

Strefa zamieszkania – po 20 latach eksploatacji

Home zone - after 20 years of operation



Stanisław Majer

Dr inż.

Zachodniopomorski Uniwersytet
Technologiczny w Szczecinie

stanislaw.majer@zut.edu.pl
ORCID 0000-0003-2476-1982

Streszczenie: Stale wzrastający poziom gospodarczy i związany z nim stopień motoryzacji powoduje konieczność stopniowego wprowadzania uspokojenia ruchu w terenach zabudowanych. Jednym z rozwiązań uspokojenia ruchu jest strefa zamieszkania. W artykule przedstawiono problem oceny rezultatów wprowadzenia uspokojenia ruchu w strefie zamieszkania, funkcjonującej od ponad 20 lat na przedmieściach Wolina, miasta zlokalizowanego w województwie zachodniopomorskim. W przedmiotowej strefie zamieszkania zastosowano w 1999 roku, dość nowatorskie rozwiązania uspokojenia ruchu jak na tamte czasy, jakimi były w krajowych doświadczeniach m.in.: przejezdne ronda typu pineska, odgięcia wlotów na skrzyżowaniach, wykrzywienia toru jazdy, szykany boczne, progi zwalniające, zrównanie powierzchni chodnika z jezdnią, a także zastosowane różnego rodzaju nawierzchnie. Po ponad dwudziestu latach eksploatacji w przedmiotowej strefie zamieszkania wykonano pomiary prędkości, w celu oceny, czy zastosowane środki uspokojenia ruchu przyczyniają się do utrzymania dozwolonej w strefie zamieszkania prędkości – 20 km/h. Ponadto w artykule oceniono stan utrzymania nawierzchni i poprawność funkcjonowania zaprojektowanego systemu odwodnienia po ponad dwudziestu latach eksploatacji.

Słowa kluczowe: Strefa Zamieszkania; Ronda Typu Pineska; Progi Zwalniające; Szykana; Stan Nawierzchni; System Odwodnienia

Abstract: The rise of the economic level and the associated increase in car number required to introduce the traffic calming in built-up areas. One of the traffic calming solutions is the residential home zone. The paper presents the problem of evaluating the results of the introduction of traffic calming in a residential home zone that has been operating for more than 20 years in the suburbs of Wolin, a city located in the West Pomeranian Voivodeship. The traffic calming measures applied in the home zone already in 1999 were ahead of the times. Among others solutions like mini traffic circles, neckdown of inlets at junctions, curbing of the driving path horizontal and vertical deflection, chicanes, hump speed, even sidewalk and roadway surfaces, as well as various types of sidewalks were installed. After more than twenty years of operation in the residential zone, speed measurements were taken to assess whether the traffic calming measures used contribute to maintaining the speed limit of 20 km/h allowed in the home zone. In addition, the article evaluates the surface condition and the proper functioning of the designed drainage system.

Keywords: Home Zone; Traffic Circle; Hump Speed; Chicane; Surface Condition; Drainage System

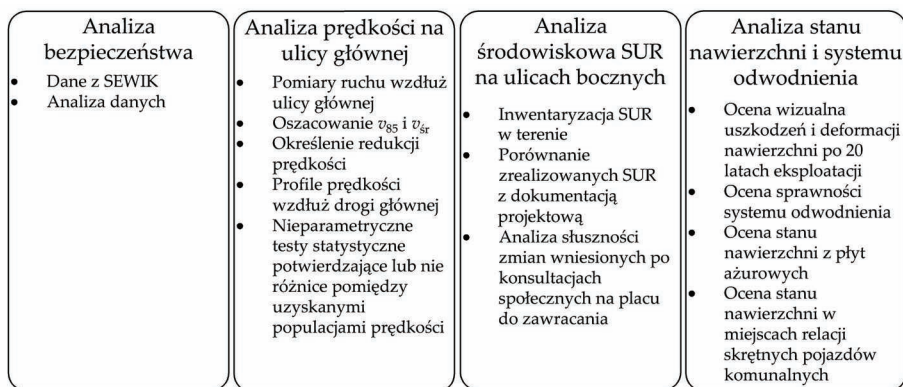
Wprowadzenie

Wzrost gospodarczy generuje w dużym stopniu potrzebę restrukturyzacji istniejących układów komunikacyjnych i coraz większego uwzględniania oczekiwań mieszkańców co do rozwiązań stosowanych w kształtowaniu przestrzeni publicznych. Coraz częściej spotyka się potrzebę wyłączenia części obszarów zabudowanych z przeznaczeniem ich na rejony do spokojnej egzystencji mieszkańców. W rejonach tych przede wszystkim ograniczeniu podlega ruch pojazdów, dzięki czemu uzyskuje się podniesienie bezpieczeństwa wraz zmniejszonym

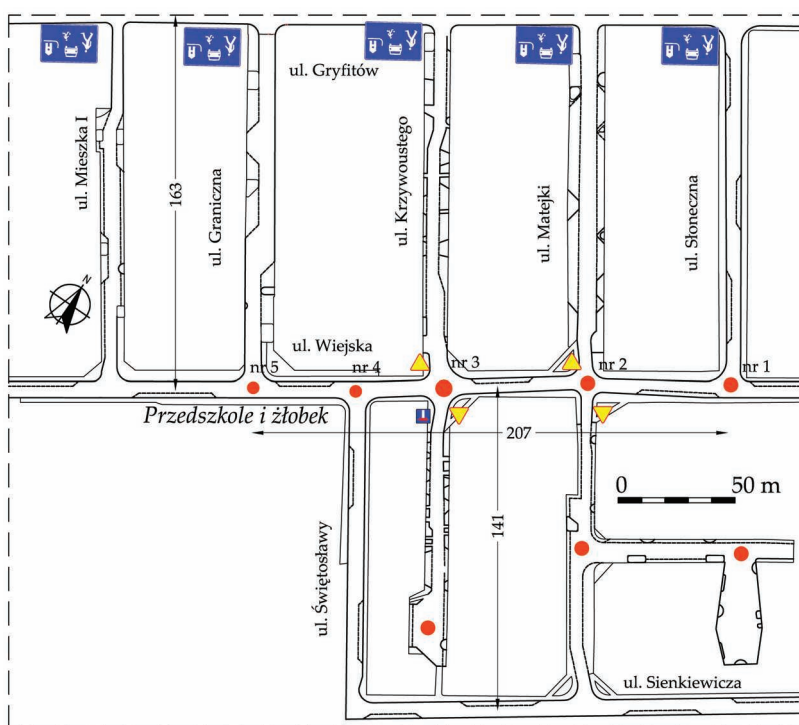
narażeniem mieszkańców na skutki ruchu, tj. spaliny i hałas. Pierwsze wydzielone obszary mieszkalne, czyli tzw. strefy zamieszkania (w języku niderlandzkim *woonerf*) zastosowano już w latach 60. ubiegłego wieku [2, 3, 16, 17, 18]. W wytycznych zagranicznych opracowanych pod koniec lat 90. i na początku XXI w. zaczęto stosować klasyfikację środków uspokojenia ruchu (SRU), przypisując im różne parametry charakteryzujące, czyli redukcję prędkości, zasięg oddziaływania i zalecaną funkcję ulicy do ich zastosowania [12, 16, 17]. Przy czym rozróżniono fizyczne środki SRU związane ze zmianą wysokości (tj. pionowe) i zmianą toru

jazdy (tj. poziome). Jednym z najczęściej stosowanych fizycznych środków pionowych są progi zwalniające, ze względu na łatwość montażu i niskie koszty. Z fizycznych środków poziomych wyróżnić można przede wszystkim wykrzywienia toru jazdy, zwężenia i ronda.

