

# Analiza zastosowania gumowych słupków na przejściach przez dwupasowe drogi jednokierunkowe do poprawy brd<sup>1,2</sup>

**FILIP ROPÍŃSKI**

inż. Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, e-mail: fropinski@gmail.com

**JOANNA WACHNICKA**

dr inż. Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, e-mail: joanna.wachnicka@pg.edu.pl

**Streszczenie:** Bezpieczeństwo pieszych w Polsce, mimo prowadzonych wielu działań systemowych, nadal pozostawia wiele do życzenia i jest na niepokojąco niskim poziomie. W roku 2018 prawie 24% wypadków stanowiły wypadki z pieszymi, a udział ofiar śmiertelnych w nich stanowi od wielu lat niezmiennie około 30% pieszych. W celu zwiększenia bezpieczeństwa na przejściach dla pieszych znajdujących się na jezdniach o przekroju 2×2 zaczęto niedawno stosować rozwiązanie polegające na zastosowaniu gumowych słupków na jezdni przed przejściem. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badania zachowań pieszych i kierowców przed i po wykorzystaniu takiego rozwiązania na jednej z ulic w Gdańsku. Jako metodę badawczą użyto wideorejestrację wraz z cyfrową i wzrokową analizą obrazu oraz badania ankietowe. Z analiz wynika, że kierowcy zredukowali swoją prędkość na dojeździe do przejścia o 15%, jednak nadal pojawiały się sytuacje wyprzedzania jednego pojazdu, który zatrzymał się, by przepuścić pieszego, przez drugi pojazd. Wykonana modernizacja zniechęciła wyraźnie pieszych do przekraczania jezdni poza przejściem „na ukos” i zwłaszcza młodzi piesi ocenili badane rozwiązanie za poprawiające bezpieczeństwo pieszych.

**Słowa kluczowe:** ruch drogowy, brd, bezpieczeństwo pieszych, gumowe słupki na przejściach.

## Wprowadzenie

Podstawowym celem zmian dokonywanych na istniejących obiektach infrastruktury drogowej jest zwiększanie bezpieczeństwa. Chodzi przede wszystkim o zmniejszenie występowania kolizji oraz wypadków, a co za tym idzie maksymalne zmniejszenie lub wyeliminowanie ofiar śmiertelnych wśród użytkowników ruchu drogowego. Ważne jest również zachowanie odpowiedniej przejezdności na drogach oraz optymalizacja kosztów zmian i utrzymania infrastruktury drogowej. Z badań jednoznacznie wynika zależność poziomu bezpieczeństwa na drodze od prędkości pojazdów poruszających się po niej. Nadmierna prędkość jest powodem około 26% zdarzeń drogowych [1]. Oczywiście wartości te są stanowczo zaniżone, ponieważ w badaniu nie wzięto pod uwagę czynników środowiskowych, takich jak warunki atmosferyczne czy skumulowanie pojazdów na danych odcinku drogi. Głównymi zachowaniami powodującymi zagrożenie na drodze jest nieprzestrzeżenie pierwszeństwa, nadmierna prędkość, nieprawidłowe przekraczanie jezdni przez pieszych, nieprawidłowe wykonywanie manewrów ruchu

oraz niezachowanie bezpiecznej odległości pomiędzy pojazdami [1]. W wielu badaniach prowadzonych na całym świecie zwraca się uwagę na dominujący wpływ nadmiernej prędkości na występowanie wypadków i kolizji zarówno w strefie miejskiej, jak i pozamiejskiej. Badania przeprowadzone na Universidad da Sevilla w Hiszpanii potwierdzają, że w miejscach, w których limit prędkości zostaje zwiększony, wzrasta również liczba wypadków, w tym wypadków śmiertelnych [2]. Brytyjskie badania wskazują nawet, że ponad 80% wypadków ze skutkiem śmiertelnym w obszarach miejskich oraz 68% wypadków na skrzyżowaniach jest spowodowane nadmierną prędkością [3]. Wprowadzenie punktów karnych za wykroczenia drogowe, w tym przekraczanie prędkości, spowodowało zmniejszenie liczby wypadków w Brazylii o 21%, a liczba ofiar śmiertelnych wypadków drogowych spadła o 18% [4]. Ogromnym problemem jest to, że nieprzestrzeżenie ograniczeń prędkości jest bardzo powszechne w społeczeństwie. Z przeprowadzonych badań wynika, że 85% badanych kierowców przyznaje się do przekraczania dozwolonych limitów prędkości w okolicach przejścia dla pieszych w strefie miejskiej, a 90% w strefie pozamiejskiej [5]. Duża prędkość pojazdu w trakcie zdarzenia drogowego znacznie wpływa na jego skutki, ponieważ następuje znaczny wzrost energii kinetycznej podczas zderzenia [6]. Im mniejsza prędkość tym większa szansa pieszego na przeżycie, co pokazuje tabela 1.

