

MARIUSZ DUDEK

dr inż., Politechnika Krakowska,
Katedra Systemów Transportowych,
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków,
e-mail: mariusz.dudek@pk.edu.pl

HENDRIK WEISS

dr, Westsächsische Hochschule
Zwickau.pl, e-mail: Hendrik.Weiss@
fh-zwickau.de.

Analiza wielkości opisujących ruch rowerowy na podstawie wyników badań zachowań transportowych w miastach niemieckich „Mobilität in Städten”¹

Streszczenie: Modelowanie ruchu w wielu miastach wobec braku kompleksowych badań ruchu opiera się bardzo często na modelach o charakterze ogólnym. W niniejszym artykule podjęto próbę pokazania wpływu na wielkość ruchu rowerowego i jego parametry czynników urbanistycznych (wielkość miasta wyrażona zarówno liczbą mieszkańców, jak i powierzchnią miasta, a także gęstość zaludnienia) oraz ekonomicznych (poziom PKB, wielkość dochodów w gospodarstwie domowym). Przeanalizowano również wpływ wskaźnika motoryzacji dla samochodów osobowych na parametry podróży w ruchu rowerowym. Zbadano ponadto wpływ ukształtowania wysokościowego miasta na wielkość ruchu rowerowego, bowiem powszechnie uznaje się, że duże pofałdowanie terenu miasta jest czynnikiem zniechęcającym do wykorzystywania rowerów w podróżach. Powyższe analizy zostały przeprowadzone na podstawie wyników badań zachowań komunikacyjnych w miastach niemieckich „Mobilität in Städten” z roku 2013.

Słowa kluczowe: transport miejski, ruch rowerowy, modelowanie ruchu rowerowego.

Wprowadzenie

Znaczenie ruchu rowerowego w obsłudze transportowej polskich miast rośnie w ostatnich latach. Podejmując działania w zakresie jego propagowania, a także uczestnicząc w różnych programach międzynarodowych, władze wielu miast podejmują bardzo ambitne założenia odnośnie roli roweru w obsłudze transportowej miast, nie uwzględniając przy tym uwarunkowań lokalnych i małej tradycji użytkowania roweru w Polsce.

Badania zachowań komunikacyjnych ograniczają się w kraju do dużych miast (np. Warszawa [6], Kraków [5], Wrocław [7], Kielce [3]). Zdarza się, że prowadzone są one w okresach mało sprzyjających ruchowi rowerowemu ze względu na panujące warunki pogodowe – np. badania ankietowe wśród mieszkańców Krakowa były realizowane w listopadzie, a w Warszawie w kwietniu. Dodatkowo często badania te realizowane są według różnych założeń metodologicznych, np. wielkości minimalnej odległości podróży, która zazwyczaj określana jest jako 400 lub 500 m, ale niekiedy tylko jako 250 m. Ponadto różni się metodyka określania podziału zadań przewozowych, np. podróż polegająca na dojeździe rowerem do przystanku i przesiadka na pojazd komunikacji miejskiej może być traktowana jako osobna kategoria albo na podstawie czasu lub odległości zaliczana do podróży rowerem lub transportem zbiorowym.

Badania zachowań transportowych w mniejszych miejscowościach prowadzone są w Polsce sporadycznie i najczęściej przy okazji opracowywania modeli ruchu w skali regionu lub województwa. Niestety jednak liczba wykonanych ankiet z punktu widzenia celu badań jest wystarczająca, natomiast uniemożliwia głębszą analizę zachowań komunikacyjnych w obrębie miasta.