W Polsce nie ma jeszcze opracowanych wytycznych projektowych dotyczących tylko projektowania uspokojenia ruchu w obszarach zabudowanych, jednak część ogólnych zaleceń odnośnie projektowania uspokojenia ruchu zawarte jest w wytycznych opracowanych jeszcze w 2001 [19, 20]. W kilku publikacjach po-



1. Zastosowana kolejność analiz szczegółowych (Źródło: opracowanie własne)



2. Obszar badawczy – strefa zamieszkania w Wolinie (na ulicy Wiejskiej podane są numery analizowanych w artykule rond typu „pineska”). (Źródło: opracowanie własne)

teczności zastosowanych rozwiązań na bezpieczeństwo ruchu i redukcję prędkości. Przedstawiony powyżej przegląd literatury i wytycznych projektowych wykazał jednak, że brakuje w literaturze specjalistycznej oceny strefy zamieszkania po kilkudziesięciu latach eksploatacji ze względu na różne aspekty. Biorąc powyższe pod uwagę celem niniejszego artykułu jest ocena funkcjonowania strefy zamieszkania po ponad dwudziestoletniej eksploatacji, pod względem nie tylko bezpieczeństwa ruchu, redukcji prędkości, ale także względów środowiskowych, tj. uwzględnienia konsultacji społecznych z mieszkańcami osiedla na temat projektu strefy zamieszkania oraz ocena stanu nawierzchni. Przyjętą w niniejszym artykule kolejność analiz przedstawiono na rys. 1.

W niniejszym artykule wybranym obszarem badawczym jest strefa zamieszkania wprowadzona w latach 2001–2002 na osiedlu jednorodzinnym w Wolinie (rys. 2) na powierzchni około 6,5 ha. Podstawową funkcję rozprowadzenia ruchu wewnętrznego w analizowanej strefie zamieszkania pełni ulica Wiejska. Od niej odchodzą ulice boczne. Na ulicy Wiejskiej znajdują się obustronne chodniki i zjazdy do posesji prywatnych oraz pasy postojowe o nawierzchni wykonanej z płyt betonowych ażurowych wypełnianych humusem. Na ulicach bocznych chodniki są fragmentaryczne. Wszystkie analizowane ulice są dwukierunkowe. Na rys. 2 przedstawiono analizowaną strefę zamieszkania i symbolicznie przedstawiono także

dane są wyniki badań empirycznych prowadzonych przez polskich badaczy [1, 5, 22]. Dotyczą one jednak wybranych zagadnień lub skuteczności stosowania konkretnych SUR zastoso-

wanych na wybranych ulicach.

W dotychczasowych publikacjach krajowych i zagranicznych znajduje się wiele artykułów naukowych i raportów poruszających problem sku-



3. Chodnik oddzielony od jezdni krawężnikiem ułożonym na płask (na ulicy rozprowadzającej ruch)



4. Podział przestrzeni za pomocą zróżnicowanej nawierzchni



5. Wyspa typu pineska na ulicy głównej



6. Wyspa typu pineska na skrzyżowaniach ulic bocznych

zastosowaną organizację ruchu.

Powierzchnia ulic została doprowadzona do tego samego prawie poziomu, tj. na ul. Wiejskiej chodniki od jezdni oddzielone są krawężnikiem ulicznym ułożonym na płask i rzędne chodnika są wyniesione powyżej poziomu jezdni o ok. 4 cm (rys. 3). Na ulicach bocznych nie ma wydzielonych chodników. Na ul. Wiejskiej i Sienkiewicza zastosowano nawierzchnię z kostki betonowej koloru szarego. Na dwóch ulicach bocznych zastosowano kostkę betonową koloru czerwonego z ukośnymi rombami lub w szachownicę (rys. 4), wypełnionymi kostką kamienną granitową. Na pozostałych ulicach bocznych w celu podkreślenia charakteru strefy zamieszkania zastosowano nawierzchnię kostkową mieszaną kolorystycznie i gatunkowo, tj. zastosowano na kostki betonowe szare, czerwone, grafitowe lub kostki kamienne granitowe. Jedynie przy przedszkolu i żłobku przy ul. Wiejskiej zastosowano niewielkie obustronne pasy postojowe z parkowaniem prostokątnym i równoległym do osi jezdni, wykonane z nawierzchni z kostki betonowej. Na ulicach bocznych miejsca parkingowe wydzielone są za pomocą kostki kamiennej.

Na głównych skrzyżowaniach wzdłuż ul. Wiejskiej zastosowano pięć skrzyżowań z zastosowaniem na środku wysp typu pineska (rys. 5), na które składa się pierścień i wyspa środkowa. Średnica pierścienia na skrzyżowaniach czterowlotowych jest równa $D = 7$ m, a na pozostałych 6 m, a średnica wyspy środkowej jest różna na dwóch

rondach na ul. Wiejskiej jest równa $D = 4$, a na pozostałych 2 m. Pochylenie poprzeczne pierścienia i wyspy środkowej jest równe 2%. Na ulicach bocznych zastosowano jeszcze trzy ronda typu „pineska” (rys. 6), z czego jedno znajduje się ulicy bez przejazdu na poszerzonym placu do zawracania (rys. 7).

