

Rozbudowa Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego w ramach projektu Rozwój Systemu Zarządzania Transportem Publicznym w Krakowie¹

PIOTR DERA

mgr inż., Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie, Zespół Organizacji Transportu, ul. Centralna 53, 31-586 Kraków, e-mail: pdera@zikit.krakow.pl

MICHAŁ WOJTASZEK

mgr inż., Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie, Zespół Organizacji Transportu, ul. Centralna 53, 31-586 Kraków, e-mail: mwojtaszek@zikit.krakow.pl

Streszczenie: Przedmiotem artykułu jest opis rozbudowy Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego w ramach projektu Rozwój Systemu Zarządzania Transportem Publicznym, realizowanego przez Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie w latach 2013–2015. Autorzy w pierwszej kolejności zaprezentowali cele oraz historię budowy Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego, który realizowany jest w Krakowie od 2005 roku. Następnie omówiono poszczególne elementy systemu i jego funkcjonalność. W dalszej części artykułu zaprezentowano założenia realizowanego projektu rozbudowy Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego, a także opisano jego najważniejsze nowe elementy. Na zakończenie przedstawiono wizję planów na przyszłość, dotyczących rozwoju Systemu TTSS, realizowanych również przy ewentualnym udziale środków pochodzących z Unii Europejskiej.

Słowa kluczowe: transport pasażerski, zarządzanie transportem zbiorowym, nadzór ruchu tramwajowego

Wprowadzenie

Konieczność przemieszczania jest jedną z charakterystycznych cech ludzi od czasów prehistorycznych. Wraz z rozwojem cywilizacji, a w szczególności miast, rozrastała się również infrastruktura komunikacyjna. We współczesnym świecie ludzie chcą przemieszczać się coraz szybciej i pewniej. Przybywa pojazdów na ulicach naszych miast, gdzie funkcjonują również środki transportu publicznego. Negatywnym skutkiem rosnącego ruchu są zakłócenia w jego prawidłowym funkcjonowaniu, które coraz gorzej są odbierane przez mieszkańców.

Szybkie przekazanie pasażerom pojazdów komunikacji miejskiej i kierowcom pojazdów indywidualnych informacji o występujących utrudnieniach zwiększa szanse na to, że ludzie podejmą próbę ich ominięcia, na przykład poprzez zmianę środka transportu. Informacja ta również jest niezbędna osobom nadzorującym funkcjonowanie transportu, aby mogły one szybko zareagować na nieprzewidziane sytuacje wpływając na optymalizację podejmowanych decyzji. W związku z tym w obecnych czasach coraz większą wagę zyskują różnorodne systemy nadzorujące ruch na ulicach miast, zarówno drogowy, jak i komunikacji miejskiej [1,2]. Elementami takich systemów są: Obszarowy System Sterowania Ruchem,

który odpowiada za działanie sygnalizacji świetlnej, a także System Nadzoru Ruchu Tramwajowego, który jest tematem tego artykułu. Pierwszy system odpowiada za nadzór nad działaniem sygnalizacji świetlnej, a także jest w stanie zareagować w przypadku wykrycia anomalii występujących w sieci drogowej. Drugi system nadzoruje ruch pojazdów tramwajowych, dzięki czemu może poinformować pasażerów o rzeczywistym czasie oczekiwania na pociąg tramwajowy na konkretnym przystanku. Budowa obu systemów współpracujących ze sobą rozpoczęła się w Krakowie na początku obecnego wieku. Dziś, po dekadzie prac inżynierskich, Kraków jest na półmetku procesu, który docelowo powinien objąć całą sieć komunikacyjną miasta, zarówno drogową, jak i transportu zbiorowego.

Cel budowy Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego

W ramach budowy pierwszej linii Krakowskiego Szybkiego Tramwaju podjęto decyzję o rozpoczęciu tworzenia Systemu Sterowania Ruchem. W 2005 roku Agencja Rozwoju Miasta podpisała umowę z konsorcjum firmy Siemens, złożonym z polskiego i niemieckiego oddziału, na realizację systemu składającego się z dwóch elementów:

- Systemu Sterowania Ruchem UTCS – odpowiedzialnego za sterowanie sygnalizacjami świetlnymi oraz za nadzór nad ich prawidłowym funkcjonowaniem,
- Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego TTSS – odpowiedzialnego za nadzór nad ruchem tramwajów oraz za sterowanie tablicami informacji pasażerskiej.

