

Raport

Politechnika
Warszawska

Przestrzeganie ograniczeń prędkości przez kierowców w ruchu tranzytowym

Mariusz Kamola[†]
Adam Tychmanowicz[‡]

[†]Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej PW

[‡]Neptis SA

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI
I TECHNIK INFORMACYJNYCH



Streszczenie. Raport stanowi studium porównawcze zachowań kierowców lokalnych i tranzytowych w peryferyjnym mieście aglomeracji poznańskiej. Danymi użytymi w analizie były ślady GPS pojazdów, dostarczone przez firmę Neptis SA. Analiza wykazała dużą różnicę w sposobie korzystania przez kierowców miejscowych oraz przejezdnych z dróg pełniących funkcje lokalne. Duży udział ruchu tranzytowego zmienia charakter ruchu ulicznego w mieście, niezależnie od zastosowanego oznakowania pionowego na drodze.

Abstract. The paper is a comparative study of local vs. transit drivers' behaviour in a peripheral town in one Polish metropolitan area. GPS trails provided by Neptis SA were used in the research. The results show that transit traffic overrides local functions of a street (access, recreational, commercial) and exhibits freeway-like speed distribution – regardless of road markings of any kind.

Raport Instytutu Automatyki i Informatyki Stosowanej nr 2017-02.

Copyright 2017 by Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej. Fragmenty tej publikacji mogą być kopiowane i cytowane pod warunkiem zachowania tekstu niniejszych zastrzeżeń w każdej kopii oraz powiadomienia Instytutu Automatyki i Informatyki Stosowanej.



1. Wprowadzenie

Postępująca w Polsce suburbanizacja, której towarzyszy brak adekwatnych inwestycji infrastrukturalnych^a, skutkują silnym wzrostem ruchu drogowego na trasach podmiejskich. Samochód wciąż pozostaje dla nowych osadników podstawowym środkiem komunikacji: z konieczności, z przyzwyczajenia czy z braku sensownej alternatywy w postaci komunikacji zbiorowej. Nieskoordynowane w skali aglomeracji lokowanie nowych inwestycji mieszkaniowych w formie rozproszonej i dużym oddaleniu od centrum skutkuje wzrostem ruchu dojazdowego^b w przestrzeni już urządzonej. Opracowanie „Zasady uspokajania ruchu na drogach za pomocą fizycznych środków technicznych”^c wymienia trzy strefy zagospodarowania wzdłuż dróg: centralną, otaczającą i peryferyjną. Przeważnie ruch dojazdowy z dalszych okolic swobodnie penetruje tereny już zabudowane, ingerując w każdą z tych stref.