Zastosowane analizy i przyjęte kryteria oceny

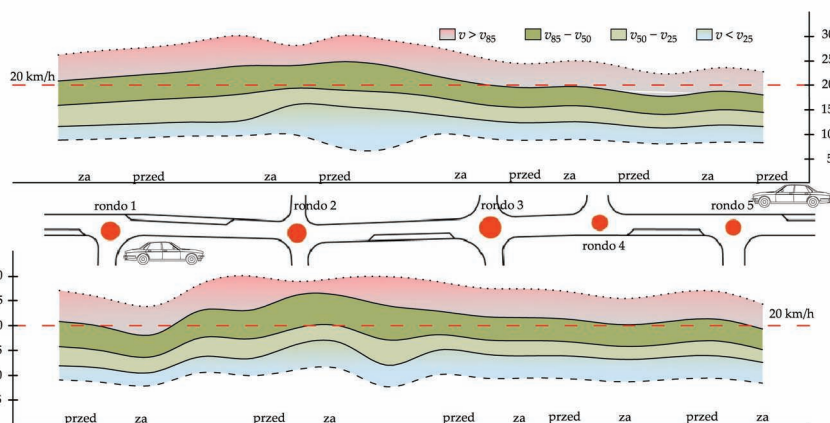
Pierwsza analiza wprowadzonej strefy zamieszkania dotyczyła oceny bezpieczeństwa ruchu. W tym celu zebrano odpowiednie dane począwszy od roku 1995 z programu SEWIK [14], czyli jeszcze sprzed wprowadzenia strefy zamieszkania. Analiza uzyskanych danych wykazała, że w analizowanych latach nie doszło w strefie zamieszkania w Wolinie do żadnych zdarzeń drogowych. Z uwagi na fakt braku jakichkolwiek zdarzeń drogowych na wskazanym obszarze można przyjąć, że wprowadzenie strefy zamieszkania było pozytywne i bezpieczeństwo ruchu było i jest zapewnione.

Druga analiza dotyczyła oceny skuteczności zastosowanych środków uspokojenia ruchu wzdłuż ulicy Wiejskiej rozprowadzającej ruch na ulice boczne. Biorąc pod uwagę niewielkie natężenie ruchu w analizowanej strefie zamieszkania przeprowadzono pomiary prędkości wzdłuż ul. Wiejskiej w ciągu kilku godzin od godz. 10 do godz. 15. Pomiary wykonano z użyciem elektronicznych czujników pomiarowych SR4 [15], zsynchronizo-

wanych ze sobą i ustawionych wzdłuż ulicy w kilkunastu przekrojach pomiarowych. Czujniki były umieszczane na istniejących słupkach drogowych i na dodatkowych słupkach badawczych ustawianych podczas pomiaru. Czujniki ustawiono przed i za każdym skrzyżowaniem, na którym zastosowano wyspy typu pineska oraz na odcinkach pomiędzy nimi. Zgodnie z wytycznymi [21] w strefie zamieszkania ustawia się znaki pionowe w razie potrzeby i tylko w wyznaczonych miejscach, dlatego wykorzystano słupki dodatkowe, ustawiane tylko na czas pomiaru. Ponieważ w strefie zamieszkania pieszy ma pierwszeństwo, to w analizowanym obszarze piesi mogli chodzić po całej szerokości ulicy i nie mieli wyznaczonych przejść. Biorąc pod uwagę niewielkie natężenie ruchu, można było przyjąć, że wszystkie zmierzone prędkości dotyczyły ruchu swobodnego. Dodatkowo ruch swobodny potwierdzano podczas analizy danych z czujników SR4. W wynikach z czujników SR4 podane są dane dotyczące [15]: kategorii pojazdu, prędkości, kierunku ruchu, odległości pomiędzy poszczególnymi przejazdami samochodów i czasu wykonania danego pomiaru z dokładnością do 0,01 sekundy. Mając te dane można w trakcie analiz wykluczyć przejazd samochodu niejadącego w ruchu swobodnym. W analizowanych danych nie zachodziła jednak tak konieczność. Wszystkie pomiary wykonano przy bezdeszczowej pogodzie w okresie letnio-jesiennym. Na ulicach bocznych nie prowadzono żadnych pomiarów prędkości, z



7. Wyspa typu pineska na ulicy bez przejazdu



8. Wykresy liniowe prędkości wzdłuż ul. Wiejskiej (Źródło: opracowanie własne)

racji znikomego na nich ruchu tylko kilkunastu mieszkańców, zamieszkujących przy danej ulicy i bardzo małych długości tych ulic. Jedynie w rejonie przedszkola rano i po południu można było odnotować chwilowe zwiększenie ruchu na ulicy Wiejskiej, nieprzekraczające jednak 35 P/h. Uwzględniając powyższe do analiz skuteczności zastosowanych rond typu pineska uwzględniono jedynie prędkość v_{85} i v_{sr} .

Trzecia analiza dotyczyła stanu faktycznego warunków środowiskowych i potrzeby zastosowanych środków uspokojenia ruchu na ulicach bocznych. W danym przypadku należy podkreślić duży udział mieszkańców w propozycjach, dotyczących szczególnie zagospodarowania niewielkich zieleńców i szykan bocznych oraz szczegółowej lokalizacji progów zwalniających. Projekt strefy zamieszkania opracowano w 1999 r. [4] i w tym samym roku przeprowadzano konsultacje społeczne w ramach uzgodnienia projektu. Oczekiwania mieszkańców uwzględniano również na etapie przyjmowania rozwiązań projektowych, a także w trakcie pomiarów uzupełniających i weryfikacji rozwiązań projektowych bezpośrednio w terenie. Projekt i strefa zamieszkania była wprowadzana stopniowo, jak już wcześniej wspomniano na początku XXI w., czyli w okresie braku krajowych wytycznych projektowych i zaleceń ogólnych dotyczących sposobu formalnego prowadzenia konsultacji społecznych. Dlatego cenne dla projektantów i wykonawców były wszelkie inicjatywy mieszkańców, do-

tyczące:

- zagospodarowania przestrzeni publicznej w otoczeniu planowanych szykan bocznych i na ich powierzchni oraz na planowanych pasach zielni,
- zastosowania kilku dodatkowych progów zwalniających na pozostałej części ulicy bocznej w przypadku lokalizacji na nich szykan bocznych lub miejsc parkingowych,
- wyniesienia niewielkiej powierzchni wokół latarni miejskich i hydrantów.

Prawie wszystkie propozycje mieszkańców zostały ocenione przez projektantów i wprowadzone w życie, ze względu na ich znikomy udział w kosztach lub nawet ich brak. Zmiany te polegały m.in. na przesunięciu progu czy szykany, zmiany lokalizacji zieleńca czy wręcz konieczności zastosowania zieleńca. W niniejszym artykule ocenie podległa, więc tylko skuteczność i stan zastosowanych SUR po 20-letnim okresie eksploatacji. Oceniano także np. czy zadeklarowane przez mieszkańców samodzielne utrzymanie zieleni i konkretnych nasadzeń na szykanach bocznych, w najbliższym otoczeniu zjazdu na ich posesje, rzeczywiście zrealizowano i czy funkcjonuje ono prawidłowo.

