

# Możliwości i efekty zastosowania priorytetów dla tramwajów na przykładzie sieci tramwajowej Gdańska

Baptiste Calvet, Szymon Klemba

*We wstępie przedstawiono tło problemu wdrażania priorytetów dla miejskiej komunikacji szynowej. Następnie opisano oraz zilustrowano przykładami możliwe rodzaje priorytetów dla tramwajów. Scharakteryzowano sieć tramwajową Gdańska, zawarto też opis nowobudowanego odcinka linii tramwajowej Chelmska – Nowa Łódzka. W dalszej części artykułu przedstawiono problem badawczy polegający na określeniu efektów stosowania priorytetów dla tramwajów oraz przedstawiono metodykę badań. Opisano założenia poczynione podczas analizy wybranego przykładu. Na zakończenie przedstawiono wyniki badań symulacyjnych wraz z wnioskami.*



Mgr inż. Baptiste Calvet,  
Zakład Dróg Kolejowych  
i Przewozów,  
Instytut Kolejnictwa



Mgr inż. Szymon Klemba,  
Zakład Dróg Kolejowych  
i Przewozów,  
Instytut Kolejnictwa



1. Przykład wydzielonego pasa dla autobusów i tramwajów w Al. Solidarności (trasa W Z) w Warszawie

Przełom XIX i XX wieku upłynął w wielu europejskich miastach pod znakiem tramwaju elektrycznego. Uruchomienie tego środka transportu umożliwiło szybsze poruszanie z peryferyjnych dzielnic miast do ich centrów oraz dzielnic przemysłowych. Tramwaje spowodowały możliwość przestrzennego rozwoju ośrodków miejskich i zmianę sposobu myślenia o przemieszczaniu się. Początkowo na miejskich ulicach, których środkiem przebiegało torowisko tramwajowe, pojazdy szynowe musiały dzielić przestrzeń przede wszystkim z wozami konnymi. Natężenie ruchu tych pojazdów było na tyle niewielkie, że nie zakłócało w sposób znaczący ruchu tramwajów. Dopiero intensywny rozwój motoryzacji w Europie w 2 połowie XX wieku spowodował, że ulice zaczęły być niewydolne, a samochody i tramwaje zaczę-



2. Przykład strefy ruchu tramwajowo-pieszego na ulicy 1 Maja w Elblągu

ły ze sobą kolidować, wskutek czego coraz powolniejsze pojazdy szynowe zaczęły być postrzegane jako główny winowajca tej sytuacji. Zaowocowało to falą likwidacji linii, a czasem nawet całych sieci tramwajowych. W Polsce proces ten przebiegał z pewnym opóźnieniem w stosunku do krajów zachodniej Europy (aż do lat 90-tych XX wieku), ze względu na różne uwarunkowania gospodarczo-polityczne, natomiast obecnie ta „prawidłowość” dziejowa ma miejsce w krajach byłego ZSRR. Jak pokazało doświadczenie, likwidacja linii tramwajowych nie wpływa na długotrwałą poprawę sytuacji ruchowej na ulicach, dlatego niezbędne jest przyjmowanie rozwiązań zmierzających do zachowania i zwiększenia sprawności komunikacji tramwajowej. Mogą to być zarówno działania inwestycyjne związane ze zmianą przebiegu trasy lub działania organizacyjne polegające na zmianie organizacji ruchu (na przykład priorytety dla komunikacji szynowej).

### Priorytety dla tramwajów

Priorytet według słownika języka polskiego to działanie albo cel o najwyższym, pierwszoplanowym znaczeniu. W zakresie transportu miejskiego priorytet oznacza szczególne, uprzywilejowane, traktowanie danej grupy pojazdów, tam gdzie zachodzi kolizja pomiędzy dwiema lub kilkoma grupami pojazdów. Priorytet dla pojazdów transportu zbiorowego, w tym tramwajów, można realizować za pomocą wielu rozwiązań, z czego głównymi ich grupami są:

- wydzielanie specjalnych pasów ruchu lub ulic przeznaczonych tylko dla pojazdów transportu zbiorowego,
- wprowadzanie specjalnej organizacji ruchu na skrzyżowaniach dzięki stosowaniu sygnalizacji akomodacyjnej.

Oddzielne pasy dla tramwajów (nie mylić z wydzielonym torowiskiem) stosowane są powszechnie w wielu miastach w Polsce, w największym stopniu w Krakowie i Warszawie. Jako przykłady można przytoczyć trasę W-Z w Warszawie oraz ulicę 1 Maja w Elblągu (patrz: fot. nr 1 i 2).

