



MARZENA SUCHOCKA

Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie
marzena.suchcoka@interia.pl



PAULINA SEMENIUK

Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie
paula.sem.94@gmail.com

Aspekty projektowe urządzania ciągów pieszo-rowerowych w kontekście tłumienia hałasu i roli roślinności

Ciągi pieszo-rowerowe zlokalizowane w pasach drogowych stają się coraz bardziej popularne. Użytkowanie tych ciągów powinno zapewniać odpowiedni komfort. Głównymi niedogodnościami dla użytkowników związanymi z pasem drogowym, szczególnie o intensywnym ruchu pojazdów, są wysokie natężenie hałasu i duże zanieczyszczenie powietrza.

Zagrożenie hałasem stanowi bardzo istotny czynnik związany z urbanizacją i rozwojem przemysłu. Na całym świecie zostały przeprowadzone badania dotyczące wpływu stanu psychicznego

niepokoju i obaw jest właśnie hałas [2]. Przy coraz bardziej rozróżnionej modernizacji infrastruktury, handlu i transportu, odnotowuje się dużą liczbę skarg na hałas zlokalizowany w sąsiedztwie zamieszkania. Czynnikiem ten ma wpływ na zmęczenie układu nerwowego, osłabia czułość i wzrok, a także zaburza sen oraz wypoczynek.

W porównaniu z latami ubiegłymi, poziom hałasu także w sąsiedztwie ulic co roku zwiększa się, czego przyczyną jest coraz większa liczba poruszających się pojazdów. Dlatego bardzo ważnym zagadnieniem jest zwiększanie polityki ochrony środowiska zarówno w miastach, jak i na wsiach. W związku z tym, zabezpieczenie przed hałasem musi stanowić integralną część budowy dróg, szczególnie w przypadku obszarów towarzyszących terenom zabudowy mieszkaniowej. Już jeden samochód osobowy jadący z prędkością 60 km/h w odległości 7 m od budynku wywołuje hałas 70 dB, podczas gdy granica bólu u człowieka wynosi ok 120 dB. W przypadku głównych ulic w miastach o dużym natężeniu ruchu hałas przekracza 75 dB [6]. Ta wartość, łącznie z sąsiedztwem lotnisk, należy do najwyższych

go mieszkańców na poziom hałasu w otoczeniu człowieka. Wg CBOS, ponad 40% Polaków jest zdania, że powodem ich

w przypadku zarówno dużych, jak i średnich miast. Hałas przemysłowy czy kolejowy nie osiąga tak wysokich wartości, zważając na całościową wartość hałasu. Biorąc pod uwagę zdrowie człowieka, jak również dążenia do zapobiegania negatywnym skutkom w środowisku, powinno się ograniczać niedogodności i odpowiednio lokalizować miejsca o dużym natężeniu hałasu.

W artykule [2] autorzy podają, że *Hałas o poziomie ponadnormatywnym występuje na około 21% terenu Polski, zaś na jego działanie narażone jest około 33% populacji. Zagrożenie to wzrasta szczególnie szybko w dużych miastach i na terenach silnie zurbanizowanych.*

Drugim bardziej jeszcze niekorzystnym czynnikiem dla zdrowia człowieka jest szeroko rozumiane skażenie powietrza. Składa się na nie zanieczyszczenie pierwotne (emitowane bezpośrednio ze źródła do atmosfery) oraz zanieczyszczenie wtórne (powstałe przez przekształcenia chemiczne tych pierwszych).

Ruch pojazdów samochodowych stanowi największe zagrożenie dla środowiska na takich terenach. Szczególnie duże jest stężenie pyłów spowodowane ruchem pojazdów z silnikami wysokoprężnymi Diesla, które wydzielają od 20 do 100 razy więcej pyłów zawieszonych, niż pojazdy benzynowe [1].

Tego typu zanieczyszczenia tkwią w powietrzu od kilku godzin do kilku tygodni. Pyły powstające w powietrzu pod wpływem procesów chemicznych i fotochemicznych stanowią najczęściej tlenki siarki i azotu. Grubsze frakcje pyłów wywołują podrażnienia nosa i oczu, drobniejsze – wnikają do tchawicy i oskrzeli i w większym stężeniu są niemożliwe do usunięcia przez organizm. Te najdrobniejsze pyły (o wymiarze do 0,01mm) są w stanie dostać się do pęcherzyków płucnych. Ich obecność bywa przyczyną szeregu niebezpiecznych chorób, m.in. raka płuc.

