

Jacek Makuch¹
Politechnika Wrocławska

NIEWYKORZYSTANY POTENCJAŁ ŚRODKÓW KOMUNIKACJI ZBIOROWEJ PORUSZAJĄCYCH SIĘ W POZIOMIE ULICY

Streszczenie

W referacie poruszono problem ciągłego spadku atrakcyjności systemów komunikacji zbiorowej opartych na tramwajach, autobusach i trolejbusach pomimo inwestycji dokonywanych w tym segmencie transportu zbiorowego. Jako główną przyczynę wskazano zjawisko kongestii coraz bardziej ogarniające zurbanizowane strefy miejskie. Przedstawiono możliwe sposoby przeciwdziałania temu procesowi.

1. Wstęp

Podstawę eksploatowanych obecnie systemów transportu publicznego w większości miast w naszym kraju stanowią środki komunikacji zbiorowej (w skrócie KZ) poruszające się w poziomie ulicy - autobusy oraz tramwaje albo trolejbusy. W jakości usług oferowanych przez ten segment transportu publicznego dokonał się w okresie ostatnich kilkunastu lat znaczny postęp. Pojawiły się:

- nowoczesny tabor i infrastruktura przystankowa,
- nowoczesne rozwiązania systemów taryfowych i informacji pasażerskiej,
- nowoczesne systemy nadzoru ruchu pojazdów KZ,
- nowoczesne systemy sterowania ruchem z detekcją pojazdów KZ i akomodacją uwzględniającą minimalizację strat ich czasu.

Niestety pomimo tych inwestycji, występuje ciągły spadek atrakcyjności komunikacji tramwajowej, autobusowej i trolejbusowej, objawiający się stale malejącą liczbą podróży, ponieważ dla znacznej liczby pasażerów podstawowym kryterium przy wyborze środka transportu jest czas przejazdu, a ten niestety ulega ciągłemu wydłużeniu. Główną przyczyną tego zjawiska jest postępująca kongestia, będąca wynikiem nieustannego wzrostu liczby zarejestrowanych samochodów osobowych przy ograniczonych możliwościach rozbudowy układu drogowego w zurbanizowanych strefach miejskich, w efekcie czego w okresach szczytów komunikacyjnych centralne

¹ dr inż., Zakład Infrastruktury Transportu Szynowego, Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, tel (+48 71) 320 31 27, jacek.makuch@pwr.wroc.pl

obszary miast zamieniają się w jeden wielki korek, w którym uwięzione zostają nie tylko pojazdy komunikacji indywidualnej (w skrócie KI) lecz i zbiorowej.

W takiej sytuacji najczęściej wysuwany jest wniosek, iż jedynym rozwiązaniem tego problemu może być budowa bezkolizyjnych szynowych systemów KZ poruszających się poza przestrzenią ulicy. Jednakże ze względu na:

- bardzo wysokie koszty takich rozwiązań w przypadku metra albo kolei niekonwencjonalnej (monorail, maglev),
 - problemy organizacyjno-prawne w przypadku wykorzystania do przewozów miejskich istniejącej infrastruktury kolei konwencjonalnej (wciąż restrukturyzujące się i jak dotychczas mało zainteresowane przewozami miejskimi PKP),
- poza pojedynczymi wyjątkami najczęściej nie podejmuje się żadnych działań, a instytucje zarządzające transportem czują się usprawiedliwione.

Tymczasem jak pokazują przykłady z zagranicy, właśnie poprzez odpowiednio ukierunkowany rozwój środków transportu takich jak tramwaje, autobusy i trolejbusy można uzyskać efekty nie wiele ustępujące systemom kolei miejskiej lub metra. Co więcej, okazuje się że miasta które zbudowały już bezkolizyjne systemy transportu szynowego, nie pozbyły się zupełnie problemów o których mowa, gdyż systemy te, ze względu na rzadko rozmieszczone przystanki umieszczone wysoko na estakadach lub głęboko pod ziemią nie potrafiły wystarczająco skutecznie zachęcić użytkowników samochodów osobowych do zmiany środka transportu na pojazdy KZ. Dlatego obecnie coraz częściej powraca się do środków transportu takich jak tramwaje, autobusy i trolejbusy, gdyż znacznie lepiej penetrują one obszar miasta niż metro lub kolej miejska oraz są dużo tańsze i mniej uciążliwe dla otoczenia. Przykładem takiej polityki mogą być miasta francuskie, a szczególnie Lyon, w którym pomimo istnienia sieci metra obecnie uzupełnienia się ją nowymi liniami tramwajowymi.

Istotą niniejszego referatu jest postawienie tezy, iż środki KZ takie jak tramwaje, autobusy i trolejbusy, będące obecnie podstawą transportu publicznego większości miast w naszym kraju, w warunkach kongestii stanowią **niewykorzystany potencjał** systemów transportowych tych miast. W celu udowodnienia postawionej tezy, w dalszej części referatu przedstawione zostaną możliwe sposoby uzyskania wzrostu atrakcyjności, a przez to wykorzystania rozważanych środków KZ.

2. Zwiększenie poziomu separacji ruchu pojazdów KZ i KI

W zakresie komunikacji tramwajowej torowiska wydzielone stanowią średnio w skali całego kraju około 3/4 ich ogólnej długości, co jest bardzo pozytywnym wynikiem. Niestety w przypadku miast posiadających zabytkową staromiejską zabudowę mniejszy udział torowisk wydzielonych występuje w obszarach centralnych - czyli właśnie tam gdzie bardziej są potrzebne.

W zakresie komunikacji autobusowej i trolejbusowej długości obecnie funkcjonujących w naszym kraju wydzielonych pasów są tak niewielkie, że nie są ujmowane w analizach i opracowaniach. Przykładowo dla centrum Wrocławia pozostają one na poziomie jedynie 2 procent [1].