Priorytety w zakresie sygnalizacji świetlnej mogą być udzielane jako bezwarunkowe oraz warunkowe. Priorytet bezwarunkowy polega na nadawaniu sygnału zezwalającego na jazdę przy każdorazowym wykryciu (zgłoszeniu się) pojazdu szynowego przez co dąży się do zapewnienia płynnego przejazdu przez skrzyżowanie, bez konieczności hamowania i oczekiwania na wolną drogę. Można wyróżnić tutaj priorytet bezwzględny polegający na ustaleniu sygnału zezwalającego na jazdę bez względu na okoliczności. Priorytet warunkowy polega na uprzywilejowaniu pojazdu szynowego tylko w określonych warunkach, na przy-



3. Etap I projektu Łódzkiego Tramwaju Regionalnego objął instalację obszarowego systemu sterowania dającego warunkowy priorytet tramwajom



4. Bezwarunkowy priorytet dla tramwaju na przecięciu torowiska przez drogę krajową nr 14 na granicy Ksawerowa i Pabianic

kład w przypadku opóźnienia pojazdu, bądź o określonej porze doby.

Jako przykład na zastosowanie priorytetów warunkowych może posłużyć pierwszy odcinek Łódzkiego Tramwaju Regionalnego (fot. 3). Jako przykład na zastosowanie priorytetu bezwarunkowego może posłużyć skrzyżowanie torowiska tramwajowego z drogą krajową nr 14 na granicy Ksawerowa i Pabianic (fot. 4).

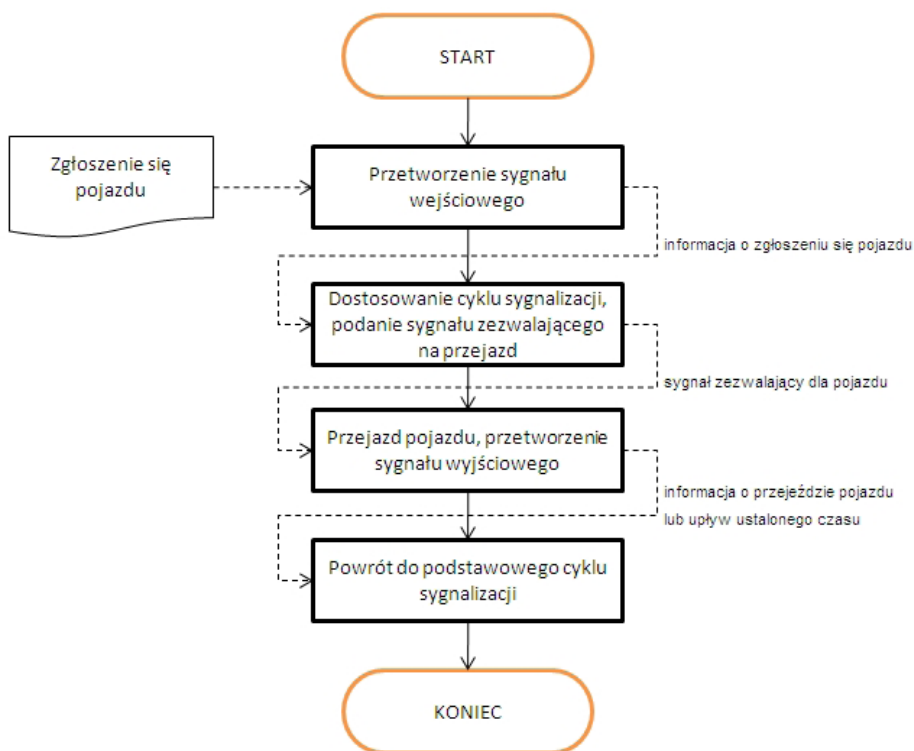
Ideę funkcjonowania priorytetów bezwarunkowych i warunkowych przedstawiono na rys. 5 i 6.