Analizy dla potrzeb niniejszej publikacji zostały przeprowadzone na podstawie wyników badań zachowań transportowych „Mobilität in Städten” w roku 2013 [1]. Badania te realizowane są systematycznie od 1973 roku na Uniwersytecie Technicznym w Dreźnie, a po zjednoczeniu Niemiec obejmują swoim zasięgiem miasta z całego kraju. Ich zaletą jest to, że prowadzone są według jednolitej metodologii w poszczególnych okresach badawczych, a zmienia się jedynie sposób prowadzenia ankiet uwzględniający postęp techniczny i społeczną akceptację dla nowoczesnych technik pozyskiwania danych. Niewątpliwą zaletą jest także ich przeprowadzenie w tych samych okresach, co umożliwia porównanie wyników uzyskanych dla poszczególnych miast pomiędzy sobą (zniwelowanie wpływu pory roku). Ostatnie badania zostały zrealizowane w roku 2013, a ich wyniki ostatecznie opracowane w roku 2016. Następne badania tego rodzaju zostaną zrealizowane w roku 2018, a raport z uzyskanymi wynikami opublikowany w roku 2020. Badania z roku 2013 przeprowadzono w 76 miastach, spośród których do dalszych analiz wybrano 63 miasta. W analizach pominięto Berlin jako pojedynczy przypadek metropolii liczącej 3,5 mln mieszkańców (kolejnym miastem uwzględnianym w badaniach był Frankfurt n. Menem liczący 712 tysięcy mieszkańców) o potencjalnie zindywidualizowanych zachowaniach transportowych mieszkańców. Są to badania na próbie obejmującej 63 miasta niemieckie, które podzielone zostały na następujące kategorie:

- miasta liczące ponad 500 tysięcy mieszkańców (5 miast – Brema, Drezno, Düsseldorf, Frankfurt n. Menem oraz Lipsk, o wielkości od 520 do 712 tysięcy); miasta te dla potrzeb analiz w niniejszym artykule zaliczone zostały do miast w terenie płaskim;
- miasta liczące 50–500 tysięcy mieszkańców zlokalizowane w terenie falistym (12 miast liczących od 66 do 365 tysięcy mieszkańców);
- miasta liczące 50–500 tysięcy mieszkańców położone w terenie płaskim (11 miast o liczbie mieszkańców 78–274 tysięcy);

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2018. Wkład autorów w publikację: M. Dudek 70%, H. Weiss 30%.

- miasta liczące poniżej 50 tysięcy mieszkańców zlokalizowane w terenie falistym (15 miast liczących od 15 do 45 tysięcy mieszkańców);
- miasta liczące poniżej 50 tysięcy mieszkańców położone w terenie płaskim (18 miast o wielkości od 20 do 49 tysięcy mieszkańców);
- miejscowości o charakterze lokalnym położone w terenie płaskim (14 miejscowości położonych w gminach liczących od 5 do 31 tysięcy mieszkańców); ponieważ w tej grupie znalazło się 10 obszarów o zagospodarowaniu typowym dla obszarów wiejskich, do dalszych analiz wybrane zostały tylko 4 gminy stanowiące miejscowości o zwartej zabudowie (Bischofswerda, Heidenau, Oyten oraz Weyhe).

Jako zmienne zależne wybrano następujące parametry podróży w ruchu rowerowym oraz niezmotoryzowanym (definiowanym jako łącznie ruch pieszy i rowerowy) uzyskane na podstawie badań zachowań komunikacyjnych „Mobilität in Städten” [1]:

- wskaźnik posiadania rowerów w odniesieniu do gospodarstw domowych;
- liczba podróży w ruchu pieszym, rowerowym i niezmotoryzowanym w ruchu wewnętrznym w przeliczeniu na osoby mobilne;
- średni czas podróży rowerem w ruchu wewnętrznym
- średnia odległość podróży rowerem w ruchu wewnętrznym;
- średnia prędkość podróży rowerem w ruchu wewnętrznym.

Jako zmienne objaśniające przyjęto następujące parametry ekonomiczne i urbanistyczne określone dla roku 2013, czyli okresu badań zachowań komunikacyjnych:

- powierzchnia miasta [km²] [4],
- liczba mieszkańców miasta [4],
- gęstość zaludnienia [os./km²] [4],
- wskaźnik motoryzacji indywidualnej [s.o./1000 mk] [1],
- wielkość PKB (produktu krajowego brutto) [€/mk] [2],
- wielkość dochodu prywatnych gospodarstw domowych [€/mk] [2].