Oba systemy planowano uruchomić w 2007 roku, ale z uwagi na opóźnione prace budowlane związane z przebudową rond Mogińskiego i Grzegórzeckiego, a także realizacją tunelu tramwajowego pod Dworcem Głównym, ich uruchomienie przesunęło się o rok, a końcowa kalibracja Systemu Sterowania Ruchem trwała aż do 2010 roku.

Podstawowym celem realizacji Systemu Sterowania Ruchem było przyspieszenie przejazdu pociągów tramwajowych w tak zwanym Korytarzu Szybkiego Tramwaju KST (czyli na trasie linii 50), prowadzącym z pętli na Kurdwanowie przez ulice Wielicką, Starowiślną, Grzegórzecką, aleję Powstania Warszawskiego, tunel tramwajowy do pętli Krowodrza Górka. Drugim założeniem przy tworzeniu systemu było usprawnienie przejazdu dla ruchu in-

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2016. Wkład autorów w publikację: P. Dera 50%, M. Wojtaszek 50%.

dywidualnego przez ciąg drogowy od alei 29 Listopada, przez aleje Trzech Wieszczy, ulic Konopnickiej, Kamińskiego do ulicy Wielickiej, jako swoistej rekompensaty dla kierowców, wynikającej z przyznania priorytetu dla tramwajów w korytarzu KST.

Aby zrealizować te cele, niezbędne było powstanie nie tylko samego systemu dedykowanego do sterowania sygnalizacjami świetlnymi, ale również drugiego systemu, który miał być odpowiedzialny za lokalizację pociągów tramwajowych na terenie miasta, będąc również wykorzystywany do realizacji następujących funkcji:

- kontroli punktualności realizacji rozkładu jazdy, identyfikacji miejsc, w których rozkładowy czas przejazdu różni się od rzeczywistego;
- realizacji priorytetu dla pociągów tramwajowych na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną;
- realizacji predykcji czasów przyjazdu pociągów tramwajowych na przystanki, celem wyświetlenia na tablicach Dynamicznej Informacji Pasażerskiej.

System Nadzoru Ruchu Tramwajowego firmy Trapeze

Wraz z Obszarowym Systemem Sterowania Ruchu wdrożono również System Nadzoru Ruchu Tramwajowego TTSS (Tram Traffic Supervision System). System ten zaprojektowany został przez firmę Siemens VDO, która w wyniku dalszych przekształceń obecnie nosi nazwę Trapeze Switzerland GmbH i wciąż oferuje tego typu rozwiązania informatyczne.

System Nadzoru Ruchu Tramwajowego w początkowej konfiguracji składał się z następujących elementów [3]:

- autokomputerów IBISPlus zamontowanych w tramwajach (196 pociągów tramwajowych);
- serwerów sterujących i koordynujących pracę systemu zainstalowanego w centrum sterowania ZIKiT;
- 44 tablic informacji pasażerskiej zamontowanych na przystankach pierwszej linii KST (po jednej na peron przystankowy oprócz peronów dla wysiadających na pętlach);
- dwóch stacji dyspozytorskich umieszczonych w siedzibie ZIKiT przy ulicy Centralnej i Głównej Dyspozytorskiej przy ulicy św. Wawrzyńca umożliwiając nadzór nad transportem zbiorowym;
- serwerów i access-pointów zamontowanych w zajezdniach w celu komunikacji pomiędzy systemem a pojazdami.

Każdy z tramwajów podłączonych do systemu TTSS wyposażony został w autokomputer IBISPlus, składający się z następujących elementów:

- radia GPRS do komunikacji z serwerami,
- karty pamięci z bazą danych o rozkładach jazdy,
- odbiorników GPS do lokalizacji pozycji,
- radia analogowego do łączności ze sterownikami sygnalizacji świetlnej.

Dodatkowo w kabinie motorniczego w tramwajach zainstalowano elektroniczne panele, za pomocą których prowadzący pojazd ma możliwość korzystania z informacji za-

pisanych w komputerze. Motorniczy po zalogowaniu się i wyborze odpowiedniej linii i kursu w trakcie przejazdu po mieście na bieżąco ma wyświetlane informacje o następujących przystankach, przystanku końcowym i odchyłce od rozkładu jazdy.