### Charakterystyka sieci tramwajowej w Gdańsku

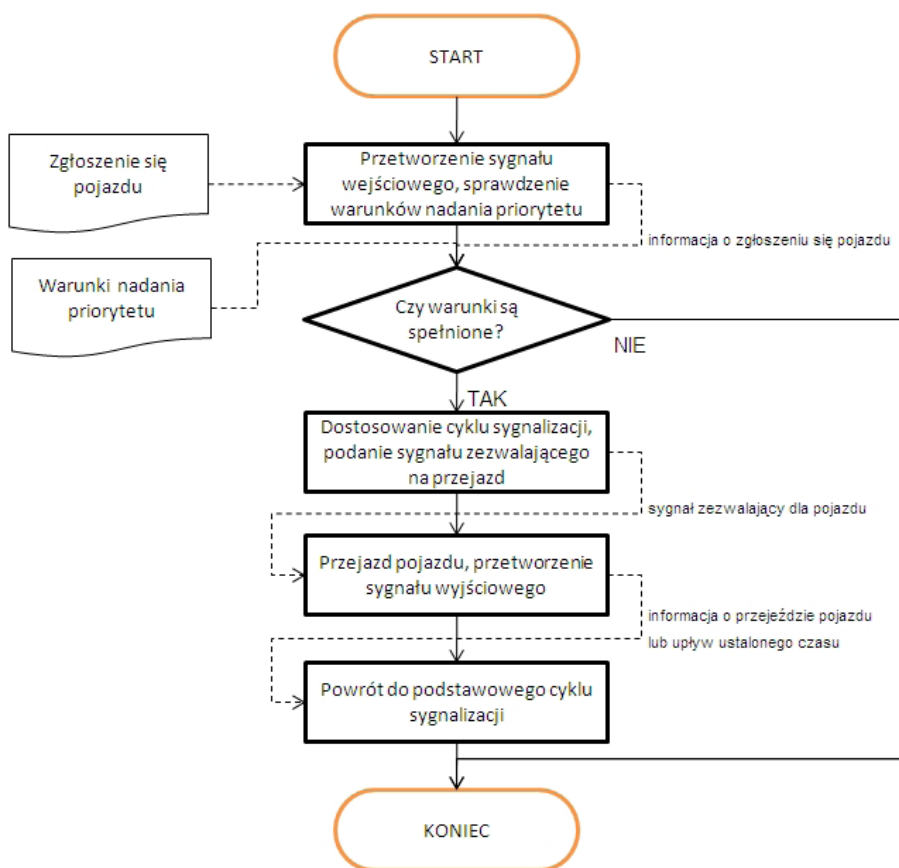
Sieć linii tramwajowych w Gdańsku ma długość 52 km [1]. Stały układ połączeń obejmuje 12 linii komunikacyjnych, z czego dwie kursują tylko w dni powszednie. Podstawowy moduł częstotliwości kursowania wy-

nosi 20 minut. Wybrane linie kursują co 10 minut w szczycie przewozowym, lub przez większość okresu kursowania w ciągu doby. Schemat podstawowego układu tras przedstawiono na rys. 7.

W ostatnich latach realizowano szeroki, 4-etapowy, program remontów torowisk tramwajowych oraz rozbudowy sieci (Gdański Projekt Komunikacji Miejskiej). W ramach etapu I, realizowanego w latach 2003-2004 poddano naprawom głównym i średnich 13 km toru pojedynczego. W etapie II realizowanym w latach 2004-2008 poddano naprawom głównym około 17 km toru pojedynczego, wybudowano nową dwutorową linię tramwajową do pętli Chełm, o długości niespełna 3 km. Zakupiono również 3 nowe wagony tramwajowe. W ramach etapu IIIA przewidzianego na lata 2008-2012 naprawie głównej poddanych zostanie 25 km toru pojedynczego oraz wybudowany będzie nowy odcinek linii tramwajowej Chełm – Nowa



5. Idea priorytetu bezwarunkowego



6. Idea priorytetu warunkowego

Łódzka. Etap IIIB, którego realizację przewidziano na okres po roku 2014, obejmuje wymianę torowiska na trasie prowadzącej na Stogi, zakup 5 nowych wagonów tramwajowych oraz budowa nowego odcinka linii tramwajowej Siedlce – Migowo. Zakres inwestycji sprawił, że pasażerom oferowana jest nowa jakość usług w komunikacji tramwajowej.

Udział torowisk wydzielonych wynosi około 85% długości całej sieci [1]. Torowiska w jezdni występują w Nowym Porcie, na Stogach oraz w ul. Pomorskiej, na ul. Mickiewicza, oraz na fragmencie alei Hallera. W praktyce torowiska wydzielone istnieją tam, gdzie istnieje taka możliwość z uwagi na miejsce w terenie. Taki obraz sytuacji sprawia, że tramwaje w Gdańsku są w dużym stopniu niezależne od ruchu drogowego. Niestety znaczące straty czasu występują na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną, gdzie tramwajnie posiadają przywilejów w ruchu. Zjawisko to jest bardzo uciążliwe w centralnym obszarze sieci tramwajowej (np. węzeł Hucisko). W celu uniknięcia niepotrzebnych i niekorzystnych z punktu widzenia pasażera strat czasu należy dążyć do uwzględniania priorytetów dla tramwajów podczas projektowania nowych linii tramwajowych, w tym odcinka Chełm – Nowa Łódzka (Łostowice).

## Projekt nowej linii tramwajowej Chełm – Łostowice

Linia tramwajowa z Chełma do pętli Nowa Łódzka o długości około 3km stanowi kontynuację rozbudowy sieci tramwajowej w kierunku południowych dzielnic Gdańska. W ramach tej inwestycji zostanie wybudowanych około 6,7 km toru pojedynczego. Schemat przebiegu trasy przedstawiono na rys. 8.

Linia ta będzie kolidować z siecią drogową w następujących punktach:

- wyjazd z pętli Chełm, - przejazd przez ul. Cieszyńskiego,
- przejazd na drugą stronę jezdni ul. Witosa,
- przejazd przez skrzyżowanie z ul. Wilańską (przy ul. Warszawskiej),
- przejazd przez skrzyżowanie z ul. Wilańską (przy ul. Płockiej),
- przejazd przez skrzyżowanie z ul. Świętokrzyską.

