

Marzenna DĘBOWSKA-MRÓZ, Piotr LIS, Andrzej SZYMANEK, Tomasz ZAWISZA

ROWER MIEJSKI JAKO ELEMENT SYSTEMU TRANSPORTOWEGO W MIASTACH

W artykule przedstawiono koncepcję wypożyczalni rowerów miejskich działających w Polsce i na świecie z uwzględnieniem zasad funkcjonowania tych systemów oraz podstawowych wskaźników umożliwiających ocenę możliwości wykorzystania tego systemu do realizacji zróżnicowanych potrzeb transportowych w miastach.

WSTĘP

Rower to jedno z najdoskonalszych urządzeń od ok. 200 lat służący człowiekowi do przemieszczania i realizacji zróżnicowanych potrzeb. Potencjał tego sposobu przemieszczeń, od wielu lat, jest również pozytywnie oceniany, przez coraz większe rzesze użytkowników systemu transportu miejskiego. Przyczyn takiego podejścia do ruchu rowerowego jest wiele. Jedną z nich to fakt, iż rower ma niewielkie wymagania terenowo-infrastrukturalne oraz generuje niewielkie koszty zewnętrzne związane z jego funkcjonowaniem. Np. wymagania terenowe dotyczące różnych form przemieszczeń w odniesieniu do jednej osoby w różnych formach przemieszczeń wynosi [9, s133]:

- pieszy w ruchu zajmuje ok. 0,75 m²,
- pasażer tramwaju ok. 1,5 m²,
- pasażer autobusu ok. 2,75 m²,
- rowerzysta ok. 6,8 m²,
- motocyklista ok. 21 m²,
- kierowca samochodu ok. 50 m².

Wykorzystanie roweru do codziennych przemieszczeń jest szczególnie korzystne na krótkich dystansach. Według badań zrealizowanych w Unii Europejskiej średni dystans większość przemieszczeń wykonywanych w miastach nie przekracza kilku kilometrów. W krajach Unii Europejskiej połowa podróży samochodami dotyczy przemieszczeń, których zasięg przestrzenny wynosi od 5 do 14 km. Przy takich odległościach – biorąc pod uwagę kongestję ruchu – rower może okazać się szybszy od samochodu i komunikacji zbiorowej. Wydaje się zatem, że rower może z powodzeniem zastąpić w niektórych sytuacjach przemieszczenia realizowane pojazdem oraz komunikacją zbiorową.

Stało się to przyczynkiem do zwracania szczególnej uwagi na możliwość stworzenia systemu rowerów miejskich. Rowery miejskie lub jak czasami są one nazywane publiczne, jako jeden ze sposobów realizacji przemieszczeń, zdobywają na całym świecie coraz większą popularność. Systemy te zaczęto upowszechniać mając na uwadze liczne problemy związane z funkcjonowaniem systemów transportowych w miastach takich jak np. kongestia, zanieczyszczenie powietrza.

Rowery miejskie będące bezobsługowymi, sieciowymi systemami wypożyczalni rowerów w miastach coraz częściej poszargane są jako istotny element systemu transportowego w miastach, w których rozwój tego sposobu przemieszczeń jest jednocześnie odbierany jako swoista „rowerowa rewolucja” o charakterze transportowym. Użytkownik takiego systemu zamiast nabywania roweru

kupuje prawo do korzystania z niego wedle własnych potrzeb dzięki czemu nie musi konserwować roweru, nie musi przejmować się jego przechowywaniem, parkowaniem. Użytkownik do realizacji swych potrzeb transportowych może w ciągu jednego dnia wybrać różne rowery.

1. HISTORIA SYSTEMU ROWERU PUBLICZNEGO

Prekursorem idei miejskich wypożyczalni rowerowych był Luud Schimmelpennink, który w 1965 roku razem ze znajomymi zebrał kilkaset rowerów, pomalował je na biało i rozstawił w mieście Amsterdam umożliwiając ich darmowe użytkowanie [1]. Niestety po uruchomieniu programu większość rowerów została skradziona. Nie zraziło to jednak fanów systemu wypożyczalni dwóch kółek, którzy podejmowali dalej liczne próby udostępniania rowerów do realizacji codziennych przemieszczeń w miastach.

Wzorując się na „Białych Rowerach” uruchomiono w wielu miastach i obszarach do nich przylegających także inne programy i systemy ogólnodostępnych wypożyczalni rowerów. Najbardziej znanym z tych programów jest „Żółty Rower” uruchomiony w amerykańskim Portland oraz we francuskim La Rochelle.

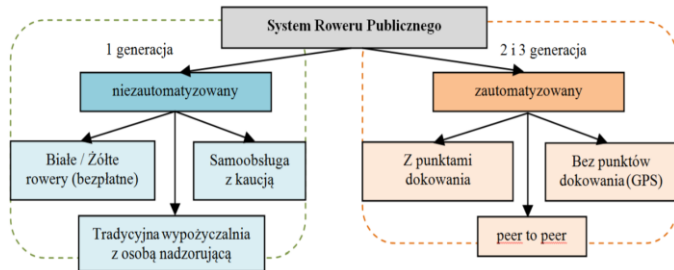
W latach dziewięćdziesiątych XX wieku pojawiły się pierwsze systemy samoobsługowe udostępniania rowerów, które umożliwiały identyfikację wypożyczającego, co w znaczący sposób przyczyniło się do ograniczenia dewastacji oraz kradzieży rowerów. Zaczęto również zwracać uwagę na konstrukcję i wyposażenie rowerów przeznaczonych do udostępniania wielu odbiorcom. Zadbano o to aby rowery były wyposażone w nietypowe elementy. Dzięki takiemu rozwiązaniu można było uzyskać kontrolę nad ich wykorzystaniem i jednocześnie ograniczyć możliwość ich zastosowania w innych rowerach. Działania te przełożyły się na sukces systemów udostępniających rowery oraz do rozwoju systemu rowerów publicznych w innych miastach (miasta brytyjskie, holenderskie i skandynawskie). Również odbiorcy w innych miastach całego świata docenili zalety tego środka transportu jako jednego ze sposobów realizacji codziennych przemieszczeń. Osoby korzystające z rowerów zwracają uwagę na fakt iż, dzięki rowerom mają większą swobodę przemieszczania się i większą dostępność, szczególnie do obszarów centralnych, niż osoby przemieszczające się samochodami.

Obecnie systemy wykorzystywane w rowerach publicznych znacznie różnią się od tych w „Białych Rowerach”. W różnych miastach na całym świecie wykorzystywane są zróżnicowane technologicznie rozwiązania (rys. 1).

