



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fize lina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M61840/4  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rd 1,8 - 10 %  
Perforacja Ø 1,8 mm  
Udział otworów 10 %  
Szerokość maks. 632 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,80 - 4,95  
Odstęp poziomo 7,00 mm →  
Odstęp pionowo 3,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,95 mm ↘  
Kierunek perforacji →

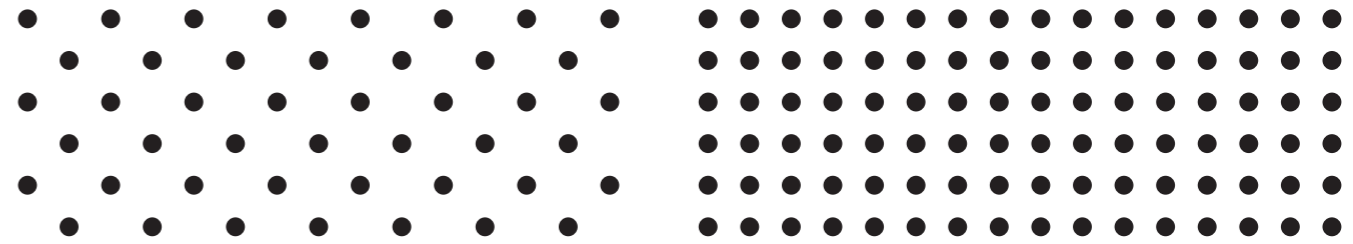
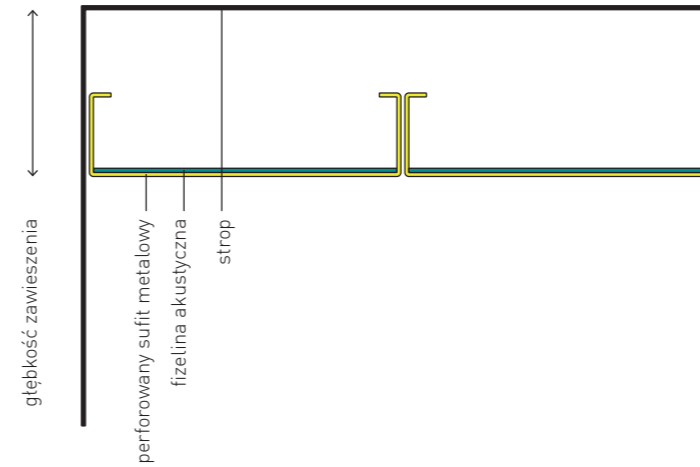
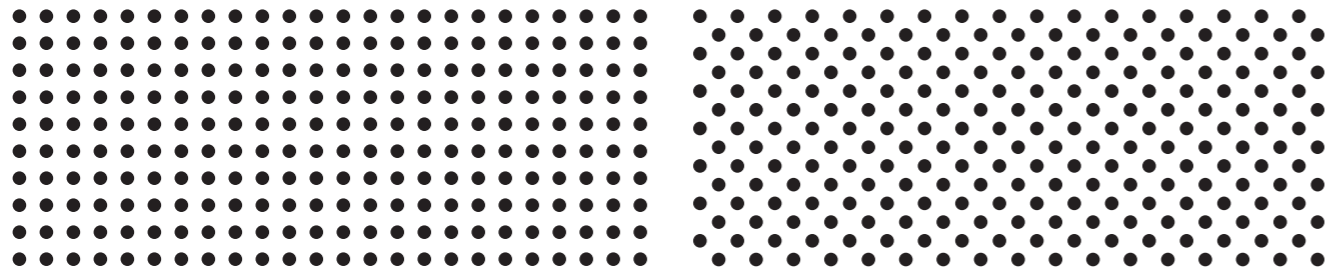


Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fize lina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M61840/4  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

# SUFITY METALOWE 5

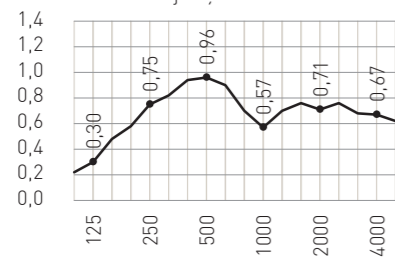


Terminal 3, port lotniczy w Wiedniu



**Fural**  
Rg 1,8 - 20%  
Perforacja Ø 1,8 mm  
Udział otworów 20%  
Szerokość maks. 632 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 1,80 - 3,57  
Odstęp poziomo 3,57 mm →  
Odstęp pionowo 3,57 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 5,04 mm ↘  
Kierunek perforacji →

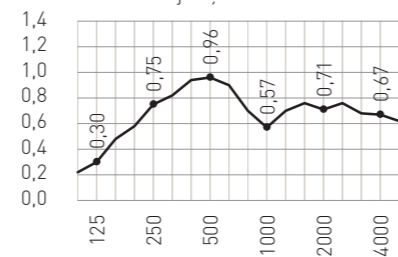
**Chłoność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszania 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 220/2007 rys. 2  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rd 1,8 - 21%  
Perforacja Ø 1,8 mm  
Udział otworów 21%  
Szerokość maks. 1.400 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,80 - 3,50  
Odstęp poziomo 4,96 mm →  
Odstęp pionowo 2,48 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 3,50 mm ↘  
Kierunek perforacji →

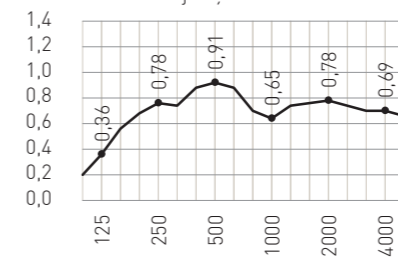
**Chłoność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszania 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 220/2007 rys. 2  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rd 2,5 - 8%  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 8%  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 2,50 - 7,80  
Odstęp poziomo 11,0 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

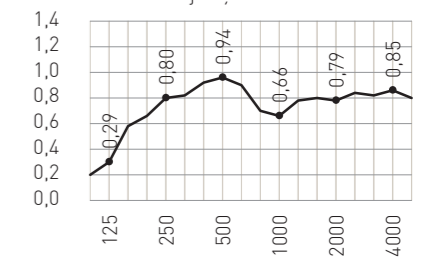
**Chłoność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszania 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 5  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rg 2,5 - 16%  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16%  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłoność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości

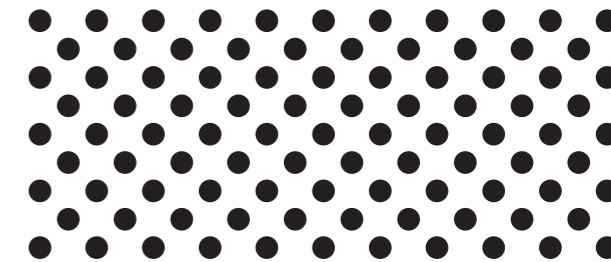
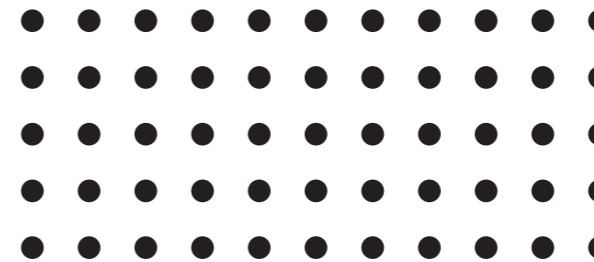
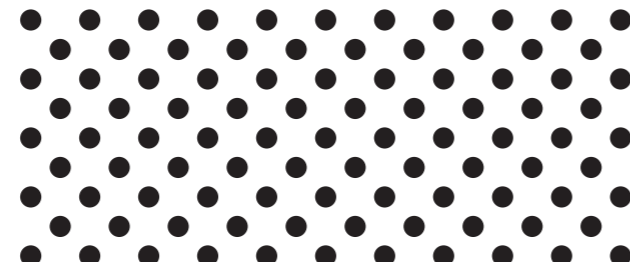
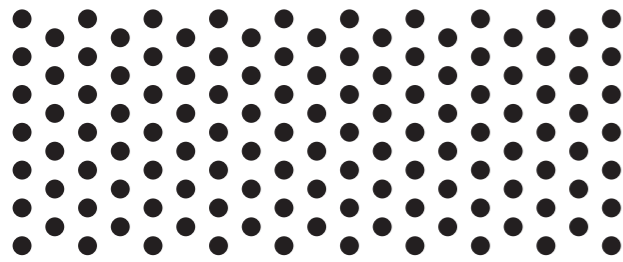
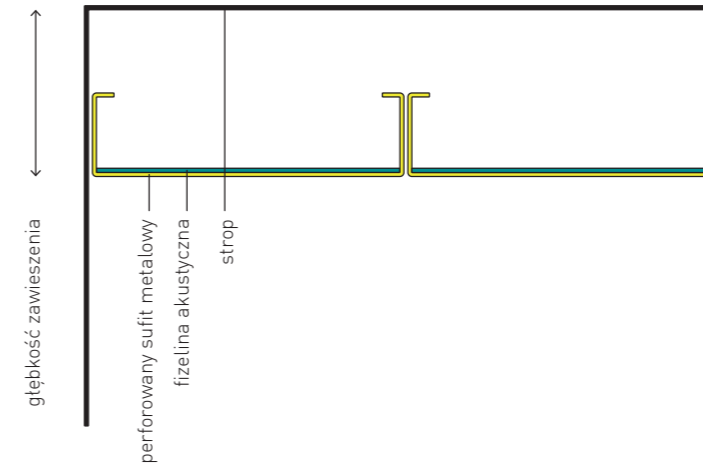


Wys. zawieszania 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 1  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,80  
Kl. pochł. dźwięku B [EN 11654]  
Nakład bez

# SUFITY METALOWE 6



Hala Schwabenlandhalle, Fetsbach

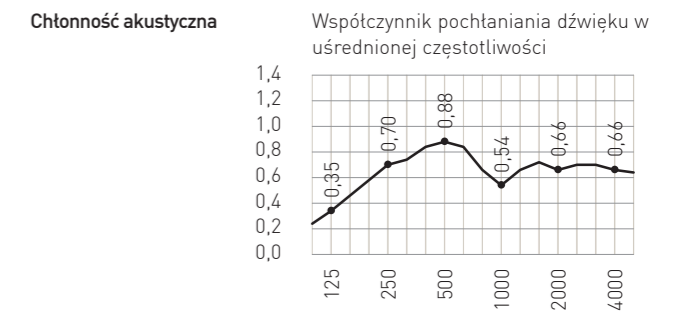
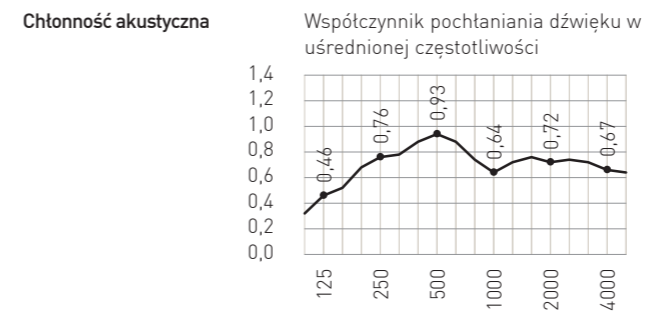
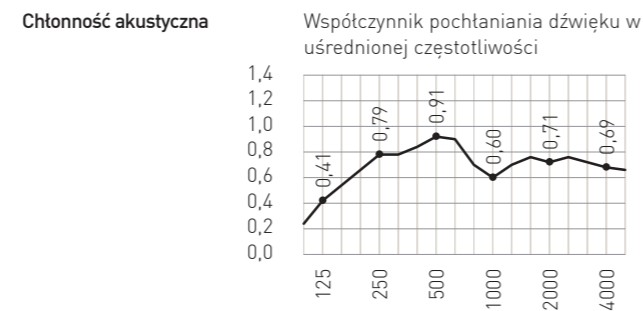
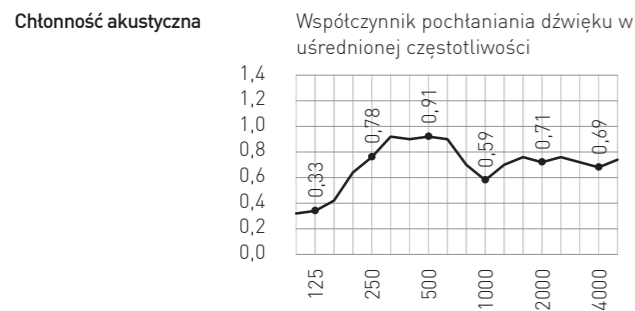


**Fural**  
Rv 2,5 - 23%  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 23%  
Szerokość maks. 1,467 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rv 2,50 - 5,00  
Odstęp poziomo 8,66 mm →  
Odstęp pionowo 2,50 mm ↓  
Odstęp przesunięta 60° 5,00 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rd 2,8 - 20%  
Perforacja Ø 2,8 mm  
Udział otworów 20%  
Szerokość maks. 627,9 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 2,80 - 5,50  
Odstęp poziomo 7,80 mm →  
Odstęp pionowo 3,90 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 5,50 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 3,0 - 12%  
Perforacja Ø 3,0 mm  
Udział otworów 12%  
Szerokość maks. 877,5 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 3,00 - 7,50  
Odstęp poziomo 7,50 mm →  
Odstęp pionowo 7,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 10,6 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rd 3,0 - 24%  
Perforacja Ø 3,0 mm  
Udział otworów 24%  
Szerokość maks. 877,5 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 3,00 - 5,30  
Odstęp poziomo 7,50 mm →  
Odstęp pionowo 3,75 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 5,30 mm ↘  
Kierunek perforacji →



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/7  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,75 (L)  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)  
Nakład bez

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 09.06.2017 M 105629/20  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)  
Nakład bez

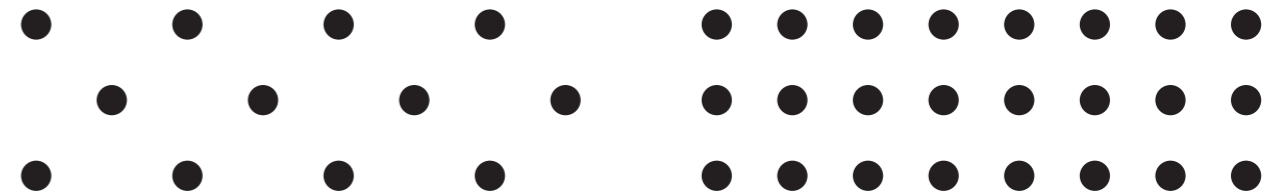
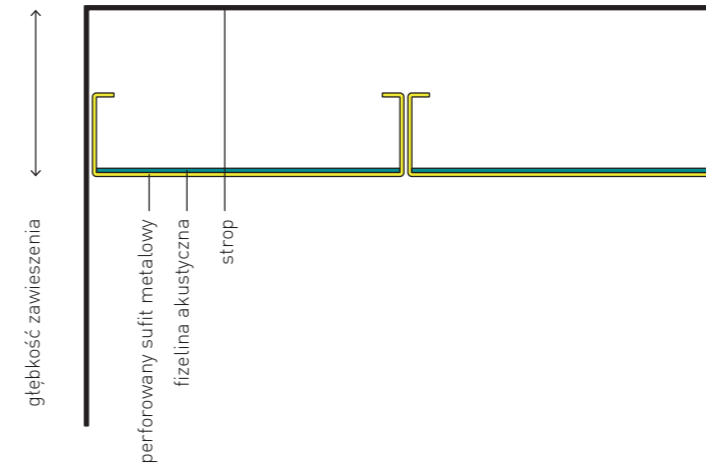
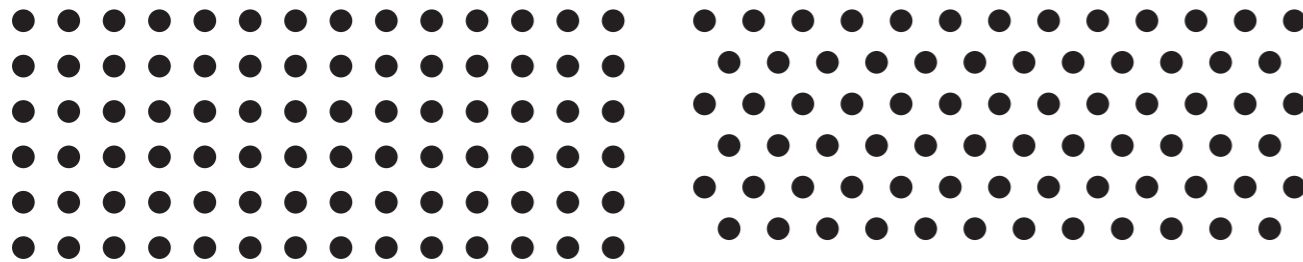
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 30.09.2019 M 105629/43  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)  
Nakład bez

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 30.09.2019 M 105629/45  
NRC 0,70  
 $\alpha_w$  0,70  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)  
Nakład bez

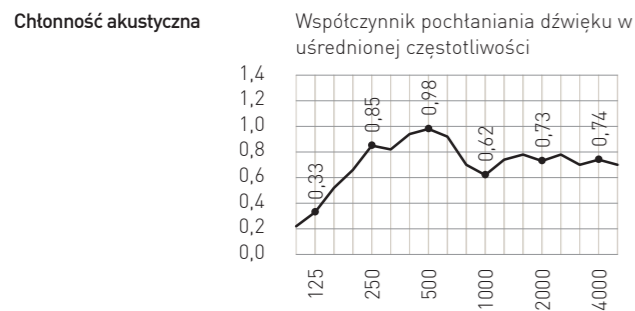


# SUFITY METALOWE 7

Schuler AG, Göppingen

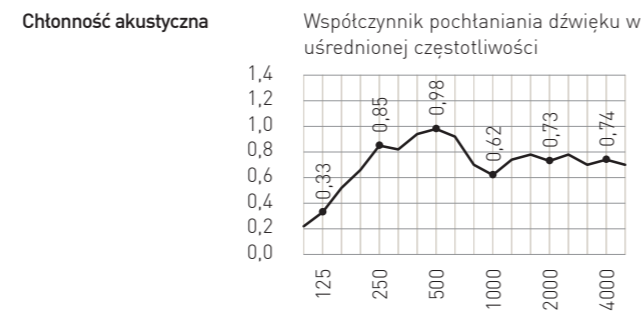


**Fural**  
Rg 3,0 - 20%  
Perforacja Ø 3,0 mm  
Udział otworów 20%  
Szerokość maks. 1.434 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 3,00 - 6,00  
Odstęp poziomo 6,00 mm →  
Odstęp pionowo 6,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 8,48 mm ↘  
Kierunek perforacji →



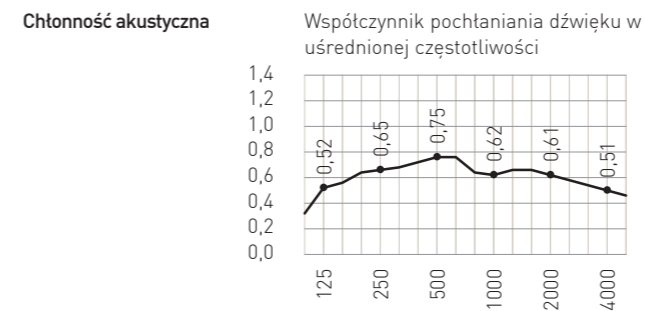
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 221/2007 rys. 2  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,75 (L)  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rv 3,0 - 20%  
Perforacja Ø 3,0 mm  
Udział otworów 20%  
Szerokość maks. 1.402 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rv 3,00 - 6,35  
Odstęp poziomo 6,35 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp przesunięta 60° 6,35 mm ↘  
Kierunek perforacji →



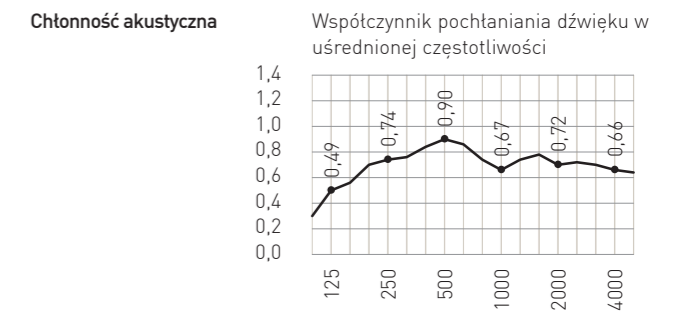
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 221/2007 rys. 2  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,75 (L)  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rd 4,0 - 6%  
Perforacja Ø 4,0 mm  
Udział otworów 6%  
Szerokość maks. 680 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 4,00 - 14,14  
Odstęp poziomo 20,00 mm →  
Odstęp pionowo 10,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 14,14 mm ↘  
Kierunek perforacji →



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy 30.09.2019 M 105629/46  
NRC 0,65  
 $\alpha_w$  0,65  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rg 4,0 - 12%  
Perforacja Ø 4,0 mm  
Udział otworów 12%  
Szerokość maks. 680 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 4,00 - 10,00  
Odstęp poziomo 10,00 mm →  
Odstęp pionowo 10,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 14,14 mm ↘  
Kierunek perforacji →

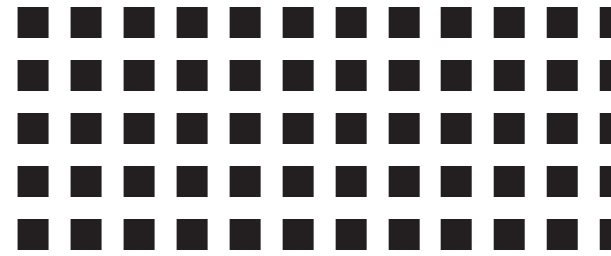
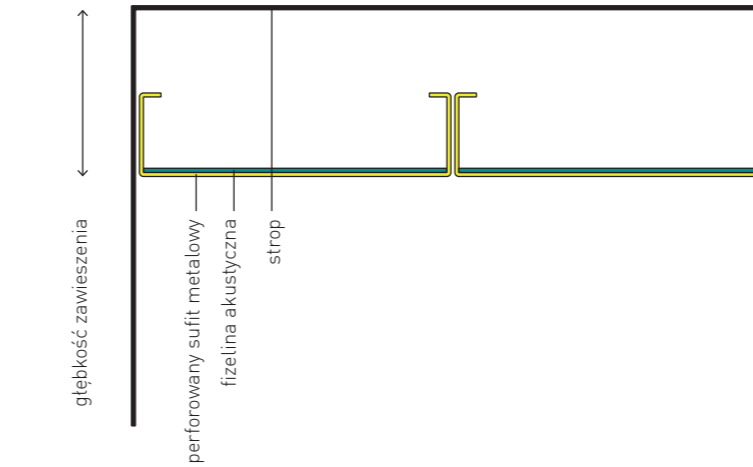
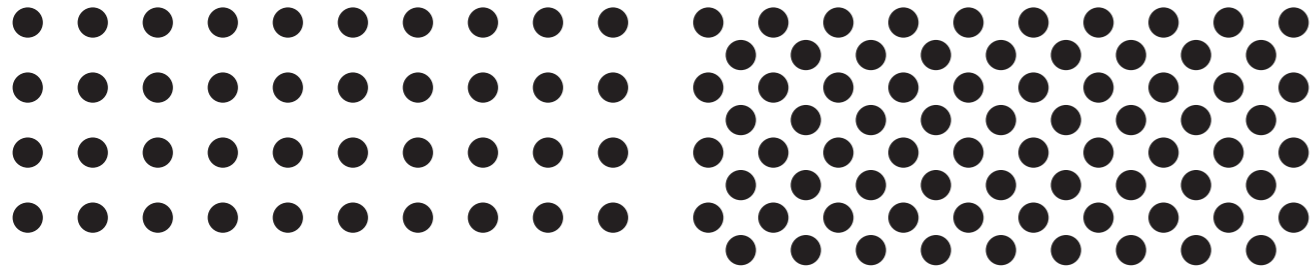


Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy 30.09.2019 M 105629/48  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
Nakład bez

# SUFITY METALOWE 8

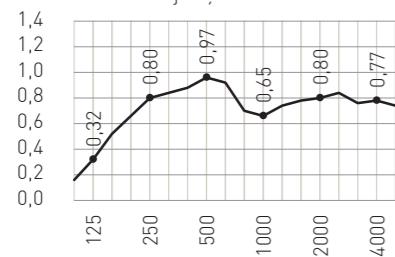


Verlagsanstalt Handwerk Düsseldorf



**Fural**  
Rg 4,0 - 17%  
Perforacja Ø 4,0 mm  
Udział otworów 17%  
Szerokość maks. 1.453 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 4,00 - 8,60  
Odstęp poziomo 8,60 mm →  
Odstęp pionowo 8,60 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 12,1 mm ↘  
Kierunek perforacji →

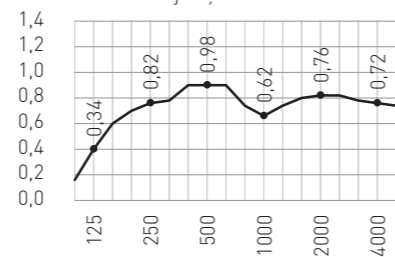
**Chtonność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 7  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,80  
Kl. pochł. dźwięku B [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Rd 4,0 - 33%  
Perforacja Ø 4,0 mm  
Udział otworów 33%  
Szerokość maks. 1.450 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 4,00 - 6,10  
Odstęp poziomo 8,60 mm →  
Odstęp pionowo 4,30 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 6,10 mm ↘  
Kierunek perforacji →

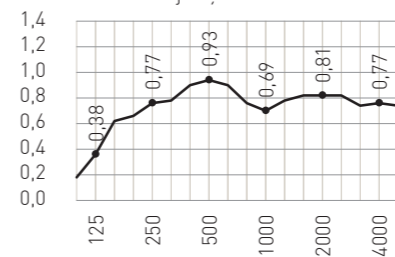
**Chtonność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 3  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,80  
Kl. pochł. dźwięku B [EN 11654]  
Nakład bez

**Fural**  
Qg 4,0 - 33%  
Perforacja Ø 4,0 mm  
Udział otworów 33%  
Szerokość maks. 630 mm  
Opis wg. DIN 24041 Qg 4,00 - 7,00  
Odstęp poziomo 7,00 mm →  
Odstęp pionowo 7,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 9,89 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chtonność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości

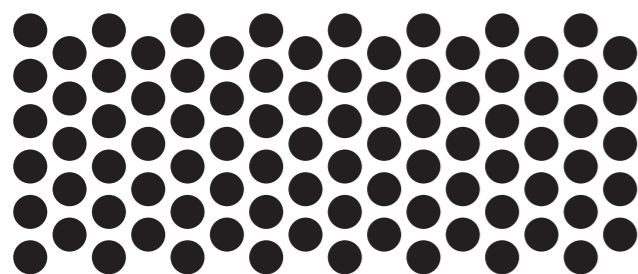


Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 4  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,80  
Kl. pochł. dźwięku B [EN 11654]  
Nakład bez

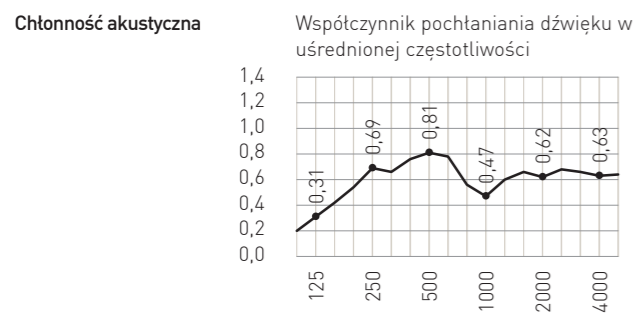
# SUFITY METALOWE 9



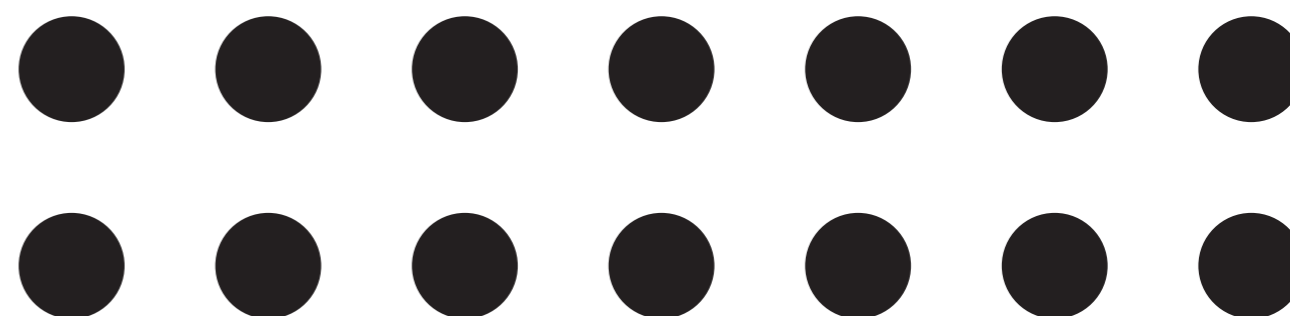
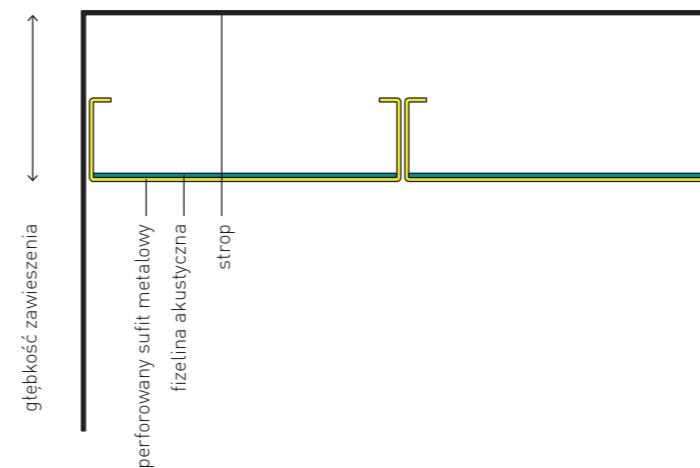
Petrom City Bukareszt