Podstawowym sposobem wydzielania pasów autobusowych oraz torowisk tramwajowych wbudowanych w jezdnię stosowanym w miastach w naszym kraju jest ciągła lub przerywana linia oznakowania poziomego wraz z towarzyszącym jej oznakowaniem pionowym. Niestety, jak pokazuje wieloletnia praktyka, środki te nie stanowią wystarczająco skutecznego zabezpieczenia przed wjeżdżaniem samochodów osobowych na powierzchnie jezdni przeznaczone wyłącznie dla pojazdów KZ.

Podstawową przyczyną niskiej skuteczności tych środków jest fakt, że nie stanowią one bariery fizycznej, a jedynie psychologiczną. Dodatkowo ignorowaniu tej bariery sprzyjają następujące powody:

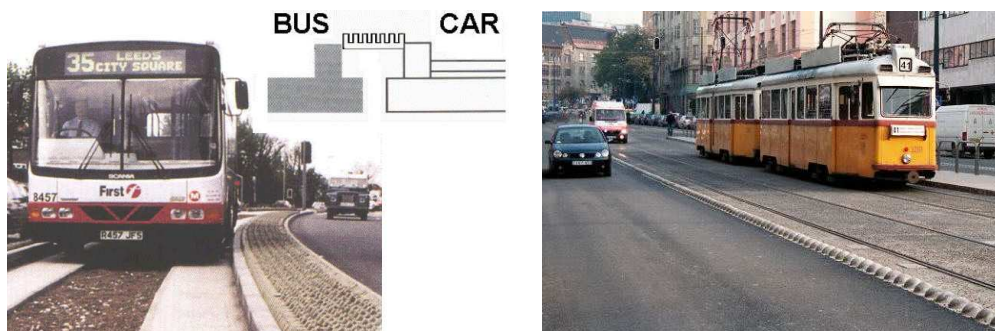
- kierowcy nie czują uzasadnienia do respektowania wydzielenia pasów autobusowych, gdy w mediach utożsamia się je z atakiem na swobody obywatelskie, natomiast przedstawiciele policji potrafią tłumaczyć brak interwencji tym, że pasy autobusowe są usankcjonowane znakami informacyjnymi, a nie zakazu lub nakazu,
- w świadomości kierowców bardzo słabo utrwała się lokalizacja pasów autobusowych funkcjonujących czasowo (tylko w godzinach szczytu dni roboczych) stosowanych powszechnie w niektórych miastach w naszym kraju.

Niską skuteczności omawianych środków wspomagają ponadto następujące inne przyczyny:

- jako pasy autobusowe najczęściej wydzielane są skrajne prawe pasy ruchu jezdni, które są najbardziej narażone na zakłócenia wynikające ze źle zaparkowanych lub zepsutych pojazdów, samochodów dokonujących zaopatrzenia przyległych obiektów oraz rowerzystów - w przypadku braku osobnej ścieżki rowerowej,
- przy wydzielaniu torowisk tramwajowych ciągłą linię oznakowania poziomego umieszcza się niekiedy zbyt blisko zewnętrznej szyny tramwajowej, co powoduje że samochody nie przekraczające tej linii mogą uniemożliwić przejazd tramwajom,
- w miejscach poprzecznych przejść dla pieszych przez jezdnie, wydzielone pasy dla pojazdów KZ najczęściej sąsiadują bezpośrednio z ogólnodostępnymi pasami ruchu (brak azyli dla pieszych), co zwiększa ilość koniecznych zatrzymań pojazdów KZ.

Tymczasem zakres dostępnych i zarazem bardziej skutecznych środków wydzielania ruchu pojazdów KZ z ruchu ogólnomiejskiego jest znacznie szerszy:

- nawierzchnie jezdni w odmiennym kolorze,
- zastąpienie linii oznakowania poziomego formami separacji stanowiącymi fizyczną barierę (krawężniki, separatory, pasy zieleni, nawierzchnie "odstraszające" - rys.1),



Rys.1 Nawierzchnie "odstraszające": Leeds (z lewej) i Budapeszt (z prawej)

- uzupełnienie oznakowania pionowego na początkach wydzielonych pasów dla pojazdów KZ o fizyczne bariery w postaci opuszczanych słupków przeszkodowych albo szlabanów - analogicznych jak na strzeżonych przejazdach kolejowych (rys.2),



Rys.2 Zabezpieczenie wjazdów na powierzchnie jezdni przeznaczone wyłącznie dla pojazdów KZ:
Gouda (z lewej) i Amsterdam (z prawej).

- osobne jezdnie przeznaczone wyłącznie dla pojazdów KZ (rozwijające się bardzo dynamicznie w obu Amerykach i południowo-wschodniej Azji systemy BRT - Bus Rapid Transit - rys.3),



Rys.3 Quito - pasy trolejbusowe jako osobne wydzielone jezdnie [2]

- zastosowanie specjalnego typu nawierzchni niekonwencjonalnej umożliwiającej przejazd jedynie specjalnie dostosowanym pojazdom (rys.4),



Rys.4 Leeds - wydzielony pas autobusowy o niekonwencjonalnej nawierzchni i poruszanie się po nim
(od lewej) autobusu prowadzonego, samochodu ciężarowego i osobowego

- wydzielanie centralnych pasów ruchu w przekroju ulicy [3] albo pasów pod prąd ulic jednokierunkowych,
- stosowanie azyli na granicach przejść dla pieszych przez pasy ruchu ogólnodostępne i przeznaczone wyłącznie dla pojazdów KZ (rys.5).