Wszystkie informacje o położeniu, odchyłce od rozkładu jazdy itp. są przesyłane do Centrum Sterowania Ruchem ZIKiT, wyświetlane na ekranie stacji dyspozytorskich i zapisywane w tzw. logach. Informacje te mogą posłużyć do nadzoru nad transportem zbiorowym czy określania miejsc, w których występują utrudnienia w ruchu. Podstawowym celem tych informacji jest wykorzystanie ich w określeniu predykcji czasów przyjazdu na poszczególne przystanki, by móc następnie wyświetlić informację o przewidywanych czasach odjazdów na tablicach Dynamicznej Informacji Pasażerskiej znajdujących się na przystankach.

W obrębie skrzyżowań objętych Obszarowym Systemem Sterowania Ruchem tramwaj, zbliżając się do sygnalizacji świetlnej, wysyła telegram poprzez radio analogowe do sterownika sygnalizacji świetlnej. Dzięki temu sterownik, posiadając odpowiedni program sygnalizacyjny oraz otrzymując informację o zbliżającym się pojeździe, jego odchyłce od rozkładu jazdy i kierunku dalszego przemieszczania się, może przygotować przejazd przez skrzyżowanie bez zatrzymania. W przypadku większych skrzyżowań o bardziej skomplikowanym algorytmie sterowania może być wykorzystywanych kilka telegramów (wysyłanych w zależności od położenia od skrzyżowania lub innych zdarzeń jak zamykanie/otwieranie drzwi pojazdu). Pojazd po opuszczeniu skrzyżowania wysyła kolejny telegram z informacją, że opuścił skrzyżowanie i sygnalizacja świetlna wraca do normalnej pracy.

W ramach systemu TTSS wykonano dwie stacje dyspozytorskie o identycznej funkcjonalności. Zainstalowana aplikacja umożliwia określenie lokalizacji poszczególnych pociągów tramwajowych wraz z numerem linii, którą obsługują, kierunkiem jazdy oraz numerem służbowym prowadzącego pojazd. Widoczna jest również odchyłka od rozkładu jazdy, a dzięki zastosowaniu odpowiedniego rozróżnienia kolorów operator od razu widzi, czy dany pojazd jedzie planowo, jest opóźniony czy przyspieszony. Powyższe dane można odczytać dla wszystkich pojazdów z podziałem na poszczególne linie i ich trasy, zarówno na diagramie, jak i tabelarycznie. Aplikacja umożliwia również ręczne sterowanie tablicami Dynamicznej Informacji Pasażerskiej poprzez wyświetlanie informacji o występujących utrudnieniach zarówno w ostatniej linijce tablic DIP, jak i w miejscu prezentacji końcówki, do której zmierza dana linia. Możliwe jest również całkowite wyłączenie tablic lub tylko prezentacji poszczególnych kursów. Wszystkie informacje dostarczane na stacje dyspozytorskie oraz operacje na nich wykonywane są zapisywane w archiwum.

Nowe elementy systemu nadzoru ruchu tramwajowego w kolejnych latach

W ramach prowadzonych inwestycji przez Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie na terenie całego miasta do Systemu Nadzoru Ruchu

Tramwajowego włączane były kolejne ciągi tramwajowe, na których instalowano nowe tablice Dynamicznej Informacji Pasażerskiej. Były to następujące projekty:

- modernizacja ciągu tramwajowego ulic Franciszkańskiej i Dominikańskiej – 7 nowych tablic DIP – 2010 rok;
- budowa linii tramwajowej na Mały Płaszów – 13 nowych tablic DIP – 2010 rok;
- budowa linii tramwajowej łączącej ulicę Brożka oraz Kampus UJ wraz z systemem sterowania ruchem i nadzoru – I etap – 18 nowych tablic DIP – lata 2012–2013;
- budowa linii tramwajowej, łączącej ulicę Brożka oraz Kampus UJ wraz z systemem sterowania ruchem i nadzoru – II etap – 27 nowych tablic DIP – 2013 rok;
- przebudowa linii tramwajowej na odcinku Rondo Mogiłskie – aleja Jana Pawła II – Plac Centralny wraz z systemem sterowania ruchem w Krakowie – 2 nowe tablice DIP – 2014 rok;
- budowa estakady tramwajowej pomiędzy ulicami Wielicką i Lipską – 3 nowe tablice DIP – 2015 rok.

Rozbudowa Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego w ramach projektu Rozwoju Systemu Zarządzania Transportem Publicznym w Krakowie

Pozytywne efekty uruchomienia Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego skłoniły ZIKiT do jego rozbudowy, tak aby elementy systemu objęły wszystkie pociągi tramwajowe i większość przystanków tramwajowych na terenie miasta z przygotowaniem systemu do dalszego rozwoju na sieć autobusową [4].

