

Andrzej Żurkowski¹

NOWOCZESNE ZASADY KSZTAŁTOWANIA ROZKŁADU JAZDY POCIĄGÓW PASAŻERSKICH

Streszczenie

Kierunki rozwoju systemu przewozów pasażerskich transportem kolejowym w kontekście rozwoju innych środków transportu. Nowoczesne zasady kształtowania systemu publicznego transportu zbiorowego w miastach i regionach oraz pomiędzy nimi. Rola transportu kolejowego w obsłudze układu osadniczego obecnie oraz w najbliższych latach. Wymagania odnośnie do transportu kolejowego. Kształtowanie kolejowej oferty przewozowej. Rytmizacja i strukturyzacja rozkładu jazdy pociągów.

Słowa kluczowe: rozkład jazdy pociągów pasażerskich, transport publiczny

1. Nowoczesny system transportowy

Współczesny świat zmienia się dynamicznie, a jego szczególnym elementem, w znacznej mierze przesądającym o pomyślnym rozwoju społecznym i gospodarczym jest transport. W krajach Wspólnoty Europejskiej, gdzie system transportu uznany został za jeden z filarów integracji, od szeregu lat podejmowane są działania na rzecz jego racjonalnego, zrównoważonego rozwoju w poszczególnych krajach członkowskich oraz w wymiarze międzynarodowym. Elementy składowe stosowanej polityki transportowej opisywane są szczegółowo w Białych Księgach wydawanych przez Komisję Europejską. Najnowsza z nich dotycząca transportu² ukazała się w marcu 2011 roku [1] i nosi tytuł „Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu”.

¹ dr inż., Dyrektor Instytutu Kolejnictwa, Tel: 22 47 31 300, e-mail: rmaleda@ikolej.pl

² Ogółem Komisja Europejska w latach 1990–2011 wydała 36 „białych ksiąg” dotyczących różnych dziedzin życia społecznego i gospodarczego.

Transport kolejowy jest – obok drogowego, wodnego i lotniczego – podstawowym elementem europejskiego systemu transportu. Stopień jego rozwoju w poszczególnych krajach jest zróżnicowany, a ponadto występują znaczne różnice w stosowanych rozwiązaniach technicznych, zwłaszcza w obszarze sterowania ruchem kolejowym, trakcji itp. Dążenie do uzyskania zakładanego poziomu unifikacji wymaga zatem bardzo wielu działań i jest procesem wieloletnim.

Przewozy kolejowe w układzie międzynarodowym są jednak realizowane z powodzeniem od bardzo wielu lat, a trudną do przecenienia rolę w zakresie standaryzacji technicznej, eksploatacyjnej i organizacyjnej odegrał utworzony w 1922 roku Międzynarodowy Związek Kolei (UIC). Obecnie większość zagadnień technicznych w UE regulowana jest na poziomie TSI – Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności, przyjmowanych Decyzjami Komisji Europejskiej.

W kolejowych przewozach pasażerskich za szczególnie istotne uznać należy stworzenie atrakcyjnej oferty – rozkładu jazdy w przewozach krajowych i międzynarodowych, która pozwoli kolei nawiązywać skuteczną rywalizację rynkową z innymi środkami transportu: lotnictwem oraz transportem drogowym. Ale szczególnie ważne jest także, aby kolej stanowiła mocny element transportu publicznego i skutecznie współpracowała z innymi środkami transportu stanowiąc skuteczną opozycję dla motoryzacji indywidualnej.

Aby tak się stało, niezbędne jest spełnienie szeregu warunków, takich jak:

- równomierny rozwój infrastruktury i suprastruktury,
- współpraca intermodalna (inwestycje, oferta przewozowa, dystrybucja usług, eksploatacja),
- efektywna współpraca organizatorów transportu, zarządców infrastruktury (w tym dworcowej), przewoźników i in.

