Czas dostępu miarą efektywności węzłów komunikacyjnych cz. I

Utworzono: poniedziałek, 19, kwiecień 2010 07:25 Bogusław Molecki

Podczas przebudowy węzłów komunikacyjnych w miastach dużą wagę przywiązuje się do efektywności zastosowanych rozwiązań. Ocenia się zatem: czas przejazdu komunikacji zbiorowej, poziom swobody ruchu pieszych i pojazdów. Czas dostępu to propozycja miary dostępności komunikacji zbiorowej na węźle.

Podczas projektowania węzłów komunikacyjnych w miastach bardzo często dochodzi do konfliktu interesów. Nie chodzi przy tym o konflikty otwarte, polegające na lobbowaniu za rozwiązaniem korzystniejszym dla użytkowników pojazdów indywidualnych czy komunikacji zbiorowej - te bowiem są stosunkowo łatwe do zidentyfikowania i rozwiązania w oparciu o przyjętą przez dany samorząd politykę transportową.

Dużo większy problem powodują dylematy projektowe związane z wyborem najlepszego wariantu. Tak na przykład: wprowadzenie autobusów na torowisko tramwajowe położone w osi jezdni może być rozwiązaniem pożądanym (integracja przystanków obu trakcji), ale jednocześnie obniżającym atrakcyjność komunikacji zbiorowej (oddalenie przystanków od chodników). Problem pojawia się również, gdy wydłuża się trasy komunikacji zbiorowej w celu udostępnienia większości linii na jednym przystanku - niewątpliwe zalety takiego rozwiązania mogą zostać zniwelowane wzrostem czasu jazdy.

Przez długie lata dominującym czynnikiem oceny projektów przebudowy węzłów komunikacyjnych była ich przepustowość. Wynikało to z błędnego założenia o możliwości. dostosowania układu drogowego do obecnych i przyszłych potrzeb ruchu pojazdów indywidualnych. Z czasem do głosu doszły potrzeby istotniejszych, promowanych w polityce zrównoważonego rozwoju, uczestników ruchu: pasażerów komunikacji zbiorowej, rowerzystów i pieszych. W ocenie projektów węzłów nadal

Phoca PDF

brakowało jednak często powiązania warunków ruchu pieszego i komunikacji zbiorowej, czyli oceny dostępu do transportu miejskiego dla wsiadających (i wysiadających) na węźle pasażerów.

Elementy czasu dostępu

Czas dostępu pasażerów do komunikacji zbiorowej powinien obrazować możliwość przedostania się podróżnych z ciągów pieszych do pojazdów transportu miejskiego. Należy przy tym rozpatrywać trzy elementy: czas osiągnięcia przystanku przez pieszego t_p, moment wjazdu na przystanek autobusu lub tramwaju względem wejścia na peron pieszego t_w oraz średni odstęp między pojazdami komunikacji zbiorowej t_o.

Pierwszy składnik (czas dojścia - t_p) określa średni czas dostępu do przystanku z ciągów pieszych na skrzyżowaniu. Czas ten musi uwzględniać problemy wynikające z przekraczania przejść przez jezdnie i torowiska (a więc m.in. funkcjonowanie sygnalizacji świetlnej). Analizowana trasa powinna prowadzić z punktów węzłowych na ciągach pieszych (np. narożników skrzyżowania) do stanowiska przystankowego.

Drugi element (czas wjazdu - t_w) jest istotny w przypadkach, gdy istnieje zależność między momentem przybycia pieszego na przystanek oraz wjazdu nań pojazdu komunikacji zbiorowej. Związek taki może występować na skrzyżowaniach sterowanych sygnalizacją świetlną.

Trzecim składnikiem (t_o) jest czas oczekiwania na pojazd. Istnieje cały szereg wypracowanych metod określania tego czasu, w których bierze się pod uwagę: częstotliwości ruchu poszczególnych linii, istniejącą synchronizację kursów czy opóźnienia w stosunku do rozkładu jazdy (por. [4]). Możliwe jest również podejście uproszczone, oparte wyłącznie na interwałach kursowania poszczególnych linii.