W 2018 roku na polskich drogach doszło do [1]:

- 31 674 wypadków,
- z czego 7548 (23,8%) zdarzeń to wypadki z udziałem pieszych,

Tabela 1

Wpływ prędkości na rodzaj obrażeń w przypadku potrącenia pieszego		
Prędkość zderzenia [km/h]	Obrażenia pieszych	Prawdopodobieństwo śmierci pieszego [%]
30	lekkie obrażenia	1%
40	możliwe przypadki inwalidztwa i przypadki śmiertelne	30%
50	inwalidztwo (kalectwo) i przypadki śmiertelne	60%
60	bardzo częste przypadki śmiertelne	85%
> 60	wyłącznie przypadki śmiertelne	100%

Źródło: [7]

<sup>1</sup> ©Transport Miejski i Regionalny, 2020. Procentowy udział wkładu autorów w publikację: F. Ropiński 50%, J. Wachnicka 50%.

<sup>2</sup> Artykuł został zaprezentowany na XIII Międzynarodowej Konferencji Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego GAMBIT 2020. Dofinansowano z Programu Doskonałości Naukowej Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

- 803 pieszych poniosło w nich śmierć,
- 6918 odniosło rany.

W odniesieniu do województwa pomorskiego dane wyglądają następująco:

- 560 wypadków z udziałem pieszych,
- 36 zabitych,
- 534 rannych.

Ponad 12% wypadków i 10% ofiar śmiertelnych było konsekwencją nieustąpienia pierwszeństwa pieszemu na przejściu dla pieszych, omijania lub wyprzedzania pojazdu przed przejściem. Dane przedstawione jasno wskazują na potrzebę stworzenia odpowiednich warunków dla pieszych, którzy są najbardziej narażoną na niebezpieczeństwo grupą użytkowników dróg. W tym celu od wielu lat stosuje się rozwiązania inżynierskie, między innymi w obszarze przejść dla pieszych.

Urządzenia redukujące zagrożenie pieszych możemy podzielić na 4 podstawowe grupy [6]:

- urządzenia fizyczne – w fizyczny sposób ochraniają pieszego przed kontaktem z pojazdem (bariery oraz krawężniki), skracające długość przejścia dla pieszych (pasy dzielące oraz wyspy azylu), a także wymuszają konkretną korektę zachowania uczestnika ruchu (np. zmianę prędkości poruszania się);
- urządzenia separujące pieszych i pojazdy w czasie – sygnalizacje świetlne powodujące czasowe zamknięcie ruchu dla innych użytkowników drogi;
- urządzenia separujące pieszych i pojazdy w przestrzeni – to elementy jak kładki dla pieszych lub specjalne tunele dla pieszych, które umożliwiają przejście pod jezdnią. Rozwiązanie takie eliminuje ponad 90% wypadków na drogach. Jest jednak niekorzystne ze względu na występowanie schodów oraz innych ograniczeń dla osób starszych oraz niepełnosprawnych. Tunele tego typu są również ryzykowne ze względu na występowanie sytuacji niebezpiecznych powodowanych przez inne osoby w tunelu,
- wydzielone przejścia dla pieszych.

Skuteczność tego typu rozwiązań obrazuje tabela 2.

