

Propozycja ujednolichenia sygnalizacji akustycznej na przejściach dla pieszych w Polsce

fot. shutterstock.com

W trakcie dyskusji na temat przystosowania przestrzeni publicznej do potrzeb osób niepełnosprawnych, niejednokrotnie pojawia się temat sygnalizacji dźwiękowej na przejściach dla pieszych. Bez odpowiedzi pozostawało do tej pory pytanie, jaki dźwięk jest najodpowiedniejszy, najlepiej czytelny na tle hałasu ulicznego, w najlepszy sposób przeprowadzi niewidomego przez ulicę. Choć przepisy przewidują wprowadzenie udźwiękowienia sygnalizacji, nie regulują norm, jakie powinny spełniać takie dostosowania.

Edyta Bogusz, Anna Furmann, Henryk Lubawy, Marek Niewiarowicz, Piotr Perz, Piotr Pękała*

Wspomniane uregulowania prawne oraz związane z ich charakterem problemy dla niewidomych zostały przedstawione na łamach Tyfloświata w numerze 1 (1) 2008, w artykule „Sygnalizacja na przejściach dla pieszych”. Regulacje dotyczące przedmiotu niniejszego artykułu zawiera m.in. norma PN-Z-80100/2004 (ISO 23600/2007) (Dz. U. Nr 220, rok 2003), w której ujęto następujący zapis: „Na jednym ciągu pieszym, a także na jednym ciągu ulic i w jednym obszarze (dzielnicy, mieście, powiecie) zaleca się stosowanie jednakowych systemów sygnalizacji dźwiękowej – nadającej jednakowe sygnały podstawowe i pomocnicze”. Ciągłe otwarte pozostaje pytanie, jaki dźwięk jest najodpowiedniejszy. Cytowany przepis tego nie precyzuje.

Próba uściślenia

W ramach projektu badawczo-rozwojowego, dotyczącego „Opracowania metody

nauki orientacji przestrzennej dla osób niewidomych w dużym mieście z wykorzystaniem dźwięków środowiska” pod kierownictwem **prof. Edwarda Hojana** podjęto próbę odpowiedzi na wyżej postawione pytanie. Przebieg, rezultaty badań oraz wynikająca z nich propozycja ujednolichenia sygnalizacji akustycznej zostaną przedstawione w tym artykule.

Rodzaje sygnałów akustycznych

Przypomnijmy, że obowiązujące w Polsce przepisy przewidują następujące sygnały akustyczne, jakie powinny być emitowane na przejściu dla pieszych:

- **sygnały podstawowe:** „przechodź” (światło zielone, ciągłe) oraz „kończ przechodzenie” (światło zielone, migające),
- **sygnały pomocnicze** – światło czerwone - naprowadzające na przycisk.

Ten sam przepis mówi, że sygnałem podstawowym może być:

- sygnał jednotonowy,
- sygnał wielotonowy (dźwięk złożony),
- sygnał mowy,
- śpiew ptaków,
- fragmenty melodii.

Różnorodność propozycji, jakie dopuszczają polskie przepisy wskazuje na to, że może to być praktycznie każdy dźwięk. Przeanalizowana literatura tematu jednoznacznie odrzucała trzy ostatnie propozycje, a więc sygnał mowy, śpiew ptaków, fragmenty melodii. Już sam fakt rozbieżności między obowiązującymi przepisami a sugestiami literaturowymi wskazywał na istnienie problemu. Aby go jednak w pełni zdefiniować i wyraźnie pokazać, na jakie trudności napotykają osoby niewidome i słabowidzące przy poruszaniu się po mieście, a szczególnie przy przekraczaniu ulic, przeprowadzona została ankieta wśród niepełnosprawnych wzrokowo mieszkańców Poznania.

Opinia osób niewidomych i słabowidzących

Wyniki przeprowadzonego badania ankietowego wskazywały na następujące problemy:

- zbyt duża różnorodność sygnałów zezwalających na przejście,
- ten sam sygnał akustyczny na jednym przejściu odpowiada światłu zielonemu, na innym zielonemu migającemu, informującemu o zakazie wkraczania na ulicę,
- sygnalizacja dźwiękowa z reguły nie uwzględnia złożoności przekraczanej drogi,
- sygnały dźwiękowe, dochodzące z przejść usytuowanych w stosunku do siebie prostopadle (sytuacja spotykana z reguły na skrzyżowaniach) czy wieloetapowych przejść, często nakładają się na siebie,
- często stosowane są sygnały akustyczne niedostatecznie wyróżniające się na tle hałasu ulicznego, przez co są niedostatecznie słyszalne.