Nawierzchnie i zastosowane rozwiązania w strefie zamieszkania oceniono pod względem funkcjonalności, jak i sprawności pod względem odwodnienia. W odniesieniu do stanu nawierzchni założono, że wykonana się ocenę wizualną, odnotowując

powierzchnie osiadań, ewentualne braki kostek, pęknięcia kostek, ubytki w spoinach itd. Stan nawierzchni jest ściśle i nierozdzielnie związany z systemem odwodnienia. W zależności od jego sprawności nawierzchnia drogowa może ulegać różnym stanom deformacji lub degradacji. Biorąc pod uwagę dodatkowo fakt, że na analizowanych ulicach bocznych zastosowano rzadko stosowany w kraju odwrotny układ przekroju poprzecznego i skierowanie spływu wody opadowej w kierunku osi ulicy (rys. 4), zwrócono szczególną uwagę na stan nawierzchni w miejscach odprowadzenia wody do systemu kanalizacyjnego. Zastosowany system odwodnienia założono oceniać podczas pogody deszczowej i oceniać wizualnie skuteczność odprowadzenia wody, czyli zweryfikować kierunek spływu strumienia wody i ewentualnie oszacować zastoiska wody opadowej w rejonie szykan i progów.

Analiza skuteczności zastosowanych środków uspokojenia ruchu

Jak już wcześniej wspomniano w odniesieniu do rond typu pineska, zlokalizowanych na ul. Wiejskiej w analizowanej strefie zamieszkania, wykonano pomiary w wyznaczonych przekrojach badawczych. W odniesieniu do skrzyżowań skrajnych realizowane prędkości wzdłuż ulicy głównej były bardzo małe z uwagi na krótkie odcinki dojazdowe (rys. 2 do 50 m). Biorąc powyższe pod uwagę na skrajnych skrzyżowaniach wykonano dodatko-

we pomiary prędkości krzywoliniowego wjazdu i zjazdu z ul. Wiejskiej na ulice boczne. W każdym przekroju pomiarowym mierzono co najmniej po 100 prędkości w każdym kierunku ruchu. Na rys. 8 przedstawiono wyniki pomiarów prędkości wzdłuż ul. Wiejskiej w obu kierunkach. Dodatkowo na rys. 8 przedstawiono też czerwoną linią przerywaną prędkość obowiązującą w strefie zamieszkania. Pomiarów na trzech pozostałych rondach typu pineska, zlokalizowanych na bocznych ulicach, nie przeprowadzano z uwagi na bardzo małe natężenie ruchu i bardzo krótkie odcinki ulic. Analiza otrzymanych prędkości wykazała, że kwantyl 85% prędkości w ruchu swobodnym przekracza nieznacznie dopuszczalną prędkość w strefie zamieszkania. Szczególnie można to odnotować pomiędzy rondem 1 i 3, gdyż odległości dojazdu do danego skrzyżowania są prawie równe 70 m. Na pozostałych odcinkach pomiędzy skrzyżowaniami odległości dojazdu są mniejsze, równe ok. 38 – 45 m i nawet przy braku zaparkowanych samochodów na pasach postojowych kwantyl 85% oscyluje w granicach 20 km/h. Analiza wyników innych badaczy [1, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 22], potwierdza, że w przypadku uspokojenia ruchu ważny jest rozstaw zastosowanych elementów uspokojenia ruchu. W danym przypadku rozstaw pomiędzy analizowanymi skrzyżowaniami różni się dwukrotnie, co potwierdza wnioski z badań [9, 11, 12, 13, 17, 18, 22]. Ponadto nieznacznie większe prędkości niż dopuszczalne w strefie zamieszka-

nia można uzasadnić, temperamentem krajowych kierowców, bardzo małym natężeniem ruchu i znikomym ruchem pieszych, co przy braku zaparkowanych samochodów na pasach postojowych może wpływać demobilizująco na kierowców.

W odniesieniu do wszystkich wyników prędkości otrzymanych w poszczególnych przekrojach badawczych obowiązkowo sprawdzono czy otrzymane populacje danych mają rozkład normalny. We wszystkich przypadkach potwierdzono, przy poziomie istotności równej $\alpha = 0,05$, że wszystkie populacje miały rozkład normalny. Chcąc zweryfikować, czy populacje prędkości zmierzone przed i za poszczególnymi skrzyżowaniami różnią się istotnie między sobą, czy stanowią tę samą jedną populację, przeprowadzono dwa testy nieparametryczne istotności: test Kołmogorowa-Smirnowa (równanie 1 i 2) i test mediany (równanie 3 i 4). Wybrane do analiz testy statystyczne weryfikujące hipotezy dotyczące rozkładu badanej cech w populacji nie precyzują parametrów tego rozkładu, lecz w przypadku testu Kołmogorowa-Smirnowa pozwalają określić typ rozkładu, tj. postać funkcyjną dystrybucyjną. A test mediany pozwala stwierdzić, czy porównywane dwie próby pochodzą z jednej populacji, czy o rozkładzie populacji danych decyduje istotnie inny czynnik, np. w danym przypadku lokalizacja miejsca pomiaru. W żadnym przypadku w porównywanych populacjach, w obu kierunkach ruchu przed i za analizowanymi skrzyżowa-

niami, nie otrzymano potwierdzenia hipotezy zerowej świadczącej o tym, że porównywane dane stanowią tę samą populację. We wszystkich przypadkach wyniki testów potwierdzały, że istotne jest miejsce pomiaru i warunki kształtowania przestrzeni publicznej jego charakteryzujące. Czyli wynik testów statystycznych potwierdził, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, że przyjęte miejsce pomiaru statystycznie istotnie wpływało na otrzymane wyniki prędkości.

W celu uzyskania mniejszych wartości prędkości na odcinkach pomiędzy skrzyżowaniami, o długości większej niż 50 m, powinno się na końcu i początku pasa postojowego stosować dodatkowe elementy małej architektury np. w postaci betonowych kwietników czy niewielkich trójkątnych szykan bocznych typu „pinch point”, umieszczonych w wysokich krawężnikach [7, 8, 11, 13, 18]. Te elementy wpływają silnie na percepcję kierowcy, który w obawie uszkodzenia karoserii swojego pojazdu nie jedzie po pasach postojowych, tylko po wyznaczonym pasie ruchu [8, 13]. Przy dłuższych pasach postojowych niż 50 m zalecane by było również stosowanie na pasie postojowym niewielkich szykan bocznych z zasadzonymi małymi drzewami szczepionymi na pniu [8, 10, 13]. Gatunek drzew zastosowany w tych zielenicach powinien być specjalnie dobrany przez architekta krajobrazu pod względem rozpiętości korony i objętości systemu korzeniowego, oszacowanych dla drzewa kilkunastoletniego [6, 9, 10].

$$H_0: F(v_{przed}^i) = F(v_{przed}^{i+1}) \text{ i } H_1: F(v_{przed}^i) \neq F(v_{przed}^{i+1}), \text{ przy } \lambda_\alpha = 1.36, \alpha = 0.05. \quad (1)$$

