

Wpływ środków uspokojenia ruchu na dynamikę jazdy kierowców

Robert Ziółkowski



dr inż. Robert Ziółkowski

Politechnika Białostocka,
Zakład Inżynierii Drogowej,
Wydział Budownictwa i Inżynierii
Środowiska

robert.ziolkowski@pb.edu.pl

Zgodnie z podstawowymi założeniami inżynierii ruchu istniejące oraz nowo projektowane rozwiązania układów drogowo-ulicznych powinny umożliwić użytkownikom dróg możliwie szybkie, płynne, ekonomiczne, ale nade wszystko bezpiecznie przemieszczanie się pomiędzy określonymi punktami podróży. Różnorodność tak założonych celów powoduje, że w zmiennych warunkach drogowo-ruchowych nie wszystkie one mogą być w równym stopniu zapewnione. Mając na uwadze fakt, że prędkość jest jedną z podstawowych miar oceny funkcjonowania istniejących układów komunikacyjnych oraz wychodząc naprzeciw oczekiwaniom kierowców, w odczuciach których sprawą podstawową jest możliwość szybkiego i płynnego poruszania się powstające rozwiązania często umożliwiają jazdę z wysokimi prędkościami niejednokrotnie nie uwzględniając aspektów towarzyszących takich jak zagospodarowanie, otoczenie czy dostępność drogi. Te aspekty w połączeniu z często niewystarczającą świadomością właściwego kształtowania rozwiązań drogowych z uwagi na zapewnienie odpowiednich warunków bezpieczeństwa ruchu drogowego z uwagi na prędkość z jaką poruszają się kierowcy prowadzi do wielu wypadków i kolizji drogowych. Zgodnie z policyjnymi statystykami i raportami o stanie bezpieczeństwa ruchu drogowego na drogach [1] prędkość, niezmiennie od wielu

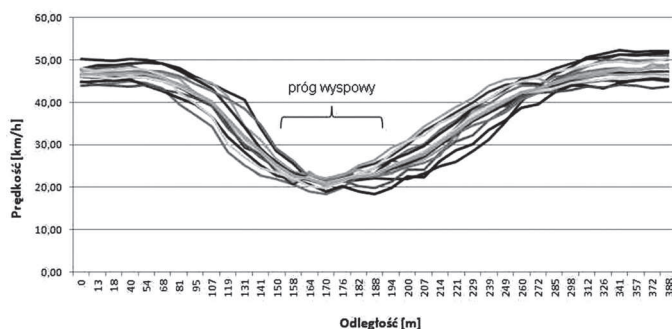
lat, jest wskazywana jako jedna z podstawowych przyczyn powstawania wypadków drogowych. Prowadzone badania prędkości pojazdów na drogach zamieszkanych oraz w terenach zabudowanych [2, 3] dowodzą, że kierowcy nagminnie przekraczają istniejące limity prędkości. Taki stan rzeczy przekłada się na konieczność zarządzania prędkością ukierunkowaną zwłaszcza na efektywne jej redukcję. Często spotykanymi rozwiązaniami wymuszającymi redukcję prędkości z uwagi na prostotę, szybkość wdrożenia oraz skuteczność oddziaływania na kierowców jest instalowanie fizycznych środków uspokojenia ruchu. Jednak w dotychczasowych analizach nie uwzględniano dynamiki jazdy i manewrowania kierowców w otoczeniu środków uspokojenia ruchu. W artykule, wykorzystując indywidualne profile prędkości przejazdu, przeanalizowano wpływ środków uspokojenia ruchu na sposób manewrowania kierowców w ich otoczeniu.