Rys.5 Rouen - azyle dla pieszych na przejściach przez jezdnie z wydzielonymi pasami ruchu dla pojazdów KZ [2]

Wydzielając pasy autobusowe często tworzy się je jedynie na odcinkach pomiędzy skrzyżowaniami, choć to właśnie skrzyżowania generują największe straty czasu. Co prawda przed wlotami skrzyżowań, na których następuje rozplot linii autobusowych stosuje się służby sygnalizacyjne ułatwiające wjazd autobusom, ale już przez samo skrzyżowanie autobusy przejeżdżają w strumieniach wspólnych z pojazdami KI. Tymczasem przy tworzeniu wydzielonych pasów autobusowych i trolejbusowych można z powodzeniem stosować model tramwajowy - wydzielonego z jezdni torowiska oraz osobnych korytarzy przejazdu przez skrzyżowania (rys.6).



Rys.6 Komunikacja autobusowa w Taipei przed i po wydzieleniu tras autobusowych [4]

Wydzielając torowiska tramwajowe lub pasy autobusowe, w sytuacji gdy szerokość dwukierunkowej ulicy jest zbyt mała dla uzyskania czterech normatywnych pasów ruchu (po jednym pasie w każdym kierunku dla KZ i KI) najczęściej rezygnuje się z wykonania wydzielenia, tymczasem możliwe jest stosowanie ulic w układzie "2+1" (dwa pasy w przeciwnych kierunkach dla KZ i tylko jeden w jednym kierunku dla KI), ale za to z towarzyszącym pasem postojowym - rys.7.



Rys.7 Strasbourg - ulica z priorytetem dla KZ w układzie "2+1"

Rozwiązanie to jest bardzo korzystne, gdyż ulica pozostaje dostępna dla pojazdów KI i to z możliwością parkowania, natomiast pojazdy KZ mają pasy ruchu przeznaczone wyłącznie dla siebie. Łatwiej jest też uspokoić ruch pojazdów KI na takiej ulicy (wyeliminować ruch tranzytowy), jeśli na kolejnych jej odcinkach pomiędzy skrzyżowaniami zastosujemy zmianę kierunku ruchu dla pojazdów KI.

Szkoda, że w naszych miastach nie potrafi się docenić rozwiązań tego typu i najczęściej w takich sytuacjach tworzy się ulice przeznaczone dla pojazdów KZ o dopuszczonym ruchu np. właścicieli pewnych posesji, w efekcie czego korzystają z niej również inni kierowcy, przez co idea priorytetu dla pojazdów KZ pozostaje niewykorzystana.

Szkoda również, że we Wrocławiu wycofano się z pomysłu dodania toru tramwajowego w przeciwnym kierunku na ul. Szewskiej, co znacznie poprawiłoby atrakcyjność tej trasy tramwajowej (obecnie przystanki tramwajowe dla przeciwnego kierunku są odległe o 300 i 600 m). Argument zbyt wąskiej przestrzeni pomiędzy niektórymi kamienicami bardzo łatwo można obalić przytaczając przykład ul. Leidsestraat z Amsterdamu, gdzie w miejscach przewężeń zaprojektowano spłyty torowe (rys.8).



Rys.8 Amsterdam - spłyty torowe w miejscach przewężeń ul. Leidsestraat

Najczęstszą przyczyną strat czasu tramwajów w okresach szczytów na skrzyżowaniach, poprzecznych przejazdach przez torowisko oraz odcinkach lokalnych przewężeń ulic (z wprowadzeniem ruchu pojazdów KI na torowisko) jest blokowanie przejazdu tramwajom przez samochody, które nie mogą zjechać z torowiska, z powodu zakorkowania zjazdu. Co prawda w prawie o ruchu drogowym istnieje zapis o zakazie wjeżdżania na skrzyżowanie, jeśli nie ma się z niego zapewnionego zjazdu, podobnie zapis o ustępowaniu tramwajom miejsca (kiedyś pierwszeństwa), przepisy te jednak stają się martwe w warunkach kongestii. Receptą na te problemy mogłoby być powołanie w przepisach pojęcia "wydzielonych pasów ruchu dla pojazdów KZ o dopuszczonym ruchu pojazdów KI - poprzecznym (na skrzyżowaniach i przejazdach) oraz podłużnym (na odcinkach przewężeń ulic)" wraz z określeniem odmiennego sposobu ich oznakowania (rys.9) oraz zasad poruszania się po nich (wjazd pojazdów KI dopuszczony jedynie w sytuacji możliwości natychmiastowego zjazdu).



Rys.9 Odmienny sposób oznakowania poprzecznych przejazdów przez pasy ruchu przeznaczone wyłącznie dla pojazdów KZ: Barcelona (z lewej) i Nancy (z prawej)

W komunikacji tramwajowej, w większości miast w naszym kraju występuje niski udział sygnalizacji świetlnej przydzielających tramwajom przejazdy niekolidujące z innymi strumieniami ruchu, co jest spowodowane:

- przestarzałymi zasadami i urządzeniami sterowania ruchem,
- wąskimi ulicami o braku możliwości poszerzenia wlotów w celu uzyskania odpowiedniej struktury kierunkowej pasów ruchu kołowego,
- skrzyżowaniami z wyspą centralną, na przecięciach ulic z torowiskami tramwajowymi umieszczonymi w ich osiach,
- dopuszczeniem zawracania pojazdów KI na skrzyżowaniach z tramwajami skręcającymi "w cieniu" wydzielonych skrętów strumieni kołowych.

Tymczasem już poprzednia "Instrukcja o drogowej sygnalizacji świetlnej" z roku 1994 dopuszczała jako wyjątki jedynie dwa przypadki kolizji ze strumieniami tramwajowymi (tramwaje jadące na wprost z samochodami z tego samego lub przeciwnego wlotu, skręcającymi w lewo lub w prawo ale tylko z pasów, z których możliwa jest jazda również na wprost), w pozostałych przypadkach tramwajom powinny być przydzielane przejazdy niekolidujące z innymi strumieniami ruchu. Oczywiście instrukcja, zarówno poprzednia jak i obecna, nie zabrania zrezygnowania ze stosowania nawet tych dwóch wyjątków, co z punktu widzenia ruchu pojazdów KZ byłoby bardzo korzystne.