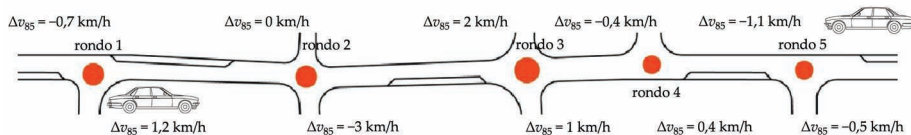
$$H_0: F(v_{za}^i) = F(v_{za}^{i+1}) \text{ i } H_1: F(v_{za}^i) \neq F(v_{za}^{i+1}), \text{ przy } \lambda_\alpha = 1.36, \alpha = 0.05. \quad (2)$$

gdzie: $F(v_{przed}^i)$ – dystrybucja prędkości odnotowanych przed skrzyżowaniem i , $F(v_{przed}^{i+1})$ – dystrybucja prędkości odnotowanych przed skrzyżowaniem $i + 1$, $F(v_{za}^i)$ – dystrybucja prędkości odnotowanych za skrzyżowaniem i , $F(v_{za}^{i+1})$ – dystrybucja prędkości odnotowanych za skrzyżowaniem $i + 1$, $\lambda_\alpha = 1.36$ – wartość krytyczna przy poziomie istotności $\alpha = 0.05$.

$$H_0: F_1(v_{50})_{przed} = F_2(v_{50})_{przed} \text{ i } H_1: F_1(v_{50})_{przed} \neq F_2(v_{50})_{przed}, \text{ przy } \chi_\alpha^2 = 3.84, \alpha = 0.05. \quad (3)$$

$$H_0: F_1(v_{50})_{za} = F_2(v_{50})_{za} \text{ i } H_1: F_1(v_{50})_{za} \neq F_2(v_{50})_{za}, \text{ przy } \chi_\alpha^2 = 3.84, \alpha = 0.05. \quad (4)$$

gdzie: $F_1(v_{50})$ – liczebność poniżej mediany z obu porównywanych populacji prędkości zmierzonych przed lub za skrzyżowaniem, $F_2(v_{50})$ – liczebność powyżej mediany z obu porównywanych populacji prędkości zmierzonych przed lub za skrzyżowaniem, $\chi_\alpha^2 = 3.84$ – wartość krytyczna przy poziomie istotności $\alpha = 0.05$.



9. Redukcje prędkości na rondach typu piniska (Źródło: opracowanie własne)

Redukcje prędkości przedstawiono na rys. 9. Analiza danych przedstawionych na rys. 9 wykazała, że nie na wszystkich rondach uzyskano redukcję prędkości, co można uzasadnić, jak poprzednio, dużą szerokością jezdni, przy braku zaparkowanych samochodów na pasach postojowych. Jednak należy to podkreślić, że w danym przypadku bardziej chodziło o utrzymanie wzdłuż ul. Wiejskiej prędkości $\approx 20 \text{ km/h}$ niż o redukcję prędkości na każdym skrzyżowaniu. I ten cel został osiągnięty (rys. 8).

Analiza stanu faktycznego warunków środowiskowych i potrzeby zastosowanych środków uspokojenia ruchu na ulicach bocznych

Biorąc pod uwagę różnice zastosowanych SRU i ich nieznacznie zmienione lokalizacje w stosunku do projektu wyjściowego [4], w pierwszej kolejności zinventaryzowano w terenie wykonane środki uspokojenia ruchu SUR i odnotowano ich dokładne lokalizacje. W trakcie realizacji strefy zamieszkania, 20 lat temu, odbyło się

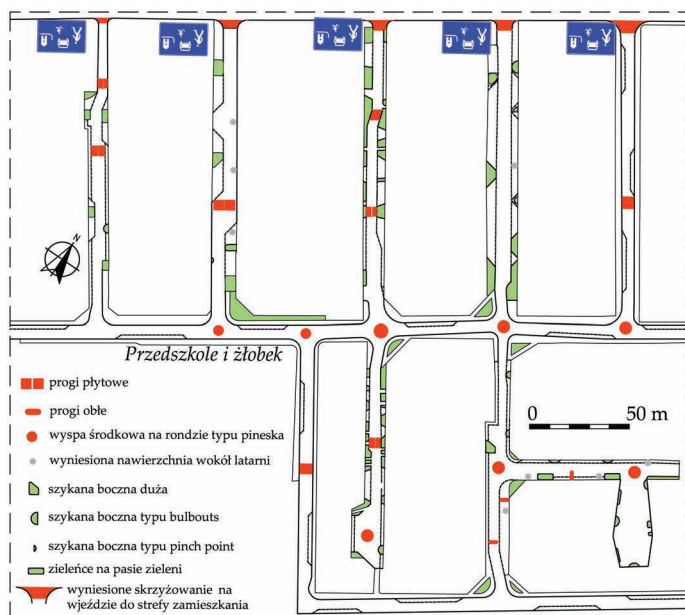
kilka konsultacji społecznych z mieszkańcami osiedla. Mieszkańcy podczas konsultacji wnosili wiele swoich propozycji dotyczących głównie zagospodarowania zieleni i szukan bocznych przyległych do ich posesji. W kilku przypadkach proponowali także zastosowanie dodatkowego progu zwalniającego przy ich posesjach, czy innego kształtu szukany bocznej uwzględniającej np. miejsce ustawienia pojemnika na śmieci, czy planowaną przez nich nową szerszą bramę wjazdową na posesję. Na wlotach ulic bocznych i na ulicach bocznych zastosowano w projekcie różne środki uspokojenia ruchu SUR [4]: odgięcia, zwężenia, progi zwalniające na całą szerokość ulicy i progi obłe (na połowie jezdni), wykrzywienie toru jazdy, przesunięcia wlotów bocznych naprzeciwległych na skrzyżowaniach z ulicą główną, szukany boczne, wyniesienia nawierzchni wokół słupów systemu oświetlenia. Zastosowane środki uspokojenia ruchu przedstawiono na rys. 10.

M.in. na podstawie konsultacji z mieszkańcami na ul. Matejki nie zastosowano progu zwalniającego,

natomiast zastosowano reprezentacyjną nawierzchnię na jezdni (rys. 11), podobną do zastosowanej na ul. Granicznej (rys. 3), ale z nawierzchnią z kostki kamiennej ułożoną nie w regularnych kwadratach tylko w rombach. Na rys. 11 widoczne są również topiary zaproponowane na konsultacjach społecznych przez mieszkańców, w ramach ich własnych projektów i zagospodarowania terenu ulicy, przyległego do ich posesji. Inny przykład propozycji zagospodarowania szukany bocznej przedstawiono na rys. 12 i 13.

Na rys. 14 i 15 przedstawiono przykładowe progi zwalniające płytowe i progi obłe zastosowane w tym samym przekroju co wydzielone miejsce parkingowe lub szukany boczne. A na rys. 16 przedstawiono zastosowane wyniesienia nawierzchni wokół słupów latarni oświetleniowych. Wyniesienie nawierzchni ponad poziom otaczającej powierzchni ulicy miało na celu zapewnienie bezpieczeństwa przy ewentualnym przejeździe i parkowaniu samochodów na zaplanowanych miejscach parkingowych i zjazdach do posesji prywatnych.