W punktach tych istnieje możliwość wdrożenia bezwarunkowego lub warunkowego priorytetu dla ruchu tramwajów.

## Modelowanie podróży – model jako narzędzie badań

Analizę efektów zastosowania priorytetów dla tramwajów na sieci tramwajowej Gdańska wykonano za pomocą opracowanego przez Instytut Kolejnictwa informatycznego

modelu aglomeracji Trójmiejskiej, który składa się ze zdefiniowanych na obszarze projektu modelu sieci transportowej oraz modelu ruchu.

Celem opracowanego modelu informatycznego Trójmiasta jest realizacja projektów badawczych dotyczących istotnych inwestycji przyjętych do realizacji na terenie aglomeracji Trójmiejskiej, jak na przykład projekt Pomorskiej Kolei Metropolitalnej oraz Projekt Rozwoju Szybkiej Kolei Miejskiej w Trójmieście, które zakładają istotne zmiany zachowań komunikacyjnych zarówno na obszarze Trójmiasta, jak i w relacjach dojazdowych (ściągnięcie przez Trójmiasto podróży wygenerowanych w rejonach podmiejskich).

W związku z tym, obszar analizy wykorzystanego informatycznego modelu ruchu aglomeracji Trójmiejskiej zawiera następujące rejon komunikacyjne:

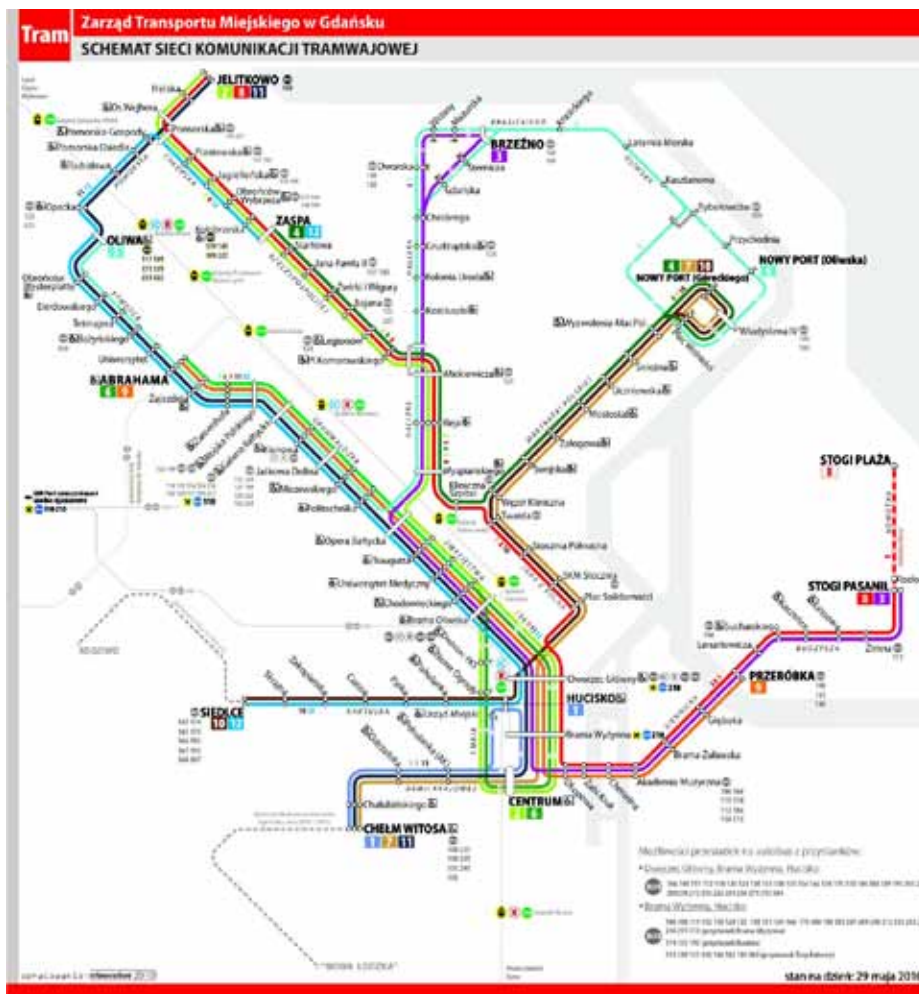
- Gdańsk – zgodnie z podziałem na 160 rejonów komunikacyjnych zdefiniowanym przez Urząd Miasta (Biuro Rozwoju Gdańska, w skrócie BRG);
- Sopot – podział równoleżnikowy na 2 rejon komunikacyjne: Sopot Kamieniny Potok i Sopot „Południe”;
- Gdynia – podział na rejon zgodnie z dzielnicami administracyjnymi na 6 rejonów komunikacyjnych według tabeli 1;
- 38 gmin w otoczeniu aglomeracji Trójmiejskiej wchodzących w skład następujących powiatów: wejherowski, kartuskiego, bytowskiego, kościerskiego oraz gdańskiego.