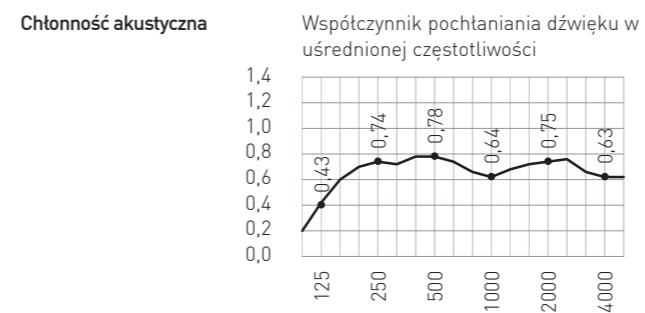
**Fural**  
 Rv 4,5 - 51 %  
 Perforacja Ø 4,5 mm  
 Udział otworów 51 %  
 Szerokość maks. 627 mm  
 Opis wg. DIN 24041 Rv 4,50 - 6,00  
 Odstęp poziomo 10,4 mm →  
 Odstęp pionowo 3,00 mm ↓  
 Odstęp przesunięta 60° 6,00 mm ↘  
 Kierunek perforacji →



Wys. zawieszenia 200 mm  
 Wkład absorbujący wklejana fizeлина akustyczna  
 Raport pomiarowy 09.06.2017 M105629/21  
 NRC 0,65  
 $\alpha_w$  0,65 (L)  
 Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
 Nakład bez



**Fural**  
 Rg 14,0 - 23 %  
 Perforacja Ø 14,0 mm  
 Udział otworów 23 %  
 Szerokość maks. 598 mm  
 Opis wg. DIN 24041 Rg 14,00 - 26,00  
 Odstęp poziomo 26,0 mm →  
 Odstęp pionowo 26,0 mm ↓  
 Odstęp po przekątnej 36,7 mm ↘  
 Kierunek perforacji →



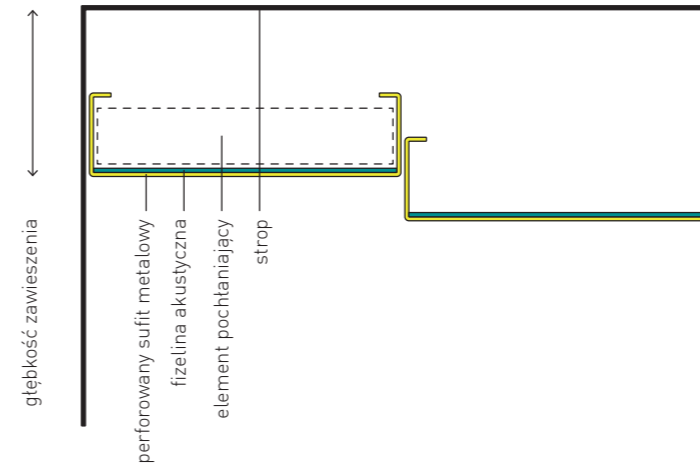
Wys. zawieszenia 200 mm  
 Wkład absorbujący wklejana fizeлина akustyczna  
 Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 8  
 NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,75 (L)  
 Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
 Nakład bez



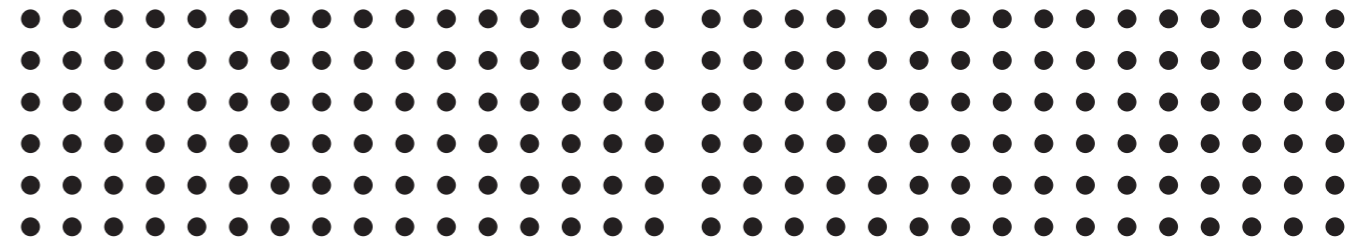
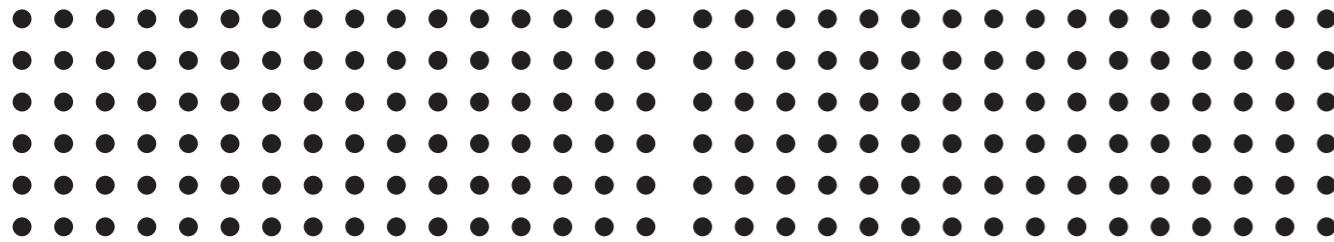
# WPŁYW PRZESTRZENI MIEDZYSUFITOWEJ



Centrum Rehabilitacji SKA, St. Radegund



**Przestrzeń międzysufitowa i poziom pochłaniania dźwięku**  
 Poziom pochłaniania dźwięku jest zależny nie tylko od zastosowanej perforacji sufitu metalowego, lecz w szczególności od przestrzeni międzysufitowej. Porównamy tu cztery różne głębokości zawieszenia układu pomiarowego (50, 100, 200 i 400 mm).

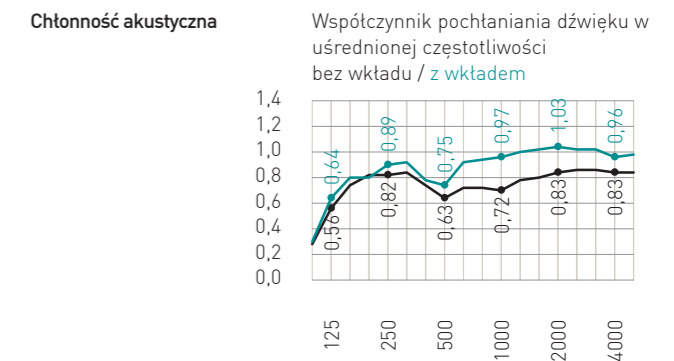
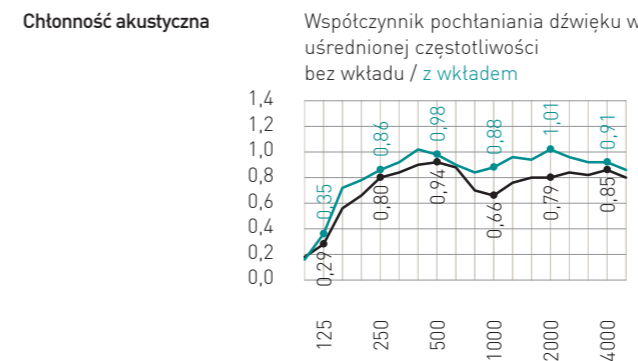
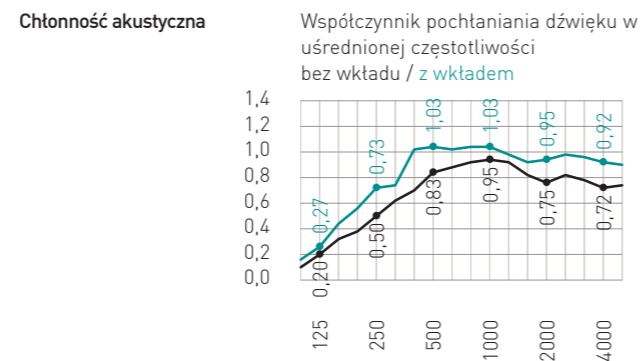
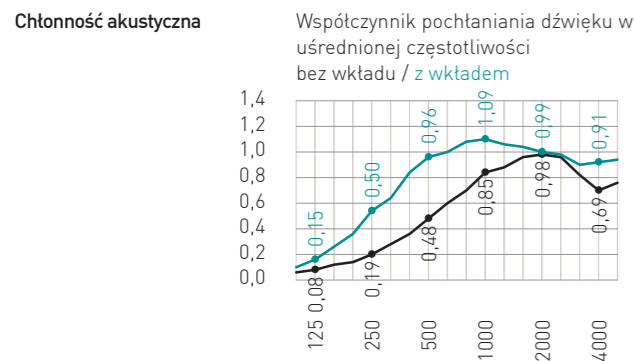


**Fural**  
 Rg 2,5 - 16 %  
 Perforacja Ø 2,5 mm  
 Udział otworów 16 %  
 Szerokość maks. 1.460 mm  
 Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
 Odstęp poziomo 5,50 mm →  
 Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
 Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
 Kierunek perforacji →

**Fural**  
 Rg 2,5 - 16 %  
 Perforacja Ø 2,5 mm  
 Udział otworów 16 %  
 Szerokość maks. 1.460 mm  
 Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
 Odstęp poziomo 5,50 mm →  
 Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
 Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
 Kierunek perforacji →

**Fural**  
 Rg 2,5 - 16 %  
 Perforacja Ø 2,5 mm  
 Udział otworów 16 %  
 Szerokość maks. 1.460 mm  
 Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
 Odstęp poziomo 5,50 mm →  
 Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
 Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
 Kierunek perforacji →

**Fural**  
 Rg 2,5 - 16 %  
 Perforacja Ø 2,5 mm  
 Udział otworów 16 %  
 Szerokość maks. 1.460 mm  
 Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
 Odstęp poziomo 5,50 mm →  
 Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
 Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
 Kierunek perforacji →

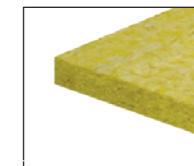
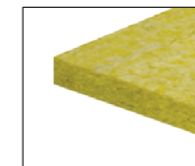
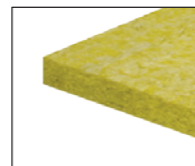
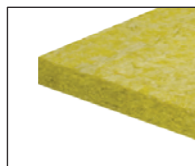


**Wys. zawieszenia 50 mm**  
 Wkład absorbujący wklejana fizeлина akustyczna  
 Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 20  
 NRC 0,65; 0,90  
 $\alpha_w$  0,50 (MH); 0,80  
 Kl. pochł. dźwięku D [EN 11654], B [EN 11654]  
 Nakład 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup>

**Wys. zawieszenia 100 mm**  
 Wkład absorbujący wklejana fizeлина akustyczna  
 Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 21  
 NRC 0,75; 0,95  
 $\alpha_w$  0,80; 0,95  
 Kl. pochł. dźwięku B [EN 11654], A [EN 11654]  
 Nakład 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup>

**Wys. zawieszenia 200 mm**  
 Wkład absorbujący wklejana fizeлина akustyczna  
 Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 1  
 NRC 0,80; 0,95  
 $\alpha_w$  0,80; 0,95  
 Kl. pochł. dźwięku B [EN 11654], A [EN 11654]  
 Nakład 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup>

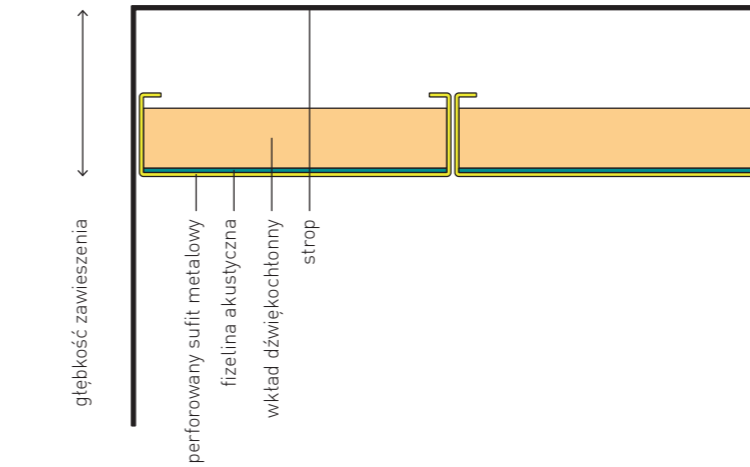
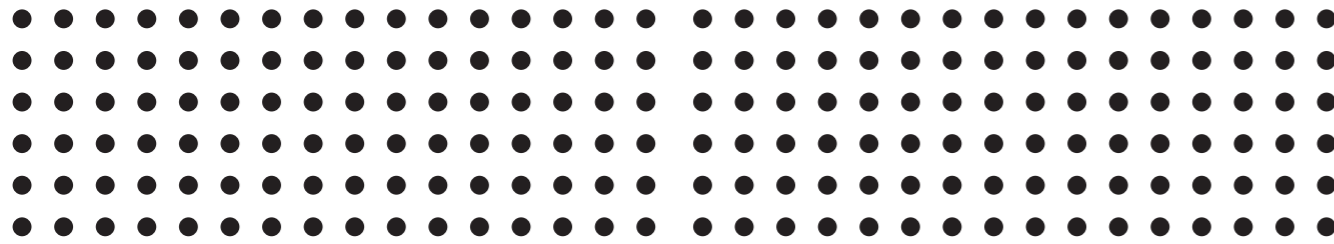
**Wys. zawieszenia 400 mm**  
 Wkład absorbujący wklejana fizeлина akustyczna  
 Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 22  
 NRC 0,75; 0,90  
 $\alpha_w$  0,75 (L); 0,90  
 Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654], A [EN 11654]  
 Nakład 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup>





# WPŁYW WKŁADÓW DŹWIĘKOCHŁONNYCH 1

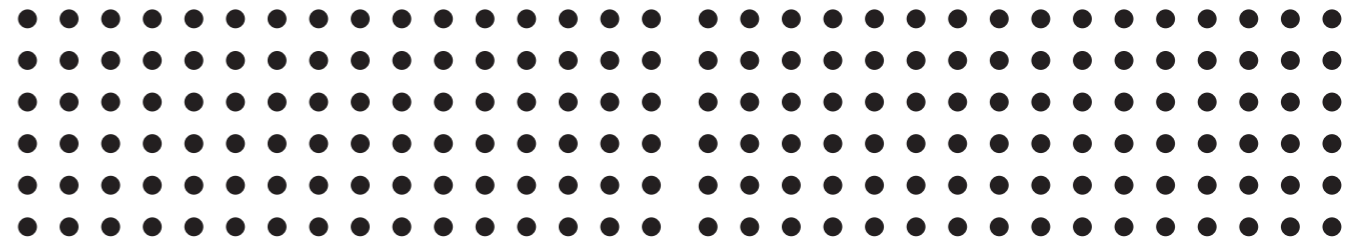
Centrum Rehabilitacji SKA St. Redagund



## Różne wkłady dźwiękochłonne (typy pochłaniaczy)

Duży wpływ na poziom pochłaniania dźwięku mają zastosowane wkłady dźwiękochłonne, które mogą być wykonane z wełny mineralnej w płaszczu z folii PE, z pianki albo z wełny poliestrowej.

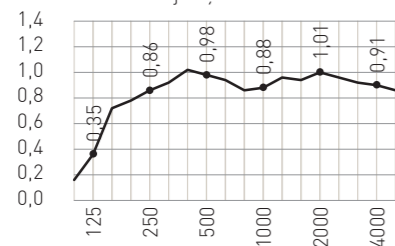
Ponadto wkłady te są dostępne w różnych gęstościach (kg/m<sup>3</sup>).



**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo → 5,50 mm  
Odstęp pionowo ↓ 5,50 mm  
Odstęp po przekątnej ↘ 7,78 mm  
Kierunek perforacji →

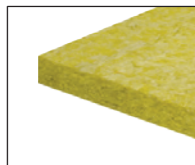
### Chłoność akustyczna

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 14  
NRC 0,95  
 $\alpha_w$  0,95  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

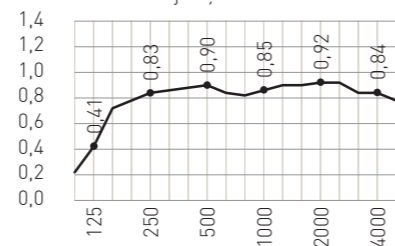
**Nakład 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup>**



**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo → 5,50 mm  
Odstęp pionowo ↓ 5,50 mm  
Odstęp po przekątnej ↘ 7,78 mm  
Kierunek perforacji →

### Chłoność akustyczna

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 17  
NRC 0,85  
 $\alpha_w$  0,90  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

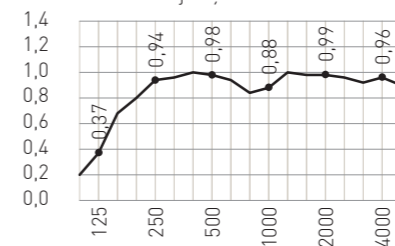
**Nakład 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE**



**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo → 5,50 mm  
Odstęp pionowo ↓ 5,50 mm  
Odstęp po przekątnej ↘ 7,78 mm  
Kierunek perforacji →

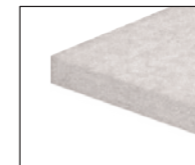
### Chłoność akustyczna

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 18  
NRC 0,95  
 $\alpha_w$  0,95  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

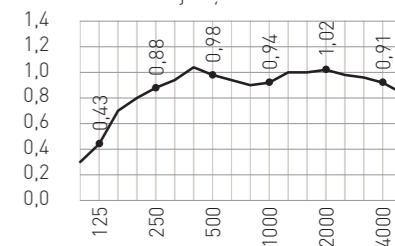
**Nakład 30 mm pianki 9 kg/m<sup>3</sup>**



**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo → 5,50 mm  
Odstęp pionowo ↓ 5,50 mm  
Odstęp po przekątnej ↘ 7,78 mm  
Kierunek perforacji →

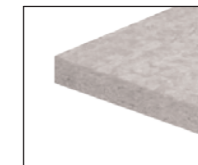
### Chłoność akustyczna

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 19  
NRC 0,95  
 $\alpha_w$  0,95  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

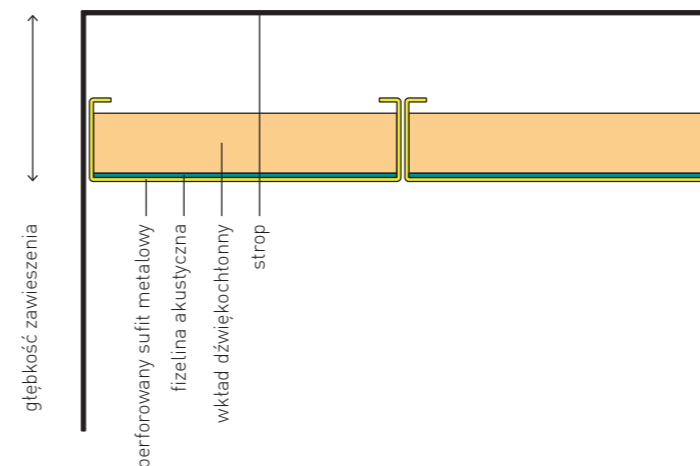
**Nakład 30 mm wełny poliestrowej 48 kg/m<sup>3</sup>**



# WPŁYW WKŁADÓW DŹWIĘKOCHŁONNYCH 2



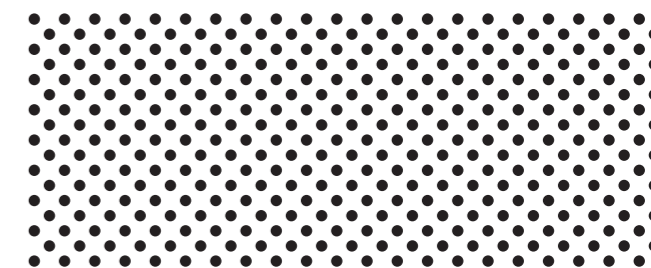
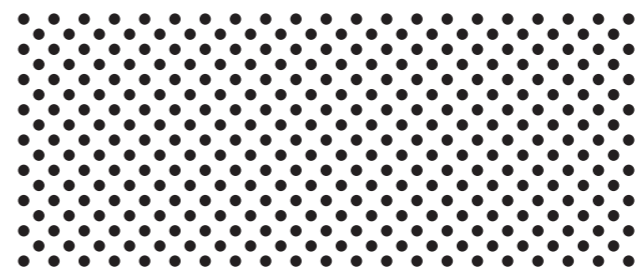
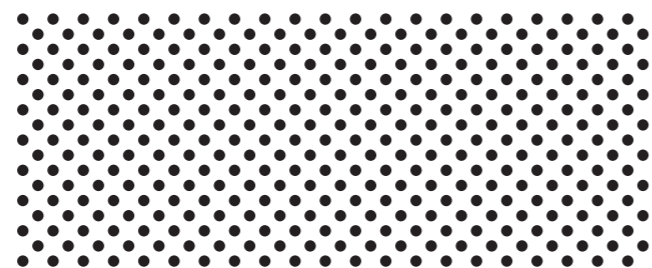
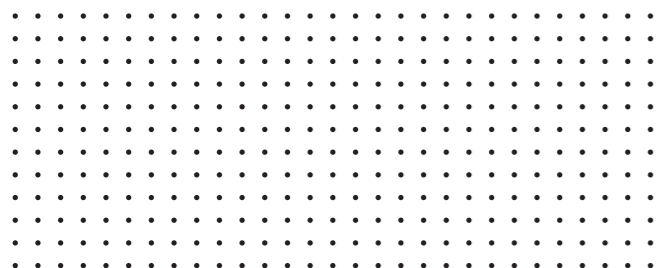
Centrum kształcenia wyższego stopnia, Horw



## Różne wkłady dźwiękochłonne (typy pochłaniaczy)

Duży wpływ na poziom pochłaniania dźwięku mają zastosowane wkłady dźwiękochłonne, które mogą być wykonane z wełny mineralnej, z wełny mineralnej w płaszczu z folii PE, z pianki albo z wełny poliestrowej.

Ponadto wkłady te są dostępne w różnych gęstościach (kg/m<sup>3</sup>).

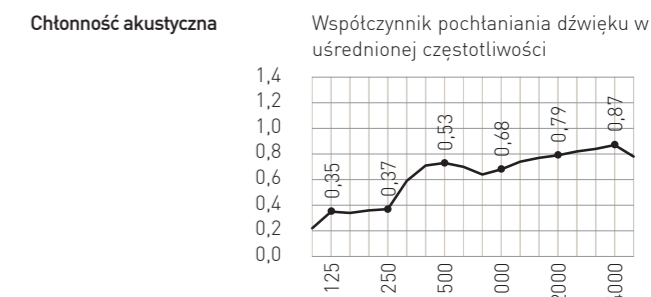
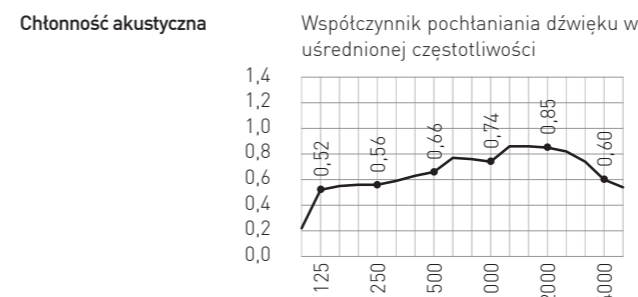
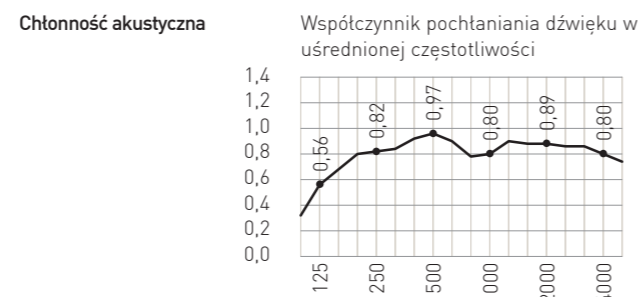
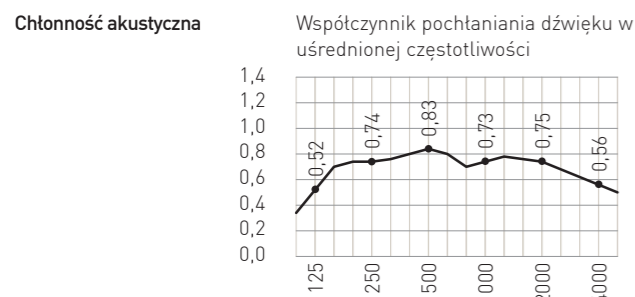


**Fural**  
Rg 0,7 - 4 %  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 4 %  
Szerokość maks. 1,197 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 3,00  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 3,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,24 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rd 1,5 - 22 %  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 22 %  
Szerokość maks. 1,488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,50 - 2,83  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 2,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 2,83 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rd 1,5 - 22 %  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 22 %  
Szerokość maks. 1,488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,50 - 2,83  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 2,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 2,83 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rd 1,5 - 22 %  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 22 %  
Szerokość maks. 1,488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,50 - 2,83  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 2,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 2,83 mm ↘  
Kierunek perforacji →



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 04.07.2017 M105629/22  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,75  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 05.07.2017 M105629/26  
NRC 0,85  
 $\alpha_w$  0,90  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 04.12.2019 M105629  
NRC 0,70  
 $\alpha_w$  0,70  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]

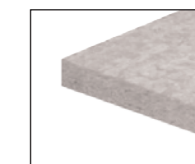
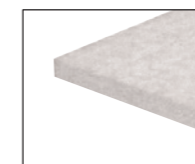
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 04.12.2019 M105629  
NRC 0,60  
 $\alpha_w$  0,60  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]

**Nakład 20 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE**

**Nakład 20 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE**

**Nakład 15 mm płyta z włókien mineralnych 300 kg/m<sup>3</sup>**

**Nakład 20 mm płyta z włókien mineralnych 320 kg/m<sup>3</sup>**

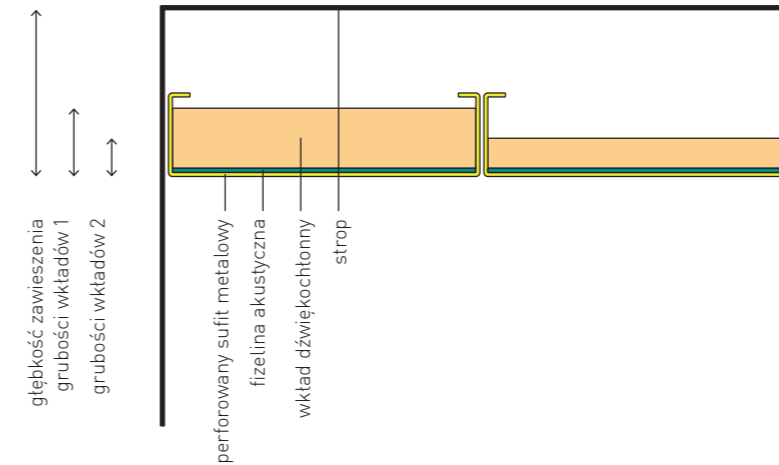


Analogiczną zabudowę można znaleźć również w rozdziale „Wzdłużne tłumienie dźwięku”!

Analogiczną zabudowę można znaleźć również w rozdziale „Wzdłużne tłumienie dźwięku”!

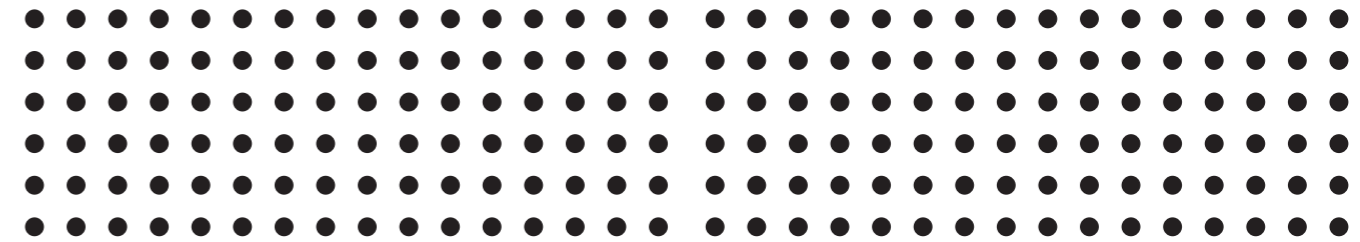
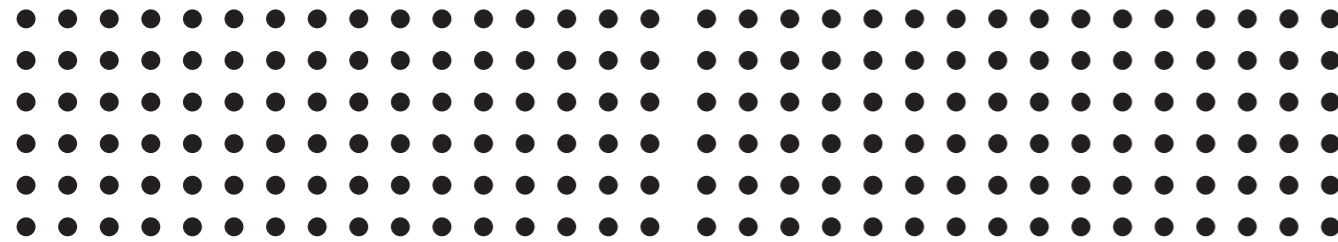
# WPŁYW GRUBOŚCI WKŁADÓW DŹWIĘKOCHŁONNYCH

Klinika Nord, Norymberga



## Różne grubości wkładów dźwiękochłonnych (grubości pochłaniaczy)

Grubość wkładu wpływa na poziom pochłaniania dźwięku w równym stopniu, co rodzaj wkładu i głębokość przestrzeni międzysufitowej. Wszystkie te 3 czynniki odgrywają ważną rolę w zachowaniu akustycznym sufitu metalowego.

