

**ROKSOLANA VORONINA**

dr, Narodowy Uniwersytet Politechniki Lwowska, Katedra Marketingu i Logistyki, ul. Mytropolyta Andreja, 5, 79-013 Lwów, e-mail: voronina@lp.edu.ua

# Wprowadzenie filozofii „smart city” w zarządzanie systemem transportowym Lwowa<sup>1</sup>

**Streszczenie.** Przedmiotem artykułu jest zastosowanie podejścia „smart city” w transportowym systemie Lwowa. Zdefiniowano filozofię „smart city” oraz przedstawiono główne cechy inteligentnych miast. Artykuł zawiera analizę głównych problemów systemu transportowego we Lwowie oraz propozycje w zakresie rozwoju tego systemu w kierunku miasta inteligentnego. Brak koordynacji pomiędzy strukturami, które kształtują układ komunikacyjny miasta, jest jednym z kluczowych zagadnień. Przedstawiono rezultaty projektu „Smart city Lviv” w 2015 roku w obszarze transportu. „Smart” ludzie we Lwowie zwiększają potencjał miasta jako inteligentnego. Analiza badania socjologicznego, przeprowadzonego w 2013 roku, pozwoliła na wyodrębnienie głównych problemów powiązanych z przemieszczaniem ludzi w mieście oraz na ocenę jakości miejskich przewozów transportem zbiorowym. W artykule wymieniono pozytywne strony i tendencje w rozwoju systemu transportowego miasta oraz innowacyjne rozwiązania. Zaprezentowano system zarządzania ruchem we Lwowie, z priorytetem dla transportu zbiorowego, który pozwolił na lepsze zorganizowanie ruchu pojazdów, wzrost jakości przewozów tramwajami na liniach z priorytetem oraz monitorowanie ruchu na skrzyżowaniach i w jego wyniku – wzrost bezpieczeństwa. Autor prezentuje propozycje w zakresie rozwoju transportu zbiorowego oraz promocji wykorzystania rowerów w podróży, jako wyniku realizowanego projektu „Smart city Lviv”. Niektóre z tych propozycji już zostały zrealizowane.

**Słowa kluczowe:** „smart city”, miasto inteligentne, transportowy system Lwowa, transport zbiorowy, system zarządzania ruchem.

## Wprowadzenie

Zwiększenie obciążenia miast, rosnąca urbanizacja, stała potrzeba utrzymania wzrostu gospodarczego i zagrożenia ekologiczne wymagają energooszczędnego sposobu życia w miastach, rozwoju ekologicznego oraz inteligentnego. Osiąga się to poprzez wprowadzenie technologii informatycznych wraz z pełnym wykorzystaniem możliwości digitalizacji informacji.

Globalizacja prowadzi do wzrostu liczby mieszkańców obszarów miejskich oraz wzrostu liczby pojazdów, a w konsekwencji zanieczyszczenia środowiska. Ludność miast szybko rośnie i według prognoz ONZ osiągnie 67% w 2050 roku [1]. Niekontrolowana urbanizacja może prowadzić do poważnych problemów społecznych i środowiskowych, a także w zakresie gospodarki miasta.

Coraz więcej osób korzysta z pojazdów prywatnych, około 6,2 mld indywidualnych podróży z wykorzystaniem zmotoryzowanych pojazdów odbywa się na co dzień w miastach. Zmiana stylu życia ludzi, wzrost konsumpcji powo-

dują wzrost indywidualnego wskaźnika motoryzacji w mieście. Liczba osób korzystających z transportu indywidualnego, według prognoz Komisji Europejskiej, wzrośnie o 34% do roku 2030, a do roku 2050 o 50% [2]. Ruch w miastach odpowiada za 40% emisji CO<sub>2</sub> i 70% emisji pozostałych zanieczyszczeń powodowanych przez transport drogowy [3].

Biorąc pod uwagę obecne trendy, do 2050 mieszkańiec miasta będzie spędzać około 106 godzin rocznie w korkach, czyli trzy razy więcej niż obecnie. A co jeszcze gorsze – przewiduje się, że prawie 0,5 mln ludzi będzie umierało w wypadkach drogowych każdego roku [4]. Błąd ludzki jest elementem 95% wszystkich wypadków drogowych na drogach europejskich, w których umiera rocznie więcej niż 30 000 osób, a rannych jest 1,5 miliona. Transport drogowy konsumuje również jedną czwartą całkowitego zużycia energii w Unii Europejskiej, powoduje jedną piątą emisji CO<sub>2</sub> w UE. [5]

Oczywiście, sytuacja ta może ulec zmianie, jeśli będą wdrożone innowacje w planowaniu przestrzennym i infrastrukturze.

Innowacje mogą być również wykorzystywane w rozwoju miejskim, mogą przyczynić się do efektywności wykorzystania zasobów, oszczędzania energii, ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko, a tym samym służyć poprawie jakości życia mieszkańców.

