

Wymagania akustyczne do projektu budowlanego zespołu oświatowego Bielicha, gmina Zakrzew działki ewidencyjne nr 368/2 i 369/3

Opracowali:

mgr inż. Ewa Urbańska

inż. Krzysztof Urbański

Warszawa, październik 2014 r.

1. Podstawa opracowania

W opracowaniu oparto się na następujących materiałach:

- projekt zagospodarowania terenu w skali 1:500 i projekt budowlany zespołu oświatowego w Bielisze, gmina Zakrzew w skali 1:100 opracowany w Pracowni Projektowej LSW Architekti, Warszawa, ul. Świdrska 110/17 - wrzesień 2014 r.
- Polska Norma PN - 87/B - 02151/02 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach”
- Polska Norma PN - B - 02151 - 3:1999 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania”
- Polska Norma PN - EN ISO 717 - 1: „Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Izolacyjność od dźwięków powietrznych”
- Polska Norma PN - EN ISO 717 - 2: „Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych”
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. „W sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku” (Dz. Ustaw nr 120/2007 poz. 826) ze zmianami z dnia 1 października 2012 r. (Dz. U. poz. 1109)
- Polska Norma PN - ISO 1996 - 1:2006 „Akustyka. Opis, pomiary i ocena hałasu środowiskowego. Część 1: Wielkości podstawowe i procedury oceny”
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Środowiska „Metody prognozowania hałasu komunikacyjnego” - Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1996 r.
- Instrukcja ITB 369/2002 „Właściwości dźwiękoizolacyjne przegród budowlanych i ich elementów” - Warszawa 2002 r.
- Instrukcja ITB 394/2004 „Zasady doboru podłóg z uwagi na izolacyjność od dźwięków uderzeniowych stropów masywnych” - Warszawa 2004 r.
- Instrukcja ITB 406/2005 „Metody obliczania izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami w budynku według PN - EN 12354 - 1:2002 i PN - EN 12354 - 2:2002” - Warszawa 2005 r.
- Instrukcja ITB 448/2009 „Właściwości dźwiękoizolacyjne ścian, dachów, okien i drzwi oraz nawiewników powietrza zewnętrznego” - Warszawa 2009 r.
- uzgodnienia międzybranżowe, literatura fachowa i aprobaty techniczne

2. Zakres opracowania

Opracowanie określa wymagania normatywne w środowisku zewnętrznym, dla pomieszczeń i przegród budowlanych zewnętrznych i wewnętrznych zespołu oświatowego, podaje rozwiązania materiałowe spełniające te wymagania oraz wytyczne ochrony przed hałasem do związanych branż (architektury, konstrukcji, wentylacji oraz instalacji c.o. i c.w.) w zakresie wymagań i warunków akustycznych zespołu oświatowego w Bieliszce, gmina Zakrzew.

3. Dane ogólne o projektowanej zabudowie

Projektowany zespół oświatowy położony jest w Bieliszce, gmina Zakrzew w odległości 30 m. od drogi wojewódzkiej nr 740 (ul. Przytycka). Najbliższe sąsiedztwo to jednorodzinna zabudowa mieszkaniowa, rolna i kościół. Zespół oświatowy składa się z 2 budynków, szkoły podstawowej położonej przy ul. Przytyckiej i przedszkola i znajdującego się w głębi działki.

Budynek szkoły podstawowej jest jedno/dwukondygnacyjny. Na parterze projektowane jest wejście do szkoły od strony ul. Przytyckiej, sale dydaktyczne, świetlica, jadalnia, barek z zapleczem, gabinet internistyczny, pomieszczenie socjalne, konserwatora, ochrony i woźnych, szatnie, pokój trenerów, rozdzielnia elektryczna, pomieszczenie teletechniczne i w wydzielonej części jednokondygnacyjna sala gimnastyczna z zapleczem - szatnie, łazienki i magazyn sprzętu. Na piętrze znajdują się sale dydaktyczne, pracownia przyrodnicza z zapleczem, biblioteka z zapleczem, dyrekcja, pokój nauczycielski, sekretariat, administracja, gabinet logopedy/psychologa, archiwum, pomieszczenie socjalne, gospodarcze i kotłownia gazowa.

Budynek przedszkola jest jednokondygnacyjny. Na parterze projektowane jest wejście do przedszkola, sale przedszkolne z łazienką i magazynem, sala wielofunkcyjna z zapleczem, dyrekcja, sekretariat, pokój nauczycielski, gabinet logopedy, jadalnia, kuchnia z zapleczem, pomieszczenia administracyjne, socjalne, ochrony, szatnie, rozdzielnia elektryczna, pomieszczenie teletechniczne, kotłownia gazowa i śmietnik.

Na terenie zespołu oświatowego projektowane są boiska duże i małe, place zabaw i apełowy, parkingi dla samochodów osobowych od strony ul. Przytyckiej i północnej przy przedszkolu oraz zatoka autobusowa od strony zachodniej. Wejście na teren jest od strony ul. Przytyckiej i północnej, wjazd na działkę jest od strony ul. Przytyckiej, zachodniej i północnej.