W rys. 9 przedstawiono schematyczny zasięg terytorialny modelu ruchu.

## Model sieci transportowej

Informatyczny model sieci transportowej wykonano za pomocą oprogramowania PTV Visum. W modelu tym uwzględniono 8 systemów komunikacyjnych obsługujących zdefiniowany zasięg terytorialny projektu, w tym: Systemy komunikacji zbiorowej (Autobusy miejskie, podmiejskie oraz regionalne, linie tramwajowe w Gdańsku, linie trolejbusowe w Gdyni i Sopocie, Szybka Kolej Miejska, Pomorską Kolej Metropolitalną, Pozostałe linie kolejowe regionalne), System transportu indywidualnego (samochody) oraz pieszych.

Z analizy kompleksowych badań ruchu zrealizowanych w 2009 r. na terenie Gdańska i Gdyni wynikało, iż największe natężenie ruchu osiągnięte jest pomiędzy godziną 6 a 8 (tzw. poranny szczyt komunikacyjny). W związku z tym, wprowadzono do modelu dokładne trasy i liczby kursów poszczególnych systemów komunikacji zbiorowej zgodnie z obowiązującymi rozkładami jazdy dla wybranego przedziału czasowego.



7. Schemat sieci tramwajowej w Gdańsku, źródło: [2]

Tab.1. Podział dzielnic Gdyni na rejon komunikacyjne

Rejon	Numer rejonu	Dzielnice
Gdynia 1	4001	Babie Doły, Oksywie, Obłuże, Podgórze
Gdynia 2	4002	Cisowa, Pustki Cisowskie – Demptowo, Chylonia, Leszczynki, Grabówek
Gdynia 3	4003	Działki Leśne, Śródmieście, Kamienna Góra, Wzgórze Św. Maksymiliana, Redłowo, Orłowo,
Gdynia 4	4004	Witomino Radiostacja, Witomino Leśniczówka
Gdynia 5	4005	Mały Kack, Wielki Kack, Karwiny
Gdynia 6	4006	Dąbrowa

Źródło: Opracowanie własne.

Zdefiniowano również istniejące sieci transportowe, na których opiera się działalność poszczególnych systemów komunikacyjnych, a mianowicie:

- Sieć uliczną - 7 klas ulic lub dróg, na podstawie map oraz zdjęć satelitarnych, w zależności od przepustowości wyrażonej w liczbie poj/godz;
- Sieć tramwajową zgodnie ze stanem istniejącym;
- Sieć kolejową.

Dla potrzeb przeprowadzonych prac badawczych, uzupełniono pierwotnie zdefiniowane sieci transportowe o założone inwestycje drogowe, kolejowe bądź tramwajowe.

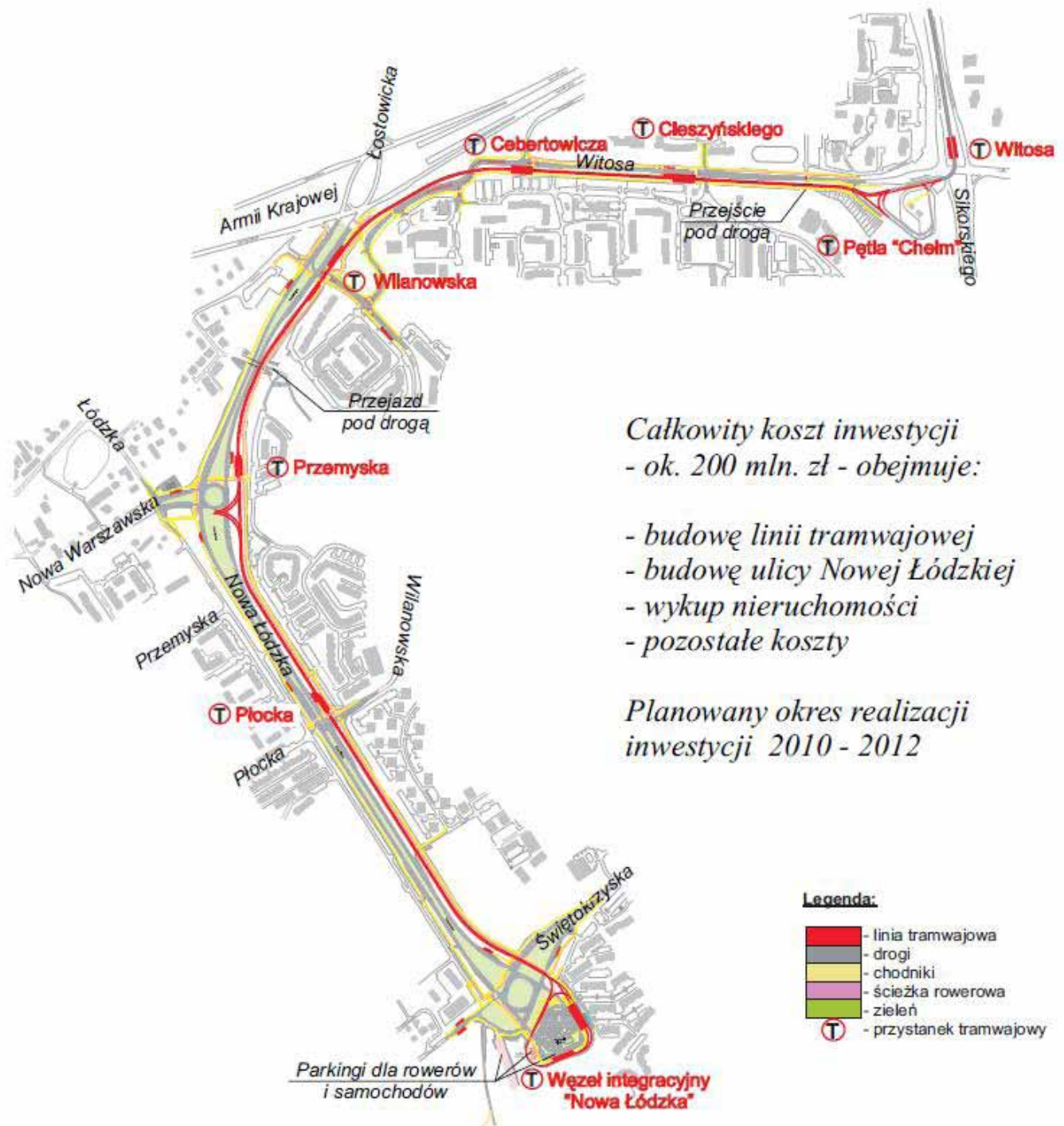
Z względu na podział obszaru projektu na