W dzisiejszych czasach, innowacyjne rozwiązania w dziedzinie transportu są głównie generowane przez aplikację cyfrową. Dane zbierane przez aplikacje lub przez osoby trzecie często są publicznie dostępne i mogą być wykorzystywane przez interfejsy w innych aplikacjach. Organizacje rządowe i pozarządowe generują dane w formie dokumentów, baz danych, rejestrów itp., ale te informacje nie zawsze były dostępne dla publiczności. Udostępnianie danych dla publiczności zwiększa wydajność działań w miastach, zachęca społeczność do zaangażowania w działania w zakresie zarządzania sprawami publicznymi i udziału w podejmowaniu decyzji miejskich oraz państwowych. Dostępność danych sprzyja efektywności działań rządów oraz pozwalają na wprowadzanie nowych usług, które z kolei poprawiają życie obywateli. Mieszkańcy oraz użytkownicy transportu publicznego coraz częściej domagają się, by ich miasta funkcjonowały „inteligentnie”, by dostępne były informacje w formie cyfrowej, w szczególności aktualizacje informacji o ich podróżach w czasie rzeczywistym. Koncepcja „smart city” (inteligentnych miast) obraca się wokół

<sup>1</sup> ©Transport Miejski i Regionalny, 2016.

bardziej zintegrowanego podejścia do danych i usług w zakresie transportu miejskiego. Otwarty dostęp do danych pozwala zaoszczędzić czas i pieniądze w procesie gromadzenia tych informacji.

### Idea „smart city”

Idea „smart city” opiera się na innowacyjnym rozwoju urbanistycznym, który łączy równowagę ekologiczną i gospodarczą. Za „smart” albo inteligentne uważa się takie miasta, które używają technologii cyfrowej w celu zwiększenia wydajności miast oraz poprawy jakości życia mieszkańców, zmniejszenia kosztów i zużycia energii, efektywniejszego udziału mieszkańców w zarządzaniu.

Istnieją różne podejścia do definiowania „smart city”. „Smart city” może określać „miasto, które wykorzystuje technologie informacyjno-komunikacyjne w celu zwiększenia interaktywności i wydajności infrastruktury miejskiej i jej komponentów, a także do podniesienia świadomości mieszkańców” [6; 7].

Podstawowe „smart” sektory obejmują gospodarkę, rząd, ludzi, środowisko, transport, energię, edukację. W inteligentnych miastach technologie cyfrowe przyczyniają się do lepszych usług komunalnych, wydajniejszego wykorzystania zasobów i ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko.

Profesor B. Cohen ocenia „smart cities” i układa rankingi inteligentnych miast od 2012 roku, wykorzystując koło inteligentnego miasta jako bazę dla zrozumienia jego sześciu kluczowych elementów: środowisko, ludzie, mobilność, życie, gospodarka, rząd. Około 400 potencjalnych wskaźników dla oceny inteligentnych miast zostało opracowanych przez profesora B. Cohena.

Inteligentne miasto powinno zaspokajać potrzeby mieszkańców bez uszczerbku dla zaspokojenia potrzeb przy-

szłych pokoleń (mieszkańców). Przewiduje ono zrównoważony rozwój miasta oraz zaspokajanie potrzeb społecznych, gospodarczych i środowiskowych, w tym poprawę jakości życia mieszkańców oraz obniżenie kosztów miast i przedsiębiorstw znajdujących się na jego terytorium.

„Smart city” jest podejściem do zrozumienia nowej dziedziny systemów miejskich (Urban Systems), która wykorzystuje rzeczywiste dane, aby pomóc miastom poprawiać jakość życia mieszkańców. To podejście jest wykorzystywane na całym świecie, szczególnie w miastach, takich jak: Tel Aviv, Dublin, Londyn, Manchester, Barcelona, Nicea, Nowy Jork, Minneapolis, Chicago, San Francisco, Guadalajara, Rio de Janeiro, Santiago, Pekin, Szanghaj, Tokio i innych. Te miasta rozumieją, że wykorzystując i analizując rzeczywiste dane, mogą działać efektywniej i usprawniać funkcjonowanie różnych dziedzin miasta, np. zarządzania ruchem, gospodarki, turystyki, emisji, zaopatrzenia energetycznego, gospodarki ścieków, oczyszczania i modernizacji infrastruktury wodnej i innych.

Kluczowe cechy inteligentnych miast to:

- wysoka jakość życia mieszkańców (wysoki poziom materialny, zaspokajanie potrzeb kulturowych i duchowych mieszkańców),
- zrównoważony rozwój gospodarczy,
- ekosystemowe podejście do zarządzania miastem,
- sprawiedliwość społeczna,
- zrównoważona mobilność,
- zaangażowanie społeczności w zarządzanie miastem,
- odpowiedzialna władza.

Komisja Europejska zwraca uwagę, że w inteligentnych miastach technologie cyfrowe przekładają się na lepsze usługi publiczne dla obywateli, lepsze wykorzystanie zasobów i mniejszy wpływ na środowisko. Komisja Europejska określiła obszary priorytetowe dla innowacyjnego rozwoju inteligentnych miast, które obejmują miejską mobilność, zrównoważone budownictwo i interoperacyjność proceduralną [ 9].

Organizacja inteligentnego miasta jest złożonym procesem, który łączy różne obszary działalności od minimalnego poziomu wykorzystania platform cyfrowych do ujednoliconej komunikacji. Proces ten powinien zawierać dane otwarte, do których mieszkańiec ma dostęp, jak również do wszystkich niezbędnych informacji, cennych dla procesów biznesowych, podanych w wyczerpującym zakresie, w sposób otwarty i przyjazny oraz na platformach społecznych.

Innowacyjne inteligentne rozwiązania w dziedzinie technologii informatycznych sprzyjają oszczędnościom, poprawie stanu środowiska naturalnego oraz zwiększeniu konkurencyjności miasta. Innowacja w inteligentnych miastach obejmuje odpowiednie aplikacje i usługi, nowoczesne systemy logistyki i transportu, technologie informacyjne i komunikacyjne, chipy RFID dla wszystkich typów czujników potrzebnych do zbierania danych i łączenia ich w sieci.