Uspokojenie ruchu

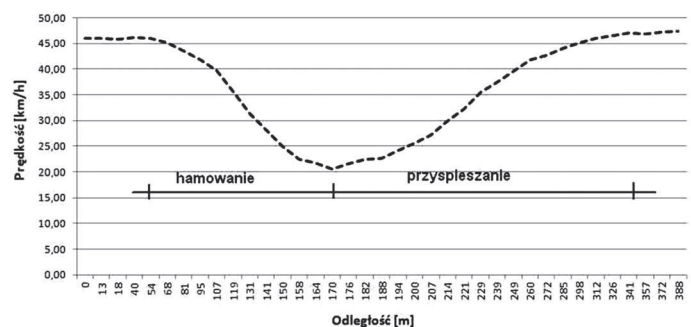
Konieczność uspokojenia ruchu bierze się z nadmiernej prędkości z jaką poruszają się kierowcy, a która jest jedną z podstawowych przyczyn powstawania wypadków drogowych. Szacuje się, że wypadki drogowe, jeśli nie zostaną podjęte i wdrożone skuteczne rozwiązania, do roku 2020 znajdą się na trzecim miejscu najczęstszych przyczyn śmierci na światowej liście zagrożeń utraty życia [4]. Z tego powodu efektywne zarządzanie prędkością, poprzez między innymi jej uspokojenie ruchu, wskazywane jest jako działanie mogące się przyczynić do znacznej poprawy bezpieczeństwa na drogach. Uspokojenie ruchu definiowane jest jako zespół działań o charakterze organizacyjnym, budowlanym i prawnym, których celem jest zmniejszenie negatywnego

wpływu ruchu samochodowego na otoczenie, modyfikacja zachowań kierowców i poprawa warunków dla niezmotywowanych użytkowników drogi, poprzez zastosowanie odpowiednich środków technicznych [5, 6, 7]. Uspokojenie ruchu może być również efektywnym środkiem zarządzania popytem ruchu w memencie, gdy dąży się do sterowania potokami ruchu na ulicach wewnątrzmiastowych. Seryjne wprowadzanie takich urządzeń może przyczynić się obniżenia średniej prędkości jazdy na określonych odcinkach przez co wzrośnie czas podróży indywidualnych użytkowników powodując obniżenie atrakcyjności takiej trasy będącej alternatywą dla głównych arterii mocno obciążonych w godzinach szczytów komunikacyjnych [8].

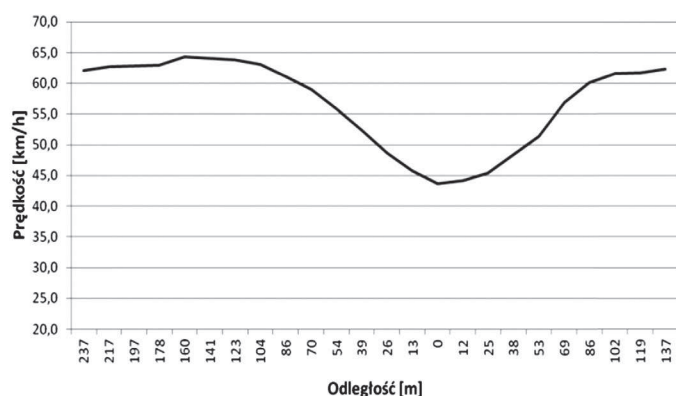
Skuteczność uspokojenia ruchu ściśle wiąże się z rodzajem wdrażanych środków oraz techniką ich instalacji. Powszechnie spotykane rozwiązania krajowe charakteryzują się indywidualnością zastosowanych środków przy braku rozwiązań kompleksowych w miejscach wymagających szczególnej troski, zwłaszcza o użytkowników niechronionych. Spośród szerokiej gamy stosowanych rozwiązań z uwagi na łatwość instalacji oraz niskie koszty wdrożenia przy dużej efektywności redukcji prędkości [3] często stosuje się różne odmiany progów spowalniających. Mimo dużej skuteczności zasięg ich oddziaływania jest ograniczony. Dążąc do podniesienia efektywności progów stosuje się rozwiązania szeregowie w postaci kilku progów, których rozmieszczenie jest jednak często przypadkowe, co w efekcie nie przynosi zakładanych efektów i zamiast obniżenia prędkości na całym odcinku jazda kierowców podlega dużym, dynamicznym zmianom, gdzie często gwałtowne przyspieszanie poprzedzone jest równie gwałtownym hamowaniem. Takie