rejon komunikacyjny, modelu sieci transportowej (w tym zarówno sieci ulicznej jak i definicji sieci transportu zbiorowego) dla miasta Gdańsk cechuje się największą dokładnością, co pozwala na analizy wyników lokalnych realizacji niektórych inwestycji takich, jak wprowadzenia systemów priorytetów na linii tramwajowej Chełm – Łostowice.

## Model ruchu

Zgodnie z wymaganiami Niebieskiej Księgi JASPERS [5] (punkt 1.9.4 oraz 1.9.5), przyjętym modelem jest klasyczny czterostopniowy model ruchu:

- Etap 1 – generowanie ruchu dla siedmiu



*Całkowity koszt inwestycji  
 - ok. 200 mln. zł - obejmuje:*

- budowę linii tramwajowej
- budowę ulicy Nowej Łódzkiej
- wykup nieruchomości
- pozostałe koszty

*Planowany okres realizacji  
 inwestycji 2010 - 2012*

**Legenda:**

- linia tramwajowa
- drogi
- chodniki
- ścieżka rowerowa
- zielen
- T - przystanek tramwajowy

8. Schemat nowobudowanej linii tramwajowej Chelm - Łostowice, źródło: [3]

motywacji podróży: Dom – Praca, Praca – Dom, Dom – Nauka, Nauka – Dom, Dom – Inne, Inne – Dom, Nie związane z domem.

- Etap 2 – rozkład przestrzenny podróży,
- Etap 3 – podział międzygałęziowy uwzględniający wcześniej zdefiniowane systemy komunikacyjne,
- Etap 4 – rozkład ruchu na zdefiniowaną sieć transportową.

