

ZESZYTY NAUKOWE WYŻSZEJ SZKOŁY PEDAGOGICZNEJ W BYDGOSZCZY
STUDIA PRZYRODNICZE 1980 z. 4

JERZY ŁACHOWSKI

WSP Bydgoszcz

ŚRODOWISKO AKUSTYCZNE SZKÓŁ

Wstęp

Szybki proces uprzemysłowienia, urbanizacji oraz rozwoju techniki i motoryzacji wpływają na zmianę środowiska /klimatu/ akustycznego człowieka. Istnieje optymalne środowisko akustyczne, w którym człowiek najefektywniej, najharmonijniej rozwija się, pracuje i przyjemnie odpoczywa. Zauważyć też trzeba, że coraz głośniejsze stają się ulice, hałas przeszkadza w mieszkaniach, w zakładach pracy i przekracza dopuszczalne normy. Problem hałasu nie ominął również szkoły, stanowiącej miejsce pracy nauczyciela i ucznia. Wystarczy wejść na teren szkoły, aby przekonać się o panującym tam hałasie powodowanym ruchem ulicznym pojazdów samochodowych, tramwajów, samolotów. Dodając do tego hałas wywołany przez uczniów na przerwie czy przez urządzenia szkolne, uzyskujemy środowisko akustyczne nie sprzyjające sprawności umysłowej zarówno uczniów jak i nauczycieli, potęgujące ich nerwowość, impulsywność, obniżające słuch.

Zagadnienie środowiska akustycznego szkół jak dotychczas nie było przedmiotem systematycznych i szerokich badań. Dlatego też w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Bydgoszczy w Zakładzie Higieny Pracy i Ochrony Środowiska podjęto taki temat. Należy przypuszczać, że uzyskane wyniki będą wykorzystane przez administrację szkolną, urbanistów oraz inwestorów planujących placówki szkolne w osiedlach i miastach.

Omówienie literatury

Odczuwanie i odbieranie hałasu jest wybitnie subiektywne i w znacznym stopniu zależy od wieku, stanu zdrowia, wrażliwości, odporności organizmu, nastroju i nastawienia psychicznego człowieka. Zależy również od charakteru i miejsca wykonywanej pracy. Utarł się potoczny pogląd, że można się przyzwyczaić do hałasu i wówczas zmniejsza się stopień jego szkodliwości. Badania prowadzone w tym zakresie nie potwierdziły tego poglądu. Okazuje się, że hałas poniżej 35 dB jest dla człowieka nieszkodliwy, ale może być denerwujący. Zalicza się do niego szum wody, tykanie zegara, cichą muzykę, brzęczenie owada itp. Dźwięki tego typu mogą przeszkadzać w pracy, szczególnie takiej, która wymaga skupienia myśli i uwagi.

Hałas o natężeniu od 35 do 70 dB wpływa na zmęczenie układu nerwowego, obniża czynność wzroku, utrudnia rozmowę, przeszkadza spokojnie zasnąć w czasie wypoczynku. Hałas w granicach 70 do 80 dB obniża wydajność pracy, może spowodować utratę apetytu. Badania lekarskie ludzi przebywających w takim hałasie wykazują przyspieszenie rytmu serca i oddechu, zwiększenie ciśnienia, bóle i zawroty głowy. Jeżeli człowiek przez dłuższy czas pracuje w takim hałasie, to może u niego wystąpić trwałe osłabienie słuchu lub całkowita głuchota. W czasie odpoczynku może wystąpić zmęczenie kończyn lub bolesny skurcz mięśni. Przy hałasie 85 do 130 dB występują takie schorzenia jak krwawienie oczu, zaburzenia układu krążenia i równowagi, choroby przewodu pokarmowego, taki hałas uniemożliwia też porozumiewanie się ludzi przy pomocy mowy nawet na odległość 1 metra.

Powyżej 130 dB hałas powoduje drgania niektórych wewnętrznych organów człowieka a niekiedy ich zniszczenie, brak koordynacji ruchów, mogą wystąpić stany depresyjne, towarzyszące chorobom psychicznym /3, 10, 15, 18, 21/. W 80 % hałas jest powodem wszystkich migren.

Jak wykazały badania prowadzone w ostatnich latach, hałas na terenie szkół często przekracza przewidziane normy i kształ-

tuje się w granicach 70 do 80 dB i najczęściej przekracza dopuszczalny poziom /Tab. 1./.

Problem hałasu na terenie szkół nabiera dużego znaczenia w związku z rozwojem przemysłu i komunikacji, może obniżać wyniki nauczania, jest przyczyną wielu schorzeń nerwowych dzieci i młodzieży oraz przyczynia się do chorób zawodowych nauczycieli. Hałas przeszkadza uczniom skupić się na lekcjach. Nowe gmachy szkolne stały się olbrzymimi kombinatami, gdzie liczba uczniów sięga 1000 dzieci. Uczniowie, w wielu przypadkach nie wychodzą na boisko szkolne w czasie przerw, tylko przebywają na korytarzach, gdzie panuje duży zgiełk i wrzask. Z roku na rok wzrasta hałas w szkołach. Wpływają na to następujące czynniki /1, 2, 6, 7/:

- budowa szkół kombinatów
- wzrost pracowni i sygnalizacja akustyczna /dzwonki/
- nadmierne zgrupowanie uczniów w jednej klasie, gdzie liczba przekracza 40 dzieci
- nieprzystosowanie lokali do nowych potrzeb
- wprowadzenie przedszkoli do szkół podstawowych
- brak przedmiotów z zakresu profilaktyki akustycznej w programie nauczania
- zła akustyczność pomieszczeń szkolnych
- usytuowanie szkół blisko ruchliwych ulic, głośnych zakładów przemysłowych, lotnisk itp.
- nieszczelność okien.

Warsztaty umieszcza się często w obrębie gmachu, podobnie jak i sale śpiewu, czy sale gimnastyczne. Często w nowych szkołach buduje się wąskie schody, które stwarzają zatory w wędrówce do sal przedmiotowych, co tym samym potęguje gwar. Również sąsiedztwo zakładów przemysłowych wprowadza stukot i uciążliwe dźwięki, które rozpraszają młodzież na zajęciach dydaktycznych /9, 16, 17/. Okazuje się, że cisza w szkole jest nieodzowna, aby proces nauczania przebiegał prawidłowo i bez zakłóceń.

Wychowawcy i nauczyciele dużo czasu i energii poświęcają, aby zainteresować lekcją czy pogadanką, aby osiągnąć należytą

Dopuszczalny hałas w pomieszczeniach szkolnych według PN
78/B - 92151

Tabela 1.

Przeznaczenie pomieszczenia	Dopuszczalny poziom dźwięku pochodzący od wszystkich źródeł hałasu /dB/	Dopuszczalny poziom dźwięku w pomieszczeniach od hałasów instalacji i urządzeń w budynku /dB/
	W ciągu najniekorzystniejszym 8 godz. między 6 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰	Dzień godz. 6 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰
Klasy i pracownie szkolne, sale wykładowe	40	35
Audytorie, sale konferencyjne	40	35
Pomieszczenia dla pracy umysłowej wymagającej koncentracji umysłu	35	30
Czytelnie w bibliotekach	35	30
Sale i pokój zajęć w domach kultury, świetlice itp.	40-50	30-40

i twórczą atmosferę. Najspokojniej pracują uczniowie na tych lekcjach, które ich całkowicie angażują oraz podczas pracy z podręcznikiem lub pracy pisemnej /24, 25/. Najbardziej hałaśliwe są lekcje wychowania fizycznego, śpiewu oraz zajęć praktyczno-technicznych. Uciążliwy jest hałas na korytarzu podczas przerw.