Po dokładnym przestudiowaniu wyników ankiety, na jej podstawie, zostały sformułowane wnioski wytyczające kierunek dalszych badań. Ustalono, iż należy ujednolicić i ograniczyć liczbę stosowanych sygnałów akustycznych, a także poprawić nagłośnienie na przejściach tak, żeby słyszalne były tylko najbliższe sygnały informujące o możliwości przejścia przez jezdnię. Ponadto należy stosować jedynie takie sygnały akustyczne, które są dobrze słyszalne na tle hałasu ulicznego, a sygnały wykorzystywane na przejściach przez torowiska tramwajowe powinny różnić się od tych pozwalających na przekraczanie jezdni.

Polskie normy i przepisy proponują kilka rodzajów sygnałów dźwiękowych, jednakże światowa literatura przedmiotu wyklucza zastosowanie niektórych z nich. I tak, pożądane są sygnały jednotonowe oraz dźwięki złożone, natomiast zdyskwalifikować należy sygnały mowy, śpiew ptaków czy fragmenty melodii.

Ponadto ustalono, że zastosowane na przejściach dla pieszych sygnały nie powinny przypominać żadnego znanego źródła dźwięku mogącego zafałszować informację o możliwości przejścia przez ulicę, muszą być łatwe do zapamiętania i spostrzegalne na tle hałasu ulicznego. Dodatkowo stosowane dźwięki muszą ułatwiać lokalizację ich źródła i nie mogą wywoływać odczucia dyskomfortu u osób mieszkających w okolicy sygnalizacji.

Analizie poddano sygnały złożone oraz jednotonowe z zakresu częstotliwości podstawowej od 550 Hz do 2000 Hz i o częstotliwościach repetycji od 5 Hz do 12,5 Hz.

Psychoakustyczna ocena sygnałów

Tak wybrane sygnały zostały poddane psychoakustycznej ocenie w pełni kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Przebadano je przede wszystkim pod kątem:

- progów słyszalności w ciszy,
- progów spostrzegania sygnałów na tle hałasu ulicznego,
- dokuczliwości.

Badania psychoakustyczne wykazały, że spośród testowanych sygnałów najbardziej korzystne dla osób niewidomych są okresowo powtarzające się sygnały złożone, a dokładnie sygnały o obwiedni czasowej prostokątnej, wypełnione falą prostokątną o częstotliwości podstawowej z zakresu od 880 Hz do 1580 Hz i częstotliwości repetycji $f_r = 5$ Hz.

Ocena zdolności lokalizacji źródła dźwięku w hałasie komunikacyjnym

W pełni kontrolowanych warunkach laboratoryjnych, w kabinie bezechowej dokonano pomiarów KOSK (Kąt Ostrości Słyszenia Kierunkowego), co umożliwiło ocenę zdolności do lokalizacji źródła dźwięku.

Podczas odsłuchu badane osoby musiały określać kierunek, z jakiego słyszały sygnał testowy. Sytuacja była identyczna do tej, jaka istnieje podczas przechodzenia na skrzyżowaniu przez przejście dla pieszych, gdyż sygnały zakłócające hałas komunikacyjny były emitowane przez samochody lub tramwaje w ruchu oraz samochody stojące.

Badania te pokazały, że dźwięk złożony daje lepszą lokalizację źródła dźwięków niż sygnał tonalny, a najtrudniej lokalizować źródło dźwięku znajdujące się pod kątem 90° i 270° w stosunku do słuchacza.

Charakterystyki głośników stosowanych w sygnalizatorach

Podczas badań testowano nie tylko sam sygnał akustyczny, jaki ma być słyszany na przejściach dla pieszych, ale i sprzęt służący do jego emisji. Badaniu poddano szczególnie głośniki pięciu różnych, dostarczonych przez producentów, sygnalizatorów dostępnych w Polsce.