W tym celu w ramach projektu pn. „Rozwój Systemu Zarządzania Transportem Publicznym w Krakowie” przygotowano został Kontrakt 1: Rozbudowa Systemu Zarządzania Transportem Publicznym (TTSS). Kontrakt ten dodatkowo podzielono na dwa etapy, będące jednocześnie dwoma osobnymi kontraktami. Ich najważniejsze elementy to:

Etap I – Rozwój systemu centralnego wraz z dostawą interfejsów do wymiany danych:

- rozwój systemu centralnego, aplikacji dyspozytorskiej i systemów zajezdniowych;
- aktualizacja oprogramowania użytkowanego w komputerach pokładowych oraz tablicach informacji pasażerskiej;
- dostawa zestawu interfejsów dla wymiany danych z zewnętrznymi systemami informacji;
- dostawa oprogramowania do analizy i raportowania danych statystycznych pochodzących z systemu TTSS.

Etap II – Rozbudowa Systemu Zarządzania Transportem Publicznym (TTSS):

- integracja z Systemem Zarządzania Transportem Publicznym części floty tramwajowej,
- rozszerzenie systemu dynamicznej informacji pasażerskiej,
- dostawa i montaż tablic prezentujących informacje o sieci komunikacyjnej Krakowa,

W ramach powyższych kontraktów przewidziane zostały między innymi następujące elementy:

- dostawa i instalacja niezbędnych urządzeń, materiałów i oprogramowania (niezbędnego sprzętu IT i oprogramowania) dla wykonania przedmiotowego zadania wraz dostarczeniem licencji na oprogramowania,
- dostawa i wymiana istniejących kart sieciowych (modemów) WiFi w 196 komputerach pokładowych z podwyższonym standardem zabezpieczenia połączeń,
- dostawa i instalacja układów zapowiedzi głosowych w 37 tablicach DPI,
- dostawa i instalacja oprogramowania niezbędnego dla dokonania aktualizacji w 196 komputerach pokładowych i 110 tablicach DPI wraz z dostawą licencji na oprogramowania,
- dostawa 30 komputerów pokładowych (samej jednostki centralnej ze wszystkimi niezbędnymi modułami i panelami kierowców (MDT – Mobile Data Terminal) wraz z oprogramowaniem i licencjami,
- dostawa i instalacja 203 kompletnych i oprogramowanych tablic DPI na określonych przystankach tramwajowych na terenie miasta Krakowa wraz z dostarczeniem licencji na oprogramowanie,
- dostawa i instalacja 14 kompletnych przedmiotowych tablic na określonych miejscach na terenie miasta Krakowa.

Przetargi na realizację obu kontraktów w 2013 roku wygrało konsorcjum firm Trapeze, składające się z polskiego i szwajcarskiego oddziału. Rozbudowy Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego podjęła się więc firma, która kilka lat wcześniej stworzyła go w Krakowie.

Nowe tablice Dynamicznej Informacji Pasażerskiej

Najbardziej dostrzegalnym dla pasażerów efektem prowadzonego projektu był montaż 203 nowych tablic Dynamicznej Informacji Pasażerskiej (DIP) uzupełniony o 14 ekranów LCD prezentujących informacje o sieci komunikacyjnej Krakowa (fot.1). Przed rozpoczęciem realizacji projektu na przystankach na terenie Krakowa zlokalizowanych było 109 tablic DIP, przy czym 44 były to najstarsze urządzenia, posiadające tylko trzy linijki do wyświetlania informacji. W wyniku realizacji projektu, a także montażu jeszcze kilku dodatkowych tablic w ramach innych inwestycji, właściwie wszystkie przystanki tramwajowe na terenie Krakowa wyposażone zostały w tablice DIP, prezentujące informację o przewidywanych czasach przyjazdu pociągów tramwajowych na przystanek. Urządzenia te nie zostały jedynie zainstalowane na trasach tramwajowych na Walcownię i do Pleszowa, a także na przystanku „Elektromontaż”. We wszystkich tych przypadkach trasy tramwajowe przebiegają jednak przez teren mało zurbanizowany, a linie tramwajowe charakteryzują się znacznym zużyciem infrastruktury. Jednak w ramach innej inwestycji przewidziano montaż tablicy na pętli w Pleszowie, która w najbliższym czasie ma być poddana gruntownej przebudowie.