1. Indywidualne profile prędkości w sąsiedztwie progu wyspowego
- wykres zbiorczy.



2. Indywidualne profile prędkości w otoczeniu progu wyspowego
- wartość uśredniona



3. Uśrednione profile prędkości w otoczeniu: a) fotoradaru, b) wyniesionego skrzyżowania

rozwiązania nie są pożądane ani z punktu widzenia uspokojenia ruchu, gdzie prędkość powinna być obniżona, a pojazdy powinny poruszać się w miarę płynnie, ani z punktu widzenia najbliższego otoczenia ulicy.

Obszar badawczy i pomiary prędkości

Do celów badawczych wyselekcjonowano środki uspokojenia ruchu występujące pojedynczo lub szeregowo na ulicach Białegostoku. W grupie urządzeń występujących indywidualnie znalazły się:

- fotoradar,
- próg podrzutowy,
- wyspa dzieląca z azylem dla pieszych,
- próg wyspowy,
- podniesiona tarcza skrzyżowania.

Grupa elementów instalowanych szeregowo obejmowała:

- przejścia dla pieszych z podniesioną tarczą,
- wyspy dzielące z azylem dla pieszych,
- progi podrzutowe.

Do pomiarów prędkości zastosowano metodę przejazdu testowego z wykorzystaniem rejestratora danych GPS, który umożliwia gromadzenie danych o pozycji pojazdu i jego prędkości w interwale 1s. Prędkość pojazdów była rejestrowana z dokładnością do 0,1 m/s, a pozycja horyzontalna z dokładnością do 3m. Pomiary prowadzono

w godzinach pozaszczytowych dążąc do zapewnienia warunków odpowiadających ruchowi swobodnemu. Jako pojazd testowy wykorzystano samochód osobowy, zaś kierowcy biorący udział w pomiarach zostali poinstruowani, aby poruszać się zgodnie z ich naturalną techniką jazdy. W rezultacie uzyskano po minimum 15 przejazdów testowych dla każdego analizowanego urządzenia spowalniającego ruch. W oparciu o zgromadzone dane wygenerowano indywidualne profile prędkości poszczególnych przejazdów testowych (rys. 1), na podstawie których opracowano średnie profile prędkości. Dynamika manewrów wykonywanych przez kierowców została scharakteryzowana procesami hamowania i przyspieszania wywołanych obecnością przeszkody.

Wyniki badań i ich analiza

Uśrednione profile prędkości w otoczeniu każdego z analizowanych środków uspokojenia ruchu zostały wykorzystane do określenia średnich wartości opóźnienia „d” na odcinkach dojazdowych do przeszkody i średnich wartości przyspieszenia „a” na odcinkach za przeszkodą według wzoru:

$$a, d = \Delta V / \Delta t \text{ [m/s}^2\text{]} \quad (1)$$

d – opóźnienie [m/s²],

a – przyspieszenie [m/s²],
 ΔV – przyrost/spadek prędkości [m/s],
 Δt – przyrost czasu [t].

Rysunek 2 obrazuje sposób w jaki wyznaczano odcinki hamowania i przyspieszania w otoczeniu poszczególnych środków uspokojenia ruchu, dla których określono wartości opóźnień i przyspieszeń.

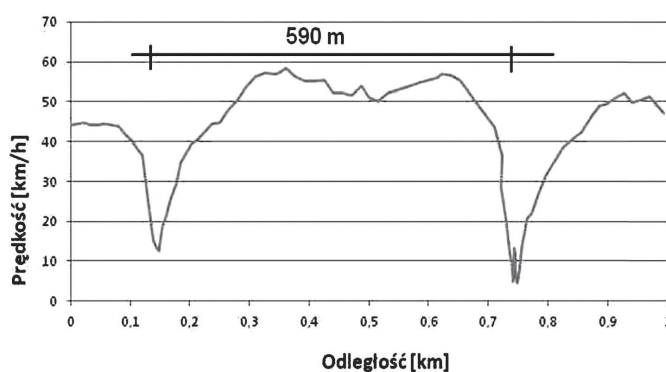
Środki uspokojenia ruchu analizowano zgodnie z przyjętym podziałem na występujące indywidualnie i szeregowo. Na rysunkach 3÷8 przedstawiono wykresy uśrednionych profili prędkości analizowanych przypadków.