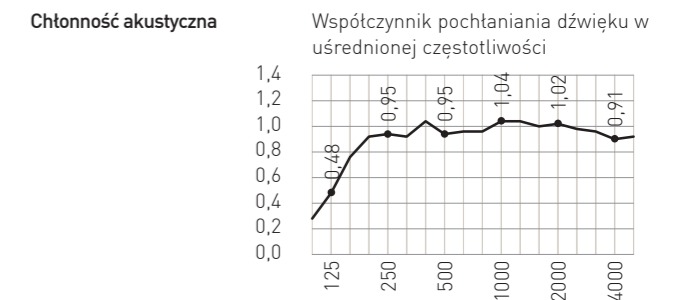
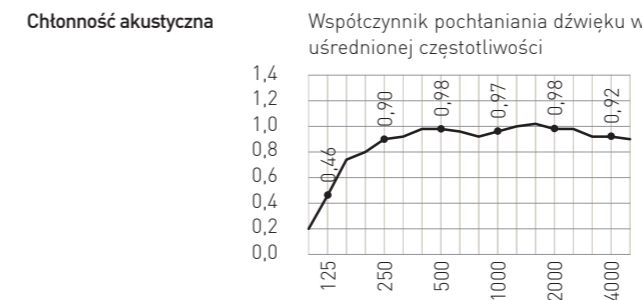
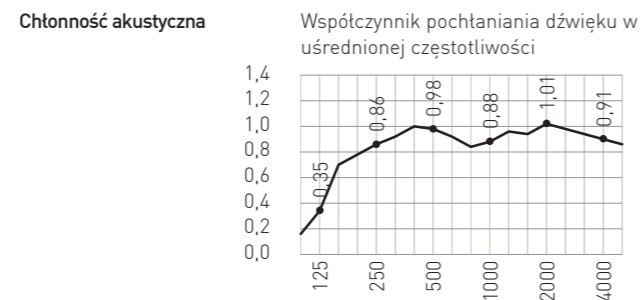
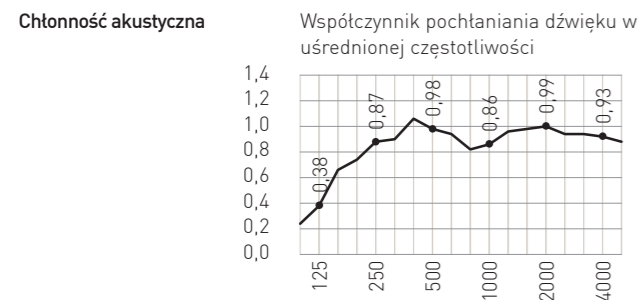


**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 13  
NRC 0,95  
 $\alpha_w$  0,95  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 14  
NRC 0,95  
 $\alpha_w$  0,95  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 15  
NRC 0,95  
 $\alpha_w$  1,00  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

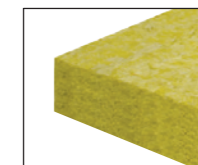
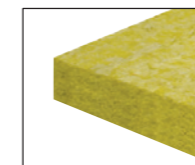
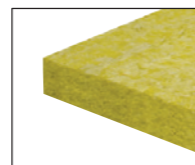
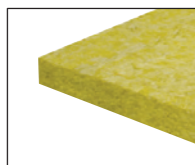
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 279/2006 rys. 16  
NRC 1,00  
 $\alpha_w$  1,00  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

**Nakład 20 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup>**

**Nakład 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup>**

**Nakład 40 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup>**

**Nakład 50 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup>**



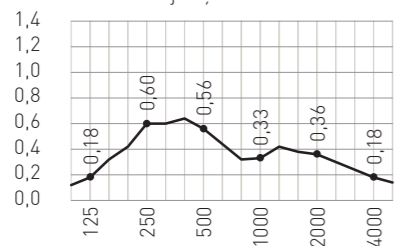
# WPŁYW WŁÓKNINY AKUSTYCZNEJ

Dom apteczny, Wiedeń



**Fural**  
Rg 0,7-1%  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 1%  
Szerokość maks. 1,140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 6,00  
Odstęp poziomo 6,00 mm →  
Odstęp pionowo 6,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 8,48 mm ↘  
Kierunek perforacji →

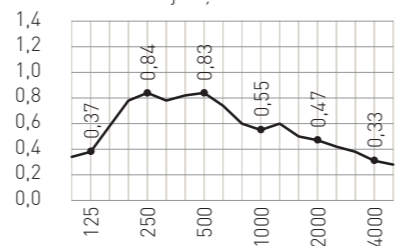
**Chtonność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



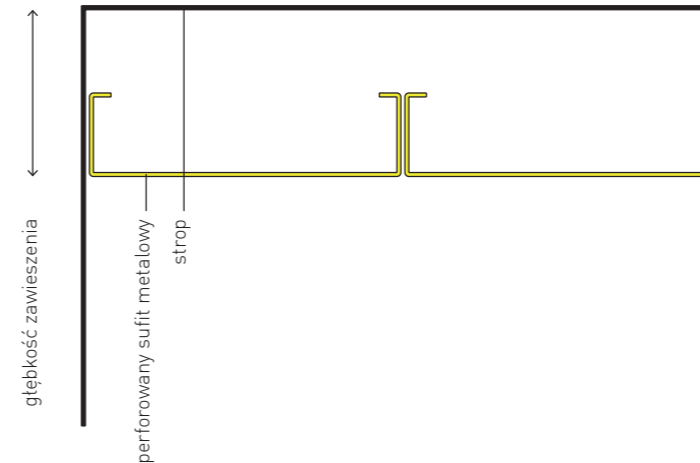
Wys. zawieszenia 200 mm  
**Wkład absorbujący bez**  
Raport pomiarowy P-BA 222/2007 rys. 2  
NRC 0,45  
 $\alpha_w$  0,35 (L)  
Kl. pochł. dźwięku D (EN 11654)  
Nakład bez

**Fural**  
Rg 0,7-1%  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 1%  
Szerokość maks. 1,140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 6,00  
Odstęp poziomo 6,00 mm →  
Odstęp pionowo 6,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 8,48 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chtonność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



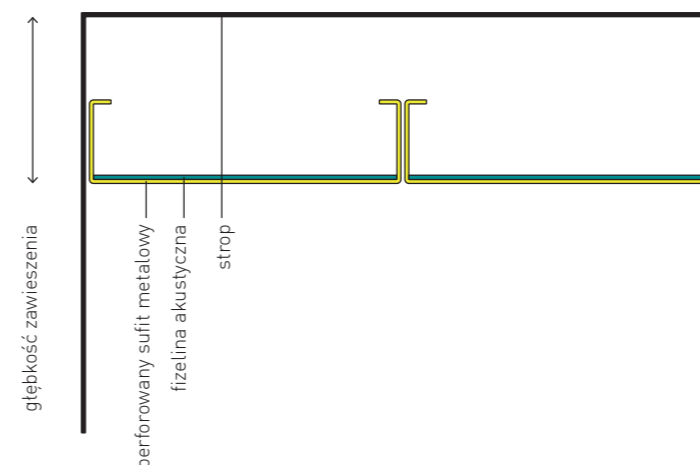
Wys. zawieszenia 200 mm  
**Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna**  
Raport pomiarowy P-BA 231/2007 rys. 2  
NRC 0,65  
 $\alpha_w$  0,50 (LM)  
Kl. pochł. dźwięku D (EN 11654)  
Nakład bez



**Włóknina akustyczna**  
Wklejenie włókniny akustycznej w kasety sufitu metalowego poprawia absorpcję akustyczną zależnie od zakresu częstotliwości o 40-100%.

**Mikroperforacja**  
W przeciwieństwie do dużych perforacji, mikroperforacje o średnicach otworów 0,7-0,9 mm działają również bez włókniny akustycznej.

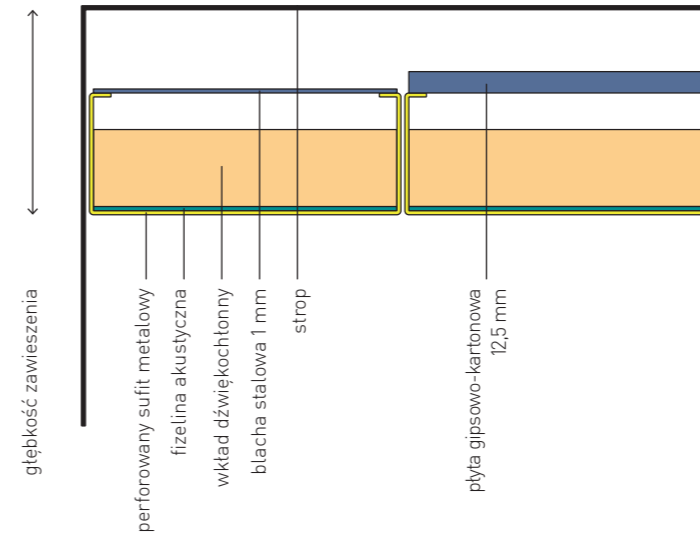
Mimo to, wklejając włókninę akustyczną można zwiększyć pochłanianie dźwięku zależnie od zakresu częstotliwości o 25 do 100%.





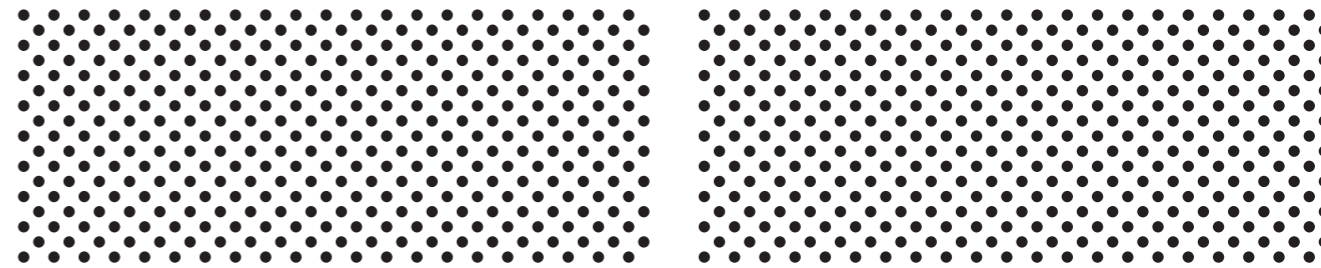
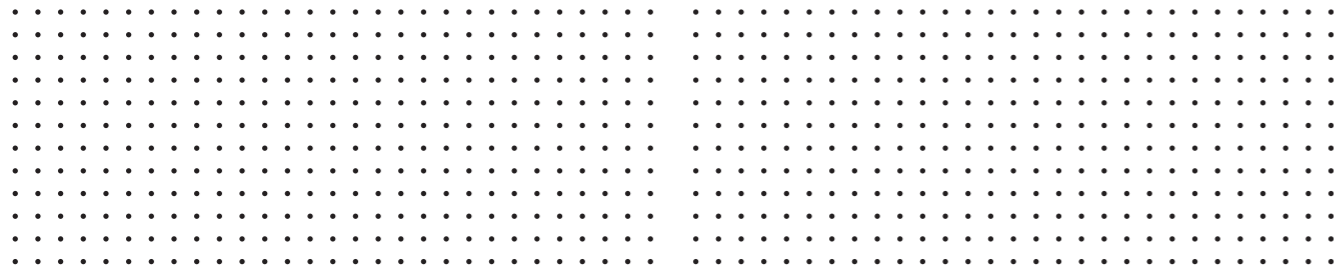
# WPŁYW WKŁADÓW DŹWIĘKOIZOLACYJNYCH 1

Szpital Bundeswehry, Ulm



**Wkłady dźwiękoizolacyjne**  
Zastosowanie wkładów dźwiękoizolacyjnych w systemach sufitów metalowych może znacznie poprawić wzdłużne tłumienie dźwięku – przenoszenie dźwięków między dwoma pomieszczeniami oddzielonymi od siebie ścianami.

**Wzdłużne tłumienie dźwięku**  
Akustyczne sufity metalowe z wkładem i wkładem dźwiękoizolacyjnym są stosowane w celu wzdłużnego tłumienia dźwięku. Patrz również strony 78–79 niniejszej broszury.

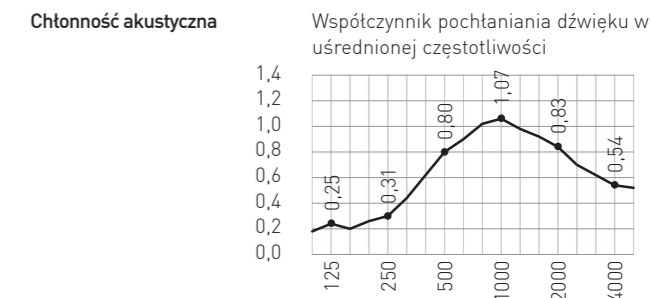
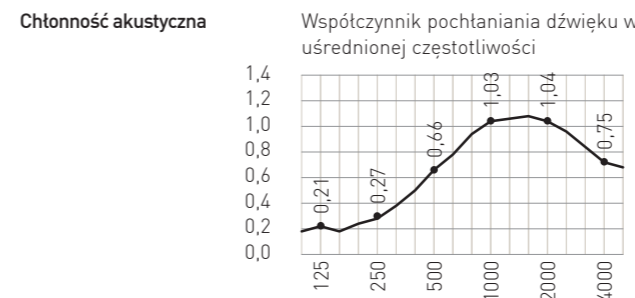
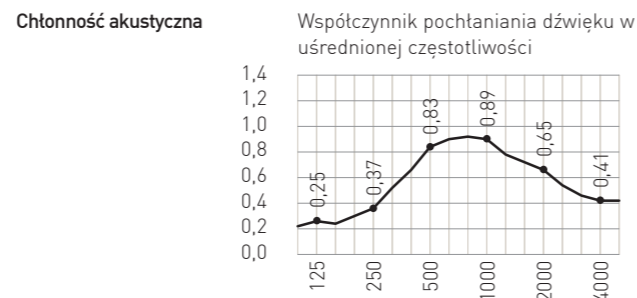
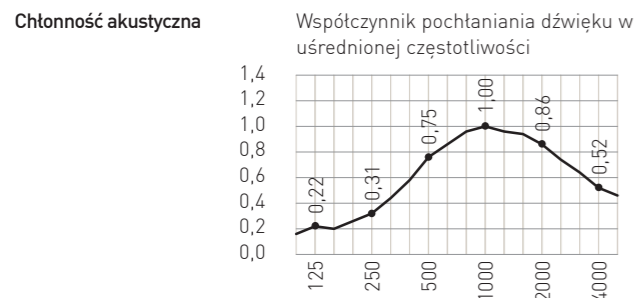


**Fural**  
Rg 0,7 - 4 %  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 4 %  
Szerokość maks. 1,197 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 3,00  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 3,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,24 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 0,7 - 4 %  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 4 %  
Szerokość maks. 1,197 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 3,00  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 3,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,24 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rd 1,5 - 22 %  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 22 %  
Szerokość maks. 1,488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,50 - 2,83  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 2,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 2,83 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rd 1,5 - 22 %  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 22 %  
Szerokość maks. 1,488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,50 - 2,83  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 2,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 2,83 mm ↘  
Kierunek perforacji →



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 04.07.2017 M105629/24  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,65 (M)  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 04.07.2017 M105629/25  
NRC 0,70  
 $\alpha_w$  0,60 (M)  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 05.07.2017 M105629/28  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,60 (MH)  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 05.07.2017 M105629/29  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,65 (M)  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)

**Nakład** 20 mm wełny mineralnej 28 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

**Nakład** 20 mm wełny mineralnej 28 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + część chłodząca + płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

**Nakład** 20 mm wełny mineralnej 28 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

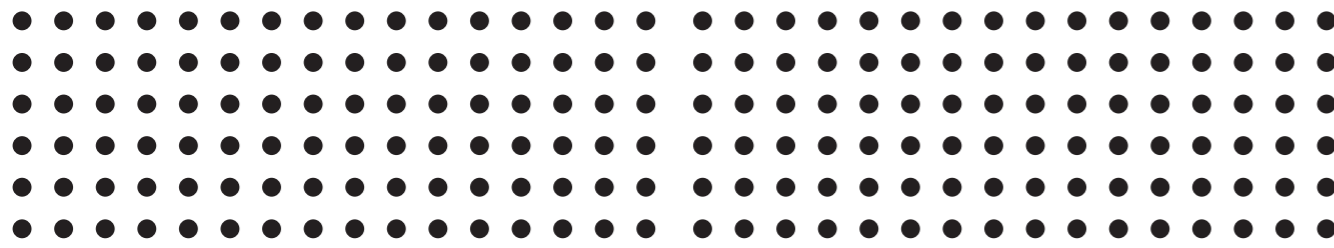
**Nakład** 20 mm wełny mineralnej 28 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + część chłodząca + płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm



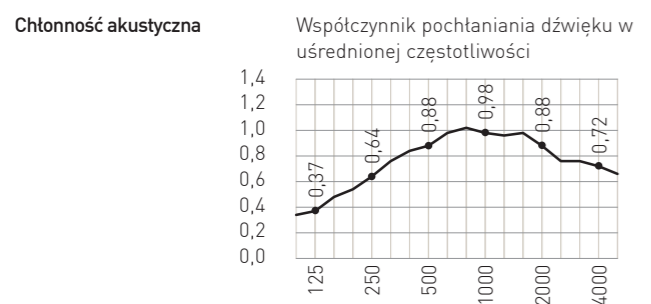
# WPŁYW WKŁADÓW DŹWIĘKOIZOLACYJNYCH 2



Centrum kształcenia wyższego stopnia, Horw



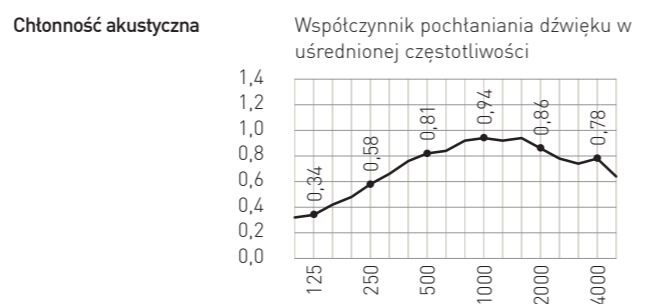
**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →



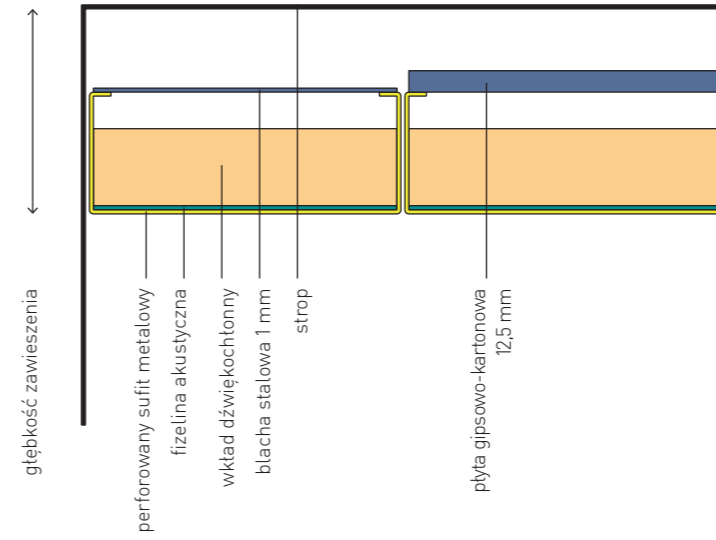
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 229/20 07 rys. 2  
NRC 0,80  
 $\alpha_w$  0,85  
Kl. pochł. dźwięku B [EN 11654]  
**Nakład 50 mm wełny mineralnej 28 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + blacha stalowa 1 mm**



**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 227/2007 rys. 2  
NRC 0,75  
 $\alpha_w$  0,80  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]  
**Nakład 50 mm wełny mineralnej 28 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm**



**Wkłady dźwiękoizolacyjnych**  
Zastosowanie wkładów dźwiękoizolacyjnych w systemach sufitów metalowych może znacznie poprawić wzdłużne tłumienie dźwięku – przenoszenie dźwięków między dwoma pomieszczeniami oddzielnymi od siebie ścianami.

**Wzdłużne tłumienie dźwięku**  
Akustyczne sufity metalowe z wkładem i wkładem dźwiękoizolacyjnym są stosowane w celu wzdłużnego tłumienia dźwięku. Patrz również strony 78–79 niniejszej broszury.

# CISZA

„Aktywność zawsze powoduje pewien hałas.  
Działanie odbywa się w ciszy”.  
[Peter Bamm, 1897–1975]

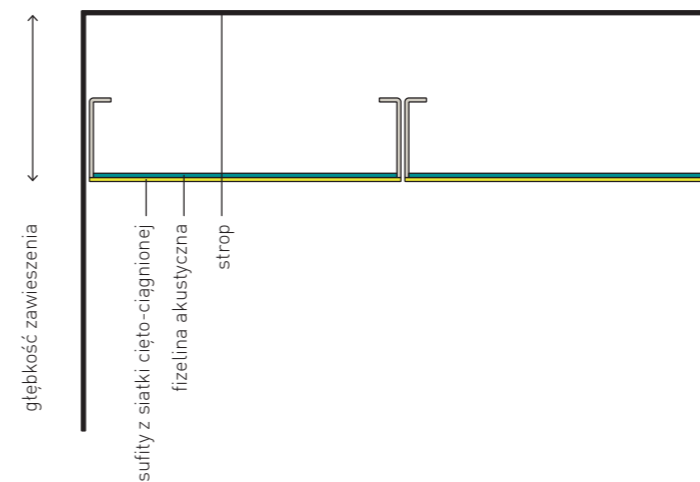
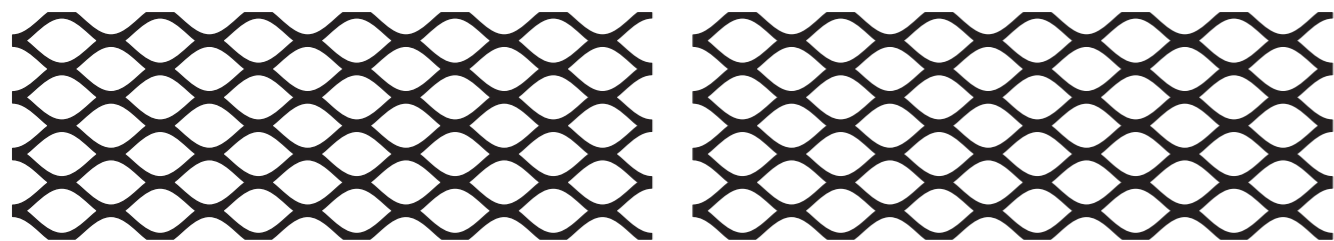
Bison Offices, Sursee  
– Leuenberger Architekten  
– Biura  
– Perforacja Rd 1,5–22%  
– Kolor RAL 9016 biały beskidzki  
– system zawieszany H28



# SUFITY METALOWE Z SIATKI CIĘTO-CIĄGNIONEJ

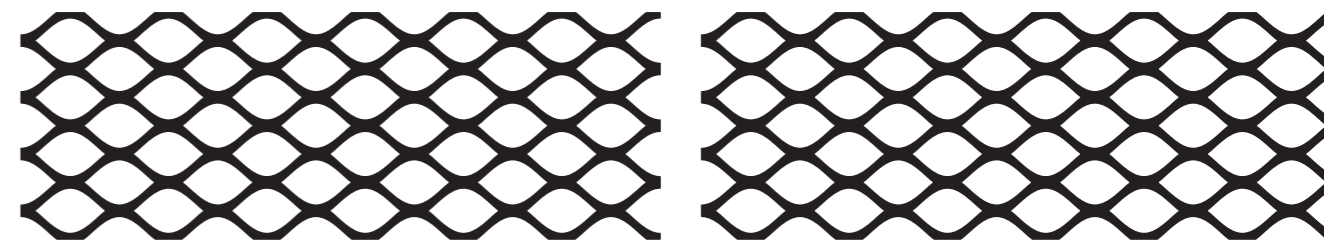


Administracja powiatowa, Kirchdorf



## Przestrzeń międzysufitowa i współczynnik pochłaniania dźwięku

Zastosowana wielkość oczek siatki przy orientacyjnym prześwicie względnym powyżej 70% ma niewielki wpływ na współczynnik pochłaniania dźwięku. Chłonność akustyczna jest wtedy zależna od zastosowania fizełiny, wkładu dźwiękochłonnego i głębokości przestrzeni międzysufitowej.



Sufity metalowe z siatki cięto-ciągnionej

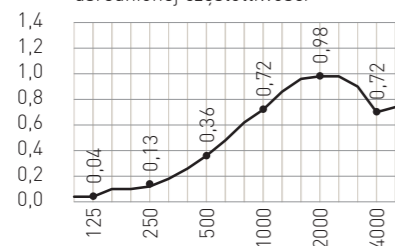
<b>Fural</b>	16,0 × 8,0 × 1,5 × 1,0
Prześwit względny	63%
Gł. zawieszenia	50 mm
Szerokość maks.	1,140 mm
L (Długość oczka)	16,0 mm →
W (Szerokość oczka)	8,0 mm ↓
B (Szerokość mostka)	1,5 mm
A (grubość mostka)	1,0 mm

<b>Fural</b>	16,0 × 8,0 × 1,5 × 1,0
Prześwit względny	63%
Gł. zawieszenia	50 mm
Szerokość maks.	1,140 mm
L (Długość oczka)	16,0 mm →
W (Szerokość oczka)	8,0 mm ↓
B (Szerokość mostka)	1,5 mm
A (grubość mostka)	1,0 mm

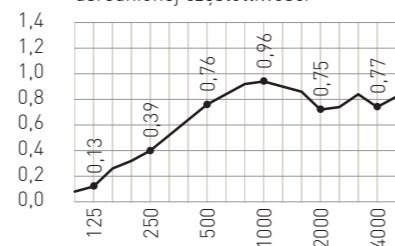
<b>Fural</b>	16,0 × 8,0 × 1,5 × 1,0
Prześwit względny	63%
Gł. zawieszenia	50 mm
Szerokość maks.	1,140 mm
L (Długość oczka)	16,0 mm →
W (Szerokość oczka)	8,0 mm ↓
B (Szerokość mostka)	1,5 mm
A (grubość mostka)	1,0 mm

<b>Fural</b>	16,0 × 8,0 × 1,5 × 1,0
Prześwit względny	63%
Gł. zawieszenia	50 mm
Szerokość maks.	1,140 mm
L (Długość oczka)	16,0 mm →
W (Szerokość oczka)	8,0 mm ↓
B (Szerokość mostka)	1,5 mm
A (grubość mostka)	1,0 mm

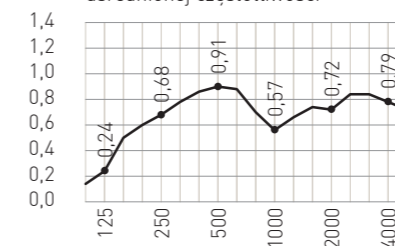
**Chłonność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



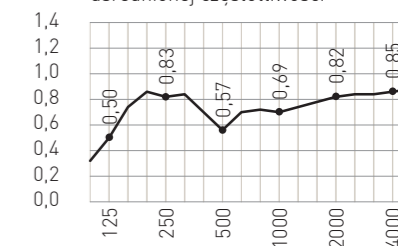
**Chłonność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



**Chłonność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



**Chłonność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



<b>Wys. zawieszenia</b>	50 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizełina akustyczna
Raport pomiarowy	P-BA 246/2002 rys. 5
NRC	0,40
$\alpha_w$	0,40 (MH)
Kl. pochł. dźwięku	D [EN 11654]
Nakład	bez

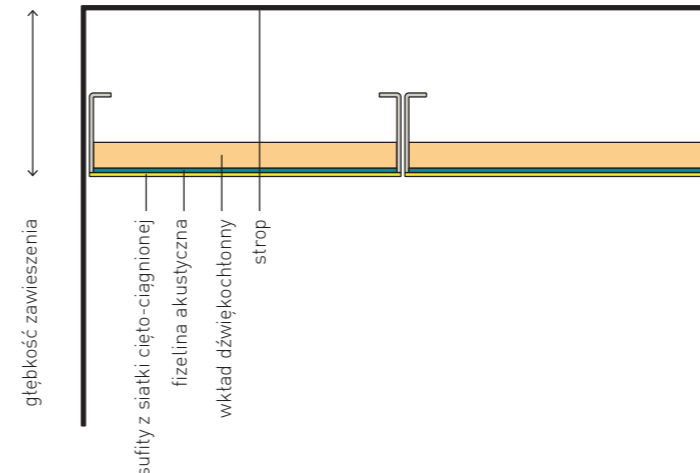
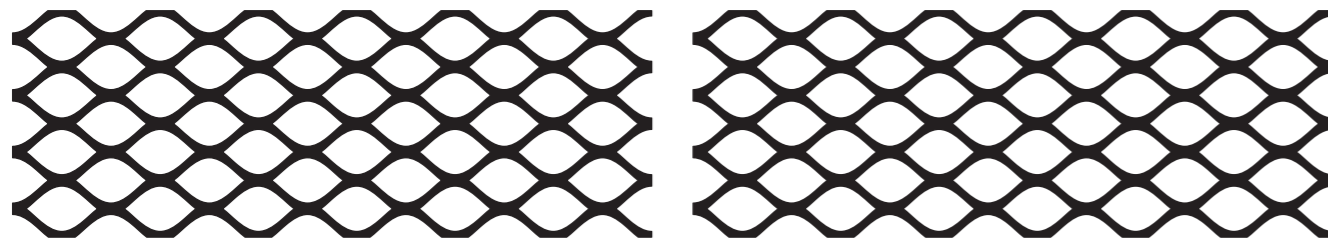
<b>Wys. zawieszenia</b>	100 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizełina akustyczna
Raport pomiarowy	P-BA 246/2002 rys. 6
NRC	0,70
$\alpha_w$	0,70
Kl. pochł. dźwięku	C [EN 11654]
Nakład	bez

<b>Wys. zawieszenia</b>	200 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizełina akustyczna
Raport pomiarowy	P-BA 246/2002 rys. 1
NRC	0,70
$\alpha_w$	0,70
Kl. pochł. dźwięku	C [EN 11654]
Nakład	bez

<b>Wys. zawieszenia</b>	400 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizełina akustyczna
Raport pomiarowy	P-BA 246/2002 rys. 7
NRC	0,70
$\alpha_w$	0,70 (LH)
Kl. pochł. dźwięku	C [EN 11654]
Nakład	bez

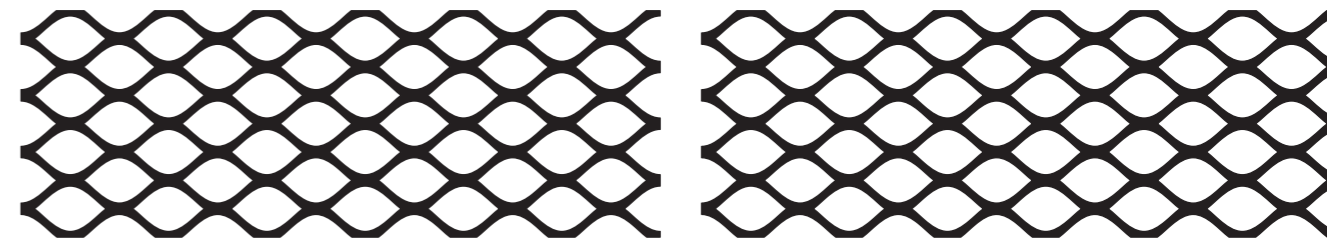
# WPŁYW WKŁADÓW DŹWIĘKOCHŁONNYCH

Administracja powiatowa, Kirchdorf



## Przestrzeń międzysufitowa i współczynnik pochłaniania dźwięku

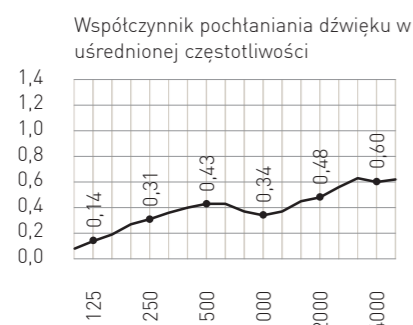
Zastosowana wielkość oczek siatki przy orientacyjnym prześwicie względnym powyżej 70% ma niewielki wpływ na współczynnik pochłaniania dźwięku. Chłonność akustyczna jest wtedy zależna od zastosowania fizełiny, wkładu dźwiękochłonnego i głębokości przestrzeni międzysufitowej.



