

Koncepcja obsługi logistycznej ścisłego centrum Krakowa przy wykorzystaniu zintegrowanego systemu tramwajowo – rowerowego

JEL: O18 DOI: 10.24136/atest.2018.511
Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

W artykule omówiony został temat hybrydowego systemu dostaw ładunków do historycznych centrów miast z wykorzystaniem ekologicznych środków transportu: rowerów i tramwajów. W referacie przedstawiono obecne problemy logistyki miejskiej w historycznych obszarach zurbanizowanych na przykładzie miasta Krakowa. Na podstawie wcześniejszych prac została opracowana i przedstawiona w artykule koncepcja obsługi ścisłego centrum Krakowa przy wykorzystaniu zintegrowanego systemu tramwajowo – rowerowego. Praca została podsumowana wnioskami i planem dalszych badań.

Słowa kluczowe: rower towarowy, logistyka rowerowa, transport ładunków, tramwaj towarowy, obsługa logistyczna

1. Tramwaje towarowe na świecie

Tramwaje towarowe nie są rozwiązaniem nowym, pierwsze z nich pojawiły się już na początku XX wieku. Rozpowszechniły się zarówno na terenach ówczesnych Niemiec jak i krajów takich jak ZSRR, czy Australia. Tramwaje towarowe były wykorzystywane do przewozu wszelkiego rodzaju towarów począwszy od artykułów spożywczych, poprzez części do fabryk, po materiały budowlane i węgiel [4]. Na rysunku 1 zaprezentowano przykład jednego z tramwajów towarowych wykorzystywanych na początku XX stulecia.



Rys. 1. Tramwaj towarowy we Wrocławiu, transportu gruzu [4]

Pierwszym nowoczesnym systemem tramwaju towarowego jest stworzony w Dreźnie na potrzeby fabryki Volkswagena CarGoTram. Pierwszy kurs tego typu tramwaju został wykonany 1 marca 2001 roku. Drezdeński system tramwaju towarowego został oparty na istniejącej infrastrukturze tramwajowej, a sam tramwaj porusza się po jednej wyznaczonej linii pomiędzy centrum logistycznym, a nowoczesną fabryką samochodów. Na rysunku 2 został przedstawiony układ wagonów składu tramwaju towarowego [4].

Tramwaj towarowy wykorzystywany w Dreźnie jest pojazdem pięcioczęłkowym, dwukierunkowym. Pierwszy i ostatni człon wyposażone są w kabiny motorniczego, a trzy środkowe człony są w pełni dostosowane do przewozu części samochodowych. Pojazd ma łączną długość 59,4 metrów, a jego szerokość to zaledwie 2,2m. Maksymalna ładowność wynosi 60 ton. Warto zwrócić uwagę na fakt,

że pojazd został stworzony na podstawie wagonów tramwaju pasażerskiego Tatra T4, a koszt przebudowy wyniósł około 6,5 miliona marek (około 14 milionów złotych). Liniję tramwaju towarowego w Dreźnie obsługują dwa tego typu składy [13].



Rys. 2. Układ wagonów tramwaju towarowego w Dreźnie, źródło: https://orig00.deviantart.net/2e7c/f/2010/269/5/f/dresden_car_go_tram_by_ericforfriends-d2zhzp7.jpg

Drugim europejskim miastem w którym z sukcesem udało wdrożyć się tramwaj towarowy jest Zurych. Początkowo od kwietnia 2003 roku tramwaje towarowe zbierały z wyznaczonych punktów odpady o większych gabarytach (m.in. stare meble). Tramwaje tego typu przyjęły nazwę Cargo-Tram. Od roku 2006 ofertę uzupełnia tramwaj E-Tram, którego zadaniem jest zbieranie starego sprzętu RTV i AGD [4]. Na rysunku 3 zaprezentowano tramwaj towarowy wykorzystywany w Zurychu.