Uzyskane profile prędkości umożliwiają dokonanie oceny dynamiki jazdy kierowców w zależności od typu i sposobu stosowanych środków uspokojenia ruchu.

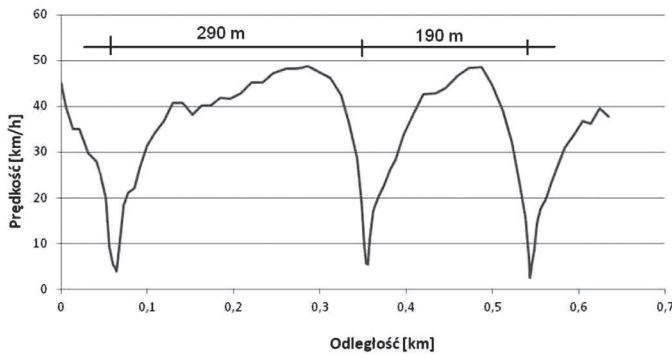
W sytuacji indywidualnie występujących urządzeń najkorzystniejsze zachowania kierowców zanotowano w sytuacji, gdy zbliżali się oni do miejsca, w którym jest zlokalizowany fotoradar [Rys. 3a]. Kierowcy zaczęli zwalniać znacznie wcześniej niż miało to miejsce w przypadku zbliżania się do progu podrzutowego lub wyspowego, a sam proces hamowania, rozłożony na dłuższym odcinku jazdy, był manewrem łagodnym w związku z czym nie stwarzającym szczególnego zagrożenia innym użytkownikom. Znacznie bardziej dynamiczne zachowania



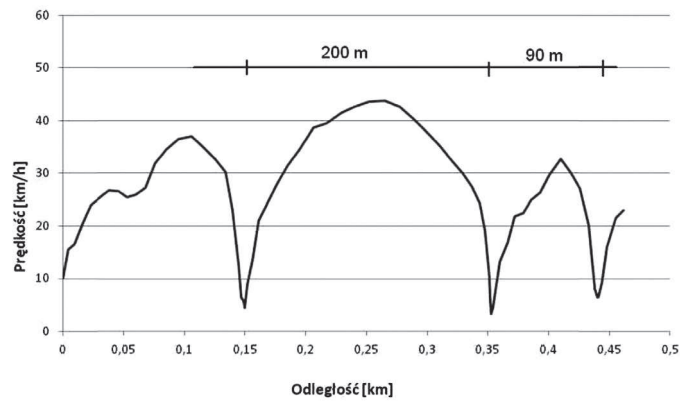
4. Uśredniony profil prędkości w otoczeniu progu podrzutowego