Powyższe składniki podlegają sumowaniu. W ten sposób uzyskuje się czas dostępu dla określonego punktu startowego i kierunku jazdy.

W niektórych przypadkach odjazd z węzła w danym kierunku możliwy jest z kilku różnych przystanków (np. gdy tramwaje zatrzymują się przed skrzyżowaniem). Wówczas pasażer dokonuje wyboru przystanku (lub drogi dojścia doń) w oparciu o własne doświadczenie (minimalizacja czasu dostępu). W przypadku analizy podróży obligatoryjnych należy brać pod uwagę wartości najmniejsze z możliwych dla danego punktu początkowego i kierunku jazdy. Inaczej jest przy znacznym udziale podróży okazjonalnych (np. węzeł komunikacyjny przy operze, zoo, czy urzędzie skarbowym), gdzie ostateczna wartość powinna być bardziej ukierunkowana na średnią (duży udział przypadkowych wyborów przystanku i linii).

Określenie czasu dojścia

Czas dojścia t_p powinien być określany przy wykorzystaniu prędkości najliczniejszej grupy pieszych - pasażerów komunikacji zbiorowej w danym rejonie i porze

Phoca PDF

czasowej. Można również użyć średniej ważonej, jeżeli nie ma grupy zdecydowanie dominującej. Warto zauważyć (por. [1]), że prędkość pieszych v_p waha się w znacznym zakresie: od 0,8 m/s (kobiety z małymi dziećmi - dominujące w okolicy żłobków czy przedszkoli) do 1,8 m/s (młodzież i studenci w rejonach akademickich).

Najprostszy przypadek ma miejsce, gdy przystanek znajduje się przy chodniku, przed lub za skrzyżowaniem. Wówczas wystarczy określić odległość s_p od punktu startowego (wyznaczonego np. przecięciem osi chodników na narożniku skrzyżowania) do miejsca oczekiwania na pojazd (0,5 m od krawędzi peronu, na wysokości środkowych drzwi pojazdu przy typowym zatrzymaniu). Czas dojścia określa się wzorem (1).

(1)
$$t_p = \frac{s_p}{v_p}$$

gdzie:
t_p - czas dojścia [s]
s_p - droga dojścia [m]
v_p - prędkość pieszego [m/s]

Analogiczna sytuacja ma miejsce, gdy konieczne jest skorzystanie z podziemnego. Należy jedynie uwzględnić spadek prędkości, wynikający z poruszania się po schodach. Średnia prędkość pieszych na schodach wynosi: w ruchu pod górę ok. dół ok. 0,7 m/s (por. [l]).

Bardziej skomplikowany przypadek ma miejsce, gdy na trasie dojścia funkcjonuje sygnalizacja świetlna. Zależnie od momentu osiągnięcia wejścia na przejście, czas dojścia może się znacząco wydłużyć (oczekiwanie na sygnał zezwalający). Zakładając, że moment dojścia przed sygnał jest losowy (na trasie nie było w małej odległości innych systemów regulacji ruchu pieszego), do wartości obliczonej w sposób powyższy można doliczyć (przy wykorzystaniu średniej ważonej) czas tracony na oczekiwanie. Przy sygnalizacji stałocyklicznej i pojedynczym przyznaniu światła zielonego w cyklu czas dojścia określa wzór (2).

(2)
$$t_p = \frac{t_z}{T} \cdot \frac{s_p}{v_p} + \frac{T - t_z}{T} \cdot \left(\frac{T - t_z}{2} + \frac{s_p}{v_p} \right)$$

gdzie:
t_p - czas dojścia [s]

Phoca PDF

t_z - czas zezwolenia na ruch pieszy [s]
T – długość cyklu sygnalizacji [s]
s_p - droga dojścia [m]
v_p - prędkość pieszego [m/s]

Sytuacja staje się jeszcze bardziej skomplikowana, jeżeli na trasie dojścia do przystanku znajduje się więcej niż jedno przejście dla pieszych – wówczas należy bowiem wziąć pod uwagę stopień synchronizacji faz zezwalających na ruch pieszy i określić (ponownie za pomocą średniej ważonej) ostateczną wartość czasu t_p. Pomocne w takich przypadkach jest użycie wykresów ruchu pieszego, które umożliwiają graficzną analizę czasu przejścia.

