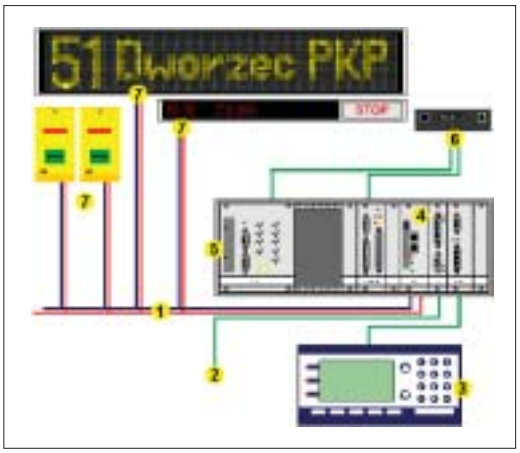
Po nitce do kłębka

Komputerowe Wspomaganie Sterowania Ruchem (KWSR) jest pierwszym w Polsce systemem kompleksowej obsługi pojazdów komunikacji miejskiej. Wdrożony został przez Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Poznaniu Spółka z o. o. Umożliwia obserwację rzeczywistej pozycji autobusów na trasie, a także pozwala kierowcy przesyłać do centrali zdefiniowane komunikaty cyfrowe.

Rozmowy pomiędzy MPK Spółka z o.o. a niemiecką firmą TTI na temat zastosowania systemu KWSR rozpoczęły się w połowie lat 90. Cztery lata trwało wdrożenie systemu i zakupienie urządzeń, wyposażenie pojazdów w komputery pokładowe, terminale i potrzebne oprogramowanie. Od dwóch lat system funkcjonuje w Centrali Nadzoru Ruchu, do której kierowane są wszystkie informacje pochodzące z pojazdów.

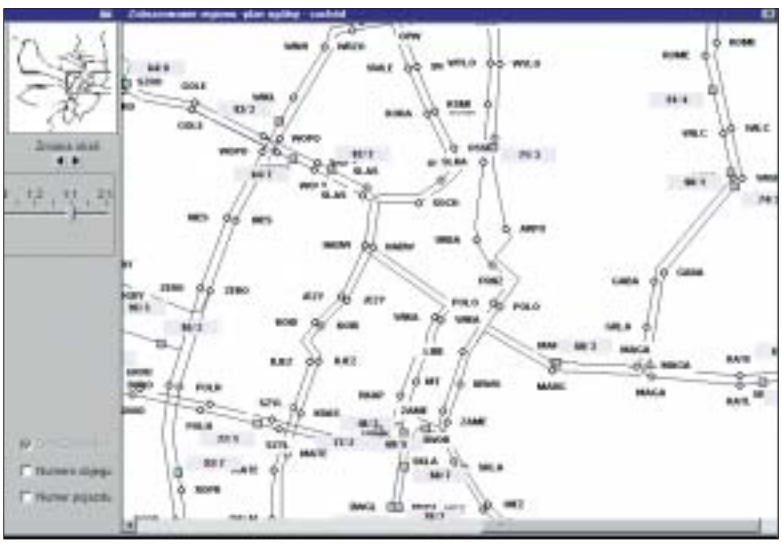


Rys. 1. Schemat systemu KWSR: 1 – Magistrala danych pojazdu (IBIS); 2 – Wejścia cyfrowe (Impuls licznika drogi i sygnał otwarcia drzwi); 3 – Terminal; 4 – Komputer pokładowy; 5 – Urządzenie zapowiadające; 6 – Radiotelefon (RADMOR); 7 – Urządzenia peryferyjne terminal

Elektroniczne serce pojazdu

Każdy autobus został wyposażony w komputer pokładowy nadzorujący łączność radiową z Centralą Nadzoru Ruchu. Komputer steruje pracą urządzeń peryferyjnych zamontowanych w pojeździe i przyłączonych do magistrali danych pojazdu (IBIS), jak również informuje kierowcę oraz dyspozytora w centrali o aktualnej pozycji pojazdu i ewentualnym opóźnieniu/przyspieszeniu. Komunikuje się z centralą na bieżąco i bez udziału kierowcy.

Urządzenia peryferyjne – kasowniki, tablice świetlne wewnątrz (LED) i na zewnątrz pojazdu, komunikaty głosowe – obsługiwane są cyklicznie, a w przypadku zmian danych ich obsługa jest natychmiastowa. Podczas zakłóceń w komunikacji z komputerem, kasowniki przechodzą na tryb pracy autonomicznej, gdzie sterowanie wydrukiem przejmowane jest przez zegar wewnętrzny kasownika. W przypadku przywrócenia poprawnej komunikacji z komputerem, sterowanie przekazywane jest ponownie komputerowi pokładowemu. Sposób komunikacji urządzeń peryferyjnych z komputerem pokładowym został znormalizowany i odpowiada normie VDV (Związku Niemieckich Przedsiębiorstw Komunikacyjnych – Verband Deutscher Verkehrsbetriebe).