Wdrażane w miastach Europy i świata programy rowerowe znajdują coraz większą rzeszę zwolenników. Istotnym elementem

ich funkcjonowania jest również znaczące uproszczenie identyfikacji użytkownika. Cel ten został osiągnięty dzięki wykorzystaniu następujących rozwiązań technologicznych:

- telefonia komórkowa,
- karty kredytowe,
- karty miejskie,
- karty RFID.



Rys. 1. Podział systemów roweru publicznego [4].

Zaletą tego systemu jest również fakt, iż możliwe jest bieżące monitorowanie wykorzystania systemu oraz stanu technicznego rowerów, co przyczynia się do sprawnego zarządzania siecią wypożyczalni rowerowych dostępnych w danych przestrzeniach transportowych obszarów miejskich.

2. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA

Dzisiejsze miasta coraz częściej otwierają swoją przestrzeń dla roweru miejskiego. Grafika rowerów i stacji rowerowych jest dobierana i dostosowywana do zagospodarowania i specyfiki bezpośredniego otoczenia miasta czy obszaru, w którym przemieszczenia rowerowe będą realizowane. Istotnym zadaniem w tej kwestii do rozwiązania jest odpowiednie wkomponowanie systemu rowerowego w przestrzeń miejską. Zadanie to powinno być uwzględniane już na etapie planowania założeń do ogólnej strategii funkcjonowania transportu w miastach a ich odpowiednio przygotowanie należy do zadań samorządów lokalnych, które odpowiadają za opracowanie polityki komunikacyjnej w tych przestrzeniach. Wymaga to przygotowania odpowiednich dokumentów strategicznych a w ramach ich opracowywania i przygotowania warto zwrócić szczególną uwagę na kluczowe korzyści dla mieszkańców i funkcjonowania systemu transportowego miasta, które są efektem upowszechniania systemu rowerowego oraz na zmiany wizerunkowe całej przestrzeni miejskiej wynikające z innego podejścia do zagospodarowania w tych obszarach oraz zmian związanych z przypisywaniem zróżnicowanych funkcji realizowanych w tych przestrzeniach. Najistotniejsze z możliwych do identyfikacji korzyści mogą być postrzegane w następujących aspektach [2, 4]:

- bezpieczeństwo:
 - ✓ stały monitoring wypożyczeń,
 - ✓ solidna konstrukcja,
 - ✓ regularny serwis,
 - ✓ rowerowe patrole serwisowe,
 - ✓ podwójny system zabezpieczeń,
- wizerunkowy:
 - ✓ odpowiedź na zapotrzebowanie społeczne,
 - ✓ promocja zdrowego trybu życia i wpisanie się w panujące trendy (np. codzienna porcja ruchu),
 - ✓ integracja mieszkańców,
 - ✓ rozwój handlu i usług,
- efektywność:
 - ✓ uzupełnienie transportu zbiorowego,
 - ✓ łatwiejsze planowanie obsługi komunikacyjnej miasta,

- ✓ spokojniejszy ruch w obszarach centralnych miasta,
- ✓ integracja z miejską taryfą biletową,
- ekologia:
 - ✓ mniejszy hałas i emisja CO₂,
 - ✓ mniejsze zużycie infrastruktury,
 - ✓ promocja rozwoju terenów zielonych,
- użyteczność:
 - ✓ łatwe parkowanie w obszarze stacji rowerowej,
 - ✓ zapewniona obsługa serwisowa i ograniczenie ryzyka kradzieży,
 - ✓ wpływ na ograniczenie kongestii w przestrzeniach transportowych miasta,
 - ✓ możliwość dotarcia rowerem w nawet do trudno dostępnych lokalizacji,
 - ✓ wykorzystanie istniejących dla innych użytkowników przestrzeni transportowej usprawnień i innych elementów organizacji ruchu mających za zadanie nadawanie przywilejów wybranym użytkownikom systemu transportu drogowego (np. bus-pasy, kontrpasy),
- funkcjonalność:
 - ✓ pierwsze 15-20 minut bezpłatnej jazdy,
 - ✓ pierwsza godzina tańsza niż bilet komunikacji miejskiej,,
 - ✓ przyjazny mieszkańcom taryfikator opłat
 - ✓ możliwość skorzystania z kart dedykowanych np. aktywnym pracownikom w zakresie sportu i rekreacji (np. karta Multi-Sport).

Główne wyzwania dla systemów rowerów miejskich dotyczą następujących elementów [2]:

- zmiany mentalności i przyzwyczajzeń mieszkańców,
- zapewnienia warunków elastycznego i łatwego montażu systemu,
- nadzór z możliwością śledzenia rowerów w czasie rzeczywistym,
- możliwość wykorzystania najnowszych rozwiązań mobilnych (smartfony, aplikacje, technologia NFC),
- stabilność platformy technologicznej,
- optymalizacja alokacji rowerów.

3. ZAKRES I ZASADA FUNKCJONOWANIA SYSTEMU ROWERÓW MIEJSKICH

Obecnie w 165 krajach świata funkcjonuje ponad 140 systemów wypożyczalni rowerów (rys. 2) [1], np.:

- Amsterdam - Macbike Vondelpark,
- Barcelona - El Bicing'
- Berlin - Call-a-bike i Nextbike,
- Budapeszt - Bubi,
- Dublin - Coca Cola Zero Dublinbikes,
- Londyn - Barclays Cycle Hire,
- Mediolan - BikeMi,
- Paryż - velib, ponad 20 tys. rowerów, na ponad 1800 stacjach-przystankach,
- Sztokholm - Stockholm City Bikes,
- Wiedeń - Citybike Wien,
- Holandia, Belgia -Villo,
- Moskwa - Velobike Moskva,
- Waszyngton - SmartBike,
- USA (B-cycle),
- Meksyk - EcoBici,
- Chiny: miasta Wuhan oraz Hangzhou, w których do wypożyczenia jest udostępnionych 60 000 rowerów.

W stolicy Holandii 40% wszystkich podróży miejskich jest realizowana rowerem, a w stolicy Danii przeszło 30% codziennych

podróży to przemieszczenia realizowane przy wykorzystaniu roweru.

O jakości systemów rowerów miejskich decyduje wiele czynników. Możemy do nich zaliczyć między innymi: liczbę pojazdów, liczbę stacji, gdzie rower można wypożyczyć i oddać, lokalizację stacji rowerowych, która jest wyznacznikiem nie tylko efektywnego systemu dojazdów do pracy i szkół, ale także narzędziem zarządzania np. ruchem turystycznym [5].



Rys. 2. Lokalizacja operatorów systemu wypożyczalni rowerów publicznych na świecie [1].