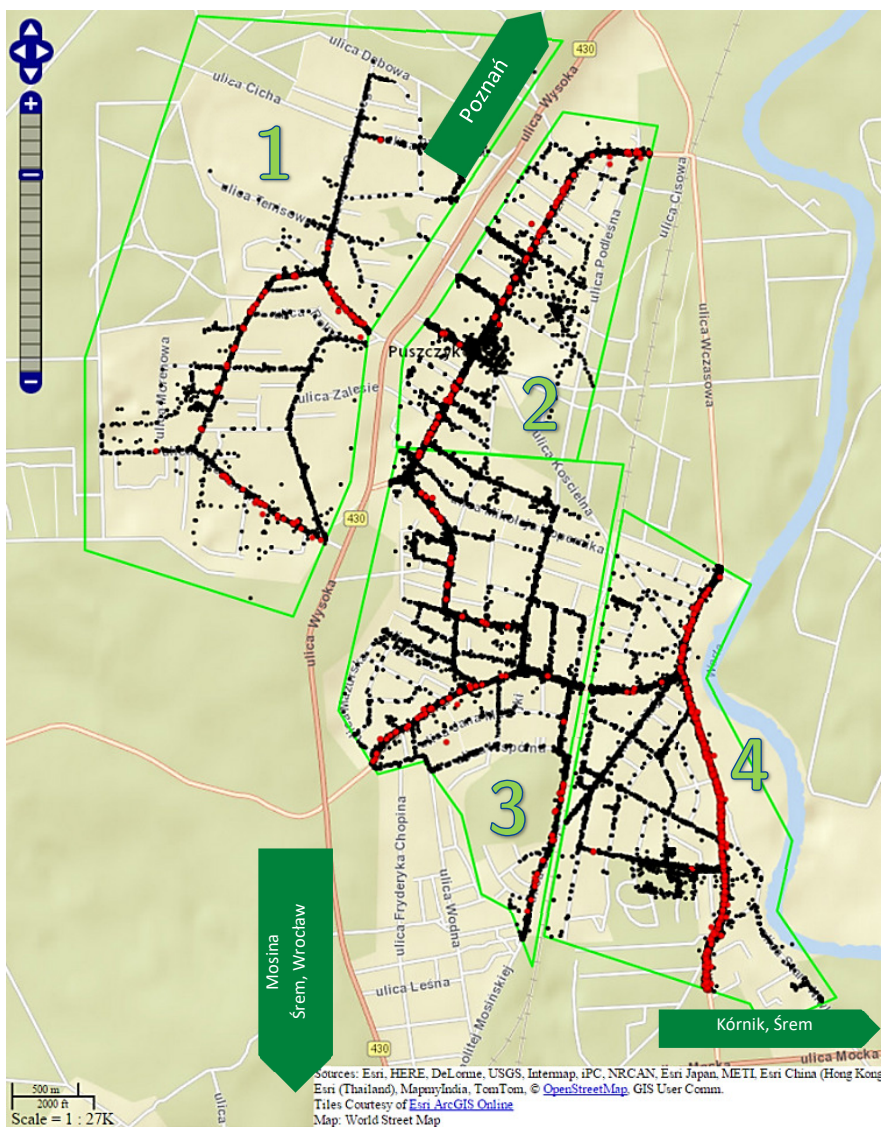
Ponieważ w Polsce strefowanie akcentowane jest przez samorządy w sposób minimalny, najczęściej poprzez oznakowanie pionowe, kierowcy przejeżdżający tranzytem nie mają świadomości, że powinni dostosować prędkość i styl jazdy do stref, przez które przejeżdżają. Dodatkowo, kierowcy przejeżdżający tranzytem przez miejscowość rzadko okazują zrozumienie dla mieszkańców osiadłych tam jeszcze w zupełnie innych warunkach. Wskutek powyższych czynników rośnie nie tylko strumień pojazdów na drogach nieprzeznaczonych i nieprzystosowanych do celów tranzytu, ale i zagrożenie wynikające z brawurowego, nieempatycznego stylu jazdy kierowców.

Powyższe tezy można zilustrować na przykładzie miasta Puszczykowo. W miasteczku powstałym z połączenia osady wypoczynkowej oraz okolicznych wsi dominuje obecnie jednorodzinna zabudowa mieszkaniowa z drobną działalnością usługową. Ulokowane pomiędzy Wielkopolskim Parkiem Narodowym a rzeką Wartą, Puszczykowo dysponuje bardzo ograniczonymi możliwościami rozwoju sieci drogowej. Jednocześnie stało się ono miejscowością tranzytową dla bardzo intensywnie urbanizujących się podpoznańskich gmin: Mosina, Kórnik i dalszych. W kolejnych rozdziałach zostały przedstawione topografia i faktyczny rozptył ruchu kołowego w mieście, a następnie – porównanie zachowań kierowców tranzytowych i innych.

2. Układ komunikacyjny miasta

Patrząc z perspektywy komunikacyjnej, miasto dzieli się na cztery obszary mieszkalne, rozgraniczone w sposób naturalny przeszkodami redukującymi liczbę dróg łączących te obszary – por. rys. 1. Głównymi przeszkodami są: ruchliwa droga nr 430, linia kolejowa nr 271 oraz obszary leśne.