Rys. 2. Zobrazowanie systemu

Symulacyjna obecność pojazdów

Kierowca ma dostęp do systemu poprzez terminal na tablicy rozdzielczej pojazdu. W każdym komputerze pokładowym znajduje się pełna baza danych dotyczących sieci, tablic, rozkładów jazdy i głosowych zapowiedzi przystanków. Kierowca podczas logowania się do systemu wybiera numer linii oraz numer konkretnej brygady, w ramach której rozpoczyna kurs i tym samym automatycznie narzuca komputerowi zadanie do wykonania. Od tej pory poprzez terminal kierowca otrzymuje informacje o trasie, najbliższych przystankach i ewentualnym opóźnieniu. Do zadań kierowcy należy tylko zatwierdzanie następnego kursu na pętli końcowej, obsługę urządzeń peryferyjnych pozostawiając komputerowi.

Lokalizacja pojazdu następuje poprzez pomiar drogi pomiędzy kolejnymi przystankami. Wszystkie odległości między zatokami zostały pomierzone na zasadzie średniej – od połowy zatoki do połowy następnej. Założono tolerancję 50 m, która w warunkach miejskich jest wystarczająca. Sygnały do komputera pokładowego dostarczane są z tachografu i przesyłane do centrali. W ten sposób możliwe było wprowadzenie symulacyjnej obecności pojazdów na trasie. Jeżeli nawet pojazd nie zatrzyma się na przystanku, to i tak w systemie zostaje przesunięty na kolejny odcinek. W pojazdach nie został zainstalowany GPS, tak więc system „nie widzi" pojazdów, raczej „zakłada", że zgodnie z rozkładem jazdy powinny tam być.

30 sekund

Dzięki łączności radiowej do każdego z pojazdów wysyłany jest telegram danych, który jest natychmiast potwierdzany. Standardowy telegram potwierdzenia zawiera dane o pozycji pojazdu. Wszystkie pojazdy są odpytywane w przeciągu 2 minut (wielkość graniczna), w praktyce jednak obieg informacji zajmuje zaledwie 30 sekund, bo tyle trwa aktualizacja informacji. Wszystkie zdarzenia mogą być źródłem komunikatów – ruszenie pojazdu, zatrzymanie, otwarcie drzwi itp., dzięki czemu szybko następuje aktualizacja jego położenia. Jeżeli pojazd „znika" z systemu to zaledwie na kilka sekund. Co jakiś czas może nastąpić niewielkie przekłamanie komunikatów, wynikające ze słabszej łączności w niektórych miejscach miasta, ale gdy tylko znów pojawi się w zasięgu, system automatycznie koryguje i nadal prowadzi.

Centrala może przesyłać dane dla większej grupy lub wszystkich pojazdów, albo nawiązać z nimi łączność foniczną. Porównanie pozycji wynikającej z rozkładu jazdy z rzeczywistą pozycją pojazdu umożliwia wygenerowanie odpowiednich komunikatów o zakłóceniach. Zbędna staje się ciągła obserwacja dużej ilości tabel oraz grafików w celu wykrycia sytuacji, w których wystąpiły zakłócenia. Typowymi komunikatami o zakłóceniach są: przekroczenie wartości granicznych zdefiniowanych dla przyspieszeń, opóźnień, niedotrzymania czasów nawrotu, zagrożeń połączeń przesiadkowych. Przez cały czas następuje porównywanie czasu rzeczywistego z czasem wynikającym z rozkładu jazdy. Wynik tych analiz jest udostępniany kierowcy za pomocą wyświetlacza terminala, przez co może on natychmiast reagować na powstałe odchyłki.

Cyfrowa łączność najpewniejsza

Kierowca komunikuje się z centralą na dwa sposoby. Jeden to kanał foniczny – za pomocą przycisku wysyła cyfrowy sygnał chęci zgłoszenia wywołania. Potwierdza je dyspozytor i to on łączy się z kierowcą. Jest to tzw. rozmowa duosimplexowa, jedna osoba nadaje i odbiera na dwóch różnych częstotliwościach. Dodatkowo kierowca może skorzystać z łączności cyfrowej. Kierowca poprzez terminal wysyła zdefiniowane komunikaty – awaria, brak zmiany, itp. Wybiera tylko kod komunikatu. W centrali pojawia się komunikat wraz z numerem pojazdu, który go wysłał. Centrala również ma możliwość odpowiedzi na komunikat cyfrowy. Ten sposób jest bardziej niezawodny niż foniczny.