W polskich miastach wytyczane są nowe trasy rowerowe o zróżnicowanych parametrach, wdrażane są różne rozwiązania mające ułatwić przemieszczenia rowerem. Rowerzyści mogą korzystać (w obie strony) z dróg jednokierunkowych. Ciekawym rozwiązaniem jest osobna sygnalizacja świetlna dla rowerzystów. Dopuszcza się możliwość jazdy po chodnikach (maksymalna dopuszczalna prędkość wynosi wtedy 10 km/h).

4. ROWER MIEJSKI W POLSCE

Polskie miasta coraz częściej promują w codziennych przemieszczeniach rower miejski. Zadania związane z obsługą systemu roweru miejskiego w Polsce są realizowane przez trzech operatorów. Świadczą oni usługi dotyczące dostępu do systemu roweru miejskiego, gminnego, regionalnego, zależnie od roku kalendarzowego, w ok dwudziestu miejscowościach.

Najstarszym operatorem systemu bezobsługowego roweru miejskiego w Polsce jest BikeU, który udostępnia łącznie 64 stacje, 584 rowery i znajduje się w trzech polskich miastach (tab. 1):

- Bielsko-Biała,
- Bydgoszcz,
- Kraków.

BikeU działa w Polsce od 2014 roku. Jego działalność koncentruje się na kompleksowej obsłudze polegającej na dostarczaniu, montowaniu oraz świadczeniu usługi wsparcia i utrzymania tego systemu. BikeU jako spółka francuskiej Grupy Egis realizuje swoje zadania udostępniania rowerów w ponad 100 krajach na świecie m. in. w Hiszpanii, Włoszech, Rosji, Madagaskarze, Arabii Saudyjskiej, Chinach, Indonezji, Indiach i Brazylii.

Dwa lata po powstaniu pierwszego systemu roweru miejskiego w Polsce pojawił się na rynku nowy operator - Romet Rental Systems, który dysponował łącznie 58 stacjami oraz ok. 600 rowerami.

Obecnie realizuje on swoje zadania w dwóch polskich miastach (tab. 1):

- Rzeszów,
- Toruń.

Najmłodszym, a jednocześnie największym operatorem systemu wypożyczania roweru bezobsługowego w Polsce jest Nextbike.

Nextbike działa w Polsce od 2011 roku na licencji Nextbike GmbH, niemieckiej firmy istniejącej od 2004 roku. Firma ta jest obecna na 4 kontynentach w 23 państwach i ponad 100 miastach (rys.3).



Rys. 3. Lokalizacja systemu rowerów miejskich obsługiwanych przez Nextbike [3].

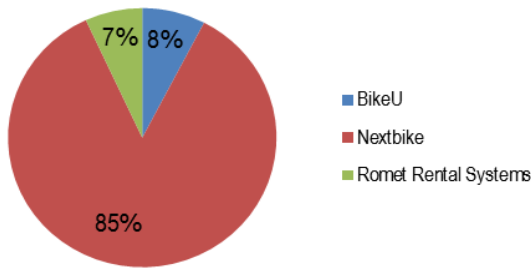
System jest obecny m.in. w Niemczech, Austrii, Szwajcarii, Turcji, Cyprze, Emiratach Arabskich, Chorwacji, Azerbejdżanie, Łotwie, Nowej Zelandii a od 2017 roku będzie również dostępny Wielkiej Brytanii, na Węgrzech i Bułgarii. Rowery Nextbike można wypożyczać 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu w okresie od wczesnej wiosny do późnej jesieni, płacąc za wypożyczenie według lokalnych taryf.

Pierwszy system wypożyczalni rowerów w ramach systemu roweru miejskiego Nextbike Polska uruchomiony został we Wrocławiu (08.06.2011 r.) a następnie na Bemowie (1.04.2012 r.). Kolejna lokalizacja tego systemu to Poznań (15.04.2012 r.), następnie Opole (15.06.2012 r.), Warszawa (1.08.2012 r.), Sopot (5.09.2013 r.), Białymstok (31.05.2014 r.), Konstancin-Jeziorna (13.06.2014 r.), Lublin (19.09.2014 r.), Grodzisk Mazowiecki (27.10.2014 r.), Katowice (01.05.2015 r.) oraz w Juchnowiec Kościelny (01.07.2015 r.).

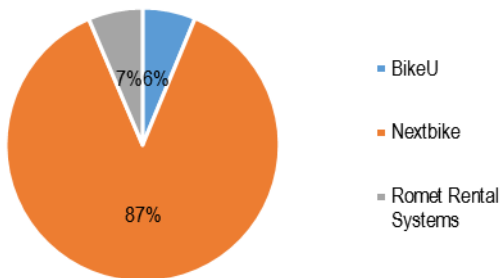
W 2016 roku Nextbike Polska swoje zadania realizował w 13 miastach i 2 gminach (tab. 1). Udostępniał w Polsce łącznie 718 stacji oraz 8138 rowerów. Jednorazowa rejestracja w systemie Nextbike umożliwia korzystanie z floty 35 000 rowerów na całym świecie.

Od sezonu 2017 użytkownicy w całej Polsce będą mieli do dyspozycji ponad 10 366 rowerów i 886 stacji oraz 100 nowych wypożyczalni, rowerki dziecięce oraz elektryczne (np. system Veturilo w Warszawie).

Łącznie np. w 2016 roku, osoby pragnące realizować rowerem miejskim swoje zadania związane z przemieszczaniem, miały do dyspozycji ponad 9000 rowerów udostępnianych w ok. 850 stacjach (rys. 4 i 5).



Rys. 4. Zestawienie struktury liczby stacji uwzględniające operatorów systemu roweru miejskiego w Polsce. Opracowanie własne na podstawie [2].

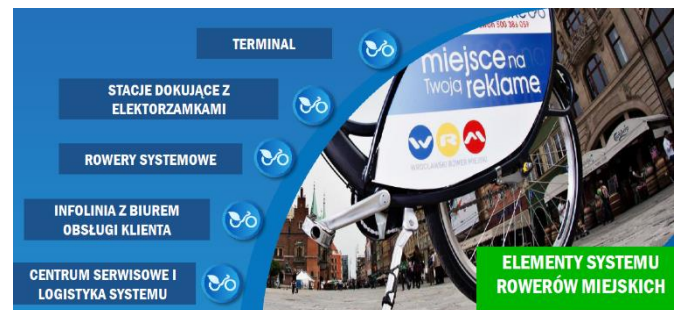


Rys. 5. Struktura liczby rowerów ze względu na operatora systemu roweru miejskiego w Polsce. Opracowanie własne na podstawie [2].