Okazało się, że charakterystyki przeniesienia badanych głośników są różne. W praktyce oznacza to, że jeśli pobudzimy te głośniki dokładnie tym samym sygnałem, to efekt jaki usłyszy słuchacz, może być w każdym z nich inny. Jest to prawdopodobnie jedna z przyczyn różnorodności słysza-

nych dźwięków, emitowanych przez sygnalizatory zamontowane na ulicach, na co wskazywały osoby niewidome w przeprowadzonej ankiecie.

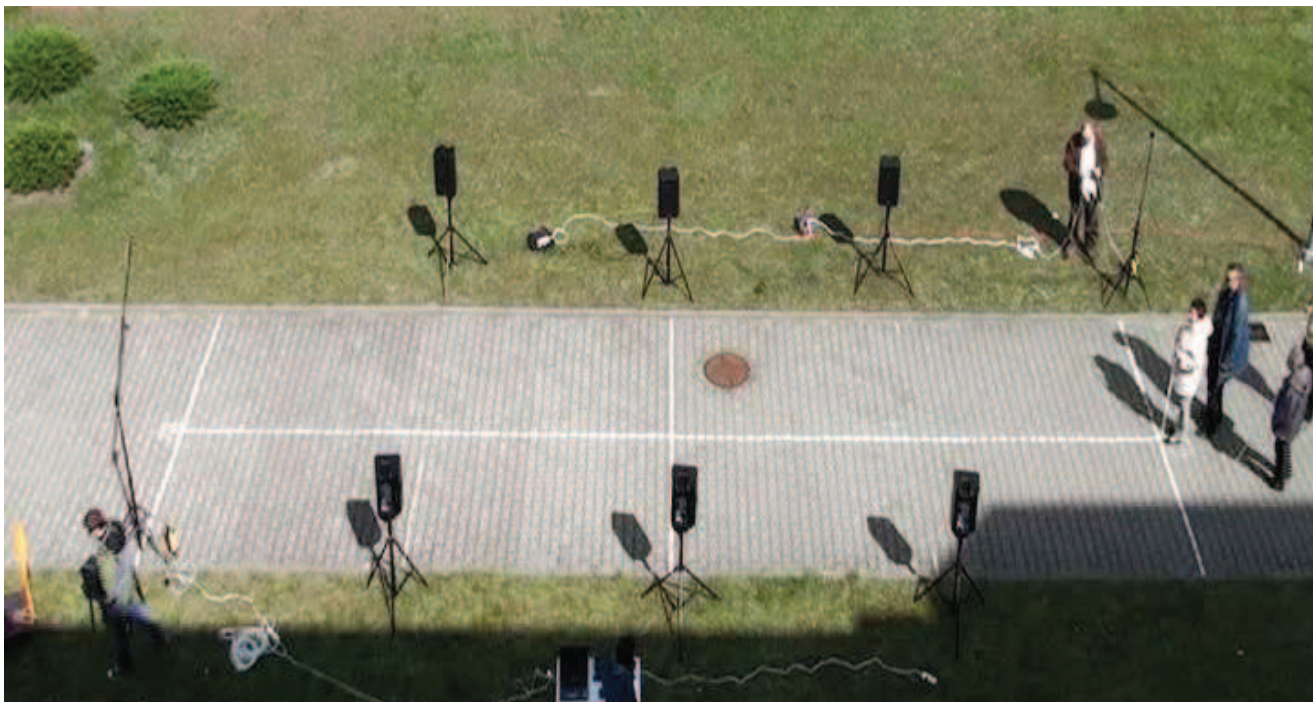
Ponadto przeprowadzone badania pokazały, że głośniki te nie mają cech głośników kierunkowych, krzywe przeniesienia wyznaczone pod różnym kątem nakładają się. Badane głośniki emitują sygnał akustyczny wszechkierunkowo. To z kolei może powodować nieprecyzyjne nagłośnienie przejścia dla pieszych oraz uciążliwość dla mieszkańców okolic przejść z sygnalizacją akustyczną.