Analizy ruchu w niniejszym opracowaniu dokonano na podstawie śladów położenia i prędkości pojazdów, dostarczonych przez operatora serwisu yanosik.pl. Dane dotyczą pięciu kolejnych dni roboczych na wiosnę 2016 r. Na rys. 1 wykreślono wszystkie ślady GPS w obrębie analizowanych obszarów mieszkalnych, zaznaczając czerwonymi punktami przypadki, gdy zarejestrowana prędkość pojazdu przekraczała 70 km/h. Rozproszenie śladów wokół dróg jest zjawiskiem naturalnym i wynika z błędów pomiarowych lokalizacji GPS.



Rys. 1. Obszary mieszkalne oraz ślady GPS pojazdów o prędkości chwilowej poniżej (●) i powyżej (●) 70 km/h.

Warto zauważyć, że ślady zaznaczone kolorem czerwonym występują niemalże wyłącznie na drogach zbiorczych. Gęstość występowania tych śladów wynika w sposób oczywisty z natężenia ruchu, ale też z innych czynników: spadku drogi (obszar 1., ulice prowadzące do drogi 430), liczby pojazdów manewrujących (obszar 2., początek ul. Kościelnej) czy dużej liczby zakrętów. Na żadnej z ulic o dużej gęstości śladów czerwonych nie występują fizyczne środki spowalnienia ruchu ani fotoradary.

Tabela 1. Statystyki prędkości w obszarach mieszkalnych

Obszar	Liczba śladów	Prędkość średnia [km/h]	10. centyl prędkości [km/h]
1	2433	34,1	60
2	7829	30,2	55
3	8681	33,7	54
4	10730	44,0	64

W tab. 1 zestawiono podstawowe statystyki pomiarów prędkości w poszczególnych obszarach. Zauważmy, że obszary 2 i 3 prezentują mniej więcej podobne wartości i relacje pomiędzy zarejestrowanymi prędkościami średnimi oraz ich 10. centylami¹. W obszarze 1 prędkość 10-centylowa jest o wiele większa, co oznacza, że tamtejsi kierowcy nie postrzegają jeszcze jazdy z prędkością 60 km/h jako „szybką”. W obszarze 4 zarówno średnia, jak i prędkość 10-centylowa są zdecydowanie wyższe, niż gdzie indziej.

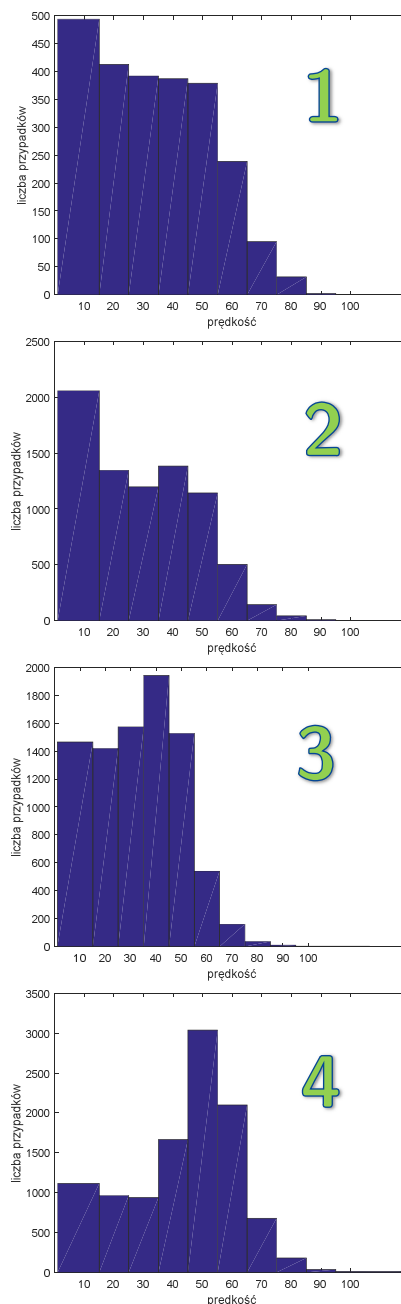
Jeszcze więcej informacji o dynamice pojazdów ujawniają histogramy, przedstawiając proporcje pomiędzy liczbą śladów w poszczególnych przedziałach prędkości. Na rys. 2 zamieszczono histogramy dla kolejnych obszarów. Dla obszarów 1-3 rozkłady prędkości są w na dużym przedziale jednostajne, tj. reprezentujące całą gamę sytuacji w jeździe miejskiej: manewry, jazdę z subiektywnie dobraną prędkością przelotową oraz interakcje z innymi użytkownikami drogi.

