Dariusz MASŁOWSKI, Ewa KULIŃSKA, Lilianna WOJTYNEK, Małgorzata DENDERA-GRUSZKA

ANALIZA ROZWIĄZAŃ INFORMATYCZNYCH WYKORZYSTYWANYCH W PROCESIE PLANOWANIA PRZEJAZDÓW KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

Profesjonalne firmy transportowe na co dzień stają przed różnymi wyzwaniami, począwszy od zwiększania liczby pasażerów, poprawy jakości usług, aż do zmniejszenia kosztów operacyjnych i obsługi pojazdów. W celu osiągnięcia założonych celów, przysparzających sukces w tej dziedzinie, niezbędne jest wdrożenie efektywnego oprogramowania systemowego do sporządzania rozkładów jazdy. W artykule zostały przedstawione wybrane rozwiązania informatyczne prezentowane przez firmy zajmujące się projektowaniem rozkładów jazdy w miastach dla przedsiębiorstw świadczących usługi transportu zbiorowego.

WSTĘP

Planowanie rozkładów jazdy mogących sprostać dużym oczekiwaniom użytkowników komunikacji miejskiej, współcześnie staje się kompromisem pomiędzy czasem oczekiwania pasażerów, a możliwościami ekonomicznymi miast. Opracowanie optymalnych rozwiązań jest trudnym logistycznym problemem mającym na celu ograniczenie kosztów. Ten problem dotyczy zarówno organizatorów jak i operatorów komunikacji miejskiej. [1, s. 648-653]

W artykule zostały przedstawione wybrane rozwiązania informatyczne prezentowane przez firmy zajmujące się projektowaniem rozkładów jazdy w miastach dla przedsiębiorstw świadczących usługi z zakresu transportu zbiorowego.

Do analizy zostały wykorzystane różne porównania, uogólnienia oraz materiały zawarte na stronach internetowych producentów oprogramowania.

1. GENEZA TRANSPORTU ZBIOROWEGO

Publiczny transport zbiorowy

Publiczny transport zbiorowy według ustawy z dnia 16 grudnia 2010 roku zdefiniować można jako powszechnie dostępny regularny przewóz osób wykonywany w określonych odstępach czasu i po określonej linii komunikacyjnej, liniach komunikacyjnych lub sieci komunikacyjnej [2].

Z definicji wynika, iż aby przewóz mógłby być uznany za transport publiczny musi spełniać 3 główne warunki:

- powinien być dostępny powszechnie, czyli dostępny dla każdej osoby przestrzegającej regulaminu przewoźnika
- powinien być wykonywany regularnie w określonych odcinkach czasu zamieszczony w odpowiednich rozkładach jazdy
- powinien być realizowany po określonej linii komunikacyjnej, liniach komunikacyjnych lub sieci komunikacyjnej, czyli na trasie podróżnik powinien posiadać łatwy dostęp do przystanków

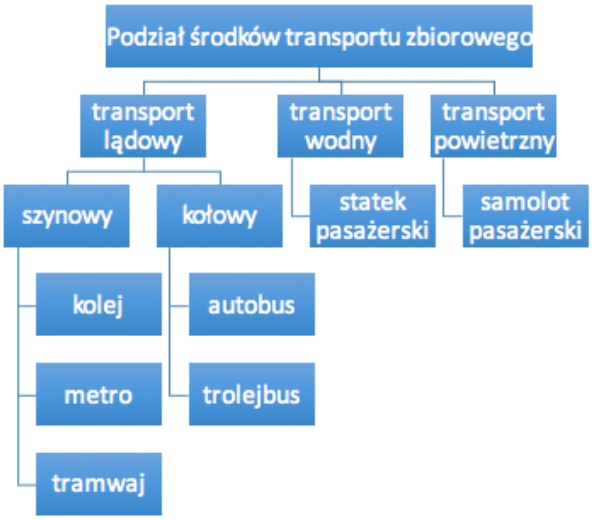
Współcześnie podczas dokonywania przewozów w transporcie zbiorowym używane są różne środki transportu, których podział prezentuje rysunek 1.

Publiczny transport zbiorowy w Polsce

W Polsce podstawowe kwestie dotyczące publicznego transportu zbiorowego reguluje ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym, która mówi o tym, iż w taki transport może odbywać się na podstawie:

- umowy o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego pomiędzy organizatorem a operatorem,
- potwierdzenia zgłoszenia przewozu lub decyzji o przyznaniu otwartego dostępu [2].

Wyżej wspominana ustawa nakazuje również oznakowanie środków transportu, którymi świadczone są usługi w zakresie publicznego transportu zbiorowego, w taki sposób osób aby dla pasażera były one w łatwy sposób widoczne. Dodatkowo reguluje udostępnianie rozkładu jazdy, gdzie nakazuje przewoźnikom przekazywanie tych informacji w publicznych miejscach na wszystkich dworcach i przystankach zamieszczonych na danej linii, a także upublicznianie cenników opłat lub taryf oraz regulaminów przewozu osób). Udostępniane klientom cenniki opłat muszą obejmować także ceny biletów ulgowych wynikających z ustawowy oraz uprawnień pasażerów do tych ulg, ustanowionych na obszarze właściwości danego zarządcy. Ustawa formułuje również, że wsiadanie i wysiadanie pasażerów może się odbywać tylko na przystankach lub dworcach określonych w rozkładzie jazdy.



Rys. 1. *Podział środków transportu zbiorowego*

Komunikacja miejska

Sama komunikacja miejska definiowana jest jako gminne przewozy pasażerskie wykonywane w granicach administracyjnych miasta albo:

a) miasta i gminy,
b) miast, albo
c) miast i gmin sąsiadujących – jeżeli zostało zawarte porozumienie lub został utworzony związek międzygminny w celu wspólnej realizacji publicznego transportu zbiorowego [2].