Hałas szkolny kształtuje się według M. Sieminskiego /22/ w trzech pasmach:

a/ 40-42 dB

b/ 50-80 dB

c/ 88-90 dB

Literatura /4/ zaleca budowę szkół w kształcie litery H, który eliminuje hałas do minimum w poszczególnych skrzydłach budynku. Podstawowym, akustycznym rezonatorem odbierającym drgania powietrza wywołane hałasem jest ucho. Czułość ucha jest największa w zakresie częstotliwości drgań od 800 do 3000 Hz. Posiada ono mechanizmy obronne, uniemożliwiające jego uszkodzenie i przesunięcie progu słyszalności /20/. Przesunięcie progu słyszalności może być czasowe /niewielki hałas/ lub stałe /trwałe uszkodzenie/. Znamiennej cechą czasowego podniesienia progu jest jego tendencja do cofania się do poziomu normalnego po przerwaniu ekspozycji hałasu, co może trwać od kilku minut do kilku dni, np. powrót do normy przy podniesieniu progu do 60 dB wymaga przerwy kilkudniowej, natomiast do 50 dB ponad 16 godzin /19/.

Trwałe ubytki słuchu rozwijają się w zależności od tych samych czynników, które warunkują czasowe podniesienie progu, a więc od parametrów charakteryzujących hałas, czasu trwania i powtarzalności ekspozycji, innych cech środowiskowych i osobniczych. Różnica w stosunku do zmian czasowych polega na tym, że obciążenie prowadzące do zmian trwałych, jest większe, powtarza się częściej i trwa dłużej. Pewną rolę odgrywa stan zdrowia, a zwłaszcza wpływ ma tutaj stan zdrowotny narządu słuchu. Istotniejszą rolę odgrywa czynnik wieku. Porównania stanu słuchu osób, które pracę zaczęły w młodych latach życia, ze stanem słuchu pracowników o tym samym stażu pracy w hałasie lecz zaczęłą w wieku późniejszym, wykazały, że grupa ostatnia znacznie wcześniej ma ubytki słuchu, a w dodatku szybkość tego procesu jest większa.

Trwałe uszkodzenia słuchu dotyczą z reguły częstotliwości w paśmie od 3000 do 6000 Hz, z maksymalnym obniżeniem progu około 4000 Hz. Są to urazy ostre, powstające najczęściej po jednorazowym działaniu fali akustycznej o skrajnie wysokim ciśnieniu /wystrzał, eksplozja/. Wielkość ubytku wyrażona

w decybelach w stosunku do progu normalnego wzrasta z postę-
pem czasu i osiąga maksimum pod koniec pierwszych 10-12 lat
stażu pracy w hałasie. Dalszy proces pogarszania stanu słu-
chu jest pod względem szybkości identyczny z procesem biolo-
gicznego starzenia się. Pierwsze ubytki lokalizują się około
częstotliwości 4000 Hz, potem następuje ich poszerzenie i po-
głębienie, jednakże częstotliwości poniżej 1000 Hz ulegają
zmianom dopiero w późniejszym czasie i w małym stopniu. Bez-
względna wielkość ubytku jest funkcją poziomu hałasu.

Obszar słyszalności narządu słuchu człowieka zawarty
jest w granicach około 16-16.000 Hz co odpowiada 0-130 dB
i zmienia się w zależności od wieku /z wiekiem następuje
trwała utrata zdolności słyszenia/. Za trwały ubytek słuchu
uważa się taki, który nie ustępuje po upływie 8-12 godzin
i dla częstotliwości 2000 Hz przekracza 20 dB. Z powyższego
wynika, że na bodźce akustyczne, a w tym i na hałas, człowiek
reaguje w sposób złożony i uzależniony od takich czynników
jak wiek, predyspozycje fizyczne /zmęczenie/ i psychiczne.
Występują również różnice indywidualne w reagowaniu na dzia-
łanie hałasu. Bardzo korzystnym zjawiskiem zachodzącym w nar-
ządach słuchu człowieka jest adaptacja, polegająca na stop-
niowym ustępowaniu wrażliwości na bodziec. Wiąże się to ze
zjawiskiem zmęczenia słuchu, objawiającym się najczęściej
obniżeniem czułości ucha, a zatem czasowym podniesieniem
progu słuchu. Próg słuchu uzależniony jest od rodzaju bodźca,
jego natężenia i czasu działania i tłumaczony jest zanikiem
aktywności komórek narządu Cortiego.

Hałas jest przyczyną uszkodzeń słuchu, które mają miej-
sce przede wszystkim w uchu wewnętrznym. Gdy działa hałas
o zbyt dużej częstotliwości, uszkodzenia te polegają między
innymi na zniszczeniu komórek słuchowych organu Cortiego
wskutek zbyt intensywnych drgań błony podstawowej i w związ-
ku z tym intensywnego cieplnego oddziaływania energii dźwię-
kowej na te komórki. Czasem w przypadku hałasu o specjalnie
dużej intensywności np. w bliskiej odległości od silnika od-
rzutowego, albo hałasu o charakterze udarowym np. podczas

wybuchu, może nastąpić uszkodzenie błony bębenkowej. Hałas jest tym bardziej szkodliwy, im występuje w węższym pasie częstotliwości zwłaszcza wyższych.

Uszkodzenia narządu Cortiego spoczywającego na błonie podstawowej w uchu wewnętrznym mogą występować pod wpływem działania hałasu o poziomie większym od 85-95 dB. Jeśli chodzi o intensywność dźwięków ucho człowieka jest więc jednako wrażliwe na dźwięki zbyt silne, bez względu na to, czy nazywają się one hałasem w znaczeniu hałasu przemysłowego, czy muzyką, która przestaje być muzyką, a staje się hałasem niebezpiecznym dla słuchu człowieka.

Szkodliwe działanie hałasu zależy także od czasu przebywania w środowisku hałaśliwym. Przy normalnym, nieprzerwanym działaniu hałasu w okresie krótszym od 5 godzin dziennie przyjmuje się np., że dla intensywności 110 dB czas przebywania nie powinien być dłuższy niż 10 minut, dla 95 dB czas ten wynosi 100 minut. Uszkodzające działanie hałasu kumuluje się w czasie. Hałas nawet rzędu 75-85 dB oddziałujący na człowieka podczas pracy przez szereg lat jest przyczyną w wielu przypadkach trwałego uszkodzenia słuchu.

Stopień przygotowania psychicznego ma także wpływ na oddziaływanie szkodliwe hałasu na człowieka. Hałas, który występuje niespodziewanie jest bardziej szkodliwy niż ten, na którego wystąpienie jesteśmy psychicznie przygotowani np. hałas maszyny, którą obsługujemy ma mniejszy wpływ szkodliwy niż hałas udarowy występujący nieregularnie, bardziej męczący i szkodliwy /8/.

Najskuteczniejsza metoda walki z hałasem polega na uchwyceniu czynników, które w poszczególnych przypadkach są głównymi jego źródłami oraz na rozpatrzeniu możliwości ich zwalczania.

Ze względów ekonomicznych konieczny jest przy tym wybór optymalnych metod zwalczania hałasu. Metody te można podzielić na cztery grupy /20/:

a/ Zwalczanie hałasu u źródła - polega na bezpośrednim usunięciu przyczyn wywołujących hałas. Dla przykładu można

tu wymienić zastosowanie materiałów silnie tłumiących dźwięki materiałowe np. dywanów z włókna bazaltowego. Zwalczanie hałasu u źródła może być objęte również odpowiednimi zarządzeniami administracyjnymi np. wydaniem zakazu używania sygnałów dźwiękowych przez pojazdy mechaniczne.