Największą zmianę jednak w odniesieniu do projektu proponowali mieszkańcy ulicy bez przejazdu na jednym z placów do zawracania. W projekcie [4] była zaplanowana pośrodku placu wyspa środkowa w



10. Zastosowane środki uspokojenia ruchu w strefie zamieszkania w Wolinie (Źródło: opracowanie własne)



11. Zastosowana inna nawierzchnia zgodnie z propozycją mieszkańców i zaproponowane przez mieszkańców zagospodarowanie przyległego do jezdni pasa zieleni



12. Zaproponowana przez mieszkańców aranżacja szczytów bocznej na ul. Granicznej



13. Zaproponowana przez mieszkańców aranżacja szczytów bocznej na ul. Krzywoustego



14. Zastosowane progi zwalniające płytowe



15. Wydzielone miejsca parkingowe na ulicach bocznych (za pomocą obramowania kilku rzędów kostki kamiennej) i zastosowane progi zwalniające obłe (na połowie szerokości ulicy)



16. Wniesiona nawierzchnia wokół latarni ulicznej



17. Osiadanie i degradacja płyty betonowej ażurowej na pasie postojowym

kształcie wydłużonej soczewki i kilka ławek do relaksu i odpoczynku. Jednak mieszkańcy jedenastu domów wielorodzinnych wspólnie zrezygnowali z tej wyspy i zaproponowali szczyt boczny z zielenią rozdzielającą planowane miejsca parkingowe, w celu zmaksymalizowania możliwej liczby miejsc parkingowych wokół placu. Prowadząc po 20 latach analizy

współautor projektu [4] potwierdza słuszność ówczesnej decyzji mieszkańców, z uwagi na liczbę zaparkowanych samochodów, potwierdzoną podczas wizji lokalnej. Podobne spostrzeżenia potwierdzenia słuszności prowadzenia konsultacji społecznych i uwzględniania propozycji mieszkańców dotyczyły zagospodarowania pasów zieleni i szczytów bocznych oraz

niewielkich korekt lokalizacji progów obłych na ulicach bocznych.

Analiza stanu nawierzchni po 20 latach eksploatacji i zastosowanego systemu odwodnienia

Kolejna analiza dotyczyła stanu nawierzchni i systemu odwodnienia. Obie analizy, zdaniem autora, należy

wykonać łącznie, gdyż one wzajemnie się uzupełniają i zależą od siebie. W projekcie [4] na wszystkich ulicach bocznych zastosowano pochylenia poprzeczne skierowane do osi ulicy i w ten sposób uformowano ściek i odprowadzono wody opadowe do systemu kanalizacyjnego.

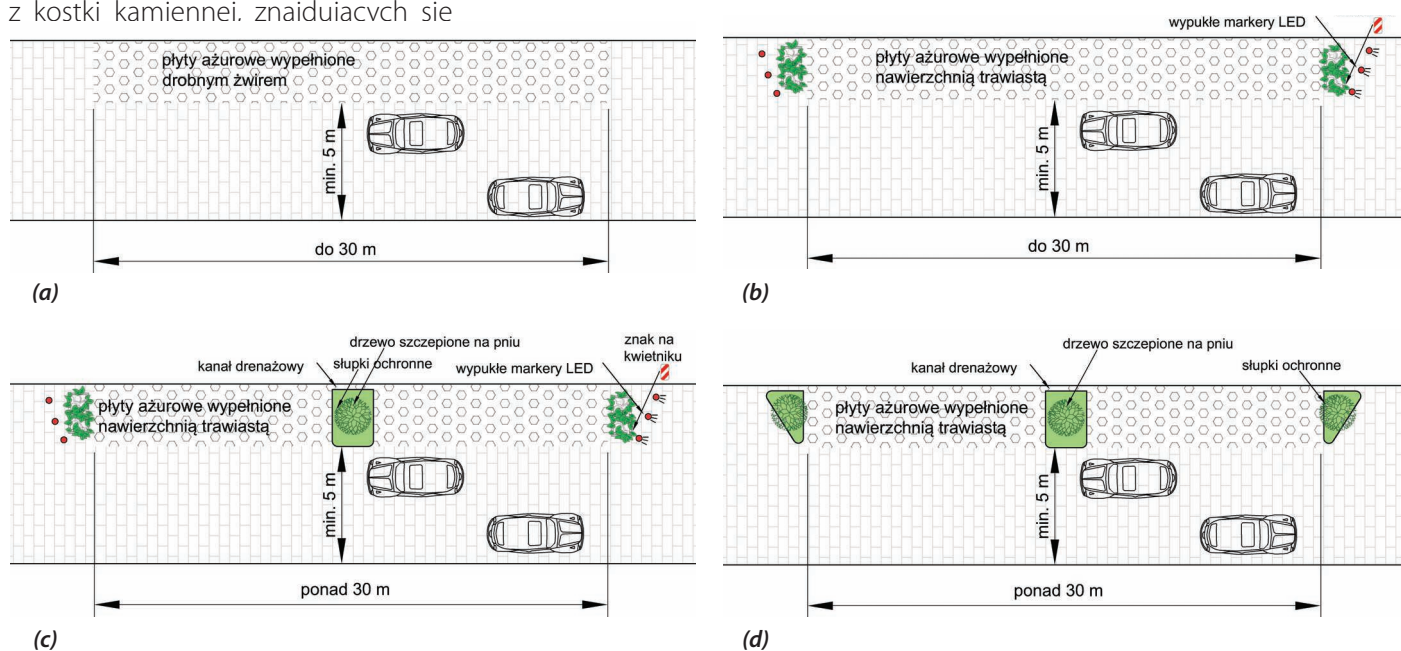
Taki sposób realizacji systemu odwodnienia jest stosowany powszechnie w krajach skandynawskich i przynosi on duże efekty ekonomiczne i utrzymaniowe. W realizowanej strefie zamieszkania, prawie na wszystkich ulicach bocznych potwierdzono słuszność tego systemu i tylko w kilku przypadkach stwierdzono po 20 latach eksploatacji, niewielkie osiadanie wokół wpustów deszczowych. Jedynie na ul. Matejki, na której zastosowano inny wzór nawierzchni, tj. zastosowanie kostek kamiennych w rombach (rys. 10), po 20-letniej eksploatacji można stwierdzić, że problem stanowi styk tych nawierzchni, zwłaszcza przy stosowaniu kostek kamiennych o mniejszych wymiarach. Ścieki uliczne w osi jezdni wykonane były z czterech lub sześciu rzędów kostki kamiennej. I na nich w kilku miejscach stwierdzono niewielkie powierzchnie osiadania i braki zaprawy w spoinach sięgające do 1,0–1,5 cm. To osiadanie również stwierdzono w pobliżu wpustów deszczowych i na kilkunastu rombami z kostki kamiennej. Znajdujących się

wzdłuż śladów toczenia się kół. Stąd można sformułować wniosek, że łączoną nawierzchnię z kostek betonowych i kamiennych powinno się wykonywać w regularnych kształtach (tj. kwadratach lub prostokątach) i nie powinno się zalecać stosowania ukośnych kształtów układanych na torach jazdy.