System rowerów miejskich aby był akceptowany przez użytkowników musi być prosty i przyjazny w obsłudze oraz elastyczny dla tego użytkownika. Użytkownik powinien mieć możliwość zarejestrowania się z różnych platform (systemów obsługi), a także powinien mieć możliwość dokonania wyboru w jaki sposób chce zasilić konto (z którego pokryje swoje zobowiązania finansowe), czy wypożyczyć rower. Warto zauważyć, że użytkownicy systemów Nextbike mają również możliwość rejestracji przy terminalu. Wynika to z konieczności udostępnienia systemu roweru miejskiego potencjal-

nym turystom oraz osobom, które pod wpływem impulsu chcą się zarejestrować oraz aktywować swoje konto tu i teraz. Zaletą tego systemu jest również fakt, iż użytkownik, który się raz zarejestrował w systemie, używając jednego loginu i towarzyszącego mu hasła, może korzystać z systemów Nextbike w innych miastach, nie tylko w Polsce, ale na całym świecie.

Idea roweru miejskiego jest prosta w obsłudze i właśnie na tym polega jej sukces. Na terenie danego miasta (gminy, czy inne go obszaru odniesienia) rozlokowane są stacje z rowerami do wypożyczenia. Uważa się, że im więcej stacji i rowerów, które może wypożyczyć każdy, kto jest zarejestrowany do systemu wypożyczeni roweru (np. roweru miejskiego), tym lepiej. Rower można pożyczyć w jednym miejscu, a oddać przy innym stanowisku (rys. 6), dzięki czemu można się poruszać po mieście stosunkowo szybko i „bez zobowiązań” (czasami nie musi to być stacja dedykowana systemowi roweru miejskiego). Jeśli zacznie padać czy też spotkamy się ze znajomymi w ulubionej knajpie, spokojnie można wrócić do domu bez zamartwiania się, że musimy odstawić rower miejsce, z którego pobraliśmy nasz środek transportu.



Rys. 6. Elementy składowe wyposażenia systemu rowerów miejskich w Polsce. [1,2]

Sposób postępowania związany z wypożyczeniem roweru przedstawiono na rysunku 7.

Rowery dostępne w systemie „wypożyczalni roweru miejskiego” to nie są te same rowery, które są dostępne w sklepach do

Tab. 1. Zestawienie operatorów systemu roweru miejskiego i gminnego w Polsce na koniec 2016 roku. Opracowanie własne na podstawie [2].

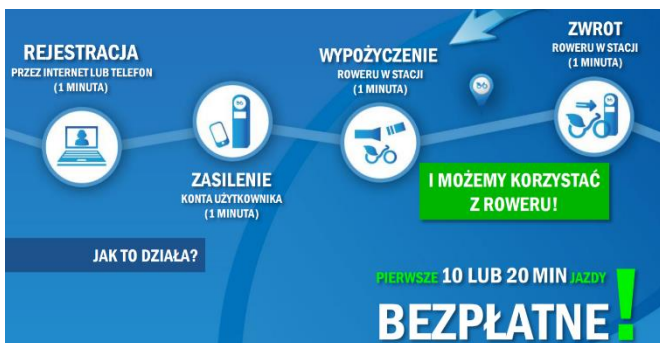
Lokalizacja	Nazwa	Operator	Rok uruchomienia systemu	Liczba stacji	Liczba rowerów
Bielsko-Biała	BBbike	BikeU	2014	12	120
Bydgoszcz	Bydgoski Rower Aglomeracyjny	BikeU	2015	37	364
Kraków	Wavelo	BikeU	2008	15	100
Białystok i Choroszcz	BiKeR	Nextbike	2014	47	480
Grodzisk Mazowiecki	Grodziski Rower Miejski	Nextbike	2014	9	65
gmina Juchnowiec Kościelny	Rower Gminny	Nextbike	2015	2	20
Katowice	City by bike	Nextbike	2015	11	88
Konstancin-Jeziorna	Konstanciński Rower Miejski	Nextbike	2014	5	50
Legnica	Legnicki Rower Miejski	Nextbike	2016	4	21
Lublin i Świdnik	Lubelski Rower Miejski	Nextbike	2014	90	891
Łódź	Łódzki Rower Publiczny	Nextbike	2016	101	1010
gmina Michałowice	Rower Gminny	Nextbike	2016	3	30
Opole	Opole Bike	Nextbike	2012	16	174
Poznań	Poznański Rower Miejski	Nextbike	2012	61	703
Szczecin	Bike_S	Nextbike	2014	83	724
Warszawa	Veturilo	Nextbike	2012	204	3062
Wrocław	Wrocławski Rower Miejski	Nextbike	2011	76	760
Stalowa wola	Stalowa Wola – miasto rowerów*	Nextbike	2016	6	60
Rzeszów	RoweRes	Romet Rental Systems	2010	28	300
Toruń	Toruński Rower Miejski	Romet Rental Systems	2014	30	ok. 300

*- system pilotażowy.

zakupu. Są to modele rowerów specjalnie zaprojektowane (i oznakowane) do jazdy miejskiej, wygodne. Ich podstawową cechą jest trwałość, a także łatwość zapinania i wypinania do stojaków tych specjalnie dedykowanych systemowi wypożyczalni oraz będących podstawowym elementem wyposażenia stacji.

Aby zachęcić do wypożyczania rowerów, często pierwsze 20 minut lub pół godziny jest za darmo, a każda kolejna godzina jest coraz droższa (odwrotnie jak na przykład przy parkowaniu samochodem, kiedy każda kolejna godzina parkowania jest coraz tańsza). Pomysłodawcom systemu chodzi o to, by rowery były przez jak najdłuższy czas w użyciu oraz by jak najmniejszą liczbą rowerów można było „obsłużyć” jak największą liczbę osób chętnych do ich wykorzystania tego środka transportu. W zasadzie potencjalnemu użytkownikowi systemu nie opłaca się w ogóle wypożyczenie roweru na cały dzień, a jeśli chce on przykładowo przejechać kilka kilometrów, potem zwiedzić muzeum, a następnie udać się w inną część miasta, to każdorazowo odstawia on rower do najbliższej stacji w pobliżu realizacji celu, tak by mogli korzystać z niego inni użytkownicy. Przy dużych systemach wypożyczalni rowerów miejskich w zasadzie nie zdarza się, by w którejś stacji przez dłużej niż 15 minut nie było roweru!

Poszczególne systemy wypożyczalni rowerów dostępnych w różnych miastach, gminach różnią się w szczegółach ich użytkowania, różne są cenniki, w zależności od miasta, sezonu, a czasami także inne ceny obowiązują dla turystów, a inne dla mieszkańców. W zasadniczym zarysie proces korzystania z systemu roweru miejskiego wygląda tak jak zaprezentowano na rysunku 7.



Rys. 7. Algorytm postępowania przy wypożyczeniu roweru [1,2].