- b/ Stosowanie urządzeń tłumiących hałas - polega na wytłumieniu poziomu dźwięku już wytworzonego. Wymienić tu należy przede wszystkim stosowanie tłumików akustycznych oraz obudowanie urządzeń hałaśliwych dźwiękoszczelnymi obudowami.
- c/ Wyeliminowanie czynników powodujących wzmocnienie hałasu - polega na stosowaniu materiałów pochłaniających hałas. Często w pomieszczeniach ściany wykłada się perforowanymi płytami pilśniowymi.
- d/ Zmniejszenie poziomu hałasu docierającego do ucha ludzkiego - polega na zastosowaniu odpowiedniej izolacji akustycznej, przy czym możliwe jest tu także odizolowanie hałaśliwego źródła od reszty pomieszczeń.

Zmniejszenie poziomu hałasu zewnętrznego dochodzącego do budynku można uzyskać różnymi środkami, z których najważniejszymi są:

- dobranie najkorzystniejszego położenia budynku i rozmieszczenia pomieszczeń w budynku w stosunku do źródeł hałasu;
- eliminowanie źródeł hałasu np. zagłębianie trasy komunikacyjnej w wykopie, ekrany akustyczne, pasy drzew lub zieleń /Tab. 2./;
- odpowiednie kształtowanie elewacji budynku w sposób zapewniający osłonę powierzchni przed hałasem.

Problem środowiska akustycznego szkoły nabiera na tle współczesnej cywilizacji technicznej i aglomeracji wielkomiejskiej dużej wagi tak dla człowieka dorosłego jak i tym bardziej dla młodego pokolenia, znajdującego się w okresie rozwoju biopsychicznego /23/.

Tłumienie hałasu przez pasy zieleni wg S. Czeskina /4/

Tabela 2.

Rodzaj zieleni	Źródło hałasu	Średnie tłum. w dB	
		drzewa z liśćmi	drzewa bez liści
2 rzędy topoli wysokości ok. 7 m, ok. 3 m od siebie, przed nimi rząd drzew owocowych i żywopłot wys. 2 m i szer. 1,5 m, całość szerokości 15 m	trolejbus	20	14
	autobus	19	13
	traktor	16	11
	samochód ciężarowy	22	15
	motocykl	30	18
Żywopłot wysokości 2 m i szerokości 1,5 m	samochód ciężarowy	11	6
Żywopłot z czarnego bzu wysokości 1,8 m i szerokości 1,8 m	samochód ciężarowy	10	5
	motocykl	13	7
	tramwaj	9	3
Park szerokości 50 m z gęstymi drzewami	tramwaj	19	3
	hałas komunikacyjny	20-30	-
2 rzędy młodych lip przedzielonych trawnikiem szerokości 8,4 m ze świeżo zasianą trawą	tramwaj	7	2
	motocykl	6	2

Szczególnego znaczenia nabiera tu prawidłowa lokalizacja, która w trwały sposób zapewni właściwy klimat akustyczny. W związku z tym budynek szkolny powinien znajdować się w dostatecznej odległości od zakładów przemysłowych czy ruchliwych arterii komunikacyjnych, z jednoczesnym zagospodarowaniem terenu między ulicą a budynkiem. Nie jest wskazana lokalizacja szkoły w okolicy lotnisk, stacji przeładunkowych, parowozowni, stadionów, których działanie związane jest z dużym hałasem /26/. Budynek szkolny, jego wyposażenie i otoczenie winny zapewnić uczniom i nauczycielom właściwe wa-

runki pracy i rozwoju.

Badania Wernerowskiej /25/ wykazały przekroczenie normy hałasu w bydgoskich szkołach podstawowych o 30 %. Przyczyną tego stanu była zbyt duża liczebność uczniów /ponad 900 dzieci/ oraz hałas komunikacyjny. W czasie przerw lekcyjnych hałas osiągał wartość 80 dB. Na lekcjach języka polskiego, matematyki notowano niższy hałas /56-58/, na zajęciach wychowania technicznego i fizycznego wyższy /76-84 dB/. W pokoju nauczycielskim hałas osiągnął wartość 65 dB.

Z przeglądu literatury wynika stosunkowo szczupły zakres badań nad hałasem w szkołach, co wskazuje na celowość pogłębiania i rozszerzania tego typu prac badawczych.

Lokalizacja i metodyka badań

Badania przeprowadzone były w latach 1978-79 w szkołach podstawowych i ponadpodstawowych w następujących miejscowościach:

Szkoły miasta Bydgoszczy

1. Szkoła Podstawowa nr 2, ul. Hetmańska 34 zlokalizowana na skrzyżowaniu z ul. Żółkiewskiego o mniejszym nasileniu ruchu pojazdów, jest zbudowana z cegły w 1958 roku, mieści 820 uczniów.
2. Szkoła Podstawowa nr 5, ul. Kościuszki 37a jest zbudowana z cegły w 1956 roku, kształci 514 uczniów.
3. Szkoła Podstawowa nr 8, Pl. Kościeleckich 8, położona na skrzyżowaniu z ul. Bernadyńską z ruchem dwu linii tramwajowych i intensywnym ruchem samochodowym. Jest zbudowana z cegły w 1892 roku, kształci 520 uczniów.
4. Zespół Szkół Gastronomicznych - ul. Świętojańska 20 odznaczająca się dość dużym ruchem samochodowym. Szkoła zbudowana z cegły w 1850 roku, mieści 1320 uczniów.
5. Szkoła Podstawowa nr 46, ul. Kombatantów 2 zlokalizowana jest w odległości ok. 80 m od ruchliwej ulicy Al. Ludowe-

- go Wojska Polskiego, sąsiaduje z lasem i zwartą zabudową mieszkalną, jest zbudowana z elementów betonowych w 1966 roku, kształci 929 uczniów.
6. Szkoła Podstawowa nr 57 - ul. Bohaterów Westerplatte 2 z niewielkim nasileniem ruchu. Szkoła została zbudowana w 1970 roku z elementów betonowych, kształci 1172 uczniów.
 7. Technikum Przemysłu Spożywczego - ul. Toruńska 174 odznaczająca się znacznym nasileniem pojazdów samochodowych i tramwajowych /4 linie/. W budynku zbudowanym z cegły w 1970 roku kształci się 1163 uczniów. Na pozostałych ulicach sąsiadujących ze szkołą występuje słaby ruch kołowy.
 8. Szkoła Podstawowa nr 38 przy ul. M. Skłodowskiej-Curie, tj. ulica o średnim nasileniu ruchu samochodowego. Jest zbudowana z cegły w 1959 roku, kształci 730 uczniów.
 9. Szkoła Podstawowa nr 7, ul. Gajowa 84 odznaczająca się średnim natężeniem ruchu samochodowego. Szkoła zbudowana z elementów betonowych w 1968 roku, kształci 1561 uczniów.
 10. Szkoła Podstawowa nr 20, ul. Grabowa 4, odznaczająca się niewielkim ruchem samochodowym. Jest zbudowana z elementów betonowych w 1967 roku, kształci 641 uczniów.
 11. V Liceum Ogólnokształcące im. L. Kruczkowskiego, ul. Szarych Szeregów 4a, jest to budynek wolnostojący, zlokalizowany przy mało ruchliwej ulicy, zbudowany w 1974 roku z elementów betonowych, kształci 634 uczniów.
 12. Ośrodek Szkolno-Wychowawczy im. L. Braille'a, ul. Krasińskiego 10, zlokalizowany na skrzyżowaniu z b. ruchliwą ulicą 3 Maja. Teren szkoły częściowo odgradzony od ulicy wysokim murem, budynek zbudowany w 1876 roku; szkoła mieści 182 wychowanków.
 13. Zespół Szkół Budowlanych 2 /Technikum Ceramiczne/, ul. Fordońska 432, zlokalizowany przy ulicy o średnim nasileniu ruchu, zbudowany z cegły w 1951 roku, kształci 500 uczniów.
 14. Szkoła Podstawowa 4 im. mjr. H. Sucharskiego 48, położona przy ulicy wylotowej Bydgoszcz-Toruń, wokół szkoły całko-

