

# Inteligentny miejski transport towarowy — rezultat projektu europejskiego S-mile

## *Urban freight transport based on deliverables of the European S-mile project*

Artykuł obejmuje zagadnienia związane z planowaniem transportu towarów w obszarach miejskich. Przedstawia narzędzia tworzące system S-mileSys, ich podstawowe właściwości oraz funkcje, które realizują. W pracy zaproponowano dodatkowe kryterium opisu dróg transportowych dla zwiększenia jakości realizowanych usług transportowych. Opisany system jest tworzony w postaci zintegrowanej platformy budowanej w ramach realizacji międzynarodowego projektu badawczego o akronimie S-mile.

Do opisu jakości dróg transportowych zaproponowano wykorzystanie technologii ICT. Z jej uwzględnieniem opracowano rozwiązanie mobilne przeznaczone dla kierowców wspomagające ich pracę poprzez nawigowanie na trasie oraz organizację pracy zgodnie z harmonogramem wyznaczonym w platformie S-mileSys. Dodatkowo omówiono innowacyjne rozwiązanie oceny jakości dróg transportowych oparte na analizie przyspieszeń liniowych rejestrowanych z wykorzystaniem urządzeń mobilnych.

Celem artykułu jest przedstawienie idei stosowania inteligentnych rozwiązań planowania transportu towarów, jak również wdrożenia kryterium opisu jakości dróg transportowych. Zaproponowane w pracy rozwiązanie pozwala w optymalny sposób planować, organizować i zarządzać transportem towarów w obszarze miasta, a zastosowane rozwiązania ICT pozwalają efektywnie realizować prace dyspozytorów oraz kierowców firm transportowych. Tworzone w systemie S-mileSys kryteria optymalizacji umożliwiają planowanie tras uwzględniając aspekty społeczne, środowiskowe, infrastrukturalne, a także wymagania i zależności realizacji usług transportowych w oparciu o pojazdy elektryczne.

### **Słowa kluczowe:**

planowanie transportu towarowego, technologia ICT w logistyce, logistyka i systemy informatyczne.

The article covers issues related to the transport planning of goods in urban areas. Presents the tools of S-mileSys, their basic features, and operating functions. The work proposes an additional criterion for the description of transport routes to increase the quality of transport services. The described system is being developed as an integrated platform built within the framework of the international project under S-mile acronym.

ICT technology has been proposed to describe the quality of transport routes. The mobile solution has been developed for supporting work of drivers by navigating at route as well as organizing their work according to timetable determined at the S-mileSys platform. Additionally, an innovative solution for assessing the quality of transport roads based on the analysis of linear accelerations recorded using mobile devices was discussed.

The aim of the paper is to present the idea of using smart transport planning solutions as well as to implement the criterion of quality description of transport routes. The solution offered in the project allows to optimally plan, organize and manage the transport of goods in the city area. The applied ICT solutions enable efficient execution of the work of dispatchers and drivers of transport companies. The S-mileSys optimization criteria allow for route planning taking into account the social, environmental, and infrastructural aspects, as well as the requirements and dependencies of transport services based on electrical vehicles.

### **Key words:**

freight transport planning, ICT systems in logistics, logistics and information systems.

## **Wprowadzenie**

Logistyka miejska to zestaw rozwiązań technologicznych i infrastrukturalnych, jak również podejmowanych działań, mających na celu optymalizację przestrzeni miejskiej jako złożonego systemu z wzajemnymi zależnościami jego elementów składowych.

Proces optymalizacji przebiega na etapach planowania, organizacji i zarządzania w wymiarze ekonomicznym i technologicznym, jak również ekologicznym i społecznym. Uogólniając, dotyczy oddziaływania na przepływ osób i ładunków, opierając się na informacji pozyskanej z systemu logistycznego przestrzeni miejskiej. Uwzględnia transport indywidual-

ny, transport zbiorowy miejski oraz podmiejski, transport towarowy w obszarze miasta, jak również transport tranzytowy. Obejmuje proces magazynowania, zaopatrzenia w media (wodę, gaz, energię elektryczną i energię ciepłą), organizacji sieci telekomunikacyjnej, a także gospodarkę komunalną. W ujęciu globalnym kreuje sieć powiązań transportowych miasta z systemem logistycznym regionu, jak również kraju (Masson et al., 2015; Taniguchi et al., 2016; Witkowski et al., 2014).