W budynkach szkoły podstawowej i przedszkola w Bieliszce projektowana jest wentylacja mechaniczna nawiewno - wywiewna pomieszczeń realizowana urządzeniami umieszczonymi na dachach budynków szkoły podstawowej i przedszkola zespołu oświatowego w Bieliszce.

4. Dopuszczalne poziomy dźwięku A w środowisku i pomieszczeniach

* poziomy dźwięku w środowisku

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. „W sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku” (Dz. U. nr 120/2007 poz. 826) ze zmianami z dnia 1 października 2012 r. (Dz. U. poz. 1109) podaje w tabeli 1 „Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie elektroenergetyczne, wyrażone wskaźnikami L_{AeqD} i L_{AeqN} , które to wskaźniki mają zastosowanie do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska, w odniesieniu do jednej doby” dopuszczalne poziomy hałasu wyrażone równoważnym poziomem dźwięku A w zależności od lokalizacji tego terenu.

Dopuszczalny poziom hałasu wyrażony równoważnym poziomem dźwięku A L_{AeqD} i L_{AeqN} w środowisku zależy od:

- kwalifikacji terenu, na którym jest zlokalizowana analizowana inwestycja oraz od kwalifikacji terenów sąsiadujących z działką inwestycji
- grupy źródeł hałasu do której zaliczone są emitowane przez inwestycję hałasy

Projektowany zespół oświatowy w Bieliszce położony jest wśród jednorodzinnej zabudowy mieszkaniowej, rolnej i kościoła.

Rozpatrywany teren jednorodzinnej zabudowy mieszkaniowej zakwalifikowano do grupy 2a „tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej”. Dla tej grupy dopuszczalny poziom dźwięku

A hałasu zewnętrznych urządzeń wentylacyjnych wyrażony równoważnym poziomem dźwięku L_{AeqD} i L_{AeqN} w dB wynosi:

$$L_{AeqD} = 50 \text{ dB w porze dnia godz. 6 - 22}$$

$$L_{AeqN} = 40 \text{ dB w porze nocy godz. 22 - 6}$$

Dopuszczalne równoważne wartości poziomu hałasu dotyczą:

- pora dnia - przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia, kolejno po sobie następującym
- pora nocy - przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. „W sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku”, przebiegające w pobliżu inwestycji ciągi komunikacyjne, a także obiekty kościelne i rolne nie zaliczają się do terenów chronionych akustycznie i nie określa się dla nich dopuszczalnych wartości poziomu hałasu w środowisku.

* poziomy dźwięku w pomieszczeniach

Polska Norma PN - 87/B - 02151/02 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach” podaje w tablicy 1 „Dopuszczalny poziom dźwięku A w pomieszczeniach przeznaczonych do przebywania ludzi”:

Dopuszczalny równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia od wszystkich źródeł hałasu łącznie wynosi:

- klasy w przedszkolach: $L_{Aeq} = 35 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- klasy i pracownie szkolne (za wyjątkiem pracowni zajęć technicznych):
 $L_{Aeq} = 40 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- gabinet lekarski: $L_{Aeq} = 35 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- pomieszczenia do pracy umysłowej wymagającej silnej koncentracji uwagi (gabinety i biblioteka) $L_{Aeq} = 35 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- pomieszczenia administracyjne z wewnętrznymi źródłami hałasu:
 $L_{Aeq} = 45 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- pomieszczenia administracyjne bez wewnętrznych źródeł hałasu:
 $L_{Aeq} = 40 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- sala gimnastyczna: $L_{Aeq} = 50 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- halle, korytarze $L_{Aeq} = 50 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- pozostałe pomieszczenia - nienormowane

Dopuszczalny równoważny L_{Aeq} i maksymalny L_{Amax} poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia od wyposażenia technicznego budynku oraz innych urządzeń w budynku i poza budynkiem:

- klasy w przedszkolach: $L_{Aeq} = 30 \text{ dB}, L_{Amax} = 35 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- klasy i pracownie szkolne (za wyjątkiem pracowni zajęć technicznych):
 $L_{Aeq} = 35 \text{ dB}, L_{Amax} = 40 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- gabinet lekarski: $L_{Aeq} = 30 \text{ dB}, L_{Amax} = 35 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- pomieszczenia do pracy umysłowej wymagającej silnej koncentracji uwagi (gabinety i biblioteka):
 $L_{Aeq} = 30 \text{ dB}, L_{Amax} = 35 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- pomieszczenia administracyjne z wewnętrznymi źródłami hałasu:
 $L_{Aeq} = 40 \text{ dB}, L_{Amax} = 45 \text{ dB w godz. 6 - 22}$
- pomieszczenia administracyjne bez wewnętrznych źródeł hałasu:
 $L_{Aeq} = 35 \text{ dB}, L_{Amax} = 40 \text{ dB w godz. 6 - 22}$

- sala gimnastyczna: $L_{Aeq} = 45 \text{ dB}$, $L_{Amax} = 50 \text{ dB}$ w godz. 6 - 22
- halle, korytarze $L_{Aeq} = 45 \text{ dB}$, $L_{Amax} = 50 \text{ dB}$ w godz. 6 - 22
- pozostałe pomieszczenia - nienormowane

Jeżeli pomieszczenia, dla których podano dopuszczalne poziomy dźwięku A tylko dla pory dnia w godz. 6 - 22 użytkowane są również w nocy zgodnie ze swym przeznaczeniem, wówczas wymagania dla tych pomieszczeń należy traktować jako niezależne od pory doby przyjmując wartości jak dla dnia.

Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku A podane wyżej określone są dla wnętrza pomieszczenia przy zamkniętych drzwiach i oknach, lecz przy zapewnieniu wymiany powietrza w pomieszczeniach zgodnie z wymaganiami określonymi przez odrębne przepisy, dotyczą pomieszczeńumeblowanych i wyposażonych zgodnie z ich przeznaczeniem. Dopuszczalny poziom dźwięku A dotyczy przedziału czasu równego czasowi oceny T. W pomieszczeniach budynków użyteczności publicznej jako czas oceny T należy przyjmować czas, w którym pomieszczenie użytkowane jest przez daną grupę ludzi zgodnie z jego przeznaczeniem. Jeżeli pomieszczenie wykorzystywane jest w czasie dłuższym niż 8 godz. jako czas oceny T należy przyjmować 8 najniekorzystniejszych godzin niezależnie od pory doby.

5. Wymagania dla przegród budowlanych

Aby zapewnić podane wyżej normowe poziomy dźwięku A w pomieszczeniach należy spełnić określone w normie PN - B - 02151 -3:1999 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania” wymagania dla przegród budowlanych.

* przegrody zewnętrzne

Polska Norma PN - B - 02151 - 3:1999 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania” określa w tablicy 5 „Wymagana wypadkowa izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona ścian zewnętrznych z oknami” minimalny wskaźnik oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej R'_{A2} lub R'_{A1} w dB w zależności od miarodajnego poziomu dźwięku A w dB w ciągu $\frac{\text{dnia}}{\text{nocy}}$ na zewnątrz budynku występującego w odległości 2 m. od fasady budynku na poziomie rozpatrywanego fragmentu przegrody zewnętrznej.

Wymagana izolacyjność akustyczna ścian zewnętrznych i stropodachów z oknami odnosi się do izolacyjności wypadkowej przy zamkniętych oknach. Budynki zespołu oświatowego czynne będą w porze dziennej, do dalszych rozważań przyjęto wymagania dla pory dziennej.

Jako miarodajny poziom dźwięku A hałasu zewnętrznego od wszystkich źródeł, z wyjątkiem ruchu lotniczego, dla pory dziennej należy przyjmować równoważny poziom dźwięku A określony dla 8 kolejnych najniekorzystniejszych godzin między 6 – 22.

Miarodajny poziom dźwięku A hałasu zewnętrznego pochodzącego od różnych źródeł występujących jednocześnie przyjmuje się jako poziom sumaryczny miarodajnych poziomów dźwięku A pochodzących od poszczególnych źródeł omówionych powyżej.

Źródłem hałasu zewnętrznego decydującym o warunkach akustycznych w otoczeniu projektowanego zespołu oświatowego jest ruch komunikacyjny samochodowy drogi wojewódzkiej nr 740 ul. Przytycka, przebiegającej w odległości około 30 m. o dużym natężeniu ruchu komunikacyjnego - samochody osobowe, ciężarowe, autobusy komunikacji podmiejskiej oraz hałas związany z przebywaniem dzieci na boiskach, placach zabaw i apelowym.

Dla ustalenia przewidywanego miarodajnego poziomu dźwięku A przy elewacjach projektowanego zespołu oświatowego należy uwzględnić ruch samochodowy, przede wszystkim drogi wojewódzkiej nr 740, wokół projektowanego zespołu oświatowego, dzieci przebywające na boiskach, placach zabaw i apelowym, a także wpływ ekranowania i kąt widzenia źródła hałasu.

Równocześnie trzeba się liczyć z możliwością zwiększenia hałasu przez odbicia fali dźwiękowej od elewacji sąsiednich budynków.

Biorąc pod uwagę powyższe przewidywany miarodajny poziom dźwięku $A L_{Aeq}$ w dB hałasu zewnętrznego wyniesie:
budynek szkoły

- elewacja południowa od strony drogi wojewódzkiej nr 740

$$L_{Aeq} = 66 - 70 \text{ dB dla pory dziennej godz. 6 - 22}$$

- elewacja wschodnia i zachodnia do sali gimnastycznej

$$L_{Aeq} = 66 - 70 \text{ dB dla pory dziennej godz. 6 - 22}$$

- elewacja północna i elewacje sali gimnastycznej

$$L_{Aeq} = 61 - 65 \text{ dB dla pory dziennej godz. 6 - 22}$$

budynek przedszkola

- wszystkie elewacje $L_{Aeq} = 61 - 65 \text{ dB dla pory dziennej godz. 6 - 22}$

Minimalny wskaźnik oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej R'_{A1min} lub R'_{A2min} w dB, w zależności od miarodajnego poziomu dźwięku $A L_{Aeq}$ w dB w ciągu dnia / nocy na zewnątrz budynku wynosi:

Przegroda zewnętrzna
w pomieszczeniu

Miarodajny poziom dźwięku A hałasu zewnętrznego
zewnętrznego w ciągu dnia L_{Aeq} (dB)

	61 - 65	66 - 70
- pokoje dla dzieci w przedszkolach	33	38
- sale lekcyjne w szkołach	28	33
- pokoje biurowe do pracy wymagającej koncentracji uwagi	28	33
- pokoje do pracy administracyjnej	23	28
- pozostałe pomieszczenia - nienormowane		

Podanym wyżej wymaganym minimalnym wskaźnikom oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej R'_{A1min} lub R'_{A2min} przegrody zewnętrznej z oknami odpowiada wymagana izolacyjność akustyczna części pełnych przegrody zewnętrznej i okien stanowiących nie więcej niż 50% wielkości powierzchni przegrody zewnętrznej w pomieszczeniu:

Wymagany wskaźnik oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej przybliżonej

Wymagany wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej poszczególnych części przegrody

R'_{A1min} lub R'_{A2min} przegrody zewnętrznej w dB

zewnętrznej R'_{A1min} lub R'_{A2min} w dB

część pełna

okno

23	30	20
28	35	25
33	40	30
38	45	35

Podane wg tablicy 5 Polskiej Normy PN - B - 02151 - 3:1999 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania” wymagania odnoszą się do przypadku, gdy w pomieszczeniu znajduje się jedna przegroda zewnętrzna z oknami. Jeżeli w pomieszczeniu znajduje się więcej niż jedna przegroda zewnętrzna to wymagania należy zwiększyć o wartość $10 \log n$ (gdzie n - liczba przegród zewnętrznych w danym pomieszczeniu) w stosunku do wymagań podanych wg tablicy 5 Polskiej Normy PN - B - 02151 - 3:1999 „Akustyka

budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania”.

Wymagana izolacyjność akustyczna ścian zewnętrznych i stropodachów bez okien wyrażona za pomocą wskaźnika oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'_{A1} lub R'_{A2} powinna być o 10 dB większa od wartości wskaźników podanych wg tablicy 5 Polskiej Normy PN - B - 02151 - 3:1999 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania”

* przegrody wewnętrzne - ściany i stropy

Wskaźniki wymaganej izolacyjności akustycznej przegród wewnętrznych - ścian i stropów określono wg normy PN - B - 02151 - 3:1999 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych”.

W tablicy 4 „Wymagana izolacyjność akustyczna przegród wewnętrznych w budynkach zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej” podany jest wymagany minimalny wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej R'_{A1min} dla dźwięków powietrznych i maksymalny wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego $L'_{n,w max}$ dla dźwięków uderzeniowych:

- sale dla dzieci - sale dla dzieci w przedszkolach

ściany: $R'_{A1min} = 45$ dB, drzwi: $R'_{A1min} = 25 - 30$ dB (zalecane)

stropy: $R'_{A1min} = 50$ dB, $L'_{n,w max} = 63$ dB

- sale dla dzieci - korytarz w przedszkolach

ściany: $R'_{A1min} = 40$ dB, drzwi: $R'_{A1min} = 25 - 30$ dB (zalecane)

stropy: R'_{A1min} , $L'_{n,w max}$ - wymagania należy ustalić indywidualnie

- sale dla dzieci - pomieszczenia gospodarcze w przedszkolach

ściany: $R'_{A1min} = 45 - 50$ dB, drzwi - wymagania należy ustalić indywidualnie

stropy: $R'_{A1min} = 50$ dB, $L'_{n,w max} = 58$ dB

- sale lekcyjne - sale lekcyjne w szkołach

ściany: $R'_{A1min} = 45$ dB, drzwi: R'_{A1min} - wymagania należy ustalić indywidualnie

stropy: $R'_{A1min} = 50$ dB, $L'_{n,w max} = 63$ dB

- sale lekcyjne - pokoje nauczycielskie w szkołach

ściany: $R'_{A1min} = 50$ dB, drzwi: R'_{A1min} - wymagania należy ustalić indywidualnie

stropy: $R'_{A1min} = 50$ dB, $L'_{n,w max} = 63$ dB

- sale lekcyjne - korytarz w szkołach

ściany: $R'_{A1min} = 40$ dB, drzwi: $R'_{A1min} = 25$ dB

stropy: R'_{A1min} , $L'_{n,w max}$ - wymagania należy ustalić indywidualnie

- sale lekcyjne - świetlica w szkołach

ściany: $R'_{A1min} = 50$ dB, drzwi - wymagania należy ustalić indywidualnie

stropy: $R'_{A1min} = 50$ dB, $L'_{n,w max} = 63$ dB

- sale lekcyjne - sale zajęć technicznych (z wyjątkiem warsztatów):