Obszar 4 ma inną specyfikę. Rozkład jednostajny kończy się już w okolicach 30 km/h, przechodząc w rozkład Gaussa, typowy dla dróg szybkiego ruchu.^d

3. Potoki ruchu

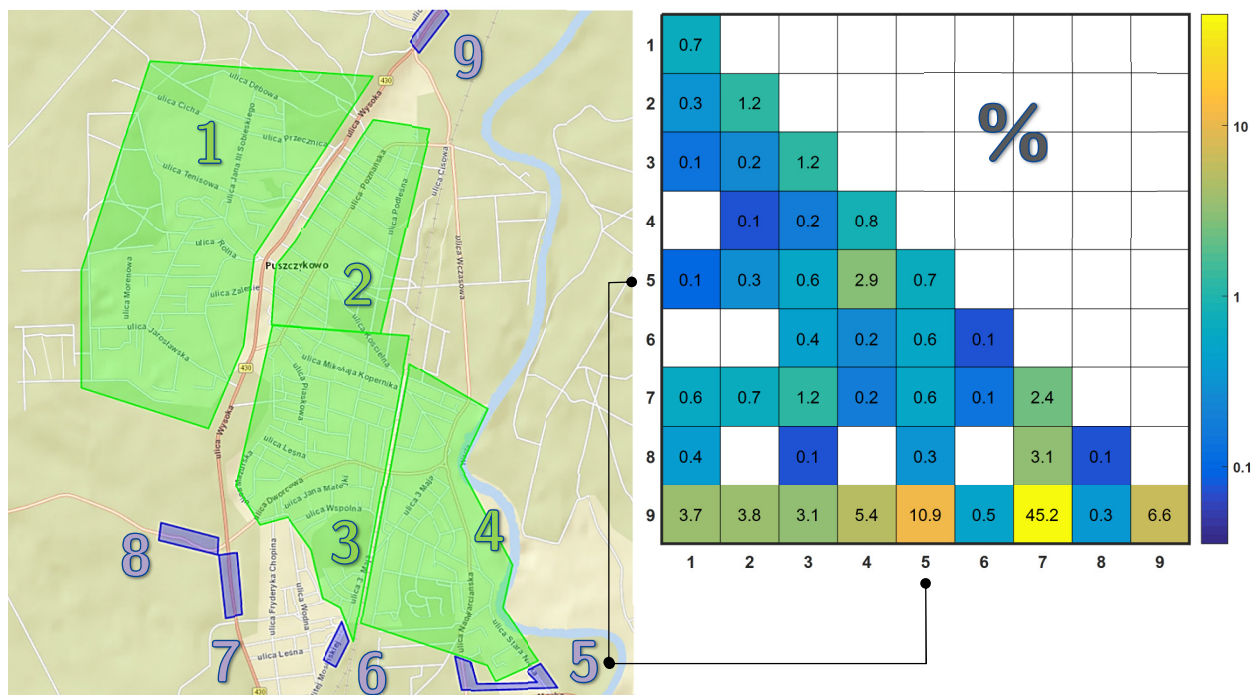
Dotychczasowe rozważania dotyczyły całego obserwowanego ruchu, bez względu na jego naturę. Aby móc poczynić obserwacje o zachowaniu różnych kategorii kierowców, należy najpierw właściwie sklasyfikować posiadane pomiary. Nasze ślady tworzą sekwencje reprezentujące kursy, tj. przejazdy poszczególnych, indywidualnych pojazdów. Szczegółowe informacje o poszczególnych kursach nie mogą, rzecz jasna, zostać ujawnione ze względu na ochronę prywatności użytkowników. Możemy jednak posługiwać się statystykami; rozpatrywane dane zawierają informacje o 3824 wykonanych kursach.