W inteligentnych miastach miejska infrastruktura fizyczna jest zintegrowana z cyfrową. Czujniki i inteligentne liczniki zainstalowane w całym mieście mogą dostarczać



Rys.1. Koło inteligentnego miasta prof. B. Cohena

Źródło: [8]

cyfrową informację o natężeniu ruchu, dostępności miejsc na parkingach, zużyciu energii, wypadkach drogowych, warunkach pogody i inne. Dzięki tej informacji, za pomocą smartfonów lub innych urządzeń mobilnych, mieszkańcy mogą zaplanować najlepszą trasę po mieście. Takie podejście pozwala na wykorzystanie infrastruktury bardziej elastycznie i indywidualnie.

Szacuje się, że w 2016 roku inteligentne miasta zainwestują w sprzęt i czujniki ponad 30 mld euro. A do 2020 w inteligentną infrastrukturę miejską na całym świecie będą inwestowane setki miliardów euro [10]. W wyniku tych inwestycji, znaczna część budynków w tych miastach będzie wyposażona w inteligentną technologię automatyczną, a integralną częścią infrastruktury miejskiej będą multimodalne węzły komunikacyjne, łączące różne rodzaje transportu.

Obywatele są siłą napędową inteligentnych miast. Infrastruktura Internetu jest tylko katalizatorem umożliwiającym oferowanie nowych, lepszych usług i efektywniejsze wykorzystanie zasobów w mieście.

W rankingu europejskich inteligentnych miast 2014 roku [11] na pierwszym miejscu jest Luksemburg. W tym zestawieniu znajduje się też 5 polskich miast: Rzeszów, Białystok, Bydgoszcz, Szczecin oraz Kielce. Ocenianych było pięć „inteligentnych” obszarów: gospodarka, mieszkańcy, zarządzanie, środowisko, życie. W światowym rankingu inteligentnych miast Juniper Research uznało za najlepsze w tym zakresie: Barcelonę, Nowy Jork, Londyn, Niceę, Singapur [12]. Natomiast Smart City Expo uznało za liderów „smart cities”: Bandung (Indonezja), Buenos Aires (Argentyna), Kurytyba (Brazylia), Dubaj (Zjednoczone Emiraty Arabskie), Moskwa (Rosja), Peterborough (UK).

### „Smart city” dla systemu transportowego Lwowa

Podejście „smart city” jest dość nowym na Ukrainie. Kraj ten wprowadził pewne inicjatywy na rzecz rozwoju inteligentnych miast we Lwowie, Winnicy i Kijowie.

W marcu 2015 roku Lwowska Szkoła Biznesu wspólnie z Lwowską Radą Miejską zorganizowała projekt „Smart City Lwów”, w ramach którego przy pomocy ekspertów z różnych miast oraz krajów zbadała problemy Lwowa w zakresie różnych dziedzin: transportu, bezpieczeństwa, środowiska, gospodarki oraz dotyczące władz miasta. Rezultaty badań uzyskane w oparciu o podejście *big data* oraz propozycje rozwiązań przekazano do urzędu miasta Lwowa. [13]

Problemy zdiagnozowane we Lwowie są podobne do tych w innych miastach. Wśród głównych można wymienić brak komunikacji między departamentami i agencjami odpowiedzialnymi za funkcjonowanie miasta. Aby uniknąć tego problemu, ważnym jest wykorzystywanie *big data*, gromadzenie danych, analiza systemowa oraz wymiana danych w obrębie miasta. Umożliwia to miastom przewidzieć różne aktywności i rezultaty własnych decyzji, a także lepiej zrozumieć wzajemne oddziaływanie podsystemów. Wykorzystując to podejście, można obniżyć od 20% do 50% kosztów funkcjonowania miasta.

W wyniku tego projektu Lwowska Rada Miejska utworzyła wydział „Smart city”, który został odpowiedzialny za

rozwój miasta jako inteligentnego. Niektóre rekomendacje, które otrzymało miasto w wyniku projektu już zostały wprowadzone, a niektóre są na etapie wprowadzania. Wśród głównych osiągnięć warto wyodrębnić funkcjonowanie elektronicznego administrowania usług mieszkańca oraz utworzenie „Własnego gabinetu mieszkańca” na elektronicznej platformie oferującej różne usługi.

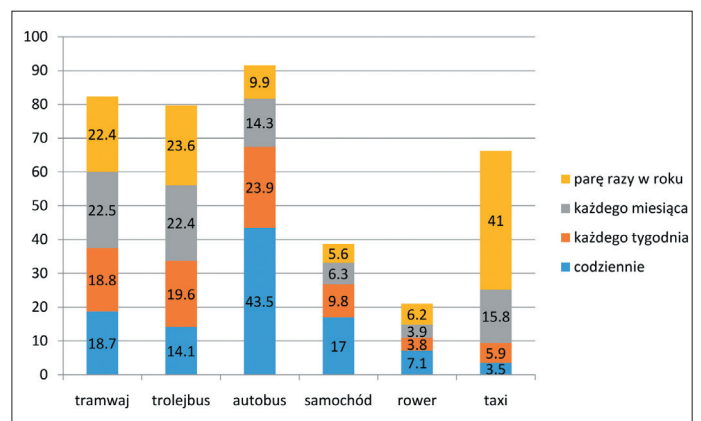
Wdrażając metodę „smart city” w transportowy system miasta, rozpoczęto od poszukiwania wąskiego gardła w tym systemie, aby zaproponować narzędzia do jego udroźnienia i, tym samym, poprawy zarządzania transportem w mieście.

W ramach projektu zbadano działalność wszystkich jednostek odpowiedzialnych za funkcjonowanie systemu transportowego we Lwowie, a mianowicie: Zarząd Transportu i Komunikacji, Lwivelektrotrans (przewoźnik), Centrum Sterowania Ruchu oraz zajezdnie. Przeanalizowano działanie każdej jednostki jako odrębnej, a także ich współdziałanie jako całość.