Kolejnym skutkiem spalania jest powstawanie dwutlenku azotu (NO₂). Obecność tego związku może prowadzić do tworzenia się kwaśnych deszczy lub powstawania ozonu – jednego z głównych składników smogu, produkowanego przy dużym nasłonecznieniu. W podobnym procesie powstaje również tlenek węgla (CO – czad), dwutlenek węgla (CO₂), który wpływa na podniesienie temperatury powietrza.

Zanieczyszczenie środowiska najbardziej negatywnie wpływa na układ oddechowy człowieka. Powoduje zapalenie oskrzeli, choroby płuc, astmę. Ponadto wywołuje bóle głowy, zaburzenia układu nerwowego, pracy wątroby i innych narządów wewnętrznych oraz alergię. Sytuacja ta nie jest obojętna także zwierzętom. Zanieczyszczenia są również zawarte w glebie. Wielu procesom podlegają związki, które się do niej dostaną, począwszy od rozkładu, skończywszy na zatrzymaniu i przetworzeniu w metale ciężkie.

Problem zanieczyszczenia środowiska szkodliwy-

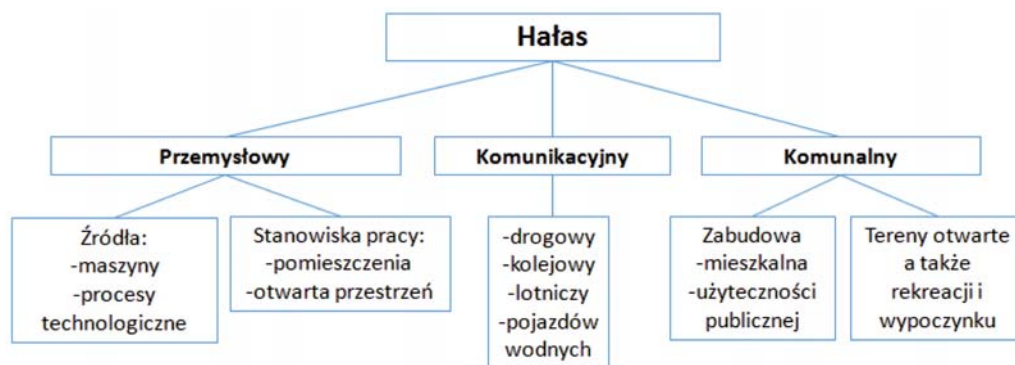
mi pyłami oraz hałasu o wysokiej częstotliwości jest coraz powszechniejszy. Podejmowane są liczne sposoby mające na celu zmniejszenie negatywnych skutków antropogenizacji, które mają duży wpływ na przyrodę i organizmy żywe, w tym także na człowieka. Częściowe rozwiązanie tego problemu stanowi projektowanie z zastosowaniem rozwiązań przyjaznych naturze. Koncepcja zagospodarowania terenu w sąsiedztwie ruchliwej ulicy powinna uwzględniać metody minimalizowania niedogodności dla użytkowników. Zastosowanie rozwiązań mających na celu poprawienie warunków korzystania z ciągów komunikacyjnych w przypadku mieszkańców terenów sąsiadujących wiąże się bezpośrednio z poprawieniem jakości życia.

Celem artykułu jest określenie warunków zagospodarowania pasa drogowego w sposób przyjazny użytkownikom. Ze względu na potrzebę ograniczenia negatywnych czynników związanych z rozwojem antropogenizacji w strefie pasa drogowego, poruszono tematy związane z zanieczyszczeniem powietrza, fitoremediacyjną rolą roślin oraz warunkami ich rozwoju w niekorzystnych warunkach, a także temat ekranów akustycznych, jako sposobu walki z hałasem.

Ekran akustyczny – opis warunków środowiskowych towarzyszących konstrukcjom

W miejscach, gdzie panuje wzmożony ruch pojazdów przewiduje się budowę ekranów akustycznych, gdyż tereny wzdłuż ulic narażone są na wysoki hałas i towarzyszące temu zanieczyszczenie środowiska i gleb.