Niestety postępowanie zgodne z obowiązującymi instrukcjami nie oznacza automatycznie uniknięcia rozwiązań niekorzystnych z punktu widzenia ruchu pojazdów KZ, czego dobrym przykładem może być skrzyżowanie mostu Uniwersyteckiego i ul. Grodzkiej we Wrocławiu. Otóż, w obowiązującej od pewnego czasu organizacji ruchu na północnym wlocie tego skrzyżowania tramwaje skręcające w prawo otrzymują sygnał przejazdu razem z samochodami jadącymi w tym samym kierunku, tyle tylko że

torowisko jest wspólne z pasem ruchu kołowego do jazdy w lewo, otrzymującym światło zielone w zupełnie innym przedziale czasowym cyklu, tak więc tramwaje nawzajem blokują się z samochodami. Straty czasu tramwajów w szczycie porannym wynoszą średnio 4 minuty. Czas przejazdu autobusów linii 144 na tym samym odcinku, korzystających jednakże z równoległego do torowiska pasa ruchu nie blokującego się z kołowymi lewoskrętami jest 2,5 raza krótszy!

W sterowaniu ruchem miejskim w naszym kraju od kilkunastu lat coraz częściej wykorzystuje się detekcję pojazdów KZ oraz akomodację w celu zminimalizowania strat czasu ruchu tych pojazdów. Pomimo tych zabiegów osiągnęte efekty z punktu widzenia usprawnienia ruchu pojazdów KZ nie są zadowalające. Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy jest niewłaściwe rozpoznanie charakteru i struktury ruchu tych pojazdów, co w efekcie powoduje zastosowanie nieodpowiednich środków w celu nadania im priorytetu. Otóż, w przeciwieństwie do losowego w czasie i przestrzeni charakteru ruchu pojazdów KI, ruch pojazdów KZ odbywa się:

- wzdłuż ustalonych tras przebiegu,
- według opracowanych czasowych rozkładów jazdy.

Specyfika ruchu pojazdów KZ jest więc znacznie bardziej zbliżona do ruchu pociągów w sieci linii kolejowych, niż do ruchu samochodów w sieci ulic miejskich, dlatego sterowanie ruchem pojazdów KZ powinno być wzorowane na modelu kolejowym, a nie drogowym [5, 6]. Tymczasem większość obecnie stosowanych systemów wywodzi się od prostych sygnalizacji świetlnych, tworzonych z myślą o sterowaniu ruchem pojazdów KI, które z czasem wzbogacano w elementy usprawniające ruch pojazdów KZ.

Jedynym skutecznym środkiem wydaje się być odejście od dotychczasowego sposobu tworzenia systemów sterowania ruchem miejskim, nawet za cenę rezygnacji z koordynowania najbardziej obciążonych strumieni pojazdów KI (popularnie nazywanego "zieloną falą"), a w zamian zbudowanie systemu sterowania ruchem od nowa i to na odwrotnej zasadzie, w którym podstawą będzie sterowanie ruchem pojazdów KZ (uzyskanie minimalnych strat ich czasu), natomiast pozostali uczestnicy ruchu (samochody, rowerzyści i piesi) będą poruszać się "w cieniu" strumieni pojazdów KZ, ale oczywiście z uwzględnieniem pewnego minimalnego standardu ich wygody (nieprzekroczenie maksymalnych czasów oczekiwania na światło zielone i minimalnych długości światła zielonego).

Nowe systemy w zakresie sterowania ruchem pojazdów KZ powinny posiadać cechy systemów stosowanych na kolei:

- powinny znać aktualne położenie pojazdów,
- powinny regulować kolejność i odstępy pojazdów ("przepuszczać" pojazdy opóźnione przed pojazdami bez opóźnień),
- powinny realizować jedynie przejazdy bezkolizyjne,
- powinny podawać sygnał wolnej jazdy tylko w przypadku możliwości wykorzystania go przez zbliżający się pojazd oraz analizować wykonanie przejazdu przez ten pojazd (tak aby nie dopuścić do sytuacji, w której kierowca lub motorniczy "przegapi" swoje światło zielone oraz aby po zakończeniu przejazdu mieć możliwość jak najszybszego przejścia do następnych faz),
- powinny kontrolować zajętość punktów kolizji, wylotów skrzyżowań, przystanków i nie przydzielać wjazdu jeśli miejsca te są zajęte,
- powinny sterować przestawianiem zwrotnic tramwajowych i trolejbusowych.

W zakresie sterowania ruchem pojazdów KI nowe systemy powinny kontrolować zajętość zjazdów dla pojazdów KI z obszarów kolizji z pojazdami KZ i w sytuacji gdy są one zajęte nie powinny przydzielać na nie wjazdu pojazdom KI.

Najrozsądniejszym rozwiązaniem wydaje się być łączenie w jedno centralnych systemów sterowania pracą sygnalizacji świetlnej z systemami nadzoru ruchu pojazdów KZ rozpoznającymi aktualne ich położenie. Dzięki tak zdefiniowanym założeniom nowe systemy powinny pełnić funkcję samoregulacji ruchu pojazdów KZ - to znaczy utrzymywania w zgodności z poprawnie opracowanym rozkładem jazdy. Powinny ponadto analizować na bieżąco poprawności rozkładów jazdy oraz dawać możliwość ich modyfikacji, co może być bardzo cenne w przypadku wprowadzania z dnia na dzień ograniczeń w ruchu (np. z powodu awarii lub remontów).