Analizując dane Głównego Urzędu Statystycznego w 2015 r. komunikacja miejska powiększyła w całym kraju swoje długości linii komunikacyjnych o 3,3% w porównaniu z rokiem ubiegłym. Ponadto dysponowała większą o 281 szt. (tj. o 2,4%) liczbą autobusów oraz trolejbusów o 15 szt. (tj. o 7,5%). Zmniejszyła się niestety liczba tramwajów o 4 szt. (tj. o 0,1%). Jeżeli chodzi o wiek autobusów to ponad 60,0% stanowiły pojazdy w wieku do 10 lat. Przedsiębiorstwa w swoim asortymencie posiadały na alternatywne paliwo aż 419 autobusów (w 9 województwach), co stanowi 3,6% ogólnej liczby pojazdów, z czego najwięcej pojazdów posiadają następujące województwa: podkarpackie (98 szt.), śląskie (98 szt.) oraz mazowieckie (97 szt.). Liczba autobusów komunikacji miejskiej przeznaczonych do przewozu osób niepełnosprawnych zwiększyła się o 3,4%, a udział w ogólnej liczbie autobusów wzrósł z 81,5% w 2014 r. do 82,3% w 2015 r. [3].

Pojazdami komunikacji miejskich przewieziono łącznie 3672 mln pasażerów, niestety jest to o 1,1% mniej niż w 2014 r. Ponadto przewozy w ramach komunikacji miejskiej niemalże we wszystkich województwach świadczyły również firmy komunikacji międzymiastowej. Autobusami tych przedsiębiorstw przewieziono 21,2 mln pasażerów, co daje liczbę o 14,2% mniej niż przed rokiem [3].

2. PLANOWANIE PRZEJAZDÓW

2.1. Proces planowania przejazdów

Sama definicja określa planowanie jako proces ustalania celów i odpowiednich działań, aby je osiągnąć. Zagłębiając się szczegółowiej jest to projektowanie przyszłości, jakiej się pożąda, a także skutecznych środków jej organizacji. Planowanie jest to również prognozowanie warunków działania w ramach ustalonych norm czasowych, wyznaczania celów i zadań oraz środków i sposobów do ich najkorzystniejszej realizacji. Rozróżnienie odpowiedniego czasu, do którego odnosi się pojęcie, prowadzi do uwypuklenia planowania strategicznego (długoterminowego) jak również planowania operacyjnego (krótkoterminowego) [4, s. 383].

Planowanie długich przewozów

Cały proces planowania transportu z długimi zakresami przewozu można podzielić na dwa stopnie:

- stopień I – bazowa zdolność przewozowa (wielkości zdolności przewozowej i przebiegu linii dla opartej na rozkładzie jazdy komunikacji liniowej):
  - przewozy liniowe muszą się głównie odbywać miedzy dwoma obszarami wchodzącymi w skład większego rejonu przewozowego,
  - wprowadzane jest ograniczona ilość dni z przejazdami miedzy regionami lub blokami,
- stopień II - dodatkowa zdolność przewozowa dla zatorów w przepływie towarów. Podczas dużych wahań strumieni, bazowa zdolność powinna być niska, natomiast przy stabilnej sytuacji powinna zostać zwiększona dodatkowa zdolność przewozowa w danym rejonie przewozowym. [5, s. 1174-1179].

Planowanie transportu miejskiego i cyklicznego

Proces planowania tego rodzaju transportu powinien wynikać z obliczenia wielkości zdolności przewozowych dla tych przewozów oraz określenie wielkości trasy. Ten rodzaj transportu można podzielić na 3 stopnie planowania:

- stopień I – określa lokalne połączenia liniowe, poprzez obliczanie ilości pojazdów, czy też strumienia towarów z lub do miasta,
- stopień II – określa średnią wartość strumienia towarów do, z i w granicach obszaru przewozowego oraz wyznaczą wielkość i zasięg trasy,
- stopień III – określa dodatkową zdolność przewozową, przy użyciu danych statystycznych wahań dziennych strumieni towarów płynących do, z i w granicach rejonu przewozowego [8, s. 1174-1179].

2.2. Organizowanie i zarządzanie publicznym transportem zbiorowym

Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym definiuje bardzo szczegółowo dwa ważne aspekty: organizowanie oraz zarządzanie, które są niezbędne do prawidłowego prowadzenia działalności przewozowej. Organizowanie publicznego transportu zbiorowego ustawa określa jako:

- badanie i analizę potrzeb przewozowych, (art. 15, ust. 1, pkt 1)
- podejmowanie działań zmierzających do realizacji istniejącego planu przewozowego, (art. 15, ust. 1, pkt 2)
- zapewnienie odpowiednich warunków funkcjonowania publicznego transportu zbiorowego, (art. 15, ust. 1, pkt 3)
- określaniu sposobu oznakowania środków transportu zbiorowego, (art. 15, ust. 1, pkt 4)
- ustalanie zasad korzystania przez operatorów i przewoźników z przystanków i dworców, a w tym stawek opłat, (art. 15, ust. 1, pkt 5, 6, 7)
- przygotowanie i przeprowadzenie postępowania prowadzącego do zawarcia umowy o świadczenie usług przewozowych, (art. 15, ust. 1, pkt 8, 9)
- ustalanie opłat za przewóz, (art. 15, ust. 1, pkt 10)
- ustalanie sposobu dystrybucji biletów. (art. 15, ust. 1, pkt 11) [2, art. 15].

Natomiast zarządzanie publicznym transportem zbiorowym powinno obejmować takie obszary jak:

- negocjowanie i zatwierdzanie zmian do umowy z operatorem, (art. 43, ust. 1, pkt 1)
- ocenę i kontrolę realizacji usług świadczonych przez operatora i przewoźnika, (art. 43, ust. 1, pkt 2, 3)
- współpracę przy aktualizacji rozkładów jazdy, (art. 43, ust. 1, pkt 4)
- analizę realizacji zaspokajania potrzeb przewozowych, (art. 43, ust. 1, pkt 5)
- dokonywanie zmian w przebiegu istniejących linii komunikacyjnych, (art. 43, ust. 1, pkt 6)
- zatwierdzanie rozkładów jazdy przewoźników, (art. 43, ust. 1, pkt 7)
- administrowanie systemem informacji dla pasażera. (art. 43, ust. 1, pkt 6). [2, art. 43]