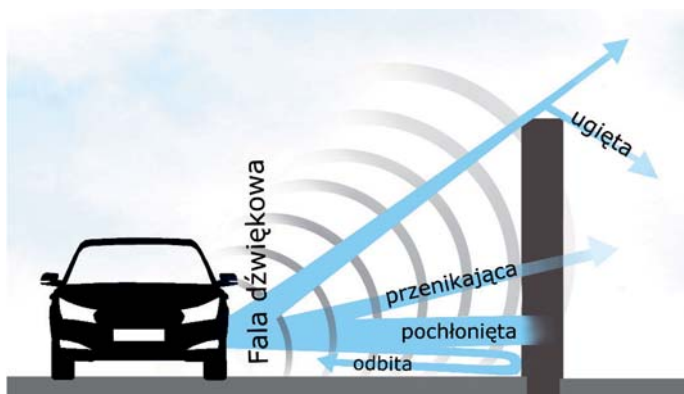
Na konstrukcje ekranów oddziałuje wiele czynników powodujących ich niszczenie. Jednym z nich jest występowanie wilgoci spowodowane opadami atmosferycznymi i osadzeniem pary wodnej. Zanieczyszczenie tlenkami siarki, węgla i azotu, a także solami i jonami chloru prowadzi do wzmoczenia intensywności procesów korozyjnych materiałów oraz zwiększanie przewodności elektrycznej. Innym poważnym elementem jest wandalizm, prowadzący do uszkodzeń w postaci dziur, wyłamań, wypaleń, względnie nieatrakcyjne graffiti. Ekran narażony są też na siły związane z parciem wiatru, wywołujące drgania konstrukcji. Źródła hałasu są różne, w zależności od miejsca, natężenie akustyczne jest inne (rys. 1).



Rys. 1. Źródła pochodzenia hałasu w zależności od miejsca występowania (źródło – opracowanie własne)

Największą grupę stanowi hałas przemysłowy, związany z działalnością zakładów produkcyjnych, a co za tym idzie również pracą maszyn. Drugą, równie uciążliwą dla człowieka grupę stanowi hałas komunikacyjny, towarzyszący mieszkańcom codziennie – jako jeden z czynników antropogenezacji. Hałas komunalny ma swoje źródło w zabudowie mieszkalnej oraz miejscach użyteczności publicznej. Wszystkie podane grupy hałasu mogą oddziaływać na użytkowników pasa drogowego.

Fala dźwiękowa, napotyka ją na swojej drodze przeszkodę, ulega częściowemu odbiciu i pochłonięciu. Dodatkowo następuje dyfrakcja (ugięcie)/ interferencja, tzn. nakładanie się na siebie fal. Interferencja ma największe znaczenie w przypadkach stosowania ekranów naprzeciw siebie, po dwóch stronach jezdni, lub gdy konstrukcja sytuowana jest nieopodal budynku (rys. 2).



Rys. 2. Proces zachowania fal dźwiękowych w obecności ekranu dźwiękochłonnego (źródło – opracowanie własne na podstawie [7])

Zasady sytuowania ekranów akustycznych

Ekran akustyczny pełni ważną funkcję w wygłuszeniu terenów o podwyższonym poziomie hałasu oraz oddzieleniu od siebie terenów o odmiennych sposobach użytkowania. Zielone ekrany to takie, które pokrywa warstwa roślinna zazwyczaj pnąca, mająca za zadanie tworzyć z nich jeszcze większy absorbent negatywnych skutków ruchu pojazdów. Ma ona także wpływ na odczucia wizualne danego miejsca.

Wznoszenie ekranów akustycznych powinno spełniać określone wymagania podstawowe:

- charakter paneli ma odzwierciedlać specyfikę miejsca (tereny zurbanizowane/wiejskie/poprzemysłowe),
- dostosowanie do charakteru pasa drogowego (czy droga jest jedno- lub dwupasmowa, jaką ma szerokość, jaki jest jej rodzaj),
- ekrany powinny być skoordynowane z urządzeniami infrastruktury drogowej,
- wygląd ekranów powinien być estetyczny (stosując ciekawe rozwiązania konstrukcyjne lub zieleń),
- odporne na warunki środowiska zewnętrznego,
- cena ma być adekwatna do jakości wykonania,
- jakość musi umożliwiać użytkowanie elementu przez