Celem kluczowym logistyki miejskiej jest zaspokajanie potrzeb użytkowników systemu przy uwzględnieniu strategii funkcjonowania i planów rozwoju miasta (Lindhölm et al., 2012). Tym samym zadania logistyki można podzielić na:

■ **Zadania o charakterze organizacyjnym:**

- kształtowanie procesów i struktur logistycznych,
- generowanie, formułowanie i realizacja strategii logistycznych,
- powiązania i połączenia systemów.

■ **Zadania o charakterze technicznym:**

- wybór elementów technicznych,
- doskonalenie i nowe konstrukcje urządzeń i środków transportu,
- kształtowanie układów przestrzennych,
- budowa rozwiązań infrastrukturalnych,
- stosowanie techniki sterowania, informatycznych i komunikowania.

■ **Zadania o charakterze ekonomicznym:**

- wybór: własne lub obce usługi,
- współpraca i alianse dla wielokrotnego wykorzystania środków węzłów logistycznych,
- controlling dla optymalizacji kosztów,
- ustalenie cen, taryf, opłat.

Problem pierwszej/ostatniej mili w transporcie towarów na obszarze miasta to w obecnym czasie istotne zagadnienie podejmowane w licznych publikacjach (Bostel et al., 2005; Hernández et al., 2009; Taniguchi, 2015), propagowane przez Komisję Europejską w kierunku właściwego rozwoju (Giannopoulos, 2009), jak również jest to obszar zainteresowania władz lokalnych. Wynika z konieczności zwiększenia poziomu usług i zmniejszenia kosztów dostaw, szczególnie w ramach systemu *just-in-time* na obszarze miast rozwijających się, gdzie liczba ludności wzrasta. Wzrastają potrzeby i oczekiwania przewożone osób i towarów, zwiększa się poziom kongestii ruchu w mieście, wreszcie obniża się poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego na skutek wypadków, w tym z pojazdami dostawczymi i ciężarowymi. Zastosowanie innowacyjnych rozwiązań technologicznych, w tym systemów telemetrycznych, pozwala optymalizować rozkład i wielkość usług transportu towarów. Z punktu widzenia dystrybucji towarów kluczowym elementem logistyki miejskiej jest zarządzanie łańcuchem dostaw do obszarów handlowych, w tym do sklepów wielkopowierzchniowych, które

z założenia mają ograniczone możliwości przyjęcia i magazynowania towarów, co wymaga współpracy z centrum dystrybucyjnym (Cherrett et al., 2012; Benjelloun et al., 2010; Ballantyne et al., 2013).

Korzyści wynikające z wykorzystania logistyki miejskiej dla ogółu mieszkańców to przede wszystkim zmniejszenie liczby pojazdów ciężarowych w centrum miasta, tym samym zmniejszenie poziomu emisji substancji szkodliwych dla środowiska, zmniejszenie natężenia hałasu oraz ograniczenie drgań generowanych przez pojazdy ciężarowe. Dla firm transportowych uzyskane korzyści to przede wszystkim oszczędność kosztów dzięki wydajniejszym przejazdom, lepsze wskaźniki załadunku oraz optymalizacja procesów dostaw i odbioru. To także zwiększona produktywność poprzez optymalizację trasy przejazdu w czasie realizacji usług transportowych. Dla podmiotów gospodarczych, w tym placówek handlowych, nowe rozwiązania logistyki miejskiej to zwiększona niezawodność dostaw pozwalająca zmniejszyć poziom zapasów i towarów w magazynie oraz bezpieczeństwo towarów zapewnione w centrach dystrybucji. Uogólniając zbiór korzyści wykorzystania, jak również wdrażania koncepcji logistyki miejskiej, należy wskazać lepsze warunki życia obywateli i rozwojowe warunki wzrostu kapitału w przestrzeni miejskiej jako kluczowe elementy proponowanej strategii funkcjonowania miasta (Gata et al., 2014).