Sufity metalowe z siatki cięto-ciągnionej

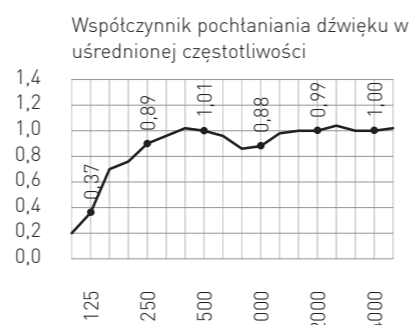
**Fural**  
16,0 × 8,0 × 1,5 × 1,0  
Prześwit względny 63%  
Gł. zawieszenia 50 mm  
Szerokość maks. 1,140 mm  
L (Długość oczka) 16,0 mm →  
W (Szerokość oczka) 8,0 mm ↓  
B (Szerokość mostka) 1,5 mm  
A (grubość mostka) 1,0 mm

### Chłonność akustyczna



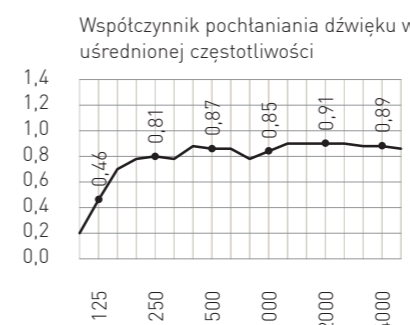
**Fural**  
16,0 × 8,0 × 1,5 × 1,0  
Prześwit względny 63%  
Gł. zawieszenia 50 mm  
Szerokość maks. 1,140 mm  
L (Długość oczka) 16,0 mm →  
W (Szerokość oczka) 8,0 mm ↓  
B (Szerokość mostka) 1,5 mm  
A (grubość mostka) 1,0 mm

### Chłonność akustyczna



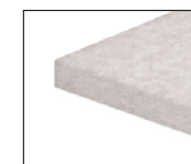
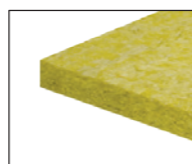
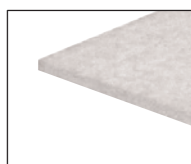
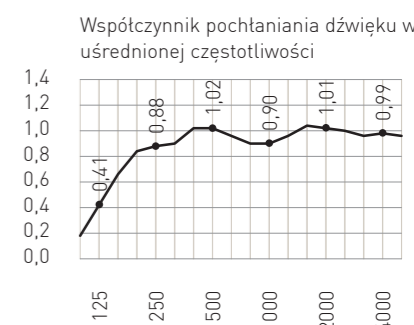
**Fural**  
16,0 × 8,0 × 1,5 × 1,0  
Prześwit względny 63%  
Gł. zawieszenia 50 mm  
Szerokość maks. 1,140 mm  
L (Długość oczka) 16,0 mm →  
W (Szerokość oczka) 8,0 mm ↓  
B (Szerokość mostka) 1,5 mm  
A (grubość mostka) 1,0 mm

### Chłonność akustyczna



**Fural**  
16,0 × 8,0 × 1,5 × 1,0  
Prześwit względny 63%  
Gł. zawieszenia 50 mm  
Szerokość maks. 1,140 mm  
L (Długość oczka) 16,0 mm →  
W (Szerokość oczka) 8,0 mm ↓  
B (Szerokość mostka) 1,5 mm  
A (grubość mostka) 1,0 mm

### Chłonność akustyczna



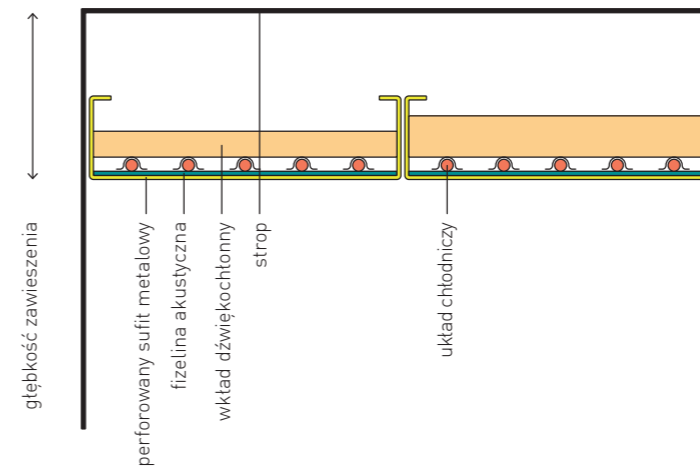
## INTEGRACJA

„Porządek jest połączeniem mnogości według ustalonej reguły”.  
(Immanuel Kant, 1724-1804)

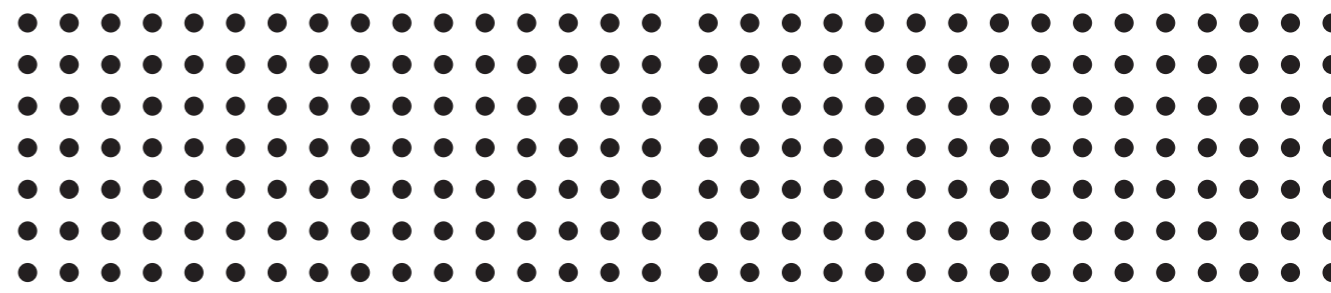
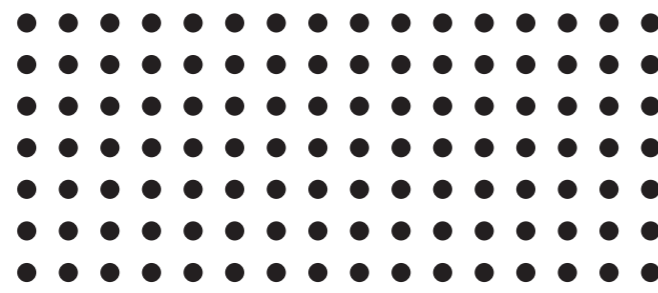
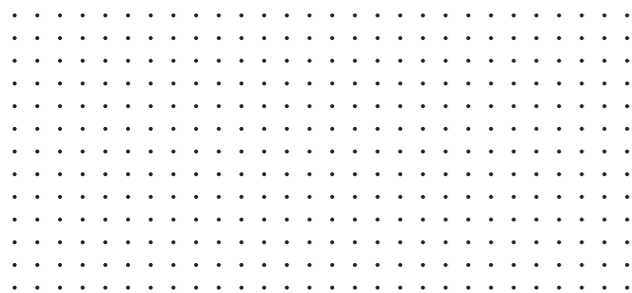
- Metalit Offices, Büron
- Architektura Hans Lauber
  - hol
  - Siatka cięto-ciagniona
  - Wielkość oczek 16×8×1,5×1,0 mm
  - Kolor RAL 7016 szary antracytowy
  - Swobodnie zawieszony (pojedynczy) panel sufitowy z białą flizeliną

# SUFITY CHŁODZĄCE 1

Federalne Centrum Szkoleniowe, St. Pölten



**Akustyczny stopień pokrycia**  
Sufity metalowe doskonale nadają się do łączenia z przewodzącymi wodę wymiennikami ciepła w celu kontroli temperatury w pomieszczeniu. Pokrycie układem chłodniczym prowadzi do zmiany właściwości akustycznych płyt sufitowych, ponieważ otwory uprzednio przelotowe zostają zastąpione profilami. Dlatego w tabelach podaje się „akustyczny stopień pokrycia”. Jest to udział powierzchni zastąpionej płyciną kontaktowo-chłodzącą.



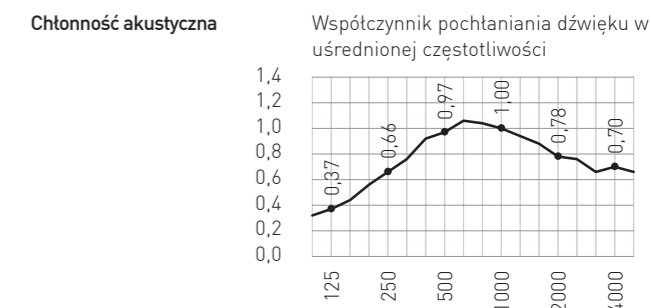
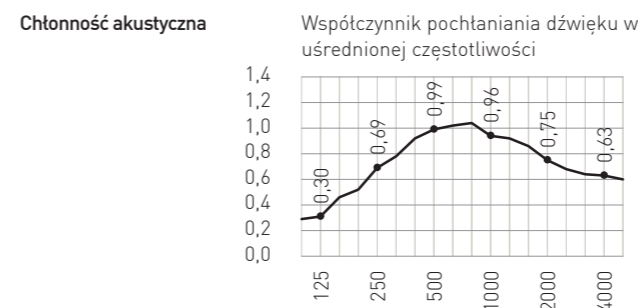
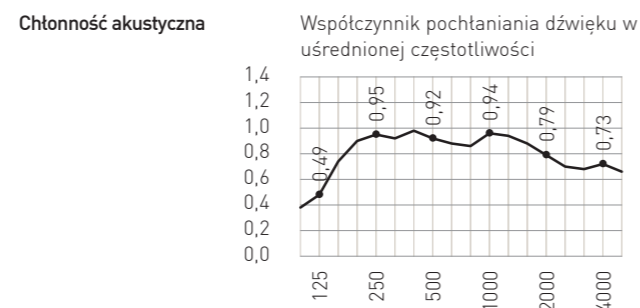
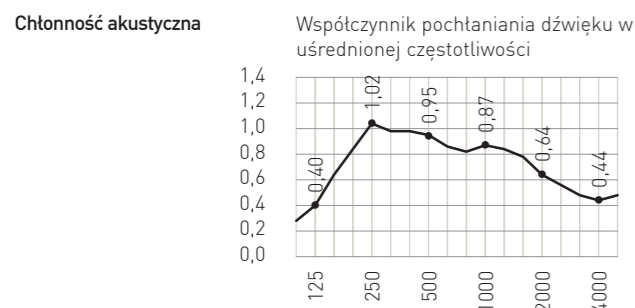
Sufity chłodzące

**Fural**  
Rg 0,7 - 4 %  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 4 %  
Szerokość maks. 1,140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 3,00  
Odstęp poziomo 3,0 mm →  
Odstęp pionowo 3,0 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,42 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1,140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,5 mm →  
Odstęp pionowo 5,5 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1,140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,5 mm →  
Odstęp pionowo 5,5 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1,140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,5 mm →  
Odstęp pionowo 5,5 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 225/2007  
NRC 0,85  
 $\alpha_w$  0,65 (LM)  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 223/2007  
NRC 0,90  
 $\alpha_w$  0,80  
Kl. pochł. dźwięku B (EN 11654)

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 224/2007 rys. 2  
NRC 0,85  
 $\alpha_w$  0,85  
Kl. pochł. dźwięku B (EN 11654)

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy P-BA 228/2007 rys. 2  
NRC 0,85  
 $\alpha_w$  0,85  
Kl. pochł. dźwięku B (EN 11654)

**Nakład** 30 mm wełny mineralnej 28 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + układ chłodniczy  
**pokrycie akustyczne** 31% [cztery płyciny chłodzące z węzownicą Cu]

**Nakład** 30 mm wełny mineralnej 28 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + układ chłodniczy  
**pokrycie akustyczne** 31% [cztery płyciny chłodzące z węzownicą Cu]

**Nakład** 40 mm wełny mineralnej 28 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + układ chłodniczy + płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm  
**pokrycie akustyczne** 31% [cztery płyciny chłodzące z węzownicą Cu]

**Nakład** 40 mm wełny mineralnej 28 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + układ chłodniczy + blacha stalowa 1,0 mm  
**pokrycie akustyczne** 31% [cztery płyciny chłodzące z węzownicą Cu]



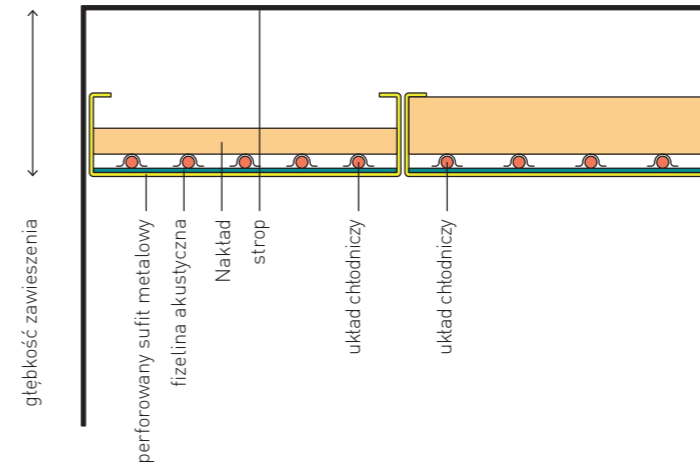
ocena izolacyjności akustycznej wzdłużnego tłumienia dźwięku według identycznego układu pomiarowego na stronie 83

ocena izolacyjności akustycznej wzdłużnego tłumienia dźwięku według identycznego układu pomiarowego na stronie 83

# SUFITY CHŁODZĄCE 2

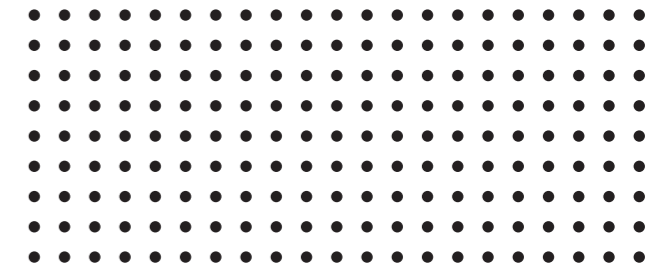
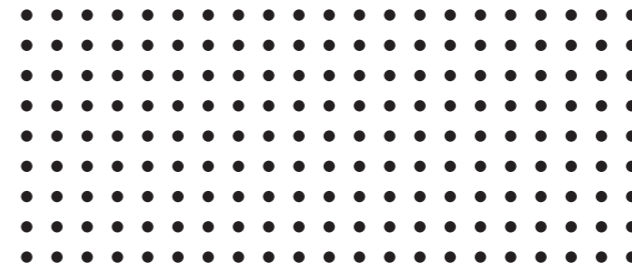
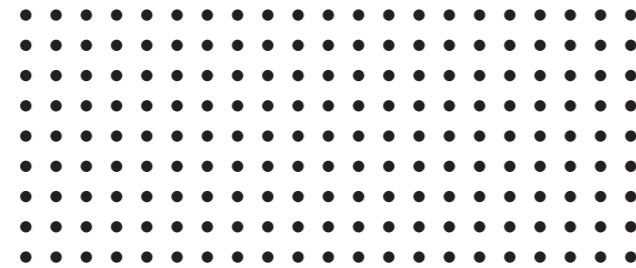
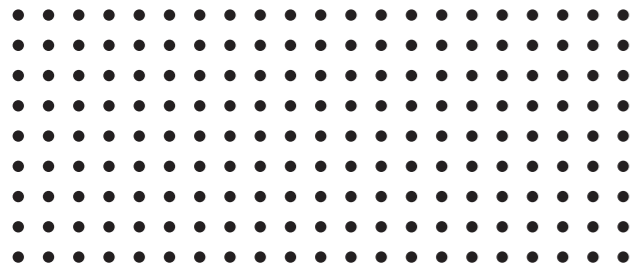


Schunk Carbon Technology GmbH, Bad Golsern



## Akustyczny stopień pokrycia

Sufity metalowe doskonale nadają się do łączenia z przewodzącymi wodę wymiennikami ciepła w celu kontroli temperatury w pomieszczeniu. Pokrycie częściami chłodzącymi prowadzi do zmiany właściwości akustycznych płyt sufitowych, ponieważ otwory uprzednio przelotowe zostają zastąpione profilami. Dlatego w tabelach podaje się „akustyczny stopień pokrycia”. Jest to udział powierzchni zastąpionej profilami przewodzącymi ciepło.

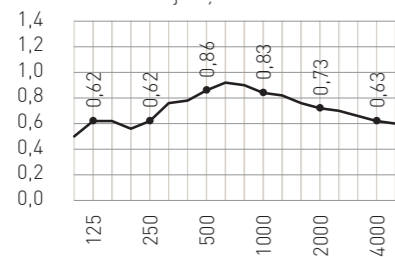


Sufity chłodzące

**Fural**  
Rg 1,5 - 11%  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 11%  
Szerokość maks. 1.488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 1,50 - 4,00  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 4,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 5,65 mm ↘  
Kierunek perforacji →

### Chłtoność akustyczna

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 750 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 26.06.2014 M105629/10  
NRC 0,75  
alpha\_w 0,80  
Kl. pochł. dźwięku B [EN 11654]

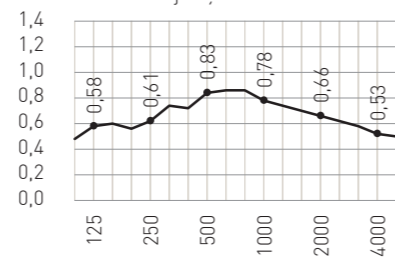
**Nakład 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m³ w folii PE + układ chłodniczy**  
**pokrycie akustyczne 47% [cztery płyciny chłodzące z węzownicą]**



**Fural**  
Rg 1,5 - 11%  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 11%  
Szerokość maks. 1.488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 1,50 - 4,00  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 4,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 5,65 mm ↘  
Kierunek perforacji →

### Chłtoność akustyczna

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 750 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 26.06.2014 M105629/11  
NRC 0,70  
alpha\_w 0,70  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]

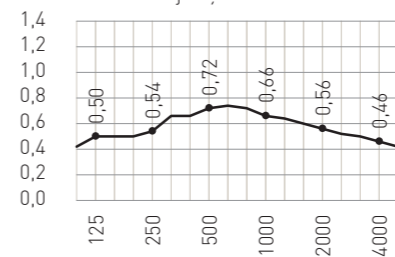
**Nakład 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m³ w folii PE + układ chłodniczy**  
**pokrycie akustyczne 59% [cztery płyciny chłodzące z węzownicą]**



**Fural**  
Rg 1,5 - 11%  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 11%  
Szerokość maks. 1.488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 1,50 - 4,00  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 4,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 5,65 mm ↘  
Kierunek perforacji →

### Chłtoność akustyczna

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 750 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 28.04.2014 M105629/8  
NRC 0,60  
alpha\_w 0,60  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]

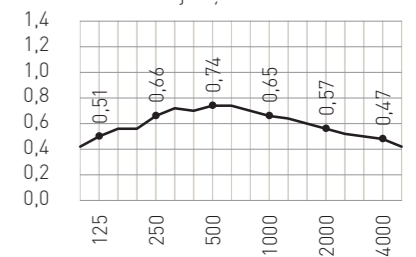
**Nakład 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m³ w folii PE + układ chłodniczy**  
**pokrycie akustyczne 71% [cztery płyciny chłodzące z węzownicą]**



**Fural**  
Rg 1,5 - 11%  
Perforacja Ø 1,5 mm  
Udział otworów 11%  
Szerokość maks. 1.488 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 1,50 - 4,00  
Odstęp poziomo 4,00 mm →  
Odstęp pionowo 4,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 5,65 mm ↘  
Kierunek perforacji →

### Chłtoność akustyczna

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



Wys. zawieszenia 750 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 28.04.2014 M105629/9  
NRC 0,65  
alpha\_w 0,60  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654]

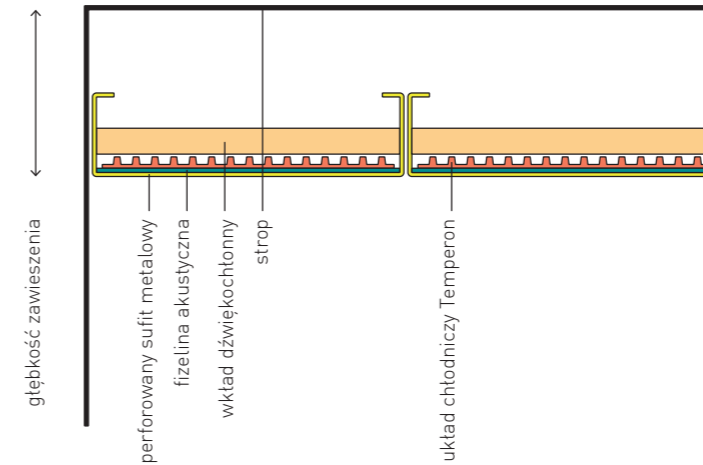
**Nakład 80 mm wełny mineralnej 30 kg/m³ w folii PE + układ chłodniczy**  
**pokrycie akustyczne 71% [cztery płyciny chłodzące z węzownicą]**



# SUFITY CHŁODZĄCE 3

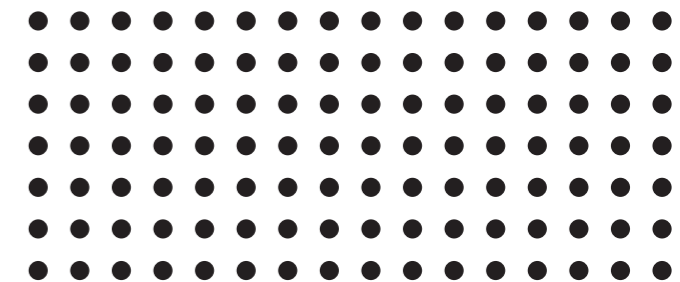
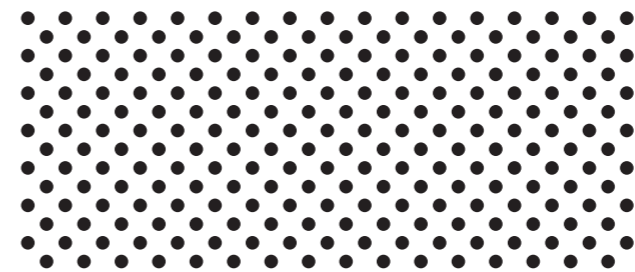
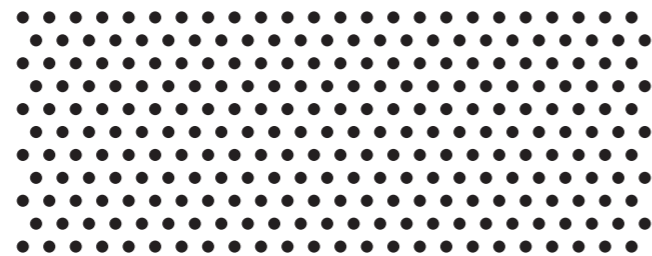
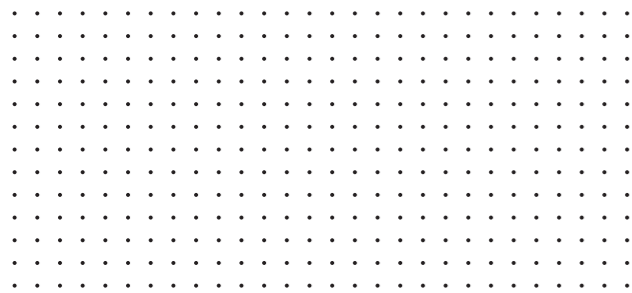


Palazzo Regione Lombardia, Mediolan



### Akustyczny stopień pokrycia

Sufity metalowe doskonale nadają się do łączenia z przewodzącymi wodę wymiennikami układu chłodniczym ciepła w celu kontroli temperatury w pomieszczeniu. Pokrycie prowadzi do zmiany właściwości akustycznych płyt sufitowych, ponieważ otwory uprzednio przelotowe zostają zastąpione profilami. Dlatego w tabelach podaje się „akustyczny stopień pokrycia”. Jest to udział powierzchni zastąpionej układem chłodniczym.