5. Uśredniony profil prędkości wzdłuż ulicy z progiem podrzutowym i podniesioną tarczą skrzyżowania



6. Uśredniony profil prędkości wzdłuż ulicy z 3 progami podrzutowymi



7. Uśredniony profil prędkości wzdłuż ulicy z 3 progami podrzutowymi

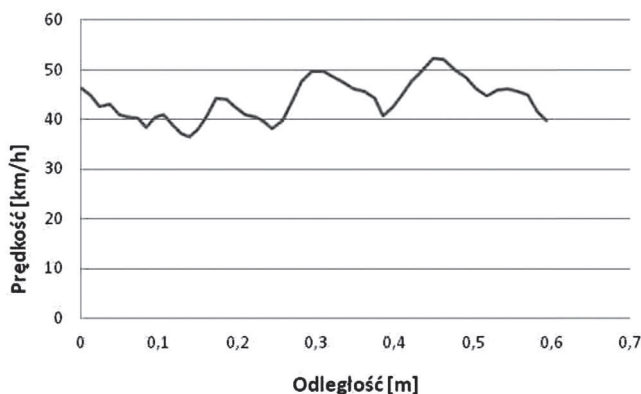
zaobserwowano w momencie zbliżania się do progu podrzutowego [Rys. 4], gdzie proces hamowania, mimo niższych prędkości najazdowych, przebiegał znacznie gwałtowniej i na krótszym odcinku. Kierowcy będąc zmuszonymi do bardzo znacznego zredukowania prędkości odwróćli możliwie długo moment rozpoczęcia hamowania, przez co proces ten zachodził z dużą dynamiką ($d=1,09-1,39 \text{ m/s}^2$) na stosunkowo krótkim odcinku i w krótkim czasie. Podobnie wyglądała jazda za przeszkodą. Kierowcy dynamicznie przyspieszali ($a=0,97-1,04 \text{ m/s}^2$) starając się szybko odzyskać „utraconą” prędkość z jaką się poruszali przed przeszkodą, przez co dynamika manewru była znacznie większa porównując ją z hamowaniem ($d=0,50-0,59 \text{ m/s}^2$) i przyspieszaniem ($a=0,49-0,51 \text{ m/s}^2$) w otoczeniu fotoradarów. Przejżdżanie przez próg wyspowy nie wymagało od kierowców tak znacznej redukcji prędkości (rys. 2), jak w przypadku progu podrzutowego, a kierowcy zaczęli dostosowywać swą prędkość do odpowiedniego poziomu wcześniej niż to miało miejsce w otoczeniu progów podrzutowych. Manewr hamowania rozpoczynał się w odległości około 110 m od przeszkody i przebiegał stosunkowo łagodnie ($d=0,69 \text{ m/s}^2$). Również powrót do prędkości na odcinku przed przeszkodą odbywał się stosunkowo

łagodnie ($d=0,69 \text{ m/s}^2$) rozkładając się na odcinku o długości 160 m. Z kolei zbliżanie się do podniesionej tarczy skrzyżowania (Rys. 3b) wymagało od kierowców równie dużej redukcji prędkości, co dojazd do progu podrzutowego, co skutkowało równie gwałtownymi manewrami hamowania i przyspieszania ($d=1,54, a=1,04$).

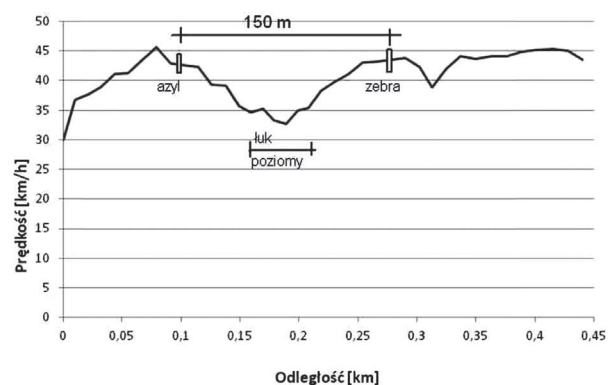
Analizując profile prędkości wzdłuż środków uspokojenia ruchu zamontowanych szeregowo można dostrzec wyraźny wpływ odległości między przeszkodami na prędkość jazdy na odcinkach pomiędzy nimi niezależnie od ich liczby. Jak wynika z rysunków 5 i 6 przy odległościach między przeszkodami przekraczającymi 200 m ich obecność nie wpływała na obniżenie średniej prędkości pojazdów na całym odcinku ulicy, a ograniczała się tylko do miejsc występowania przeszkody. Po przekroczeniu przeszkody prędkość jazdy osiągała poziom porównywalny do prędkości z jaką kierowcy poruszali się przed przeszkodą. Rysunek 7 obrazuje, że przy odległości między progami podrzutowymi wynoszącej 90 m średnia prędkość pojazdów na odcinku między progami podrzutowymi jest znacznie niższa ($V_s=35,8 \text{ km/h}$) od średniej prędkości na odcinku między przeszkodami przy ich rozstawie wynoszącym 200 m ($42,7 \text{ km/h}$). Nie bez znaczenia pozostaje również fakt umiesz-