Rys. 3. Cargo-Tram w Zurychu, źródło: https://farm2.static.flickr.com/1132/996824696_4d91850280_b.jpg

Dodatkowo warto zwrócić uwagę na koszty związane z realizacją tramwaju towarowego w Zurychu. Ze względu na dość rozbudowaną infrastrukturę tramwajową, jedynym kosztem było dostosowanie wagonów do potrzeb przewozu ładunków. Wiązało się to z montażem na wagonach specjalnych kontenerów oraz przemalowaniem wagonu silnikowego, co łącznie kosztowało 25 tys. Euro [4].

Kolejnym miastem w którym funkcjonował tramwaj towarowy był Amsterdam. Dostawa towarów do centrum została podzielona na trzy etapy:

- dowóz towarów do wyznaczonych centrów logistycznych z wykorzystaniem samochodów ciężarowych,
- przeładunek i transport towarów tramwajami do centrum,
- przeładunek na małe elektryczne pojazdy logistyczne, których celem było dostarczenie towarów do poszczególnych odbiorców.

System funkcjonował od 2007 do 2009 roku, a powodem jego likwidacji był brak dofinansowania ze strony władz miejskich, co było spowodowane ogólnomiastowym kryzysem gospodarczym. Warto jednak zwrócić uwagę, że w czasie funkcjonowania systemu były przeprowadzane badania, które wykazały m.in. zmniejszenie emisji szkodliwych zanieczyszczeń związanych z ruchem pojazdów towarowych o 16% oraz brak negatywnego wpływu kursowania tramwajów towarowych na system tramwajów pasażerskich [4].

Do miast w których testowane były tramwaje towarowe można zaliczyć także Wiedeń. W mieście tym od 2004 do 2005 roku testowany był system dostaw towarów za pomocą tramwajów. Podczas funkcjonowania systemu GuterBim testowane były zarówno parametry techniczne tramwajów towarowych, jak i asortyment towarów, który mógł być przewożony w ten sposób. Zakończenie pracy systemu związane było ze zbyt wysokimi kosztami rozbudowy infrastruktury, dla przedsiębiorstw zainteresowanych funkcjonowaniem systemu [4].

2. Zastosowanie rowerów towarowych w procesie dystrybucji

Rower jako środek transportu umożliwiający przemieszczanie się ludzi i ładunków, znany jest ludzkości od ponad 100 lat. Przez ten czas zapisał się na kartach historii w charakterze istotnego elementu przyczyniającego się do rozwoju cywilizacji. Pomimo znanych od dziesięcioleci systemów obsługi popytu na przewozy ładunków bazujących na rowerach towarowych, w ciągu ostatnich kilku lat nastąpił wyraźny renesans tej tematyki - określanej w środowisku naukowym jako logistyka rowerowa (ang: cyclelogistic). Uzasadnienia zjawiska, o którym mowa można doszukiwać się między innymi w [3]:

- zauważalnym rozwoju e-handlu napędzającym popyt na dostawy typu: door-to-door oraz dystrybucji sąsiedzkiej,
- narastającym problemie kongestii transportowej w miastach,
- wzroście znaczenia konkurencji w każdym ogniwie łańcucha dostaw, a co za tym idzie konieczności rozwiązania trudnego problemu dostaw ostatniego kilometra (ostatniej mili) jako czynnika generującego najwyższy udział w strukturze kosztów procesu przewozowego.

W związku z powyższym, rowery towarowe doczekały się praktycznych implementacji w istniejące systemy transportowe. Na obszarze Europy odnaleźć można bez trudu szerokie spektrum zaawansowanych planistycznie koncepcji, opartych na integracji odmiennych gałęzi transportu oraz takich, gdzie rower występuje w charakterze jedyne podmiotu transportu. Przykładem rozwiniętej hierarchicznie struktury są podsystemy dystrybucji przesyłek, firm kurierskich takich jak: DHL, TNT, UPS czy GLS działające w wielu miastach Niemiec, Holandii czy też Węgier. Pomimo odmiennych rozwiązań technologicznych, spełniają one podobne założenia, wykorzystując przy tym sprawdzone doświadczenia transportu intermodalnego, z uwzględnieniem skali miasta. Idea ich funkcjonowania polega na wyodrębnieniu ze strumienia zamówień pewnej partii ładunku, który może zostać obsłużony przez rowery towarowe. Jednakże chcąc w pełni wykorzystać potencjał jaki drzemie w tych środkach transportu, koniecznym jest skrócenie dystansu pomiędzy magazynem regionalnym firmy, w którym odbywa się sortowanie przesyłek na regiony miasta, a odbiorcą finalnym. Z tego względu wykorzystuje się pośrednie punkty przeładunkowe, do których (lub przy pomocy których) dostarczane są zintegrowane jednostki ładunkowe zawierające przesyłki (Rys. 4) w celu dalszego transportu rowerami. Punkty takie mogą mieć postać stacjonarną lub mobilną w zależności od przyjętej przez firmę technologii obsługi popytu. Powstaje w ten sposób hybrydowy, przyjazny środowisku system dystrybucji, który jest dopasowany do uwarunkowań terenowych i administracyjnych ciężko dostępnym rejonów miasta, w którym równolegle funkcjonują odmiennie środki transportu.