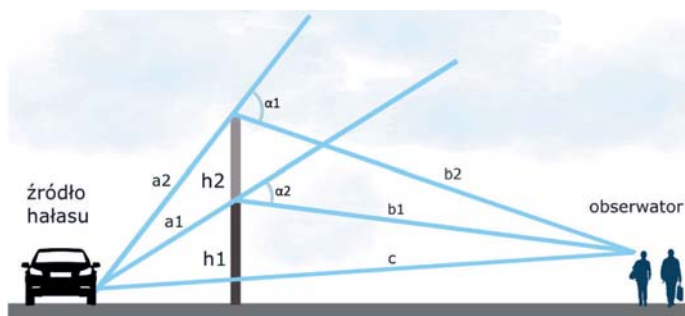
co najmniej 25 lat, przy jak najmniejszej konieczności konserwacji (każdy materiał wymaga odmiennych zabiegów ochronnych).

Na etapie projektowania systemów należy wziąć pod uwagę czynniki poprawiające jakość:

- materiał z którego wykonane są ekrany powinien być odporny na uszkodzenia mechaniczne,
- należy określić, czy jakkolwiek z elementów konstrukcji jest podatny na uszkodzenie przy ewentualnych wstrząsach czy uderzeniach,
- elementy konstrukcji muszą być zabezpieczone przez opadnięciem w chwili złamania lub deformacji,
- należy zapobiegać stosowaniu materiałów palnych bez pokrycia powłoką niepalną.

Efektywność ekranów w zależności od ich wysokości jest przyjmowana wg podziału:

- wysokie – o wysokości od 7 do 10 m, których efektywność w zależności od warunków powinna wynosić do 20 dB, a najczęściej jest równa 10–12 dB,
- średnie – około 5 m wysokości, których efektywność powinna wynosić do 15 dB, a najczęściej wynosi 7–10 dB,
- niskie – stosuje się w ochronie przed hałasem w przypadku pojazdów szynowych, wysokość nie przekracza zazwyczaj 1 m, efektywność jest szacowana na około 3 dB.



Rys. 3. Schemat zachowania się fal dźwiękowych w zależności od wysokości ekranu i odległości obserwatora (źródło – opracowanie własne na podstawie [7])

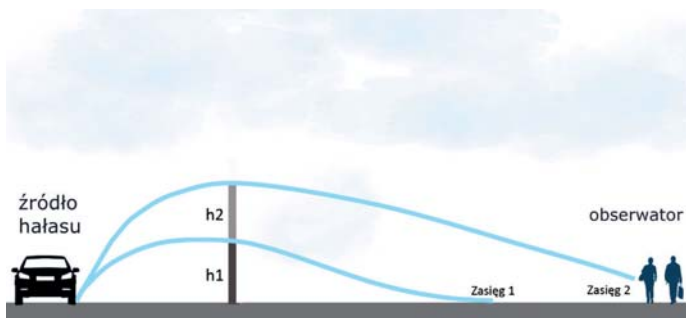
Skuteczność stosowania tego rodzaju konstrukcji zależy ponadto od kilku kolejnych czynników. Głównym z nich jest zależność w czasie, związana z działaniem warunków atmosferycznych, innym zaś odległości zastosowane przy projektowaniu miejsc z sąsiadującymi obiektami. Odstęp pomiędzy ekranem a obiektem, który ma być osłaniany przed hałasem powinien być odpowiedni. Odległość ekranu od obiektu docelowego większa niż 150–200 m uniemożliwia osiągnięcie efektu wyciszenia.

Wartość skuteczności ekranu zależy od stopnia załamania się fali akustycznej. Im głębiej w miejscu cienia akustycznego znajdzie się obserwator (im bliżej ekranu), tym kąt załamania będzie większy, a przy tym większa skuteczność ekranu (rys. 3).

Rozchodzenie się fal dźwiękowych w zależności od wysokości ekranu i odległości obserwatora

Schemat na rysunku 3 przedstawia, jaka jest zależność pomiędzy wysokością ekranu a odległością użytkowników. W przypadku wyższej konstrukcji, kąt załamania się fali dźwiękowej jest większy niż przy niskim ekranie. Oznacza to, że mniejsze tłumienie hałasu dostrzegane jest przy zastosowaniach niskich ekranów.