Fot. 1. Widok tablicy Dynamicznej Informacji Pasażerskiej. Fot. Michał Wojtaszek

W zakresie realizowanego projektu stosowane były przede wszystkim tablice pięciowierszowe, znane na ulicach Krakowa z wcześniejszych inwestycji. Tablice te zastąpiły również najstarsze wyświetlacze na trasie Krakowskiego Szybkiego Tramwaju. Stare tablice nie zostały jednak wycofane z eksploatacji. Pomimo siedmiu lat nieustannej pracy na krakowskich przystankach pierwsze wyświetlacze niezmiennie sprawują się bardzo dobrze, dzięki czemu mogły zostać przeniesione na przystanki, przez które przebiega mniejsza liczba linii. Tablice te zainstalowano między innymi na trasie na Cichy Kącik oraz na terenie Nowej Huty.

Poza standardowymi tablicami pięciowierszowymi na najbardziej obciążonych przystankach zainstalowano duże tablice prezentujące od 8 do 10 odjazdów, w zależności od zastosowanej wielkości czcionki. Urządzenia te pojawiły się między innymi na przystankach przy pierwszej obwodnicy.

Wszystkie tablice, za wyjątkiem najstarszych 44 wyświetlaczy, wyposażone zostały w przycisk służący do uruchamiania zapowiedzi głosowej dla osób niewidomych i niedowidzących. Przycisk posiada dźwiękowe naprowadzanie, dzięki czemu nawet osoba niewidoma jest w stanie go namierzyć i uruchomić. Po jego naciśnięciu, syntezyzator mowy odczytuje przewidywany czas odjazdu kolejnych kursów prezentowanych na tablicy. Dodatkowo odczytywany jest komunikat dla pasażerów, jeżeli został on ustawiony przez operatora systemu.

Na masztach wszystkich tablic planowane jest również umieszczenie kodu QR, dzięki czemu osoby posiadające telefony komórkowe z odpowiednią aplikacją po zeskanowaniu kodu będą w stanie uzyskać informację o przewidywanych czasach odjazdu z danego przystanku w dowolnym momencie.

Poza tablicami LED na ulicach Krakowa zainstalowanych zostało 14 ekranów LCD, przeznaczonych do prezentacji informacji o sieci komunikacyjnej Krakowa. Tablice te pojawiły się między innymi w rejonie Dworca Głównego, na rondzie Mogiłskim oraz na placu Inwalidów. Obecnie prezentowane są na nich najbliższe odjazdy pociągów tramwajowych z węzłów, przy których są zainstalowane. Dodatkowo na tablicach znajduje się schemat danego węzła, a także pojawiają się informacje ogólne i związane

z ewentualnymi utrudnieniami w ruchu oraz pogoda na najbliższe dni. Tablice te są pomocne szczególnie w przypadku, gdy tramwaje jadące w jednym kierunku odjeżdżają z dwóch różnych przystanków. Wówczas pasażer nie musi szukać właściwego przystanku i sprawdzać godziny odjazdu na tablicach peronowych, tylko w jednym miejscu może sprawdzić czas odjazdu najbliższych kursów, po czy od razu udać się na najbliższy przystanek.

Warto jeszcze wspomnieć o symbolu sygnalizującym pasażerom kurs obsługiwany przez tabor niskopodłogowy, który pojawił się na tablicach DIP również w ramach realizowanego projektu. Obecnie bowiem, jeżeli dany kurs obsługiwany jest przez pojazd posiadający niską podłogę, wówczas na tablicy obok numeru linii i nazwy końcówki pojawia się symbol wózka inwalidzkiego. Dzięki temu pasażerowie, posiadając informację o zbliżającym się tramwaju niskopodłogowym, mogą pominąć wcześniejsze kursy obsługiwane przez tabor niedostosowany do potrzeb osób o ograniczonej zdolności ruchowej i wybrać komfortowy tramwaj.

Nowe autokomputery w pojazdach

W ramach projektu budowy Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego w latach 2005–2008, jak wspomniano powyżej, zakupionych i zainstalowanych zostało 196 kompletów autokomputerów pokładowych IBISPlus. Na terenie Krakowa w dzień roboczy kursowało wówczas w przybliżeniu 220 pociągów na około 250 pociągów tramwajowych w inwentarzu MPK. Biorąc jednak pod uwagę, że tablice DIP oraz priorytet dla tramwajów na sygnalizacjach świetlnych funkcjonowały wówczas tylko na ciągu pierwszej linii Krakowskiego Szybkiego Tramwaju, taka liczba autokomputerów była wystarczająca. Oczywistym był jednak fakt, że w przypadku rozwoju Systemu, wszystkie pociągi tramwajowe będą musiały zostać wyposażone w tego typu urządzenia.