ściany: $R'_{A1min} = 50$ dB, drzwi - wymagania należy ustalić indywidualnie

stropy: $R'_{A1min} = 50$ dB, $L'_{n,w max} = 58 - 63$ dB

- sale lekcyjne - ogólnodostępne pomieszczenia sanitarne w szkole

ściany: $R'_{A1min} = 50$ dB, drzwi - wymagania należy ustalić indywidualnie

stropy: R'_{A1min} , $L'_{n,w max}$ - wymagania należy ustalić indywidualnie

- pokoje do pracy administracyjnej - pokoje do pracy administracyjnej:
 ściany: $R'_{A1min} = 35 \text{ dB}$, drzwi $R'_{A1min} = 20 - 25 \text{ dB}$ (zalecane)
 stropy: $R'_{A1min} = 45 \text{ dB}$, $L'_{n,w max} = 63 \text{ dB}$
- pokoje do pracy administracyjnej - pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi, gabinety dyrektorskie:
 ściany: $R'_{A1min} = 45 \text{ dB}$, drzwi: $R'_{A1min} = 25 - 30 \text{ dB}$ (zalecane)
 stropy: $R'_{A1min} = 50 \text{ dB}$, $L'_{n,w max} = 63 \text{ dB}$
- pokoje do pracy administracyjnej - korytarz:
 ściany: $R'_{A1min} = 35 \text{ dB}$, drzwi $R'_{A1min} = 20 \text{ dB}$
 stropy: R'_{A1min} , $L'_{n,w max}$ - wymagania należy ustalić indywidualnie
- pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi, pokoje dyrektorskie - pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi, gabinety dyrektorskie:
 ściany: $R'_{A1min} = 45 \text{ dB}$, drzwi $R'_{A1min} = 25 - 30 \text{ dB}$ (zalecane)
 stropy: $R'_{A1min} = 50 \text{ dB}$, $L'_{n,w max} = 63 \text{ dB}$
- pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi, pokoje dyrektorskie - korytarz:
 ściany: $R'_{A1min} = 40 \text{ dB}$, drzwi $R'_{A1min} = 25 \text{ dB}$
 stropy: R'_{A1min} , $L'_{n,w max}$ - wymagania należy ustalić indywidualnie
- ogólnodostępne pomieszczenia sanitarne - wszystkie inne pomieszczenia do pracy
 ściany: $R'_{A1min} = 50 \text{ dB}$, drzwi - wymagania należy ustalić indywidualnie
 stropy: R'_{A1min} , $L'_{n,w max}$ - wymagania należy ustalić indywidualnie

Dla przegród nieobjętych normą przegrody budowlane muszą być dobierane indywidualnie na podstawie obliczeń:

$$R_w = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \text{ (dB)}$$

gdzie: R_w - izolacyjność akustyczna właściwa przegrody (dB)

L_1 - poziom ciśnienia akustycznego przed przegrodą (dB)

L_2 - j.w. lecz za przegrodą (dB)

S - powierzchnia jednostkowa przegrody (m^2)

A - chłonność akustyczna pomieszczenia odbiorczego (m^2)

* wymagana izolacyjność akustyczna elementów budowlanych przeznaczonych do stosowania w budynkach jako przegrody budowlane

Spełnienie wymagań akustycznych podanych dla przegród zewnętrznych i wewnętrznych wymaga odpowiedniego doboru przegród, uwzględniającego rodzaj materiału, z którego wykonano przegrodę, widmowy wskaźnik adaptacyjny oraz rodzaj przegród bocznych w pomieszczeniu. Sposób obliczenia doboru przegród jest określony w Polskiej Normie PN - B - 02151 - 3:1999 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania”.

Jeżeli w hałasie zewnętrznym dominują źródła o widmie szerokopasmowym lub z przewagą średnich częstotliwości przypisane w normie PN - EN ISO 717 - 1 widmowemu wskaźnikowi adaptacyjnemu C, wymagania dotyczą wskaźnika oceny R_{A1} . Jeżeli w hałasie zewnętrznym dominują źródła z przewagą małych częstotliwości przypisane w normie PN - EN ISO 717 - 1 widmowemu wskaźnikowi adaptacyjnemu C_{tr} , wymagania dotyczą R_{A2} .

6. Rozwiązania projektowe przegród budowlanych

* przegrody zewnętrzne

Zgodnie z wymaganiami podanymi w p.5 niniejszego opracowania parametry dla ścian zewnętrznych podano w odniesieniu do wskaźnika oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej R_{A2} w dB, gdyż hałas zewnętrzny spowodowany będzie przede wszystkim komunikacją drogową w mieście przypisaną widmowemu wskaźnikowi adaptacyjnemu C_{tr} .

Przyjęte w projekcie budowlanym architektury ściany zewnętrzne:

- **Z1** - ścian warstwowa z okładziną ceglana - cegła silikatowa drażona gr. 24 cm. z tynkiem wewnętrznym cementowo - wapiennym gr. 1,5 cm. lub glazura, ocieplona styropianem gr. 15 cm. i cegła elewacyjna gr. 12 cm. o wskaźniku oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A2} = 50$ dB
- **Z2** - ściana styropian + tynk na siatce - cegła silikatowa drażona gr. 24 cm. z tynkiem wewnętrznym cementowo - wapiennym gr. 1,5 cm. lub glazura, ocieplona styropianem gr. 15 cm. i tynk mineralny na siatce malowany farbą silikonową gr. 1 cm. o wskaźniku oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A2} = 45$ dB
- **Z3** - ściana z okładziną drewnianą lub płytami hpl - cegła silikatowa wapienno-piaskowa (np. silka) gr. 24 cm. z tynkiem wewnętrznym cementowo - wapiennym gr. 1,5 cm. lub glazura, ocieplona wełną mineralną gr. 12 cm. folia wiatroizolacyjna, pustka powietrzna gr. 2,5 cm. płyty HPL gr. 1 cm. lub deski gr. 2,5 cm. o wskaźniku oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A2} = 50 - 52$ dB

spełniają wymagania normowe dla ścian zewnętrznych z oknami dla wszystkich elewacji zespołu oświatowego w Bieliszce, gmina Zakrzew.