Dla realizacji usług transportowych potrzebne jest sporządzenie planu transportowego. Ustawa określa, iż planem transportowym jest plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego, który oznacza proces rozwoju transportu uwzględniający oczekiwania społeczne dotyczące zapewnienia powszechnej dostępności do usług publicznego transportu zbiorowego, zmierzający do wykorzystywania różnych środków transportu, a także promujący przyjazne dla środowiska i wyposażone w nowoczesne

rozwiązania techniczne środki transportu [2, art. 4 ust. 1 pkt 28]. W skład planu transportowego powinna wchodzić:
- sieć komunikacyjna,
- ocena i prognozy potrzeb przewozowych,
- przewidywane finansowanie usług przewozowych,
- preferencje dotyczące wyboru rodzajów środków transportu,
- zasady organizacji rynku przewozów,
- pożądany standard usług przewozowych,
- przewidywany sposób organizowania systemu informacji dla pasażera. [2, art. 12]

3. ROZWIĄZANIA W PROCESIE PLANOWANIA

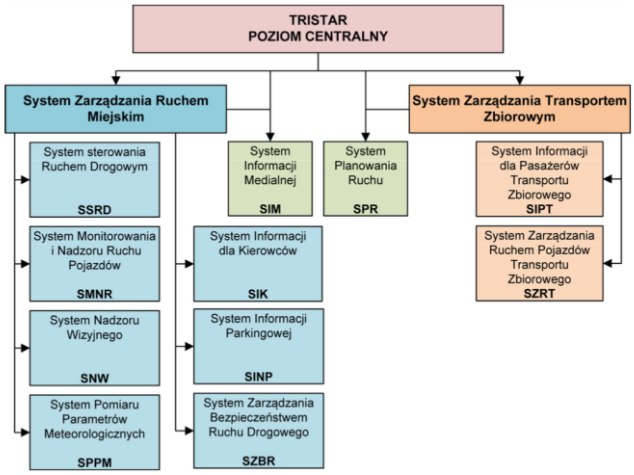
Zgodnie z analizą ustawy organizatorzy publicznego transportu zbiorowego muszą zmagać się z wieloma wytycznymi, które poprawiają jakość oraz efektywność świadczonych usług. Dlatego też, firmy świadczące usługi z zakresu wspierania komunikacji miejskiej, wykorzystujące zaawansowane algorytmy matematyczne oraz oprogramowania komputerowe, muszą ciągle udoskonalać swoje produkty w celu stania się konkurencyjnym na rynkach. Do analizy rozwiązań informatycznych w artykule zostały wybrane przykładowe systemy, takie jak:
- Tristar
- Elte GPS
- Trapeze
- DPK System
- Systra

Rozdział został przygotowany tak, aby dokonać analizy przedsiębiorstw świadczących usługi dostarczających oprogramowania z zakresu planowania rozkładów jazdy.

3.1. Tristar

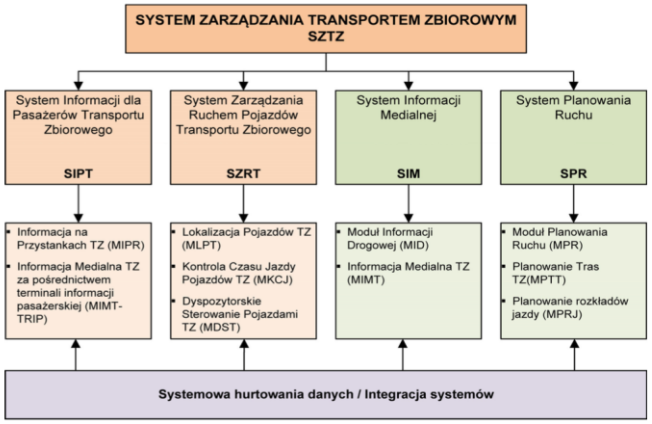
Tristar jest to Trójmiejski Inteligentny System Transportu Aglomeracyjnego oparty na zintegrowanym systemie inteligentnego sterowania ruchem drogowym, mający na celu ułatwienie i skrócenie czasu przejazdów w aglomeracji. W ramach koncepcji szczegółowej systemu Tristar opracowano architekturę regionalną systemu, tak aby przyszły rozwój systemu, który w poszczególnych miastach Aglomeracji może przebiegać niezależnie, nie spowodował jego dezintegracji

Cały zakres rozwiązania swoim zasięgiem obejmuje wiele kluczowych dla miasta aspektów (rys. 2). Zastosowanie hierarchicznej i modułowej struktury systemu pozwoliło na jego rozbudowę poprzez dołączanie nowych elementów i uzupełnianie nowych funkcji.



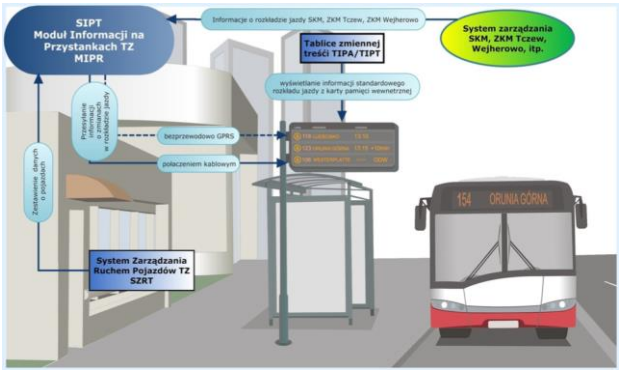
Rys. 2 *Struktura funkcjonalna systemu Tristar [6]*

System Informacji dla Pasażerów Transportu Zbiorowego (rys. 3) realizuje funkcję przekazywania pasażerom pojazdów transportu zbiorowego wiadomości o rzeczywistych czasach odjazdu pojazdów oraz o warunkach podróży środkami transportu miejskiego w aglomeracji za pomocą tablic informacji pasażerskiej usytuowanych na przystankach, terminalach informacji pasażerskiej dostępnych w punktach węzłowych sieci oraz w centrach handlowych i urzędach oraz portalu internetowego, umożliwiającego planowanie podróży. System realizuje wymagane zadania na podstawie porównania aktualnej pozycji pojazdu komunikacji zbiorowej z rozkładem jazdy, z uwzględnieniem aktualnej sytuacji danego pojazdu. System umożliwia współpracę z urządzeniami zlokalizowanymi w pojazdach, na przystankach oraz do współpracuje z szeroką gamą urządzeń komunikacyjnych i operatorami mediów informacyjnych, co pozwala na dotarcie do maksymalnej grupy pasażerów korzystających z tego rodzaju transportu oraz osób korzystających z transportu indywidualnego w celu przekonania ich do zmiany zachowań transportowych i wyboru transportu zbiorowego.