W przypadku dróg o przekroju 2x2 z azylem pomiędzy jezdniami obserwuje się niebezpieczne zachowania kierowców na przejściach dla pieszych. Często jeden kierowca zatrzymuje się przed przejściem, ustępując pierwszeństwa oczekującemu pieszemu, podczas gdy drugi kierowca jadący sem sąsiednim nie zatrzyma się i dochodzi do potrącenia. Zkłady takich zdarzeń można znaleźć w wielu informacjach prasowych [8], [9]. Dlatego specjaliści od bezpieczeństwa ruchu drogowego, jak i zarządcy dróg, próbują eliminować to niebezpieczne zjawisko. Jednym z pomysłów było zastosowanie gumowych słupków rozdzielających dwa pasy ruchu w jednym kierunku. Wskazywano, że takie rozwiązanie ma zwiększyć uważność kierowców podczas zbliżania się do przejścia dla pieszych, a także wyeliminować wyprzedzanie i omijanie drugiego pojazdu w obszarze

Tabela 2

Zestawienie skuteczności wybranych urządzeń ochrony pieszych w Australii i Nowej Zelandii			
Lp.	Rodzaj urządzenia ochrony pieszych	Redukcja wypadków z pieszymi [%]	
		Australia	Nowa Zelandia
1	Oświetlenie przejścia, oznakowanie	20–30	bd
2	Azyl dla pieszych	20–60	32
3	Balustrada(wygrozdzenie)	30–50	bd
4	Wyznaczone przejście dla pieszych	10–50	28
5	Zawężanie jezdni	30–50	36
6	Sygnalizacja świetlna dla pieszych	10–70	bd
7	Tunel dla pieszych	70–90	bd
8	Kładka dla pieszych	70–90	bd
9	„Zebra” na wyniesionym przejściu dla pieszych	bd	80
10	Ronda	bd	48
11	Wydzielone pasy dla rowerów	bd	30

Źródło: [6]

rze przejścia. W niniejszym artykule przeanalizowano wyniki badań skuteczności wprowadzonych zmian zaraz po ich zamontowaniu na ulicy Obrońców Wybrzeża w Gdańsku. Słupki te można zaliczyć do grupy urządzeń fizycznych, ponieważ w teorii wymuszają na kierującym pojazdem konkretne zachowania.

### Cel badań

W związku z przedstawionymi danymi ze wstępu celem badania było sprawdzenie skuteczności elastycznych słupków jako środka poprawy brd. Cel został zrealizowany poprzez przeprowadzenie badań metodą „przed i po” na przejściu dla pieszych na ulicy Obrońców Wybrzeża na terenie miasta Gdańsk. Wyniki przeprowadzonego badania zostały poddane analizie, a następnie przedstawione za pomocą danych liczbowych oraz wykresów. Na koniec na podstawie wyników zostanie wystawiona rekomendacja tego rozwiązania.

### Poligon badawczy i metoda analizy

Badania zostały przeprowadzone na przejściu dla pieszych na ulicy Obrońców Wybrzeża w Gdańsku, w dzielnicy Przymorze. Lokalizację wskazanego przejścia dla pieszych pokazano na rysunku 1. Jest to przejście położone pomiędzy skrzyżowaniami z sygnalizacją świetlną. Przekrój drogi w tym miejscu jest dwujezdniowy, dwupasowy. Przejście nie jest wyposażone w sygnalizację świetlną. Z uwagi na dużą odległość pomiędzy wymienionymi skrzyżowaniami z sygnalizacją świetlną (około 350 m) piesi chętnie wykorzystują to przejście i ruch na nim jest znaczący. Po północnej stronie ulicy znajduje się duże centrum handlowe, na rysunku zaznaczone na żółto, po południowej stronie znajduje się duże osiedle mieszkaniowe wraz z falowcem oraz szkołą podstawową i przedszkolem. Dzielnica Przymorze, w której znajduje się ulica Obrońców Wybrzeża, intensywnie się rozbudowuje i powstają kolejne wysokie budynki mieszkalne, centrum handlowe cieszy się dużym zainteresowaniem i to wszystko powoduje coraz większy ruch pieszych i pojazdów na tej arterii.





Rys. 1. Lokalizacja przejścia wraz z zaznaczonymi obszarami generacji ruchu pieszego  
Źródło: Google Maps

Przejście dla pieszych przeszło modernizację mającą na celu poprawę bezpieczeństwa pieszych. Przed modernizacją było klasycznym przejściem przez drogę dwujezdniową rozdzieloną wyspą azylu, gdzie każda jezdnia posiada dwa pasy ruchu (fot. 1).