Równoległe do przedstawionej powyżej nowej idei konstruowania systemów sterowania ruchem godne polecenia są następujące, znacznie prostsze rozwiązania:

- w przypadku jednojezdniowych wielopasowych ulic łączących peryferyjne osiedla z centrami miast, gdzie w szczycie porannym występuje główneciążenie w stronę centrum, a w popołudniowym - w kierunku przeciwnym, możliwe jest zastosowanie, tak jak w Utrechcie (rys.10), tymczasowych wydzielonych sygnalizacją świetlną pasów autobusowych pod prąd, wykorzystujących sygnały używane nad pasami o przeciwnym kierunku ruchu,



Rys.10 Utrecht - tymczasowy wydzielony sygnalizacją świetlną pas autobusowy pod prąd [7]

- w przypadkach braku możliwości wydzielenia ruchu pojazdów KZ z ruchu ogólnego na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją świetlną stosuje się niekiedy rozwiązanie nazywane "czyszczeniem wlotu" - polega ono na wydłużeniu długości światła zielonego w celu opróżnienia wlotu z pojazdów KI blokujących przejazd pojazdowi KZ, który został wykryty przez detektory podczas zbliżania się do tego właśnie wlotu (rozwiązanie takie zastosowano we Wrocławiu w ul. Podwale na odcinku pomiędzy pl. 1 Maja, a Orląt Lwowskich),
- analogicznym rozwiązaniem mogłoby być "limitowanie dopływu pojazdów na wlot", które we Wrocławiu można by zastosować na ul. Św. Jadwigi pomiędzy skrzyżowaniem z ul. Św. Ducha, a pl. Bema - w rozwiązaniu tym dopływ pojazdów KI możliwy jedynie z kierunku ul. Św. Ducha byłby limitowany w taki sposób, aby zapewnić jedynie pełne wykorzystanie otwarcie wlotu na pl. Bema, natomiast nie powodować niepotrzebnego blokowania przejazdu tramwajów w ul. Św. Jadwigi (detektory kontrolowałyby długość kolejki pojazdów KI oczekujących na wlocie na pl. Bema i w sytuacji, gdy przekraczałaby ona ilość pojazdów, które przejeżdżają przy jednym otwarciu światła zielonego, na wcześniejszym skrzyżowaniu z ul. Św. Ducha skracana byłaby długość światła zielonego, tak aby ograniczyć dopływ);

obecnie czasy przejazdu tramwajów w okresach szczytów na rozważanym odcinku dochodzą do 8 minut przy czasie rozkładowym wynoszącym 3 minuty!

3. Zwiększenie poziomu integracji różnych podsystemów KZ

W Polsce, w kilkunastu ośrodkach transport zbiorowy oparty jest nie tylko na autobusach - eksploatowane są również tramwaje albo trolejbusy.

Oprócz wspomnianego w poprzednim punkcie niskiego poziomu wydzielenia ruchu pojazdów KZ systemy te posiadają następujące inne słabe strony:

- brak współdziałania, a nawet konkurowanie tramwajów z autobusami, jeśli weźmiemy pod uwagę odjazdy z różnych, oddalonych od siebie przystanków pomimo pokrywania się tras oraz trudniejsze uzyskanie priorytetów w organizacji i sterowaniu ruchem jeśli tramwaje i autobusy jadą w dwu osobnych strumieniach zamiast w jednym wspólnym,
- nieatrakcyjne przesiadki w węzłach, w sytuacji gdy przystanki tramwajowe lokalizuje się najczęściej w osiach ulic przed skrzyżowaniami, podczas gdy autobusowe - przy zewnętrznych krawędziach ulic, za skrzyżowaniami,
- niski udział tramwajów niskopodłogowych,
- niska elastyczność zmian przebiegu tras tramwajowych i trolejbusowych.

Niedoskonałości te można ograniczyć poprzez integrację infrastrukturalną komunikacji tramwajowej albo trolejbusowej z autobusową, polegającą na tworzeniu wspólnych wydzielonych pasów ruchu wraz z przystankami, w następujących dwóch celach:

- zastąpienia konkurencji współdziałaniem,
- przeniesienia zalet jednych środków na inne (np. wspomniany już "tramwajowy" sposób wydzielania pasów autobusowych i trolejbusowych; wprowadzanie linii autobusowych na trasy wyłącznie tramwajowe lub trolejbusowe w celu częściowego zrekompensowania braku wspomnianej elastyczności oraz niskiego udziału pojazdów niskopodłogowych; wprowadzanie linii tramwajowych lub trolejbusowych na trasy wyłącznie autobusowe w celu zmniejszenia emisji spalin).

O ile integracja infrastrukturalna komunikacji autobusowej i trolejbusowej odbywa się w praktyce bez większych przeszkód, to w przypadku integracji autobusów z tramwajami jest już znacznie trudniej, a można wręcz zarzucić, że rozwiązanie takie nie jest w ogóle potrzebne, gdyż sieć komunikacji zbiorowej należy tak kształtować, aby linie autobusowe w ogóle nie pokrywały się z tramwajowymi. Niestety praktyka pokazuje, że niewielu miastom udaje się taką zasadę utrzymać. Dzieje się tak dlatego, ponieważ rozwój komunikacji tramwajowej zwykle nie nadąża za rozwojem miasta. Tak było w latach 70-tych i 80-tych, kiedy to budowano nowe osiedla mieszkaniowe, tak jest obecnie - w przypadku powstawania nowych dużych centrów handlowo-usługowo-rozrywkowych. Inną przyczyną wprowadzania komunikacji autobusowej na ulice z trasami tramwajowymi jest łączenie linii autobusowych o przebiegu promienistym w średnicowe, spowodowane likwidacją pętli przesiadkowych na obrzeżach centrum, w wyniku sprzedaży przez gminy atrakcyjnych terenów miejskich albo "upomnienia się" o nie ich prawowitych właścicieli. Pokrywanie się tras autobusowych z tramwajowymi jest więc faktem i staje się podstawowym argumentem przemawiającym za rozpoczęciem stosowania proponowanej integracji.