Rys. 3 *Podsystemy i moduły w Systemie Zarzadzania Transportem Zbiorowym [6]*

Tristar obejmuje również strefę planowania ukrytego w module Planowania Ruchu, który wspomagany jest odpowiednimi narzędziami używanymi w planowaniu systemów transportu, analizach sytuacji ruchu oraz testowaniu i symulacjach rozwiązań organizacji ruchu. Wszystkie programy korzystają z danych zgromadzonych w hurtowni danych. System Planowania Ruchu wspiera zrządzanie strategiczne ruchem i zarzadzanie dyspozytorskie transportem zbiorowym. W ramach systemu realizowany jest wielopoziomowy model systemów transportowych, który umożliwia opracowywanie analiz i prognoz ruchu do celów planistycznych, ale również dla potrzeb bieżącego zarzadzania ruchem.



Rys. 4 *Działanie Systemu Informacji dla Pasażerów Transportu Zbiorowego [6]*

Koncepcja systemu planowania zakłada podzielenie stref na poziomy, które definiowane są ze względu na typ jednostki administracyjnej, natomiast warstwy na rodzaj i szczegółowość analiz transportowych oraz procesy zarzadzania transportem.

Pierwszy poziom strategiczny obejmie dostarczanie informacji do opracowania polityki transportowej, prac planistycznych oraz analiz sieci ulicznych i transportu zbiorowego. Na poziomie strategicznym został zastosowany model makroskopowy, wykonany w programie VISUM. Model opiera się na podziale obszaru miasta na rejony transportowe oraz odwzorowanie sieci ulicznej i linii transportu zbiorowego. Model jest wykorzystywany do dostarczenia danych dla modeli mezoskopowych w zakresie prognoz ruchu drogowego, szczególnie na drogach wlotowych do strefy miasta.

Drugi poziom taktyczny obejmie dostarczanie danych do opracowania studiów wykonalności, studiów sieciowych, korytarzowych, projektów zmian organizacji ruchu, sterowania ruchem i oceny skuteczności planowania rozwiązań, jak również dla celów zarzadzania ruchem. Na poziomie taktycznym został wykorzystany model mezoskopowy, wykonany w programie SATURN. Model ten jest wykorzystywany do analiz scenariuszy zmian organizacji ruchu, jak również do oceny efektywności planowanych zmian. Model korzysta z wyników modelu makroskopowego w zakresie modelowania popytu przy jednoczesnym podziale zadań przewozowych na poszczególne środki transportu. Modele makroskopowe i mezoskopowe stanowią podstawę do opracowania mikroskopowych modeli ruchu.

Trzeci, ostatni poziom operacyjny obejmuje dostarczanie danych do opracowania i sprawdzenia skuteczności oraz przede wszystkim wizualizacji funkcjonowania ruchu w ramach szczegółowych projektów organizacji ruchu i sterowania ruchem. Na poziomie operacyjnym model mikroskopowy konstruowany jest w oparciu o program VISSIM bądź DRACULA, co pozwola na weryfikację i prezentację wyników uzyskanych z modeli makro i mezoskopowych.

3.2. Elte GPS

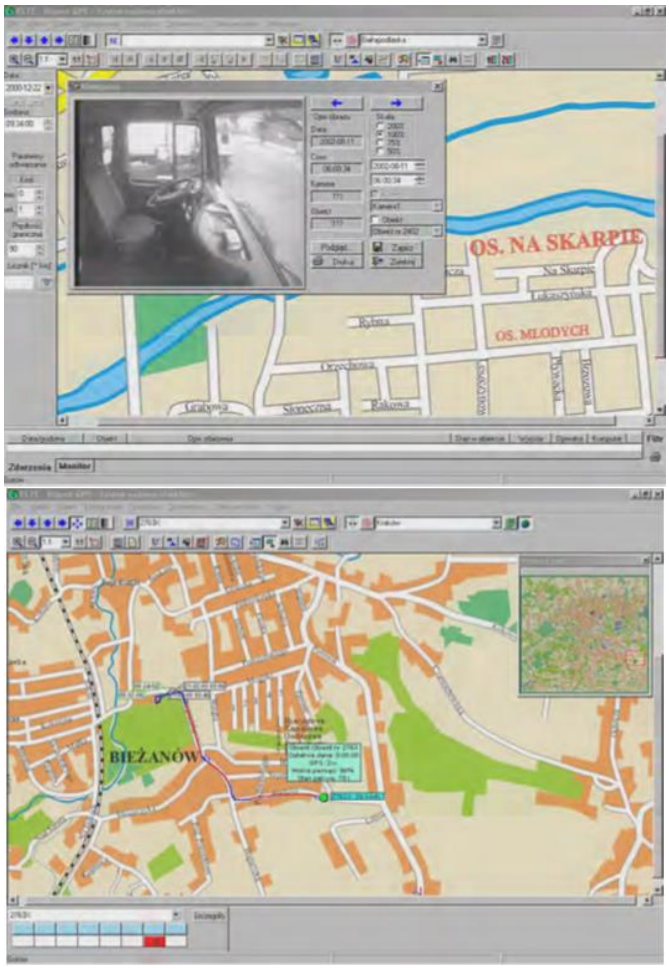
Trochę odmienne rozwiązania oferuje firma Elte GPS. Jej głównym celem jest uzyskanie działającego bez zakłóceń przejazdu pojazdów komunikacji miejskiej w strefie miasta. Wszystkie kwestie z tymi działaniami związane są dostarczane do systemu w czasie rzeczywistym na zasadzie łączności GPS.