2. Podział zadań w transporcie publicznym

Rozwój globalizacji implikuje stałe zmiany w rozmieszczeniu układu osadniczego, które polegają między innymi na:

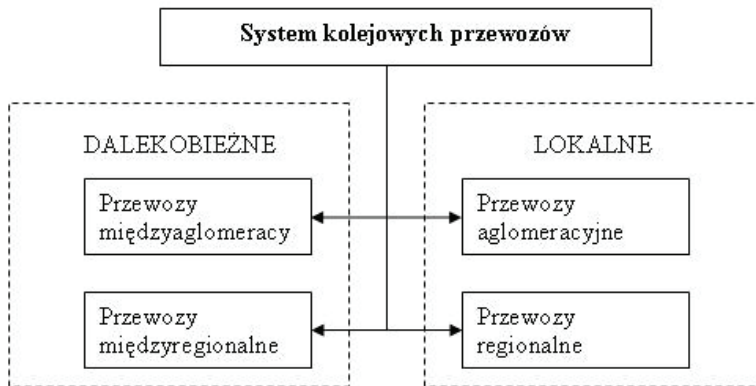
- migracji ludności z obszarów nieurbanizowanych (wiejskich) do aglomeracji i innych miast,

- koncentracji siedzib (central) przedsiębiorstw, administracji i usług w centrach miast,
- zabudowie tzw. „plomb” na potrzeby domów wielorodzinnych,
- lokowaniu na przedmieściach centrów handlowych oraz niektórych rodzajów działalności gospodarczej (hurtownie, centra logistyczne, drobna wytwórczość),
- rozszerzaniu się strefy podmiejskiej, w której realizowane są inwestycje mieszkaniowe typu domów jednorodzinnych,
- rozwoju dzielnic mieszkaniowych w tzw. „miastach satelickich” aglomeracji, odległych o kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt kilometrów od centrów aglomeracji.

Opisane procesy mają podstawowy wpływ na kształtowanie się zadań transportowych dla przewoźników publicznych. Ich konsekwencją jest następujący rozkład potoków podróży:

- generowanie dużych potoków w samych aglomeracjach, w ruchu podmiejskim oraz w przewozach pomiędzy aglomeracjami,
- spadek wielkości potoków w ruchu regionalnym z uwagi na malejącą liczbę mieszkańców, gdzie przewozy pasażerskie mogą być realizowane transportem publicznym w coraz bardziej ograniczonym zakresie.

Odnosząc powyższe procesy do systemowej organizacji przewozów kolejowych można stwierdzić, że wśród jej czterech podstawowych podsystemów (rysunek 1), **przewozy międzyaglomeracyjne** (tzw. **kwalifikowane**) oraz **aglomeracyjne** uznać należy za będące w fazie silnego rozwoju, natomiast **międzyregionalne** oraz **regionalne** za znajdujące się w fazie stagnacji.



Rys. 1. Struktura systemowej organizacji przewozów pasażerskich kolejek [4]

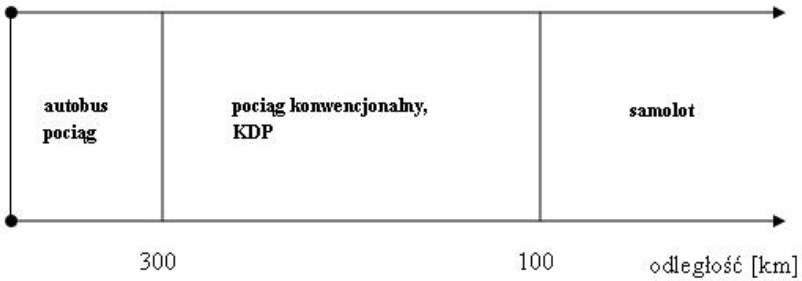
Transport publiczny powinien być kształtowany w nawiązaniu do opisanych powyżej zmian w zapotrzebowaniu na przewozy. Poszczególne środki transportu, składające się wspólnie na ten, system muszą podejmować realizację zadań przewozowych adekwatnie do swojej specyfiki, a zatem wykonując te zadania, które w układzie łańcuchów intermodalnych optymalizują przemieszczanie dużych potoków podróży, zarówno w funkcji czasu jak i kosztu. Ważnym aspektem są jednocześnie – podkreślane szczególnie w Białej Księdze [1] – wyzwania ekologiczne, a zatem pogarszający się stan środowiska naturalnego, emisja gazów cieplarnianych itp.

Należy w tym miejscu stwierdzić, że samochody prywatne mogą, a nawet powinny spełniać ważną funkcję w systemie transportowym. Charakterystyczna dla nich pełna dostępność geograficzna (prze-strzenna) i czasowa stanowi ważny argument dla podróznego podejmującego decyzje o wyborze środka transportu. Motoryzacja indywidualna powinna być zatem wykorzystywana jako istotne uzupełnienie całego systemu transportowego. Chodzi w szczególności o możliwość dojazdu do parkingów w pobliżu stacji i przystanków, z których dalszą podróż do centrum miast można podjąć np. koleją, metrem lub tramwajem.