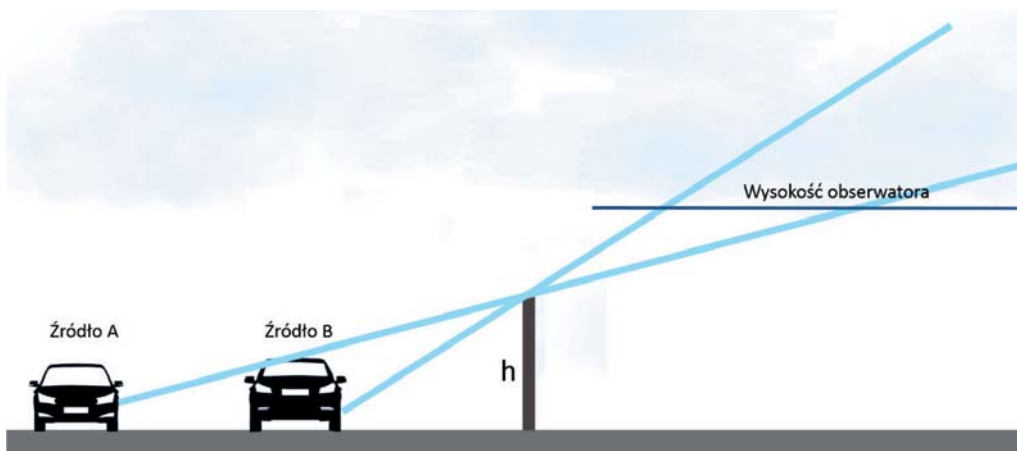
Zasięg hałasu w zależności od wysokości ekranu



Rys. 4. Schemat zakrzywienia dźwięku w zależności od wysokości ekranu i odległości obserwatora (źródło – opracowanie własne na podstawie [7])

Na schemacie (rys. 4) pokazano, że im źródło jest bardziej oddzielone od ekranu, a konstrukcja jest niższa, tym niżej sięga granica hałasu. W takich przypadkach najlepszym rozwiązaniem byłoby stworzenie strefy dla pieszych lub rowerzystów bezpośrednio usytuowanej za ścianą ekranu wysokiego.

W zależności od odległości pomiędzy ekranem a źródłem hałasu, zmienia się kąt padania fali akustycznej (rys. 5). Gdy wysokość obserwatora znajduje się powyżej ściany akustycznej, wykazuje ona większą skuteczność tłumienia, kiedy źródło hałasu jest bliżej (źródło B – na rys. 5).



Rys. 5. Schemat porównujący skuteczność ekranu w zależności od odległości źródła hałasu (źródło – opracowanie własne na podstawie [7])

Zastosowanie roślin na ekranach niesie za sobą większe korzyści związane z tłumieniem hałasu, niż ma to miejsce w przypadku tzw. pustych konstrukcji. Liście roślin tworzące gęstwinę pochłaniają i rozpraszają fale dźwiękowe. Największą różnicę pochłaniania fal dźwiękowych można zauważyć w sytuacji, gdy odległość między obserwatorem a ekranem jest niewielka. W przypadku dużej odległości różnice pomiędzy ekranami bez oraz z pnączami są bardzo minimalne. W obu przypadkach następuje ugięcie fal dźwiękowych. Na poziom tłumienia hałasu przez roślinność ma również wpływ powierzchnia i gęstość ich sadzenia, oraz natężenie dźwięku – największe zdolności są wykazane na poziomie 70–75 dB. Utrata liści wpływa na zmniejszenie tłumienia o 40–60% [4].

Ciągi pieszo-rowerowe towarzyszące jezdniom

Ciągi pieszo-rowerowe można podzielić na wiele grup zależnych od miejsca ich występowania, charakteru, jaki mają spełniać, oraz ich wyglądu i połączenia z innymi funkcjami, tj. ograniczony ruch pojazdów, względnie pieszych. W miejscach, które łączą ze sobą poszczególne części miast, najczęściej te trzy funkcje są ze sobą spajane i sytuowane obok siebie. W sytuacji, kiedy nie ma możliwości oddzielenia od siebie poszczególnych stref funkcjonalnych, ze względu na ograniczoną ilość miejsca, funkcję ciągu pieszo-rowerowego pełni także jezdnia. W tych przypadkach ruch aut jest ograniczony poprzez odpowiednią organizację ruchu związaną z zasadami zachowania na drodze, a także z zakazem ruchu określonych pojazdów, oraz nieprzekraczanie prędkości 20 km/h. W strefach ruchu uspokojonego, towarzyszących osiedlom mieszkaniowym, prędkość jazdy nie powinna przekraczać 30 km/h. Zastosowanie określonych rodzajów ciągów pieszo-rowerowych zależy przede wszystkim od natężenia ruchu na danym terenie, a także od charakteru miejsca.