Krakowskie MPK, będące operatorem sieci tramwajowej, w ramach zakupu nowego taboru uwzględniło również zakup i montaż nowych autokomputerów, dzięki czemu ich liczba uległa zwiększeniu (na przykład dzięki dostawie 24 wagonów tramwajowych Bombardier NGT8). Wciąż jednak brakowało urządzeń do wszystkich pojazdów. W związku z tym w ramach prowadzonego projektu unijnego zdecydowano się na zakup 30 autokomputerów, z jednoczesną aktualizacją i ujednoliceniem oprogramowania w urządzeniach już stosowanych w krakowskich tramwajach.

W ramach projektu uwzględniono również rozszerzenie dotychczasowej funkcjonalności autokomputerów, które obecnie w znacznej części zajmują się również sterowaniem informacją pokładową, w tym zarówno wyświetlaczem, jak i zapowiedzi głosowych, a także kontroli działania automatów biletowych czy kasowników. Jedynie w przypadku najstarszych typów wyświetlaczy nie udało się podłączyć urządzeń do autokomputera, ale wyłącznie z powodu braku możliwości uzyskania opisu protokołów komunikacji.

Biorąc pod uwagę zakup nowych 30 autokomputerów w ramach prowadzonego projektu, a także realizowaną obecnie przez krakowskie MPK dostawę 36 wagonów PESA 2014N, wyposażonych fabrycznie w autokomputery IBISPlus, na początku 2016 roku wszystkie pociągi tramwajowe powinny już być wyposażone w tego typu urządzenia, a więc tym samym podłączone do Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego. Pozostanie również nadwyżka kilku autokomputerów, które będą mogły być wykorzystane jako urządzenia rezerwowe.

System do analizy i raportowania danych statystycznych

Kolejnym elementem zrealizowanym w ramach projektu było uruchomienie oprogramowania Business Intelligence, służącego do analizy i raportowania danych statystycznych pochodzących z systemu TTSS (fot.2).

W dotychczasowej wersji oprogramowania dyspozytorskiego, wdrożonego w chwili budowy Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego, istniała możliwość kontroli odchyleń od punktualnej realizacji rozkładów jazdy poszczególnych kursów lub linii na przestrzeni określonego i niestety ograniczonego czasu. Rozwiązanie to było wystarczające do kontroli punktowych w krótkim okresie czasu. Brakowało jednak narzędzia do prowadzenia analiz na podstawie kursów wielu linii z dłuższego okresu czasu. W tym celu zdecydowano się na wdrożenie modułu do analizy i raportowania danych statystycznych.

Oprogramowania Business Intelligence pozwala właściwie na dowolną analizę posiadanych danych, zbieranych nieustannie przez system TTSS. Możliwy jest wybór badanego odcinka, przedziału czasowego, całych linii, a nawet konkretnych wariantów linii, rodzaju taboru itp. Wykonawca oprogramowania przygotował szereg raportów, wśród których występują między innymi: odchylenie od rozkładu jazdy, czas przejazdu pomiędzy przystankami, czas postoju na przystankach czy interwały pomiędzy poszczególnymi kursami.

Raporty generowane są zarówno w postaci tabel, jak i wykresów. Określone są wartości minimalne, maksymalne, średnia, mediana czy odchylenie standardowe. Możliwe jest również stworzenie własnych raportów.



Fot. 2. Widok centrum dyspozytorskiego. Fot. Michał Wojtaszek

Narzędzie to może służyć zarówno do lokalizacji odcinków sieci tramwajowej, na których generowane są opóźnienia w stosunku do planowanego rozkładu jazdy, a w konsekwencji do korekty rozkładów jazdy, jak i kontroli działania samego oprogramowania systemu TTSS, na przykład sprawdzenia zmierzonych odległości pomiędzy przystankami.