Rysuje się w ten sposób nowoczesna **struktura systemu transportu publicznego**, w którym:

- przewozy dalekobieżne (por. rys. 1) na bardzo duże odległości powinny być realizowane samolotami (w tym loty międzykontynentalne), na odległości średnie pociągami (kolej konwencjonalna oraz KDP) lub autobusami, co przy założeniu dobrej koordynacji przewozów powinno skutkować ograniczeniem zastosowania samochodów osobowych,
- przewozy lokalne natomiast koleją oraz środkami komunikacji miejskiej, w tym dojazdy do centrów przesiadkowych samochodami w systemie „parkuj i jedź”; pomocniczą rolę mogą spełniać także rowery, które w Polsce mają jednak zastosowanie tylko przez część roku kalendarzowego.

Powstaje przy tym pytanie, jakie konkretne długości podróży (wyrażone w km) można podać jako graniczne w powyższym podziale. Biorąc pod uwagę współczesną infrastrukturę transportową oraz poziom techniczny środków transportu wskazać można orientacyjnie następujące przedziały kompetencji (rys. 2).



Rys. 2. Obszary kompetencji w transporcie publicznym (przewozy dalekobieżne)

Poszczególne środki transportu: kolej, metro, tramwaje, autobusy i trolejbusy, składające się łącznie na system transportu publicznego, podlegają odmiennym zasadom organizacji przewozów. O ile metody analizy rynku przewozowego prowadzące do zwymiarowania zapotrzebowania przekładającego się na kształt oferty przewozowej są podobne, to już realizacja tego zapotrzebowania, obrazowana przygotowywanym i ogłaszanym przez przewoźników rozkładem jazdy jest w każdym przypadku inna.

Przykładowo transport szynowy, w tym szczególnie kolejowy, jest z punktu widzenia podstawowego planu pracy kolei – rozkładu jazdy najmniej elastyczny. Wynika to z faktu, że po układach torowych poruszają się pociągi różnych kategorii (por. podsystemy przewozowe), a ponadto prowadzony jest ruch pociągów towarowych. Zadaniem zarządcy infrastruktury jest przygotowanie takiego rozkładu jazdy, aby zdolność przepustowa linii składających się na sieć kolejową była możliwie maksymalna.

Rozkłady jazdy pozostałych środków transportu są dużo bardziej elastyczne, czego przykładem może być komunikacja autobusowa, gdzie odjazdy z dworców i przystanków nawet kilku autobusów mogą odbywać się niemal jednocześnie.

3. Kolejowy rozkład jazdy – rytmizacja i strukturyzacja

Z opisanych powodów rozkład jazdy pociągów należy traktować jako pierwotny w stosunku do innych środków transportu. W ogólności proces przygotowywania tego rozkładu w przewozach pasażer-

skich można opisać jako sekwencję działań, które w razie potrzeby mogą być powtarzane (rys. 3).



Rys. 3. Planowanie przewozów transportem kolejowym

Oprac. własne na podst. [3, 4]

Wraz z postępem techniki rozkład jazdy na kolei podlega znacznym zmianom, które polegają zarówno na doskonaleniu technik jego układania, jak i rozwoju całej struktury. Tradycyjny rozkład jazdy budowany był etapami poprzez umieszczanie na wykresie ruchu tras kolejnych pociągów. Zastosowanie komputerów pozwoliło na automatyzację ręcznej pracy konstruktora. Obecnie przygotowanie rozkładu jazdy to cały system, na który składają się różne specjalistyczne programy.

Podstawowym kierunkiem rozwoju rozkładów jazdy pod względem ich struktury jest rytmizacja [5]. **Rytmiczny** (inaczej: **równoodstępowy** lub **cykliczny**) **rozkład jazdy** znany jest już od wielu lat i polega na odprawianiu (odjazdach) pociągów ze stacji w stałych końcówkach godzin i minut. Rozkład taki jest najkorzystniejszy przede wszystkim z punktu widzenia pasażera, ponieważ oznacza bardzo czytelną, łatwą do zapamiętania ofertę przewozową, jak też dla przewoźnika oraz zarządcy infrastruktury. Na liniach dwutorowych rozkład taki umożliwia maksymalne wykorzystanie zdolności przewozowej.