Sufity chłodzące

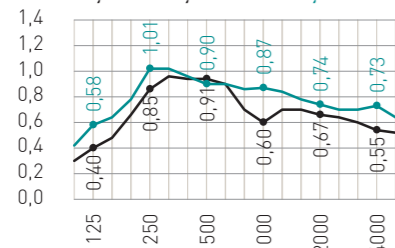
**Fural**  
Rg 0,7 - 4 %  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 4 %  
Szerokość maks. 1.140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 3,00  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 3,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,42 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rv 1,6 - 20 %  
Perforacja Ø 1,6 mm  
Udział otworów 20 %  
Szerokość maks. 1.450 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rv 1,60 - 3,50  
Odstęp poziomo 3,50 mm →  
Odstęp pionowo 3,03 mm ↓  
Odstęp przesunięta 60° 3,50 mm ↘  
Kierunek perforacji →

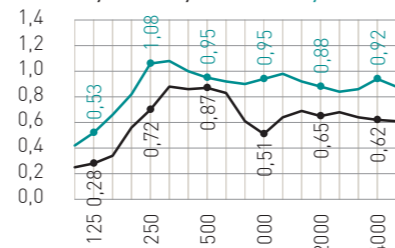
**Fural**  
Rd 1,8 - 21 %  
Perforacja Ø 1,8 mm  
Udział otworów 21 %  
Szerokość maks. 1.400 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,80 - 3,50  
Odstęp poziomo 4,96 mm →  
Odstęp pionowo 2,48 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 3,50 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

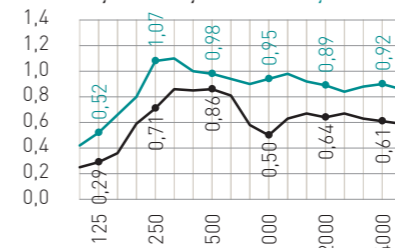
**Chłoność akustyczna**  
Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości; **Flizelina i część chłodząca dod. z wełną min. w PE**



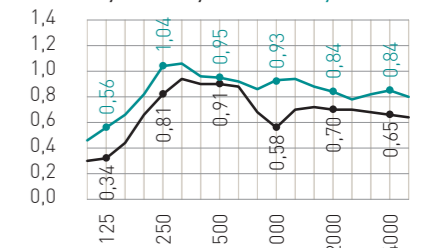
**Chłoność akustyczna**  
Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości; **Flizelina i część chłodząca dod. z wełną min. w PE**



**Chłoność akustyczna**  
Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości; **Flizelina i część chłodząca dod. z wełną min. w PE**



**Chłoność akustyczna**  
Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości; **Flizelina i część chłodząca dod. z wełną min. w PE**



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M61840/10 + M61840/8  
NRC 0,75; 0,90  
 $\alpha_w$  0,65 (LM); 0,80 (L)  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654], B [EN 11654]

**Nakład 40 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + część chłodząca Temperon**  
**pokrycie akustyczne 29% (układ chłodniczy PP-R)**

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M61840/9 + M61840/13  
NRC 0,70; 0,95  
 $\alpha_w$  0,65; 0,95  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654], A [EN 11654]

**Nakład 40 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + część chłodząca Temperon**  
**pokrycie akustyczne 29% (układ chłodniczy PP-R)**

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M61840/12 + M61840/15  
NRC 0,70; 0,95  
 $\alpha_w$  0,65; 0,95  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654], A [EN 11654]

**Nakład 40 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + część chłodząca Temperon**  
**pokrycie akustyczne 29% (układ chłodniczy PP-R)**

Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M61840/14 + M61840/11  
NRC 0,75; 0,95  
 $\alpha_w$  0,70 (L); 0,90 (L)  
Kl. pochł. dźwięku C [EN 11654], A [EN 11654]

**Nakład 40 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + część chłodząca Temperon**  
**pokrycie akustyczne 29% (układ chłodniczy PP-R)**

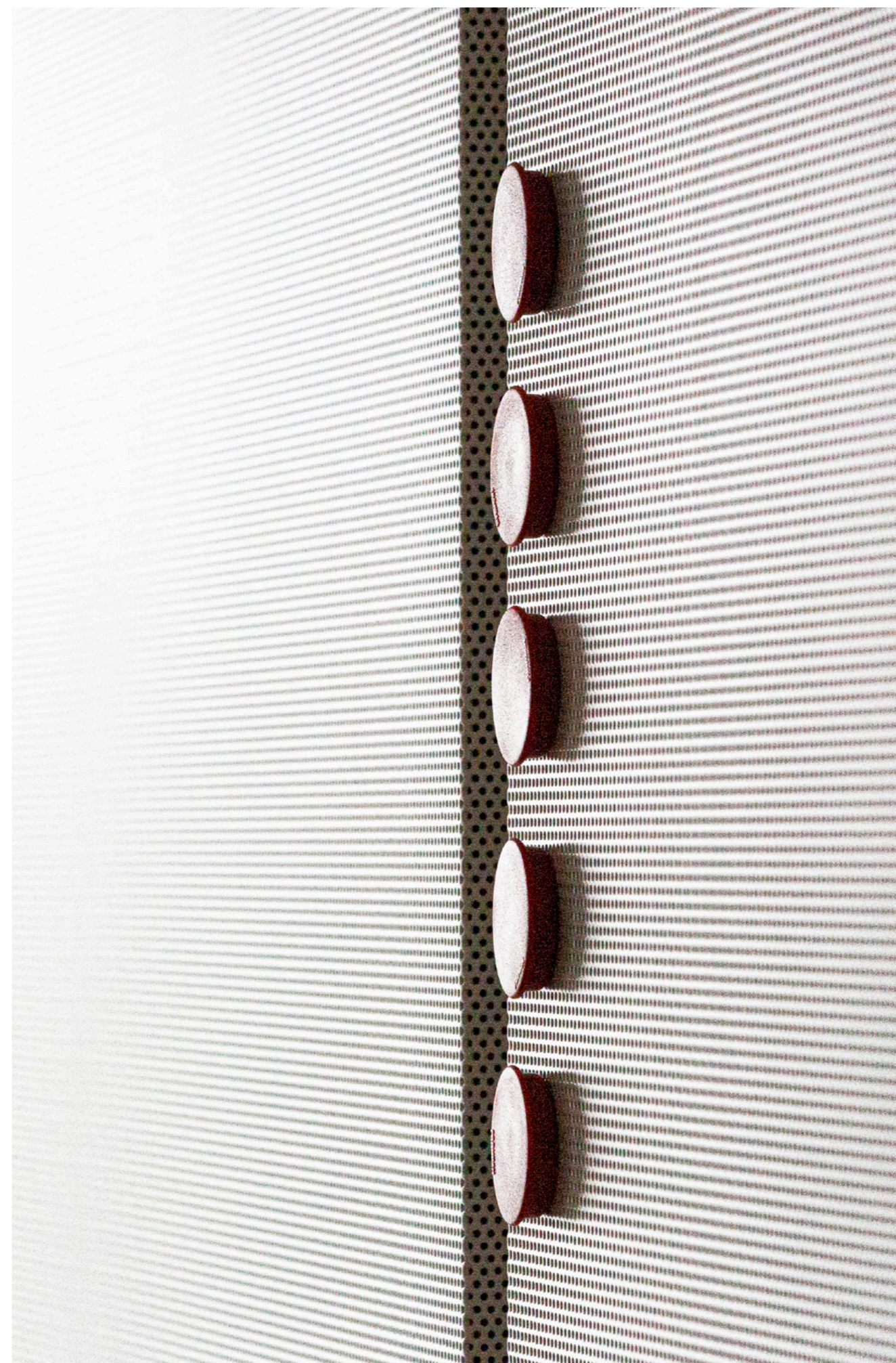


## PRECYZJA

»The place to improve the world is first in one's own heart and head and hands, and then work outward from there.«  
 (Robert M. Pirsig, 1924–2017)

Zdjęcie z lewej:  
 Bison Offices, Sursee  
 – Leuenberger Architekten  
 – Atrium  
 – Perforacja Rd 1,5–22%  
 – Kolor RAL 9016 biały beskidzki  
 – system zawieszany H28

Zdjęcie z prawej:  
 Hotel »Birdland«, Sempach  
 – Architekt: Markus Schumacher  
 – Sala posiedzeń  
 – Perforacja Rv 1,6–20%  
 – Kolor RAL 9007 srebrny ciemny  
 – System zawieszany, okładzina ścian



# SWOBODNIE ZAWIESZONE ŻAGLE SUFITOWE

## Cechy akustyczne swobodnie zawieszonych (pojedynczych) żagli sufitowych

W odróżnieniu od zamkniętych systemów sufitowych w przypadku pojedynczych pochłaniaczy nie ma sensu podawanie wartości pochłaniania dźwięku. Dzięki dodatkowej pochłaniającej stronie tylnej swobodnie zawieszonych (pojedynczych) wysep sufitowych można uzyskać na papierze doskonałe wyniki akustyczne (np.  $\alpha_w = 1,6$ ), których nie można sensownie obliczyć. Ponadto pewien wpływ ma również wygięcie krawędzi oraz stosunek obwodu swobodnie zawieszzonego panelu sufitowego do jego powierzchni, czego nie da się określić bezpośrednio. Efekty te powodują **lepsze pochłanianie dźwięków przez swobodnie zawieszony (pojedynczy) żagiel sufitowy**, niż ma to miejsce w przypadku sufitów zamkniętych.

Dlatego dla pojedynczych pochłaniaczy podaje się równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej, a nie współczynnik pochłaniania dźwięku:

W poniższym przykładzie pokażemy, ile sufitów powierzchniowych może zastąpić jeden swobodnie zawieszony (pojedynczy) żagiel sufitowy, pozwalając uzyskać taki sam efekt akustyczny.

### Schuler, Göppingen

- Architekt Holzbauer & Partner
- biura
- Perforacja Rg 2,5-16%
- Kolor RAL 9016 biały beszki
- System Multisegele z kasetonami z zawieszeniem hakowym

## Przykład

- Sytuacja w pomieszczeniu oraz wymiary  
dł. = 10 m, szer. = 10 m, wys. = 3 m
- Powierzchnia podstawy: 100 m<sup>2</sup>
- Kubatura V: 300 m<sup>3</sup>
- Wykładzina dywanowa (100 m<sup>2</sup>):  
 $\alpha = 0,06$
- Otynkowany sufit i ściany (190 m<sup>2</sup>):  
 $\alpha = 0,03$
- Front przeszklony (30 m<sup>2</sup>):  $\alpha = 0,01$
- Pomieszczenie nieumeblowane

## Wzory

- Równoważna powierzchnia pochłaniająca dźwięk A  
( $\alpha$  = współczynnik absorpcji,  
S = powierzchnia):  
 $A = \alpha \cdot S$
- Czas pogłosu T (V = kubatura):  
 $T = 0,163 \cdot V/A$   
(wzór Sabine'a)

	Zalecany czas pogłosu T ~ 0,6 s (PN-B-02151-4)	Sytuacja wyjściowa - otynkowany sufit sztywny akustycznie	Sufit metalowy na całej powierzchni Fural Rg 2,5-16% z 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m <sup>3</sup> w folii PE	Swobodnie zawieszony żagiel sufitowy; Fural Rg 2,5-16% z 50 mm wełny mineralnej 100 kg/m <sup>3</sup> w folii PE
T	Obliczony Czas pogłosu	3,0s	0,6s	0,6s
S	Przy powierzchni sufitu metalowego	-	75,0m <sup>2</sup>	49,0m <sup>2</sup> ~ 17St.
A	Równoważne pole powierzchni dźwię- kochłonnej całego pomieszczenia	16,0m <sup>2</sup>	81,8m <sup>2</sup>	82,3m <sup>2</sup>

(Poszczególne obliczenia znajdują się na następnej stronie).

## Podsumowanie

Aby uzyskać taki sam efekt akustyczny w pomieszczeniu, w przypadku stosowania swobodnie zawieszonych (pojedynczych) żagli sufitowych potrzebna jest znacznie mniejsza powierzchnia. Dzięki dodatkowym fizycznym efektom tłumienia oszczędności materiałów mogą wynieść **do 30%**

## Zalety swobodnie zawieszonych (pojedynczych) żagli sufitowych

- Dodatkowo pochłaniająca strona tylna
- Oszczędność ~30% powierzchni materiału w porównaniu z sufitem metalowym
- Bardziej elastyczny podział
- Możliwość zastosowania ew. istniejącego oświetlenia
- Łatwy późniejszy montaż
- Możliwość zastosowania podczas aktywacji rdzenia budynku albo późniejszego wyposażenia
- Łatwy późniejszy montaż klimatyzacji



# PRZYKŁAD REALIZACJI

Przykład obliczeniowy porównuje na podstawie przykładowych sytuacji wyjściowych powierzchnie sufitu metalowego (sposób 1) albo swobodnie zawieszonych (pojedynczych) żagli sufitowych (sposób 2) potrzebne do osiągnięcia czasu pogłosu 0,6 s wg normy PN-B-02151-4.

- Szkota Średnia Sandgruben, Bazylea
- Architektura: Stücheli Architekten AG, Zurych
  - Siatka cięto-ciagniona – swobodnie zawieszony (pojedynczy) żagiel sufitowy
  - Wielkość oczek 20,0 x 10,0 x 2,0 x 1,5 mm (L x W x B x A)
  - Kolor RAL 9006 srebrny aluminiowy
  - System zawieszany Z
  - Typ kaset B

## Obliczenia

### Sytuacja wyjściowa

Ściany, sufity	$S = 190 \text{ m}^2$ $\alpha = 0,03$ (przy 500 Hz wg PN-B-02151-4)
Front przeszklony	$S = 30 \text{ m}^2$ $\alpha = 0,11$ (przy 500 Hz wg PN-B-02151-4)
Wykładzina podłogowa, krótka	$S = 100 \text{ m}^2$ $\alpha = 0,07$ (przy 500 Hz wg PN-B-02151-4)
równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej A [500 Hz]	ściany + konstrukcja nośna stropu $190 \text{ m}^2 \times 0,03 = 5,7 \text{ m}^2$ Front przeszklony $30 \text{ m}^2 \times 0,11 = 3,3 \text{ m}^2$ Wykładzina podłogowa $100 \text{ m}^2 \times 0,07 = 7,0 \text{ m}^2$ Suma $16,0 \text{ m}^2$
Czas pogłosu	$T = 0,163 \times 300 / 16 = 3,0 \text{ s} \gg 0,6 \text{ s}$ (wg PN-B-02151-4)

### Sposób 1

Sufit metalowy perf.	Montaż sufitu metalowego na całej powierzchni (75 m <sup>2</sup> w wykonaniu perforowanym, 25 m <sup>2</sup> w wersji gładkiej) $S = 75 \text{ m}^2$ $\alpha = 0,90$ (przy 500 Hz wg protokołu z badań P-BA 279/2006 rys. 17, patrz str. 34)
Sufit metalowy gładki	$S = 25 \text{ m}^2$ $\alpha = 0,05$ (przy 500 Hz wg protokołu z badań P-BA 279/2006 rys. 31, na zapytanie)
równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej A [500 Hz]	ściany $90 \text{ m}^2 \times 0,03 = 2,7 \text{ m}^2$ Front przeszklony $30 \text{ m}^2 \times 0,11 = 3,3 \text{ m}^2$ Wykładzina podłogowa $100 \text{ m}^2 \times 0,07 = 7,0 \text{ m}^2$ Sufit metalowy perf. $75 \text{ m}^2 \times 0,90 = 67,5 \text{ m}^2$ Sufit metalowy gładki $25 \text{ m}^2 \times 0,05 = 1,25 \text{ m}^2$ Suma $81,8 \text{ m}^2$
Czas pogłosu	$T = 0,163 \times 300 / 81,8 = 0,6 \text{ s}$

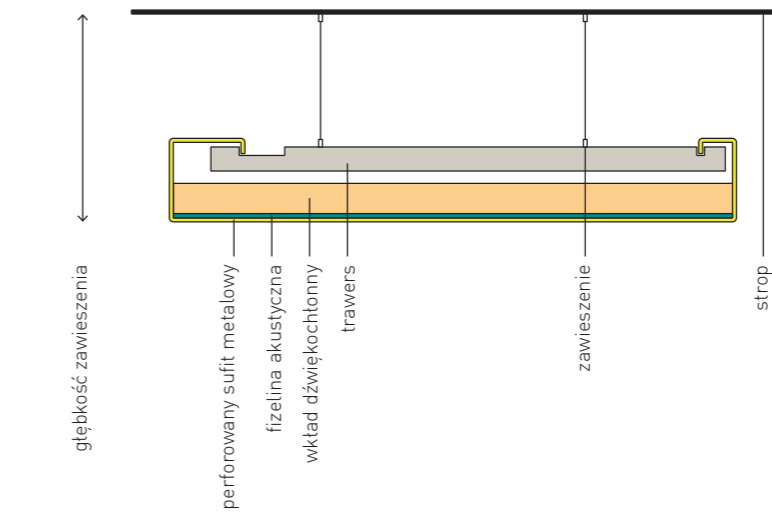
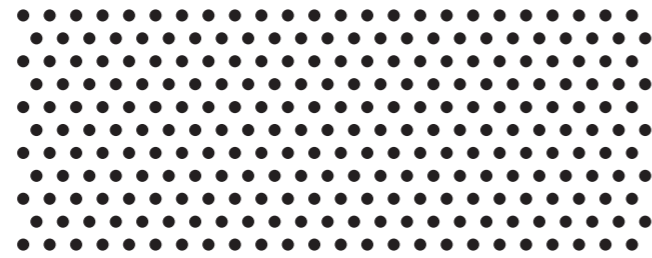
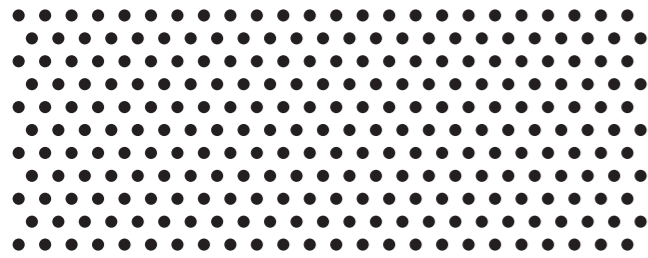
### Sposób 2

Swobodnie zawieszony (pojedynczy) żagiel sufitowy	Montaż 17 szt. swobodnie zawieszonych (pojedynczych) żagli sufitowych po 2,88 m <sup>2</sup> (łączna powierzchnia 48,96 m <sup>2</sup> ) $A = 3,9 \text{ m}^2/\text{szt.}$ (przy 500 Hz wg protokołu z badań 07.12.2010 M 61 840/20, patrz str. 65)
równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej A [500 Hz]	ściany i konstrukcja nośna stropu $190 \text{ m}^2 \times 0,03 = 5,7 \text{ m}^2$ Wykładzina podłogowa $100 \text{ m}^2 \times 0,07 = 7,0 \text{ m}^2$ Front przeszklony $30 \text{ m}^2 \times 0,11 = 3,3 \text{ m}^2$ Swobodnie zawieszony (pojedynczy) żagiel sufitowy $3,9 \text{ m}^2/\text{szt.} \times 17 \text{ szt.} = 66,3 \text{ m}^2$ Suma $82,3 \text{ m}^2$
Czas pogłosu	$T = 0,163 \times 300 / 82,3 = 0,6 \text{ s}$

# SWOBODNIE ZAWIESZONE ŻAGLE SUFITOWE

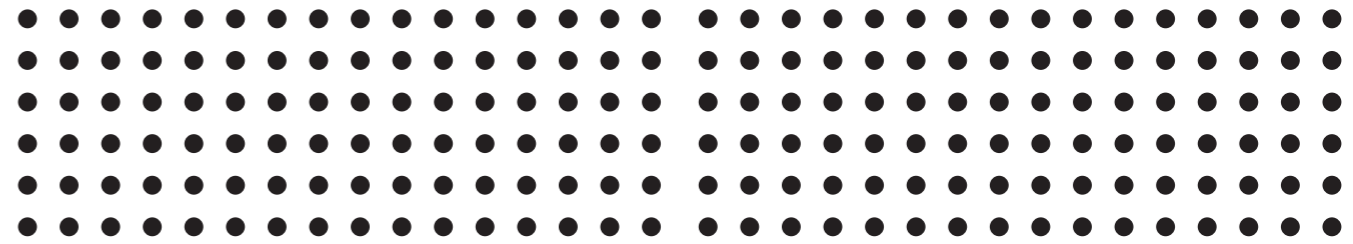


Schuler AG, Göppingen



## Swobodnie zawieszona żagle sufitowe

Swobodnie zawieszona panele sufitowe można stosować zarówno jako elementy pojedyncze, jak i jednostki złożone, wieloczęściowe.



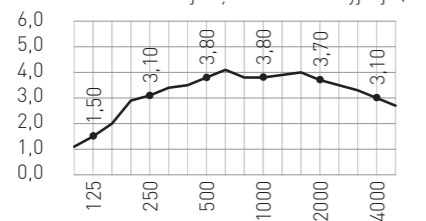
**Fural**  
Rv 1,6 - 20 %  
Perforacja Ø 1,6 mm  
Udział otworów 20 %  
Szerokość maks. 1.450 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rv 1,60 - 3,50  
Odstęp poziomo 3,50 mm →  
Odstęp pionowo 3,03 mm ↓  
Odstęp przesunięta 60° 3,50 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rv 1,6 - 20 %  
Perforacja Ø 1,6 mm  
Udział otworów 20 %  
Szerokość maks. 1.450 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rv 1,60 - 3,50  
Odstęp poziomo 3,50 mm →  
Odstęp pionowo 3,03 mm ↓  
Odstęp przesunięta 60° 3,50 mm ↘  
Kierunek perforacji →

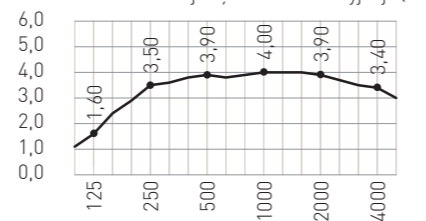
**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłoność akustyczna** Powierzchnia pochłaniająca dźwięk  $A_{p,0}$  /m<sup>2</sup> do uśrednionej częstotliwości tercyjnej f [Hz]



**Chłoność akustyczna** Powierzchnia pochłaniająca dźwięk  $A_{p,0}$  /m<sup>2</sup> do uśrednionej częstotliwości tercyjnej f [Hz]

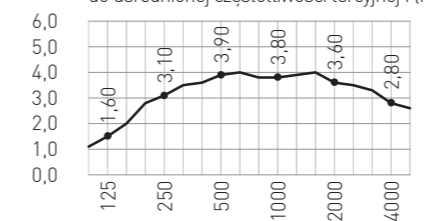


Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej 07.12.2010 M 61840/21 [500 Hz] 3,8 m<sup>2</sup>  
Pc badanej próbki 2,88 m<sup>2</sup>  
**Naktad** 50 mm wełny mineralnej 100 kg/m<sup>3</sup> w folii PE

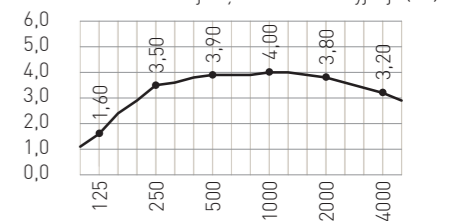
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej 07.12.2010 M 61840/18 [500 Hz] 3,9 m<sup>2</sup>  
Pc badanej próbki 2,88 m<sup>2</sup>  
**Naktad** 50 mm wełny mineralnej 150 kg/m<sup>3</sup> w folii PE



**Chłoność akustyczna** Powierzchnia pochłaniająca dźwięk  $A_{p,0}$  /m<sup>2</sup> do uśrednionej częstotliwości tercyjnej f [Hz]



**Chłoność akustyczna** Powierzchnia pochłaniająca dźwięk  $A_{p,0}$  /m<sup>2</sup> do uśrednionej częstotliwości tercyjnej f [Hz]



Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej 07.12.2010 M 61840/20 [500 Hz] 3,9 m<sup>2</sup>  
Pc badanej próbki 2,88 m<sup>2</sup>  
**Naktad** 50 mm wełny mineralnej 100 kg/m<sup>3</sup> w folii PE

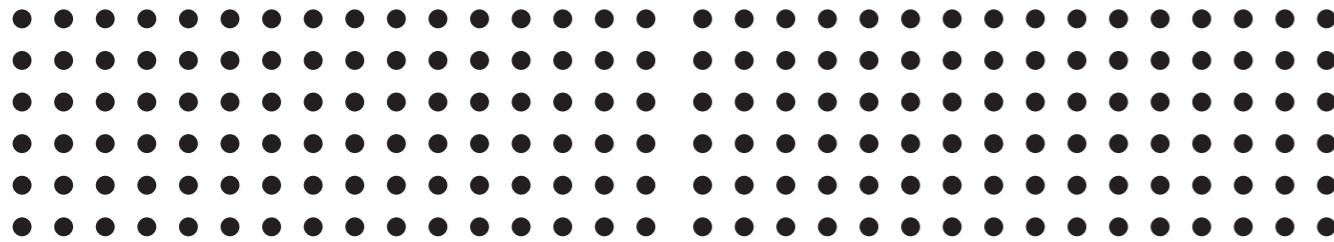
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej 07.12.2010 M 61840/17 [500 Hz] 3,9 m<sup>2</sup>  
Pc badanej próbki 2,88 m<sup>2</sup>  
**Naktad** 50 mm wełny mineralnej 150 kg/m<sup>3</sup> w folii PE



# SWOBODNIE ZAWIESZONE ŻĄGLE CHŁODZĄCE 1



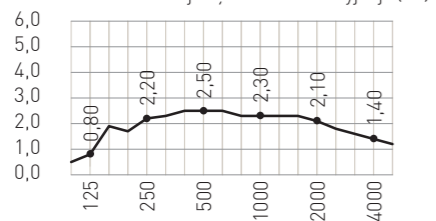
Europejski Bank Inwestycyjny, Luksemburg



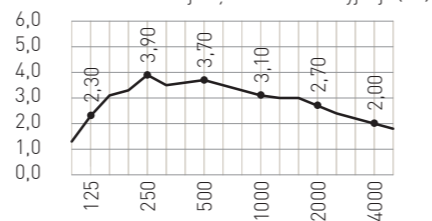
**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłonność akustyczna**  
Powierzchnia pochłaniająca dźwięk  $A_{p,0}$  /m<sup>2</sup> do uśrednionej częstotliwości tercyjnej f [Hz]

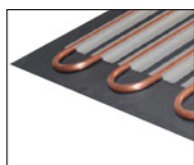


**Chłonność akustyczna**  
Powierzchnia pochłaniająca dźwięk  $A_{p,0}$  /m<sup>2</sup> do uśrednionej częstotliwości tercyjnej f [Hz]



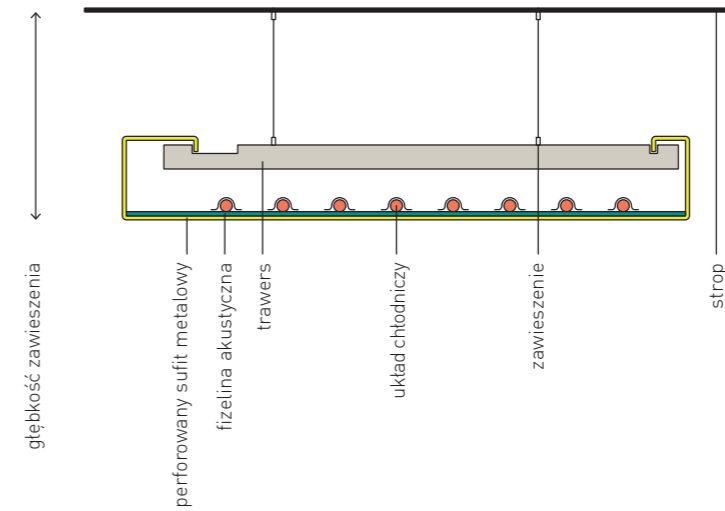
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy 28.06.2019 M105629/37  
Równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej 3,45 m<sup>2</sup>  
**Nakład** układ chłodniczy

pokrycie akustyczne 73% (12 płyt chłodzących z węzownicą Cu)



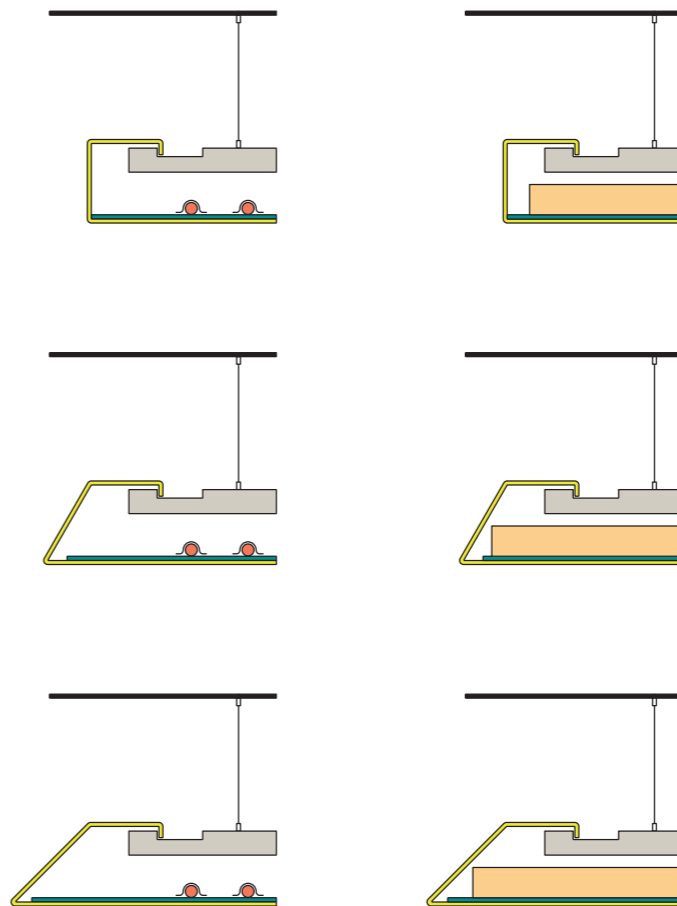
Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizełina akustyczna  
Raport pomiarowy 28.06.2019 M105629/38  
Równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej 3,45 m<sup>2</sup>  
**Nakład** 50 mm wełny mineralnej 100 kg/m<sup>3</sup> w folii PE + układ chłodniczy

pokrycie akustyczne 73% (12 płyt chłodzących z węzownicą Cu)



## Kontrola temperatury w pomieszczeniu przez swobodnie zawieszony (pojedynczy) żagiel sufitowy

Swobodnie zawieszony (pojedynczy) panel sufitowy doskonale nadają się do łączenia z przewodzącymi wodę wymiennikami ciepła w celu kontroli temperatury w pomieszczeniu. Pokrycie układem chłodniczym prowadzi do zmiany właściwości akustycznych swobodnie zawieszonych (pojedynczych) żagli sufitowych, ponieważ otwory uprzednio przelotowe zostają zastąpione profilami. Dlatego w tabelach podaje się „akustyczny stopień pokrycia”. Mowa tutaj o danym udziale powierzchni zastąpionej płytą kontaktowo-chłodzącą.



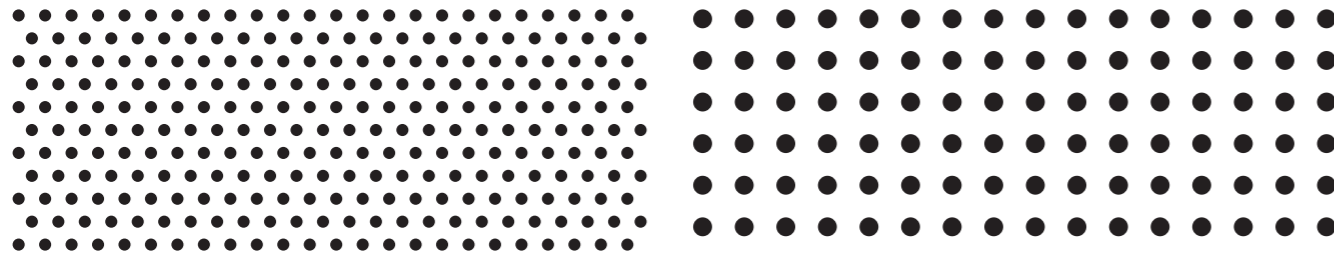
## Wykonanie krawędzi w przypadku swobodnie zawieszonych (pojedynczych) żagli sufitowych

Wykonanie krawędzi w swobodnie zawieszonych (pojedynczych) panelach sufitowych możliwe jest z kątami wewnętrznymi 90°, 60° albo 45°. O ile kąty wewnętrzne wynoszące 90° sprawiają wrażenie bardziej przestrzennych, wersje z kątami wewnętrznymi 60° lub 45° sprawiają wrażenie coraz bardziej płaskich.