Jako podstawowe funkcję oprogramowania firma prezentuje:
- lokalizację pojazdu techniką GPS
- kontrolę rozkładu jazdy w czasie rzeczywistym
- wymianę komunikatów między pojazdem a centralą nadzoru ruchu w kanałach transmisji danych
- możliwość selektywnego załączenia rozmowy pomiędzy dyspozytorem a pojazdem
- przedstawienie na komputerze w centrali nadzoru ruchu bieżącego stanu realizacji rozkładu jazdy - w formie tabelarycznej i graficznej,
- statystyki opracowane dla celów planowania i kontroli przejazdów. [7]

Działanie całego systemu bazuje na odpowiednio zorganizowanej komunikacji. Wszystkie informacje pozyskane z pojazdów, zajezdni, punktów kontrolnych są przekazywane do Centrali nadzoru ruchu, przetwarzane i rozsyłane do pojazdów, sterowników świateł, itp. (rys. 5)

System Zarządzania Komunikacją Miejską składa się z powiązanych funkcjonalnie ze sobą modułów, które pozwalających na:
- sterowanie kanałem transmisji danych,
- sterowanie kanałem fonicznym,
- obliczanie i przedstawianie informacji o stanie ruchu,
- rozsyłanie do pojazdów aktualnych rozkładów jazdy,
- automatyczną diagnostykę wszystkich elementów systemu,
- przygotowanie danych dla celów statystyki,
- przekazywanie danych do informacji pasażerskiej. [7]

Przy dziennym raportowaniu odpowiedni algorytm sprawdza na pierwszym miejscu zaistniałe w ciągu dnia roboczego odchylenia od planowej eksploatacji, nie zrealizowane (z powodu wypadków i awarii) kursy oraz nieprawidłowości w pracy systemu. Ponadto firma oferuje dodatkową funkcję w postaci wygenerowania zestawień dla określonego punktu, linii, kierunku i odcinka.



Rys. 5 *Panel sterowania Systemu Zarządzania Komunikacją Miejską w Centrali Nadzoru ruchu [7]*

System zakłada podłączenie dodatkowych interfejsów funkcjonalnych oraz urządzeń, dzięki czemu istnieje możliwość:
- kontroli zużycia paliwa w pojazdach,
- kontroli czasu pracy kierowców,
- sterowania i współpraca z urządzeniami peryferyjnymi, np. kasownikami, zewnętrznymi i wewnętrznymi tablicami informacyjnymi, systemami liczenia pasażerów itp.
- pobierania danych o parametrach eksploatacyjnych pojazdu takich jak ciśnienie, temperatura silnika, itp.
- oddziaływania za pomocą elementów systemu na sterowniki sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach
- informowania pasażerów o godzinie, temperaturze powietrza i aktualnym stanie komunikacji,
- udostępnienia danych o komunikacji na stronie internetowej.

3.3. Trapeze

Firma Trapeze Group tworzy oprogramowania obejmujące wszelkie sprawy związane z transportem pasażerskim. Swoimi

działaniami zwiększa wydajność, poprawia jakość i zakres swoich usług oraz zwiększa bezpieczeństwo przewożenia coraz to większej ilości osób z minimalizacją kosztów z tym związanych. Swoje działania przede wszystkim skupia na takie obszary jak:
- transport publiczny
- transport szkolny
- transport na żądanie
- kolejowe przewozy towarowe
- na potrzeby różnych instytucji: zakłady publicznej komunikacji kolejowej, autobusowej, szpitale, służby ratownicze i inne. [8].

Każdy z podanych wyżej obszarów, przedsiębiorstwo dziali na mniejsze grupy. Transport publiczny firma przedstawia w 7 płaszczyznach:
- Planowanie I Analiza
- Planowanie I Sporządzanie Rozkładów Jazdy
- Zarządzanie Działaniami Operacyjnymi
- AVIC (Zarządzanie Ruchem W Czasie Rzeczywistym)
- Systemy Informacji Pasażerskiej
- Wystawianie Biletów
- Zarządzanie Aktywami [8]

Firma Trapeze z zakresu transportu publicznego oferuje wydajne narzędzia do planowania linii, sporządzania rozkładów jazdy, bloków, planowania zadań oraz harmonogramów dyżurów dla przedsiębiorstw transportu publicznego różnej wielkości. Oprogramowanie tworzone przez przedsiębiorstwo jest bardzo elastyczne i umożliwia szybkie dostosowywanie się do zmian w zakresie usług, przepisów pracy, wymagań pasażerów czy środowiska IT. Oferowane przez firmę programy oszczędzają czas pracy oraz ograniczają koszty operacyjne poprzez bardziej efektywną alokację zasobów.

Przy planowaniu tras stałych firma zapewnia wydajne oprogramowania do ustalania linii, rozkładów jazdy, bloków, dzielenia kursów i planowania dyżurów. Rozwiązania współpracują z innymi komponentami oraz są łączone z narzędziami do planowania, zarządzaniem działaniami operacyjnymi, transportem na żądanie, informacją dla klientów poprzez Internet czy też IVR oraz stosuje różne inteligentne systemy.

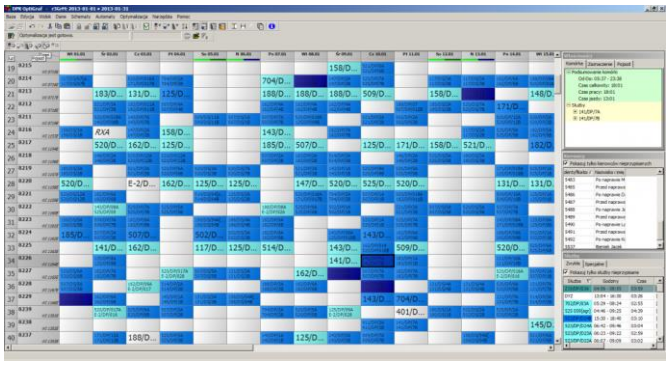
3.4. DPK System

Jednym z liderów zajmujących się planowaniem rozkładów jazdy komunikacji miejskich jest firma DPK System. Przedsiębiorstwo specjalizuje się w elektronicznych systemach alarmowych oraz systemach informatycznych dla transportu. W zakresie oprogramowania firma specjalizuje się w obsłudze firm spedycyjnych, transportowych oraz komunikacyjnych, oferując dwa rodzaje produktów: pakiety standardowe oraz oprogramowanie dostosowane do indywidualnych potrzeb klientów.