Rys. 4. Przeładunek zintegrowanych jednostek ładunkowych. DHL Netherlands Pers/Twitter

Jak wspomniano, praktyka pokazuje również mniejsze systemy dystrybucji wpisujące się w ideę logistyki rowerowej. Dobrym przykładem jest tutaj przedsiębiorstwo Hajtás Pajtás z Budapesztu lub działający do niedawna Smokowóz z Krakowa. Pomimo różnych wielkości każdego ze wspomnianych podmiotów gospodarczych, posiadały one co najmniej jedną ważną cechę wspólną – do transportu używały przede wszystkim (lub wyłącznie) rowerów.

Z uwagi na fakt, iż rynek rowerów towarowych oferuje wiele różniących się od siebie konstrukcji, istnieje możliwość odpowiedniego dobrania środków transportu do podatności transportowej ładunku oraz charakterystyki obsługiwanego obszaru. Chcąc wnikliwie scharakteryzować możliwości przewozowe cargo bike, koniecznym jest rozpatrywanie podobnych ich typów (tych samych klas) z uwagi na duże rozbieżności parametrów przewozowych [8]. Dla przykładu, lekki rower towarowy do użytku prywatnego może mieć ładowność przestrzeni ładunkowej rzędu kilkunastu kilogramów, natomiast większe i cięższe rozwiązania cechują się ładownością ponad 120kg i objętością ponad 300dm³. W przypadku popularnego pojazdu typu quadracycle wykorzystanego przez firmę DHL, masa ładunkowa osiąga nawet 300kg. Można więc uznać, że szerokie spektrum wyboru konstrukcji pozwala na odpowiednie dopasowanie środków transportu do konkretnego systemu, w celu poprawy wydajności i obniżenia kosztów operacyjnych. Rysunek 5 przedstawia rower towarowy średniej wielkości typu Long John.



Rys. 5. Rower towarowy średniej wielkości. Fot. Jakub Starczewski

3. Charakterystyka dostaw ładunków w historycznym centrum miasta

Transport towarowy w mieście związany jest bezpośrednio z egzystencją przedsiębiorstw funkcjonujących na jego terenie oraz potrzebami jego mieszkańców. Te dwa podmioty generują potrzeby transportowe, zaspokajane w większości przypadków przez samochody ciężarowe lub dostawcze, które współistniejąc z pozostałym ruchem drogowym przyczyniają się do narastania kongestii transportowej nie tylko poprzez fizyczne zajęcie powierzchni, lecz także przez