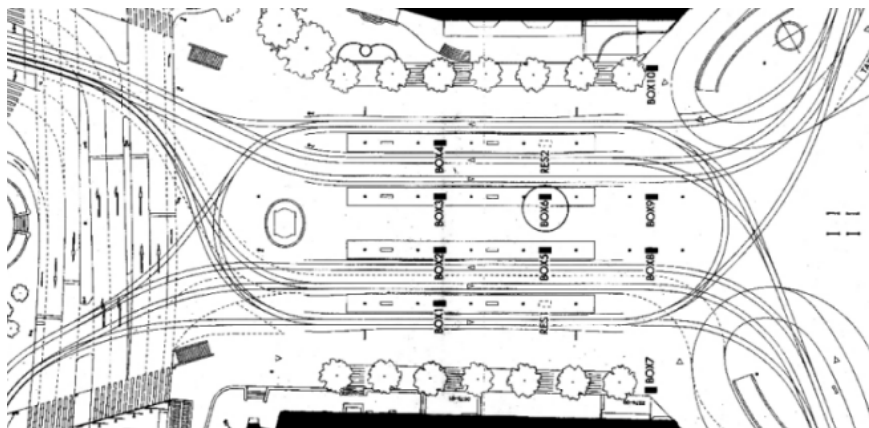
W sytuacji gdy natężenie ruchu pojazdów KZ jest na tyle duże, że ze względu na wyczerpanie przepustowości nie jest możliwe zastosowanie wspólnych wydzielonych pasów tramwajowo-trolejbusowo-autobusowych powinno się zachować ich niezależność, ale należy je wtedy projektować w przestrzeni ulicy obok siebie. Podobnie przystanki w węzłach należy umieszczać jak najbliżej siebie, dbając o jak najkrótszą drogę przejścia z jednych na drugie.

Dobrym przykładem przewyciężenia stereotypu, iż pojazdom KZ w przekroju ulicy przynależy się nie więcej niż jeden wydzielony pas ruchu w każdym kierunku, jest rozwiązanie zastosowane w Bogocie (rys.11). Z kolei negatywnym przykładem dezintegracji przystankowej w węźle może być pl. Dominikański we Wrocławiu. O ile przystanki tramwajowe pozostają w tej samej lokalizacji od lat 70-tych, kiedy to plac został przebudowany, umożliwiając w miarę dogodnie dokonywanie przesiadek, to z przystanków autobusowych w pierwotnej dogodnej lokalizacji ma szansę pozostać jedynie położony na wschodnim wylocie placu (przy budynku PZU). Przystanek na wylocie północnym - szczególnie generujący przesiadki (koniec i początek trasy kilku linii autobusowych) ze względu na wjazd do garażu Galerii Dominikańskiej oraz zatokę postojową przed hotelem Mercure przesunięto w rejon skrzyżowania z ul. Janickiego i obecnie jest on oddalony o 200 m od placu. Przystanek na wylocie południowym pojawił się po wyburzeniu budynków zakładów graficznych, jednakże działkę sprzedano inwestorowi w taki sposób, że nie znalazło się miejsce na wykształcenie zatoki autobusowej, w efekcie czego autobusy blokowały zjazd ze skrzyżowania i dlatego przystanek dla linii dziennych przesunięto 150 m dalej. Ostatnio w lokalnej prasie pojawiła się informacja, że ze względu na planowaną budowę fontanny w zakończeniu przebudowywanej na pasaż pieszy ul. Oławskiej konieczne będzie również przesunięcie przystanku autobusowego na zachodnim wylocie pl. Dominikańskiego.



Rys.11 Bogota - dwa równoległe wydzielone pasy autobusowe w każdym kierunku [4]

W przypadku węzłów przesiadkowych równie ważna jest integracja kierunków ruchu pojazdów KZ, dlatego w węzłach w których następuje rozplot linii przystanki należy lokalizować na wylotach skrzyżowań albo w formie układów wzorowanych na stacjach kolejowych (Bazylen - rys.12, Zurich, Kassel - węzły tramwajowe przy dworcach kolejowych tych miast).



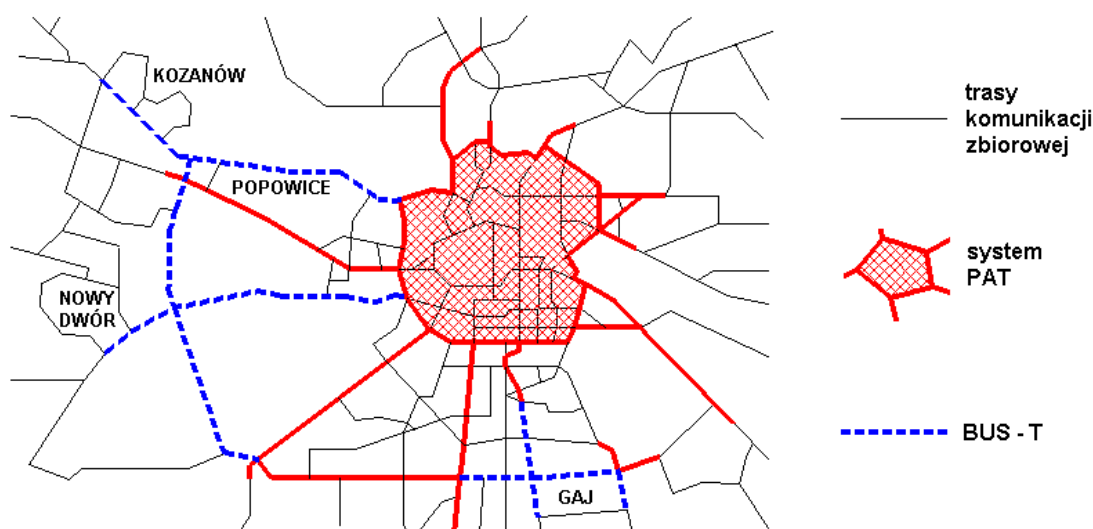
Rys.12 Bazylea - węzeł tramwajowy w układzie stacji kolejowej [8]

Należy jednakże zaznaczyć, że proponowana integracja infrastrukturalna nie może dotyczyć miast, w których przyjęto w komunikacji autobusowej model wsiadania pasażerów jedynie pierwszymi drzwiami, albo dopuszczone jest korzystanie z wydzielonych pasów autobusowych przez autobusy PKS lub prywatnych przewoźników ("busikarzy", taksówki). Pojazdy włączone w zintegrowany infrastrukturalnie system muszą posiadać porównywalne parametry trakcyjne oraz wymiany pasażerów na przystankach, tak aby nawzajem się nie blokowały.