Firma do planowania rozkładów jazdy komunikacji miejskich oferuje dwa produkty:
- OptiGraf,
- city Line Designer.

OptiGraf to wyspecjalizowany autorski program do automatycznego sporządzania długookresowych harmonogramów kierowców jak również pojazdów do zadań transportowych, w oparciu o matematyczne silniki i sztuczną inteligencję. Program jest w stanie oszacowywać potrzeby kadrowe i taborowe do wykonywanych zadań uwzględniając przy tym minimalizację kosztów z tym związanych. Oprogramowanie jest wstanie wygenerować plan transportowy zachowując przy tym wszystkie warunki prawne czy też indywidualne ograniczenia. (rys. 6) Dodatkowo program może zostać wzbogacony o moduł optymalizacyjny umożliwiający automatyczne planowanie przewozów z zachowania żądanych parametrów. Program znajduje idealne zastosowanie w przedsiębiorstwach świadczących usługi transportowe ładunków lub osób.

Drugim oferowanym przez firmę DPK Systems produktem jest city Line Designer. Jest to system informatyczny, który kompleksowo w sposób zintegrowany oraz inteligentny potrafi stworzyć optymalne rozkłady jazdy, zapewniający sprawną komunikację i wygodny system przesiadkowy dla osób podróżujących w oparciu o:
- różne typy transportu,
- wielu przewoźników,
- realne dane natężenia ruchu pasażerskiego. [9]



Rys. 6 *Planowanie w programie OptiGraf [9]*

Najważniejszymi funkcjami programu prezentowanego przez przedsiębiorstwo są:
- wirtualne projektowanie i testowanie sieci,
- synchronizacja liniowa, węzłowa oraz przesiadek,
- optymalizacja połączeń, rozkładu jazdy i brygad,
- integracja wszelakich systemów miejskich,
- uniwersalność oprogramowania dostosowująca się do każdego rodzaju taboru oraz operatorów,
- rozliczanie z operatorami,
- doskonała ergonomia pracy. [9]

Korzyściami płynącymi z wdrożenia programu jest stwarzanie dla pasażerów przyjaznych rozkładów jazdy jak również zmniejszenie kosztów, przez działania optymalizacyjne wykorzystywanego taboru.

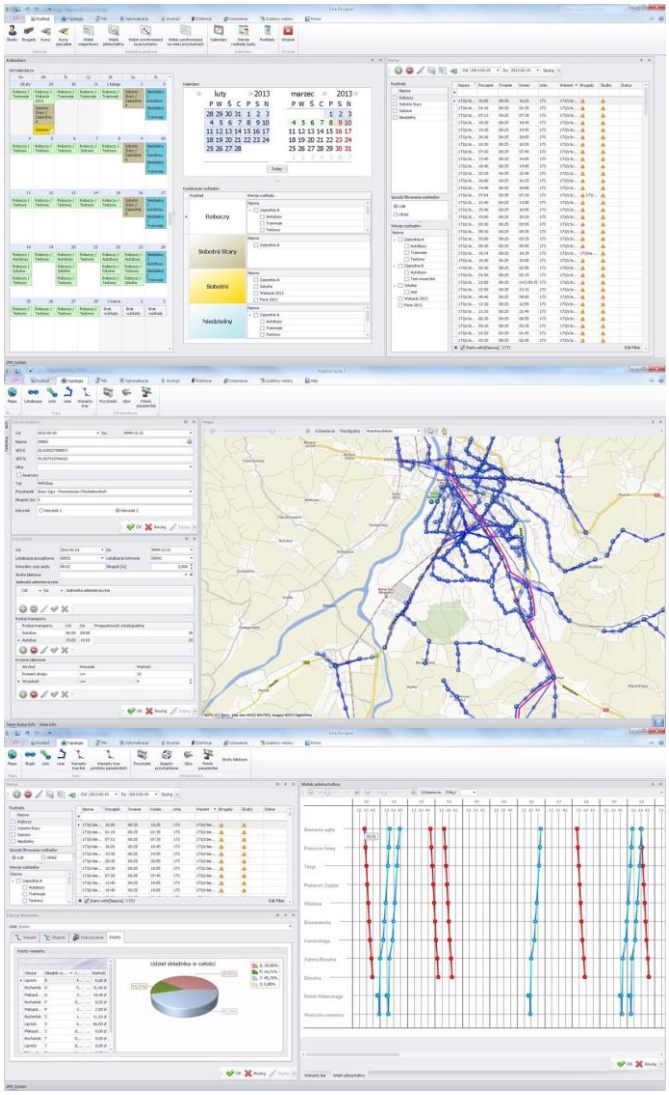
Przejrzystość rozwiązania przyczyniła się to wprowadzania innowacyjnych rozwiązań w oprogramowaniu. Twórcy wykorzystali przyjemną oprawę graficzną programu wprowadzając pracę na intuicyjnych podkładach mapowych, tj. Google Maps czy też Ovi Maps. Dodali również możliwości pracy na urządzeniach mobilnych wyposażonych w systemy Android w rzeczywistych warunkach jazdy po danej trasie. Zautomatyzowali również typowe zadania transportowe: generowanie kursów względem zadanych parametrów, tworzenie brygad oraz synchronizacja przejazdów w czasie rzeczywistym.