czenia pierwszego z szeregowo układanych progów w powiązaniu do istniejącego rozwiązania sytuacyjnego. Umieszczenie progu podrzutowego w odległości 150 m od najbliższego skrzyżowania (rys. 7) skutecznie wpłynęło na zniechęcenie kierowców do rozwijania wyższych prędkości. Przy odpowiednio małych odległościach między przeszkodami kierowcy nie decydowali się na rozwijanie wysokich prędkości mając świadomość, że za chwilę będą zmuszeni do ponownej znacznej jej redukcji. Jednak także tu obecność progów podrzutowych wpłynęła na gwałtowne manewrowanie kierowców. Wartości opóźnienia w otoczeniu progów wahały się w granicach $d=1,05-1,44 \text{ m/s}^2$, a wartości przyspieszeń $a=0,82-1,05 \text{ m/s}^2$.

Wyraźnie inny charakter przedstawia profil prędkości na rysunku 8 zarejestrowany wzdłuż ulicy, na której znajdują się trzy wyspy środkowe z azylami dla pieszych zlokalizowane w odległości 100 m i 140 m od siebie. Średnia prędkość jazdy na tej ulicy pozostawała na umiarkowanie stałym poziomie w granicach 40-50 km/h, a występujące wahania prędkości były niewielkie, co skutkowało łagodnym manewrowaniem kierowców. Wartość zanotowanych opóźnień wahała się w przedziale $0,41-0,50 \text{ m/s}^2$, a przyspieszeń w przedziale $0,4-0,54 \text{ m/s}^2$. Rozpatrując efektywność azyli dla pieszych



8. Uśredniony profil prędkości wzdłuż ulicy z 3 wyspami środkowymi z azylami dla pieszych



9. Rozmieszczenie azyli dla pieszych w otoczeniu łuku poziomego

jako środka wymuszającego spowolnienie jazdy na tym odcinku należy wskazać ich małą efektywność (odcinki zwalniania wynosiły 35÷63 m, a przyspieszanie odbywało się na długości 41÷59 m. Nie bez znaczenia w tym względzie pozostaje szerokość pasów ruchu, która w przekrojach z azylami dla pieszych wynosi 3,5 m. Pożądaną prędkość jazdy utrzymującą się na satysfakcjonującym poziomie tłumaczyć raczej należy otoczeniem ulicy (zabudowa wielorodzinna z licznymi stanowiskami parkingowymi zlokalizowanymi bezpośrednio przy jezdni) i jej dostępnością niż obecnością środków uspokojenia ruchu.

Powyższe wnioski potwierdza również analiza profilu prędkości wzdłuż ulicy, na której w sąsiedztwie łuku poziomego (kąt zwrotu ~ 45°) zlokalizowano dwa przejścia dla pieszych, z czego jedno wyposażono w wyspę z azylem (rys. 9). Obecność azylu nie wpływała na prędkość jazdy, która w miejscu występowania przejść pozostawała na praktycznie takim samym poziomie jak na odcinku przed. Wyraźne oddziaływanie w tym przypadku na obniżenie prędkości przypisać należy obecności łuku poziomego. Natomiast traktując łuk poziomy jako odgięcie toru jazdy będące elementem uspokojenia ruchu wskazać można na znaczną skuteczność takiego rozwiązania. W przypadku poziomych odgięć toru jazdy istotną kwestią jest kąt zwrotu. Na ulicy przy kącie zwrotu 45° wartości opóźnienia ($d=0,53 \text{ m/s}^2$) i przyspieszenia ($a=0,56 \text{ m/s}^2$) były o około 50% niższe od wartości zanotowanych przy przejeździe ulicą, gdzie kąt zwrotu wynosił 90° (odpowiednio $0,88 \text{ m/s}^2$ i $0,73 \text{ m/s}^2$) przy szerokościach pasów ruchu na obu ulicach wynoszących 3,5 m.