Sprawdzonym przykładem częściowej integracji ruchu tramwajowego i autobusowego mogą być stosowane w niektórych miastach Polski pasy autobusowo-tramwajowe (w skrócie PAT). We Wrocławiu pierwszy PAT zrealizowano w roku 1995 na ul. Ruskiej. Obecnie funkcjonuje w mieście łącznie ok. 3 km tramwajowego toru pojedynczego przystosowanego do ruchu autobusów. Są to jednak rozwiązania o charakterze odcinkowym, w których autobus wprowadza się na torowisko tramwajowe tylko na wybranych jego długościach, tak aby ominąć zakorkowane zwykle w szczycie fragmenty ulic albo ułatwić przesiadanie się pasażerów w węzłach. Mimo niewątpliwych korzyści jakie daje zastosowanie tego typu rozwiązania pojawiają się nowe problemy:

- pogorszenie płynności oraz bezpieczeństwa ruchu na początkach i końcach tak zaprojektowanych PAT,
- dezorientacja pasażerów wynikająca z faktu, że w niektórych miejscach autobusy i tramwaje odjeżdżają z przystanków wspólnych, w innych zaś z osobnych.

Problemy te można znacznie ograniczyć jeżeli PAT zastosujemy w formie rozwiązania systemowego, to znaczy na całej długości wszystkich wspólnych tras tramwajowych i autobusowych w obszarze centrum miasta oraz głównych tras wylotowych i obwodowych poza obszarem centrum, a ponadto ważniejszych tras pozbawionych komunikacji tramwajowej gdzie wskazane jest zastosowanie pasów autobusowych wydzielonych według modelu tramwajowego (BUS-T). Propozycję takiego rozwiązania dla Wrocławia przedstawiono na rys.13.



Rys.13 Propozycja zintegrowanego systemu komunikacji tramwajowo-autobusowej dla Wrocławia [9]

Należy zaznaczyć, iż proponowane rozwiązania pozostają w znacznej mierze aktualne dla całych miast lub ich obszarów posiadających tylko komunikację autobusową. Oczywiście nie jest w tym wypadku możliwa integracja z komunikacją tramwajową, ale możliwe jest zastosowanie organizacji i sterowania ruchem autobusowym posiadającego zalety komunikacji tramwajowej, a w przyszłości budowa nowych linii tramwajowych staje się zadaniem znacznie łatwiejszym.

Konsekwencją proponowanej integracji infrastrukturalnej powinny być również pewne zmiany w obowiązujących przepisach (swego rodzaju integracja legislacyjna). Potrzebę takich zmian uwidacznia przykład nieosygnalizowanych wyjazdów z wydzielonych pasów autobusowo-tramwajowych z włączeniem do ruchu ogólnego. Zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami pierwszeństwo przed pojazdami KI mają w tym miejscu jedynie tramwaje, autobusy miejskie - już nie. Korzystne byłoby więc ujednolicenie w przepisach zasad uprzywilejowania autobusów (i trolejbusów) z tramwajami oraz wprowadzenie sposobów oznakowania pionowego i poziomego pozostającego w zgodzie z tymi zasadami.

4. Zmiana sposobu myślenia - priorytety

Przedstawione powyżej sposoby uzyskania wzrostu atrakcyjności KZ mogą jednak nie przynieść spodziewanych efektów jeśli zabraknie rzeczy najważniejszej, a mianowicie właściwego zrozumienia celu proponowanych działań. Jednostki zarządzające transportem miejskim oficjalnie deklarują poparcie dla rozwoju KZ, tymczasem obserwując efekty ich działań można odnieść wrażenie, że (miejmy nadzieję w sposób nieazmerzony, ale jednak) realizują one politykę wygaszania popytu w tym segmencie transportu. Do takiej refleksji mogą skłaniać dwa następujące przykłady.

Pierwszy z nich to ogłoszenie przetargu na badania i analizy potrzeb przewozowych oraz opracowanie optymalizacji tras przebiegu i rozkładów jazdy w jednym z miast polskich, w którym z góry założono zmniejszenie ilości wykonywanych wozokilometrów. Pojawia się pytanie o właściwą drogę wnioskowania na podstawie takich badań. Warto w tym przypadku odwołać się do znanej anegdoty, opowiadającej o pewnym producencie obuwia, który wysłał do Afryki dwóch swoich przedstawicieli handlowych w celu rozeznaniu rynku. Pierwszy z nich zadepeszował: "bardzo zły rynek zbytu - tutaj nikt nie nosi butów", drugi natomiast przesłał depezę o treści: "świetny rynek zbytu - tutaj nikt nie nosi butów". Jak to się ma do wspomnianych badań

napelnień? Otóż mogą one rzeczywiście posłużyć do ograniczania KZ tam gdzie spadają przewozy, ale równie dobrze można je wykorzystać do określenia miejsc, w których KZ przestała być atrakcyjna, a następnie spróbować dociec dlaczego tak się stało, po czym wskazać możliwe drogi naprawy tej sytuacji. Paradoksalnie może się okazać, że nie zmniejszenie lecz zwiększenie częstotliwości (a przez to atrakcyjności) może doprowadzić do zrównania popytu z podażą.