Do badań zastosowano metodę analizy i syntezy, uogólnienia, metody graficzne, weryfikacji, metody statystyczne. Przeprowadzono wywiad ekspertów, analizę danych wtórnych (wyniki badań socjologicznych, raporty generowane przez wydziały i inne), do analizy sytuacji wykorzystano łączenia wskaźników społecznych i infrastrukturalnych, analizę przepływów ruchu, wskaźnika zużycia infrastruktury oraz taboru. Zbadano liczbę pojazdów taboru miejskiego transportu zbiorowego (tramwaje, trolejbusy, autobusy), liczbę przewiezionych pasażerów miesięcznie, liczbę mandatów za przejazd bez biletów, liczbę parkingów, schematy marszrut miejskiego transportu zbiorowego oraz schematy parkingów i ścieżek rowerowych. Uwzględniono także analizę oceny transportowego systemu miasta (jakości usług, taboru, preferencji środków komunikacji, trwałość podróży i inne) przez mieszkańców.

Diennie we Lwowie przewozi się około 1 miliona pasażerów. Dla przewozów pasażerów wykorzystywano: 600–650 autobusów (w tym 135 niskopodłogowych), 65 trolejbusów, 75 tramwajów.

Z przeprowadzonego badania socjologicznego [14] wynika, że najczęściej wykorzystywane środki transportu we Lwowie to: autobusy, tramwaje oraz samochody prywatne. Często, w ciągu jednego dnia oraz jednej podróży, mieszkańcy wykorzystują różne środki transportu (rys.2).

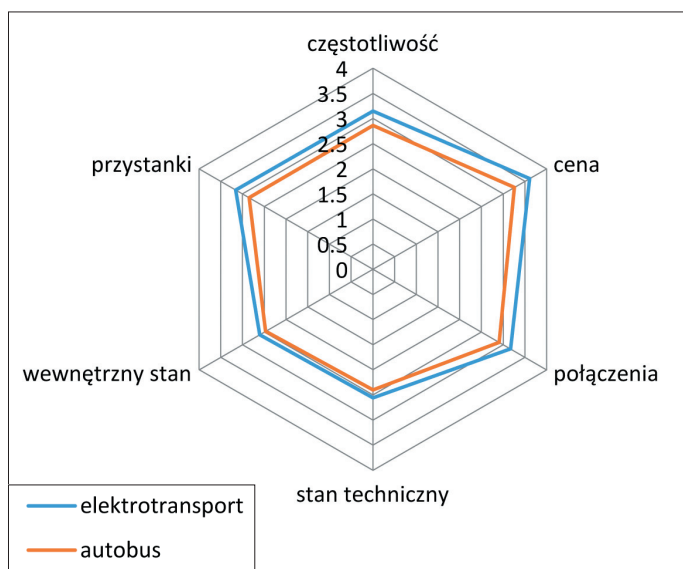


Rys. 2. Podział zadań przewozowych (%) we Lwowie

Jak pokazuje rysunek 2, najczęściej wykorzystywanym środkiem transportu w mieście jest autobus, chociaż zadowolenie z jakości transportu autobusowego jest na niskim poziomie. Przewozy autobusami realizują prywatni przewoźnicy i oni oferują największą liczbę usług.

We Lwowie funkcjonuje jeden komunalny przewoźnik – Lvivelektrotrans, który oferuje usługi transportu tramwajami i trolejbusami oraz pięciu prywatnych przewoźników autobusowych.

Jakość przewozów tramwajami oraz trolejbusami pasażerowie oceniają wyżej niż autobusami, chociaż generalnie jakość usług transportowych jest jeszcze na niskim poziomie [14] (rys. 3).



Rys. 3. Ocena jakości miejskich przewozów transportem zbiorowym (w 5 stopniowej skali).

Jak również pokazuje rysunek 3, jakość usług transportu zbiorowego jest na niskim poziomie, zwłaszcza biorąc pod uwagę stare pojazdy wykorzystywane do obsługi komunikacji miejskiej.

Godzinami szczytu we Lwowie są 7:00 do 10:00 oraz 17:00 do 19:00.

Zbadano również wykorzystanie rowerów w podróżach miejskich. Ten środek transportu może być alternatywą dla samochodów oraz transportu zbiorowego, a jego rozwój wymaga mniej środków niż rozwój komunikacji publicznej.

Badania potwierdziły, że 18,2% mieszkańców Lwowa posiada rowery, a 7,1% wykorzystuje je jako główny środek transportu po mieście [14]. Ten poziom można podnieść głównie poprzez poprawę infrastruktury oraz zapewnienie informacji o możliwości bezpiecznego podróżowania. Głównymi barierami wykorzystywania rowerów jako środka transportu są niedostateczna liczba parkingów dla rowerów oraz ścieżek rowerowych, obawa przed jazdą na rowerze po lwowskich ulicach, stan zdrowia mieszkańców, wiek, dostępność samochodu, brak możliwości zmiany odzieży albo skorzystania z prysznicy po dojeździe do pracy, brak nawyków. Wymienione bariery przy równoczesnej woli mieszkańców wykorzystywania rowerów w podróżach miej-

skich świadczą o obiecującej perspektywie rozwoju tego sposobu podróżowania.