Wyższą formą organizacji ruchu jest **rozkład jazdy symetryczny**. Aby go zdefiniować należy wprowadzić pojęcie **osi symetrii** wykresu ruchu.

Rozpatrzmy rozkład przyjazdów i odjazdów pociągów na stację A. Niech S^A_1 oraz S^A_2 oznaczają odpowiednio końcówki minutowe przyjaz-

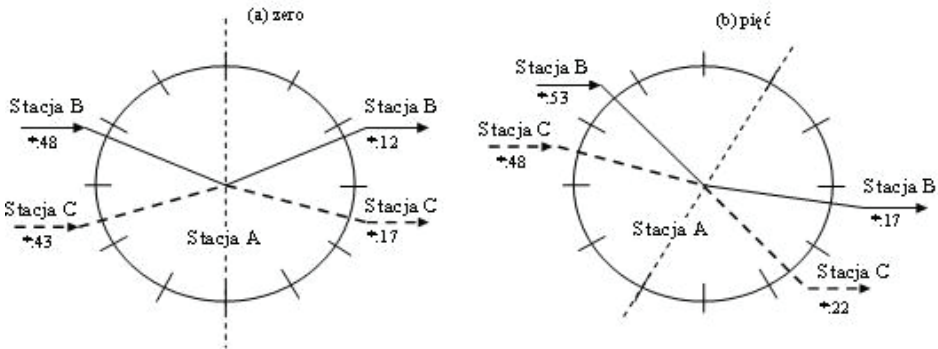
du i odjazdu pociągów z tego samego kierunku, które nazwijmy umownie „punktami symetrii”. Oś symetrii S opisuje równanie postaci:

$$S = 0,5 \cdot (S_1^A + S_2^A - 60) \quad (1)$$

W ujęciu planimetrycznym oś S można zatem interpretować jako oś symetrii kąta o wierzchołku w punkcie obrotu wskazówek zegara oraz o ramionach przechodzących przez punkty symetrii znajdujące się na jego obwodzie (rys. 4).

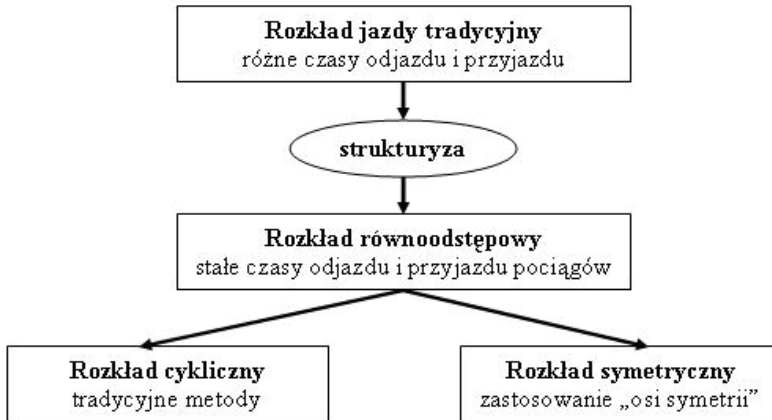
Rytmizacja przewozów kolejowych w Europie ma długą historię. Po raz pierwszy zastosowano ją w Holandii w 1939 roku, a następnie w RFN (1971) w przewozach Intercity oraz TEE, w Danii (1974), w RFN (1979) w odniesieniu do wszystkich kategorii pociągów, w Szwajcarii (1982), Belgii i Luksemburgu (1984), Austrii (1991) i Finlandii (2003). Od grudnia 2007 roku rozkład taki wprowadza także stopniowo SNCF we Francji, początkowo w przewozach regionalnych w Regionie Rodan – Alpy oraz na linii Kolei Dużych Prędkości (TGV) Paryż – Lyon – Marsylia [2].

We wszystkich wymienionych uprzednio zarządach kolei przyjęto „oś symetrii zero”, która oznacza, że suma minut przyjazdu i odjazdu „symetrycznych” pociągów na daną stację wynosi 60 minut (np. 10.12 oraz 10.48, 11.17 i 11.43, itd.). Z punktu widzenia organizacji pracy taboru oznacza to, że gdyby oba pociągi (przyjeżdżający i najbliższy odjeżdżający) były obsługiwane jednym składem, to czas jego postoju na stacji zwrotnej wynosiłby odpowiednio 36 i 26 minut.