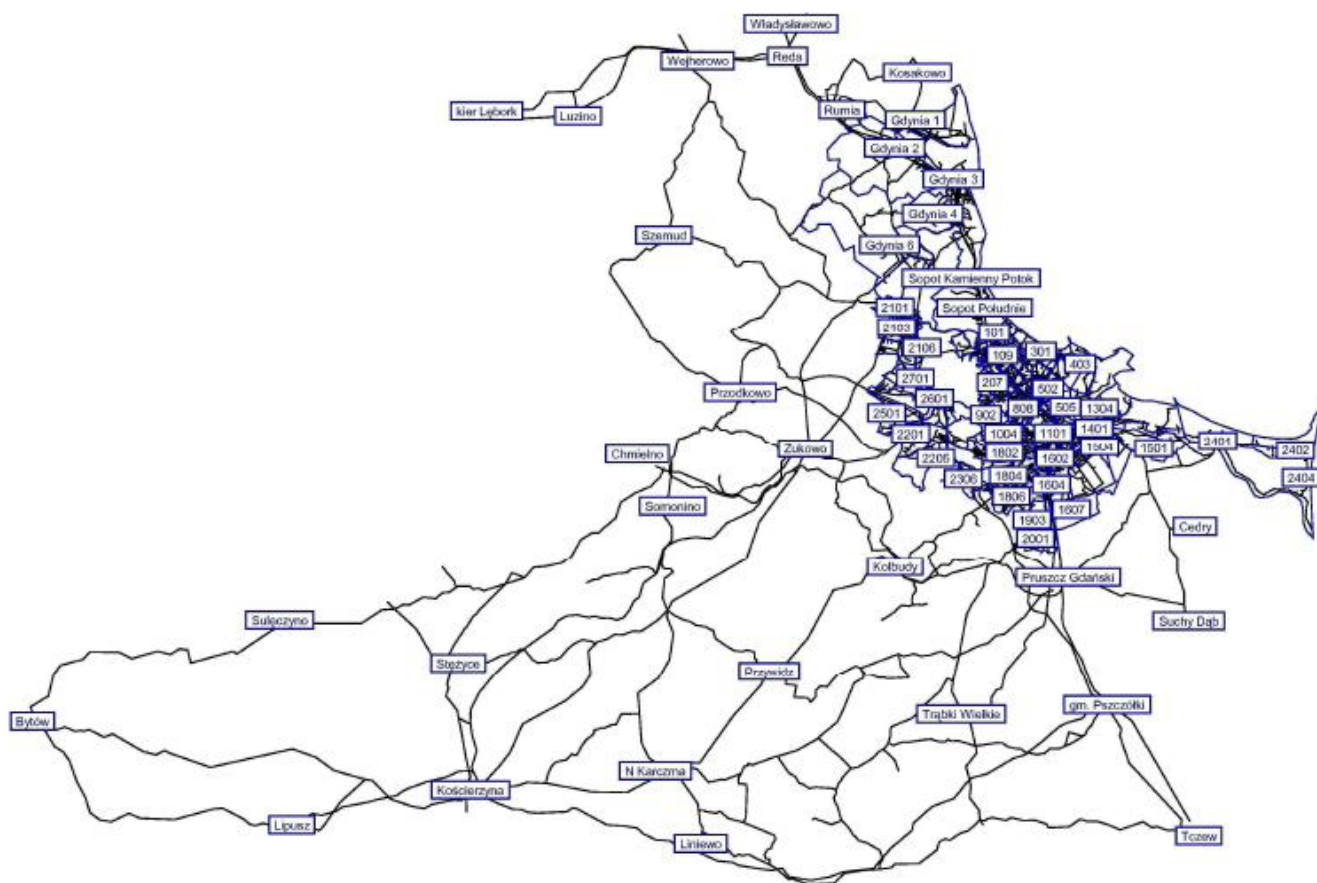
**Etap 1: Model generowania ruchu**

Generowanie podróży dla siedmiu motywacji podróży dla roku 2010 oparte jest na wynikach zarówno Kompleksowych Badań Ruchu (badań zachowań komunikacyjnych) dla miasta Gdańsk, jak i stosowania metody bilansowania dla pozostałego obszaru modelu (Sopot, Gdynia, wybrane rejony podmiejskie).

Należy zauważyć, iż spośród wygenerowanych w rejonach podmiejskich podróży zaliczono wyłącznie podróże zrealizowane

w kierunku „Trójmiasto – Strefa”, takie jak dojazdy do pracy bądź na uczelnię z rejonu podmiejskiego do Gdańska.

Prognozy rozwoju ruchliwości na badanym obszarze uzyskano na podstawie założeń dotyczących liczebności podróży obligatoryjnych oraz pozostałych grup motywacji (czyli niezwiązanych z pracą lub z nauką), jako dopełnienie do założonej ruchliwości ogólnej, która z kolei została na podstawie analogii do zachowań w miastach EU 15 w chwili obecnej.



9. Zasięg terytorialny modelu – podział na rejony komunikacyjne.

Tab.2. Liczba podróży w poszczególne motywacjach

Liczebność podróży wg bilansu ruchliwości			Trójmiasto			Pozostały obszar			Razem		
			2010	2015	2040	2010	2015	2040	2010	2015	2040
1	dom-praca	podr./dobę	239 439	200 431	167 554	14 280	12 320	6 400	253 719	212 751	173 954
2	praca-dom	podr./dobę	219 807	183 997	153 815	13 109	11 310	5 875	232 915	195 307	159 691
3	dom-nauka	podr./dobę	43 387	43 910	45 488	4 967	8 779	12 686	48 354	52 689	58 174
4	nauka-dom	podr./dobę	40 365	40 851	42 320	4 621	8 168	11 802	44 985	49 019	54 122
5	dom-inne	podr./dobę	337 569	423 736	697 178	6 882	13 223	16 537	344 452	436 959	713 715
6	inne-dom	podr./dobę	337 569	423 736	697 178	7 380	14 179	17 732	344 949	437 915	714 910
7	nie-dom	podr./dobę	134 202	145 056	198 695	3 608	6 932	8 670	137 810	151 988	207 364
5	suma podróży	podr./dobę	1 352 338	1 461 717	2 002 228	54 846	74 912	79 702	1 407 183	1 536 629	2 081 930

Źródło: Opracowanie własne.