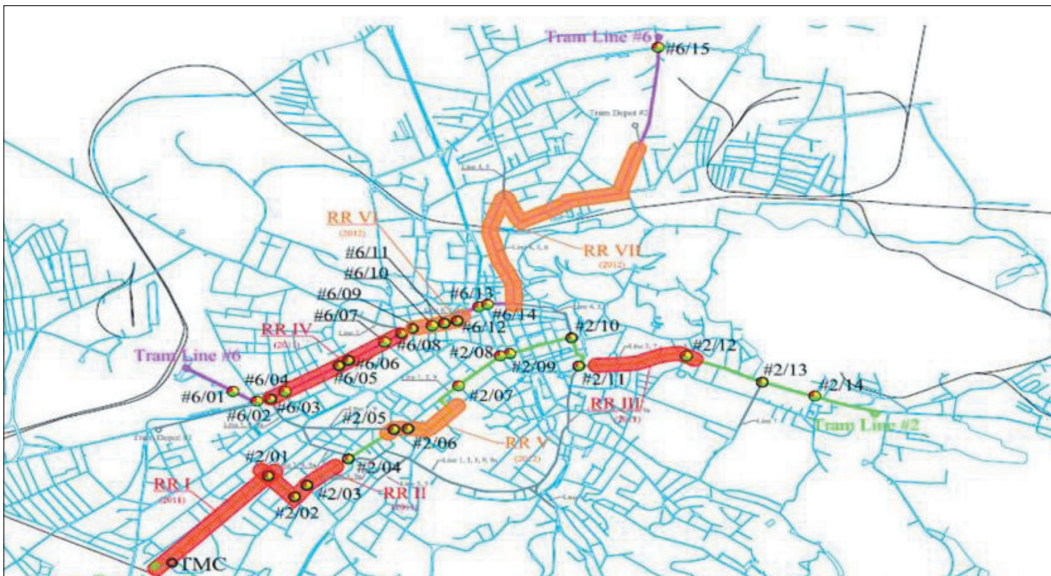
Analizując problemy w działalności struktur zarządzających transportowym systemem we Lwowie, uznano że ich działalność koncentruje się na rozwiązywaniu doraźnych problemów i bieżącej działalności. Mało uwagi poświęca się działaniom strategicznym, analizie wskaźników i metod monitorowania efektywności systemu. Na przykład w strategii miasta dotyczącej transportu określa się wskaźnik udziału pasażerów przewożonych ekologicznymi środkami transportu (w tym rowerami), których nie wyznacza się w ogóle.

Istnieje brak koordynacji między strukturami, które wpływają na układ komunikacyjny miasta: wydziałem transportu i komunikacji, wydziałem planistycznym miasta, komunalnym przedsiębiorstwem „Lvivelektrotrans”, zarządem dróg, wydziałem rozwoju miasta, policją drogową, prywatnymi przewoźnikami. W wydziale transportu nie ma systemu analitycznego do przetwarzania gromadzonych danych, w związku z tym on nie kumuluje i nie analizuje danych niezbędnych dla zarządzania systemem transportowym miasta. Transportowy model miasta wymaga aktualizacji.

Są również pozytywne tendencje w rozwoju systemu transportowego miasta. Wprowadzono monitorowanie i kontrole działalności prywatnych przewoźników poprzez instalacje nawigacji GPS we wszystkich pojazdach. Koncepcja usprawnienia parkingów i stref dla pieszych w centrum miasta, zatwierdzona przez Komitet Wykonawczy dnia 12 kwietnia 2013, ma na celu usprawnienie parkowania w centrum miasta oraz równoległego tworzenia deptaków – przestrzeni wolnej od ruchu zmotoryzowanego. Koncepcja pomaga w poprawie sytuacji transportowej w mieście, która jest zdominowana ruchem samochodowym.

Do innowacyjnych rozwiązań w transportowym systemie Lwowa warto zaliczyć, pierwszy na Ukrainie wydzielony pas ulicy w centralnej części miasta dla transportu zbiorowego. Ten eksperyment odniósł sukces, co pozwoliło na wdrożenie wydzielonych pasów dla autobusów na innych ulicach, pomimo że z uwagi na regulacje prawne było to trudne do zrealizowania. Warto podkreślić, że centralna część starego miasta jest zamknięta dla transportu prywatnego i otoczona słupkami ograniczającymi (bollardami). Dostawa do sklepów i restauracji w tej części odbywa się w godzinach porannych.

System zarządzania ruchem z priorytetem dla transportu zbiorowego jest realizowany przez Swarco Traffic Systems GmbH na dwóch liniach tramwajowych: 2 i 6 (rys. 4). System pozwala na lepsze zorganizowanie ruchu pojazdów, wzrost jakości przewozów tramwajami na wymienionych liniach oraz monitorowanie ruchu na skrzyżowaniach i wynikające z tego większe bezpieczeństwo. W ramach tego projektu został przebudowany chodnik, zrekonstruowano torowiska tramwajowe, utworzono Centrum Sterowania i Kontroli Ruchu, w oparciu o natężenie ruchu inicjowano priorytet ruchu tramwajowego na wymienionych trasach, aby zmniejsz-



Rys. 4. Obszar systemu zarządzania ruchem z priorytetem dla linii tramwajowych 2 i 6  
Źródło: [15]

szyc czas podróży pasażerów, zainstalowano tablice na przystankach informujące pasażerów o przyjeździe tramwaju. Zostały odnowione sieci światłowodowe, na skrzyżowaniach zainstalowano kontrolery zarządzania 40V, światła LED 40V, fotodetektory w każdym kierunku, kamery 360 stopni, przyciski wywołania sygnału zielonego, strategiczne detektory zliczające pojazdy, systemy wideo kontrolujące bezpieczeństwo na skrzyżowaniach. W tramwajach zainstalowano niezbędne inteligentne urządzenia i wprowadzono aktywną integrację wszystkich urządzeń.