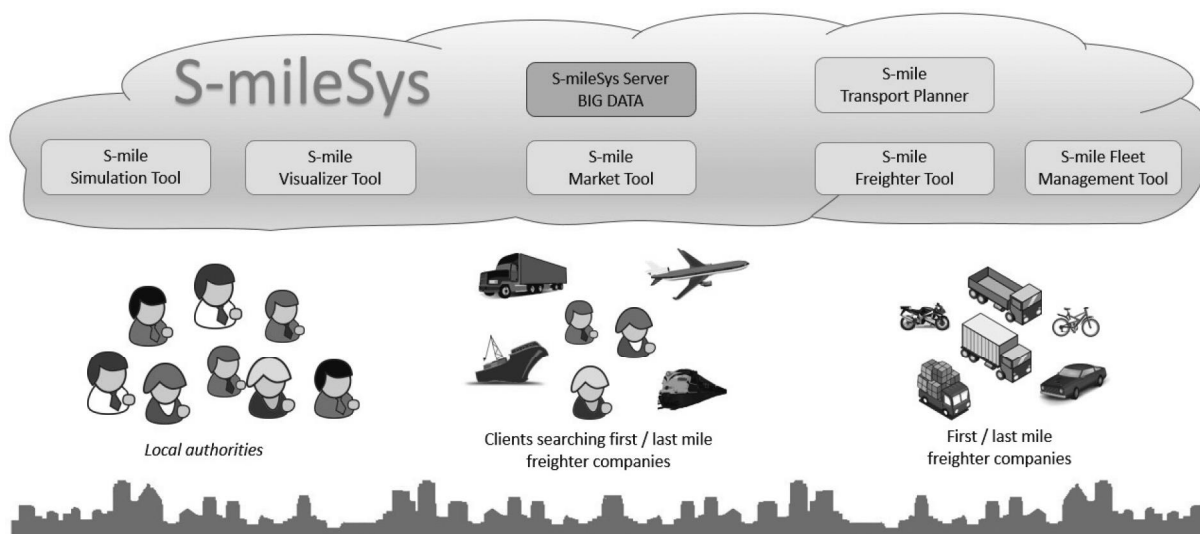
Celem artykułu jest kreowanie idei wdrażania inteligentnych rozwiązań planowania transportu towarów w obszarze logistyki miejskiej. Jej efektem jest optymalizacja planowania, organizacji i zarządzania transportem towarów w obszarze inteligentnego miasta. Osiągnięcie celu jest możliwe poprzez zastosowanie powszechnie dostępnych technologii ICT.

## Cele i założenia realizacji projektu S-mile

Priorytety tworzenia i rozwoju zrównoważonej logistyki i łańcucha dostaw są kreowane przez wiele instytucji, w tym Komisję UE, i stały się podstawą idei zaprojektowania i wdrożenia zaawansowanej technologicznie platformy wspierającej transport towarów w obszarze pierwszej/ostatniej mili. Efektywne planowanie tras dystrybucji towarów z uwzględnieniem innowacyjnych kryteriów optymalizacji w ujęciu prospołecznym, proekologicznym, jak również jakości dróg transportowych jest istotnym wymaganiem dla opracowywanego zintegrowanego systemu informatycznego wykorzystującego w swoim rozwiązaniu technologię ICT. Zaawansowana, wielokryterialna analiza rejestrowanych danych pozwoli na wyciągnięcie wniosków władzom lokalnym w zakresie organizacji i zarządzania systemem transportowym prze-

Rysunek 1

Architektura systemu S-mileSys z uwzględnieniem beneficjentów systemu



Źródło: opracowanie własne.

strzeni miejskiej, jak również planowania nowych rozwiązań organizacyjnych czy infrastrukturalnych z wykorzystaniem technik symulacyjnych.

Idea budowy platformy wspierającej pierwszą/ostatnią milę jest realizowana w ramach projektu: *Smart platform to integrate different freight transport means, manage and foster first and last mile in supply chains (S-mile)*, wykonywanego przez międzynarodowe konsorcjum firm i instytucji z Hiszpanii, Turcji i Polski. Instytucje realizujące to podmioty gospodarcze z obszaru inżynierii lądowej, ochrony środowiska i IT, jak również uczelnie wyższe. Projekt S-mile został dofinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) w programie ERA-NET Transport III w ramach konkursu „Sustainable Logistics and Supply Chains” (S-mile propos al., 2015).

Realizowana platforma S-mileSys w swoim założeniu stanowi wsparcie dla klientów szukających firm transportowych potrafiących zrealizować ich potrzeby, samych firm transportowych, przewozowych, jak również władz lokalnych, w tym administracji drogowej. Idea platformy S-mileSys wraz z podziałem na grupy docelowe, odbiorców systemu, została przedstawiona na rysunku 1.

Schemat ideowy przedstawia system S-mileSys jako zestaw rozbudowanych narzędzi planowania i zarządzania, wdrożonych w wieloserwerowy zintegrowany system informatyczny. Obejmuje on swoim działaniem obszar miasta, aglomeracji lub fragmentu terytorium administrowanego przez określonego zarządcę, w którym zachodzą czynności związane z miejskim transportem towarów.