# SWOBODNIE ZAWIESZONE ŻĄGLE CHŁODZĄCE 2

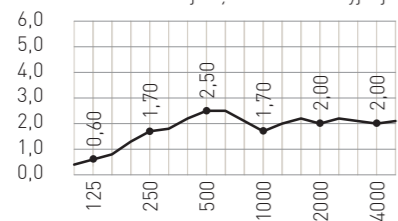


Gotech Weissach



**Fural**  
Rv 1,6 - 20 %  
Perforacja Ø 1,6 mm  
Udział otworów 20 %  
Szerokość maks. 1.450 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rv 1,60 - 3,50  
Odstęp poziomo 3,50 mm →  
Odstęp pionowo 3,03 mm ↓  
Odstęp przesunięta 60° 3,50 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłonność akustyczna**  
Powierzchnia pochłaniająca dźwięk  $A_{p,0}$  /m<sup>2</sup> do uśrednionej częstotliwości tercyjnej f [Hz]

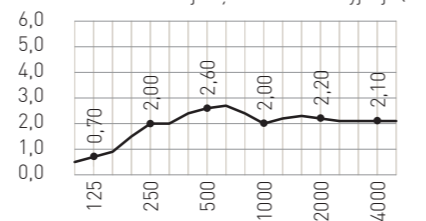


Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/16  
Równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej [500 Hz] 2,5 m<sup>2</sup>  
Pc badanej próbki 2,88 m<sup>2</sup>  
**Nakład** układ chłodniczy Temperon  
pokrycie akustyczne 30 % układ chłodniczy PP-R

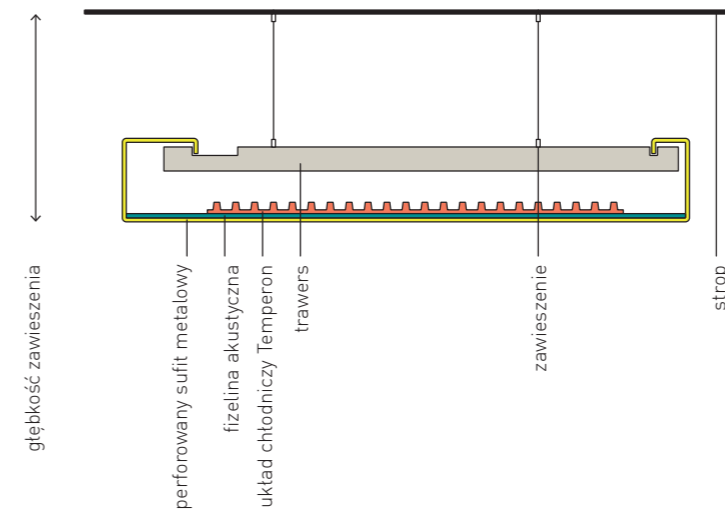


**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłonność akustyczna**  
Powierzchnia pochłaniająca dźwięk  $A_{p,0}$  /m<sup>2</sup> do uśrednionej częstotliwości tercyjnej f [Hz]

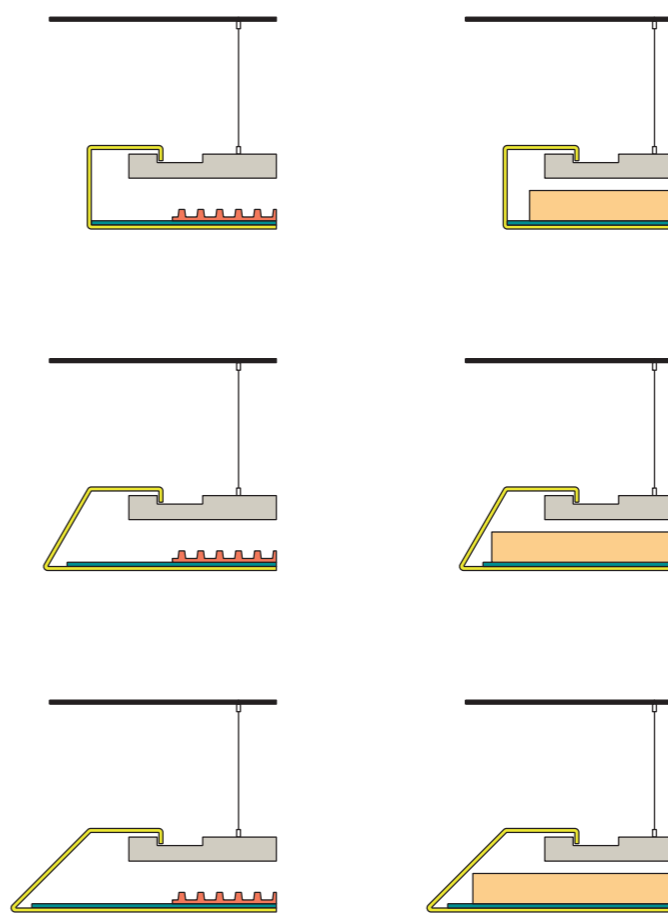


Wys. zawieszenia 200 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/19  
Równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej [500 Hz] 2,6 m<sup>2</sup>  
Pc badanej próbki 2,88 m<sup>2</sup>  
**Nakład** układ chłodniczy Temperon  
pokrycie akustyczne 30 % układ chłodniczy PP-R



## Kontrola temperatury w pomieszczeniu przez swobodnie zawieszony (pojedynczy) żąglie sufitowy

Swobodnie zawieszony (pojedynczy) panel sufitowy doskonale nadają się do łączenia z przewodzącymi wodę wymiennikami ciepła w celu kontroli temperatury w pomieszczeniu. Pokrycie układem chłodniczym prowadzi do zmiany właściwości akustycznych swobodnie zawieszonych (pojedynczych) żąglie sufitowych, ponieważ otwory uprzednio przelotowe zostają zastąpione profilami. Dlatego w tabelach podaje się „akustyczny stopień pokrycia”. Mowa tutaj o danym udziale powierzchni zastąpionej układem chłodniczym.



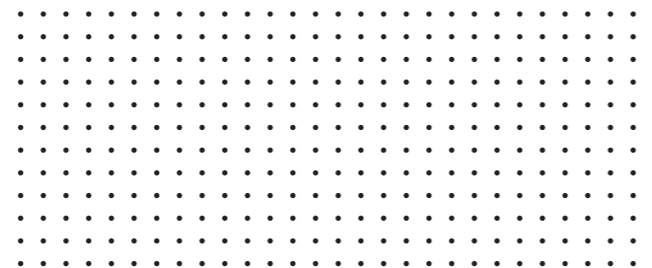
## Wykonanie krawędzi w przypadku swobodnie zawieszonych (pojedynczych) żąglie sufitowych

Wykonanie krawędzi w swobodnie zawieszonych (pojedynczych) panelach sufitowych możliwe jest z kątami wewnętrznymi 90°, 60° albo 45°. O ile kąty wewnętrzne wynoszące 90° sprawiają wrażenie bardziej przestrzennych, wersje z kątami wewnętrznymi 60° lub 45° sprawiają wrażenie coraz bardziej płaskich.

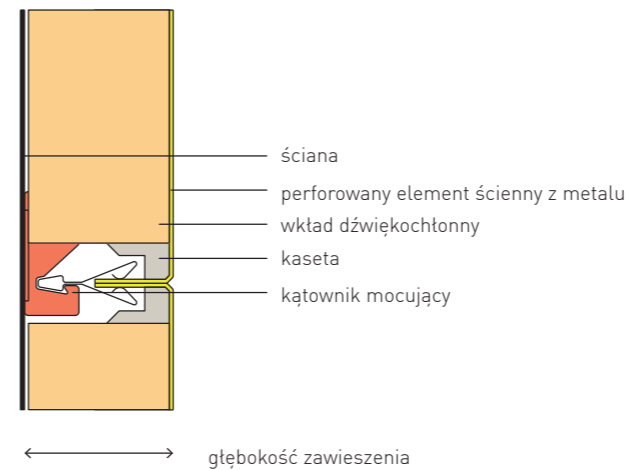
# ŚCIANY AKUSTYCZNE 1



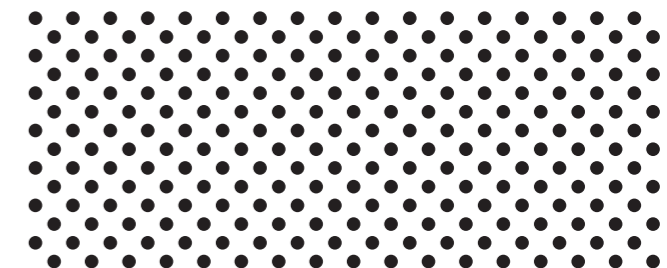
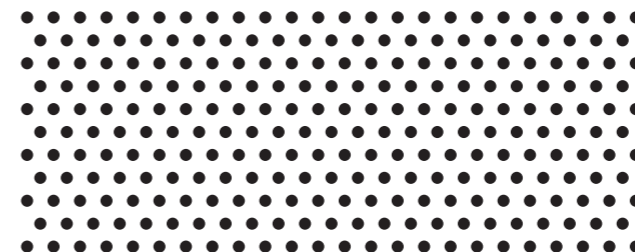
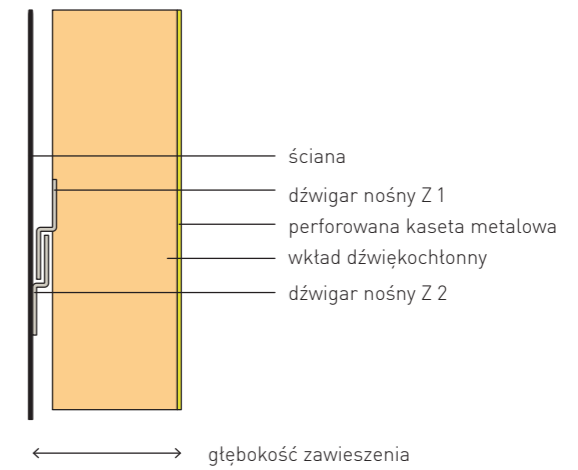
Gimnazjum w Zdobychu



## system zaciskowy

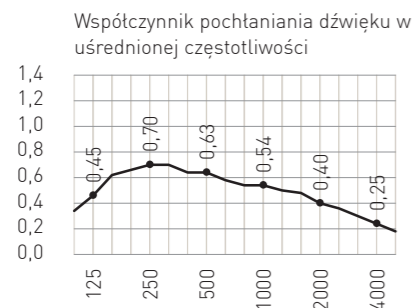


## system zawieszany



**Fural**  
Rg 0,7 - 1%  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 1%  
Szerokość maks. 1,140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 6,00  
Odstęp poziomo 6,00 mm →  
Odstęp pionowo 6,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 8,48 mm ↘  
Kierunek perforacji →

### Chtonność akustyczna



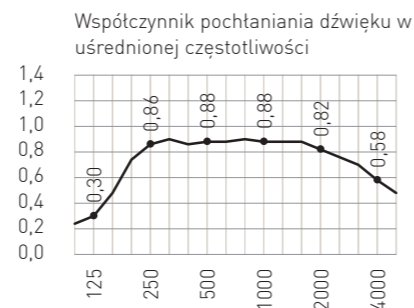
Wys. zawieszenia 50 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/27  
NRC 0,55  
 $\alpha_w$  0,40 (L)  
Kl. pochł. dźwięku D [EN 11654]

**Nakład 50 mm wełny mineralnej 100 kg/m<sup>3</sup> w folii PE**



**Fural**  
Rg 0,7 - 4%  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 4%  
Szerokość maks. 1,140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 3,00  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 3,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,24 mm ↘  
Kierunek perforacji →

### Chtonność akustyczna



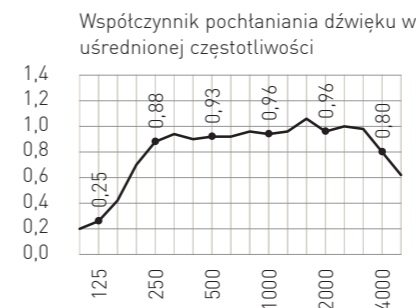
Wys. zawieszenia 50 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/26  
NRC 0,85  
 $\alpha_w$  0,80 (L)  
Kl. pochł. dźwięku B [EN 11654]

**Nakład 50 mm wełny mineralnej 100 kg/m<sup>3</sup> w folii PE**



**Fural**  
Rv 1,6 - 20%  
Perforacja Ø 1,6 mm  
Udział otworów 20%  
Szerokość maks. 1,450 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rv 1,60 - 3,50  
Odstęp poziomo 3,50 mm →  
Odstęp pionowo 3,03 mm ↓  
Odstęp przesunięta 60° 3,50 mm ↘  
Kierunek perforacji →

### Chtonność akustyczna



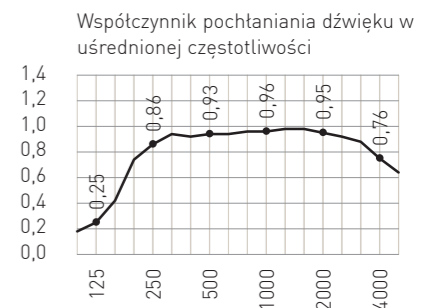
Wys. zawieszenia 50 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/22  
NRC 0,95  
 $\alpha_w$  0,95  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

**Nakład 50 mm wełny mineralnej 100 kg/m<sup>3</sup> w folii PE**



**Fural**  
Rd 1,8 - 21%  
Perforacja Ø 1,8 mm  
Udział otworów 21%  
Szerokość maks. 1,400 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rd 1,80 - 3,50  
Odstęp poziomo 4,96 mm →  
Odstęp pionowo 2,48 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 3,50 mm ↘  
Kierunek perforacji →

### Chtonność akustyczna



Wys. zawieszenia 50 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/25  
NRC 0,95  
 $\alpha_w$  0,95  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

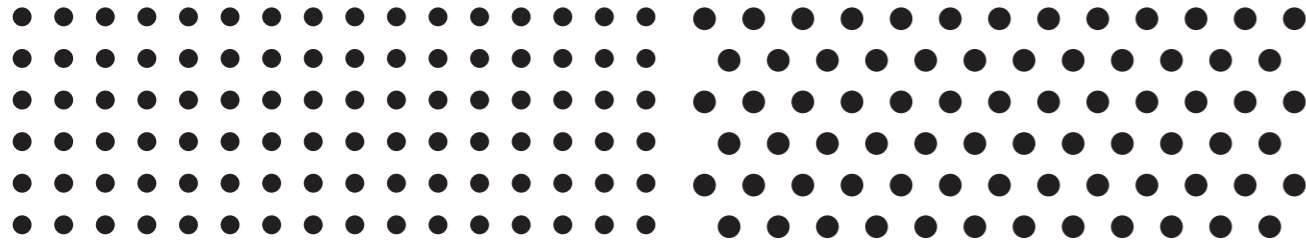
**Nakład 50 mm wełny mineralnej 100 kg/m<sup>3</sup> w folii PE**



# ŚCIANY AKUSTYCZNE 2



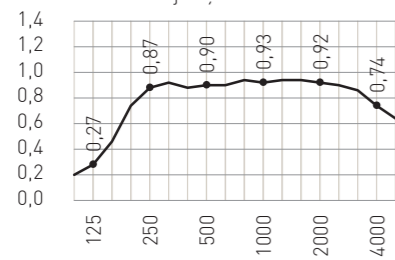
Tyrolskie centrum kontroli, Innsbruck



**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chtonność akustyczna**

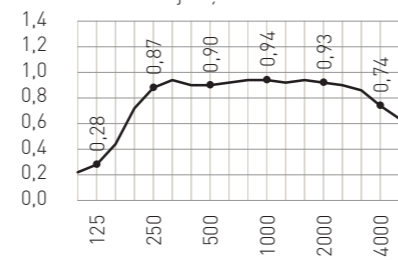
Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



**Fural**  
Rv 3,0 - 20 %  
Perforacja Ø 3,0 mm  
Udział otworów 20 %  
Szerokość maks. 1.447 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rv 3,00 - 6,35  
Odstęp poziomo 3,25 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp przesunięta 60° 6,35 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chtonność akustyczna**

Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



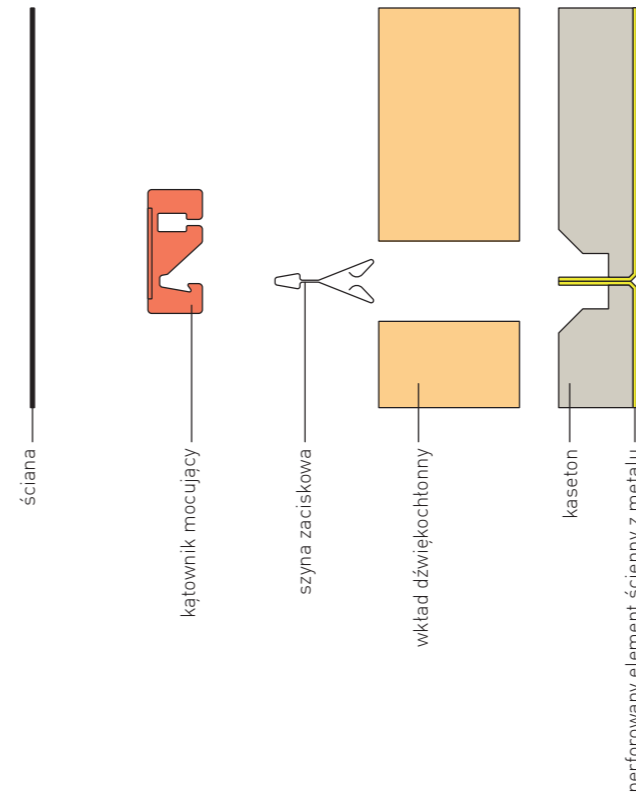
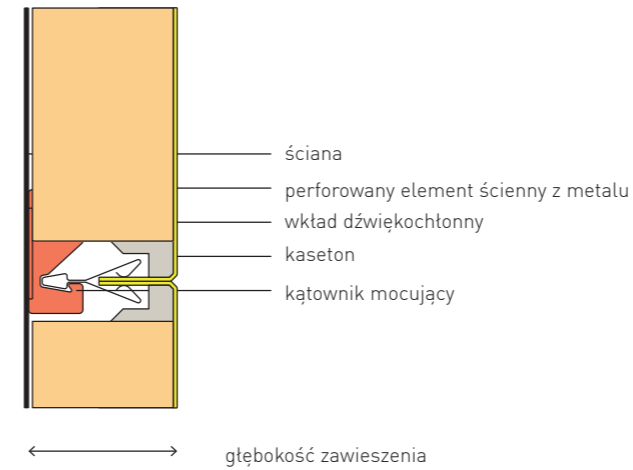
Wys. zawieszenia 50 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/23  
NRC 0,90  
 $\alpha_w$  0,90  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

**Nakład 50 mm wełny mineralnej 100 kg/m<sup>3</sup> w folii PE**



Wys. zawieszenia 50 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/24  
NRC 0,90  
 $\alpha_w$  0,90  
Kl. pochł. dźwięku A [EN 11654]

**Nakład 50 mm wełny mineralnej 100 kg/m<sup>3</sup> w folii PE**

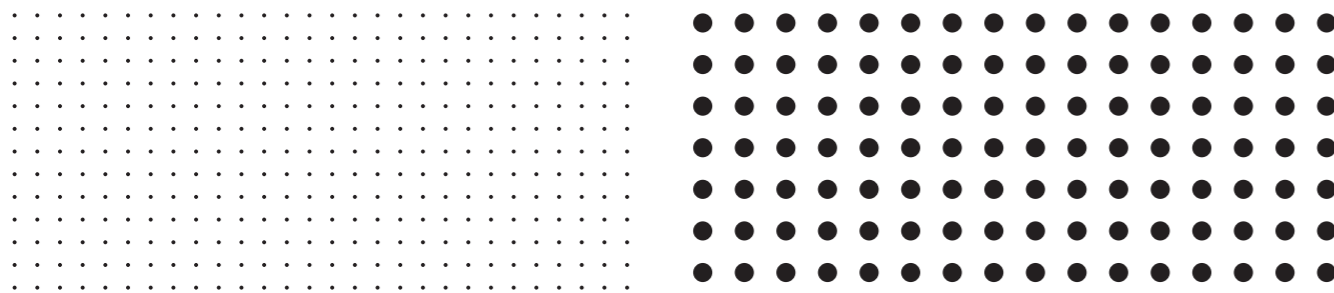


**Konstrukcja nośna ścian akustycznych**

Ściany akustyczne można montować przy użyciu takich samych profili nośnych i zaciskowych, jak w przypadku sufitów metalowych.

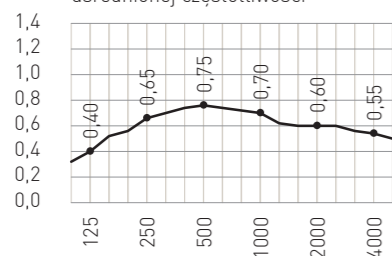
# ABSORBER L

Miejska Szkoła Realna im. Rudolfa Diesta, Monachium



**Fural**  
Rg 0,7 - 4 %  
Perforacja Ø 0,7 mm  
Udział otworów 4 %  
Szerokość maks. 1,140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 0,70 - 3,00  
Odstęp poziomo 3,00 mm →  
Odstęp pionowo 3,00 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 4,42 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłoność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości

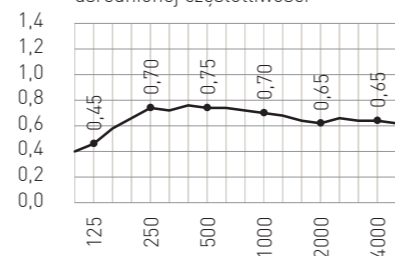


**Wys. zawieszenia 100 mm**  
Długość 1.000 mm  
Wkład absorbujący klejona fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 22.12.2017 M105629/33  
NRC 0,70  
 $\alpha_w$  0,65  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)  
Nakład 60 mm wełny owczej 20 kg/m<sup>3</sup>

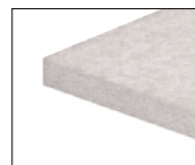


**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1,140 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłoność akustyczna** Współczynnik pochłaniania dźwięku w uśrednionej częstotliwości



**Wys. zawieszenia 100 mm**  
Długość 1.000 mm  
Wkład absorbujący klejona fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 22.12.2017 M105629/33  
NRC 0,70  
 $\alpha_w$  0,70  
Kl. pochł. dźwięku C (EN 11654)  
Nakład 60 mm wełny owczej 20 kg/m<sup>3</sup>

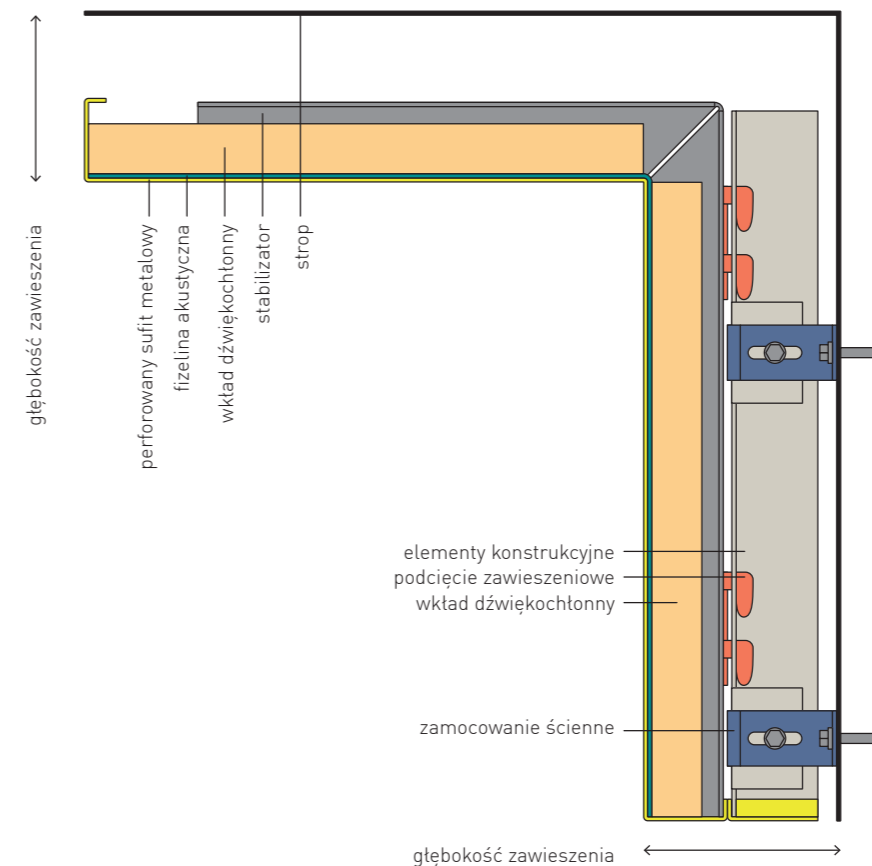


## Opis produktu

Element absorbujący w kształcie litery L składa się z elementów metalowych, umieszczonych prostopadle do siebie w krawędzi między ścianą a sufitem. Mocowanie elementów absorbera wykonuje się wyłącznie w ścianie, aby nie obciążać statycznie sufitu. Dzięki jednoczęściowej budowie możliwy jest precyzyjny wygląd fug oraz szybki montaż. Odstęp elementów metalowych od sufitu może być zmienny. Elementy metalowe są wyłożone od wewnątrz fizeleiną. Do wytłumienia wnęki powietrznej zastosowano wkłady dźwiękochłonne o grubości 60 mm.

## Akustyka

Absorbery L przekonują wysoką skutecznością akustyczną i estetycznym wyglądem. Jednym z najważniejszych kryteriów decydujących o jakości pomieszczenia jest optymalna akustyka.



# WZDŁUŻNE TŁUMIENIE DŹWIĘKU

## Podstawy

Ważnym kryterium oceny akustyki budynku jest przenoszenie dźwięku przez ściany lub kondygnacje. Im efektywniejsza jest absorpcja dźwięku, przez zastosowane materiały budowlane, tym mniejszy jest negatywny wpływ hałasu.

Również w tym przypadku obowiązuje zasada najniższego ogniwa. Jeśli zastosowano materiał budowlany o izolacyjności akustycznej równej np. 20 dB, to cały system, niezależnie od parametrów pozostałych elementów, nie osiągnie większej izolacyjności akustycznej niż 20 dB. Dlatego przy doborze produktów należy zwracać uwagę nie tylko na ich współczynnik pochłaniania dźwięku, lecz również na ich zdolność do wzdłużnego tłumienia dźwięku.

- Gemeentehuis, Westland
- Architektura: Cepezed
  - Parter
  - Perforacja Rd 2,5–16%
  - Kolor RAL 9016 biały beskidzki
  - System sufitu bandraster

## Wzdłużne tłumienie dźwięku w prefabrykowanych ściankach działowych

Zwłaszcza przy stosowaniu prefabrykowanych ścianek działowych wzdłużne tłumienie dźwięku przez sufit jest istotnym czynnikiem wpływającym na akustykę pomieszczenia. Poprzez sufit fale dźwiękowe przedostają się do obszaru przestrzeni międzysufitowej pod stropem i przechodzą do sąsiedniego pomieszczenia. W nim przechodzą przez sufit i są odbierane w drugim pomieszczeniu jako hałas szczątkowy. Różnicę emitowanego i odbieranego poziomu hałasu określa się mianem normalnej izolacyjności akustycznej i można ją sprawdzać w laboratorium.

## Doskonałe parametry izolacyjności akustycznej

W badaniach przeprowadzonych zgodnie z normą EN ISO 10848-2 Fural uzyskał bardzo dobre wyniki. Badaniu został podany sufit systemu bandraster oraz sufit bandraster z kasetonami z połączeniem zaciskowym z następującymi elementami zabudowy:

- perforowany sufit metalowy Fural
- wkładka dźwiękochonna z wełny mineralnej ptaszczu z folii PE
- gipsowo-kartonowa lub stalowa nakładka dźwiękoizolacyjna

Systemy zapewniają inwestorowi ew. najemcy szybkie i elastyczne dostosowanie pomieszczenia w przypadku zmiany przeznaczenia. Doskonała izolacyjność akustyczna pozwala na eliminację np. grodzi izolacyjnych z płyt gipsowo-kartonowych, co przekłada się na znaczną redukcję kosztów.

Również dodatkowe wyposażenie płyt sufitowych w układy chłodząco-grzewcze nie ma wpływu na wzdłużne tłumienie dźwięku. Podane wartości akustyczne uzyskuje się także w tego rodzaju zabudowie.

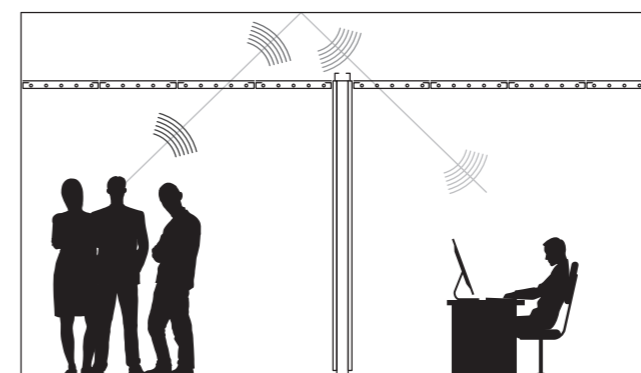
## Uzyskane wartości akustyczne

W kasetonach metalowych przykrytych płytami gipsowo-kartonowymi uzyskuje się do 56 dB wzdłużnego tłumienia dźwięku, zaś w kasetonach metalowych z pokrywą stalową – do 52 dB.