Modernizacja polegała na zamontowaniu na przejściu elastycznych słupków wydzielających poszczególne pasy ruchu (fot. 2).



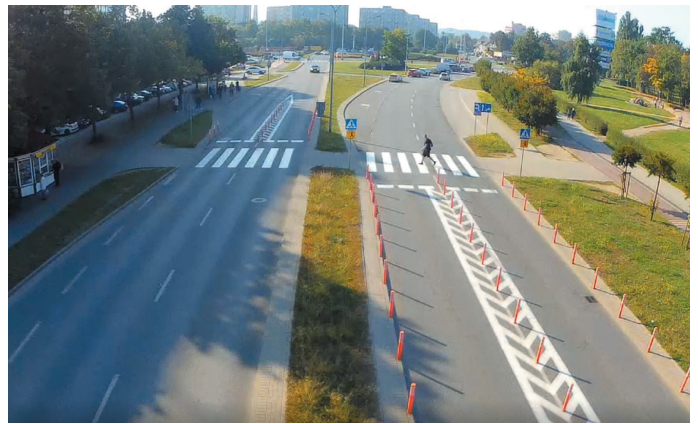
Fot.1. Przejście dla pieszych na ulicy Obróńców Wybrzeża, stan sprzed modernizacji  
Źródło: Google Maps

Analiza skuteczności działania tego środka uspokojenia ruchu została przeprowadzona metodą „przed i po”, na podstawie analiz nagrań z kamery usytuowanej na latarni znajdującej się na pasie zieleni oddzielającym jezdnie (fot. 3).



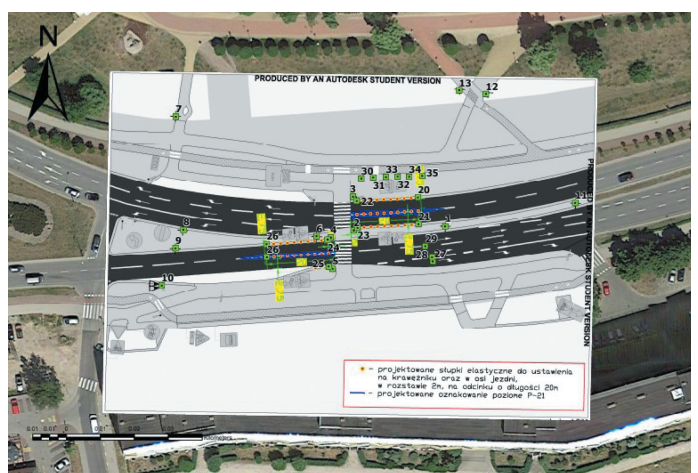
2. Przejście dla pieszych po zamontowaniu słupków odbłaskowych  
o: opracowanie własne

Nagrane zostały zachowania kierowców łącznie w przebiegu 38 godzin, przed i po zamontowaniu elastycznych słupków. Na podstawie nagrań zostały przeprowadzane również badania prędkości pojazdów za pomocą oprogra-



Fot. 3. Widok z kamery na analizowane przejście dla pieszych  
Źródło: opracowanie własne