Dynamiczne trasowanie

Gdy tablice Dynamicznej Informacji Pasażerskiej zainstalowane były tylko na przystankach linii tramwajowej numer 50, znacznie łatwiej można było zachować kontrolę nad informacjami prezentowanymi na poszczególnych wyświetlaczach. Wraz ze zwiększaniem się liczby tego typu urządzeń na przystankach w Krakowie rosły również oczekiwania pasażerów dotyczące funkcjonowania całego systemu. Podstawowy problem stanowi prezentacja danych o przyjazdach w momencie wystąpienia utrudnień na trasie lub całkowitego zablokowania przejazdu na danym odcinku. Wówczas tramwaje nie jadą lub kierowane są na trasę objazdową, a na przystankach pozostają zdezorientowani pasażerowie obserwujący na tablicy wyświetlana informację, że tramwaj przyjedzie za minutę. Oczywiście możliwe jest wyłączenie konkretnych odjazdów na tablicach, a także umieszczenie ręcznie komunikatu o występujących utrudnieniach w ruchu. Nie zawsze jednak jest czas i możliwość, aby to uczynić. Pomocą w takich przypadkach służyć ma dynamiczne trasowanie, czyli kolejny nowy element, który pojawił się w ramach rozwoju Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego (TTSS).

Operator systemu otrzyma narzędzie, za pomocą którego w szybki sposób będzie mógł umieścić na określonej liczbie tablic informację o zmianie trasy danej linii. Rozwiązanie w zależności od sytuacji i wybranego scenariusza automatycznie usunie z tablic na wyłączonym odcinku informację o braku realizacji kursów, natomiast na nowej trasie umieści planowane godziny odjazdów danej linii. Dodatkowo na nowej trasie objazdowej zachowany ma być priorytet dla tramwajów na sygnalizacjach świetlnych.

Wykonawca systemu TTSS zaproponował dwa rozwiązania dynamicznego trasowania: planowane i dynamiczne. W pierwszej wersji informacje o trasie objazdowej przygotowywane są wcześniej przez operatora systemu i po wybraniu odpowiedniego scenariusza mogą być od razu zastosowane. W przypadku wersji dynamicznej dyspozytor w momencie tworzenia objazdu musi samodzielnie zdefiniować objazd. Scenariusz stworzony dynamicznie może jednak zostać zachowany i po uzupełnieniu niezbędnych informacji zapisany jako planowany i być wykorzystany przy następnych utrudnieniach w ruchu.

Otwarcie Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego

Jednym z warunków stawianych wykonawcy przy rozbudowie Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego (TTSS) było otwarcie tego systemu zarówno na użytkowników, jak i urządzenia zewnętrzne. W związku z tym zamawiający wymagał przygotowania protokołów, które umożliwią komunikację z innymi systemami informatycznymi, dzięki czemu w najbliższej przyszłości możliwe będzie między innymi:

- udostępnienie w Internecie informacji o najbliższych odjazdach pojazdów komunikacji miejskiej ze wszystkich przystanków;
- przekazanie danych uzyskiwanych przez system TTSS do odbiorców zewnętrznych celem, na przykład, utworzenia wyszukiwarki połączeń uwzględniającej bieżące utrudnienia w ruchu występujące na ulicach miasta;
- przekazywanie danych z systemu TTSS do zewnętrznych urządzeń, na przykład prywatnych tablic DIP umieszczonych w sklepach wielkopowierzchniowych czy restauracjach;
- umożliwienie podłączenia do systemu TTSS pojazdów wyposażonych w autokomputery innych producentów.

Proces otwierania systemu TTSS na zewnętrznych użytkownikach i nowe urządzenia jest skomplikowany i wymaga przygotowania środowiska komputerowego, które z jednej strony zapewni odpowiednie bezpieczeństwo i stabilność całego systemu, przy jednoczesnym przygotowaniu odpowiedniej przepustowości dla kanałów przekazujących dane. Jednym z pierwszych elementów otwarcia systemu TTSS będzie udostępnienie w Internecie możliwości sprawdzenia czasu pozostałego do przyjazdu najbliższych pociągów tramwajowych ze wszystkich przystanków. Już sama ta funkcjonalność powinna zrewolucjonizować sposób korzystania przez pasażerów z komunikacji miejskiej.

W tym miejscu warto wspomnieć również o przygotowaniu przez wykonawcę nowego oprogramowania służącego do konwersji danych z programu BusMan, w którym przygotowywane są rozkłady jazdy, do Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego. Nowy interfejs tzw. mostek nie tylko poprawił sam proces transferu danych, ale również umożliwił jego uproszczenie dla operatora systemu.