powodowanie utrudnień ruchu w czasie wykonywania czynności przeładunkowych. W odniesieniu do zabytkowego centrum miasta, gdzie infrastruktura drogowa zazwyczaj nie jest przystosowana do obsługi dużych, ciężkich pojazdów, operacje dostaw w sposób realny stają się energochłonne, uciążliwe, niejednokrotnie niebezpieczne dla innych użytkowników a co za tym idzie, wpływają na obniżenie jakości życia na danym obszarze. Ponadto ruch towarowy wykazuje dużą terenochłonność oraz negatywny wpływ na ogólny obraz miasta, w szczególności jego walory turystyczne. Współistnienie obok siebie pojazdów realizujących dostawy oraz innych użytkowników, może powodować liczne konflikty ruchowe oraz doprowadzać do wypadków a także przyczynić się do utrudnień ze strony np. samochodów osobowych w samym procesie dostarczania ładunku. Wszelkie próby odseparowania ruchu towarowego, poprzez ograniczenia administracyjne, prawne (takie jak: ograniczenia ruchu, wielkości pojazdów, czasu dostaw) i/lub fizyczne powodują utrudnienia w prowadzeniu dostaw oraz codziennym funkcjonowaniu podmiotów gospodarczych. Nie bez znaczenia jest także zjawisko niedopasowania środków transportu wykorzystywanych do przewozu, w stosunku do przewożonego ładunku. Brak integracji dystrybucji towarów oraz ich różna specyfika powoduje, że wiele dużych samochodów realizujących dostawy, wykorzystuje swoje możliwości przewozowe tylko w kilku/kilkunastu procentach [2].

Należy wspomnieć, że konwencjonalny transport samochodowy wykorzystany do dostaw ładunków w trudnodostępnym centrum miasta, charakteryzuje się dużą szkodliwością dla środowiska. Wąskie, wysoko zabudowane uliczki historycznego centrum Krakowa uniemożliwiają swobodną wentylację, co powoduje zagęszczenie szkodliwych gazów generowanych przez silniki spalinowe. Powstanie smogu szkodzi wszystkim osobom przebywającym na danym obszarze. Liczne drogi jednokierunkowe oraz inne ograniczenia fizyczne wpływają na konieczność wybrania przez kierowcę trasy innej niż najkrótsza, co zwiększa pracę przewozową, pochłoniętą energię i co za tym idzie - poziom szkodliwych substancji produkowanych przez pojazd. Drgania generowane przez ciężkie samochody negatywnie wpływają na zabytkowe budynki oraz ulice, natomiast hałas niekorzystnie wpływa na okolicznych mieszkańców oraz pozostałe osoby znajdujące się w zasięgu jego działania.

W świetle przedstawionej charakterystyki dostaw ładunków w zabytkowych centrach miast oraz braku prostej i efektywnej recepty na problemy związane z dostawami ostatniego kilometra, zasadne staje się poszukiwanie rozwiązań mogących poprawić stan obecny tego zagadnienia. Brak możliwości ingerencji w infrastrukturę powoduje ukierunkowanie działań na poprawę wydajności istniejących systemów poprzez zmianę ich organizacji oraz wykorzystania nowoczesnych zasobów technicznych. Z tego powodu można rozważyć stworzenie systemu bazującego na dostępnej infrastrukturze, ale charakteryzującym się połączeniem różnych środków transportu celem poprawy funkcjonowania całości systemu.

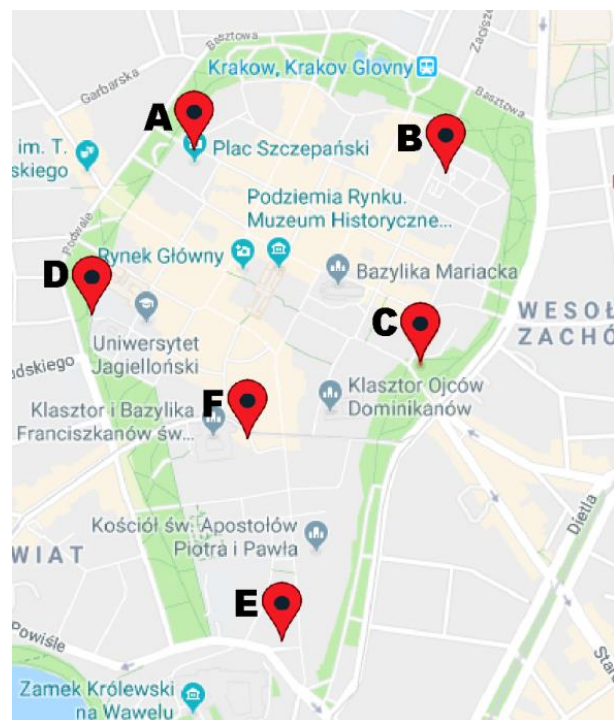
4. Koncepcja obsługi logistycznej zabytkowego centrum