Jednym z elementów systemu KWSR jest też tak zwany przycisk antynapadowy, zainstalowany w każdym autobusie i umożliwiający w dyskretny sposób wezwanie pomocy w przypadku zagrożenia życia lub zdrowia kierowcy. Dyspozytor odbiera to zgłoszenie w pierwszej kolejności. Centrala nie może zignorować wywołania, gdyż jest blokowana dopóki nie odpowie na nie. W autobusie zostaje włączony podsłuch.

Wszystkie polecenia cyfrowe są kodowane. Komunikatom przypisano określone priorytety, w zależności od wagi informacji. Komunikat „brak zmiany" jest zwykłym komunikatem, ale, np. komunikat „awaria", zostanie obsłużony szybciej. Największy priorytet ma komunikat „napad". Wszystkie komunikaty pojawiają się w centrali na dwóch stanowiskach: osoby odpowiedzialnej za autobusy i na stanowisku kierownika zmianowego. Jednocześnie do niektórych komunikatów przypisany jest sygnał dźwiękowy, np. syrena – napad, gong – wywołanie z pojazdu, więc nie sposób nie zwrócić na niego uwagi.

Rys. 3. Terminal zainstalowany na desce rozdzielczej pojazdu

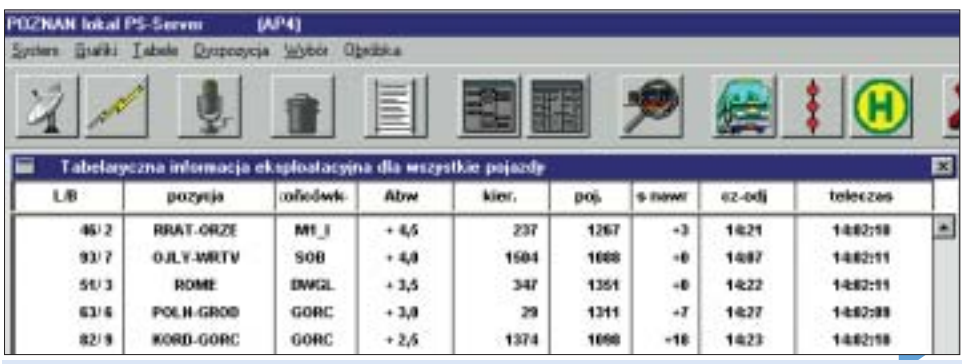
Graficzne zobrazowanie sieci

Informacja o aktualnej pozycji taboru może być zobrazowana graficznie, poprzez mapę sieci komunikacyjnej, na której pojawiają się dane dotyczące poszczególnych pojazdów. Na mapce (rys. 2) można wyśledzić pojazdy (przedstawione jako kolorowe kwadraty), numer linii, brygady oraz inne dane. Taka mapa dobrze wygląda medialnie, jednak w praktyce nie jest stosowana, gdyż jest mało czytelna, tym bardziej, że ikony przedstawiające pojazdy są w ruchu. Centrala najczęściej korzysta z tabelarycznego przedstawienia danych (rys. 4), które jest przejrzyste i znacznie bardziej efektywne. Dzięki opcji sortowania można obserwować pojedynczą linię, brygadę, lub tylko pojazdy, które mają opóźnienie. Dyspozytor widzi również aktualny czas i czas, który pozostał do następnego kursu. Jeżeli kierowca ma opóźnienie i nie zdąży w porę rozpocząć kolejnego kursu, dyspozytor może wysłać informację na pętlę końcową do dyżurnego, że ma uruchomić rezerwę i wysłać inny pojazd w zastępstwie. Wszystkie pojazdy mają ten sam czas wyświetlony na terminalu. Zegar cyfrowy, na bieżąco korygowany przez atomowy zegar znajdujący się pod Monachium, jest niezwykle dokładny. Odchyły są na poziomie 0,01 sekundy i cały czas są korygowane. Jeżeli system nie działa, to autobus pracuje w trybie autonomicznym i czas jest dyktowany przez komputer pokładowy.

System się rozwija

Trwają prace nad wdrożeniem systemu również w tramwajach. Wagony Tatry RT6N1 są wyposażone w potrzebne urządzenia, czekają jeszcze na zaktualizowane oprogramowanie. Wkrótce zostanie także zainstalowany Moduł Statystyczny, który pozwoli przeprowadzić pełną analizę tego, co się dzieje w mieście. Dzięki informacjom zwrotnym, dotyczącym poszczególnych punktów w mieście, konkretnych pojazdów, wielkości opóźnień, itp., będzie można wyszukiwać punkty newralgiczne, gdzie te opóźnienia występują zawsze i bardziej efektywnie dostosowywać rozkład jazdy. Kolejną nowością będzie podłączenie do systemu KWSR sterownika ruchu ulicznego. Urządzenie będzie nadawało autobusowi priorytet przejazdu na skrzyżowaniach z zainstalowaną sygnalizacją świetlną.

Michał Koralewski



Rys. 4. Tabelaryczne przedstawienie danych