Dalsze plany rozwoju Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego

Rozbudowa Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego w ramach Projektu Rozwoju Systemu Zarządzania Transportem Publicznym w Krakowie dobiega końca, jednak w chwili obecnej znajdujemy się na półmetku działań, których finałem ma być włączenie trójki autobusowej do wielkiego Systemu Nadzoru Ruchu Pojazdów Komunikacji Miejskiej. W ramach zrealizowanego projektu już poczyniono pierwsze działania mające na celu otwarcie systemu na innych producentów oprogramowania i wyposażenia pojazdów. Najbliższe plany obejmują podjęcie działań zmierzających do podłączenia autobusów firmy Mobilis spółka z o.o. do Systemu. Także krakowskie MPK dysponuje pewną liczbą autobusów wyposażonych w autokomputery. Dzięki temu będzie można podjąć próbę ich włączenia do systemu TTSS. Wszystkie te działania muszą być jednak powiązane z przygotowaniem odpowiedniej infrastruktury technicznej na terenie poszczególnych zajezdni autobusowych. Trzeba również rozpocząć proces przetwarzania danych rozkładów jazdy linii autobusowych do systemu TTSS. Osobną kwe-

stię stanowi również zakup i montaż tablic Dynamicznej Informacji Pasażerskiej na przystankach autobusowych na terenie miasta. Oczywiście jest, że przystanków tych jest znacznie więcej niż tramwajowych. Jednocześnie nie wszędzie występuje potrzeba montażu elektronicznych wyświetlaczy. W dalszej kolejności będzie można rozważać włączenie przystanków zlokalizowanych poza Krakowem.

Podsumowanie

System Nadzoru Ruchu Tramwajowego funkcjonuje w Krakowie od 2008 roku. W ciągu ostatnich lat udało się go rozbudować tak, że na początku 2016 roku swoim zasięgiem obejmuje wszystkie pociągi tramwajowe oraz większość przystanków tramwajowych na terenie miasta. W naszym mieście obecnie funkcjonuje 317 tablic LED i 145 ekranów LCD Dynamicznej Informacji Pasażerskiej, a w przeciągu najbliższych tygodni w użyciu będzie 286 autokomputerów IBISplus.

System ten jest bardzo dobrym narzędziem zarówno do nadzorowania funkcjonowania sieci tramwajowej na obszarze Krakowa, jak i przekazywania dokładnych informacji o czasie przyjazdu tramwajów oraz występujących utrudnieniach pasażerom korzystającym z komunikacji miejskiej, a zwłaszcza oczekującym na przystankach. Najbliższe lata dają nadzieję na dalszą rozbudowę tego systemu, przede wszystkim na trójce autobusową, również dzięki środkom finansowym pozyskanym z Unii Europejskiej.

Rozbudowa Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego wchodzącego w skład projektu pn. „Rozwoju Systemu Zarządzania Transportem Publicznym w Krakowie” współfinansowany jest w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2007–2013, działanie: 8.3 „Rozwój inteligentnych systemów transportowych”. Całkowita wartość projektu wynosi: 46 149 354 złotych, natomiast wartość dofinansowania: 32 027 840 złotych.

Rozbudowa systemu zarządzania transportem publicznym (TTSS) „Etap I – Rozwój systemu centralnego wraz z dostawą interfejsów do wymiany danych” wynosi: 3 072 270 złotych, natomiast wartość dofinansowania: 2 123 113 złotych.

Rozbudowa systemu zarządzania transportem publicznym (TTSS) „Etap II – Rozbudowa systemu zarządzania transportem publicznym (TTSS)” wynosi: 16 582 744 złotych, natomiast wartość dofinansowania: 11 459 620 złotych.

Literatura

1. Gryga Ł., Wojtaszek M., Firlejczyk G., *Obszarowy system sterowania ruchem i nadawanie priorytetu dla transportu zbiorowego w Krakowie*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2013, nr 6.
2. Bruchal I., *Informacja pasażerska w systemie komunikacji miejskiej w Krakowie*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2013, nr 6.
3. Dokumentacja projektu w zamówieniu: „Kontrakt na Rozbudowę Systemu Zarządzania Transportem Publicznym w Krakowie (TTSS). Etap I – Rozwój systemu centralnego wraz z dostawą interfejsów do wymiany danych”, Kraków 2005.
4. Dokumentacja projektu w zamówieniu: „Kontrakt na Rozbudowę Systemu Zarządzania Transportem Publicznym w Krakowie (TTSS). Etap II – Dostawa komputerów pokładowych, tablic informacji pasażerskiej oraz rozbudowa oprogramowania do tworzenia rozkładów jazdy”, Kraków 2008.