Analiza utrzymania nawierzchni na pasach postojowych wykonanych z płyt ażurowych betonowych, wykazała, że wyjątkowo na ich powierzchni należy w czasie wykonawstwa zadbać pieczołowicie o poprawne poprzeczne ukształtowanie warstw dolnych, w celu zapewnienia prawidłowego odprowadzenia wody opadowej pod płytami ażurowymi. W kilkunastu miejscach na pasach postojowych odnotowano lokalne uszkodzenia pojedynczych płyt, spękania, osiadania i wykruszenia na krawędziach. Powyższe świadczy o niedopilnowaniu ułożenia warstwy dolnej pod płytami ażurowymi, które nie mając stabilnego oparcia uległy niewielkiej dewastacji. Były to jednak pojedyncze przypadki i obejmowały tylko pojedyncze płyty (rys. 17). Wypełnienie w płytach ażurowych stanowiła nawierzchnia trawiasta, która po 20 latach eksploatacji i wykorzystywaniu jej przez kierowców, jako pas ruchu, uległa dużej degradacji. Biorąc to pod uwagę w przypadku

nawierzchni ażurowych używanych jako pas ruchu, tak jak w analizowanym przypadku, rozwiązaniem korzystniejszym byłoby wypełnienie płyt ażurowych kolorowym żwirem (rys. 18a), który zapewni dobrą długotrwałą funkcjonalność i przepuszczalność, niestety pogorszy warunki mikroklimatyczne i akustyczne. W przypadku, gdy na pasach postojowych zastosuje się wspomniane wcześniej elementy małej architektury (rys. 18b i c) lub trójkątne szykany boczne (rys. 18d) i będą one wykorzystywane tylko do postoju samochodów, to płyty ażurowe można i należy wypełnić humusem oraz posiać trawę, co znacznie podniesie estetykę takiego rozwiązania i przyczyni się w dużym stopniu do zapewnienia odpowiedniego mikroklimatu w strefie zamieszkania. Przykład stosowania zieleni, jako elementu wyznaczającego początek i koniec pasa postojowego przedstawiono na rys. 19.

Natomiast bardzo pozytywnie należy ocenić wykonane i utrzymanie wyniesionej nawierzchni wokół latarni ulicznych. We wszystkich przypadkach stan nawierzchni wokół latarni był idealny (rys. 16). A podwyższenie rzędnych nawierzchni wokół latarni zapewniało bezpieczeństwo ruchu, powodując dodatkowe wykrzywienia toru jazdy lub wyznaczało koniec albo początek miejsc parkingowych. Nale-



18. Przykłady zagospodarowania pasów postojowych w strefie zamieszkania: (a) najtańszy wariant, (b) i (c) rekomendowane zagospodarowanie pasów postojowych w zagranicznych wytycznych projektowych przy ich długości do 30 m i powyżej, (d) zalecane zagospodarowanie w reprezentacyjnych strefach zamieszkania.



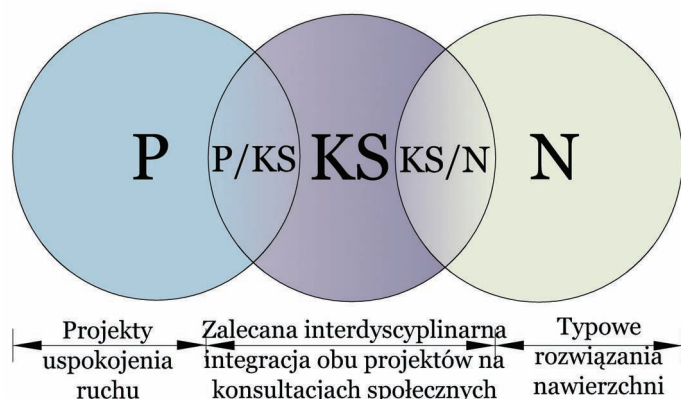
19. Przykład zastosowania zieleni na początku i końcu pasa postojowego na ul. Raday Utca w Budapeszcie (Źródło: fot. Street View z Google Earth)



20. Osiadanie nawierzchni wokół wjazdu na skrzyżowaniu ul. Wiejskiej z ul. Krzywoustego



21. Osiadanie nawierzchni wokół wjazdu na skrzyżowaniu ul. Wiejskiej z ul. Mieszka I



22. Proponowane podejście do merytorycznego interdyscyplinarnego połączenia obu projektów

ży to także podkreślić, że wizualnie to rozwiązanie wpisywało się w estetykę przestrzeni publicznej w strefie zamieszkania.

Ostatnia ocena stanu nawierzchni dotyczyła nawierzchni zastosowanej na wyspach środkowych rond typu pineska. W dwóch przypadkach odnotowano powierzchnie osiadania wokół wjazdów ulicznych i znaczną deformację powierzchni w najbliższym otoczeniu. Z obserwacji poczynionych w terenie wynika, że osiadania przedstawione na rys. 20 i 21 znajdują się na śladach kół pojazdu komunalnego, wykonującego na skrzyżowaniu relacje skrętne. Powyższe świadczy, że w trakcie projektowania rond typu pineska, należy obowiązkowo sprawdzać korytarze ruchu pojazdów komunalnych w relacjach skrętnych i w razie stwierdzenia najazdu na wyspy środkowe, szczególnie w miejscach lokalizacji wjazdów, odpowiednio korygować geometrię na wlotach i wylotach. Podobne spostrzeżenie uszkodzenia krawężników na krawędzi wyspy środkowej stwierdzono na placu do zawra-

cania. I w danym przypadku również odnotowano je na śladach kół pojazdu komunalnego, podczas zmiany kierunku jazdy.

Natomiast na progach zwalniających nie odnotowano żadnego uszkodzenia lub deformacji nawierzchni, co potwierdza słuszność stosowania tego typu SUR w strefie zamieszkania, obojętnie z czego byłyby one wykonane i jaki miałyby kształt.

Podsumowując powyższe analizy, można potwierdzić, że zachodzi potrzeba i konieczność integrowania projektu uspokojenia ruchu i projektu nawierzchni np. w ramach konsultacji społecznych z mieszkańcami osiedla, ponieważ to oni przede wszystkim będą korzystać z przebudowanych ulic (rys. 22). Te propozycje integracji obu projektów zalecano już w najwcześniejszych wytycznych [12, 16]. Dodatkowo zalecając dwustopniowe projekty, polegające na sprawdzeniu w pierwszej kolejności korytarzy ruchu pojazdów komunalnych, a w następnej kolejności korytarzy ruchu samochodów osobowych. Różnice

przestrzeni obu korytarzy ruchu wyznaczałaby możliwe zastosowanie innej kolorystycznie lub gatunkowo nawierzchni. Ważne w dyskusjach są również wszelkie aspekty ekonomiczne, środowiskowe i warunki zapewnienia bezpieczeństwa ruchu. Wspólna interdyscyplinarna współpraca projektantów i wykonawców z mieszkańcami strefy zamieszkania, może przyczynić się do lepszej ich egzystencji i do właściwego funkcjonowania strefy zamieszkania przez wiele lat.