Pierwszy krok to – rejestracja w systemie. Najlepiej zrobić ją na stronie poszczególnego systemu – zajmuje to około minuty. Podajemy poszczególne dane, doładowujemy na początek swoje konto na wymaganą sumę (większość systemów wymaga, by na koncie użytkownika cały czas znajdowała się minimalna wymagana kwota, najczęściej około 10 PLN) i osoba zainteresowana może wypożyczyć rower i realizować swoje potrzeby transportowe.

Kolejny krok to wypożyczenie roweru – czyli zasadnicza część operacji. Na tym etapie poszukujemy najbliższej nas zlokalizowaną stację z rowerami, podchodzimy do terminalu i wybieramy opcję wypożycz. Identyfikujemy konto użytkownika, po czym wybrany rower jest zwalniany automatycznie. W wielu systemach istnieje także możliwość wypożyczenia roweru bez rejestracji – wymaga to wtedy podania danych swojej karty kredytowej. Systemy zabezpieczające są na tyle dobre, że korzystanie w ten sposób z wypożyczalni jest również bezpieczne.

Zwrot roweru, który jest istotnym etapem operacji wypożyczenia roweru. Należy zrobić to uważnie, tak, by system „zauważył” zwrot i nie naliczał nam niepotrzebnie kolejnych minut wypożyczenia. W niektórych systemach „oddanie” roweru jest automatycznie odnotowane po wpięciu pojazdu do stojaka, w niektórych – potrzeba jeszcze kilku operacji na terminalu.

Kolejny krok – to już tylko ponowne wypożyczenie roweru.

Pierwsze kroki związane z wypożyczeniem roweru miejskiego czasami mogą wydawać się skomplikowane. W rzeczywistości osoby korzystające z tego systemu szybko dochodzą do wniosku, że taki system jest prosty w obsłudze, bezpieczny, wygodny i tani.

Istotną zaletą tego systemu jest również stosunkowo proste śledzenie na bieżąco wszystkich istotnych danych dotyczących liczby użytkowników systemu, liczby wypożyczeń, lokalizacji, w których najczęściej są wypożyczane rowery, czasu itp.

W Polsce wypożyczalnie rowerów miejskich funkcjonują w kilkunastu miastach, a liczba wypożyczeń rowerów to ponad milion wypożyczeń w ciągu roku. Poniżej zaprezentowano wybrane elementy charakterystyki systemów rowerów miejskich w Polsce.

Warszawa

W Warszawie dostępny jest największy system rowerów miejskich w Polsce. Operatorem systemu jest Veturilo (rys. 8) będącym jednym z największych systemów rowerów miejskich w Europie.



Rys. 8. Stacja roerowa przy Pałacu Kultury w Waraszawie [1,2].

Rowerzyści Veturilo w Warszawie od 2017 roku mają do dyspozycji 316 stacji i 4660 rowerów. W ofercie w Warszawie pojawiło się w tym roku 100 nowych wypożyczalni, w tym 10 z rowerami elektrycznymi (w rejonie Powiśla i Traktu Królewskiego). Osobom korzystającym z systemu udostępnionych zostanie aż 1,5 tys. rowerów więcej niż w poprzednich sezonach, czyli w sumie ok. 4,4 tys. rowerów. Analizując dostępne statystyki można zauważyć, iż obecnie system roweru miejskiego w Warszawie należy do pierwszej dziesiątki największych systemów wypożyczalni rowerowych w Europie.

W poprzednich latach zarejestrowanych było ponad 380 tysięcy użytkowników. W marcu 2017 roku było ich już ok. 470 tysięcy. W systemie warszawskiego roweru pierwsze 20 minut jest dostępnych dla użytkownika za darmo, pierwsza godzina kosztuje symboliczną złotówkę, druga godzina 3 zł, trzecia 5 zł, czwarta i kolejna 7 zł. Jest to najtańszy sposób przemieszczania po stolicy (szczegóły - www.veturilo.waw.pl).

Kraków

Kraków to drugie co do wielkości miasto w Polsce oraz jednocześnie najchętniej odwiedzane przez turystów.

Operatorem wypożyczalni rowerowych w systemie Roweru Miejskiego w Krakowie jest BikeU, który będzie tym systemem zarządzał do 2024 roku. Do połowy kwietnia 2017 system dysponował 34 stacjami i 340 rowerami. Od 15 kwietnia 2017 roku do dyspozycji będzie udostępnionych 150 stacji i 15 000 rowerów. Od wiosny 2017 roku mieszkańcy Krakowa aby korzystać z roweru mogą opłacić abonament miesięczny 19 zł za możliwość jazdy 60 minut dziennie, lub 29 za 90 minut. Wydaje się, że tańsza opcją jest abonament płaty raz w roku: 179 zł za możliwość jazdy 60 minut dziennie lub 224 zł za 90 minut. Po przekroczeniu tego limitu

czasu uruchamiane jest naliczanie minutowe w wysokości 5 groszy za minutę jazdy.



Rys. 9. Przykładowa stacja rowerowa w Krakowie [2].

W systemie bez abonamentu pierwsze 20 minut jest darmowe, darmo, pierwsza godzina to koszt 2 złotych (szczegóły – <https://kmbike.pl/>). Warto również zwrócić uwagę na fakt. Iż od 2017 roku system roweru miejskiego działa bez zimowej przerwy cały rok.

Łódź

Łódzki Rower Publiczny, jak przystało na trzecie co do wielkości miasto w Polsce jest dość spory – 100 stacji i 1000 rowerów do dyspozycji.



Rys. 10. System roweru miejskiego w Łodzi [3].

Od 1 marca do 2 kwietnia Łódzki Rower Publiczny wypożyczono 156 706 razy. W ostatnim w marcu i kwietniu 2017 roku w systemie zarejestrowało się 5153 nowych użytkowników, co daje łączną sumę 70 366 użytkowników rowerów miejskich w Łodzi.

W Łodzi użytkownicy pierwsze 20 minut jeżdżą za darmo, pierwsza godzina to koszt symbolicznej złotówki. Druga godzina - 3zł, a trzecia i kolejna to koszt rzędu 5 zł. (<https://lodzkirowerpubliczny.pl/>).

Zainteresowani mają możliwość obniżenia kosztów związanych z wypożyczeniem roweru dzięki wprowadzeniu taryfy ulgowej. Dotyczy ona użytkowników Łódzkiego Roweru Publicznego, identyfikujących się przy stacji za pomocą Elektronicznej Karty MIGAWKA lub innej karty kompatybilnej z systemem MIGAWKA z zakodowanym ważnym biletem okresowym, uprawniającym do przejazdów komunikacją miejską w granicach administracyjnych Miasta Łodzi. W tym: Wspólnym Biletem Aglomeracyjnym oraz Wspólnym Biletem Łódzko-Pabianickim.