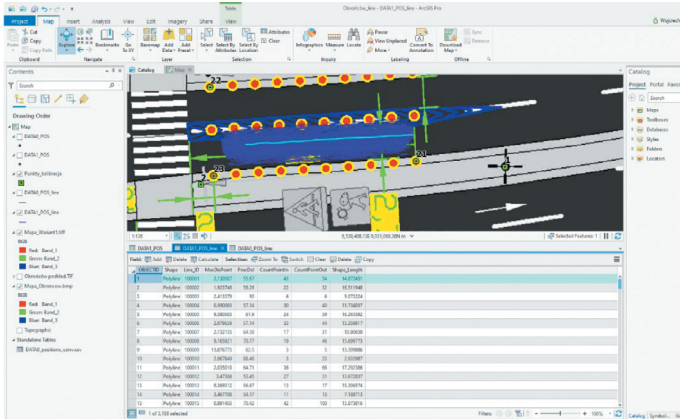
mowania komputerowego TrafficCounter, Arcgis pro oraz specjalne oprogramowanie stworzone w środowisku MATLAB, za pomocą których możliwe było uzyskanie potrzebnych wyników. Program Traffic Counter analizuje położenie pikseli składających się na pojazd oraz podaje, jak dane piksele się przemieszczały w danym czasie. Dzięki uzyskanym w ten sposób danym była możliwość bardzo dokładnego sprawdzenia prędkości poruszających się pojazdów na danym obszarze zaznaczonym na nagraniu. Wynikiem analiz obrazu jest zbiór danych o współrzędnych poruszającego się pojazdu w układzie lokalnym. W ten sposób powstaje baza danych zawierająca następujące dane: ID pojazdu, współrzędne X i Y, czas rejestracji pojazdu początkowy oraz końcowy, wielkość obszaru zajmowanego przez pojazd. W celu skorzystania z programu Arcgis nadano wybranym punktom na nagraniu z układu lokalnego współrzędnych geograficznych w układzie 2000 zone 6. Wykorzystano do tego współrzędne punktów charakterystycznych w analizowanym obszarze, które zostały odczytane z podkładów mapowych z wykorzystaniem tego programu (rys. 2). Następnie wykorzystano autorskie oprogramowanie stworzone w środowisku MATLAB w ramach projektu badawczego RID2B „Nowoczesne metody obliczania przepustowości i oceny warunków ruchu dla dróg poza aglomeracjami miejskimi”,



Rys. 2. Mapa do odczytywania współrzędnych punktów  
Źródło: opracowanie własne



realizowanego przez Politechnikę Krakowską, Politechnikę Warszawską oraz Politechnikę Gdańską. Dzięki temu oprogramowaniu zostały przeliczone współrzędne z układu lokalnego na układ 2000. Procedura ta pozwoliła na ustalenie długości trajektorii każdego pojazdu (rys. 3).



Rys. 3. Linie trajektorii pojazdów w programie Arcgis pro  
Źródło: opracowanie własne

Posiadając informacje o długości odcinka oraz czasie początkowej i końcowej rejestracji dla wszystkich pojazdów, obliczono średnią prędkość przejazdu. Przyjęto założenie, by do dalszych analiz wziąć tylko te trajektorie, których minimalna długość wynosiła 10 m, czyli połowę analizowanego obszaru.

### Wyniki badań

#### Badania „przed”

Podstawowym problemem występującym na tym przejściu dla pieszych, jeśli chodzi o kierujących pojazdami, było wyprzedzanie pojazdu znajdującego się na sąsiednim pasie ruchu w momencie, gdy ten zatrzymał się w celu przepuszczenia pieszego, jak na fotografii 4. Jest to sytuacja bardzo niebezpieczna dla osób poruszających się po przejściu. Kolejnym typowym problemem jest jazda kierowców środkiem skrzyżowania przez pas linii ciągłej.

Obserwacje zachowań pieszych przed wykonaniem modernizacji pokazały iż oni też mają nieprawidłowe zachowa-

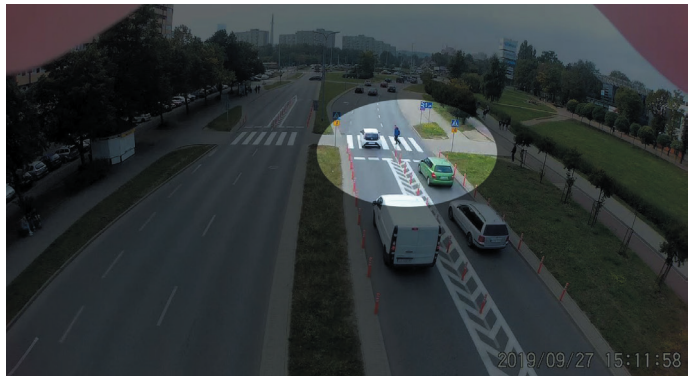
nia na sumieniu. Często chodzili na ukos poza przejściem dla pieszych przekraczając jezdnię w miejscu poza przejściem dla pieszych. Przykład takiego zachowania pokazano na fotografii 5.