Założono bowiem wstępnie, że wielkość powierzchni miasta czy liczba mieszkańców będą miały prawdopodobnie wpływ na takie parametry ruchu rowerowego jak odległość podróży rowerem (wpływ pozytywny) czy liczba podróży rowerem lub w ruchu niezmotoryzowanym (wpływ negatywny). Inny parametr o charakterze urbanistycznym, jakim jest gęstość zaludnienia (w sposób pośredni odzwierciedlający stopień przeciążenia ruchem sieci ulicznej miasta), może mieć z kolei wpływ na liczbę podróży w ruchu niezmotoryzowanym (wpływ pozytywny) czy też prędkość podróży w ruchu rowerowym (wpływ negatywny – utrudnienia w ruchu, jego intensywność czy też większa częstość skrzyżowań są czynnikami spowalniającymi ruch). Z kolei parametry o charakterze ekonomicznym (wielkość PKB czy wielkość dochodu prywat-

nych gospodarstw domowych) oraz wskaźnik motoryzacji mogą mieć istotny wpływ na wielkość ruchu rowerowego (wpływ negatywny).

Analizując macierz korelacji dla rozmaitych parametrów charakteryzujących ruch pieszy, nie stwierdzono bardziej istotnych zależności z przyjętymi wielkościami ekonomicznymi czy urbanistycznymi. Stanowi to bowiem pewną niespodziankę, bowiem można intuicyjnie zakładać, że wielkość miasta może mieć związek z odległością podróży w ruchu pieszym (współczynnik korelacji -0,007) czy też liczbie podróży pieszych (0,063). Dlatego też w dalszej części artykułu skoncentrowano się na wielkościach opisujących ruch rowerowy.

Czynniki wpływające na wskaźnik posiadania rowerów

Jako wskaźnik posiadania rowerów definiuje się średnią liczbę rowerów przypadających na gospodarstwo domowe. W poszczególnych miastach został on określony na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych [1]. W oparciu o przeprowadzoną analizę korelacji stwierdzono, że na jego wielkość będą miały wpływ takie parametry jak: liczba mieszkańców miasta (współczynnik korelacji na poziomie -0,336), powierzchnia miasta (-0,192), wskaźnik motoryzacji (0,446) oraz wielkość dochodu gospodarstw domowych (0,393). Analiza predykcji wykazała, że spośród wymienionych parametrów najsilniejszy związek ze wskaźnikiem posiadania rowerów ma wskaźnik motoryzacji (współczynnik predykcji 0,41). Pozostałe parametry miały wpływ istotnie mniejszy – wartości współczynników były na poziomie 0,25 ÷ 0,12. Na podstawie tych analiz opracowane zostały następujące modele regresyjne:

- model ogólny dla wszystkich miast

$$w_r = 0,7257 + 0,001832 \cdot w_{so} \quad (1)$$

- model dla miast w terenie płaskim

$$w_r = 0,8355 + 0,001351 \cdot w_{so} \quad (2)$$

- model dla miast w terenie falistym

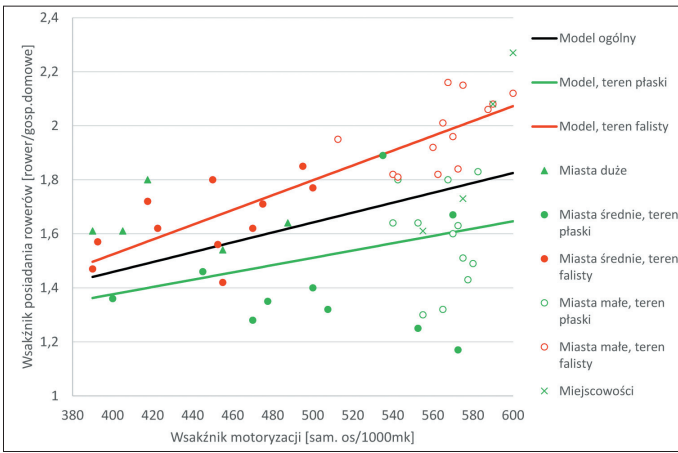
$$w_r = 0,4260 + 0,002744 \cdot w_{so} \quad (3)$$