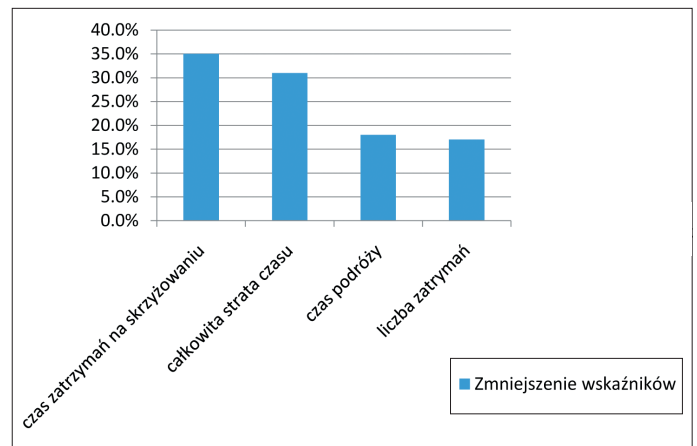
Pomiary pokazują, że średni czasu przejazdu, liczba zatrzymań i straty czasu uległy zmniejszeniu (rys. 5):

- 35% – skrócenie czasu zatrzymań na skrzyżowaniu,
- 31% – zmniejszenie całkowitej straty czasu podróży,
- 20% – skrócenie czasu podróży i opóźnień tramwajów,
- 10% – spadek opóźnienia ruchu na skrzyżowaniu.

Koncepcja lokalnego trybu adaptacyjnego na skrzyżowaniach pozwoliła na 15% wzrost przepustowości skrzyżowań ze względu na sprawność sygnalizacji świetlnej. Detekcja ruchu jest podstawą trybu sterowania, system decyduje o przedłużeniu postoju o każdą sekundę lub o przełączeniu na zielone światło. Wszystkie etapy włączają się na żądanie, jeżeli go nie ma, to system zapewnia ciągle sygnał zielony na głównej drodze.

Koncepcja priorytetu ruchu tramwajowego pozwoliła na zmniejszenie czasu przejazdu tramwaju na trasie linii 2 o 21%. System Flash lokalizuje tramwaje i liczy czas jego przybycia na skrzyżowanie oraz fizyczny kontakt z czujnikami i pętlami indukcyjnymi pozwala na porównanie czasu dojazdu z czasem obliczeniowym. System wyznacza moment włączania i trwałości zielonego światła w zależności od obliczeniowego czasu dojazdu tramwaju oraz na żądanie (rys. 6).

Rozwój systemu sterowania ruchem pozwala na rozwiązania optymalizacyjne w postaci algorytmów sterowania indywidualnie dla każdego skrzyżowania. Informacja o położeniu tramwaju, odchyleniu od rozkładu jazdy i inne są

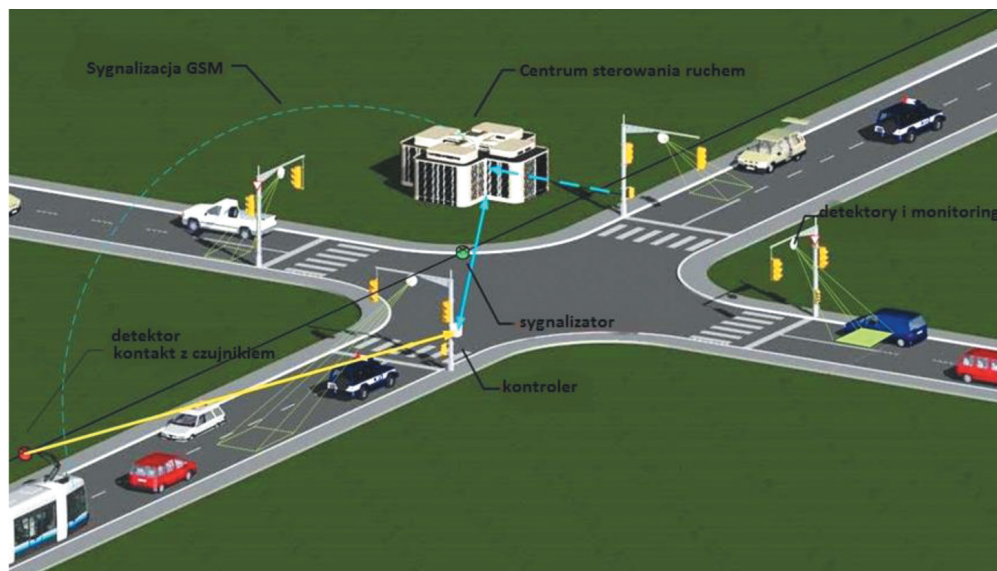


Rys. 5. Poprawa wskaźników podróży tramwajami 2 i 6 po wprowadzeniu systemu zarządzania ruchem

przesyłanie do Centrum Sterowania Ruchem. Ta informacja służy do monitorowania i kontroli transportu zbiorowego, a także jest wyświetlana na tablicach informacji pasażerskiej na niektórych przystankach.

Przeprowadzone badania i analiza dostępnych danych pozwoliły określić potrzeby mieszkańców w dziedzinie transportu i mobilności w mieście. Głównymi problemami są:

- brak oznakowania transportu publicznego, w szczególności autobusów, oraz przystanków, co skutkuje trudnością wyboru właściwego środka transportu publicznego;
- niewłaściwe zachowanie ludzi: parkowanie samochodów na ulicach w nieodpowiednich miejscach, przechodzenie przez ulice w niedozwolonych miejscach, przejazd bez biletu w tramwajach i trolejbusach;
- niebezpieczeństwo w ruchu drogowym;
- kongestia;
- nieracjonalne wykorzystanie floty pojazdów, taboru transportu zbiorowego;
- zanieczyszczenie środowiska przez wielką liczbę starych autobusów oraz samochodami osobowymi i inne.