Taryfa ulgowa dotyczy wyłącznie pierwszego wynajmowanego roweru. Opłata za drugi i kolejny rower wypożyczony w tym samym czasie jest naliczana zgodnie ze standardową taryfą.

Wrocław

Najstarszy profesjonalny system rowerów miejskich w Polsce. Wrocławski Rower Miejski ruszył 8 czerwca 2011. Był pierwszym, profesjonalnym system samoobsługowych wypożyczalni rowerów miejskich (pilotażowy projekt to 17 stacji i 140 rowerów) W ciągu kolejnych lat funkcjonowania system był rozbudowywany o kolejne stacje (również stacje sponsorskie).



Rys. 11. Przykładowa stacja rowerowa we Wrocławiu [2].

Obecnie Wrocławski Rower Miejski dysponuje 76 stacjami i 760 rowerami. Koszt wypożyczenia to: pierwsze 20 minut za darmo, pierwsza godzina 2 złote, kolejna godzina 4 złote. Szczegóły – www.wroclawskirower.pl.

Poznań

Od 15 kwietnia 2012 roku do 30 listopada 2016 roku w systemie Poznańskiego Roweru Miejskiego zarejestrowanych zostało 58 207 użytkowników, którzy wykonali 670 959 wypożyczeń.



Rys. 12. Przykładowa stacja rowerowa we Wrocławiu [2].

Poznański Rower Miejski, który od 2017 dysponuje 88 stacjami i 923 rowerami jest czwartym pod względem wielkości systemem w Polsce. Poznaniacy i ich goście pierwsze 20 minut przemieszczają się za darmo, pierwsza godzina kosztuje 2 złote a następna 4 zł. Użytkownicy identyfikujący się przy terminalu za pomocą karty PEKA, z zakodowanym i ważnym dowolnym imiennym biletem okresowym, mogą przy wypożyczeniu jednego roweru skorzystać z Taryfy PEKA (Poznańskiej Elektronicznej Karty Aglomeracyjnej). W tym systemie opłat pierwsze pół godziny jest darmowe, pierwsza godzina 1 zł, druga 2 zł a kolejna 4 zł. Opłata za drugi i kolejny rower wypożyczony w tym samym czasie, przez tego samego użytkownika, jest naliczana zgodnie z taryfikatorem dla pozostałych klientów. Szczegóły można znaleźć na stronie nextbike.pl/miasta/poznanski-rower-miejski/.

Szczecin

Bike-S będący systemem bezobsługowych wypożyczalni rowerów w Szczecinie składa się z 82 stacji i 702 rowerów. Stacje rozmieszczone są co kilkaset metrów w śródmieściu i lewobrzeżnej i prawobrzeżnej części miasta dzięki czemu umożliwiają łatwe dotarcie w dowolny punkt miasta w dowolnym czasie. Koszt wypożyczenia: do 20 minut za darmo, pierwsza godzina 1 zł, druga 3 zł, trzecia 5 zł, kolejna 7 zł.



Rys. 13. Przykładowa stacja rowerowa we Szczecinie [7].

Użytkownicy mogą doładować swoje konto w systemie poprzez system płatności internetowych, dokonując przelewu na konto, lub gotówką w kasie Operatora Systemu (<https://bikes-srm.pl/>)

Bydgoszcz

Bydgoski Rower Aglomeracyjny ze względu na liczbę wypożyczeń w stosunku do liczby mieszkańców jest jednym z popularniejszych systemów rowerów miejskich w Polsce. Dysponuje 37 stacjami i 366 rowerami.



Rys. 14. Panel Bydgoskiego Roweru Aglomeracyjnego na stacji Stary Rynek [2].

Wybór lokalizacji stacji rowerowych został dokonany na podstawie konsultacji z zespołem ds. polityki rowerowej miasta Bydgoszczy [2]. System jest każdego roku rozbudowywany o kolejne stacje komercyjne oraz sponsorowane przez np. centra handlowe, zakłady pracy, prywatne uczelnie i inne podmioty.

Większość stacji jest ustawionych w centrum Bydgoszczy. Pozostałe stacje zlokalizowano na osiedlach Dolnego i Górnego Tarasu przy głównych węzłach przesiadkowych, m.in. przy rondach: Grunwaldzkim, Jagiellonów, Fordońskim.. Pierwsze 20 minut użytkownicy przemieszczają się za darmo, pierwsza godzina to koszt symbolicznej złotówki, drugiej to koszt 4 zł, trzeciej 6 zł, kolejnej 7 zł (<https://www.bra.org.pl/>).

Lublin

Lubelski Rower Miejski jest jednym z najmłodszych systemów rowerów miejskich w Polsce. Amatorzy dwóch kółek mają do dyspozycji 90 stacji i 891 rowerów.



Rys. 15. Przykładowa stacja rowerowa we Lublinie [1].

Pierwsze 20 minut podnoży rowerem w Lublinie jest darmowe, pierwsza godzina 1 zł, druga 3 zł, trzecia i kolejna godzina 4 zł. – symboliczna złotówka. Z uwagi na dużą liczbę turystów w Lublinie w ramach systemu udostępniany jest audioprzewodnik. Po uiszczeniu kaucji koszt jego wypożyczenia do 3 godzin wynosi 8 zł a do 8 godzin 8 zł. Wprowadzenie takiej dodatkowej usługi miało na celu poprawę atrakcyjności turystycznej regionu (<https://lubelskirower.pl/>).

Katowice

City by Bike to alternatywny środek transportu dla osób realizujących swoje przemieszczenia w Katowicach. Rowerzyści mają do dyspozycji 30 stacji i 244 rowerów miejskich.



Rys. 16. Przykładowa stacja rowerowa i baner w Katowicach [1].

Od początku istnienia systemu City by Bike do końca sezonu 2016 roku było 15 804 wypożyczeń oraz 5 110 rejestracji.

Przez pierwsze 15 minut rower można wypożyczyć za darmo, pierwsza godzina to symboliczna złotówka, druga 2 zł, trzecia 3 zł, czwarta i kolejna godzina 4 zł (<https://citybybike.pl>).

Białystok

Białostocka Komunikacja Rowerowa według zwolenników systemu jest postrzegana jako alternatywny środek transportu, umożliwiający szybkie poruszanie się po mieście będącym jednocześnie uzupełnieniem komunikacji miejskiej w Białymstoku.



Rys. 17. Przykładowa stacja rowerowa w Białymstoku [2].