Ze względu na proces planowania i zarządzania transportem w opracowywanym systemie konieczne

stało się odwzorowanie przestrzeni uwzględniające infrastrukturę drogową wraz ze zbiorem deskryptorów skrajni i parametrów techniczno-eksploatacyjnych sieci drogowej. Wymagało to wykorzystania Geographical Information Systems (GIS), które w tym projekcie oparto na powszechnie dostępnych i bezpłatnych bazach Open Street Map (OSM). Oprócz danych przestrzennych w projekcie zostaną wykorzystane zależności załadunku i wyładunku towarów oraz jego transportu, normy emisyjne substancji szkodliwych i hałasu, parametry techniczne pojazdów realizujących usługi transportowe (S-mile Report D4.1). Kluczowe do realizacji są opracowywane przez zespół projektowy m.in. algorytmy planowania i optymalizowania usług transportowych oraz nawigowania i monitorowania floty pojazdów.

Konieczność wdrożenia i eksploatacji systemu wymusiła opracowanie prostego i intuicyjnego interfejsu graficznego z dostępem do platformy S-mileSys, z wykorzystaniem przeglądarki internetowej z komputerów stacjonarnych i przenośnych oraz urządzeń mobilnych z ograniczeniem prawa dostępu do wybranych funkcji i zbioru danych. Potrzeba ta wynika również z konieczności integracji różnych grup odbiorców opracowywanego systemu oraz eliminuje żmudny proces instalacji i uruchomienia systemu. Bezpieczeństwo danych firm transportowych w systemie S-mileSys i brak możliwości odczytania danych wrażliwych przez osoby postronne wymaga właściwej implementacji i zabezpieczenia systemu. Podstawową sprawą jest budowanie zaufania odbiorców do tworzonych rozwiązań, a w szczególności prowadzenia i zarządzania przedsiębiorstwem transportowym z wykorzystaniem technologii ICT.

## Koncepcja działania systemu S-mileSys

Elementem podstawowym inicjującym proces obsługi w platformie S-mileSys jest potrzeba transportu określana przez użytkownika systemu, potencjalnie zainteresowanego transportem, w S-mile Market Tool. To narzędzie zapewnia integrację transportu towarowego oraz znalezienie przewoźników obszaru pierwszej/ostatniej mili. Uogólniając, zasada działania opiera się na typowych rozwiązaniach giełdy transportowej. Spotykają się w nim klienci zorientowani na realizację usługi transportowej oraz przewoźnicy potrafiący zrealizować stawiane im zadania. Potrzeba określa — w zależności od rodzaju logiki (pierwsza/ostatnia mila) — lokalizację punktów załadunku lub odbioru, datę i czas realizacji usługi, jak również parametry opisu transportowanego towaru. Firmy transportowe, przewoźnicy uczestniczący w systemie i mający dostęp do zbioru baz danych S-mile Market Tool przeprowadzają analizę możliwości realizacji usługi transportowej z uwzględnieniem potencjału i dostępności floty pojazdów, uwarunkowań ekonomicznych (kosztów), jak również ograniczeń infrastrukturalnych, ekologicznych czy społecz-

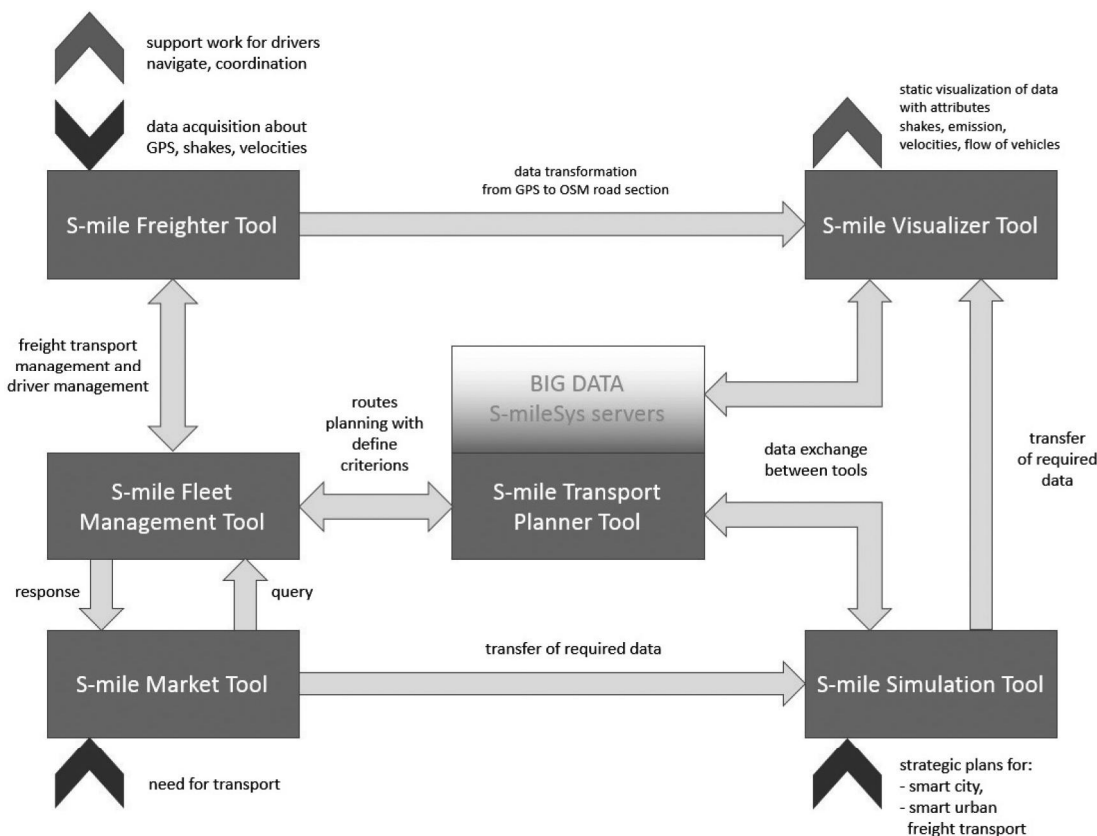
nych zdefiniowanych przez władze lokalne obszaru objętego systemem S-mileSys.