- wity brak drzew i krzewów, budynek zbudowany jest z cegły w 1882 roku, kształci 670 uczniów.
15. Szkoła Podstawowa 16, ul. Koronowska 74, położona przy trasie Bydgoszcz-chojnice, zbudowana z elementów betonowych w 1954 roku, kształci 840 uczniów.
 16. Szkoła Podstawowa 25, ul. Grzymały Siedleckiego 11. Szkoła narażona jest na hałas samolotów; zbudowana z elementów betonowych w 1973 roku, kształci 1887 uczniów.
 17. Szkoła Podstawowa 42, ul. Boh. Kragujewca 10, usytuowana wzdłuż mało ruchliwej ulicy. Zbudowana z elementów betonowych w 1974 roku, kształci 1740 uczniów.
 18. Szkoła Podstawowa 15, ul. Czerkaska 8, o małym nasileniu ruchu samochodowego, budynek otoczony jest żywopłotem, zbudowany w 1954 roku z cegły, kształci 780 uczniów.
 19. Szkoła Podstawowa 50, ul. Cicha 59, odznaczająca się małym natężeniem ruchu samochodowego, zbudowana z elementów betonowych w 1965 roku, kształci 690 uczniów.
 20. IV Liceum Ogólnokształcące, ul. 1 Maja 122, usytuowana w sąsiedztwie Zakładu Obrabiarek Specjalnych /hałas przemysłowy/ przy ulicy o dużym nasileniu ruchu samochodowego i tramwajowego, między ulicą a budynkiem znajdują się bloki mieszkalne, budynek zbudowany jest z elementów betonowych w 1975 roku, kształci 600 uczniów.
 21. VII Liceum Ogólnokształcące, ul. Al. 22 Lipca 4, zlokalizowane przy mało ruchliwych ulicach, sąsiaduje z parkiem, zbudowane z cegły w 1959 roku, kształci 550 uczniów.
 22. Szkoła Podstawowa 1, ul. Dworcowa 82, położona przy ruchliwej ulicy z dużym nasileniem ruchu samochodowego i tramwajowego, bez sali gimnastycznej, zbudowana z cegły w 1879 roku, kształci 225 uczniów.
 23. Zespół Szkół Handlowych, ul. Kaliska 10, zlokalizowany z dala od ruchliwych ulic, w obrębie szkoły liczne drzewa i krzewy, zbudowany z cegły w 1954 roku, kształci 1200 uczniów.

24. Państwowe Liceum Sztuk Plastycznych, ul. 1 Maja 20, zlokalizowane przy ulicy o dużym nasileniu ruchu samochodowego i tramwajowego. Budynek zbudowany z cegły w 1892 roku, kształci 271 uczniów.
25. Szkoła Podstawowa 23, ul. Toruńska 17, obejmuje 3 budynki zbudowane z cegły w 1968 roku, kształci 227 uczniów.
26. Szkoła Podstawowa 27, ul. Sielska 2, zlokalizowana przy zacisznej ulicy, nie otoczona zwartą zabudową, sąsiaduje z lasem, zbudowana z cegły w roku 1954, kształci 328 uczniów.
27. Szkoła Podstawowa 39, ul. Fredry 3, zlokalizowana przy dość ruchliwej ulicy, zbudowana z cegły w 1869 roku, kształci 687 uczniów.

Szkoły miasta Piły

Na terenie miasta Piły dokonano pomiaru hałasu komunikacyjnego w 9 szkołach ponadpodstawowych.

28. Zespół Szkół Zawodowych, ul. Al. Powstańców Wielkopolskich 18. Budynki szkolne zlokalizowane są przy bardzo ruchliwej trasie tzn. złotowskiej, teren sąsiadujący posiada typową przestrzeń miejską, z zabudową 4-kondygnacyjnymi budynkami mieszkalnymi. Ulica Al. Powstańców Wielkopolskich 18 jest jezdnią dwukierunkową, asfaltową, podzieloną pasem zieleni, z dopuszczalną prędkością pojazdów samochodowych 60 km/godz. Budynek z suporeksu oddany do użytku w 1967 roku, 3 piętrowy, oddalony od ulicy o około 10 m, liczy 850 uczniów. Szkoła podlega Ministerstwu Górnictwa. Ma 16 pracowników, z tego 11 tj. 68,8 % jest narażonych na duży hałas sąsiednich ulic.
29. Zespół Szkół Zawodowych, ul. Teatralna 1. Szkoła położona jest na terenie o typowej śródmiejskiej zabudowie, w odległości 15 m od ulicy, w sąsiedztwie dworca kolejowego PKP i dworca autobusowego PKS oraz Fabryki Urządzeń i Aparatury Komunalnej "Powogaz", odległej od szkoły o 120 m. W pobliżu szkoły, w odległości 20 m ulica Teatralna krzy-



- zuje się z dość ruchliwą ulicą 14 Lutego oraz drogą dojazdową do dworca autobusowego. Budynek został oddany do użytku przed 1939 rokiem, zbudowany z cegły, posiada trzy kondygnacje. Do szkoły uczęszcza 1350 uczniów. Liczba pracowników wynosi 20, z tego 3 tj. 15 % znajdują się od strony największego natężenia hałasu. Hałas częściowo tłumiony jest przez zlokalizowaną w tej części budynku salę gimnastyczną oraz mur o wysokości około 2 metrów, odgradzający teren szkoły od zabudowań mieszkalnych.
30. Zespół Szkół Gastronomicznych, ul. Sikorskiego 73. Budynek zlokalizowany jest w śródmieściu, w sąsiedztwie 4-piętrowych budynków mieszkalnych, zbudowany przed 1939 rokiem z cegły, posiada trzy piętra, kształci się 510 uczniów. Liczba sal lekcyjnych wynosi 18, z tego 8 tj. 44 % znajduje się po stronie dużego natężenia hałasu.
31. Zespół Szkół Ekonomicznych, ul. Boh. Stalingradu 16, zlokalizowany w śródmieściu sąsiaduje z nowoczesną zabudową mieszkalną, osłaniającą budynek od nadmiernego hałasu; budowany z cegły przed 1939 rokiem, kształci 530 uczniów, posiada 3 piętra i 19 sal lekcyjnych.
32. Zespół Szkół Budowlanych, ul. Kilińskiego 16, zbudowany przed 1939 rokiem, kształci 590 uczniów, posiada 15 sal lekcyjnych, z czego 4 tj. 27 % narażone są na znaczny hałas
33. Państwowa Szkoła Muzyczna, ul. Walki Młodych 39, zlokalizowana w sąsiedztwie 3-piętrowych budynków mieszkalnych, zbudowana przed 1939 rokiem /nadbudówka z suporeksu/, posiada 10 sal, z tego 6 tj. 60 % znajduje się od strony dużego natężenia hałasu komunikacyjnego; kształci się 259 uczniów.
34. Liceum Ogólnokształcące, ul. W. Pola 11. Szkoła zlokalizowana jest w odległości 20 m od ulicy. Otoczenie szkoły stanowi otwarte pole. 4-piętrowy budynek szkolny zbudowano przed 1939 rokiem. Do szkoły uczęszcza 920 uczniów. Liczba sal lekcyjnych wynosi 24, z tego 7 tj. 29,1 % narażonych jest na silny hałas zewnętrzny.