Drugi przykład to rozwiązanie organizacji ruchu zastosowane na skrzyżowaniu ul. Świdnickiej i Piłsudskiego we Wrocławiu na czas objazdu przebudowywanej ul. Swobodnej. Otóż poza pewnymi zmianami ilości, kierunków pasów ruchu na wlotach, faz oraz zrezygnowaniu z wydzielienia torowiska tramwajowego na odcinku ul. Piłsudskiego wydłużono cykl sygnalizacji świetlnej z 80 do 120 sekund. Dzięki tej zmianie uzyskano wzrost przepustowości dla pojazdów KI natomiast spadek dla komunikacji tramwajowej. W owym czasie przez rozważane skrzyżowanie przejeżdżało 11 linii tramwajowych na 21 kursujących w całym mieście (czyli ponad połowa). Obserwacje przeprowadzone w godzinie szczytu popołudniowego wykazały, że jedynie 27 % czasu postoju tramwajów na przystanku było wykorzystywane na wymianę pasażerów, natomiast aż 73 % tego czasu było marnowane (oczekiwanie na zielone światło). Na najbardziej obciążonym wlocie "korek tramwajowy" sięgał poprzedniego przystanku przy Dworcu Głównym, a opóźnienia tramwajów dochodziły do 20 minut. Sytuacja ta trwała przez kilka tygodni dopóki nie zlikwidowano jednej z linii tramwajowych. I tu również pojawia się pytanie o słuszność przyjętych założeń. Czy idea "przejęcia" dodatkowych samochodów z zamkniętej ul. Swobodnej kosztem pogorszenia warunków przejazdu ponad połowy linii tramwajowych w mieście (których trasa przejazdu w dodatku nie była związana z remontowaną ulicą) była słuszna? Czy nie należało zrobić zupełnie na odwrót i nie przejmować się tym, że kierowcy samochodów pierwszego dnia obowiązywania objazdu utkną w korku - oni przynajmniej następnego dnia pojedą innymi ulicami (z daleka omijając rejon objęty remontem) czego z definicji nie mogą zrobić pojazdy KZ, którym zafundowano pogorszenie warunków przejazdu przez cały czas obowiązywania objazdu, co może spowodować odpływ pasażerów KZ, którzy przesiadą się do samochodów i spotęgują negatywy analizowanego zjawiska. Generalnie, czy przy opracowywaniu organizacji ruchu na czas objazdów spowodowanych remontami nie należy zrezygnować ze stosowania ulepszeń ruchu pojazdów KI jeśli odbywają się one kosztem KZ, a w zamian zadbać o właściwe odseparowanie obu tych rodzajów pojazdów?

Podsumowując, jeśli chcemy aby działania mające na celu powstrzymanie zjawiska kongestii zaczęły przynosić efekty konieczna jest zmiana sposobu myślenia w zarządzaniu transportem miejskim w kwestii priorytetów.

5. Podsumowanie

Niektóre z proponowanych w niniejszym referacie rozwiązań mogą wydawać się nie do przyjęcia. Niestety, niepodejmowanie żadnych działań najprawdopodobniej będzie skutkowało powolnym paraliżem centralnych obszarów miast, w których przestanie być możliwe sprawne poruszanie się zarówno pojazdami KZ jak i KI. Środki obecnie inwestowane w komunikację tramwajową, autobusową i trolejbusową mogą pozostać w znacznej mierze niewykorzystane.

Przyjęcie proponowanych rozwiązań może natomiast doprowadzić do sytuacji, w której przynajmniej środkami KZ możliwy będzie sprawny transport wewnątrz zurbanizowanych stref miejskich. W segmencie miejskiego transportu indywidualnego powinien natomiast ustalić się pewien stan równowagi - na granicy akceptowalnego dla

kierowców samochodów stopnia zakorkowania ulic, który jednakże pozwoli dojechać do centrum osobom, które nie chcą albo nie mogą zrezygnować z samochodu.

Literatura

- [1] Makuch J.: "Pasy autobusowo-tramwajowe jako rozwiązanie systemowe na obszarze centrum miasta", III Konferencja Naukowo-Techniczna "Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego", Poznań 2001.
- [2] "Bus Rapid Transit. A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities", GTZ; www.sutp.org/publications.aspx
- [3] Monkiewicz S.: "Pasy autobusowe w Nagoji", Transport Miejski 10/92, str.: 7-10.
- [4] Chang J., Chung H.: "Taipei Dedicated Bus Lane", International Seminar on Human Mobility, Bogota, Colombia 2003; www.itdp.org/seminar.html
- [5] Makuch J.: "Propozycja organizacji i sterowania ruchem ulicznym w centrach miast według modelu kolejowego", II Konferencja "Telematyka i bezpieczeństwo ruchu drogowego", Katowice - Ustroń Jaszowiec 2002.
- [6] Makuch J.: "Wycinkowy model organizacji i sterowania ruchem z priorytetem dla komunikacji zbiorowej w centrach zatłoczonych miast", IV Konferencja Naukowo-Techniczna "Telematyka i bezpieczeństwo ruchu drogowego", Katowice - Ustroń Zawodzie 2004.
- [7] Kleevens P.-J. F., "Dynamic Traffic Management and Traffic Information in the city of Utrecht".
- [8] Wesołowski J.: "Dworzec elementem miejskiego continuum", Technika Transportu Szynowego 7-8/2002, str.: 22-31 oraz "Tramwaj współczesny - spojrzenie urbanisty", Technika Transportu Szynowego 9/2000, str.: 14-21.
- [9] Makuch J.: "Propozycja zintegrowanego systemu pasów autobusowo-tramwajowych dla Wrocławia", Wrocław 2000 Plus. Studia nad strategią miasta, Wrocław 2003.