Rys. 6.  
Przykładowe skrzyżowanie z obszarowym systemem sterowania ruchem

W ramach projektu rozwoju transportowego systemu Lwowa jako miasta inteligentnego zaproponowano wiele rozwiązań, nie tylko z wykorzystaniem *big data*, ale też dla rozwoju miejskiej mobilności i kształtowania nowej kultury mobilności. Najpierw zaproponowano projekty proste i łatwe w realizacji. Propozycje dotyczyły promocji zbiorowego transportu miejskiego oraz rowerów, na początku uwzględniając poprawę dostępności do informacji o przewozach. Niektóre propozycje dotyczyły przewozów ładunków, chociaż są one trudne do realizacji z uwagi na państwowe przepisy prawne.

Warto wymienić propozycje dotyczące poprawy jakości transportu pasażerów:

- oznakowanie transportu zbiorowego (w środku i na zewnątrz) oraz przystanków, łącznie z QR-codem do pobrania dla GoogleMaps;
- opracowanie aplikacji dla smartfonów do planowania podróży transportem zbiorowym w języku ukraińskim oraz angielskim;
- rozwój priorytetów transportu zbiorowego („inteligentnych” świateł, dobór poszczególnych pasów ruchu dla transportu zbiorowego);
- dostępne online informacje o czasie przyjazdu transportu zbiorowego oraz możliwość planowania marszrut z wykorzystaniem różnych środków transportu, w tym roweru, ze wskazaniem parkingów (rozwój GIS – geoinformacyjnej przestrzeni);
- poprawa zarządzania ruchem poprzez pełniejsze korzystanie z oprogramowania, w tym dostępnego PTV Visum, które wymaga aktualizacji i przeszkolonych operatorów;
- wprowadzenie biletu elektronicznego z pełnym zestawem funkcji, możliwości łączenia różnych środków transportu zbiorowego oraz zakupu biletów online poprzez stosowną aplikację;
- możliwe zachęty i naciski na przewoźników, aby podnieśli jakość usług transportowych;
- potrzeba odnowienia taboru, w szczególności uruchomienie elektrobusek, zwiększenie produkcji tramwajów „Electron” (lwowski producent);

- zakończenie wewnętrznej obwodnicy we Lwowie;
- inicjowanie budowy albo przekształcenia parkingów na Park & Ride oraz ich widoczne oznakowanie;
- promowanie miejskiego transportu zbiorowego poprzez prezentowanie poprawy jego jakości oraz zwiększenie świadomości mieszkańców na temat miejskiej kultury mobilności.

Niektóre z ostatnich propozycji są średnio albo długoterminowe, jednak zostały zaplanowane i przewidziane w budżecie miasta.

Kolejne rozwiązania, które mogą być realizowane w ramach rozwoju systemu sterowania ruchem, powinny dotyczyć innych linii tramwajowych oraz większej liczby skrzyżowań. Priorytety powinny zostać zastosowane nie tylko do wymienionych tramwajów, ale też dla policji, pogotowia, straży pożarnej. Wprowadzenie elektronicznego biletu pozwoli na wdrożenie wielu dodatkowych projektów służących podwyższeniu jakości komunikacji miejskiej. Integracja systemów Centrum monitorowania ruchu oraz policji pozwoli na wzrost bezpieczeństwa na drodze.

Jak pokazuje badanie, mieszkańcy Lwowa chętnie korzystaliby z roweru jako głównego środka transportu w mieście. Dlatego powinno się zachęcać do tych zachowań, zwłaszcza z uwagi na fakt, że projekty rowerowe najczęściej wymagają mniej środków finansowych niż projekty związane z transportem zbiorowym.

Zachęcanie do korzystania z rowerów wiąże się z koniecznością niezwłocznego rozwoju rowerowej infrastruktury, w tym miejskiej wypożyczalni rowerów Bike & Ride oraz promowaniem wykorzystania rowerów dla dojazdu do pracy oraz uczelni. Dla zmniejszenia obaw przed miejskimi podróżami rowerami opracowano mobilną aplikację „Bezpieczna mobilność rowerowa”, która umożliwia planowanie bezpiecznych marszrut przez ścieżki rowerowe, parki i bezpieczne ulice, omijając drogi z intensywnym ruchem drogowym. Ludzie nie jeżdżą rowerami, gdyż brakuje ścieżek rowerowych. Taka aplikacja może im pomóc. W zakresie rozwoju ruchu rowerowego Lwów jest jednym z najle-

piej rozwijających się miast na Ukrainie. W 2015 roku Lwów jako pierwsze miasto na Ukrainie zainicjowało miejską wypożyczalnię rowerową, która w pełnym wymiarze rozpoczęła działanie w sezonie wiosennym 2016 roku. Firma Nextbike, która działa w wielu innych krajach, rozpoczęła funkcjonowanie z 5 stacjami i ma rozszerzyć obszar działania do 22 w 2016 roku.

Rozwiązywanie problemów z niewydajnym i nieefektywnym zarządzaniem przewozami ładunków w mieście należy rozpocząć od skutecznej analizy aktualnej sytuacji. Informacji o aktualnych przepływach nikt nie zbiera i nie analizuje w mieście, nie ma też koordynacji przewozów ładunków. Jedynym narzędziem w tym zakresie jest zakaz wjazdu do centrum starego miasta i wydzielone godziny dla dowozu zaopatrzenia w tym obszarze oraz zakaz wjazdu ciężarówek do centralnych obszarów miejskich.