Kompleksowe narzędzia optymalizacyjne wykorzystywane do budowy rozkładów jazdy, uwzględniają skomplikowane współzależności, takie jak:
- całościowy przepływ pasażerów,
- częstotliwość kursowania pojazdów różnych linii na wybranych odcinkach przewozu i potrzeby przesiadkowe,
- najefektywniejsze wykorzystanie dostępnego taboru (niezależnie od ilości wykonawców),
- aktywny wykres piło-zębny do synchronizacji linii,
- intuicyjny graficzny interfejs użytkownika, pełna konfiguracja widoku, dokowane okna, wybór stylu widoku, zapamiętywanie indywidualnych ustawień na stanowisku prac. [9]

Firma chcąc sprostać oczekiwaniom swoich klientów wypracowała prosty interfejs do zarządzania transportem miejskim. (rys.7)

Do przykładowych zadań realizowanych w systemie niewątpliwie należy edycja lokalizacji, przystanków, słupków, linków, warian-

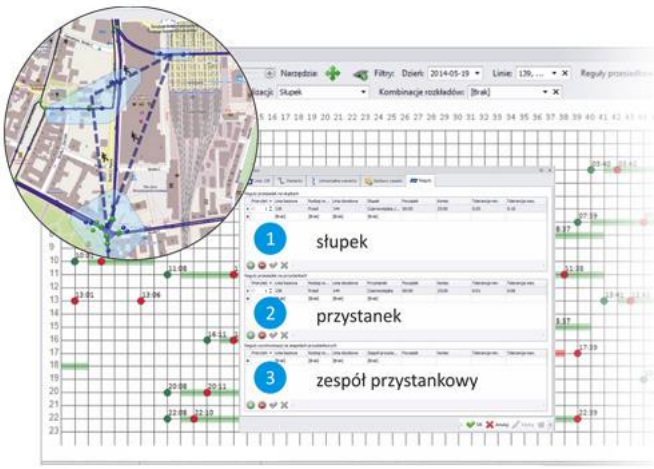
tów tras zajezdni, przewoźników. Należą również do nich takie zadania jak: edycja wspomagana interaktywną mapą, wczytywanie danych z innych systemów użytkownika, optymalizacja rozkładów oraz szeregu innych ściśle związanych z przewozem osób w mieście zadań.



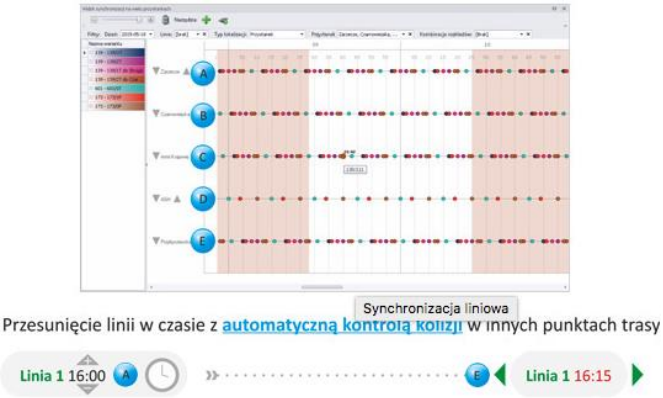
Rys. 7 *Interfejs programu city Line Designer. [9]*

Rozwiązanie zaproponowane przez firmę obejmuje wszelakie narzędzia usprawniające pracę zarządcom miejskich komunikacji. Tymi narzędziami są:

- kombinacje rozkładu – umożliwia dowolne definiowanie różnych typów dni,
- warianty tras – pozwala zdefiniować dowolną ilość wariantów tras konkretnej linii,
- generatory i automaty – pozwalają na automatyczne tworzenie rozkładu według odpowiednich reguł,
- prognozowane koszty – na podstawie stworzonego rozkłady użytkownik ma możliwość wygenerowania prognozowanych kosztów,
- rozliczanie z przewoźnikami – istnieje możliwość tworzenia rozliczeń według zapisów danej umowy,
- synchronizacja węzłowa – wprowadzony prosty i czytelny widok synchronizacji węzłowej,
- reguły przesiadkowe – ewidencja reguł, wizualizacja na poziomie: słupka, przystanku, zespołu przystankowego, (rys. 8)
- synchronizacja liniowa – podgląd oraz edycja przejazdów kursów na dowolnych ciągach komunikacyjnych, (rys. 9)
- symulacja ruchu rozkładowego – ma na celu wykrycie potencjalnych problemów na etapie projektowania,
- optymalizacja sieci połączeń komunikacyjnych – przeprowadzania ewidencji i analityki z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi programowych (izochron, możliwości transportowe, przepustowość, itp.),
- optymalizacja rozkładów jazdy i brygad – wykorzystywanie sztucznej inteligencji w celach optymalizacyjnych,
- aplikacja mobilna – umożliwia kontrolę przewozów,
- centralny integrator informatycznych systemów miejskich – oprogramowanie umożliwia korelację z innymi systemami działającymi w miastach,
- wymiana danych – program wspiera ogólnodostępne formaty wymiay danych (VDV452, 453, 454, Transmodel, GTFS, TransXChange).



Rys. 8 *Panel reguł przesiadkowych [9]*



Rys. 9 *Panel synchronizacji linowych [9]*

3.5. Systra

Firma Systra jest światowym liderem na rynku infrastruktury kolejowej, jak również prowadzi szereg analiz dla przedsiębiorstw z zakresu komunikacji miejskiej. Celem firmy jest dostrzeganie tendencji rozwojowych i uprzedzanie przyszłych zmian kontekstu komunikacyjnego. Do realizacji celu personel przedsiębiorstwa opracowuje:

- analizy włączenia i integracji środka komunikacji zbiorowej kursującego w wydzielonym korytarzu (TCSP);
- analizy socjoekonomiczne;
- analizy eksploatacyjne;

- analizy poziomu zapotrzebowania pasażerów na usługi komunikacyjne;
- dokumentacje administracyjne. [10]

Firma opracowała innowatorskie oprogramowania usprawniające analizy komunikacyjne, takie jak:

- EMME2 - TRANUS - TRIPS (Citilabs): oprogramowanie wspomagające symulacje obciążenia ruchem
- RAILSIM: obliczanie optymalnej jazdy pociągów w trybie jazdy pociągowej i w trybie hamowania, dynamiczna symulacja obciążeń ruchem, testowanie zakłóceń ruchu oraz określanie parametrów sygnalizacji
- BustRT: obliczanie wydajności oraz charakterystyki eksploatacyjnej BRT (lub BHNS) metodą dynamiczną. [10]

Z zakresu komunikacji miejskiej, a dokładniej z planowania wyspecjalizowanych jej systemów firma oferuje:

- opracowanie długoterminowych analiz prospekcyjnych: planów komunikacji miejskiej lub regionalnej, planów ruchu miejskiego, terytorialnych schematów komunikacji;
- opracowanie analiz średnioterminowych ze szczególnym naciskiem na budowę nowych linii komunikacyjnych: analizy przydatności, studia wykonalności i projekty wstępne, koncepcje węzłów przesiadkowych;
- opracowanie analiz krótko lub średnioterminowych mających na celu usprawnienie działania istniejących systemów komunikacyjnych: restrukturyzacja sieci, plany ruchu, optymalizacja eksploatacji. [10]

Prace przedsiębiorstwa opierają się na sprawdzonych metodach, uwzględniający kontekst lokalny przy jednoczesnym zachowywaniu celi oraz potrzeb społeczeństwa. Od jakości tych prac zależy odpowiedni dobór właściwych, realistycznych i skutecznych rozwiązań transportowych.