Krakowa z wykorzystaniem rowerów towarowych

Świadomość zalet płynących z wykorzystania cargo bike w dystrybucji towarów wewnątrz centrów miast, owocuje rozwojem naukowego aspektu logistyki rowerowej. Wydawać się może, że jedyną słuszną drogą do stworzenia spójnego i efektywnego systemu dystrybucji jest zintegrowanie działań na wielu płaszczyznach. Podmioty gospodarcze wykazujące inicjatywę i chęć prowadzenia dostaw zintegrowanych, poprzez centrum dystrybucji; uwarunkowania planistyczne i administracja, która powinna włączyć się do działań i umożliwić stworzenie systemu – wszystkie te czynniki są konieczne do próby podjęcia tematu optymalizacji dostaw w mieście.

Jak pokazują doświadczenia różnych miast w Polsce (również w Krakowie [6]), ważnym czynnikiem jest świadomość społeczeństwa w kwestii zalet płynących z użytkowania rowerów towarowych. Można przypuszczać, iż pojedyncze działania np. sama możliwość wypożyczenia roweru towarowego, bez konsolidacji ładunków – nie wpływa znacząco na poprawę obsługi logistycznej obszaru (pełni jednak ważną rolę edukacyjną).

We wcześniejszej części niniejszego opracowania wspomniano, że system wykorzystujący zalety rowerów towarowych wymaga (choć nie zawsze), punktów przeładunkowych minimalizujących pracę przewozową wykonywaną rowerem. Punkty takie, w zależności od parametrów popytu, powinny posiadać lokalizację uwzględniającą pracę przewozową, technologię przeładunku oraz cechy otoczenia. Mając na uwadze historyczną część miasta, znalezienie kompromisu pomiędzy tymi czynnikami wydaje się kłopotliwe. W odrębnym artykule [5] podjęto próbę wyboru najlepszej lokalizacji punktu przeładunkowego ze zbioru możliwych lokalizacji (Rys. 6) jakie oferuje obsługiwany obszar. Z analizy, którą przeprowadzono wynika, iż lokalizacja C charakteryzuje się najniższą średnią łączną pracą przewozową i będzie ona stanowić punkt wyjściowy kolejnych rozważań.



Rys. 6. Proponowane lokalizacje punktów przeładunkowych. Opracowanie własne na podstawie [5]

Koncepcja wykorzystania rowerów towarowych zakłada, że ładunek zostanie pobrany w punkcie przeładunkowym, stanowiącym miejsce kontaktu odmiennych gałęzi transportu a następnie przewóz do klienta finalnego za pomocą roweru. Zaletą takiego rozwiązania jest minimalizacja transportu ręcznego ładunku, dzięki mniejszej przestrzeni fizycznej zajętej przez rower (w porównaniu do samochodu), co ułatwia znalezienie miejsca postoju bliżej odbiorcy. W bardziej zaawansowanych rozwiązaniach można wykorzystać zintegrowane jednostki ładunkowe ułatwiające i przyspieszające proces przeładunku. Przy mniejszym przepływie jednostek ładunkowych, sprawdzać mogą się również opakowania zbiorcze przeładowywane ręcznie.

Również od charakteru popytu zależą wybrane typy rowerów towarowych. Przy unifikacji jednostek ładunkowych koniecznym może okazać się wykorzystanie cięższych rowerów trójkołowych (lub więk-

szych). Przy przewozie lekkiej drobnicy takiej jak np. przesyłki pocztowe i listowe mogą wystarczyć lżejsze konstrukcje. Ostateczny wybór środka transportu powinien być poprzedzony wnikliwymi badaniami.