Symulowane przejście dla pieszych

Wybrane w warunkach laboratoryjnych sygnały zostały poddane ocenie ich przydatności przez osoby niewidome w warunkach zbliżonych do naturalnych na symulowanym przejściu dla pieszych (Fot. 1). Osoby niewidome poruszały się z białą laską niczym na autentycznym przejściu dla pieszych, lecz warunki były w pełni kontrolowane. Stojące wzdłuż drogi głośniki emitowały hałas komunikacyjny jadących lub stojących samochodów osobowych, ciężarowych lub tramwajów, którego poziom można było regulować. Z sygnalizatorów akustycznych były emitowane testowane dźwięki. Czas reakcji niewidomego po usłyszeniu dźwięku, prędkość przechodzenia przez przejście były notowane przez system fotokomórek. Przemieszczanie się niewidomych było filmowane. Na tej podstawie można było ocenić nie tylko prędkość przechodzenia, ale i precyzyjnie ustalić tor ruchu. W ten sposób oceniono, przy jakich dźwiękach z sygnalizatorów oraz przy jakim hałasie ulicznym niewidomi najszybciej reagują, czują się najpewniej i są w stanie przejść prosto, bez kluczenia, całą szerokość jezdni.

Obserwacji zachowania niewidomych na przejściu dla pieszych dokonywano nie tylko w warunkach przejścia symulowanego, ale i w warunkach w pełni naturalnych. W tym celu zastosowano kamery monitorujące rzeczywiste przejścia uliczne i program komputerowy analizujący obraz z kamer pod kątem zachowania się pieszych.

Wyniki uzyskane za pomocą programu pozwolą na pełną i obiektywną weryfikację



Fot. 1. Sztucznie stworzone przejścia przez jezdnię

poprawności zastosowanego nagłośnienia, w tej chwili jeszcze na wybranym przejściu, a w przyszłości na dowolnym.

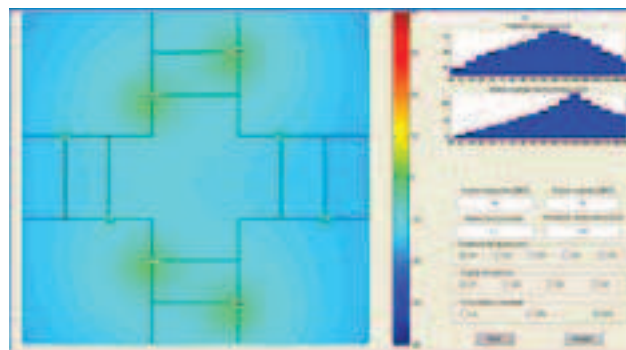
Symulacja komputerowa nagłośnienia przejść dla pieszych

Jednym z postulatów, zgłaszanych przez osoby niewidome, było prawidłowe nagłośnienie przejść przez jezdnię. Można je osiągnąć, odpowiednio ustawiając głośność dźwięku każdego sygnału emitowanego z sygnalizatorów stojących na ulicach i uzależniając ją od wzajemnego rozmieszczenia sygnalizatorów oraz hałasu komunikacyjnego.

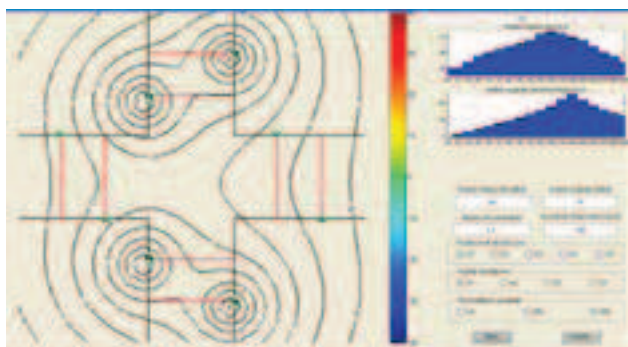
Inżynierowie z Zarządu Dróg Miejskich, zajmujący się projektowaniem sygnalizacji, już dawno wskazywali na to, iż nie mają odpowiedniego narzędzia umożliwiającego wykonanie takiego projektu. W tym celu w ramach prowadzonych prac badawczych powstał program komputerowy CLSIM (Cross Light SIMulator), mający wspierać tego typu prace. Program CLSIM oblicza rozkład nadźwiękowania na obszarze z przejściem dla pieszych, przystosowanym dla osób niewidomych lub ociemniałych. CLSIM uwzględnia wpływ odbicia dźwięku sygnalizatorów akustycznych od powierzchni jezdni. W pro-

gramie zastosowano metodę źródeł pozornych oraz pogłosowe współczynniki pochłaniania dźwięku dla materiału jezdni – asfaltu. Przy obliczaniu całkowitego poziomu dźwięku we wszystkich punktach uwzględniany jest poziom hałasu tła akustycznego. Widmo hałasu zostało przyjęte jak dla znormalizowanego widma hałasu drogowego wg PN EN-ISO 1793-3.