W celu właściwej klasyfikacji kursów, oprócz obszarów mieszkalnych przedstawionych na rys. 1 zaproponowano wydzielenie obszarów detekcji ruchu brzegowego, nazywanych dalej bramami. Bramy te ustawiono na każdej drodze wylotowej z miasta i ponumerowano 5-9, zgodnie z rys. 3. Następnie zliczono kursy rozpoczynające się i kończące w dowolnym z obszarów 1-9, otrzymując w ten sposób potoki kołowe na poszczególnych relacjach pomiędzy każdą parą obszarów. Wielkości potoków, wyrażonych w postaci odsetka ogólnego ruchu, obserwowanych na poszczególnych relacjach, przedstawiono również na rys. 3.



Rys. 2. Histogramy prędkości w obszarach mieszkalnych

¹ 10. centyl to taka prędkość, powyżej której plasuje się 10% śladów. Można ją interpretować jako odczuwaną subiektywnie i lokalnie granicę „szybką” jazdy.



Rys. 3. Obszary mieszkalne, bramy i macierz ruchu. Numery wierszy i kolumn odpowiadają obszarom mapy.

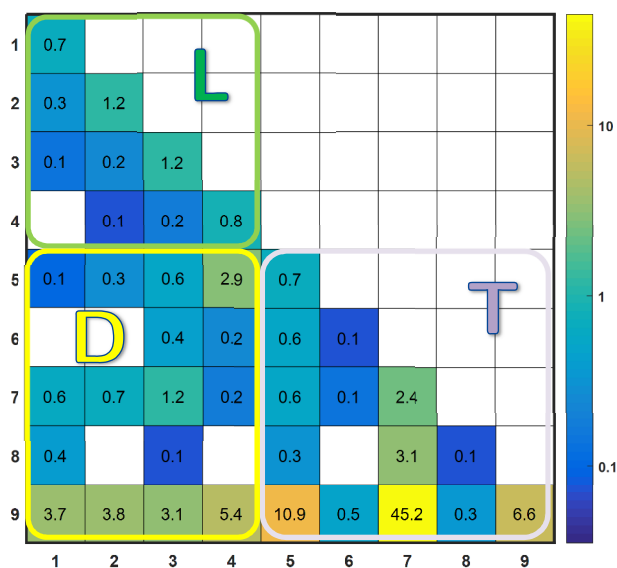
Zauważmy, że tzw. macierz ruchu ma strukturę dolną trójkątną, bo nie wyróżniamy kierunkowości przejazdu z obszaru A do B. Zauważmy ponadto, że na głównej przekątnej podany jest odsetek kursów zamykających się w całości w poszczególnych obszarach.

Struktura macierzy ruchu umożliwia czytelną klasyfikację kursów, zgodnie z rys. 4, na trzy kategorie:

- **L**: ruch *lokalny*, tj. wszystkie kursy zaczynające się lub kończące w obszarach mieszkalnych;
- **T**: ruch *tranzytowy*, tj. kursy zaczynające się i kończące na bramach (w rozpatrywanym fragmencie mapy);
- **D**: ruch *dojazdowy*, kursy pozostałe, pomiędzy bramami a obszarami mieszkalnymi.