System składa się z 50 stacji i 545 rowerów (w tym 500 rowerów standardowych i 23 tandemy i 22 BiKeRków, czyli rowerków dla dzieci). Oprócz tego kompatybilne są z nim 2 stacje i 20 rowerów w Kleosinie i Ignatkach Osiedle, 2 stacje i 14 rowerów w gminie Choroszcz. Klienci Białostockiej Komunikacji Miejskiej za pierwsze pół godziny nic nie płacą, za pierwszą godzinę płacą symboliczną złotówkę a za każdą kolejną godzinę 4 zł. Pozostali klienci płacą więcej za drugą, trzecią i kolejną godzinę. Opłata ta wynosi odpowiednio 3 zł i 5 zł (<https://bikerbialystok.pl/>).

Toruń

Pomysł uruchomienia w Toruniu wypożyczalni rowerów kielkował od 2011 roku przez dwa lata. Toruński Rower Miejski to dość skromny system ale bardzo użyteczny szczególnie dla licznych turystów. W systemie dostępnych jest 30 stacji i 300 rowerów. Pierwsze 20 minut wypożyczenia roweru jest bezpłatne. Po przekroczeniu tego czasu należy uiścić odpowiednią opłatę w wysokości: za pierwszą godzinę 1 zł, drugą 3 zł, trzecią 5 zł, za każdą kolejną 7 zł, szczegóły dostępne na stronie <https://trm24.pl>.



Rys. 18. Przykładowa stacja rowerowa w Toruniu [2].

Rzeszów

RoweRes to system (podobnie jak toruński) opracowany przez Romet-a. W systemie na 20 stacjach udostępnionych jest 200 rowerów.



Rys. 19. Przykładowa stacja rowerowa w Rzeszowie [2].

Pierwsze 15 minut użytkownicy poruszają się za darmo, pierwsza godzina to koszt 1,50 zł (po 0,5 zł za każde 15 minut), za drugą godzinę trzeba zapłacić dwa zł, każda następna godzina to koszt 3 zł (<http://rometrentalsystems.pl/City/Rzeszow/Show>).

Trójmiasto

Trójmiasto jest jednym z nielicznych w Polsce kompletów miejskich, w którym nie da się pożyczyć roweru miejskiego. Przez kilka sezonów działał tu Rower Trójmiejski, skromny – 8 stacji i 80 rowerów, jednak eksperyment się nie udał. Obecnie trwają prace nad tym by wdrożyć nowy system, z 3,5 tysiącami rowerów w całej aglomeracji. Przewidywany czas realizacji – najszybciej za dwa lata.

Oprócz tego rower miejski funkcjonuje jeszcze w kilku mniejszych miastach – Świnoujściu, Grodzisku i Konstancinie. Z większych miast czekamy jeszcze na pojawienie się takiego wynalazku w Kielcach i Olsztynie. Być może stanie się to już niedługo, bo rower miejski staje się coraz popularniejszy, a mieszkańcy niektórych miast nie potrafią sobie już wyobrazić miejskiego pejzażu bez stojaków z charakterystycznymi rowerami

W 2017 roku do miast, których mieszkańcy mogą korzystać z rowerów miejskich Nextbike Polska dołączają m.in. Gliwice, Radom, Zgierz, Kędzierzyn Koźle, Pszczyna, Tychy i Siedlce.

5. ROWER MIEJSKI W RADOMIU

Radom chce wprowadzić publiczne rowery od kilku lat. W roku 2015 od 20 sierpnia do 14 września radomianie testowali działanie wypożyczalni. Stacje dokujące znajdowały się: na placu Jagiellońskim, przy ul. Prażmowskiego i obok Portu Lotniczego Radom na Sadkowie. Na każdej z nich znajdowało się 10 rowerów.

Radomski eksperyment cieszył się dużym zainteresowaniem. Jeszcze przed instalacją systemu zarejestrowanych było około 2 tys. chętnych do przetestowania. W trakcie ich trwania dołączyło jeszcze 900 kolejnych osób. Jednoślady zostały wypożyczone łącznie 1060 razy. Radomskie stawki nie różniły się znacznie od stawek w miastach posiadających już swoje publiczne rowery. Pierwsze 15 minut było bezpłatne, pierwsza godzina to kwota 1 zł, za dwie – 2 zł, za trzy godziny – 3 zł.

Wraz z testami były prowadzone konsultacje społeczne podczas których jednoznacznie stwierdzono, że idea radomskich, publicznych jednośladów miejskich przypadła mieszkańcom do gustu.

Po przedstawieniu wyników urzędnicy zadeklarowali chęć kontynuowania projektu i uruchomienia sieci na stałe.

Od 1 kwietnia 2017 roku zgodnie z zapowiedzią urzędników, mieszkańcy będą mogli korzystać z miejskich rowerów.

Powstanie 25 stacji za które odpowiedzialny będzie operator Nextbike.

Istnieją obawy, że taka liczba nie zaspokoi potrzeb 220 – tysięcznego miasta i projekt nie uzyska koniecznego na starcie rozmachu. [<http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/radom-rower-publiczny-ruszy-w-kwietniu-2017-r-czy-wystarczy-stacji-53142.html>]

Na podstawie innych miast gdzie rower miejski osiągnął sukces można oszacować jaka liczba stacji i rowerów zaspokoi zapotrzebowanie mieszkańców Radomia. Bazując na danych udostępnionych przez operatora który jest liderem na polskim rynku czyli Nextbike wynika, że:

- średnia liczba stacji - **47,87**,
- średnia liczba rowerów - **542,53**
- średnia powierzchnia miejscowości – **18 071,54**,
- średnia liczba mieszkańców – **407 423,62**,
- średnia liczba rowerów na stacji - **9,78**,
- średnia powierzchnia przypadająca na jedną stację - **579,69**,
- średnia liczba ludności przypadająca na jedną stację - **9643,33**.

W wyliczaniu średnich były brane wszystkie miejscowości, niezależnie od powierzchni, liczby mieszkańców czy stacji. Do oszacowania należy posłużyć się średnią z miast podobnych do Radomia. Zgodnie z tym nie powinny być brane pod uwagę takie miasta jak:

- Juchnowiec Kościelny (zbyt mała powierzchnia i liczba ludności)
- Konstancin-Jeziorna (zbyt mała powierzchnia i liczba ludności)
- Grodzisk Mazowiecki (zbyt mała powierzchnia i liczba ludności)
- Michałowice (zbyt mała powierzchnia i liczba ludności)
- Stalowa Wola (zbyt mała powierzchnia i liczba ludności)
- Katowice (zbyt mała liczba stacji)
- Legnica (zbyt mała liczba stacji)

Na podstawie tab 2

- średni liczba stacji – **84,5**

- średnia liczba rowerów – **975,5**
- średnia powierzchnia miejscowości - **25149**
- średnia liczba mieszkańców – **597818,5**
- średnia liczba rowerów na stacji – **10,78**
- średnia powierzchnia przypadająca na jedną stację – **338,16**
- średnia liczba ludności przypadająca na jedną stację – **6903**

Warszawa będąca stolicą Polski posiada znacznie bardziej rozwiniętą infrastrukturę roweru miejskiego w porównaniu z innymi miastami, które zostały uwzględniono w zestawieniu przedstawionym w tabeli. Gęstość zaludnienia jest bardzo wysoka przez co na stacjach znajduje się średnio 15 rowerów podczas gdy w pozostałych miejscowościach jest ich 10. W związku z tym Warszawy nie powinno się uwzględniać w obliczeniach.