5. Studium przypadku – Kraków, ulica Sienna

Jednym z najważniejszych problemów Krakowa jest obecnie wysoki poziom zanieczyszczenia powietrza, powodowany między innymi ruchem samochodów. W dostawach towarów do centrum miasta wykorzystywane są wyłącznie samochody dostawcze o napędzie spalinowym. Wiąże się to wieloma problemami i niedogodnościami po każdej stronie. Niedogodnościami dla mieszkańców w tym przypadku są:

- emisja szkodliwych substancji do środowiska,
- podwyższony poziom hałasu w godzinach nocnych i porannych,
- emisja drgań,
- zwiększenie zatłoczenia w ruchu drogowym w obrębie śródmieścia.

Dla przedsiębiorców zgłaszających zapotrzebowanie na towar niedogodnością jest wysoka niepewność czasu dostawy, związana z realizacją dostaw w godzinach szczytu porannego. Dla przewoźników problemami są utrudnienia drogowe występujące w śródmieściu Krakowa, parametry infrastruktury, ograniczenia wjazdu i ograniczenia dopuszczalnej masy pojazdu.

Rozwiązaniem problemu dostaw do centrum miasta może być zastosowanie zintegrowanego systemu tramwajowo-rowerowego. System ten z założenia miałby funkcjonować identycznie do funkcjonującego w Amsterdamie w latach 2007-2009 [4]. Towary byłyby dostarczane do wybranego miejsca (mającego dostęp do infrastruktury tramwajowej) gdzie byłyby przeładowywane na tramwaje towarowe. Miejscami tymi mogłyby być zajezdnie tramwajowe, lub wybrane pętle wyposażone w specjalny tor odstawczy i rampę załadunkową. Następnie tramwaje towarowe przewoziłyby towary do ścisłego centrum miasta (omijając wszelkie utrudnienia drogowe). Tam w sposób automatyczny towary byłyby przeładowywane na rowery towarowe, którymi kurierzy dostarczaliby je do odbiorców.

Na potrzeby przewozu towarów do centrum Krakowa wybrano punkt przeładunkowy C zlokalizowany na ulicy Siennej. Jest to ulica, której przedłużeniem jest ulica Starowiślna. Zaletą tej lokalizacji jest zarówno bliskość infrastruktury tramwajowej jak i duża szerokość ulicy (szerokość samej jezdni to 9 metrów w najwęższym miejscu). Na potrzeby realizacji w wybranym miejscu punktu przeładunkowego niezbędna byłaby budowa bocznicy tramwajowej o długości 100 metrów od ulicy Starowiślnej do Skrzyżowania ul. Siennej i Świętego Krzyża (wizualizacja na rysunku 7).

Do celów przeładunkowych wykorzystywane byłyby ostatnie 45 metrów torowiska, gdzie po jego wschodniej stronie zostałaby stworzona specjalna strefa przeładunkowa umożliwiająca automatyczny przeładunek towarów z tramwaju na rowery. Pozostała część jezdni pozostałaby do użytku ogólnego, jak ma to miejsce obecnie. Warto zwrócić uwagę, że po tym przebiegu w przeszłości biegło już torowisko tramwajowe, które zostało zlikwidowane w 1952 roku [12].



Rys. 7. Wizualizacja przebiegu bocznicy tramwajowej na ulicy Siennej w Krakowie.

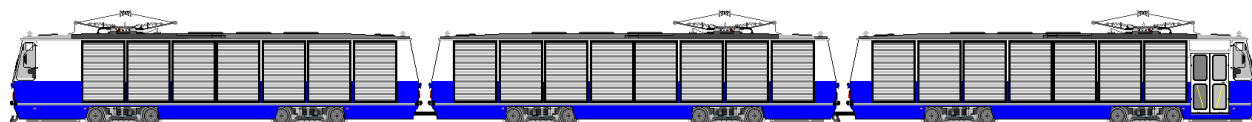
Aby zmniejszyć koszty uruchomienia systemu tramwaju towarowego, proponuje się wykorzystanie obecnie kasowanych przez miejskiego przewoźnika (MPK Kraków) wagonów pasażerskich 105Na. Skład tramwaju towarowego dla Krakowa składałby się z trzech wagonów dwóch skrajnych z kabinami motorniczego i jednego w pełni przystosowanego do przewozu ładunku. Wizualizację tego typu pojazdu przedstawiono na rysunku 8.