Okna powinny być o wskaźniku oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej przy przeszkleniu nie przekraczającym 50 %:

budynek szkoły

- elewacja południowa od strony drogi wojewódzkiej nr 740 i elewacje wschodnia i zachodnia do sali gimnastycznej
 - * sale lekcyjne - $R_{A2min} = 30$ dB
 - * pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi - $R_{A2min} = 30$ dB
 - * pokoje do pracy administracyjnej - $R_{A2min} = 25$ dB
- elewacja północna i elewacje sali gimnastycznej
 - * sale lekcyjne - $R_{A2min} = 25$ dB
 - * pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi - $R_{A2min} = 25$ dB
 - * pokoje do pracy administracyjnej - $R_{A2min} = 20$ dB
 - * sala gimnastyczna - $R_{A2min} = 20$ dB

budynek przedszkola

- wszystkie elewacje
 - * pokoje dla dzieci - $R_{A2min} = 30$ dB
 - * pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi - $R_{A2min} = 25$ dB
 - * pokoje do pracy administracyjnej - $R_{A2min} = 20$ dB

Dla okien stanowiących 50 - 60% powierzchni ściany zewnętrznej wymagany wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej okien R_{A2min} wzrasta o 1 dB, dla okien stanowiących 60 - 70% powierzchni ściany zewnętrznej o 2 dB, a dla okien stanowiących 70% - 100 % powierzchni ściany zewnętrznej o 3 dB w stosunku do wymaganego wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej R_{A2min} dla przeszklenia wynoszącego 50 %.

Jeżeli w pomieszczeniu znajduje się więcej niż jedna przegroda zewnętrzna z oknami to wymagania dla okien należy zwiększyć o 3 dB dla dwóch ścian z oknami i 5 dB dla trzech ścian z oknami w stosunku do wymagań podanych wyżej.

Przy projektowaniu okien należy podane wyżej wymagania sprawdzić z izolacyjnością podaną w atście rozwiązania okna.

Przyjęte w projekcie budowlanym architektury stropodachy:

- **D1** - stropodach - płyta żelbetowa gr. 25 cm. z warstwami sufitowymi SU1/SU2/SU3, papa paroizolacyjna, kliny styropianowe ze spadkiem gr. 1 - 18 cm. styropian twardy gr. 20 cm. hydroizolacja papa podkładowa samoprzylepna, hydroizolacja papa wierzchniego krycia, tkanina filtracyjna, żwir płukany gr. 6 cm. o wskaźniku oceny izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R_{A2} = 58 - 60$ dB
- **D2** - dach nad salą gimnastyczną szkoły, jadalnią przedszkola - dźwigary główne z drewna klejonego gr. 80 cm. dźwigary pośrednie z drewna klejonego rozpięte między dźwigarami głównymi gr. 30 cm. płyta akustyczna z wiórów drzewnych klejonych i prasowanych gr. 2,5 cm. płyty warstwowe z wkładem z wełny mineralnej gr. 25 cm. o wskaźniku oceny izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R_{A2} = 40$ dB

spełniają wymagania normowe dla stropodachów zespołu oświatowego w Bieliszce, gmina Zakrzew

* przegrody wewnętrzne

Przyjęte w projekcie budowlanym architektury ściany wewnętrzne:

- **W1** - ściany konstrukcyjne gr. 24 cm. - cegła silikatowa wapienno - piaskowa (np. silka) gr. 24 cm. dwustronnie tynk cementowo - wapienny gr. 1,5 cm. lub glazura o wskaźniku oceny izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{A1} = 50$ dB
- **W2** - ściany działowe gr. 12 cm. - cegła silikatowa wapienno - piaskowa (np. silka) gr. 24 cm. dwustronnie tynk cementowo - wapienny gr. 1,5 cm. lub glazura o wskaźniku oceny izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{A1} = 45$ dB

spełniają wymagania normowe dla ścian wewnętrznych zespołu oświatowego w Bieliszce, gmina Zakrzew.

Drzwi między salami dla dzieci i do sal dla dzieci z korytarza w przedszkolu powinny być o wskaźniku oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A1min} = 30$ dB.

Drzwi między salami lekcyjnymi a korytarzem w szkole powinny być o wskaźniku oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A1min} = 25$ dB.