35. Zespół Szkół Mechanicznych, ul. J. Krasickiego 2. Szkoła zlokalizowana jest na terenie rekreacyjnym, częściowo za-
drzewionym, oddalona od asfaltowanej ulicy około 60 m, u-
cząca 550 uczniów. Jest to budynek 3-piętrowy, posiadają-
cy 21 sal lekcyjnych, z tego 3 tj. 14,3 % narażone są na
duży hałas zewnętrzny. Szkoła zbudowana przed 1939 rokiem.
36. Zasadnicza Szkoła Zawodowa ZNTK, ul. Warsztatowa 6. Szkoła
zlokalizowana jest na terenie Zakładów Naprawczych Taboru
Kolejowego bez naturalnych barier tłumiących hałas. Zbu-
dowana przed 1939 rokiem, posiada 2 kondygnacje, 4 sale
lekcyjne, z tego 1 tj. 25 % narażona jest na znaczny ha-
łas zewnętrzny. Budynek szkolny znajduje się w odległości
5 m od ulicy. Do szkoły uczęszcza 315 uczniów, brak jest
naturalnych barier przeciwhałasowych. Bliskość warsztatów,
pracujący wentylator, agregaty, młoty pneumatyczne i pra-
sa hydrauliczna powodują stałą, dużą hałaśliwość terenu.
To przyczynia się do powstawania trudności w prowadzeniu
zajęć, zwłaszcza przy oknach otwartych.
37. Liceum Ogólnokształcące im. B. Prusa w Siedlcach, ul. Sien-
kiewicza 2. Szkoła usytuowana jest bezpośrednio przy chod-
niku u zbiegu ulic Floriańskiej /dłuższy bok budynku/
i ul. Sienkiewicza, w bezpośrednim sąsiedztwie tych bardzo
ruchliwych ulic o uciążliwym hałasie komunikacyjnym. Ulica
Floriańska stanowi część trasy E-8 /Paryż-Moskwa/. Budynek
jest dwupiętrowy, ma 19 klas lekcyjnych, zbudowany z cegły,
oddany do użytku w 1951 roku, na terenie o szczupłym za-
drzewieniu i ciągłej zabudowie ulic sąsiadujących ze szko-
łą. W szkole kształci się 500 uczniów.
38. Szkoła Podstawowa Strzelce Górne. Szkoła ta zlokalizowana
jest w gminie Dobrcz, woj. bydgoskie, 2 km od szosy głów-
nej E-83 na trasie Bydgoszcz-Gdańsk. Na terenie wsi nie ma
poważniejszych źródeł hałasu. Szkoła zajmuje budynek po
dawny pałacu, otoczona jest parkiem. Liczy 196 uczniów,
którzy pochodzą z pięciu pobliskich wsi. Budynek szkolny
dysponuje 7 izbami lekcyjnymi, zbudowany z cegły przed
1939 rokiem.

Szkoły gminy Szubin

W gminie Szubin objęto badaniami 3 szkoły. Dwie z badanych szkół mieściły się w Szubinie, tj. Szkoła Podstawowa nr 1, ul. Wyzwolenia 2 i Zbiorcza Szkoła Gminna, ul. Tysiąclecia 2, trzecia natomiast była szkołą wiejską, tj. Szkoła Podstawowa w Królikowie gm. Szubin /wszystkie w woj. bydgoskim/.

39. Szkoła Podstawowa nr 1 zlokalizowana jest przy ulicach o dużym natężeniu ruchu samochodowego, tj. ul. Szkolnej /trasa w kierunku Łabiszyna/ i ul. Pendereckiego /trasa E-83/. Po przeciwnej stronie ulic występuje ciągła zabudowa domów mieszkalnych i zakładów przemysłowych. Szkoła zbudowana jest z cegły w 1913 roku, kształci 574 uczniów.
40. Zbiorcza Szkoła Gminna jest szkołą nowego typu. Od ruchliwej ulicy Kcyńskiej oddalona jest około 500 metrów. Przestrzeń między ulicą a budynkiem szkolnym zajmuje park XXX-lecia PRL. Szkoła zbudowana jest z elementów betonowych w 1962 roku, kształci 767 uczniów.
41. Szkoła Podstawowa w Królikowie reprezentuje typowo wiejską szkołę. Dwa budynki zlokalizowane są po obu stronach głównej ulicy przebiegającej przez wieś. Jest to szkoła zbudowana z cegły przed 1890 rokiem, kształci 320 uczniów. Obok budynku szkolnego znajduje się boisko szkolne, wokół budynków rośnie szereg drzew i krzewów.

Szkoły miasta stołecznego Warszawy

Terenem badań były szkoły dzielnicy Żoliborz. Jest to jedna z dzielnic o znacznym nasileniu hałasu komunikacyjnego.

42. Szkoła Podstawowa 80, ul. Aspekt 46, zlokalizowana przy ulicy o słabym ruchu kołowym, zbudowana z suporeksu w 1967 roku, kształci 420 uczniów.
43. Szkoła Podstawowa 179, ul. Kasprowicza 107, zlokalizowana przy ruchliwej ulicy, zbudowana z cegły w 1957 roku, kształci 206 uczniów.
44. Zespół Szkół Zawodowych /Technikum Księgarskie/, ul. Że-

romskiego 79, położony przy ruchliwej ulicy, zbudowana z płyt betonowych w 1964 roku, kształci 1480 uczniów.

Szkoły miasta Żnina

Na terenie Żnina, woj. bydgoskie pomiary hałasu przeprowadzone zostały w 4 szkołach.

45. Liceum Ogólnokształcące im. Braci Śniadeckich, ul. Sienkiewicza 1, zlokalizowane przy ruchliwej ulicy, narażone na znaczny wpływ hałasu przemysłowego. Zbudowane w 1968 roku z elementów betonowych, kształci 420 uczniów.
46. Zasadnicza Szkoła Zawodowa, ul. Browarna 3, zlokalizowana poza miastem przy ulicy o słabym ruchu samochodowym. Zbudowana w 1974 roku z płyt betonowych, kształci 650 uczniów.
47. Szkoła Podstawowa 1, ul. Szkolna 4, zlokalizowana przy zbiegu ruchliwych ulic, w sąsiedztwie zakładu przemysłowego. Zbudowana jest z cegły w 1954 roku, kształci 707 uczniów.
48. Szkoła Podstawowa 2, ul. W. Pieniężnej 2, zlokalizowana poza miastem w sąsiedztwie ogródków działkowych, zbudowana z cegły w 1969 roku, kształci 880 uczniów.

Łącznie badania przeprowadzone były w 48 obiektach szkolnych na terenie województwa bydgoskiego, pilskiego, siedleckiego i miasta stołecznego Warszawy.

Głównym źródłem hałasu w badanych szkołach był hałas komunikacyjny /ruch uliczny, samochodowy, tramwajowy/, a ponadto dla niektórych również przelot samolotów. Szkoły wybrane zostały losowo. W każdym miejscu pomiar powtórzony był 3-krotnie. Wokół budynku były minimum 4 miejsca pomiaru.

Pomiary dokonywane były przy pomocy miernika poziomu dźwięku /sonometr/ typu MPDA-11, Brüel-Kjaer 2203 z zestawem filtrów typu 1613, typu N-201 oraz typu SPM-101.