Zastosowanie standaryzacji jednostki transportowej w formie kontenera lub skrzyni o wymiarach gniazda w rowerze towarowym, umożliwiłoby montaż w tramwajach automatycznego systemu przeładunkowego. System ten zapewniłby szybki i bezpieczny przeładunek oraz zmniejszył koszty związane z zatrudnieniem dodatkowej obsługi. Dodatkowo warto zwrócić uwagę, że konstrukcja tramwaju 105Na umożliwiła przewóz w wersji towarowej co najmniej 20 palet EURO.

Na potrzeby artykułu dokonano analizy możliwości przewozowych tego typu linii tramwajowej z założeniem, że czas załadunku lub rozładunku każdego składu wynosiłby 30 minut. Pierwszym punktem przeładunkowym (umożliwiającym przeładunek z samochodów ciężarowych na tramwaj) byłaby Zajezdnia Podgórze, zlokalizowana w południowo-zachodniej części miasta. Zajezdnia zlokalizowana jest bezpośrednio przy przecięciu trzech ważnych ciągów komunikacyjnych:

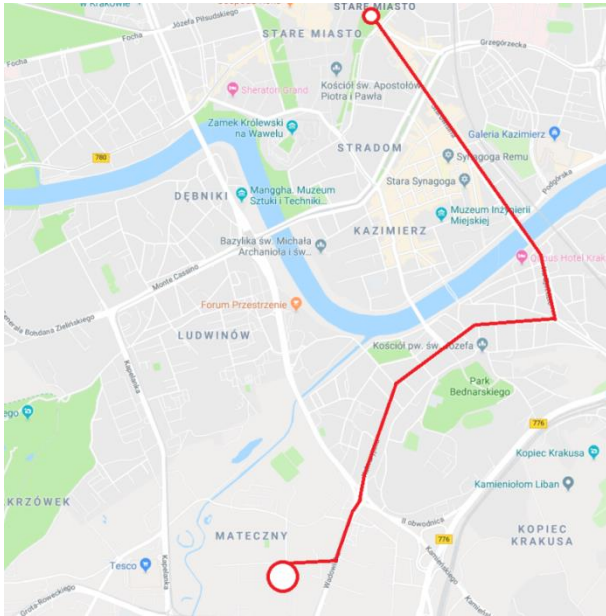
- ulicy Wadowickiej (której przedłużeniem jest ulica Zakopiańska),
- ulicy Tischnera (umożliwiającej bezpośredni dojazd do Nowej Huty i obwodnicy autostradowej A4 od południowej strony miasta),
- ulicy Brożka (umożliwiającej szybki dojazd do obwodnicy autostradowej od zachodniej strony miasta).

Trasa jaką musiałby przejechać tramwaj w jednym kierunku to 4 kilometry, a przyjmując, że poruszałyby się za tramwajem pasażerskim, czas przejazdu wyniosłby w godzinach szczytu porannego 17



Rys. 8. Wizualizacja krakowskiego tramwaju towarowego, źródło: opracowanie własne na podstawie http://transport131.com.pl/mpk_krk27.png

minut. Na tej podstawie można stwierdzić, że do obsługi prezentowanej linii tramwaju towarowego wystarczyłyby dwa składy tramwajowe, umożliwiające wykonywanie 2 kursów na godzinę. Proponowana trasa przejazdu została przedstawiona na rysunku 9. Podczas wyznaczania trasy uwzględniono stan infrastruktury torowej, minimalizację liczby skrętów na rozjazdach oraz marszrutę linii tramwaju pasażerskiego.



Rys. 7. Proponowana trasa przejazdu tramwaju towarowego w Krakowie

Podsumowanie

Obsługa logistyczna historycznych centrów dużych miast z wykorzystaniem rowerów towarowych i tramwajów daje duże możliwości poprawy systemu codziennych dostaw towarów. Niezależenie systemu obsługi logistycznej od kongestii drogowej, czy ograniczeń związanych z infrastrukturą i organizacją ruchu, pozytywnie wpłynęłyby zarówno na czas jak i koszt dostaw. Widoczne efekty umożliwiłyby przekonanie przedsiębiorców do skorzystania z usług tego typu systemu.