Program umożliwia ocenę rozkładu poziomu dźwięku sygnału emitowanego przez sygnalizatory w zależności od geometrii przejścia, czyli ich wzajemnego usytuowania oraz poziomu hałasu komunikacyjnego. Na fotografiach 2 i 3 przed-



Fot. 2. Szacowanie za pomocą programu CLSIM poziomu dźwięku generowanego z sygnalizatorów akustycznych zamontowanych na skrzyżowaniu, wyniki przedstawione w postaci mapy rozkładu stosunku sygnału generowanego z sygnalizatora do hałasu ulicznego (S/N)



Fot. 3. Szacowanie za pomocą programu CLSIM poziomu dźwięku generowanego z sygnalizatorów akustycznych zamontowanych na skrzyżowaniu, wyniki przedstawione w postaci izolinii -jednakowego stosunku sygnału generowanego z sygnalizatora do hałasu ulicznego (S/N)

stawiono rozkład stosunku sygnału, pochodzącego z sygnalizatora do hałasu ulicznego, w zależności od odległości od źródła dźwięku w postaci mapy wyników i izolinii o jednakowej wartości stosunku sygnału do hałasu.

Propozycja ujednolicenia sygnalizacji

Przeprowadzane badania, których zarys został tutaj przedstawiony, pozwoliły na sformułowanie propozycji ujednolicenia sygnalizacji:

- na przejściach, gdzie nie ma torowiska tramwajowego, należy stosować okresowo powtarzające się sygnały złożone o obwiedni czasowej prostokątnej, wypełnione falą prostokątną o częstotliwości podstawowej 880Hz i częstotliwości repetycji 5 Hz,
- na przejściach dla pieszych z torowiskiem tramwajowym powinno się stosować okresowo powtarzające się sygnały złożone o obwiedni czasowej prostokątnej, wypełnione falą prostokątną o częstotliwości podstawowej 1580 Hz i częstotliwości repetycji 5 Hz,
- poziom stosowanego sygnału należy dostosować do geometrii przejścia oraz poziomu hałasu ulicznego.

orientacji przestrzennej w dużym mieście dla osób niewidomych z wykorzystaniem dźwięków środowiska” pod kierownictwem prof. dr hab. Edwarda Hojana, jako trzecie zadanie badawcze określone jako „Badania parametrów akustycznych, które będą podstawą opracowania nowych standardów (norm) dotyczących sygnalizacji świetlno-dźwiękowej na przejściach dla pieszych – niewidomych” przez zespół w składzie:

Edyta Bogusz - doktorantka w Instytucie Akustyki - zainteresowania badawcze – psychoakustyka, protetyka słuchu, elektroakustyka; pracownik Instytutu Akustyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

dr Anna Furmann - kierownik zespołu - zainteresowania badawcze – psychoakustyka, protetyka słuchu, elektroakustyka; pracownik Instytutu Akustyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Henryk Lubawy - samodzielny specjalista ds. sprzętu i oprogramowania wspomagającego osoby niepełnosprawne z uszkodzeniem narządu wzroku na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza

dr Marek Niewiarowicz akustyk, zainteresowania badawcze – protetyka słuchu, lokalizowanie źródeł dźwięku; pracownik Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu,

dr Piotr Perz - zainteresowania badawcze – akustyka środowiska, elektroakustyka, w szczególności badania przetworników elektroakustycznych – głośników; pracownik Instytutu Akustyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

dr Piotr Pękala - zainteresowania badawcze – elektroakustyka, nagłośnienie pomieszczeń w szczególności dużych sal widowiskowych, koncertowych, kościołów; pracownik Instytutu Akustyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

*Badania nad sygnalizacją akustyczną na przejściach dla pieszych były realizowane w ramach projektu badawczo-rozwojowego, zatytułowanego „Opracowanie metody nauki

Omawiana praca została wykonywana w ramach projektu badawczo-rozwojowego N R11 0008 04.