gdzie:

w_r – średni wskaźnik roweryzacji [pojazd/gospodarstwo domowe],

w_{so} – średni wskaźnik motoryzacji [samochód osobowy/1000 mieszkańców].

Uzyskane modele istotnie różnią się ze względu na topografię miasta. Współczynniki determinacji (R^2) dla opracowanych modeli regresyjnych wyniosły odpowiednio: 0,166, 0,080 oraz 0,738. Tak więc na tej podstawie można stwierdzić, że jedynie w przypadku modelu dla miast w terenie falistym (3) uzyskano zadowalający poziom dopasowania. Pozostałe uzyskane modele (1) i (2) są bardzo mało wiarygodne. Przebieg wszystkich modeli na tle danych empirycznych przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Zależność pomiędzy wskaźnikiem posiadania rowerów a wskaźnikiem motoryzacji na tle danych empirycznych

Czynniki wpływające na liczbę podróży niezmotoryzowanych

Na podstawie przeprowadzonej analizy korelacji stwierdzono, że jedynie w przypadku liczby podróży niezmotoryzowanych (czyli dla podróży pieszych i rowerem rozpatrywanych łącznie) można uzyskać w miarę wiarygodne wyniki modeli regresyjnych. Oddzielne potraktowanie liczby podróży w ruchu rowerowym spowodowałoby, że uzyskane modele byłyby istotnie mniej wiarygodne (najwyższa wartość współczynnika korelacji została osiągnięta dla wskaźnika motoryzacji i była na poziomie -0,308). Analiza korelacji wskazała, że na liczbę podróży w ruchu niezmotoryzowanym największy wpływ będą miały takie parametry jak: wskaźnik motoryzacji (współczynnik korelacji -0,511), wielkość dochodu gospodarstw domowych (-0,488) oraz odległość podróży ogółem (wszystkimi środkami transportu) (-0,669). Analiza predykcji wskazała natomiast, że największy wpływ na liczbę podróży niezmotoryzowanych będzie miała odległość podróży ogółem (współczynnik predykcji 0,77) oraz wskaźnik motoryzacji (0,22). Tak więc w pierwszym etapie opracowane zostały modele regresyjne dla tych dwóch zmiennych, które miały następującą postać:

- model ogólny dla wszystkich miast

$$P_{nzmot} = 2,693 - 0,00124 \cdot w_{so} - 0,1155 \cdot L_p \quad (4)$$

- model dla miast w terenie płaskim

$$P_{nzmot} = 2,588 - 0,00123 \cdot w_{so} - 0,1037 \cdot L_p \quad (5)$$

- model dla miast w terenie falistym

$$P_{nzmot} = 2,834 - 0,00119 \cdot w_{so} - 0,1341 \cdot L_p \quad (6)$$

gdzie:

- P_{nzmot} – liczba podróży niezmotoryzowanych [podróży/doba],
- w_{so} – średni wskaźnik motoryzacji [samochód osobowy/1000 mieszkańców],
- L_p – średnia odległość podróży (wszystkimi środkami transportu) [km].

Współczynniki determinacji dla opracowanych modeli wyniosły odpowiednio: 0,542, 0,389 oraz 0,690. Na tej

podstawie można stwierdzić, że model dla miast w terenie falistym (6) jest dopasowany w stopniu zadowalającym, dla miast ogółem (4) w stopniu słabym, a dla miast w terenie płaskim (5) stwierdzono brak dopasowania. Ponadto można zauważyć, że topografia nie ma istotnego wpływu na zróżnicowanie poszczególnych parametrów modeli.