Wnioski końcowe

Stosując środki uspokojenia ruchu należy pamiętać, że przy dążeniu do podstawowego celu, jakim jest skuteczne obniżenie prędkości nie można pominąć płynności i dynamiki jazdy kierowców. Przeprowadzone analizy wykazały znaczne zróżnicowanie oddziaływania poszczególnych środków uspokojenia ruchu na sposób manewrowania kierowców w ich otoczeniu. Rozwiązania najskuteczniej wymuszające na kierowcach redukcję prędkości jazdy nie muszą być najkorzystniejszymi mając na uwadze ich wpływ na dynamikę jazdy. Spośród przeanalizowanych urządzeń uspokojenia ruchu najdynamiczniejsze procesy hamowania i przyspieszania występowały w otoczeniu progów podrzutowych stosowanych indywidualnie ($d=1,09\div1,39 \text{ m/s}^2$, $a=0,95 \text{ m/s}^2$) i szeregowo ($d=1,05\div1,44 \text{ m/s}^2$, $a=0,97\div1,04 \text{ m/s}^2$), zaś najłagodniejsze zarejestrowano w otoczeniu wysp dzielących z azylem ($d=0,41\div0,50 \text{ m/s}^2$, $a=0,4\div0,54 \text{ m/s}^2$) i fotoradarów ($d=0,50\div0,59 \text{ m/s}^2$, $a=0,49\div0,51 \text{ m/s}^2$).

Stwierdzono również, że progi podrzutowe instalowane szeregowo nie przyczyniają się do obniżenia prędkości jazdy na uspokajanym odcinku jeśli odległości między nimi są zbyt duże, a wpływają jedynie na znaczną gwałtowność przeprowadzanych w ich otoczeniu manewrów. Kierowcy na odcinkach między progami podrzutowymi poruszali się z prędkościami porównywalnymi do prędkości jazdy na odcinkach przed przeszkodami. Przeprowadzone analizy na ulicach Białegostoku wskazały, że przy odległości 200 m i lub większej między kolejnymi progami na uspokajanym odcinku kierowcy

po przejechaniu przeszkody dynamicznie przyspieszają dążąc do osiągnięcia prędkości sprzed przeszkody, natomiast przy odległości zmniejszonej do 150 m lub mniejszej stwierdzono już znaczne obniżenie prędkości jazdy na odcinkach między przeszkodami. ◀

Materiały źródłowe

- [1] www.policja.pl
- [2] Gaca S.: Badania prędkości pojazdów I jej wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Zeszyty Naukowe, Inżynierii Lądowej nr 75, Kraków 2002
- [3] Ziolkowski, R.: Wpływ środków uspokojenia ruchu na prędkość pojazdów w warunkach miejskich, Przegląd Komunikacyjny 4/2012, str. 24-30
- [4] Murray C.J.L., Lopez A.D.: Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: Global Burden of Disease Study. Lancet 1997;349:1498–504. [5] Elvik R., Høy A., Sørensen M.: The handbook on road safety measures, Second Edition, Emerald 2009.
- [6] Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways (2003 Ed), Federal Highway Administration, November 2004.
- [7] Zasady uspokajania ruchu na drogach województwa pomorskiego” GAMBIT Pomorski, Gdańsk 2008
- [8] Ziolkowski R., Saleh W.: Traffic calming measures: Technically efficient to achieve their goals?, 6th International Symposium on Travel Demand Management, Dalian 2013.

REKLAMA

ELINSTAL®
JAN DROZDOWSKI

- Budowa stacji transformatorowych
- Budowa sieci i instalacji SN i nn
- Prace pomiarowo-kontrolne
- Uliczna sygnalizacja świetlna
- Prefabrykacja rozdzielnic
- Technologia lotniskowa

Siedziba Firmy:

ul. Gorkiego 95/2
92-517 Łódź

Adres Korespondencyjny:

ul. Niciarniana 47
92-320 Łódź

tel: 42 672 44 91; 42 672 44 92

fax: 42 672 44 36

biuro@elinstal.eu

www.elinstal.eu