Przykładami wdrożeń firmy Systra są:

- plany komunikacyjne i plany komunikacji miejskiej: Belgrad, Rouen, Clermont-Ferrand, Angers, Saint-Étienne, Kair, Teheran, Bordeaux,
- studia wykonalności i włączenia nowych linii w infrastrukturę miejską: Nowoczesne tramwaje i autobusy w Wilnie, Rydze, Tallinie, Hanoi, Hawrze, Cannes, Nicei, Marsylii, Montbéliard, Rio de Janeiro, San José, Valenciennes L2, Lyonie (trolejbus),
- modelowanie i planowanie ruchu: Bordeaux, Tuluza, Nancy, Hawr, Miluza,
- projektowanie węzłów przesiadkowych: Roanne, Szanghaj, Kair, Lyon Part-Dieu, Hanoi, Marsylia St-Charles, Savenay, Clermont-Ferrand, Nicea,
- reorganizacja sieci komunikacji zbiorowej: Nîmes, Tours, Tuluza, Euro-Airport, Clermont-Ferrand, Kair, Hawr, Bordeaux, Valenciennes, Nancy. [10]

PODSUMOWANIE

Proces planowania, organizowania oraz zarządzania publiczną komunikacją zbiorową stał się problemem współczesnych planistów. Z pomocą przychodzą rozwiązania informatyczne, które wspomagają te procesy. Firmy oferujące te rozwiązania nieustannie się rozwijają i szukają coraz to lepszych rozwiązań. Należy jednak pamiętać, że systemy lokalne powinny stanowić podstawowe narzędzie do konstrukcji i budowy rozkładów jazdy, przy zachowaniu spójności systemowej.

Z przeprowadzonej analizy wynika, iż w głównej mierze firmy skupiają się na tworzeniu takich programów, które optymalizują dotychczasowe rozkłady jazdy, przy jednoczesnym obniżaniu kosztów operacyjnych. [11] Ważnym aspektem jest interfejs planistyczny.

Jednym z najciekawszych rozwiązań planistycznych zawartych w artykule okazała się firma DPK System. To właśnie ona w swoim wachlarzu produktów wyselekcjonowała oprogramowanie, które w pełni dostosowuje się do warunków w których jest zaimplementowana przy zachowaniu początkowych założeń.

Konkluzja, która nasuwa się po przeprowadzonej analizie jest jedna: należy w dalszym ciągu szukać jeszcze to lepszych rozwiązań, ponieważ rynek transportu zbiorowego pnie się do góry, pojawia się coraz to większa ilość pasażerów chcących się przemieszczać. W tym zakresie w dalszym ciągu będą prowadzone badania optymalizacyjne procesy planowania rozkładów jazdy.

BIBLIOGRAFIA

1. Kisielewski P., Ulman B., Planowanie rozkładów jazdy komunikacji miejskiej w aspekcie punktualności i synchronizacji kursów, „Autobusy" 2016, nr 12.
2. Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz.U. z 2016 r. poz. 1867, 1920, 1954)
3. Główny Urząd Statystyczny, Transport – wynik działalności w 2015 r., Warszawa 2016
4. B. R. Kuc, Audyt wewnętrzny - teoria i praktyka, Wyd. PTM, Warszawa 2002.
5. Topolski M., Planowanie optymalnej trasy przejazdu transportu samochodowego z wykorzystaniem miękkich metod obliczeniowych, „Autobusy" 2016, nr 6.
6. https://www.zdiz.gdynia.pl, [dostęp: 22.03.2017]
7. http://www.eltegps.pl/produkty/komunikacja-miejska/system-zarzadzania.html, [dostęp: 22.03.2017]
8. http://www.trapezegroup.pl/rozwiazania/transport-publiczny, [dostęp: 22.03.2017]
9. http://www.dpksystem.com, [dostęp: 22.03.2017]
10. http://www.systra.pl/Planowanie-systemow-komunikacji, [dostęp: 22.03.2017]
11. Kulińska E., Masłowski D., Poprawa organizacji transportu miejskiego z wykorzystaniem elektronicznej karty pasażera – case study, [w:]Gajek M., Hachkevych O., Stanik-Besler A., Wołczański T, Manufacturing Processes. Actual problems – 2016, Vol. I: Basic science applications in manufacturing processes, Oficyna wyd. Politechniki Opolskiej, Opole 2016, s. 95-109.

Analysis of IT solutions used in the planning process of urban transport

Professional transport companies are facing a variety of challenges each day, from increasing passenger numbers, improving service quality, and reducing operating costs and handling costs. In order to achieve successful targets in this area, it is necessary to implement effective system software for scheduling. The article presents selected IT solutions presented by companies dealing with the design of urban timetables for companies providing public transport services.

Autorzy:

mgr inż. **Dariusz Masłowski** – Politechnika Opolska, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki, Katedra Logistyki, d.maslowski@po.opole.pl

dr hab. inż. **Ewa Kulińska, prof. PO** – Politechnika Opolska, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki, Katedra Logistyki, e.kulinska@po.opole.pl

dr **Lilianna Wojtynek** – Politechnika Opolska, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki, Katedra Logistyki, l.wojtynek@po.opole.pl

mgr inż. **Małgorzata Dendera-Gruszka** – Politechnika Opolska, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki, Katedra Logistyki, m.dendera-gruszka@po.opole.pl