Fot. 5. Przykład chodzenia pieszych na ukos przed modernizacją.  
Źródło: opracowanie własne

#### Badania „po”

Zastosowanie gumowych słupków nie wyeliminowało niestety problemu wyprzedzania pojazdów na sąsiednim pasie w obrębie przejścia. Nadal występują na nim podobne zachowania kierujących pojazdami, co widać na fotografii 6, gdzie kierujący pojazdem na prawym pasie zatrzymał się, by przepuścić pieszego, a pojazd znajdujący się na pasie lewym wyprzedził, wjeżdżając na przejście dla pieszych w momencie, w którym znajdował się tam pieszy.



Fot. 6. Przykład zaobserwowanej sytuacji niebezpiecznej po modernizacji  
Źródło: opracowanie własne

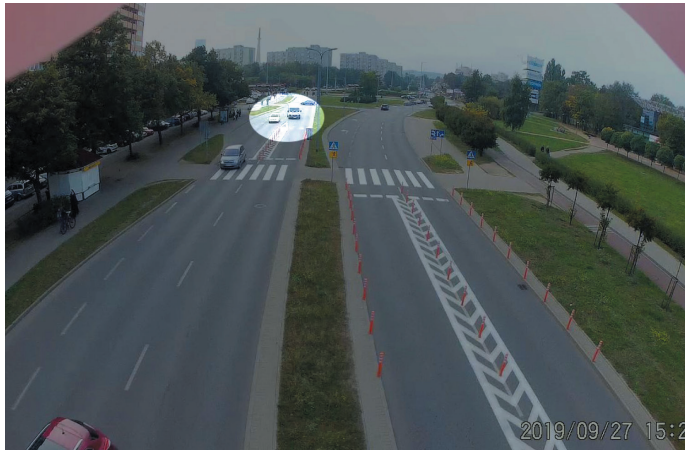


4. Przykład zaobserwowanej sytuacji niebezpiecznej sprzed modernizacji  
o: opracowanie własne



Fot. 7. Przykład zaobserwowanych sytuacji niebezpiecznych po modernizacji.  
Źródło: opracowanie własne

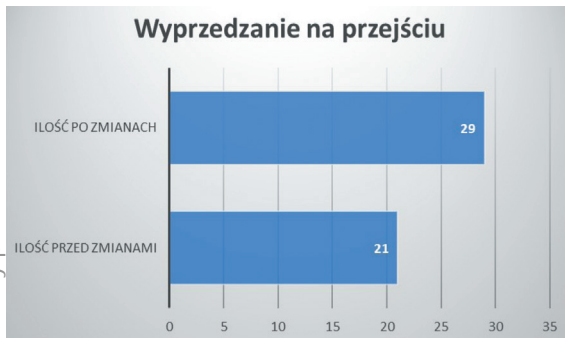
Ponadto pojawiły się dodatkowe sytuacje powodujące zagrożenie, takie jak nagła zmiana pasa przez kierującego przed zwężeniem jezdni spowodowanym zamontowanymi słupkami – jak na fotografii 8.



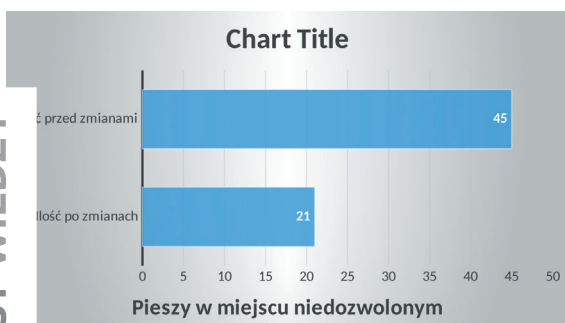
Fot. 8. Przykład nagłej zmiany pasa przez furgon przed samym zwężeniem jezdni  
Źródło: opracowanie własne

Brak znaczącej zmiany w zachowaniu kierowców pokazano na wykresie na rysunku 4, na którym zostały zestawione wyprzedzania pojazdów przed i po remoncie w okresie nagrań.