Szczegółowa analiza oparta na planowaniu i optymalizacji tras miejskiego transportu towarowego wykorzystuje narzędzie S-mile Transport Planner Tool. To kluczowy element systemu, który umożliwia planowanie kolekcjonowania i dystrybucji towarów w jednej optymalnej trasie dla przyjętych kryteriów optymalizacji usług transportowych. W procesie planowania nowych zleceń oraz zarządzania realizowanym transportem uwzględnia aspekty społeczne, środowiskowe, infrastrukturalne, a także wymagania i zależności realizacji usług transportowych w oparciu o rozwiązania proekologiczne, np. pojazdy z napędem elektrycznym (Clean Power for Transport, 2013).

S-mile Transport Planner Tool korzysta z informacji zawartych w bazach serwera (BIG DATA Server), a dotyczących danych szczegółowych wybranej firmy oraz danych dostępnych dla całego obszaru objętego analizą, na którym wykorzystywany jest system S-mileSys i realizowana jest usługa transportowa. Po podjęciu zlecenia przez przewoźnika narzędzia S-mile Fleet Management Tool i S-mile Freightier Tool, stanowiące wsparcie dla firm transportowych, stają się aktywne w systemie i następuje ciągła wy-

Rysunek 2

Schemat blokowy współpracy narzędzi w systemie S-mileSys



Źródło: opracowanie własne.

miana informacji pomiędzy nimi. Narzędzie wsparcia pracy dyspozytora S-mile Fleet Management Tool przesyła informacje do kierowcy dotyczące realizacji usług transportowych, jak również aktualizuje przebiegi tras. Rozwiązanie S-mile Freightier Tool, obejmujące aplikacje mobilne zainstalowane na urządzeniach typu smartphone czy tablet w pojazdach floty, wspiera pracę kierowców poprzez nawigowanie w obszarze sieci drogowej oraz organizację pracy zgodnie z zaplanowanym harmonogramem realizacji usług transportowych. Oprócz tych funkcji wspomagających pracę kierowców urządzenia mobilne z opracowaną aplikacją rejestrują dane opisujące stan jakości infrastruktury drogowej.

Dwa kolejne narzędzia: S-mile Visualizer Tool i S-mile Simulation Tool to rozwiązania, które przynoszą korzyści przestrzeni publicznej. Opierają się one na zbiorze danych pozyskanych i zawartych w systemie S-mileSys (BIG DATA Server) i pozwalają na analizę aktualnej sytuacji, symulację nowych rozwiązań, ocenę uzyskanych wyników oraz podjęcie planów działania lub strategii rozwoju w obszarze miasta, jak i miejskiego transportu towarowego. S-mile Simulation Tool pozwala na testowanie i weryfikowanie działań motywacyjnych, organizacyjnych, podatkowych oraz infrastrukturalnych, które będą miały wpływ na przestrzeń miasta w aspekcie gospodarczym, społecznym i ekologicznym. Umożliwia to ocenę zasadności i skuteczności symulowanego rozwiązania bez konieczności wcześniejszego wdrożenia. S-mile Visualizer Tool to rozwiązanie zorientowane na szczegółową wizualizację danych obejmujących usługi miejskiego transportu towarowego, jak również parametrów ruchu, stanu infrastruktury dro-

gowej oraz zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy ciężarowe.