Drzwi między pokojami administracyjnymi powinny być o wskaźniku oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A1min} = 25$ dB, między pokojami administracyjnymi a korytarzem $R'_{A1min} = 20$ dB, między pokojami administracyjnymi a pokojami do pracy wymagającej koncentracji uwagi, gabinetami dyrektorskimi $R'_{A1min} = 30$ dB, między pokojami do pracy wymagającej koncentracji uwagi a korytarzem $R'_{A1min} = 25$ dB.

Obudowa szachtów wentylacyjnych blokami wapienno - piaskowymi gr. 12 cm. (np. silka) tynkowanymi tynkiem cementowo - wapiennym gr. 1,0 cm. o wskaźniku oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A2} = 42$ dB spełnia wymagania.

Przyjęte w projekcie budowlanym architektury stropy między parterem i piętrem budynku szkolnego:

- **S1** - strop między parterem i piętrem linoleum - korytarze, sale lekcyjne - płyta żelbetowa gr. 25 cm. z sufitem SU1, SU2 lub SU3, podłoga pływająca (styropian elastyczny do pływających podłóg gr. 3 cm. styropian twardy gr. 3 cm. folia PE, jastrych betonowy zbrojony gr. 5 cm. z dylatacją na obwodzie i warstwa wykończeniowa linoleum gr. 1 cm. o wskaźniku oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A1} = 57$ dB i ważonym wskaźniku poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego $L'_{n,w} = 50$ dB
- **S2** - strop między parterem i piętrem (gres) - sanitariaty, pom. techniczne - płyta żelbetowa gr. 25 cm. z sufitem SU1, SU2 lub SU3, podłoga pływająca (styropian elastyczny do pływających podłóg gr. 3 cm. styropian twardy gr. 3 cm. folia PE, jastrych betonowy zbrojony gr. 4 cm. z

dylatacją na obwodzie, klej gr. 1 cm. i gres gr. 1 cm. o wskaźniku oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A1} = 57$ dB i ważonym wskaźniku poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego $L'_{n,w} = 50$ dB

spełniają wymagania normowe dla stropów wewnętrznych zespołu oświatowego w Bieliszewie, gmina Zakrzew.

* wytłumienie pomieszczeń

W pomieszczeniach, w których przebywa duża ilość ludzi należy wprowadzić materiały i ustroje dźwiękochłonne obniżające poziom dźwięku hałasu w tych pomieszczeniach i jednocześnie poprawiające zrozumiałość słowa:

- sufity dźwiękochłonne o współczynniku pochłaniania $\alpha_{sr} \geq 0,8$ - sale dla dzieci, sala wielofunkcyjna, pokój nauczycielski, jadalnia i korytarze w przedszkolu, sale lekcyjne, biblioteka, świetlica, pokój nauczycielski, jadalnia i korytarze oraz sala gimnastyczna w szkole
- wykładzina dywanowa - gabinety dyrektorów, pokoje nauczycielskie i biurowe

Proponowane w projekcie budowlanym architektury sufity podwieszone:

- **SU1** - sufit tynk - sale lekcyjne boki, administracja, sanitariaty - strop lub stropodach i tynk cementowo - wapienny gr. 1,5 cm.
- **SU2** - sufit podwieszany - korytarze - strop lub stropodach, przestrzeń sufitu podwieszanego z podkonstrukcją gr. 53 cm. płyta akustyczna z wiórów drzewnych klejonych i prasowanych gr. 2,5 cm.
- **SU3** - sufit akustyczny - sale lekcyjne środek - strop lub stropodach, płyta akustyczna z wiórów drzewnych klejonych i prasowanych gr. 2,5 cm.

spełniają wymagania w budynku zespołu oświatowego w Bieliszewie, gmina Zakrzew.

7. Zabezpieczenia przeciwdźwiękowe pomieszczeń technicznych i instalacji

* zabezpieczenia przeciwdźwiękowe instalacji wentylacyjnej

W budynkach szkoły podstawowej i przedszkola w Bieliszewie projektowana jest wentylacja mechaniczna nawiewno - wywiewna pomieszczeń realizowana urządzeniami umieszczonymi na dachach budynków szkoły podstawowej i przedszkola zespołu oświatowego w Bieliszewie.

Należy wprowadzić następujące elementy ochrony przed hałasem:

- urządzenia zaopatrzone w fabryczną amortyzację tłumiącą drgania w min. 85% i posadowione na wydzielonych fundamentach dobranych do parametrów urządzeń
- urządzenia - centrale wentylacyjne, wentylatory, agregaty skraplające, jednostki zewnętrzne klimatyzacji dobrać tak, aby poziom mocy akustycznej $A L_{wA}$ emitowany z urządzeń do otoczenia, czerpni i wyrzutni w porze dziennej godz. 6 - 22 $L_{wA} \leq 65$ dB, w porze nocnej godz. 22 - 6 $L_{wA} \leq 55$ dB
- dla uniknięcia hałasów natury aerodynamicznej szybkość przepływu w kanałach głównych nie powinna przekraczać 8 m/s, w odgałęzieniach 3-4 m/s, a na kratkach w pomieszczeniach 0,5-2 m/s (w zależności od usytuowania w pomieszczeniu i odległości od słuchacza)
- łączenie odcinków kanałów blaszanych i podwieszenie ich pod stropem oraz przepusty przez przegrody powinny być izolowane przekładkami sprężystymi
- kanały blaszane przechodzące przez pomieszczenia hałaśliwe powinny być obmurowane
- w sieci instalacyjnej przewidzieć tłumiki akustyczne zapewniające normowe poziomy dźwięku w pomieszczeniach i środowisku podane w p. 4 opracowania
- tłumiki akustyczne lokalizować jak najbliżej urządzeń wentylacyjnych
- na etapie wykonywania obiektu, po ostatecznym doborze urządzeń wentylacyjno - klimatyzacyjnych, należy wykonać sprawdzające obliczenia oddziaływania zewnętrznych urządzeń wentylacyjno - klimatyzacyjnych do środowiska i na jej podstawie podjąć decyzję o ewentualnych dodatkowych zabezpieczeniach przeciwhałasowych - ekrany i osłony akustyczne, hauby i podstawy tłumiące zapewniające normowe poziomy dźwięku A w pomieszczeniach i środowisku zewnętrznym

* zabezpieczenia przeciwdźwiękowe instalacji c.o. c.w. wodno - kanalizacyjnych i gazowych

W budynku przedszkola na parterze i budynku szkoły na piętrze zlokalizowane są kotłownie gazowe.

Należy wprowadzić następujące elementy ochrony przed hałasem:

- w kotłowniach gazowych podłoga wydzielona z konstrukcji budynku
- ściany i sufit kotłowni gazowej wytłumione materiałem dźwiękochłonnym o współczynniku pochłaniania $\alpha > 0,7$. Zapobieganie to wzmacnianiu energii dźwiękowej przez wielokrotne odbicia fali dźwiękowej i zwiększaniu poziomu hałasu w kotłowniach
- drzwi do kotłowni gazowej o izolacyjności akustycznej $R_{A2} \geq 35$ dB uszczelnione na obwodzie
- urządzenia zaopatrzone w fabryczną amortyzację tłumiącą drgania w min. 85% i posadowione na wydzielonych fundamentach dobranych do parametrów urządzeń
- podwieszenie i podparcie sieci przewodów gazowych izolowane przekładkami sprężystymi
- przepusty przewodów gazowych przez ściany i stropy oraz mocowanie do ścian poprzez przekładki sprężyste
- zabezpieczenie kanałów wentylacyjnych i wyrzutu spalin gazowych tak, aby zapewnić normatywne poziomy dźwięku A w środowisku
- zaizolowanie z zewnątrz przechodzących w kotłowni rur gazowych i wyrzutu spalin niepalnymi matami z wełny mineralnej gr. 3 cm. osłoniętymi folią aluminiową
- uszczelnienie przejść kanałów gazowych i wentylacyjnych przez przegrody półtwardymi płytami z wełny mineralnej gr. 3 cm. i otynkowanie (tynk można zastąpić kitem trwale plastycznym)
- osłony szachtów o izolacyjności akustycznej $R_{A2} \geq 20$ dB
- mocowanie elastyczne rur w.c. i w.z. do przegród budowlanych
- stosowanie armatury czerpalnej z wylewkami zakończonymi napowietrzakami
- ograniczenie ciśnienia w wewnętrznych instalacjach w.c. i w.z. poprzez zastosowanie reduktorów ciśnienia na indywidualnych przyłączach
- zastosowanie zaworów kulowych zamiast zaworów grzybkowych
- stosowanie armatury ceramicznej jednouchwytowej
- zabezpieczenia ograniczające przenoszenie drgań z sieci przewodów i urządzeń na konstrukcję budynku:
 - * stosowanie wstawek amortyzacyjnych łączących pompy z siecią przewodów
 - * podwieszenie i podparcie sieci przewodów izolowane przekładkami sprężystymi
 - * przepusty przewodów instalacyjnych przez ściany i stropy oraz mocowanie do ścian poprzez przekładki sprężyste
 - * przy grzejnikach montowanie zaworów termostatycznych i odpowietrzających
 - * na pionach c.o. montowanie automatycznych odpowietrzaków
- w przypadku wewnętrznego odwodnienia dachów rury spustowe prowadzić w obudowanych szachtach dostępnych od strony korytarzy, dodatkowo zaizolowane wełną mineralną dla uniknięcia powstawania hałasów od płynącej wody.

8. Uwagi końcowe

Skuteczność podanych w opracowaniu rozwiązań projektowych zależy od jakości - staranności i dokładności ich wykonania.

Projekt wykonawczy architektury i wentylacji mechanicznej powinien być uzgodniony z akustykiem, a po zrealizowaniu inwestycji należy wykonać sprawdzające pomiary poziomu dźwięku A w pomieszczeniach i środowisku.

Materiały użyte do budowy zespołu oświatowego powinny posiadać aprobaty i certyfikaty zezwalające na stosowanie ich w budownictwie.

Na etapie projektu wykonawczego dopuszcza się zastosowanie innych równorzędnych rozwiązań materiałowych spełniających normowe wymagania akustyczne.

Opracowali:

mgr inż. Ewa Urbańska

inż. Krzysztof Urbański