Drugą ważną zaletą przedstawianego rozwiązania, jest jego bardzo niski wpływ na środowisko. Dzięki zastosowaniu tramwajów elektrycznych i rowerów, lokalna emisja szkodliwych substancji pochodzących od pojazdów logistycznych byłaby bliska zeru. Dodatkowo warto zauważyć, że w przeciwieństwie do dostaw pojazdami elektrycznymi w tym przypadku nie występowałyby, często pomijany, problem z utylizacją akumulatorów.

Przedstawiony w pracy przykład Krakowa, jako poligonu do badań, stanowi wstęp do dalszych działań mających na celu uogólnienie dla innych ośrodków miejskich. Pozytywny wynik prowadzonych analiz umożliwi opracowanie metod i modeli, mających zastosowanie przy tworzeniu indywidualnych systemów obsługi logistycznej historycznych centrów dla innych miast.

Prace związane z badaniami zaprezentowanej koncepcji systemu hybrydowego obejmują kompleksowe rozwiązanie dla miasta Krakowa. Przedstawione w pracy rozwiązanie stanowi jedynie punkt

wyjścia, na podstawie testów, którego, przeprowadzone zostaną dalsze analizy.

Bibliografia:

1. Bluszcz M., Jacyna M., Koncepcja modelu obsługi logistycznej miasta, *Logistyka* 4/2010
2. De Decker K. Cargo cyclists replace truck drivers on European city streets *Low-tech magazine* 2012r.
3. Iwan S. – Wdrażanie dobrych praktyk w obszarze transportu dostawczego w miastach, *Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*, Szczecin 2013r.
4. Kraśkiewicz C., Oleksiewicz W., Historia i perspektywy rozwoju systemu tramwaju towarowego, *Logistyka* 3/2014
5. Naumov V., Starczewski J. - Choosing the localization of loading points for the cargo bicycles system in the Krakow Old Town, *Rel-Stat2018*, Ryga 2018r.
6. Rudnicki A. i In. – Innowacje na rzecz zrównoważonego transportu miejskiego: doświadczenia z realizacji projektu Unii Europejskiej CIVITAS-CARAVEL, *Kraków* 2010r.
7. Smolnik, P. Jakość logistycznej obsługi klienta na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa, *Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe* 6/2016
8. Starczewski J. – Aspekt wykorzystania rowerów towarowych w dystrybucji towarów wewnątrz aglomeracji miejskich, *Transport Miejski i Regionalny*, *Kraków* 2016r.
9. Szoltysek J., *Podstawy logistyki miejskiej*, *Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adameckiego w Katowicach*, 2007
10. Szymczak M. – *Logistyka miejska*, *Akademia Ekonomiczna w Poznaniu*, *Poznań* 2008r.
11. Źródło internetowe: http://civitas.eu/sites/default/files/civitas_ii_policy_advice_notes_05_logistics_pl.pdf dostęp: 30.10.2018
12. Źródło internetowe: https://pl.wikipedia.org/wiki/Historia_tramwaj%C3%B3w_w_Krakowie dostęp: 30.10.2018
13. Źródło internetowe: <https://en.wikipedia.org/wiki/CarGoTram> dostęp: 30.10.2018

Concept of logistics services for the city centre of Krakow using an integrated tram and bicycle system

The article discusses the topic of hybrid system of supplies to historical city centres with the use of ecological means of transport: bicycles and trams. The paper presents the current problems of urban logistics in historical urban areas on the example of the city of Krakow. On the basis of previous works, a concept of servicing the strict city centre of Krakow with the use of an integrated tram and bicycle system was developed and presented in the article. The work was summarized with conclusions and a plan of further research.

Keywords: cargo bicycle, bicycle logistics, cargo transport, cargo tram, logistics services

Autorzy:

mgr inż. **Jan Aleksandrowicz** – Politechnika Krakowska, wykładowca w Katedrze Systemów Transportowych, jaleksandrowicz@pk.edu.pl

mgr inż. **Jakub Starczewski** – Politechnika Krakowska, słuchacz studiów III stopnia w dyscyplinie: Transport