W drugim etapie opracowany został model regresji liniowej zależny jedynie od średniej odległości podróży ogółem, którego parametry przedstawiały się następująco:

- model ogólny dla wszystkich miast

$$P_{nzmot} = 2,318 - 0,1549 \cdot L_p \quad (7)$$

- model dla miast w terenie płaskim

$$P_{nzmot} = 2,269 - 0,1536 \cdot L_p \quad (8)$$

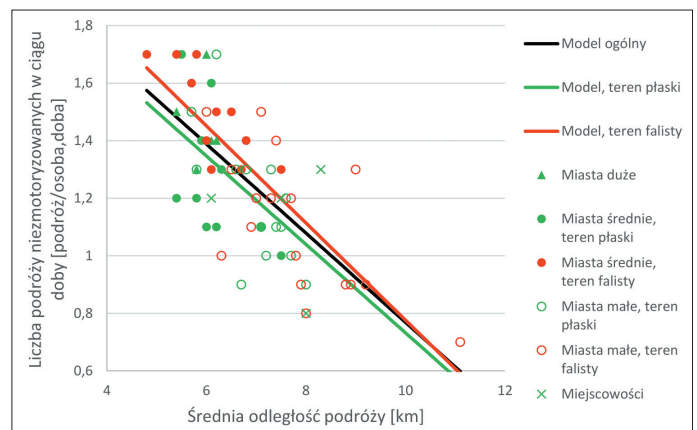
- model dla miast w terenie falistym

$$P_{nzmot} = 2,463 - 0,1686 \cdot L_p \quad (9)$$

gdzie:

- P_{nzmot} – liczba podróży niezmotoryzowanych [podróży/doba],
- L_p – średnia odległość podróży (wszystkimi środkami transportu) [km].

Współczynniki determinacji przyjmowały następujące wartości: 0,469, 0,317 oraz 0,642 i są nieznacznie mniejsze niż dla modelu uwzględniającego dodatkowo wskaźnik motoryzacji. Także w przypadku tego modelu nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy opracowanymi równaniami regresyjnymi ze względu na topografię miasta. Uzyskane modele regresyjne zostały przedstawione na tle danych empirycznych na rysunku 2.



Rys. 2. Zależność pomiędzy liczbą podróży niezmotoryzowanych w ciągu doby a średnią odległością podróży ogółem na tle danych empirycznych

Czynniki wpływające na zmienność średniego czasu podróży rowerem

Na podstawie analizy korelacji stwierdzono, że na średni czas podróży rowerem będą miały wpływ następujące parametry: liczba mieszkańców miasta (współczynnik korelacji 0,580), jego powierzchnia (0,518), wskaźnik motoryzacji (-0,589) oraz odległość podróży ogółem (-0,430).

Analiza predykcji wykazała natomiast, że najbardziej istotny wpływ na zmienność średniego czasu podróży rowerem będą miały: wskaźnik motoryzacji (współczynnik predykcji 0,43) oraz powierzchnia miasta (0,34). Pozostałe rozważane parametry miały już znacząco mniejszy wpływ: średnia odległość podróży ogółem (0,15) oraz liczba mieszkańców (0,08) i dlatego zostały pominięte w opracowywanym modelu regresyjnym. Miał on postać regresji liniowej o dwóch zmiennych o następujących parametrach:

- model ogólny dla wszystkich miast

$$T_{pr} = 20,439 + 0,003167 \cdot w_{so} - 0,01306 \cdot F_m \quad (10)$$

- model dla miast w terenie płaskim

$$T_{pr} = 16,165 + 0,009767 \cdot w_{so} - 0,005728 \cdot F_m \quad (11)$$

- model dla miast w terenie falistym

$$T_{pr} = 20,171 + 0,004355 \cdot w_{so} - 0,01355 \cdot F_m \quad (12)$$

gdzie:

- T_{pr} – średni czas podróży rowerem [min.],
- w_{so} – średni wskaźnik motoryzacji [samochód osobowy/1000 mieszkańców],
- F_m – powierzchnia miasta [km²].