Aby zarządzać ruchem w mieście, niezbędne jest zebranie i analiza dużej ilości informacji, podobnie jak analizy zachowań transportowych ludzi w mieście i budowy aktualnych modeli ruchu.

### Podsumowanie

Lwów jest uważany za jedno z najbardziej rozwiniętych ukraińskich miast pod względem aktywności firm IT. Miasto zostało wpisane w 2014 do Global Innovation Cities Index [16]. W celu rozwoju w stronę inteligentnego miasta Lwów planuje wprowadzić szereg usług dla mieszkańców. W szczególności obywatele otrzymają karty elektroniczne, będą mieli dostęp do aplikacji mobilnych umożliwiających płatności za usługi publiczne i inne oraz dostęp do dokumentów elektronicznych. Systemy informacyjne wszystkich agencji państwowych i użyteczności publicznej zostaną również zunifikowane.

Aktywnie angażująca się społeczność jest kluczową cechą inteligentnego miasta, a właśnie na tym opierają się sukcesy Lwowa. Mieszkańcy miasta aktywnie włączają się do podejmowania decyzji związanych z rozwojem miasta. Niektóre propozycje w ramach projektu „smart city” były wdrożone we współpracy z lwowską firmą informatyczną „Softserve” oraz mieszkańcami miasta i uczestnikami projektu, jak na przykład elektroniczny *gabinet mieszkańca*. W marcu 2016 roku zaczęła działać aplikacja mobilna *Lviv Transport Tracker* do planowania podróży miejskim transportem zbiorowym i jego monitorowania, którą stworzył wolontariusz [17].

Innym wdrożonym przez uczestników „smart city” projektem stał się *carpooling* „Pidwezu” (Podwozie), który pozwala na poszukiwanie oraz kojarzenie osób dojeżdżających do miejsc pracy lub nauki na tych samych trasach w obrębie miasta Lwowa. System, który zaczął funkcjonować latem 2015 roku, już stał się bardzo popularny.

Na Ukrainie istnieją też inne przykłady narzędzi zrealizowanych z wykorzystaniem nowoczesnych technologii w usługach publicznych. Na przykład rada miasta Winnicy wprowadziła szereg usług opartych na oprogramowaniu Microsoft w celu skutecznego współdziałania z mieszkańcami.

Władze lokalne na Ukrainie rzadko uczestniczą w podobnych projektach na rzecz rozwoju miasta inteligentnego, chociaż zauważają narastający problem kongestii, niedoskonałej organizacji i zarządzania miejskim transportem zbiorowym etc. Głównym problemem jest brak zintegrowanego podejścia do zarządzania transportem w mieście i słabej współpracy różnych lokalnych interesariuszy. Istnieje również potrzeba opracowania środków i narzędzi do oceny efektywności wdrażanych projektów.

### Literatura

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352)*. UN, 2014.
2. European Commission, Commission Staff Working Document Accompanying the White Paper – *Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*, Brussels, 28.03.2011, SEC, 391 final, 2011.
3. *Zielona Księga w kierunku nowej kultury mobilności w mieście* {SEK(2007) 1209} KOM (2007) 551, Komisja Europejska. Bruksela 2007.
4. Arthur D., *The Future of Urban Mobility – towards networked multimodal cities of 2050*, Little future lab A.D.L., 2011.
5. *Digital agenda for Europe. A Europe 2020 Initiative. Mobility*, European Commission, <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/mobility> (ostatni dostęp 10.12.2015).
6. Azkuna I. (red.), *Smart Cities Study: International study on the situation of ICT, innovation and Knowledge in cities*, The Committee of Digital and Knowledge based Cities of UCLG, Bilbao 2012.
7. Sobczak A., *Jak można zdefiniować „smart city”* (<http://inteligentnemiasta.pl/jak-mozna-zdefiniowac-smart-city-cz-1/4906/>; ostatni dostęp 25.02.2016);
8. Cohen B., *The smart City Wheel*. (<http://www.smart-circle.org/smart-city/boyd-cohen-smart-city-wheel/> ostatni dostęp 22.02.2015).
9. *European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities – Strategic Implementation Plan*, The European Commission. 14.10.2013 ([http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/sip\\_final\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/sip_final_en.pdf) ostatni dostęp 25.02.2015);
10. Oficjalna strona firmy doradczej NavigantResearch: <http://www.navigantresearch.com/research/smart-cities>.
11. *European smart cities ranking* <http://www.smart-cities.eu/ranking.html> (ostatni dostęp 25.02.2016).
12. Juniper research, *Barcelona named global smart city 2015*, <http://www.juniperresearch.com/press/press-releases/barcelona-named-global-smart-city-2015> (ostatni dostęp 25.02.2016).
13. *Podsumowanie projektu „Smart city”*, Lwowska Rada Miejska. <http://city-adm.lviv.ua/portal-news/society/lviv-changes/224084-chy-mozhut-ukrainski-mista-staty-rozumnymy-ulvovi-rozpovily-pro-pidsumky-proektu-smart-city> (ostatni dostęp 15.05.2015).
14. *Badanie jakości życia we Lwowie 2013 r.*, Socjologiczna agencja „Fama”, 2013.
15. *System sterowania ruchem we Lwowie*, Swarco Traffic Systems GmbH (materiały niepublikowane).
16. 2thinknow® & associated entities 2thinknow innovation-agency (ostatni dostęp 25.02.2016).
17. Aplikacja mobilna Lviv Transport Tracker na google play: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dmytrofrolov.lvivstops>. (ostatni dostęp 01.03.2016).