## Pomiar i ocena badania

Badaniu poddano normalną izolacyjność akustyczną zgodnie z EN ISO 10848-2. W laboratorium badawczym zamontowano nad normalną ścianką działową sufit, rozciągający się nad dwoma sąsiednimi pomieszczeniami. W jednym pomieszczeniu zamontowano nadajnik (głośnik), w drugim – odbiornik (mikrofon). Emitowany zdefiniowany dźwięk mierzony jest jako hałas wchodzący do pomieszczenia odbiorczego. Wzajemność wyników krzywej pomiarowej w zakresie częstotliwości od 100 Hz do 5000 Hz dokonuje się zgodnie z normą ISO 717-1.

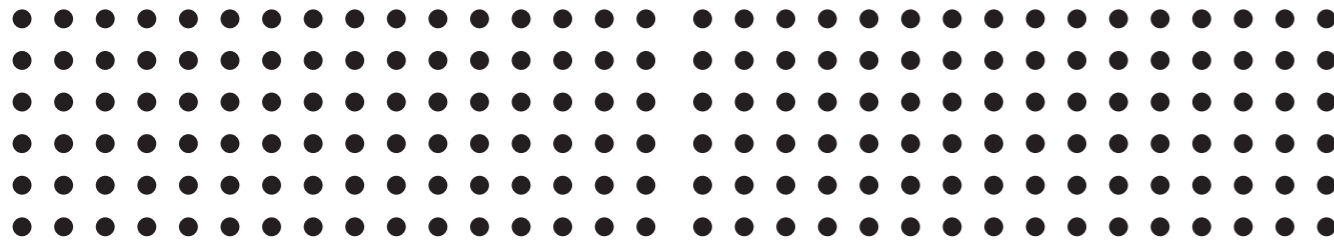
Im wyższa jest normalna izolacyjność akustyczna  $D_{n,f,w}$ , tym lepsze właściwości izolacyjne ma dany element konstrukcyjny. Wartości C ew.  $C_{tr}$  dają dodatkową informację o właściwościach elementu konstrukcyjnego. C informuje o właściwościach izolacyjnych wobec wyrównanych widm częstotliwości, takich jak hałasy pochodzące z biur, mieszkań oraz z ruchu ulicznego. Wartość  $C_{tr}$  można zastosować do oceny dźwięków z dużym udziałem tonów niskich (hałas pochodzący z samolotów, z ruchu kołowego).





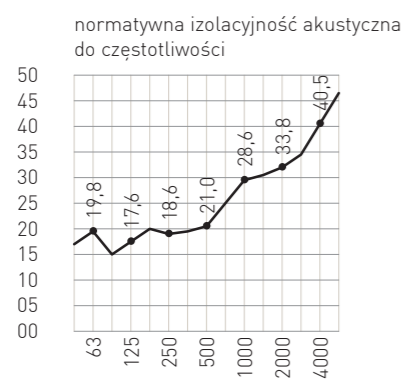
# ZACISKOWE SUFITY BANDRASTER

Budynki Dworca Głównego w Berlinie



**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłoność akustyczna**



**Wys. zawieszania** 720 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizeolina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/32  
ocena izolacyjności akustycznej  
 $D_{n,fw} [C; C_w]$  27 [-1; -3] dB

**Nakład** 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE



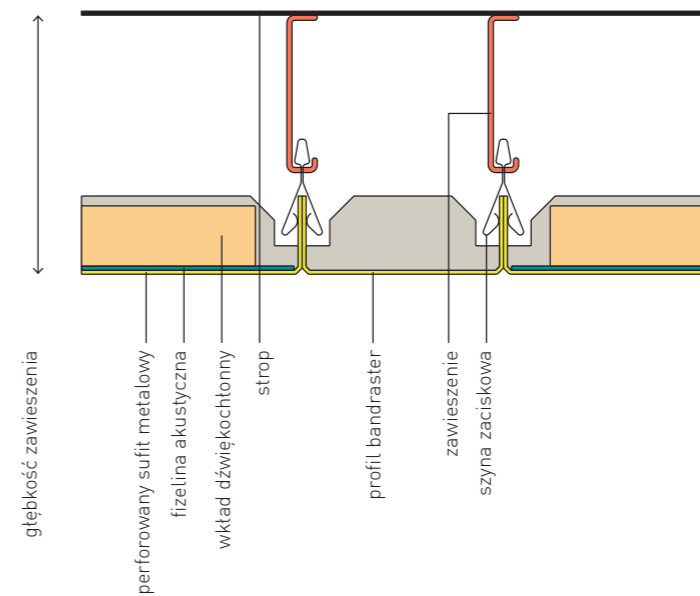
**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Chłoność akustyczna**



**Wys. zawieszania** 720 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizeolina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/33<sup>a</sup>  
ocena izolacyjności akustycznej  
 $D_{n,fw} [C; C_w]$  44 [-1; -6] dB

**Nakład** 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE  
12,5 mm pokrywa z płyt gipsowo-kartonowych



**Systemy sufitów bandrastrer zaciskanych**

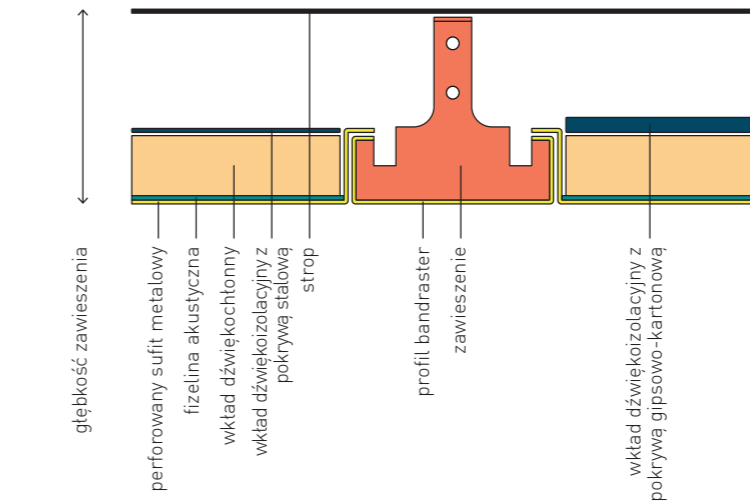
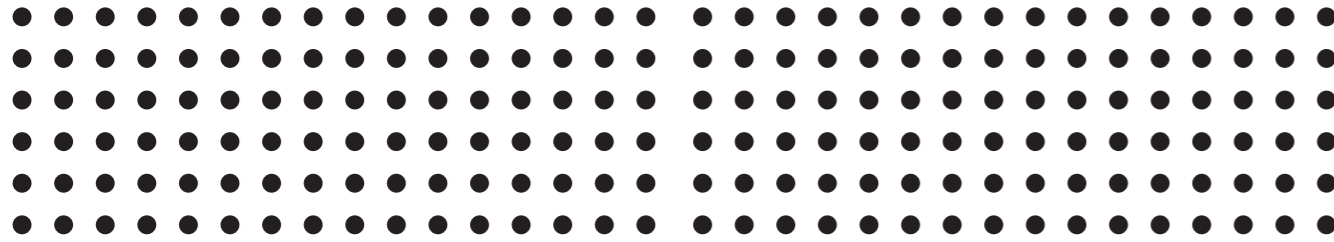
Systemy sufitów bandrastrer zaciskanych zachwycają doskonałą estetyką: Dzięki precyzyjnym podwójnym wypustkom zaciskowym można montować kasetony bez naprężeń montażowych, co niweluje różnice wysokości w widoku od spodu.

Zaletą systemów sufitów zaciskanych jest to, że profil bandrastrer można zawsze wyjąć z powierzchni sufitowej bez konieczności demontażu sąsiednich pól. Jest to możliwe, ponieważ właściwą funkcję nośną spełnia konstrukcja szyn zaciskowych.

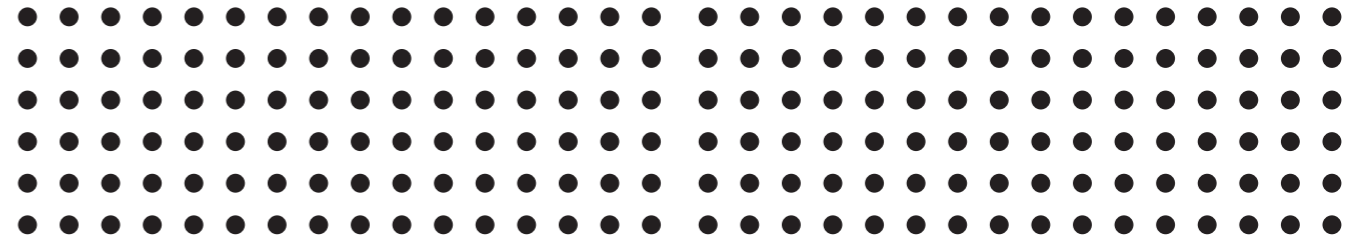


# SUFITY BANDRASTER

CJIB, Leeuwarden



**Systemy sufitów bandraster**  
Sufity bandraster umożliwiają projektantowi wysoki stopień elastyczności: wygląd sufitu można dopasować do układu konstrukcyjnego budynku, w systemie można mocować ścianki działowe, a sufit może spełniać wysokie wymagania w zakresie wzdłużnego tłumienia dźwięku.



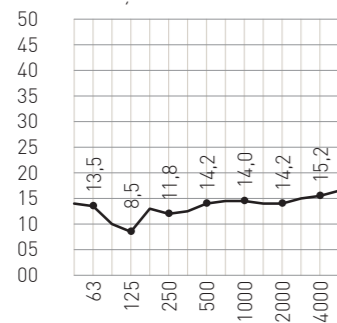
**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

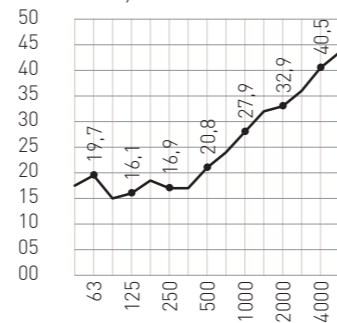
**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

**Fural**  
Rg 2,5 - 16 %  
Perforacja Ø 2,5 mm  
Udział otworów 16 %  
Szerokość maks. 1.460 mm  
Opis wg. DIN 24041 Rg 2,50 - 5,50  
Odstęp poziomo 5,50 mm →  
Odstęp pionowo 5,50 mm ↓  
Odstęp po przekątnej 7,78 mm ↘  
Kierunek perforacji →

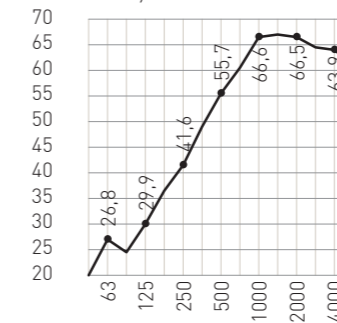
**Chłoność akustyczna** normatywna izolacyjność akustyczna do częstotliwości



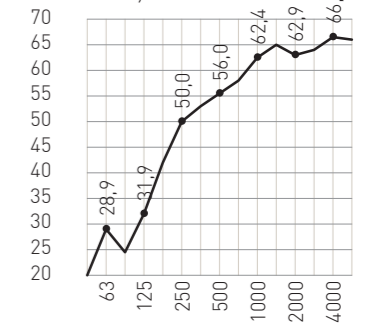
**Chłoność akustyczna** normatywna izolacyjność akustyczna do częstotliwości



**Chłoność akustyczna** normatywna izolacyjność akustyczna do częstotliwości



**Chłoność akustyczna** normatywna izolacyjność akustyczna do częstotliwości



**Wys. zawieszenia** 720 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/28  
ocena izolacyjności akustycznej  
 $D_{n,fw} [C;C_w]$  14 [0; 0] dB  
**Nakład** bez

**Wys. zawieszenia** 720 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/29  
ocena izolacyjności akustycznej  
 $D_{n,fw} [C;C_w]$  26 [-1; -3] dB  
**Nakład** 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE

**Wys. zawieszenia** 720 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/30  
ocena izolacyjności akustycznej  
 $D_{n,fw} [C;C_w]$  52 [-2; -9] dB  
**Nakład** 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE pokrywa z stali 1,0 mm

**Wys. zawieszenia** 720 mm  
Wkład absorbujący wklejana fizelina akustyczna  
Raport pomiarowy 07.12.2010 M 61840/31  
ocena izolacyjności akustycznej  
 $D_{n,fw} [C;C_w]$  56 [-4; -11] dB  
**Nakład** 30 mm wełny mineralnej 45 kg/m<sup>3</sup> w folii PE pokrywa z płyty gipsowo-kartonowej 12,5 mm



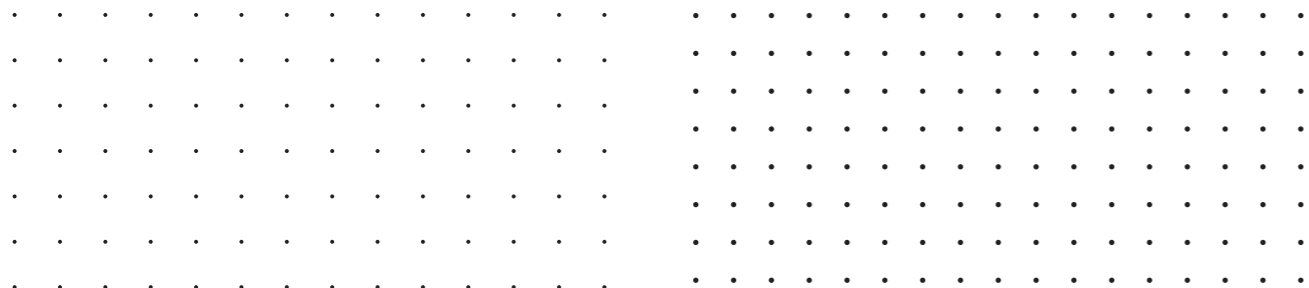
współczynnik pochłaniania dźwięku według identycznego układu pomiarowego na stronie 55



współczynnik pochłaniania dźwięku według identycznego układu pomiarowego na stronie 55

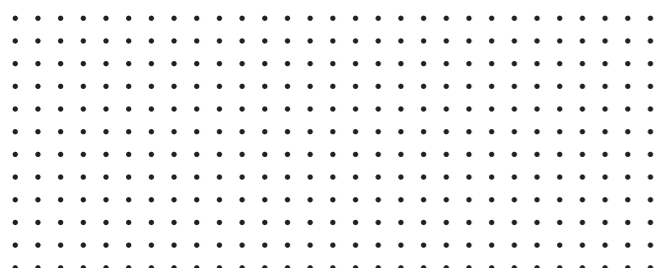


# BADANE PERFORACJE 1

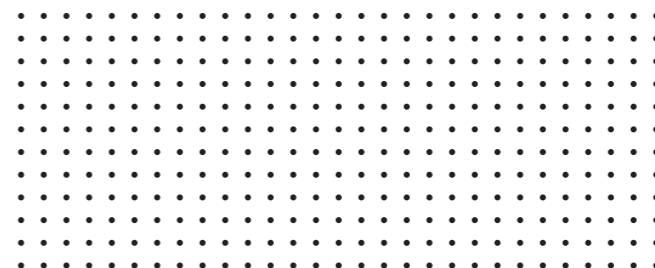


	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 0,7 - 1%
Udział otworów	0,7 mm
Szerokość maks.	1,197 mm
Opis wg. DIN 24041	Rg 0,70 - 6,00
Odstęp poziomo	6,00 mm →
Odstęp pionowo	6,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	8,48 mm ↘
Kierunek perforacji	→
Wys. zawieszenia	200 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizelina akustyczna
Raport pomiarowy	31.08.2007 P-BA 231/2007
NRC	0,65
$\alpha_w$	0,50 (LM)
Kl. pochł. dźwięku	D [EN 11654]
Nakład	bez

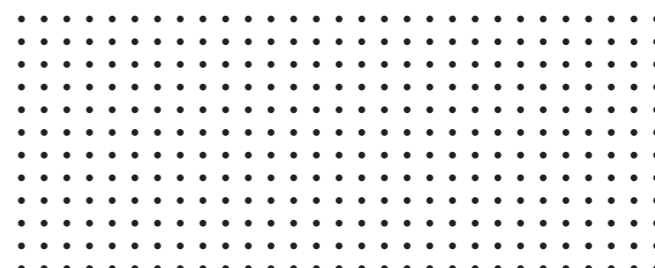
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 0,7 - 1,5%
Udział otworów	0,7 mm
Szerokość maks.	1,400 mm
Opis wg. DIN 24041	Rg 0,70 - 5,00
Odstęp poziomo	5,00 mm →
Odstęp pionowo	5,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	7,07 mm ↘
Kierunek perforacji	→
Wys. zawieszenia	200 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizelina akustyczna
Raport pomiarowy	04.12.2019 M105629
NRC	0,60
$\alpha_w$	0,50 (L)
Kl. pochł. dźwięku	D [EN 11654]
Nakład	bez



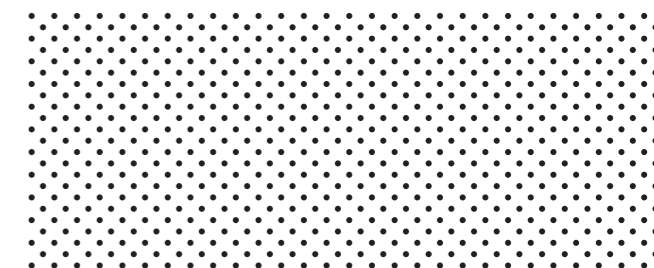
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 0,7 - 4%
Udział otworów	0,7 mm
Szerokość maks.	1,197 mm
Opis wg. DIN 24041	Rg 0,70 - 3,00
Odstęp poziomo	3,00 mm →
Odstęp pionowo	3,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	4,24 mm ↘
Kierunek perforacji	→
Wys. zawieszenia	200 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizelina akustyczna
Raport pomiarowy	31.08.2007 P-BA 219/2007
NRC	0,80
$\alpha_w$	0,75 (LM)
Kl. pochł. dźwięku	C [EN 11654]
Nakład	bez



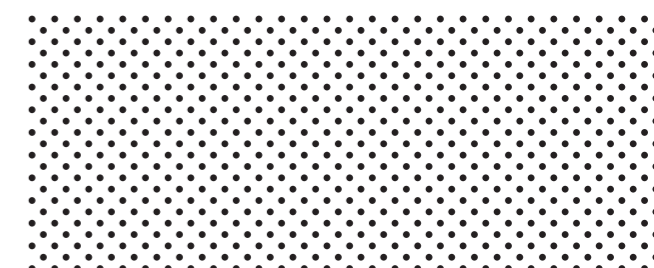
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 0,8 - 6%
Udział otworów	0,8 mm
Szerokość maks.	1,400 mm
Opis wg. DIN 24041	Rg 0,80 - 3,00
Odstęp poziomo	3,00 mm →
Odstęp pionowo	3,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	4,24 mm ↘
Kierunek perforacji	→
Wys. zawieszenia	200 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizelina akustyczna
Raport pomiarowy	09.06.2017 M105629/17
NRC	0,75
$\alpha_w$	0,75
Kl. pochł. dźwięku	C [EN 11654]
Nakład	bez



	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 0,9 - 7%
Udział otworów	0,9 mm
Szerokość maks.	1,022 mm
Opis wg. DIN 24041	Rg 0,90 - 3,00
Odstęp poziomo	3,00 mm →
Odstęp pionowo	3,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	4,24 mm ↘
Kierunek perforacji	→
Wys. zawieszenia	200 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizelina akustyczna
Raport pomiarowy	30.09.2019 M105629/44
NRC	0,75
$\alpha_w$	0,70
Kl. pochł. dźwięku	C [EN 11654]
Nakład	bez

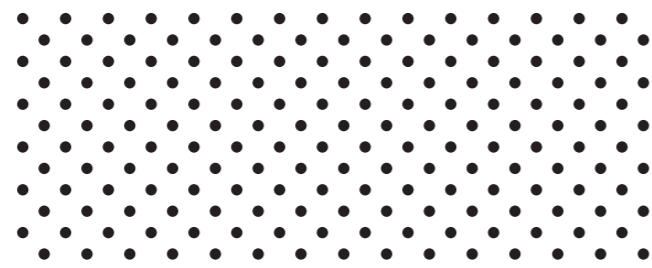
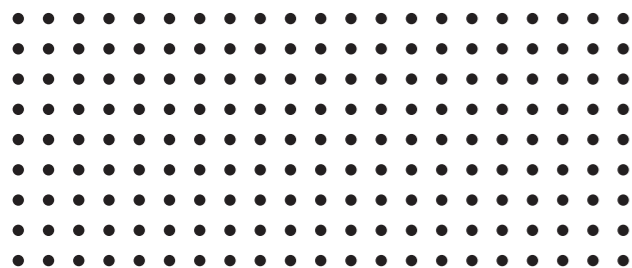


	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 0,8 - 11%
Udział otworów	0,8 mm
Szerokość maks.	1,400 mm
Opis wg. DIN 24041	Rd 0,80 - 2,12
Odstęp poziomo	3,00 mm →
Odstęp pionowo	1,50 mm ↓
Odstęp po przekątnej	2,12 mm ↘
Kierunek perforacji	→
Wys. zawieszenia	200 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizelina akustyczna
Raport pomiarowy	09.06.2017 M105629/18
NRC	0,75
$\alpha_w$	0,70
Kl. pochł. dźwięku	C [EN 11654]
Nakład	bez



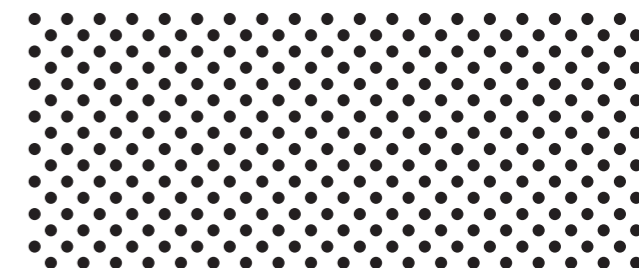
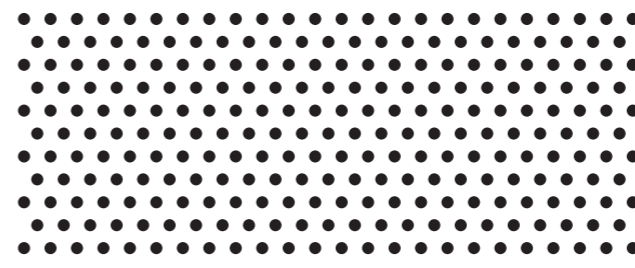
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 0,9 - 14%
Udział otworów	0,9 mm
Szerokość maks.	1,022 mm
Opis wg. DIN 24041	Rd 0,90 - 2,12
Odstęp poziomo	3,00 mm →
Odstęp pionowo	1,50 mm ↓
Odstęp po przekątnej	2,12 mm ↘
Kierunek perforacji	→
Wys. zawieszenia	400 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizelina akustyczna
Raport pomiarowy	17.11.2012 7178-12-2
NRC	0,55
$\alpha_w$	0,55 (LH)
Kl. pochł. dźwięku	D [EN 11654]
Nakład	bez

## BADANE PERFORACJE 2



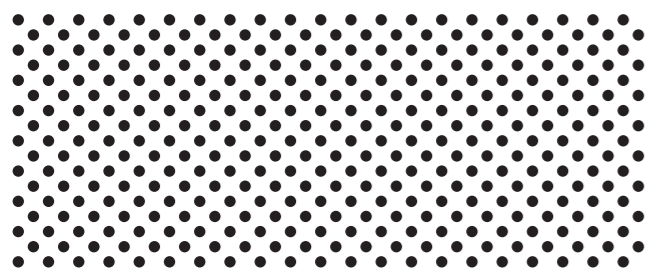
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 1,5 - 11%
Udział otworów	1,5 mm
Szerokość maks.	11%
Opis wg. DIN 24041	1.488 mm
Odstęp poziomo	Rg 1,50 - 4,00
Odstęp pionowo	4,00 mm →
Odstęp po przekątnej	4,00 mm ↓
Kierunek perforacji	5,65 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	07.12.2010 M 61840/6
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,75
Nakład	C [EN 11654]
	bez

	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 1,5 - 11%
Udział otworów	1,5 mm
Szerokość maks.	11%
Opis wg. DIN 24041	1.470 mm
Odstęp poziomo	Rd 1,50 - 4,00
Odstęp pionowo	5,66 mm →
Odstęp po przekątnej	2,83 mm ↓
Kierunek perforacji	4,00 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	07.12.2010 M 61840/6
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,75
Nakład	C [EN 11654]
	bez

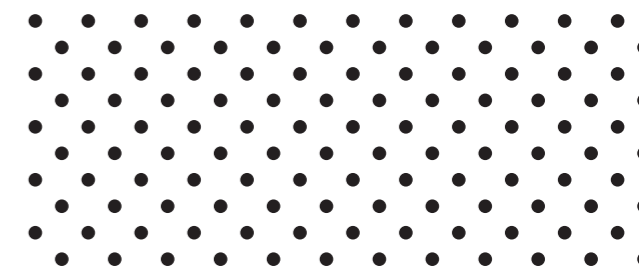
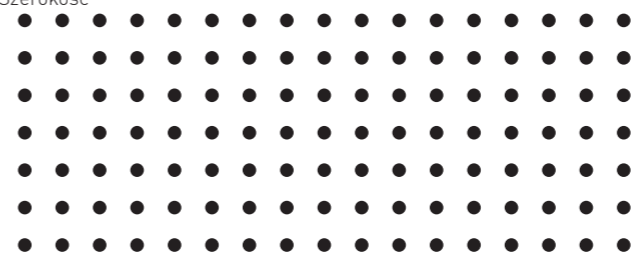


	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rv 1,6 - 20%
Udział otworów	1,6 mm
Szerokość maks.	20%
Opis wg. DIN 24041	1.450 mm
Odstęp poziomo	Rv 1,60 - 3,50
Odstęp pionowo	3,50 mm →
Odstęp po przekątnej	3,03 mm ↓
Kierunek perforacji	3,50 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	14.12.2006 P-BA 279/2006
$\alpha_w$	0,74
Kl. pochł. dźwięku	0,80
Nakład	B [EN 11654]
	bez

	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 1,6 - 22%
Udział otworów	1,6 mm
Szerokość maks.	22%
Opis wg. DIN 24041	636,4 mm
Odstęp poziomo	Rd 1,60 - 3,00
Odstęp pionowo	4,30 mm →
Odstęp po przekątnej	2,15 mm ↓
Kierunek perforacji	3,00 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	09.06.2017 M 105629/19
$\alpha_w$	0,70
Kl. pochł. dźwięku	0,70
Nakład	C [EN 11654]
	bez



Szerokość

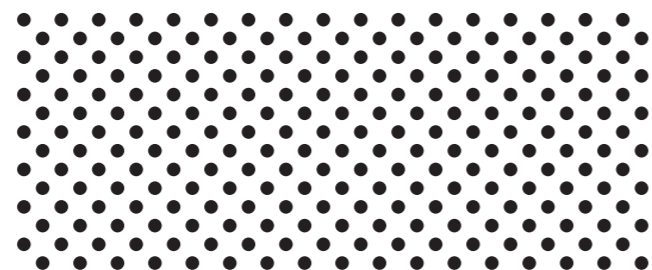
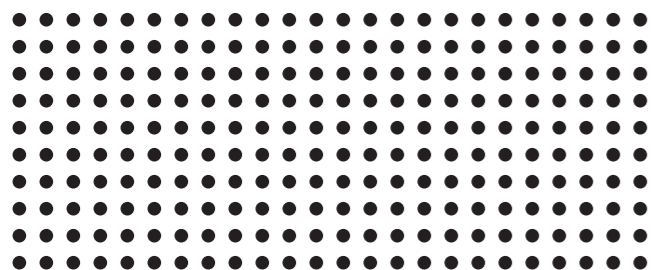


	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 1,5 - 22%
Udział otworów	1,5 mm
Szerokość maks.	22%
Opis wg. DIN 24041	1.488 mm
Odstęp poziomo	Rd 1,50 - 2,83
Odstęp pionowo	4,00 mm →
Odstęp po przekątnej	2,00 mm ↓
Kierunek perforacji	2,83 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	07.12.2010 M 61840/5
$\alpha_w$	0,70
Kl. pochł. dźwięku	0,70
Nakład	C [EN 11654]
	bez

	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 1,8 - 10%
Udział otworów	1,8 mm
Szerokość maks.	10%
Opis wg. DIN 24041	1.400 mm
Odstęp poziomo	Rg 1,80 - 4,95
Odstęp pionowo	4,95 mm →
Odstęp po przekątnej	4,95 mm ↓
Kierunek perforacji	7,00 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	07.12.2010 M 61840/4
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,75
Nakład	C [EN 11654]
	bez