Współczynnik determinacji dla opracowanych modeli regresyjnych wyniósł odpowiednio: 0,448, 0,425 oraz 0,545. Jedyne model dla miast w terenie falistym (12) ma dopasowanie słabe, a pozostałe modele – niezadowolające. Stwierdzono ponadto, że topografia miasta ma stosunkowo mały wpływ na zróżnicowanie parametrów modelu. Pewnym zaskoczeniem przy głębszej analizie otrzymanych modeli jest negatywny wpływ powierzchni miasta na średni czas podróży rowerem. Oznacza to bowiem, że większa powierzchnia miasta przyczynia się do skrócenia czasu podróży, co jest pewnym zaskoczeniem.

Czynniki wpływające na zmienność średniej odległości podróży rowerem

Na podstawie macierzy krzyżowej korelacji można stwierdzić, że na średnią odległość podróży rowerem w ruchu wewnętrznym mogą mieć wpływ takie parametry jak: liczba mieszkańców miasta (współczynnik korelacji 0,702), jego powierzchnia (0,630), wskaźnik motoryzacji (-0,666) oraz średnia odległość wszystkich podróży (wszystkimi środkami transportu) (-0,475). Z kolei analiza czynników wpływających na predykcję pokazuje, że istotne znaczenie będą miały takie parametry jak: wskaźnik motoryzacji (współczynnik predykcji 0,76) oraz wielkość powierzchni miasta (0,16). Pozostałe czynniki mają nieistotny wpływ na średnią odległość podróży rowerem – współczynnik predykcji na poziomie $0,02 \div 0,06$. Na tej podstawie w pierwszym etapie analiz opracowany został model regresji liniowej, w którym zmiennymi objaśniającymi były wskaźnik motoryzacji oraz powierzchnia miasta, a uzyskany model miał następujące parametry:

- model ogólny dla wszystkich miast

$$L_{pr} = 4,610 - 0,004450 \cdot w_{so} + 0,0006247 \cdot F_m \quad (13)$$

- model dla miast w terenie płaskim

$$L_{pr} = 3,097 - 0,001956 \cdot w_{so} + 0,002990 \cdot F_m \quad (14)$$

- model dla miast w terenie falistym

$$L_{pr} = 4,564 - 0,004494 \cdot w_{so} + 0,0005735 \cdot F_m \quad (15)$$

gdzie:

- L_{pr} – średnia odległość podróży rowerem [km],
- w_{so} – średni wskaźnik motoryzacji [samochód osobowy/1000 mieszkańców],
- F_m – powierzchnia miasta [km²].

Współczynniki determinacji dla opracowanych modeli regresyjnych przyjmowały wartości odpowiednio: 0,519, 0,488 oraz 0,731. Tak więc model dla miast w terenie falistym (15) ma dopasowanie zadowalające, dla miast ogółem (13) dopasowanie słabe, a dla miast w terenie płaskim (14) brak dopasowania.

W drugim etapie analiz średniej odległości podróży rowerem opracowano model regresji liniowej o jednej zmiennej – wskaźniku motoryzacji. Otrzymano funkcje o następujących parametrach:

- model ogólny dla wszystkich miast

$$L_{pr} = 5,093 - 0,005221 \cdot w_{so} \quad (16)$$

- model dla miast w terenie płaskim

$$L_{pr} = 4,086 - 0,005842 \cdot w_{so} \quad (17)$$

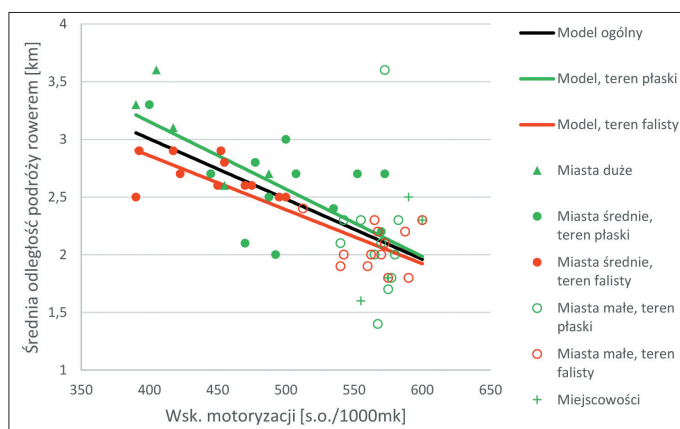
- model dla miast w terenie falistym

$$L_{pr} = 4,730 - 0,004680 \cdot w_{so} \quad (18)$$

gdzie:

- L_{pr} – średnia odległość podróży rowerem [km],
- w_{so} – średni wskaźnik motoryzacji [samochód osobowy/1000 mieszkańców].

Współczynniki determinacji były nieznacznie mniejsze niż w przypadku modelu o dwóch zmiennych objaśniających i przyjęły wartości odpowiednio: 0,504, 0,415 oraz 0,720.



Rys. 3. Zależność pomiędzy średnią odległością podróży rowerem a wskaźnikiem motoryzacji na tle danych empirycznych

Wnioski odnośnie dopasowania modeli są takie same, jak w przypadku modeli uwzględniających wielkość powierzchni miasta. Ponadto można stwierdzić, że topografia miasta nie ma większego wpływu na zróżnicowanie parametrów opracowanych modeli regresyjnych. Ich zmienność na tle danych empirycznych pokazano na rysunku 3.

Czynniki wpływające na średnią prędkość podróży rowerem

Na podstawie opracowanej macierzy krzyżowej korelacji można stwierdzić, że na prędkość podróży rowerem mogą mieć wpływ następujące czynniki: liczba mieszkańców miasta (współczynnik korelacji 0,587), jego powierzchnia (0,500) oraz średnia odległość podróży rowerem (0,814). Analiza predykcji wykazała natomiast, że czynnikiem w największym stopniu wpływającym na średnią prędkość podróży rowerem jest ten ostatni czynnik (współczynnik predykcji 0,97, a więc niesłychanie wysoki). Tak więc modele regresyjne dla średniej prędkości podróży rowerem mają postać funkcji liniowej, w której zmienną objaśniającą była średnia odległość podróży rowerem (obydwa parametry określone dla ruchu wewnątrzmiastowego):

- model ogólny dla wszystkich miast

$$V_{pr} = 5,083 + 2,116 \cdot L_{pr} \quad (21)$$

- model dla miast w terenie płaskim

$$V_{pr} = 4,540 + 2,302 \cdot L_{pr} \quad (22)$$

- model dla miast w terenie falistym

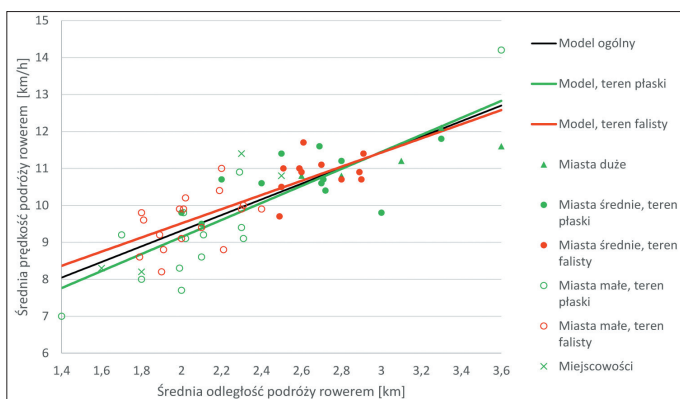
$$V_{pr} = 5,684 + 1,915 \cdot L_{pr} \quad (23)$$

gdzie:

V_{pr} – średnia prędkość podróży rowerem w ruchu wewnątrzmiastowym [km/h],

L_{pr} – średnia odległość podróży rowerem w ruchu wewnątrzmiastowym [km].