Badania obejmowały pomiar hałasu:

- a/ przy źródle hałasu komunikacyjnego /1 m od ulicy na chodniku przy jezdni/;

- b/ w odległości 1 m od budynku szkoły, od strony źródła hałasu komunikacyjnego oraz od stron bardziej wyciszonych, tj. boiska szkolnego, skwerów, terenów niezabudowanych lub bloków mieszkalnych; w obu przypadkach mikrofon kierowany był w stronę źródła hałasu i umieszczony na wysokości około 1 m od ziemi;
- c/ w salach lekcyjnych przy oknach otwartych i zamkniętych, w trzech miejscach po przekątnej, bez uczniów;
- d/ w miesiącach: listopadzie /jesień/, styczniu /zima/ i kwietniu /wiosna/ przy oknach zamkniętych i pustych salach;
- e/ w godzinach 8-9 i 15-16, uwzględniając różne natężenie ruchu samochodowego, hałas mierzony był przy oknach zamkniętych w pustych salach;
- f/ na różnych kondygnacjach /parter, I, II, III piętro/ okna zamknięte, sale puste/.

Wyniki zostały opracowane statystycznie z zastosowaniem pojedynczej analizy zmienności.

Wyniki badań

Określenie natężenia hałasu przy różnej odległości budynku szkolnego od źródła hałasu stanowiło jeden z bardziej istotnych elementów niniejszych badań. Informacja taka wykorzystana może być przez urbanistów planujących budowę szkół w osiedlach.

Jak wskazują dane /tab. 3/ na terenach, gdzie szkoły zostały zgrupowane w zależności od odległości budynku szkolnego od źródła hałasu komunikacyjnego, natężenie hałasu systematycznie obniżało się w miarę zwiększania się odległości. Przy odległości źródła hałasu od budynku szkoły do 10 m natężenie hałasu było podobne /odchylenia w granicach 2 dB/. Natomiast przy odległości źródła hałasu od budynku szkoły w granicach 11-20 metrów obniżenie natężenia hałasu wynosiło już 3 dB. Ale przy odległości źródła hałasu od budynku szkoły ponad 30 m, obniżenie natężenia hałasu komunikacyjnego wynosiło aż 12 dB.

W trakcie badań okazało się, że kilka szkół narażonych było na hałas przelatujących samolotów. Hałas mierzony w czasie przelotu wahał się od 88 do 110 dB i trwał przez 3-6 sekund. Obserwacje wykazały, że przeloty samolotów utrudniały bardzo ustne przekazywanie treści programowych /uczniowie nie słyszą mówiącego nauczyciela/, słuchania programów radiowych i telewizyjnych oraz przyczyniały się do zdenerwowania, osłabienia koncentracji, a także rozpraszania uwagi.

Wyniki zebrane w tabeli 3 i 4 pozwalają również sklasyfikować szkoły według natężenia hałasu komunikacyjnego, tj. na szkoły zlokalizowane w wyjątkowo hałaśliwym miejscu oraz na szkoły położone w sąsiedztwie ulic wyciszonych o słabym natężeniu hałasu. Za szkoły nie narażone na wysoki hałas komunikacyjny można uznać takie, w których hałas dochodzący do budynku /mierzony w odległości 1 m od gmachu/ nie przekracza 50 dB. Takich szkół stwierdzono tylko 9, tj. 19 %. Były to szkoły położone przy ulicach o małym ruchu pojazdów samochodowych, w sąsiedztwie parków, terenów niezabudowanych, lasów. Do nich należały SP 57, Zespół Szkół Handlowych, SP 27, SP 5 w Bydgoszczy, SP w Strzelcach Górnych /szkoła wiejska/, SP w Królikowie /szkoła wiejska/, SP 80 w Warszawie, Zasadnicza Szkoła Zawodowa oraz SP 2 w Żninie i Zasadnicza Szkoła Mechaniczna w Pile.

Natomiast szkoły, w których hałas komunikacyjny dochodzący do budynku przekraczał 80 dB zaliczyć należy do szkół narażonych na bardzo uciążliwy hałas. Takich szkół było 5, tj. 10 %.

Do nich należą następujące szkoły: SP 8, Ośrodek Szkolno-Wychowawczy, Państwowe Liceum Sztuk Plastycznych, Technikum Przemysłu Spożywczego - w Bydgoszczy oraz Liceum Ogólnokształcące I w Siedlcach.

Pozostałe 34 szkoły, tj. 71 % narażone były na uciążliwy hałas.

W badaniach chodziło również o wykazanie, czy natężenie hałasu jest różne w godzinach rannych /8-9 godz./ i popołudniowych /15-16 godz./. Zakładano, że po godzinie ósmej powinien być niższy hałas, aniżeli w godzinach od 15 do 16, tj. w czasie kiedy większość ludzi kończy pracę, wzmożony jest ruch samochodowy i tramwajowy, w niektórych szkołach kończą się lekcje.

Natężenie hałasu przy różnej odległości budynku
szkolnego od źródła hałasu w decybelach

Tabela 3.

Lp.	S z k o ł a	Źródło hałasu	Odległość budynku szkolnego od źródła hałasu w metrach		
			do 10	11-20	pow.30
1	2	3	4	5	6
	Szkoły m. Bydgoszczy				
1	SP nr 8 ul. Bernardyńska Pl. Kościeleckich	84 80	84 80		
2	Ośrodek Szkolno-Wycho- wawczy ul. Krasieńskiego ul. 3 Maja	81 83	81 83		
3	Państwowe Liceum Sztuk Plastycznych ul. Al. 1 Maja Pl. Wolności	80 66	80 64		
4	SP nr 2 ul. Hetmańska	75	70		
5	SP nr 39	68	65		
6	SP nr 57	55	50		
7	SP nr 1	75	72		
8	Zespół Szkół Handlowych	53	50		
9	Zasadnicza Szkoła Zawo- dowa ZNTK w Pile	76	76		
10	Zespół Szkół Ekonomi- cznych w Pile	61	58		
11	Zespół Szkół Budowla- nych w Pile	66	61		
12	Państwowa Szkoła Muzy- czna w Pile	65	62		

1	2	3	4	5	6
13	I Liceum Ogólnokształcące w Siedlcach ul. Floriana ul. Sienkiewicza	81 68	81 67		
14	SP Strzelce Górne	45	43		
15	SP nr 20	61		52	
16	SP nr 25 ul. G. Siedleckiego	74		66	
17	SP nr 23 ul. Fordońska ul. Ceramiczna	73 63		65 58	
18	SP nr 42	70		65	
19	SP nr 27	43		40	
20	Zespół Szkół Gastronomicznych	79		65	
21	Technikum Przemysłu Spożywczego ul. Toruńska	84		81	
22	V Liceum Ogólnokształcące	59		54	
23	Technikum Ceramiczne	77		70	
24	SP nr 4 ul. Wyzwolenia i ul. Pielęgniarska	72		67	
25	SP nr 16	78		72	
26	SP nr 50	66		62	
27	IV Liceum Ogólnokształcące	76		68	
28	VII Liceum Ogólnokształcące ul. 22 Lipca ul. Świerkowa	76 65		73 62	

c.d. tab. 3.

1	2	3	4	5	6
29	Liceum Ogólnokształcące w Pile	59		54	
30	Zespół Szkół Zawodowych w Pile	73		61	
31	Zespół Szkół Gastronomicznych w Pile	70		64	
32	SP w Królikowie	50		48	
33	Zbiorcza Szkoła Gminna w Szubinie	75		53	
34	SP nr 1 w Szubinie	71		61	
35	SP nr 80 w Warszawie	48		44	
36	SP nr 179 w Warszawie	71		73	
37	Technikum Księgarskie w Warszawie	79		73	
38	SP nr 38 w Bydgoszczy	73			63
39	SP nr 7 w Bydgoszczy	81			68
40	Liceum Ogólnokształcące w Żninie	84			70
41	Zasadnicza Szkoła Zawodowa w Żninie	60			50
42	SP nr 1 w Żninie	80			69
43	SP nr 2 w Żninie	61			50
44	SP nr 5 w Bydgoszczy	60			46
45	SP nr 6 w Bydgoszczy	80			64
46	SP nr 15 w Bydgoszczy	71			61
47	Zespół Szkół Mechanicznych w Pile	56			47

Wpływ odległości budynku szkolnego na obniżenie
hałasu komunikacyjnego

Tabela 4.