Zauważmy, że zaobserwowany ruch lokalny stanowi łącznie zaledwie 5% ogółu, podczas gdy kursy tranzytowe to 72% wszystkich przejazdów. Ruch dojazdowy ma udział 23%. Widać więc, że miasto musi przenosić ruch do ośrodka aglomeracyjnego ponadtrzykrotnie większy, niż samo generuje.

Należy pamiętać, że przedstawione spostrzeżenia dotyczące udziału procentowego potoków ruchu mogą być obciążone błędem losowym, wynikającym z nieznanego rozkładu kierowców posiadających



Rys. 4. Macierz i kategorie ruchu

urządzenia rejestrujące ślady GPS, jak i błędem systematycznym, wynikającym z odmiennej specyfiki każdego z obszarów mieszkalnych. Dla przykładu, w obszarze 4 mieści się szpital powiatowy – największy puszczykowski pracodawca, cel wielu regularnych i okazjonalnych kursów o charakterze dojazdowym.

4. Styl jazdy kierowców tranzytowych i dojeżdżających

Skłasyfikowanie kursów umożliwia przeprowadzenie porównania stylu jazdy kierowców. Rozważmy dynamikę obserwowaną w obszarze 4, charakteryzującym się najwyższym wolumenem kursów tranzytowych i dojeżdżających. Prędkości średnie kształtują się następująco

- **L**: ruch lokalny, 26,3 km/h;
- **D**: ruch dojazdowy, 36,9 km/h;
- **T**: ruch tranzytowy, 40,7 km/h.

Zgodnie z oczekiwaniami, ruch lokalny i dojazdowy charakteryzują się najniższymi prędkościami średnimi. Jest to uzasadnione koniecznością ewentualnego uruchomienia pojazdu i jazdy manewrowej oraz pokonania ulic dojazdowych. Dlatego bardziej pouczająca jest obserwacja najwyższych prędkości obserwowanych w każdej z klas. Na rys. 5 przedstawiono ślady dla kursów dojazdowych i tranzytowych, oznakowane analogicznie jak na rys. 1. Przy równolicznych klasach śladów obu kategorii, uderza dużo większa liczba markerów czerwonych ($v > 70$ km/h) uzyskanych dla ruchu tranzytowego. Zauważmy przy tym, że w okolicach głównego skrzyżowania w płn. części mapy,



Rys. 5. Ślady GPS pojazdów o prędkości chwilowej poniżej (●) i powyżej (●) 70 km/h: dojeżdżających tranzytowych

w bliskości Warty, kierowcy obu rodzajów poruszają się z prędkością umiarkowaną (mała gęstość czerwonych markerów). Udając się od tego miejsca dalej na północ, dojeżdżający przekraczają 70 km/h tylko w nielicznych przypadkach, podczas gdy kierowcy tranzytowi robią to o wiele częściej. Dodajmy, że na tym odcinku obowiązuje ograniczenie do 40 km/h, podobnie jak prawie w całości wydzielonych tutaj obszarów mieszkalnych.

Wnioski te w bardziej formalny sposób prezentuje wykres na rys. 6. Przedstawiono na nim rozkłady *maksymalnych prędkości* osiągniętych przez kierowców w poszczególnych kursach.

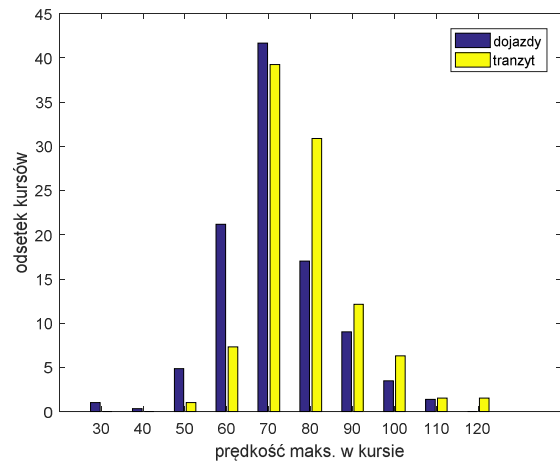
Dlatego też skala wykresu zaczyna się od około 30 km/h. Notabene, zaledwie dla 1% kursów tranzytowych prędkość maksymalna nie przekroczyła 50 km/h.