W celu zasygnalizowania kierowcom wymogu zachowania ostrożności stosuje się metody techniczne uspokojenia ruchu, tzw. *trafficcalming* [5], uzyskiwane poprzez stosowanie zawężania przekroju w celu ustąpienia pojazdom jadącym z naprzeciwka, progów zwalniających, pasów zieleni oraz nasadzeń, a także zmianę kształtu jezdni uniemożliwiającą osiągnięcie dużej prędkości [3].

Innym sposobem podnoszącym bezpieczeństwo ruchu jest sadzenie drzew wzdłuż ciągów i tworzenie alej. Zarówno w przypadku ciągów pieszo-rowerowych, jak i rowerowo-jezdnych, zastosowanie roślinności ogranicza w dużym stopniu ryzyko wypadków. Dzieje się

tak poprzez sposób wyznaczania granic obszarów dostępnych pojazdom oraz pieszym, a także meandrowania roślinnością w płynny, przyjemniejszy dla oczu sposób, niż jedynie obecność różnorodności materiałów nawierzchni, względnie oznakowań. Czynności związane z zagospodarowaniem terenu przynoszą oczekiwany efekt, jeśli roślinność jest posadzona w odpowiedni sposób. Należy się jednak liczyć z koniecznością pielęgnacji nasadzeń.

Drogom szybkiego ruchu oraz ciągom pieszo-rowerowym towarzyszą coraz częściej ekrany akustyczne. Efekt ich stosowania jest szybszy, niż np. posadzenie drzew, które potrzebują wielu lat na osiągnięcie oczekiwanego efektu. Wadą takiego rozwiązania jest fakt, że nie dają one efektów ekosystemowych i najczęściej nie są atrakcyjnie wizualnie. Zarówno po stronie jezdni, jak i ciągu pieszo-rowerowego, atrakcyjność trasy ma duże znaczenie w postrzeganiu miejsca. Liczne badania wskazują na to, że podróż w towarzystwie zieleni jest bardziej przyjemna i sprawia wrażenie krótszej [5].

Aspekty projektowe urządzania ciągów pieszo-rowerowych

Projektując miejsca poruszania się rowerzystów oraz pieszych należy przede wszystkim uwzględnić następujące uwarunkowania:

- czas oraz droga pokonywania trasy powinna być jak najkrótsza i najprostsza,
- należy ograniczać liczbę przerw przez ścieżkę (szczególnie w przypadku dróg rowerowych), przy czym liczba zatrzymań nie powinna przekraczać 0,5 zatrzymania na 1 km,
- droga nie powinna być projektowana w sposób wymagający dodatkowego wysiłku energetycznego użytkownika,
- bezpieczeństwo – ograniczanie sytuacji zwiększających ryzyko kolizji samochodów/pieszycy/rowerzystów,
- atrakcyjność miejsca wpływa na jego postrzeganie,
- nawierzchnia powinna być równa, a jej rodzaj nie powinien być powodem zwiększonego wysiłku; według badań przeprowadzonych w Niemczech, nawierzchnia z kostki betonowej zwiększa wysiłek fizyczny rowerzysty o 30% w porównaniu do nawierzchni asfaltowej,
- szerokość ścieżki rowerowej dwukierunkowej powinna wynosić 2 m, natomiast ciągu pieszo-rowerowego – 3 m,
- w miarę możliwości i w zależności od rodzaju ścieżki, powinny być one oddzielone od ruchu pojazdów.

Konieczne jest ponadto:

- zastosowanie oświetlenia o dobrej jakości, umieszczonego w równych od siebie odległościach,
- ograniczenie ruchu ciężkiego,
- uspokojenie ruchu samochodowego (np. przez zastosowanie roślinności, zatoczek),
- jasne i czytelne oznaczenia (np. w postaci znaków drogowych).