Podsumowanie

Na podstawie wykonanych analiz można stwierdzić, że:

- na zaprojektowanych ulicach i przyjętych fizycznych środkach uspokojenia ruchu jest zapewniona prędkość docelowa ok. 20 km/h,
- potrzebne i efektywne są konsultacje społeczne z mieszkańcami projektowanej strefy zamieszkania, włącznie z projektem nawierzchni i projektem systemu

- odwodnienia,
- powinno się w strefach zamieszkania projektować wyniesioną nawierzchnię wokół latarni i wykorzystywać ją w miarę możliwości, jako dodatkowe środki ograniczenia ruchu w miejscach niepożądanych lub ostrzegawcze o granicy miejsc parkingowych,
- w trakcie projektowania na placach do zawracania powinno się sprawdzać korytarz ruchu pojazdów komunalnych przy zakładanym zajęciu zaplanowanych miejsc parkingowych przez zaparkowane samochody osobowe mieszkańców strefy zamieszkania,
- w strefie zamieszkania przy projektowaniu rond typu pineska, powinno się obowiązkowo sprawdzać korytarze ruchu pojazdów komunalnych w relacjach skrętnych, szczególnie zwracając uwagę na połączenia różnych rodzajów nawierzchni na powierzchni skrzyżowania i w sytuacjach newralgicznych należy korygować odpowiednio geometrię wlotów,
- na pasach postojowych wykonanych z zastosowaniem płyt ażurowych powinno się stosować elementy małej architektury lub szczykany boczne, uniemożliwiające niepożądane przejazdy kierowców i wykorzystywanie przez nich pasa postojowego, jako pasa ruchu,
- odnośnie systemu odwodnienia w strefie zamieszkania powinno się stosować pochylenia poprzeczne skierowane do osi jezdni i w tym miejscu projektować odprowadzenie wody do systemu kanalizacyjnego, przy czym rekomenduje się ściek w osi jezdni wykonywać z kilku rzędów kostki betonowej, zapewniając tym samym jednolitość konstrukcji nawierzchni i dogodny spływ wody opadowej. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Bohatkiewicz, J., Biernacki S., Drach M. i in. Zasady uspokajania ruchu na drogach za pomocą fizycznych środków technicznych, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2008.
- [2] Institute of Highway Incorporated Engineers, Home Zone Design Guidelines, HQ Design & Print, Essex, United Kingdom 2002.
- [3] Janssens I., Chalanton I., Bertrand P.-J., Caelen E., Broeckaert, M., Dullaert I., Englebin Y., Houdmont A., Mathieu V., Temmerman P., Van Duyse D., Het (Woon) Erf, Brochure ter attentie van de weg Beheerders, Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid BIVV, Brussel, Belgium 2013.
- [4] Kraśniański J., Majer S. Projekt koncepcyjny strefy zamieszkania na Osiedlu Światowid w Wolinie, Pracownia Projektowa Dróg, Ulic i Mostów „Damart”, Szczecin 1999.
- [5] Kruszyna M., Matczuk-Pisarek M. The Effectiveness of Selected Devices to Reduce the Speed of Vehicles on Pedestrian Crossings, Sustainability 2021, 13, 9678. <https://doi.org/10.3390/su13179678>.
- [6] La Vegetación en El Diseño de Las Obras Públicas, wersja elektroniczna dostępna na stronie <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3275/53960-10.pdf?sequence=10&isAllowed=y>, dostęp 20.07.2023.
- [7] Nocera S., Ruiz-Alarcón Quintero C., Cavallaro F., Assessing carbon emissions from road transport through traffic flow estimators, Transportation Research Part C: Emerging Technologies 2018, 95, pp. 125-148, <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.07.020>.
- [8] Planungshinweise Für Stadtstrassen, RSP 1, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, Hamburg, Germany, 2005.
- [9] Portovenere S., Manuale per la gestione delle alberate cittadine, Prov. di CO-LC-SO, n° 337, Area Opere e Lavori Pubblici, Tirano 2018, wersja elektroniczna dostępna na stronie: <http://www.comune.tirano.so.it/dmdocuments/Manuale%20per%20la%20gestione%20delle%20alberate%20cittadine.pdf>, dostęp 20.07.2023.
- [10] Ranney T.G., Kim Powell M.A., Alberi consigliati per l'arredo urbano: specie e varietà che si sono dimostrate idonee per le aree più difficili, North Carolina State University, Extension Center, tł. z American Nurseryman 15 Dicembre 1993, wersja elektroniczna dostępna na stronie: <http://www.cespevi.it/art/urbant.htm>, dostęp 20.07.2023.
- [11] Road and Transportation Research Association, Directives for the Design of Urban Roads, RAST 06, Road and Transportation Research Association, Köln, Germany, 2012.
- [12] Roads Development Guide, East Ayrshire, Strathclyde Regional Council, Ayrshire, United Kingdom, 2010.
- [13] Touring Club Schweiz TCS, Sicherheit in den Quartieren, Eine Informationsschrift über Strassengestaltung und Verkehrsmassnahmen, TCS CHF 10., Touring Club Schweiz Verkehrssicherheit, Vernier, Switzerland, 2002.
- [14] System Ewidencji Wypadków i Kolizji, dostęp <https://sewik.pl/> 23.11.2023.
- [15] Speed displays traffic detection, Radar, Detection, Software, Vitronic: Kędzierzyn Koźle, Poland 2015.
- [16] Traffic Calming Guidelines TCG, Devon County Council, Engineering and Planning Department, Devon, United Kingdom, 1991.
- [17] Urban Traffic Areas Part 7 Speed Reducers, Vejdirektoratet, Copenhagen, Denmark, 1991.
- [18] Woonerven, MENSenSTRAAT, Delft, Nederland, 2018.
- [19] Wytyczne projektowania skrzyżowań drogowych WPSD cz. I, GDDP, Warszawa 2001.
- [20] Wytyczne projektowania skrzyżowań drogowych WPSD cz. II, GDDP, Warszawa 2001.
- [21] Załącznik do Dziennika Ustaw nr 220 poz. 2181 z dnia 23.12.2003 z późn. zm., Szczegółowe warunki techniczne dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunki ich umieszczania na drogach
- [22] Ziółkowski R. Zachowania kierowców pojazdów w otoczeniu środków uspokojenia ruchu w warunkach miejskich, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 2022.