Rys. 4. Przykłady symetrycznego rozkładu jazdy dla stacji A o osiach symetrii (a) zero, (b) pięć

Podsumowując powyższe uwagi można obecnie przedstawić propozycję systematyki rozkładów jazdy, odnoszącą się w szczególności do sposobu ich konstrukcji dla pociągów pasażerskich (rys. 5).



Rys. 5. Proponowana systematyka nazewnictwa rozkładów jazdy [5]

Zastosowanie równoodstępowego (a w szczególności symetrycznego) rozkładu jazdy implikuje ważne konsekwencje dla całego systemu transportu publicznego [4]. Zakładając funkcjonowanie opisanego wcześniej systemu intermodalnego, a zatem powiązanych ze sobą w węzłach przesiadkowych różnych środków transportu konieczne jest, aby wszyscy przewoźnicy uwzględnili terminy kursowania pociągów (przede wszystkim dalekobieżnych) przy układaniu swoich rozkładów jazdy. Dotyczy to w szczególności:

- pociągów regionalnych, kursujących zazwyczaj z cyklem co 1 – 2 godziny,
- autobusów komunikacji lokalnej i dalekobieżnej,
- autobusów komunikacji miejskiej, tramwajów i trolejbusów w strefie podmiejskiej a zatem na tych obszarach, gdzie częstotliwość ich kursowania jest relatywnie niewielka.

4. Nowoczesne dworce – węzły intermodalne

Miejszem łączącym wszystkie środki transportu są dworce i przystanki kolejowe, a w miastach także węzły przesiadkowe. Charakterystyczny dla minionych lat funkcjonowania kolei konwencjonalnej problem skomunikowania pociągów na stacjach węzłowych i związane z tym wysiłki konstruktorów przygotowujących rozkłady jazdy w nowoczesnych systemach transportowych tracą na znaczeniu. Wynika to z faktu, że nasycenie wykresu ruchu pociągów jest na tyle duże,

że osoby korzystające z przesiadek mogą liczyć na relatywnie krótki czas oczekiwania. Postulat koordynacji rozkładów jazdy dotyczy w ten sposób przede wszystkim sytuacji opisanej wcześniej.

Współpraca intermodalna na obszarze aglomeracji powinna zatem dotyczyć przede wszystkim systemu dystrybucji usług:

- informacji o połączeniach,
- sprzedaży biletów,
- rozpatrywania ewentualnych roszczeń dotyczących wykonywania przewozów.

Należy tu rozróżnić dwa odmienne przypadki, związane z dwoma rodzajami przewozów.

W **przewozach dalekobieżnych** rozkład jazdy pociągów wymaga zazwyczaj odrębnej bazy danych, a zatem system informowania podróżnych oraz – w konsekwencji – zakupu biletów – musi być związany bezpośrednio z przewoźnikiem. Problem pojawia się w państwach, gdzie w wyniku liberalizacji rynku przewozów pasażerskich połączenia w tych samych relacjach wykonuje kilka podmiotów konkurujących ze sobą. Jak się wydaje rozwiązaniem powinien być wspólny system, podobny do ruchu lotniczego (system *Amadeus*), gdzie w każdym biurze turystycznym można uzyskać informację o połączeniach dowolną linią lotniczą i dokonać odprawy. Jak dotychczas w Polsce nie dopracowano się takiego systemu, z dużą szkodą dla podróżnych.

W **przewozach lokalnych** sytuacja jest odmienna. Coraz większa rola przypadająca organizatorom transportu publicznego zamawiającym wolumen przewozów u przewoźników sprawia, że koordynacja funkcjonowania środków transportu staje się coraz lepsza. W wielu miastach już coraz powszechniej stosowany jest tzw. „wspólny bilet”, który w określonych strefach umożliwia podróżowanie dowolnym środkiem transportu publicznego. W jednym miejscu można uzyskać informację o połączeniach, a punktu widzenia podróżnego nie jest istotne, jaki konkretnie podmiot świadczy usługi transportowe.