Pomiar /dB/	Odległość budynku szkolnego od źródła hałasu w metrach		
	do 10	11-20	powyżej 30
Źródło hałasu	69	69	71
1 m od budynku szkoły	67	61	59
R ó ż n i c a	-2	-8	-12

Różnica graniczna $P = 0,05$ wynosi $\sqrt{8}$ dB

Średnie natężenie hałasu przy budynku szkolnym
w godzinach rannych i popołudniowych

Tabela 5.

Lp.	S z k o ł y	Hałas w dB	
		8-9 godz.	15-16 godz.
	Szkoły m. Bydgoszczy		
1	SP nr 2	67	61
2	SP nr 5	46	48
3	SP nr 8	80	82
4	Zespół Szkół Gastronomicznych	70	68
5	SP nr 57	56	53
6	Technikum Przemysłu Spożywczego	80	80
7	V LO	51	57
8	Ośrodek Szkolno-Wychowawczy	78	80
9	SP nr 16	72	72
10	SP nr 15	61	63
11	SP nr 50	61	62
12	IV LO	70	73
13	VII LO	68	72
14	SP nr 1	67	65
15	Zespół Szkół Handlowych	52	52
16	Państw. Szk. Sztuk Plastycz.	79	78
17	SP nr 23	66	65
18	SP nr 27	42	40
19	SP nr 39	68	65

c.d. tab. 5.

1	2	3	4
	Szkoły m. Warszawy		
20	SP nr 80	42	44
21	SP nr 179	75	75
22	Technikum Księgarskie	72	73
23	I LO Siedlce	68	67
	Szkoły m. Żnina		
24	I LO im. Śniadeckich	80	88
25	ZSZ	58	63
26	SP nr 1	80	87
27	SP nr 2	56	65
	Ś r e d n i o	65	67

Różnica graniczna $P = 0,05$ wynosi 10 dB

Wyniki wskazują /tabela 5/, że natężenie hałasu komunikacyjnego w godzinach rannych i popołudniowych było podobne i każda zmiana uczącej się młodzieży narażona była na podobny hałas.

Również natężenie hałasu w badanych szkołach było podobne jesienią /listopad/, zimą /styczeń/ i wiosną /kwiecień/. Obserwowano tendencję nieco niższego hałasu o 3 dB w okresie zimy /tabela 6/.

Obserwacje wykazały również tendencję obniżania się hałasu na II, a zwłaszcza III piętrze. I tak na przykład w 4 badanych szkołach natężenie hałasu komunikacyjnego na parterze wynosiło 60 dB, na I piętrze 59, na II piętrze 57 i na III piętrze 56 dB.

Ciekawe wyniki uzyskano przy pomiarze hałasu w salach lekcyjnych przy oknach zamkniętych i otwartych. Jak wskazują wyniki /tabela 7/ poprzez zamykanie okien w czasie zajęć lekcyjnych można obniżyć hałas komunikacyjny średnio o 10 dB. Wynika z tego, że w szkołach narażonych na duży hałas komunikacyjny otwieranie okien podczas prowadzonych zajęć będzie wyraźnie przeszkadzało w nauczaniu dzieci.

Bardzo istotny wpływ na kształtowanie środowiska akustycznego szkół ma ich najbliższe otoczenie tj. boiska szkolne, tereny niezabudowane, obecność drzew i żywopłotów, zwarta zabudowa. Okazało się, że tego rodzaju naturalne przeszkody skutecznie przyczyniają się do obniżenia hałasu. Jak wskazują uzyskane wyniki /tabela 8/ boiska szkolne, budynki mieszkalne w zwartej zabudowie, niezabudowane place przyczyniały się do obniżenia hałasu średnio o 12 %, w stosunku do sąsiedztwa hałaśliwej ulicy o dużym nasileniu hałasu komunikacyjnego. Wynika z tego, że sale lekcyjne od strony boisk szkolnych, niezabudowanych placów, zwartej zabudowy czy parków będą narażone na mniejszy hałas. Zatem szkoły powinny być lokalizowane w strefach ciszy /podobnie jak szpitale, biblioteki itp./ tak, aby hałas dochodzący do budynku nie przekraczał 40, maksimum 50 dB. Ponadto większą aniżeli dotychczas uwagę zwrócić trzeba na wprowadzenie nawyków kształtowania poprawnej kultury akustycznej wśród uczniów. W budynkach szkolnych zbyt narażonych na hałas należy wyciszać sale wszelkimi dostępnymi środkami.

Wskazane jest też planowanie przedmiotów wymagających przy nauczaniu większej koncentracji /np. matematyka, fizyka, biologia itp./ w salach usytuowanych w budynku od strony mniej hałaśliwej.

Średnie natężenie hałasu w zależności od pory roku

Tabela 6.

Lp.	Szkoły m. Bydgoszczy	listopad	styczeń	kwiecień
1	SP nr 15	62	60	61
2	SP nr 50	62	60	62
3	IV LO	72	70	72
4	VII LO	74	67	75
5	SP nr 1	64	63	64
6	Zespół Szkół Handlowych	51	52	51

c.d. tab. 6.

1	2	3	4	5
7	Państw. Szk. Szt. Plast.	78	76	78
8	SP nr 23	68	69	68
9	SP nr 27	42	40	41
10	SP nr 39	66	63	68
	Ś r e d n i o	64	61	64

Różnica graniczna $P = 0,05$ wynosi 11 dB

Średnie natężenie hałasu w salach lekcyjnych przy otwartych i zamkniętych oknach

Tabela 7.

Lp.	S z k o ł y	Hałas w dB	
		okna zamknięte	okna otwarte
	Szkoły miasta Bydgoszczy		
1	SP nr 2	57	64
2	SP nr 5	34	42
3	SP nr 8	66	75
4	Zespół Szkół Gastronomicznych	56	63
5	SP nr 46	41	53
6	SP nr 57	43	51
7	SP nr 38	44	56
8	Technikum Przemysłu Spożywczego	49	58
9	SP nr 7	45	54
10	SP nr 20	35	40
11	V LO	42	45
12	Ośrodek Szkolno-Wychowawczy	64	77
13	Zespół Szkół Mechanicznych nr 2	50	60
14	SP nr 4	45	60
15	SP nr 16	50	57

1	2	3	4
16	SP nr 25	51	60
17	SP nr 42	45	55
18	SP nr 15	42	56
19	SP nr 50	43	54
20	IV LO	57	66
21	VII LO	56	65
22	SP nr 1	60	67
23	Zespół Szkół Handlowych	39	48
24	Państw. Szkoła Sztuk Plastycznych	63	73
25	SP nr 23	54	64
26	SP nr 27	38	43
27	SP nr 39	64	70
	Szkoły miasta Piły		
28	ZSZ Górnicze	45	62
29	Zespół Szkół Zawodowych	57	68
30	Zespół Szkół Gastronomicznych	52	63
31	Zespół Szkół Ekonomicznych	55	59
32	Zespół Szkół Budowlanych	50	58
33	Państwowa Szkoła Muzyczna	44	58
34	I LO	38	50
35	Zespół Szkół Mechanicznych	44	53
36	ZSZ ZNTK	58	70
	Szkoły miasta Warszawy		
37	SP nr 80	38	42
38	SP nr 179	45	50
39	Technikum Księgarskie	42	51
	Szkoły miasta Żnina		
40	LO Żnin	54	68
41	ZSZ	42	48

od. tab. 7.