Określenie czasu wjazdu

Czas wjazdu ma znaczenie wyłącznie w przypadku, gdy moment dojścia pasażera na przystanek oraz moment wjazdu tramwaju (trolejbusu, autobusu) są ze sobą wzajemnie powiązane. Taka sytuacja ma miejsce, gdy zarówno pieszy, jak i motorniczy (kierowca) przed osiągnięciem przystanku muszą zastosować się do zsynchronizowanych wskazań sygnalizacji świetlnej.

Biorąc pod uwagę stopień złożoności takich sytuacji, zazwyczaj określenie czasu wjazdu wymaga wykorzystania metod graficznych. Jedynie w najprostszych przypadkach stosować można bezpośrednio wzory odwołujące się do programu sygnalizacji na skrzyżowaniu, np. gdy pasażerowie dochodzą do przystanku zawsze chwilę przed przyjazdem tramwaju czy autobusu, czas wjazdu określa wzór (3).

(3)

$$t_w = t_2 - t_1 - \frac{t_z}{2} \qquad dla\ t_1 + t_z < t_2$$

t_w - czas wjazdu [s];
t_1 - moment dojścia na przystanek pierwszych pasażerów (w cyklu sygnalizacji) [s]
t_2 - moment wjazdu pojazdu komunikacji (w cyklu sygnalizacji) [s]
t_z - długość sygnału zezwalającego na przejście pieszych (w cyklu sygnalizacji) [s]

W związku z przytoczonym zakresem stosowania czasu, pamiętać należy, że przyjmuje on wartości zerowe, gdy:

- dojście na przystanek nie jest uzależnione od sygnalizacji świetlnej;
- wjazd na przystanek nie jest zależny od wskazań tejże sygnalizacji;
- momenty dojścia i wjazdu zależą od różnych sygnalizacji, pracujących w różnych (niebędących wielokrotnościami) cyklach.

Określenie oczekiwania

Phoca PDF

Istnieje wiele podejść do określania czasu oczekiwania na pojazd komunikacji zbiorowej. Przegląd tych rozwiązań można znaleźć w [4].

Do analiz transportu miejskiego w Polsce najbardziej odpowiedni wydaje się wzór Rudnickiego (4), zamieszczony w [4]. Został on bowiem opracowany dla przeciętnych warunków nieregularności i niepunktualności.

(4)

$$t_o = \begin{cases} h & dla \quad h < 2 \\ 0{,}5 \cdot h & dla \quad 2 \le h \le 12 \\ 7 & dla \quad h > 12 \end{cases}$$

Gdzie:
t_o - czas oczekiwania [min.];
h - średni interwał pomiędzy przyjazdami pojazdów [min.].

Wzór ten opiera się na założeniu, że przy częstotliwości ruchu co 12 minut lub więcej pasażerowie stawiają się na przystanku w momentach przypadkowych (nie kierują się wskazaniami rozkładu jazdy).

Warto zauważyć, że w przypadku wysokiego poziomu punktualności kursowania, przy analizie czasu oczekiwania należy wziąć pod uwagę kwestię synchronizacji rozkładów jazdy poszczególnych linii [3] i wynikającą z tego liczbę kursów postrzeganych [2].

Bogusław Molecki
Zakład Logistyki i Systemów Transportowych
Politechnika Wrocławska

Referat został wygłoszony podczas V Konferencji Naukowo-Technicznej „Systemy Transportowe. Teoria i Praktyka” oraz opublikowany w materiałach konferencyjnych.

Literatura:
1 . Malasek J.: Obsługa komunikacyjna centrów miast. WKiŁ, Warszawa l981.
2. Molecki A.: Number of remarkable courses as a measure of level of inhabitans` transport service standard. Problemy Transportu, Tom 2, Zeszyt 4, Gliwice 2007, s. 43-48.
3. Molecki B.: Metody synchronizacji rozkładów jazdy transportu miejskiego. Transport Miejski, Nr 4, 2003, s. 15-19.
4. Rudnicki A.: Jakość komunikacji miejskiej, SITK, Kraków 1999.

Phoca PDF