Ciekawą obserwację odnotowano wśród pieszych. Zmniejszyła się liczba pieszych przekraczających jezdnię w okolicy przejścia dla pieszych w miejscu niedozwolonym. Jest to prawdopodobnie spowodowane powstawaniem bariery wizualnej przez słupki. Zmianę w zachowaniu widac na rysunku 5.

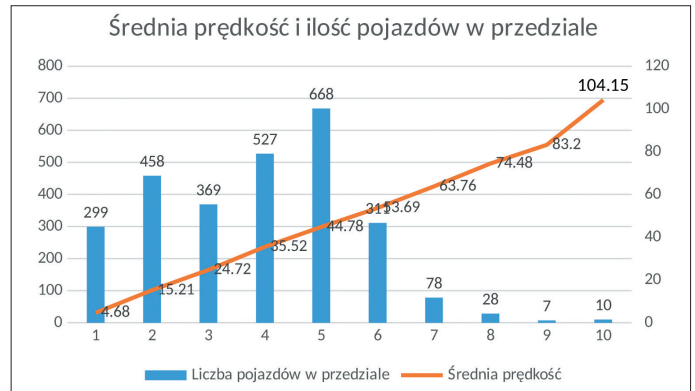


Rys. 4. Liczba przypadków odnotowanego wyprzedzania na przejściu przed i po modernizacji  
Źródło: opracowanie własne

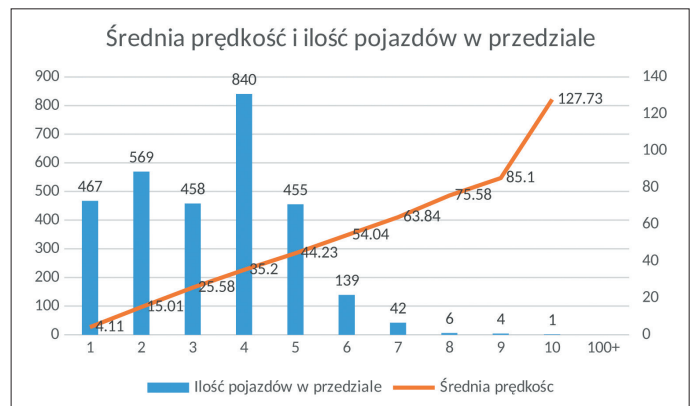


Rys. 5. Liczba odnotowanych pieszych przekraczających jezdnię w okolicy przejścia  
Źródło: opracowanie własne

Jeśli chodzi o prędkość pojazdów na przejściu przed i po zamontowaniu słupków, to spadła ona średnio o 15% z 33 km/h do 28 km/h. Na rysunkach 6 oraz 7 przedstawione zostały wykresy prędkości w zestawieniu z liczbą pojazdów w danym przedziale prędkości. Wskazuje to, że zmniejszyła się ilość pojazdów w grupie 40–50 km/h, a wzrosła w grupie 30–40 km/h. Spadł również odsetek pojazdów w grupie 50–60 km/h.



Rys. 6. Zestawienie liczby pojazdów w danym przedziale prędkości przed remontem  
Źródło: opracowanie własne



Rys. 7. Zestawienie liczby pojazdów w danym przedziale prędkości po remoncie  
Źródło: opracowanie własne

Na rysunku 8 zestawiono dystrybuanty prędkości pojazdów dojeżdżających do przejścia przed i po modernizacji. Po modernizacji prawie 80% kierowców, dojeżdżało do przejścia z prędkością mniejszą niż 40%, podczas gdy przed modernizacją było to około 60% kierowców. Po remoncie jedynie pojedynczy kierowcy przekraczali 60 km/h dojeżdżając do przejścia (niecałe 2% kierowców), podczas gdy przed remontem było to 20% przypadków

Dodatkowo przeprowadzono badania ankietowe na grupie 60 uczestników ruchu na przejściu dla pieszych po zamontowaniu elastycznych słupków. Badanym zostały zadane następujące pytania:

- Czy czuje się Pan/Pani bezpiecznie na tym przejściu 1–10?
- Czy zamiany poczynione na przejściu wpłynęły na poprawę uczucia bezpieczeństwa?
- Czy kierowcy jeżdżą wolniej?
- Czy przejście w tym miejscu jest potrzebne, czy można je zlikwidować?