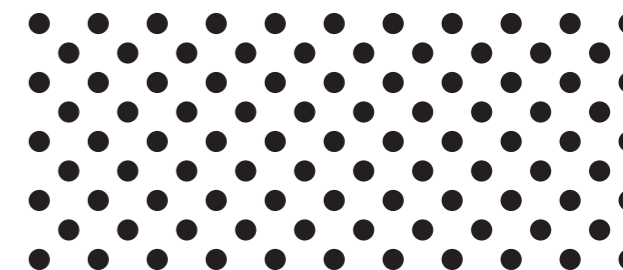
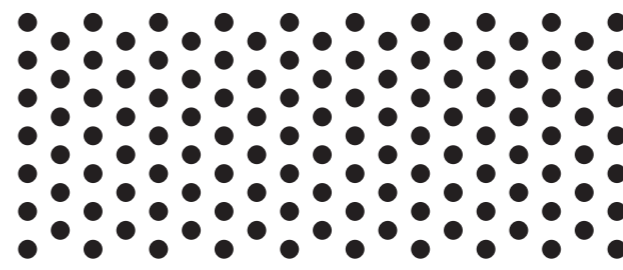
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 1,8 - 10%
Udział otworów	1,8 mm
Szerokość maks.	10%
Opis wg. DIN 24041	728 mm
Odstęp poziomo	Rd 1,80 - 4,95
Odstęp pionowo	7,00 mm →
Odstęp po przekątnej	3,50 mm ↓
Kierunek perforacji	4,95 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	07.12.2010 M 61840/4
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,75
Nakład	C [EN 11654]
	bez

# BADANE PERFORACJE 3



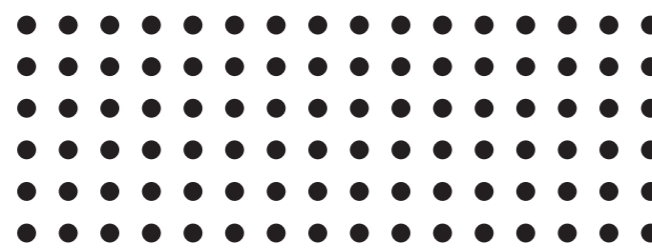
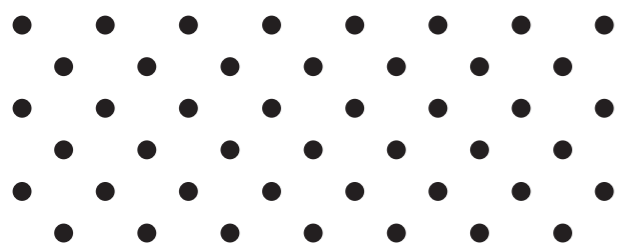
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 1,8 - 20%
Udział otworów	1,8 mm
Szerokość maks.	20%
Opis wg. DIN 24041	632 mm
Odstęp poziomo	Rg 1,80 - 3,57
Odstęp pionowo	3,57 mm →
Odstęp po przekątnej	3,57 mm ↓
Kierunek perforacji	5,04 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	P-BA 220/2007 rys. 2
$\alpha_w$	0,75
Kl. pochł. dźwięku	0,75
Nakład	C [EN 11654]
	bez

	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 1,8 - 21%
Udział otworów	1,8 mm
Szerokość maks.	21%
Opis wg. DIN 24041	1.400 mm
Odstęp poziomo	Rd 1,80 - 3,50
Odstęp pionowo	4,96 mm →
Odstęp po przekątnej	2,48 mm ↓
Kierunek perforacji	3,50 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	31.08.2007 P-BA 220/2007 rys. 2
$\alpha_w$	0,75
Kl. pochł. dźwięku	0,75
Nakład	C [EN 11654]
	bez



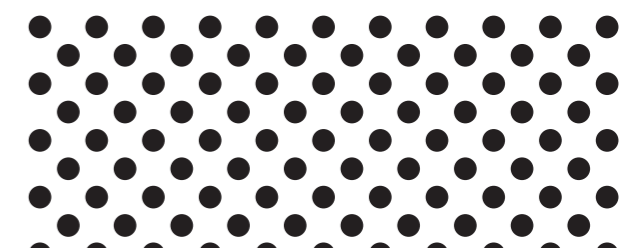
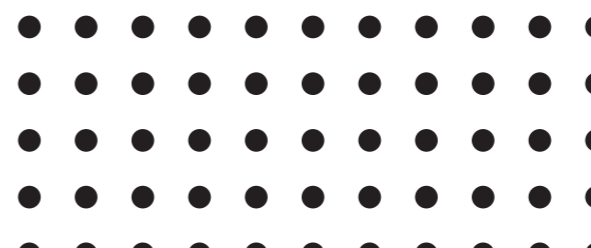
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rv 2,5 - 23%
Udział otworów	2,5 mm
Szerokość maks.	23%
Opis wg. DIN 24041	1.467 mm
Odstęp poziomo	Rv 2,50 - 5,00
Odstęp pionowo	8,66 mm →
Odstęp po przekątnej	2,50 mm ↓
Kierunek perforacji	5,00 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	07.12.2010 M 61840/7
$\alpha_w$	0,75
Kl. pochł. dźwięku	0,75 (L)
Nakład	C [EN 11654]
	bez

	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 2,8 - 20%
Udział otworów	2,8 mm
Szerokość maks.	20%
Opis wg. DIN 24041	627,9 mm
Odstęp poziomo	Rd 2,80 - 5,50
Odstęp pionowo	7,80 mm →
Odstęp po przekątnej	3,90 mm ↓
Kierunek perforacji	5,50 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	09.06.2017 M 105629/20
$\alpha_w$	0,75
Kl. pochł. dźwięku	0,75
Nakład	C [EN 11654]
	bez



	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 2,5 - 8%
Udział otworów	2,5 mm
Szerokość maks.	8%
Opis wg. DIN 24041	1.460 mm
Odstęp poziomo	Rd 2,50 - 7,80
Odstęp pionowo	11,0 mm →
Odstęp po przekątnej	5,50 mm ↓
Kierunek perforacji	7,78 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	14.12.2006 P-BA 279/2006 rys. 5
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,75
Nakład	C [EN 11654]
	bez

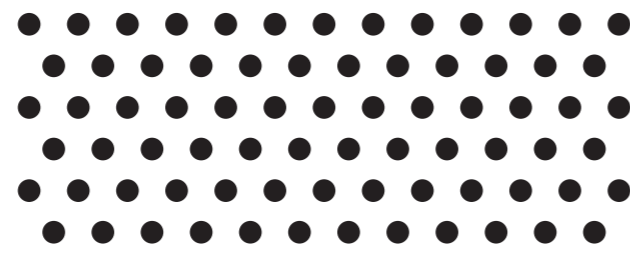
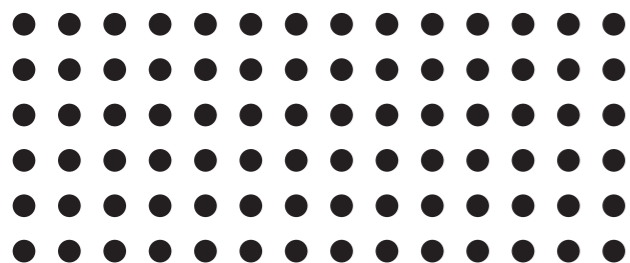
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 2,5 - 16%
Udział otworów	2,5 mm
Szerokość maks.	16%
Opis wg. DIN 24041	1.460 mm
Odstęp poziomo	Rg 2,50 - 5,50
Odstęp pionowo	5,50 mm →
Odstęp po przekątnej	5,50 mm ↓
Kierunek perforacji	7,78 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	14.12.2006 P-BA 279/2006 rys. 1
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,80
Nakład	B (DIN EN 11654)
	bez



	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 3,0 - 12%
Udział otworów	3,0 mm
Szerokość maks.	12%
Opis wg. DIN 24041	877,5 mm
Odstęp poziomo	Rg 3,00 - 7,50
Odstęp pionowo	7,50 mm →
Odstęp po przekątnej	7,50 mm ↓
Kierunek perforacji	10,6 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	30.09.2019 M 105629/43
$\alpha_w$	0,75
Kl. pochł. dźwięku	0,75
Nakład	C [EN 11654]
	bez

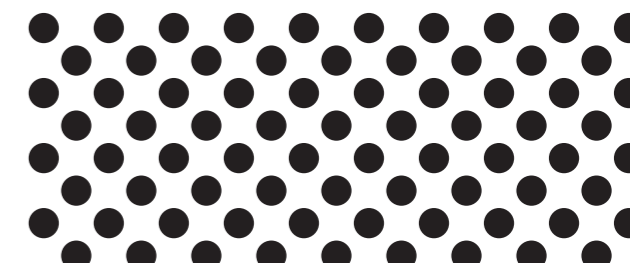
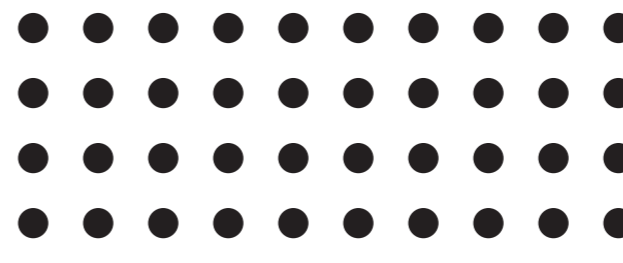
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 3,0 - 24%
Udział otworów	3,0 mm
Szerokość maks.	24%
Opis wg. DIN 24041	877,5 mm
Odstęp poziomo	Rd 3,00 - 5,30
Odstęp pionowo	7,50 mm →
Odstęp po przekątnej	3,75 mm ↓
Kierunek perforacji	5,30 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	30.09.2019 M 105629/45
$\alpha_w$	0,70
Kl. pochł. dźwięku	0,70
Nakład	C [EN 11654]
	bez

# BADANE PERFORACJE 4



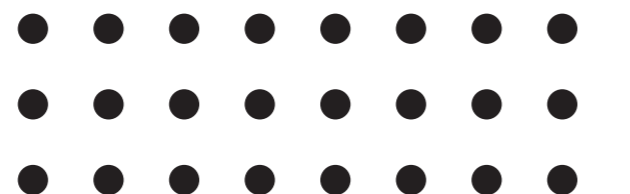
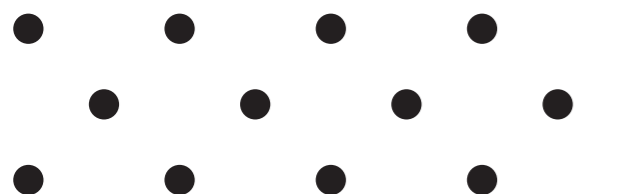
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 3,0 - 20 %
Udział otworów	3,0 mm
Szerokość maks.	20 %
Opis wg. DIN 24041	1.434 mm
Odstęp poziomo	Rg 3,00 - 6,00
Odstęp pionowo	6,0 mm →
Odstęp po przekątnej	6,0 mm ↓
Kierunek perforacji	8,48 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	P-BA 221/2007 rys. 2
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,75 (L)
Nakład	C [EN 11654]
	bez

	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rv 3,0 - 20 %
Udział otworów	3,0 mm
Szerokość maks.	20 %
Opis wg. DIN 24041	1.402 mm
Odstęp poziomo	Rv 3,00 - 6,35
Odstęp pionowo	6,35 mm →
Odstęp po przekątnej	5,50 mm ↓
Kierunek perforacji	6,35 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	P-BA 221/2007 rys. 2
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,75 (L)
Nakład	C [EN 11654]
	bez



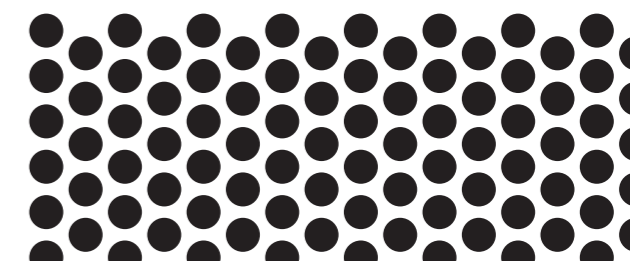
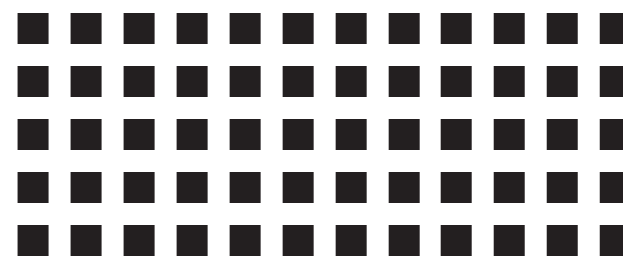
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 4,0 - 17 %
Udział otworów	4,0 mm
Szerokość maks.	17 %
Opis wg. DIN 24041	1.453 mm
Odstęp poziomo	Rg 4,00 - 8,60
Odstęp pionowo	8,60 mm →
Odstęp po przekątnej	8,60 mm ↓
Kierunek perforacji	12,1 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	P-BA 279/2006 rys. 7
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,80
Nakład	B [EN 11654]
	bez

	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 4,0 - 33 %
Udział otworów	4,0 mm
Szerokość maks.	33 %
Opis wg. DIN 24041	1.450 mm
Odstęp poziomo	Rd 4,00 - 6,10
Odstęp pionowo	8,60 mm →
Odstęp po przekątnej	4,30 mm ↓
Kierunek perforacji	6,10 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	P-BA 279/2006 rys. 3
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,80
Nakład	B [EN 11654]
	bez



	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rd 4,0 - 6 %
Udział otworów	4,0 mm
Szerokość maks.	6 %
Opis wg. DIN 24041	680 mm
Odstęp poziomo	Rd 4,00 - 14,14
Odstęp pionowo	20,00 mm →
Odstęp po przekątnej	10,00 mm ↓
Kierunek perforacji	14,14 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana włóknina akustyczna
NRC	30.09.2019 M105629/46
$\alpha_w$	0,65
Kl. pochł. dźwięku	0,65
Nakład	C [EN 11654]
	bez

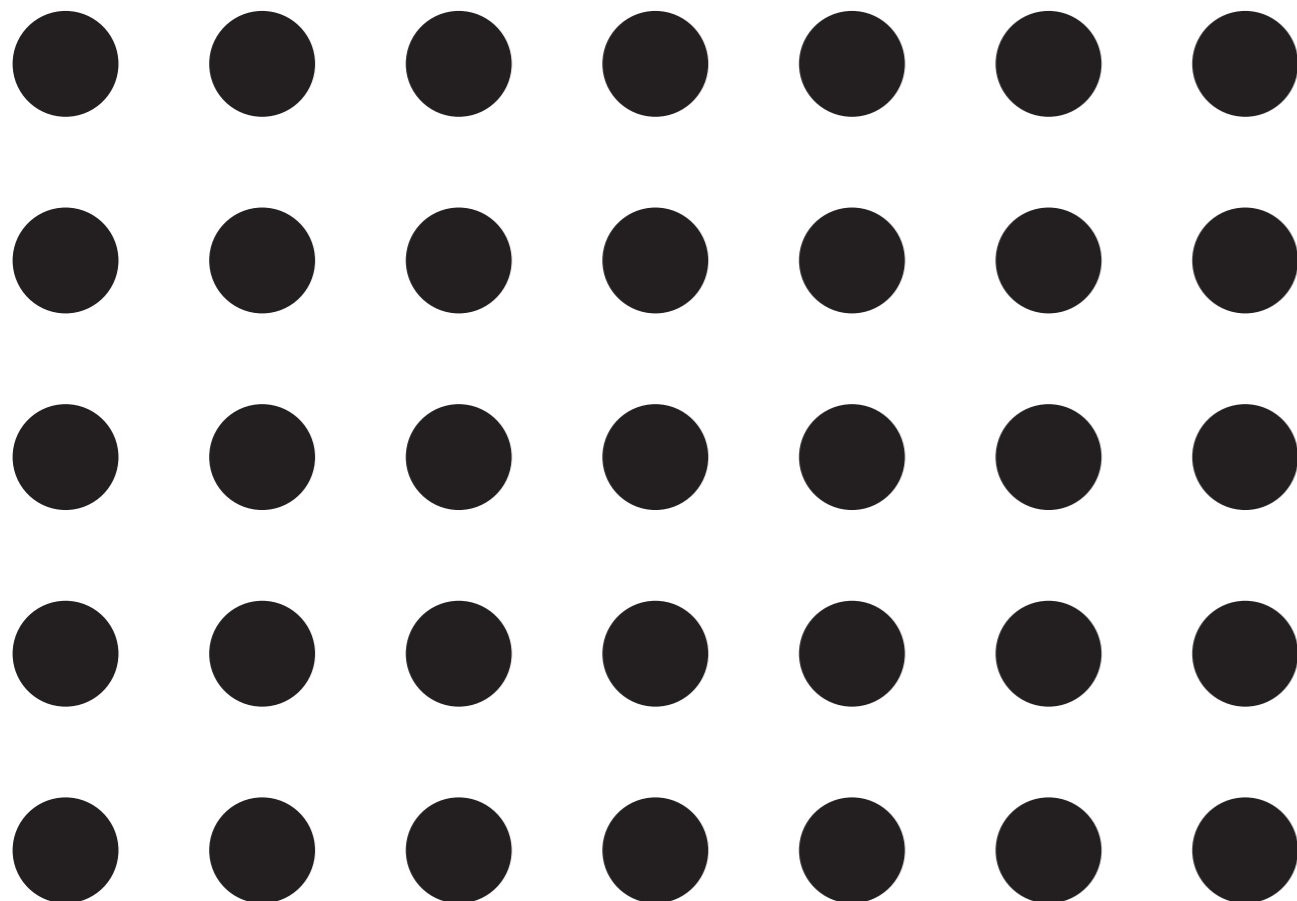
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rg 4,0 - 12 %
Udział otworów	4,0 mm
Szerokość maks.	12 %
Opis wg. DIN 24041	680 mm
Odstęp poziomo	Rg 4,00 - 10,00
Odstęp pionowo	10,00 mm →
Odstęp po przekątnej	10,00 mm ↓
Kierunek perforacji	14,14 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	30.09.2019 M105629/48
$\alpha_w$	0,75
Kl. pochł. dźwięku	0,75
Nakład	C [EN 11654]
	bez



	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Qg 4,0 - 33 %
Udział otworów	4,0 mm
Szerokość maks.	33 %
Opis wg. DIN 24041	630 mm
Odstęp poziomo	Qg 4,00 - 7,00
Odstęp pionowo	7,00 mm →
Odstęp po przekątnej	7,00 mm ↓
Kierunek perforacji	9,89 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	P-BA 279/2006 rys. 4
$\alpha_w$	0,80
Kl. pochł. dźwięku	0,80
Nakład	B [EN 11654]
	bez

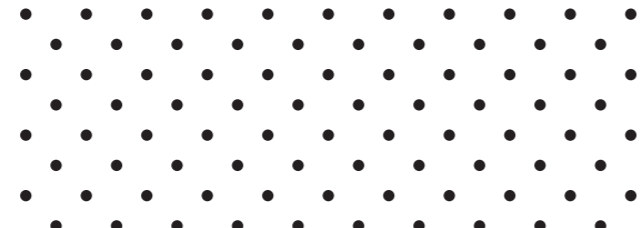
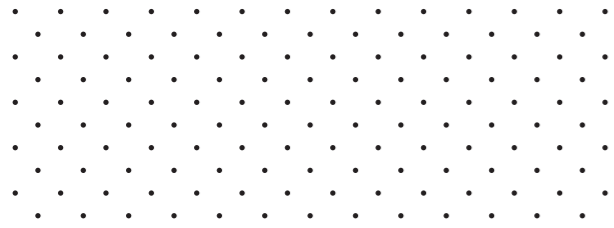
	<b>Fural</b>
Perforacja Ø	Rv 4,5 - 51 %
Udział otworów	4,5 mm
Szerokość maks.	51 %
Opis wg. DIN 24041	627 mm
Odstęp poziomo	Rv 4,50 - 6,00
Odstęp pionowo	10,4 mm →
Odstęp po przekątnej	3,00 mm ↓
Kierunek perforacji	6,00 mm ↘
Wys. zawieszenia	→
Wkład absorbujący	200 mm
Raport pomiarowy	wklejana fizelina akustyczna
NRC	09.06.2017 M105629/21
$\alpha_w$	0,65
Kl. pochł. dźwięku	0,65 (L)
Nakład	C [EN 11654]
	bez

## BADANE PERFORACJE 5



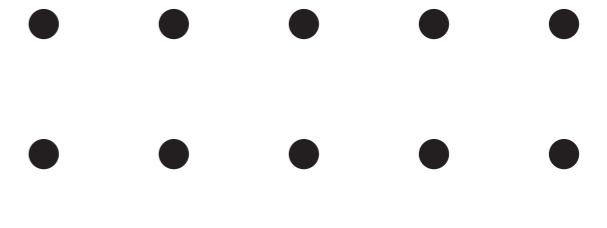
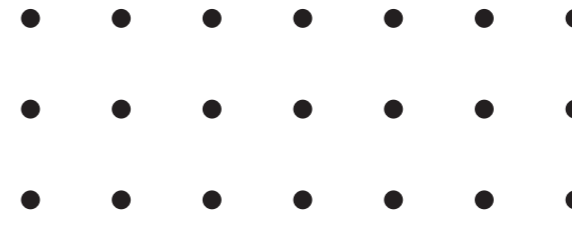
	<b>Fural</b>
	Rg 14,0 - 23 %
Perforacja $\emptyset$	14,0 mm
Udział otworów	23 %
Szerokość maks.	598 mm
Opis wg. DIN 24041	Rg 14,00 - 26,00
Odstęp poziomo	26,00 mm →
Odstęp pionowo	26,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	36,76 mm ↘
Kierunek perforacji	→
Wys. zawieszenia	200 mm
Wkład absorbujący	wklejana fizelina akustyczna
Raport pomiarowy	P-BA 279/2006 rys. 8
NRC	0,75
$\alpha_w$	0,75 (L)
Kl. pochł. dźwięku	C [EN 11654]
Nakład	bez

# PERFORACJE NIEBADANE



	<b>Fural</b>
	Rd 0,7 - 2%
Perforacja Ø	0,7 mm
Udział otworów	2%
Szerokość maks.	1.140 mm
Opis wg. DIN 24041	Rd 0,70 - 6,00
Odstęp poziomo	6,00 mm →
Odstęp pionowo	3,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	4,24 mm ↘
Kierunek perforacji	→

	<b>Fural</b>
	Rd 1,5 - 6%
Perforacja Ø	1,5 mm
Udział otworów	6%
Szerokość maks.	1.486 mm
Opis wg. DIN 24041	Rd 1,50 - 8,00
Odstęp poziomo	8,00 mm →
Odstęp pionowo	4,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	5,65 mm ↘
Kierunek perforacji	→



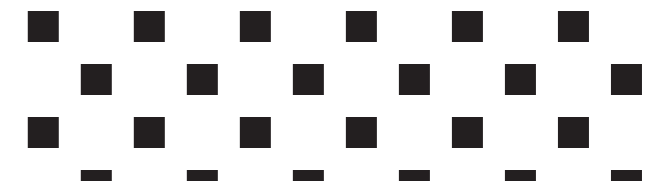
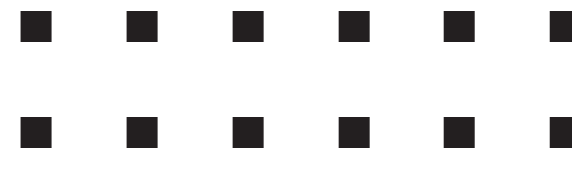
	<b>Fural</b>
	Rg 2,5 - 4%
Perforacja Ø	2,5 mm
Udział otworów	4%
Szerokość maks.	1.430 mm
Opis wg. DIN 24041	Rg 2,50 - 12,00
Odstęp poziomo	12,00 mm →
Odstęp pionowo	12,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	16,97 mm ↘
Kierunek perforacji	→

	<b>Fural</b>
	Rg 4,0 - 4%
Perforacja Ø	4,0 mm
Udział otworów	4%
Szerokość maks.	606 mm
Opis wg. DIN 24041	Rg 4,00 - 17,20
Odstęp poziomo	17,20 mm →
Odstęp pionowo	17,20 mm ↓
Odstęp po przekątnej	24,32 mm ↘
Kierunek perforacji	→



	<b>Fural</b>
	Rg 1,8 - 2%
Perforacja Ø	1,8 mm
Udział otworów	2%
Szerokość maks.	1.413 mm
Opis wg. DIN 24041	Rg 1,80 - 9,90
Odstęp poziomo	9,90 mm →
Odstęp pionowo	9,90 mm ↓
Odstęp po przekątnej	14,0 mm ↘
Kierunek perforacji	→

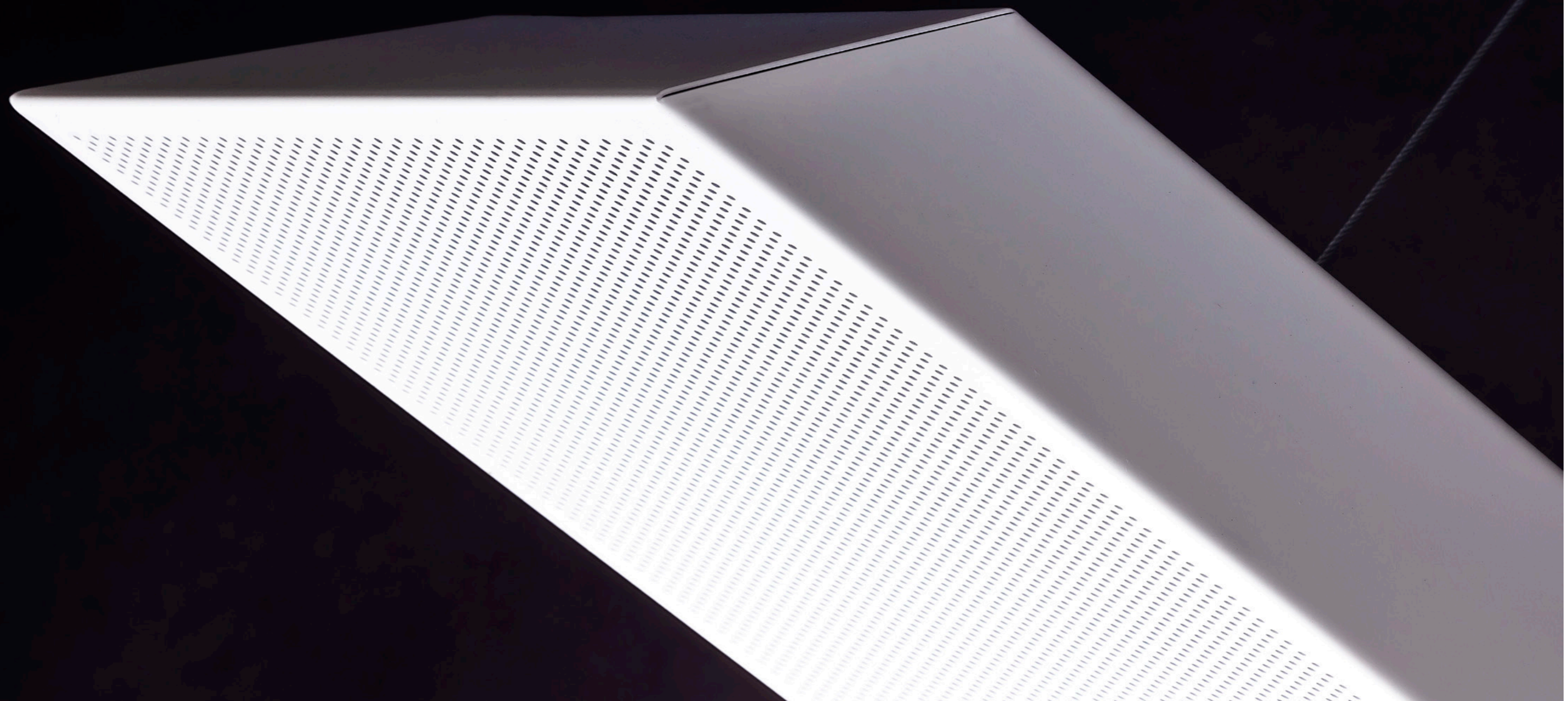
	<b>Fural</b>
	Rd 1,8 - 5%
Perforacja Ø	1,8 mm
Udział otworów	5%
Szerokość maks.	1.413 mm
Opis wg. DIN 24041	Rd 1,80 - 7,00
Odstęp poziomo	9,90 mm →
Odstęp pionowo	4,95 mm ↓
Odstęp po przekątnej	7,00 mm ↘
Kierunek perforacji	→



	<b>Fural</b>
	Qg 4,0 - 8%
Perforacja Ø	4,0 mm
Udział otworów	8%
Szerokość maks.	630 mm
Opis wg. DIN 24041	Qg 4,00 - 14,00
Odstęp poziomo	14,00 mm →
Odstęp pionowo	14,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	19,79 mm ↘
Kierunek perforacji	→

	<b>Fural</b>
	Qd 4,0 - 17%
Perforacja Ø	4,0 mm
Udział otworów	17%
Szerokość maks.	630 mm
Opis wg. DIN 24041	Qd 4,00 - 7,00
Odstęp poziomo	14,00 mm →
Odstęp pionowo	7,00 mm ↓
Odstęp po przekątnej	9,89 mm ↘
Kierunek perforacji	→







**Fural**

Systeme in Metall GmbH  
Cumberlandstraße 62  
4810 Gmunden  
Austria

T +43 7612 74 851 0  
F +43 7612 74 851 11  
E [fural@fural.at](mailto:fural@fural.at)  
W [fural.com](http://fural.com)

**Metalit**

AG  
Murmattenstrasse 7  
6233 Büron  
Szwajcaria

T +41 41 925 60 22  
F +41 41 925 60 29  
E [metalit@metalit.ch](mailto:metalit@metalit.ch)  
W [metalit.ch](http://metalit.ch)

**Dipling**

Werk GmbH  
Königsberger Straße 21  
35410 Frankfurt Hungen  
Niemcy

T +49 6402 52 58 77  
F +49 6402 75 85 79  
E [dipling@dipling.de](mailto:dipling@dipling.de)  
W [dipling.de](http://dipling.de)

Dystrybucja

Zakłady produkcyjne

AT Gmunden  
CH Büron  
DE Frankfurt Hungen  
CZ Prachatice

Filie

AT Gmunden  
CH Büron  
DE Frankfurt Hungen  
BE Wommelgem  
PL Mikołów