Struktura wykresu pozostaje bardzo wymowna: kierowcy dojeżdżający, mając do dyspozycji taką samą infrastrukturę drogową, rozwijają na niej mniejsze prędkości maksymalne niż przejeżdżający tranzytem. Wobec faktu, że rozpędzenie nowoczesnego samochodu do 70 km/h nie wymaga drogi dłuższej niż 150-200 m, dojeżdżający mogliby na większości prostych odcinków dróg zbiorczych rozwinąć prędkości maksymalne tak samo wysokie, jak jadący tranzytem. Tak się jednak nie dzieje, co potwierdzają załączone statystyki. Znalezienie przyczyn tego faktu wykracza poza ramy tego opracowania; warto jednak wiązać go z aspektami socjologicznymi, a nie – technologicznymi.

5. Podsumowanie

W artykule dokonano analizy dynamiki przejazdów samochodów przez peryferyjną miejscowość położoną w obszarze aglomeracyjnym. Dane źródłowe stanowiły ślady GPS urządzeń monitorujących położenie pojazdów. Analiza wykazała, że ograniczenia prędkości przekraczane są przez kierowców w każdej z czterech rozpatrywanych obszarów mieszkalnych, o ile nie napotkają oni ograniczeń wynikających z topografii drogi albo z sytuacji drogowych. Wykazano również, że dużą część ruchu drogowego dla miasta w takim położeniu stanowi ruch tranzytowy.

Sklasyfikowanie ruchu na lokalny, dojazdowy i tranzytowy, metodą wydzielenia „cyfrowych bram” miasta, umożliwiło przeprowadzenie dalszej analizy dynamiki kursów dojazdowych i tranzytowych, rozpatrywanych odrębnie. Okazuje się, że kierowcy poruszający się tranzytem w obszarach mieszkalnych o wiele częściej niż dojeżdżający nie respektują ograniczeń prędkości. Tym samym, ruch tranzytowy wykazuje w takich obszarach typowe własności statystyczne ruchu dalekobieżnego, niezależnie od lub wbrew innym funkcjom społecznym pełnionym przez drogę dla społeczności lokalnej.



Rys. 6. Histogramy maksymalnych prędkości osiągniętych w poszczególnych kursach

Literatura

- ^a Zuziak, Z. "Strefa podmiejska w architekturze miasta." *W stronę nowej architektury regionu miejskiego*, w: P. Lorens (red.), *Problem suburbanizacji*, Warszawa: Urbanista (2005): 17-32.
- ^b <http://stosunki-miedzynarodowe.pl/globalizacja/961-suburbanizacja-i-ekspansja-miasta-na-tereny-wiejskie-urban-spraw/> [dostęp 2017.04.24]
- ^c Bohatkiewicz, J., et al. "Zasady uspokajania ruchu na drogach za pomocą fizycznych środków technicznych." *Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa Komunikacyjnego „EKKOM” Sp. z oo, Opracowano na zlecenie Ministerstwa Infrastruktury, umowa nr TRD/1/2008 z dnia 5 (2008)*. http://www.ek-kom.pl/wp-content/uploads/2015/10/zasady_ustojakajania_ruchu-EKKOM.pdf
- ^d Berry, Donald S., and Daniel M. Belmont. "Distribution of vehicle speeds and travel times." *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. The Regents of the University of California, 1951. http://digitalassets.lib.berkeley.edu/math/ucb/text/math_s2_article-43.pdf