Mając zarówno średnią powierzchnię jak i średnią liczbę ludności przypadającą na jedną stację oraz znając powierzchnię i liczbę ludności Radomia można oszacować ile powinno być w Radomiu stacji. Powierzchnia Radomia wynosi 11 180, a liczba mieszkańców 220 062.

Biorąc pod uwagę powierzchnię (wzór 1), w Radomiu powinny być 32 stacje. Biorąc pod uwagę liczbę ludności (wzór 2), w Radomiu powinny być 33 stacje. Na każdej stacji powinno znajdować się średnio 10 rowerów, co daje łącznie 320-330 rowerów.

PODSUMOWANIE

Rower miejski to coraz częściej wykorzystywany sposób realizacji przemieszczeń w miastach. Korzysta z nich już blisko milion Polaków, a wynajmy liczone są w milionach. Żeby system był w pełni wydajny musi posiadać odpowiednią liczbę stacji. Brak kilku z nich może obniżyć atrakcyjność roweru

To idealny środek transportu na pierwszym i ostatnim kilometrze. Wychodzimy z domu, bierzemy rower, dojeżdżamy nim do węzła przesiadkowego, wsiadamy np. do metra, którym jedziemy do centrum, następnie znowu bierzemy rower i dojeżdżamy do miejsca docelowego. To znacząco skraca czas podróży, częściowo odciążając tramwaje oraz autobusy. Na popularność systemu wpływa też

Tab. 2. Zestawienie podstawowych danych dla miast korzystających z systemu udostępnionego przez Nextbike, koniec 2016 roku.

Opracowanie własne na podstawie [1,2,3]

Miejscowość	Stacje	Rowery	Powierzchnia miejscowości [ha]	Liczba mieszkańców	Średnia liczba rowerów na stacji	Średnia powierzchnia przypadająca na stację [ha]	Liczba ludności przypadająca na stację
Szczecin	83	724	30055	407180	8,72	362,11	4905,78
Białystok	47	480	10213	295459	10,21	217,30	6286,36
Łódź	101	1010	29325	703004	10	290,35	6960,44
Juchnowiec Kościelny	2	20	-	-	10	-	-
Warszawa	204	3062	51724	1735442	15,01	253,55	8507,07
Konstancin-Jeziorna	5	50	1774	17311	10	354,80	3462,20
Grodzisk Mazowiecki	9	65	1319	30180	7,22	146,56	3353,33
Michałowice	3	30	-	-	10	-	-
Lublin	90	891	14747	341722	9,90	163,86	3796,91
Stalowa Wola	6	60	8552	63291	10	1425,33	10548,50
Opole	16	174	9655	119574	10,88	603,44	7473,38
Katowice	11	88	16464	301834	8	1496,73	27439,45
Wrocław	76	760	29282	634487	10	385,29	8348,51
Legnica	4	21	5629	101343	5,25	1407,25	25335,75
Poznań	61	703	26191	545680	11,52	429,36	8945,57
średnia	47,87	542,53	57247,33	18071,54	407423,62	9,78	579,69

cennik. Pierwsze dwadzieścia minut jest za darmo. To przede wszystkim zachęta dla tych jeszcze niezdecydowanych użytkowników, żeby skorzystali z roweru i przekonali się do jego zalet. Statystycznie rzecz biorąc, 85-90 proc. podróży odbywa się właśnie w ciągu tych dwudziestu darmowych minut.

Patrząc na doświadczenie nie tylko polskich miast, ale i europejskich, każde z nich kieruje się trochę innymi motywacjami wdrażając system. Warszawa zrobiła to z pełną premedytacją, jako uzupełnienie transportu zbiorowego. Sopot wprowadził system ze względu na chęć utrzymania statusu kurortu i uspokojenia ruchu samochodowego. W tej chwili na terenie Sopotu obowiązuje ograniczenie prędkości do 30 km/h. Rower ma zachęcać do tego, żeby nie korzystać z samochodu. Lublin z kolei wdrażał system w ramach projektu 'Lublin stolicą turystyki rowerowej', bardzo mocno podkreślając turystyczny charakter przedsięwzięcia. Przewidziano m.in. możliwość korzystania z audiobooków, z których użytkownicy mogą się dowiedzieć o tamtejszych zabytkach, zwiedzając miasto rowerem. Nie bez znaczenia było też ukształtowanie terenu w Lublinie, mieście na siedmiu wzgórzach – rower pozwala wygodniej się po.

BIBLIOGRAFIA

1. <http://wrower.pl/miasto/rower-miejski-wypożyczalnia-rowerow,2183.html>.
2. <https://nextbike.pl/o-nextbike>.
3. <https://nextbike.pl/news/w-radomiu-wystartowal-pilotazowy-system-rowerow-miejskich>.
4. Kozłowski M., *Analiza możliwości wdrożenia systemu roweru publicznego w Kortowie - Projekt „GREEN UNIVERSITY”*, Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów nr 2(98), PW, Warszawa, 2014.
5. Nextbike, *Materiał reklamowy*.
6. Shaheen, S., Guzman, S., Zhang, H., *Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: past, present and future*, 2010 Transportation Research Board Annual Meeting, March 15, 2010.
7. Stowarzyszenie Transportu Publicznego, *Biała księga mobilności*, www.transport-publiczny.pl/BKM/BialaKsiegaMobilnosci2015.pdf.
8. Szczecin, <http://bikes-srm.pl/>

The municipal bicycle as system components transport in cities

In the article a conception of rental companies of bicycles of municipal indicators acting in Poland and in the world including principles of operation of these systems and basic enabling the assessment of the possibilities of the application was presented of this system of transport needs for the accomplishment diversified in cities.

Autorzy:

dr inż. **Marzenna Dębowska-Mróz** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-85, Fax: + 48 48 361-77-39, m.mroz@uthrad.pl.

mgr inż. **Piotr Lis** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-00, Fax: + 48 48 361-77-39, doktorant UTH,

dr hab. inż. **Andrzej Szymanek** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-84, Fax: + 48 48 361-77-39, a.szymanek@uthrad.pl

mgr inż. **Tomasz Zawisza** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-84, Fax: + 48 48 361-77-39, doktorant UTH,