Uproszczony schemat działania platformy S-mileSys wraz z określeniem wzajemnych zależności narzędzi systemu przedstawiono na rysunku 2.

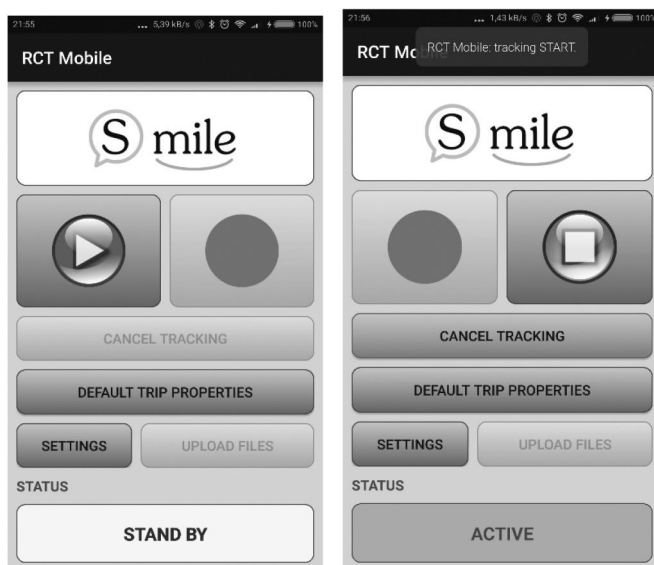
## Innowacyjne rozwiązanie kreowania jakości transportu towarów

Jednym z innowacyjnych rozwiązań zaproponowanych w systemie S-mileSys jest planowanie transportu towarów z uwzględnieniem jakości dróg transportowych. Oznacza to, że w systemie jest możliwe zaplanowanie wariantu trasy, która cechować się będzie najmniejszym oddziaływaniem sił zewnętrznych na przewożony ładunek. Wymagało to jednak opracowania modelu sieci drogowej badanego obszaru miasta z dodatkowym deskryptorem opisu infrastruktury — atrybutem jakości drogi. Jako miarę tego atrybutu przyjęto stan nawierzchni drogowych wyznaczony ze zbioru przyspieszeń liniowych działających na pojazdy podczas realizacji usług transportowych w obszarze badanego miasta. Rejestrowane dane zostają zagregowane i przypisane do poszczególnych odcinków międzywęzłowych w grafie odwzorowania sieci drogowej. Graf ten jest budowany na podstawie przebiegu tras i ich parametrów, pozyskanych z baz danych OSM.

Do rejestracji przyspieszeń liniowych działających na ładunek opracowano aplikację mobilną RCT mo-

Rysunek 3

Interfejs aplikacja RCT mobile do rejestracji dynamiki pojazdu



Źródło: opracowanie własne.

bile działającą na urządzeniach mobilnych zamontowanych w pojazdach firm transportowych. Opis dynamiki pojazdu został zrealizowany poprzez rejestrację przyspieszeń liniowych z wykorzystaniem modułu Microelectromechanical System (MEMS) wraz z identyfikacją lokalizacji za pomocą odbiornika Global Positioning System (GPS). Zrzuty ekranu aplikacji RCT mobile przedstawiono na rysunku 3.

Efektom działania aplikacji podczas realizacji usługi transportowej jest plik wynikowy z nagłówkiem opisu procesu oraz serią danych opisu dynamiki pojazdu w postaci:

*ID\_company; ID\_route; ID\_vehicle; vehicleType; freightWeight; vehicleWeight; fps; TansSped; 473; 05; SD; 5560; 2200; fast; 1495028191033; 49.7286; 18.8013; 2.5249; 10.0947; 1.1802; 19.80; 1495028191043; #; #; 0.8247; 10.0037; 0.7885; #; 1495028191053; #; #; -2.4073; 8.7715; 0.6124; #; 1495028191062; #; #; 1.4393; 8.8950; 0.5167; #; 1495028191072; #; #; -0.7054; 11.0956; 1.4936; #;*

Zarejestrowane dane z wykorzystaniem aplikacji RCT mobile są przesyłane na serwer RCT server, gdzie ma miejsce weryfikacja poprawności danych oraz filtracja nieistotnych lub błędnych odczytów. Po tym procesie następuje szacowanie wskaźników opisu stanu dróg transportowych z przypisaniem ich do seg-

mentów sieci drogowej wg map OSM. Dla zadanego odcinka drogi  $id\_seg$  na podstawie jednego przejazdu wskaźnik  $\delta$  jest szacowany wg zależności (1):

$$\delta(d)_{id\_seg} = \frac{1}{1 + e^{-\beta(d-T)}} \quad (1)$$

gdzie:

$d_{id\_seg}$  — suma bezwzględnych różnic kolejnych przyspieszeń liniowych (2),

$\beta$  — parametr zależny od stylu jazdy kierowcy,

$T$  — próg odciążenia drgań własnych pojazdu — wartość zależna od typu pojazdu,

$$d_{id\_seg} = \sum_i |a_i^y - a_{i-1}^y| \quad (2)$$

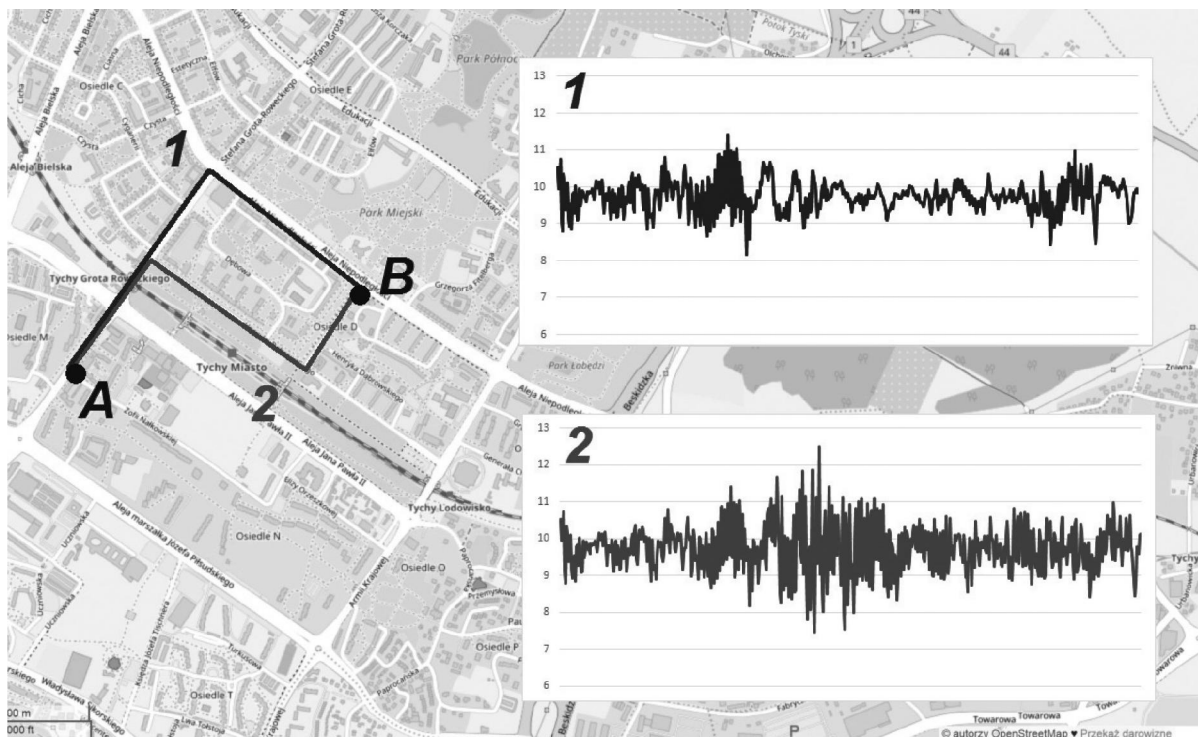
gdzie:

$a^y$  — rejestrowane przyspieszenia liniowe.

Na rysunku 4 przedstawiono wizualizację dwóch możliwych tras transportu towaru (1 i 2) z punktu A do punktu B z przypisanymi przyspieszeniami liniowymi opisu stanu jakości drogi zarejestrowanymi z wykorzystaniem aplikacji RCT mobile zamontowanej w pojazdach floty. Na podstawie przyjętego modelu sieci drogowej z deskrytorem jakości połączeń

Rysunek 4

Przebieg dróg transportowych z przypisanymi przyspieszeniami liniowymi



Źródło: opracowanie własne.

możliwe jest planowanie i optymalizacja przebiegu tras transportu towarowego w obszarze miasta objętym systemem S-mileSys.