Podsumowanie

Zieleń daje wiele korzyści użytkownikom ciągów pieszo-rowerowych. Roślinność oczyszcza powietrze, minimalizuje

poziom hałasu, wpływa na lepsze zdrowie i samopoczucie użytkowników, może być jednak również traktowana jako skuteczne narzędzie uspokajania ruchu a przez to poprawy bezpieczeństwa. Poza wszystkimi wymienionymi aspektami roślinność podnosi również wartość estetyczną otoczenia. Integracja szarej i zielonej infrastruktury wpływa korzystnie na stan środowiska, dobrostan użytkowników i ich bezpieczeństwo.

Bibliografia

- [1] Collins C D., Bell J.N.B. 2004. *Wpływ lotnych związków organicznych*. [w:] (red.) Bell J. N.B.
- [2] Kopała J., Mrukwa W., Świder J. 2002. *Teoria a praktyka stosowania ekranów akustycznych*. Prace naukowe GIG – Kwartalnik
- [3] Mass Highway 2006 Traffic Calming and Traffic Management. Chapter 16. Suffolk, UK
- [4] Orzeszek-Gajewska B. 1982. *Kształtowanie terenów zieleni w miastach*. PWN Warszawa s. 10–20, 31, 136, 142–155
- [5] Suchocka M., Niewiarowska A. 2016. *Wpływ zadrzewień na bezpieczeństwo użytkowników dróg*. „Drogownictwo” 6/2016
- [6] www.mapa.um.warszawa.pl/mapaApp1/mapa?service=mapa_akustyczna
- [7] www.techbud.com.pl

Z serwisu GDDKiA

Bezpieczeństwo na drogach. Akcja edukacyjno-informacyjna GDDKiA

W sierpniu i wrześniu br. w ramach obchodów 200. rocznicy powstania Centralnej Administracji Drogowej, GDDKiA zaplanowała serię wydarzeń informacyjno-edukacyjnych dla użytkowników dróg krajowych na terenie wybranych Miejsc Obsługi Podróżnych na autostradach A1, A2 i A4. Zapraszamy.

Celem projektu jest poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego i jego uczestników, popularyzowanie właściwych zachowań w ruchu drogowym, a także zasad udzielania pierwszej pomocy przedmedycznej. Aspekty te są istotne w perspektywie wzmożonego ruchu drogowego, zwłaszcza teraz w okresie wyjazdów wakacyjnych.

Z uwagi na znaczenie tej inicjatywy, projekt GDDKiA został objęty patronatem honorowym Ministra Infrastruktury, Ministra Zdrowia oraz Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego. Organizację projektu wspierają także lokalne struktury Inspekcji Transportu Drogowego, Państwowej Straży Pożarnej, Policji, Ratownictwa Medycznego.

W ramach projektu przewidziany jest cykl wydarzeń, podczas których podróżni uzyskają informacje na temat:

- zasad udzielania pierwszej pomocy dorosłym, dzieciom i niemowlakom,
- układania poszkodowanego w pozycji bezpiecznej,
- użytkowania AED,
- podstaw postępowania w przypadku urazów i nieurazowych stanów zagrażających życiu,
- bezpiecznego poruszania się po drogach ekspresowych i autostradach,
- skutków i efektów jazdy pod wpływem alkoholu i środków psychoaktywnych.

Ponadto w programie: symulator zderzenia, alkoogole, wystawa z okazji 200-lecia Centralnej Administracji Drogowej, zabawy i konkursy dla dzieci, strefa zdrowia.

Harmonogram wydarzeń:

- 10 sierpnia 2019 r., MOP Łęka, A2 (woj. wielkopolskie), kierunek Warszawa,
- 11 sierpnia 2019 r., MOP Police, A2 (woj. wielkopolskie), kierunek Poznań,
- 18 sierpnia 2019 r., MOP Krzyżanów Zachód, A1 (woj. łódzkie), kierunek Łódź
- 24 sierpnia 2019 r., MOP Witowice, A4 (woj. dolnośląskie), kierunek Katowice
- 25 sierpnia 2019 r., MOP Oleśnica Mała, A4 (woj. dolnośląskie), kierunek Wrocław
- 31 sierpnia 2019 r., MOP Otłoczyn Wschód, A1 (woj. kujawsko-pomorskie), kierunek Gdańsk,
- 1 września 2019 r. MOP Machnaczy Południe, A1 (woj. kujawsko-pomorskie), kierunek Łódź

6-08-2019