Aby nowoczesny dworzec - węzeł przesiadkowy - spełniał dobrze swoje funkcje, konieczne jest także porozumienie przewoźników w zakresie takich rozwiązań, jak znaki graficzne (piktogramy) czy rozwiązania dla niepełnosprawnych. W tym miejscu konieczna jest uwaga, że w warunkach polskich popełnianych jest obecnie wiele błędów w tym zakresie. Brak porozumienia pomiędzy spółkami realizującymi inwestycje związane z koleją na dworcach i przystankach wprowadza

chaos informacyjny i oddala cały system od najlepszych europejskich rozwiązań.

Warto jeszcze zwrócić uwagę, że istotnym elementem nowoczesnego systemu transportu jest połączenie transportem szynowym z portem lotniczym. Chodzi tutaj zarówno o kolej aglomeracyjną czy regionalną, jak i w szczególności o pociągi dalekobieżne. Możliwość dojazdu do portu lotniczego bezpośrednio pociągiem kwalifikowanym lub międzyregionalnym (a w przyszłości – koniecznie KDP !) znakomicie zwiększa dostępność usług lotniczych, poszerza „obszar ciężenia” do lotniska, a ponadto sprzyja przejmowaniu przez kolej przewozów na krótsze odległości (rzędu 300 i więcej kilometrów), co pozwala specjalizować się lotnictwu w podróżach na dalsze trasy, do czego ten środek transportu jest najlepiej predestynowany.

5. Podsumowanie

Reasumując na współczesny system transportowy należy stwierdzić, że coraz większe znaczenie w jego racjonalizacji zaczyna odgrywać współpraca różnych środków transportu. Na szczeblu krajowym i regionalnym konieczna jest zatem racjonalna polityka transportowa, sprzyjająca tym procesom. Zwiększanie dostępności transportu publicznego, poprawa skomunikowania połączeń realizowanych różnymi środkami transportu, ułatwienia w informowaniu podróżnych oraz w zakupie przez nich biletów stanowią właściwy kierunek działań, które na poziomie strategicznym opisane zostały w Białej Księdze.

Transport kolejowy powinien rozwijać się zarówno w zakresie technicznym i technologicznym, jak i organizacyjnym. Zasygnalizowane, nowoczesne metody tworzenia rozkładu jazdy są przykładem kierunku pożądanых zmian. Transport przestarzały, źle zorganizowany nie tylko staje wbrew celom zakładanym na poziomie Unii Europejskiej, czyli utrudnia swobodny przepływ osób i ładunków. Ale przede wszystkim może stanowić realne zagrożenie dla rozwoju społecznego i gospodarczego.

Potrzebne są zatem takie rozwiązania, które pozwolą na sprawne, bezpieczne przemieszczanie znacznych potoków podróżnych w coraz krótszym czasie, o niższych kosztach jednostkowych oraz z poszanowaniem wymagań ekologii. Prowadzenie prac badawczych w tym

zakresie, co mocno podkreśla Komisja Europejska, powinno stanowić elementarny przyczynek do osiągnięcia założonych celów.

Literatura

- [1] Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu. COM(2011), Bruksela 28.03.2011.
- [2] Gourgouillon D.: *Le projet „Cadencement”*. Revue Générale des Chemins de Fer, 4/2009, s. 7-14.
- [3] Kron L., Huisman D., Maróti G.: *Optimisation Models for Railway Timetabling*. W: *Railway timetable & traffic*, Eurailpress Hamburg 2008.
- [4] Lindner Th.: *Train Schedule Optimization in Public Rail Transport*. Uniwersytet Technologiczny, Brunszwik 2000.
- [5] Żurkowski A.: *Badanie wpływu rytmizacji rozkładu jazdy na wykorzystanie taboru w przewozach pasażerskich*. Logistyka 4/2011, CD1.
- [6] Żurkowski A.: *Ruch i przewozy kolejowe*. Kolejowa Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2010.
- [7] Żurkowski A.: *Dworzec w nowoczesnym systemie przewozów pasażerskich*. Transport i Komunikacja 4/2011, s. 78 – 82.

THE MODERN RULES OF TIME TABLE ORGANIZATION IN PUBLIC TRANSPORT

Summary

The directions of passenger carriage system by railway transport development in the context of the development of the other means of transport. Modern rules of creation of public transport system in cities and regions and between each of them. The role of railway transport in the service of settlement layout in nowadays and in the future. The requirements towards railway transport. The creation of the railway transport offer. The regularity and structurability of the train time-table.

Keywords: *public transport, urban transport, time schedule, railway transport*