## Podsumowanie

Dzięki результатам projektu S-mile w przyszłości, firmy przewozowe wykorzystają platformę S-mileSys do generowania lepszych tras dystrybucji w obszarze pierwszej/ostatniej mili przy uwzględnieniu kryteriów tradycyjnych optymalizacji oraz miar innowacyjnych opartych na podejściu proekologicznym i prospołecznym, jak również maksymalizacji jakości realizowanych usług transportowych w obszarze sieci drogowej. Dzięki wykorzystaniu nowoczesnych technologii ICT w tworzonym systemie S-mileSys, możliwe będzie zarządzanie dystrybucją i transportem towarów

zarówno w centrum dyspozytorskim firmy przewozowej oraz jej pojazdach, jak również wsparcie klientów zainteresowanych realizacją usługi transportowej. Klienci i spedytorzy wykorzystają system, aby zintegrować multimodalny transport towarów i zidentyfikować odpowiednich przewoźników w obszarze pierwszej/ostatniej mili.

Ośrodki badawcze, zarządcy infrastruktury czy władze lokalne przy wykorzystaniu systemu S-mileSys uzyskają wsparcie dotyczące oceny słuszności wdrożenia różnych działań motywacyjnych, organizacyjnych czy rozwiązań infrastrukturalnych. Pozwoli im to na wizualizację szczegółowych danych dotyczących realizowanych usług transportowych, parametrów ruchu, stanu infrastruktury drogowej oraz zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy ciężarowe. Reasumując, pozwoli to zainteresowanym podmiotom publicznym kreować przestrzeń miasta w aspekcie gospodarczym, społecznym i ekologicznym.

## Acknowledgements

The present research has been financed from the means of the National Centre for Research and Development as a part of the international project within the scope of ERA-NET Transport III Programme „Smart platform to integrate different freight transport means, manage and foster first and last mile in supply chains (S-MILE)”.



## Bibliografia

- Ballantyne, E.E.F., Lindholm, M. & Whiteing, A. (2013). A comparative study of urban freight transport planning: Addressing stakeholder needs. *Journal of Transport Geography*, (32), 93–101.
- Benjelloun, A., Crainic, T.G., Bigras, Y. (2010). Towards a taxonomy of City Logistics projects. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6217–6228.
- Bostel, N., Dejax, P., Lu, Z. (2005). The Design, Planning, and Optimization of Reverse Logistics Networks. In: *Logistics Systems: Design and Optimization*, 171–212.
- Cherrett, T. et al. (2012). Understanding urban freight activity — key issues for freight planning. *Journal of Transport Geography*, (24), 22–32.
- Clean Power for Transport: A European alternative fuels strategy*. COM (2013), 17.
- Gatta, V., Marcucci, E. (2014). Urban freight transport and policy changes: Improving decision makers' awareness via an agent-specific approach. *Transport Policy*, (36), 248–252.
- Giannopoulos, G.A. (2009). Towards a European ITS for freight transport and logistics: results of current EU funded research and prospects for the future European. *Transport Research Review*, 1(4), 147–161.
- Hernández, J.E., Poler, R., Mula, J. (2009). *A Supply Chain Architecture Based on Multi-agent Systems to Support Decentralized Collaborative Processes* (128–135). Working Conference on Virtual Enterprises PRO-VE 2009: Leveraging Knowledge for Innovation in Collaborative Networks.
- Lindholm, M., Behrends, S. (2012). Challenges in urban freight transport planning — a review in the Baltic Sea Region. *Journal of Transport Geography*, (22), 129–136.
- Masson, R., Trentini, A., Lehuédé, F., Malhéné, N., Péton, O., Tlahig, H. (2015). Optimization of a city logistics transportation system with mixed passengers and goods. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 1–29.
- Smart platform to integrate different freight transport means, manage and foster first and last mile in supply chains 2015*. ERA-NET Transport III. Sustainable Logistics and Supply Chains. Project Proposal.
- S-mile Report D4.1 Emission factor calculation tool, 2016, Smart platform to integrate different freight transport means, manage and foster first and last mile in supply chains*. Bilbao.
- S-mile Report D4.2 Road condition tool, 2016, Smart platform to integrate different freight transport means, manage and foster first and last mile in supply chains*. Bilbao.
- Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T. (2016). New Opportunities and Challenges for City Logistics. *Transportation Research Procedia*, (12), 5–13.
- Taniguchi, E. (2015). City Logistics for Sustainable and Liveable Cities. *Green Logistics and Transportation*, (4), of the series Greening of Industry Networks Studies, 49–60.
- Witkowski, J., Kiba-Janiak, M. (2014). The Role of Local Governments in the Development of City Logistics. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, (125), 373–385.