1	2	3	4
42	SP nr 1	63	74
43	SP nr 2	36	41
44	LO nr 1 Siedlce	51	61
45	SP Królikowo	36	48
46	Zbiorcza Szkoła Gminna Szubin	34	40
47	SP nr 1 Szubin	44	55
	Ś r e d n i o	46	57

Różnica graniczna $P = 0,05$ wynosi ∇ dB

Średnie natężenie hałasu w zależności
od położenia budynku

Tabela 8.

Lp.	S z k o ł y	Hałas w dB	
		źródło hałasu	boisko, część zabudowana
	Szkoły miasta Bydgoszczy		
1	SP nr 2	73	47
2	SP nr 5	60	42
3	SP nr 8	81	71
4	Zespół Szkół Gastronomicznych	79	56
5	SP nr 57	53	52
6	Technikum Przemysłu Spożywczego	80	65
7	V LO	59	51
8	Ośrodek Szkolno-Wychowawczy	78	64
9	SP nr 16	78	60
10	SP nr 15	71	57
11	SP nr 50	66	59
12	IV LO	76	63
13	VII LO	70	63
14	SP nr 1	75	53

1	2	3	4
15	Zespół Szkół Handlowych	55	52
16	Państw. Szk. Sztuk Plastycznych	71	59
17	SP nr 23	68	54
18	SP nr 27	43	40
19	SP nr 39	68	60
	Szkoły miasta Warszawy		
20	SP nr 80	48	40
21	SP nr 179	77	66
22	Technikum Księgarskie	79	56
	Szkoły miasta Żnina		
23	I LO im. Śniadeckich	84	82
24	ZSZ	60	57
25	SP nr 1	80	71
26	SP nr 2	61	50
27	I LO Siedlce	72	57
	Ś r e d n i o	66	53

Różnica graniczna $P = 0,05$ wynosi 9 dB

W n i o s k i

Z uzyskanych wyników można wyciągnąć następujące wnioski:

- 1/ na 47 zbadanych szkół tylko 9 szkół /18 %/ posiadało warunki, w których natężenie hałasu komunikacyjnego nie przekraczało normy 50 dB;
- 2/ istotne obniżenie natężenia hałasu komunikacyjnego stwierdzono przy odległości budynku szkolnego od źródła hałasu powyżej 30 metrów;

- 3/ poprzez zamykanie okien można obniżyć hałas komunikacyjny w salach lekcyjnych średnio o 10 dB;
- 4/ natężenie hałasu komunikacyjnego było podobne w godzinach 8-9 oraz 15-16; w okresie zimy natężenie hałasu było nieco niższe;
- 5/ zaobserwowano tendencję obniżania hałasu /3-5 dB/ w salach na drugim, a zwłaszcza na trzecim piętrze;
- 6/ szkoły usytuowane w pobliżu linii startu i lądowania samolotów narażone były na dokuczliwy, okresowy /2-3 sek./ hałas o natężeniu 88-110 dB.

Spis literatury

- 1 E. Biernacki: Hałas to też wróg /Hałas szkolny/, "Nowa Szkoła" 1973, nr 1
- 2 R. Brodniewicz: Klimat akustyczny obiektów szkolnych i jego znaczenie higieniczne. Pamiętnik II Ogólnopolskiego Sympozjum Higieny Szkolnej, Zielona Góra 1968
- 3 W. Brzeziński: Ochrona prawna naturalnego środowiska człowieka, PWN, Warszawa 1975
- 4 M.S. Czeskin: Człowiek i hałas, PWN, Warszawa 1966, 1972
- 5 J. Grzesik: Bodźce akustyczne, PWN, Warszawa 1977
- 6 A. Jaczewski: Higiena szkolna, PZWS, Warszawa 1968
- 7 J. Jankowska, T. Krajewski: Budownictwo szkół i przedszkoli, Warszawa 1962
- 8 B. Kopcewicz: Badania wpływu hałasu na pracę ucznia w szkole, "Kwartalnik Pedagogiczny" 1971, nr 1
- 9 S. Łukasiewicz: Budynki i tereny szkolne. Higiena szkolna pod red. M. Kasprzaka, Warszawa 1958
- 10 PN-63/B-02151: Akustyka budowlana. Nazwy i określenia. Ochrona przeciwdźwiękowa pomieszczeń w budynkach. Wyd. Normalizacyjne 1963

- 11 PN-65/S-65051: Pojazdy samochodowe. Dopuszczalne poziomy hałasu zewnętrznego. Wartości graniczne. Metody badań. Wyd. Normalizacyjne 1965
- 12 Cz. Puzyna: Hałas w przemyśle i jego zwalczanie, Warszawa 1970, 1976
- 13 Cz. Puzyna: Zwalczanie hałasu w przemyśle, Warszawa 1974
- 14 Cz. Puzyna: Pomiary hałasu. Metody badań, Warszawa 1974
- 15 R. Rogoziński, J. Sadowski: Walka z hałasem w komunikacji i przemyśle, Warszawa 1974
- 16 J. Rzepka: Środowisko akustyczne szkoły i jego wpływ na przebieg procesów dydaktycznych. "Kwartalnik Pedagogiczny" 1963, nr 4
- 17 J. Rzepka: Wstępne badania natężenia hałasu w wybranych szkołach. Pamiętnik II Ogólnopolskiego Sympozjum Higieny Szkolnej, Zielona Góra 1968
- 18 J. Sadowski: Akustyka architektoniczna, PWN, Warszawa 1976
- 19 J. Sadowski: Fizjologiczne podstawy pracy umysłowej. CRZZ Warszawa 1971
- 20 M. Siemieński: Kultura a środowisko akustyczne człowieka, Warszawa 1969
- 21 M. Siemieński: Problem hałasu w medycynie przemysłowej, Warszawa 1973
- 22 M. Siemieński: Środowisko akustyczne szkoły i jego wpływ na przebieg procesów dydaktyczno-wychowawczych i zdrowie psychiczne ucznia. "Kwartalnik Pedagogiczny" 1963, nr 2
- 23 J. Sołtysik: Ciszej. "Kurier Polski" 1974, nr z 1.X.1974
- 24 W. Świniarski: Hałas w sali dydaktycznej. Biuletyn IKNiBO Poznań 1970, nr 375
- 25 T. Wernerowska: Hałas w bydgoskich szkołach podstawowych. Praca magisterska WSP, Bydgoszcz 1976
- 26 D. Zięborczykowa: Hałas w szkole. Rocznik Państw. Zakładu Higieny. T. I, Warszawa 1958, nr 23

ACOUSTIC ENVIRONMENT OF SCHOOLS

Summary

Measurements of noise level were made in 1978-79 in 47 schools with the help of a sonometer. Results indicate that 18 per cent of schools have classrooms with an external noise level not exceeding the standard 50 dB. Noise suppression by the windows was 10 dB. Jet planes generated noise of 88-110 dB.

During winter, as well as on the 3rd floor, a lower noise level was observed. Substantial lowering of external noise level was recorded when the distance between the source of the noise and the school was over 30 m.

АКУСТИЧЕСКОЕ ОКРУЖЕНИЕ ШКОЛ

Резюме

Исследования были проведены в 1978-79 годах в 47 начальных и средних школах. Результаты этих исследований показали, что в классах 18% исследуемых школ интенсивность коммуникативного шума не превышала нормы 50 ед. децибел. Окна глушили шум в границах 10 ед. децибел. Пролетающие реактивные самолёты создавали интенсивность в границах 88-110 ед. децибел. Зимой и на III этаже интенсивность шума была ниже, чем весной, осенью и на первом этаже.

Установлено, что существенное понижение интенсивности шума от транспорта наблюдается тогда, когда школьное здание расположено на расстоянии больше 30 метров от источника шума.