Współczynnik determinacji (R^2) wynosił odpowiednio: 0,674, 0,719 oraz 0,588, co oznacza, że opracowane zależności są dosyć wiarygodne. Analizując parametry otrzymanych modeli, można stwierdzić brak większych różnic pomiędzy modelami wynikających z topografii terenu. Dokładną zmienność modeli na tle danych empirycznych ilustruje rysunek 4.



Rys. 4. Wykres zależności pomiędzy średnią prędkością podróży rowerem a średnią odległością podróży rowerem

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych analiz można sformułować następujące wnioski:

- Czynniki o charakterze urbanistycznym ani ekonomicznym nie mają wpływu na podstawowe parametry charakteryzujące podróże w ruchu pieszym. Na tej podstawie można przypuszczać, że zależy on w większym stopniu od uwarunkowań lokalnych, takich jak: stan infrastruktury dla ruchu pieszego, przyzwyczajenia i tradycje mieszkańców.
- Parametry o charakterze urbanistycznym (powierzchnia miasta, liczba jego mieszkańców czy gęstość zaludnienia) nie mają większego wpływu na podstawowe parametry podróży odbywanych rowerem. Jedynie przy modelowaniu średniego czasu podróży rowerem w ruchu wewnątrzmiastowym czy odległości takiej podróży należy uwzględnić powierzchnię miasta.
- Parametry dla podróży rowerem nie różnią się zasadniczo ze względu na topografię miasta. Jedynie w przypadku wskaźnika roweryzacji różnice są bardziej znaczące i, co jest pewnym zaskoczeniem, osiągają wyższe wartości w przypadku miast w terenie falistym niż w płaskim.
- Najbardziej wiarygodne modele regresyjne otrzymano dla modelowania średniej odległości podróży rowerem (współczynnik determinacji z przedziału $0,488 \div 0,731$ w zależności od topografii miasta) oraz średniej prędkości podróży rowerem (współczynnik determinacji $0,588 \div 0,719$).
- Bardziej wiarygodne modele regresyjne dla podstawowych parametrów podróży w ruchu rowerowym otrzymano dla grupy miast w terenie pofałdowanym niż płaskim. Jedynie w przypadku modelu regresyjnego średniej prędkości podróży rowerem otrzymano odwrotne zależności – model był bardziej wiarygodny dla miast w terenie płaskim ($R^2 = 0,588$) niż falistym ($R^2 = 0,719$).

Literatura

1. Ahrens G.-A. u. a., *Sonderauswertung zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten – SrV 2013”*, Technische Universität Dresden, Dresden 2015 (aktualizacja 2016).
2. Burth A., *Rankings über das Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt der kreisfreien Städte und Landkreise in Deutschland*, HaushaltsSteuerung.de, odczyt 24.10.2016
3. Dziedzic T., *Kompleksowe badania ruchu – Kielce 2015*, Rubika Consulting, Gdańsk 2015.
4. *Kreiszahlen – Ausgewählte Regionaldaten für Deutschland*; Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Landesamt für Statistik Niedersachsen; Hannover 2015.
5. Szarata A. z zespołem, *Badania zachowań komunikacyjnych mieszkańców Krakowskiego Obszaru Metropolitalnego*, konsorcjum wykonawców, lider: Politechnika Krakowska, Kraków 2014.
6. Szarata A. z zespołem, *Warszawskie Badanie Ruchu 2015 wraz z opracowaniem modelu ruchu – Raport z etapu III Opracowanie wyników badań*, Sopot/Kraków/Warszawa 2015.
7. Thiem J., Hanelik M., *Kompleksowe badania ruchu – Wrocław 2010*, Biuro Inżynierii Transportu, Pentor Research International SA, Poznań 2011.