Wyniki obliczenia liczebności podróży według motywacji podróży dla roku 2010, 2015 i 2040 podsumowano w Tabeli 2.

## Etap 2: Rozkład przestrzenny podróży

Rozkład przestrzenny podróży jest skutkiem kalibracji modelu rozkładu grawitacyjnego, który oparty jest na wynikach badań ankietowych wykonanych na terenie Gdańska.

Określono metodą regresji liniowej potencjały generacji i atrakcji podróży poszczególnych rejonów komunikacyjnych na podstawie wyników KBR.

Za pomocą wyników tych oraz wprowadzając do modelu sieci transportowej szereg pomiarów ruchu (odcinkowych, kordonowych, na skrzyżowaniach, w różnych systemach komunikacji publicznej), skalibrowano model grawitacyjnego rozkładu wygenerowanych podróży na sieci transportowej według podziału na podróży obligatoryjne i pozostałe.

## Etap 3: Podział międzygałęziowy

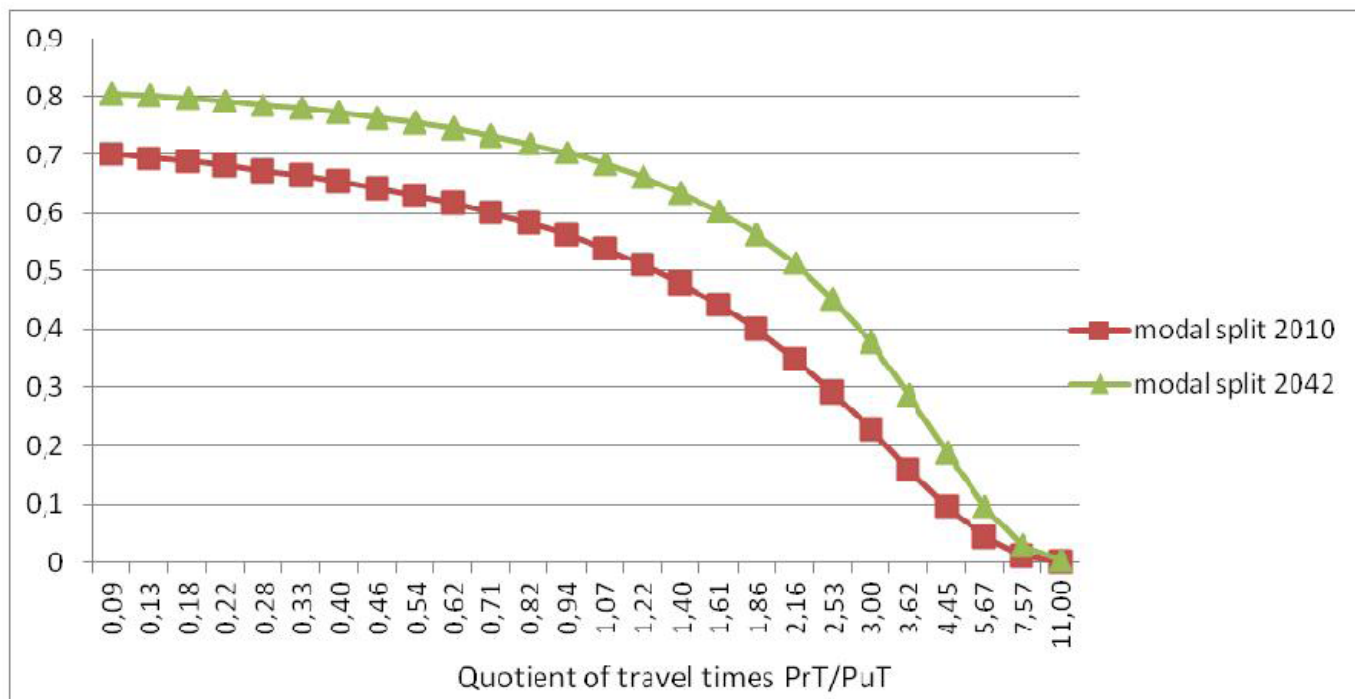
Spośród wygenerowanych i rozkładanych podróży należy najpierw wydzielić te, które realizowane zostaną pieszo z powodu krótkiej odległości pomiędzy celem a metą.

W celu wydzielenia tych podróży z ogólnej macierzy przemieszczeń, skalibrowano funkcję udziału podróży pieszych. Na podstawie macierz odległości obliczonej z wykorzystaniem modelu sieci w programie *PTV Visum* oraz wyników KBR określono relację pomiędzy liczbą podróży pieszych a odległością podróży. Przyjęto model wykładniczy (patrz: wzór 1) charakteryzujący się współczynnikiem korelacji  $R^2$  wynoszącym 97%, co świadczy o jego wysokiej jakości.

$$U_{piesz} = e^{(0,57-0,78x)} \quad (1)$$

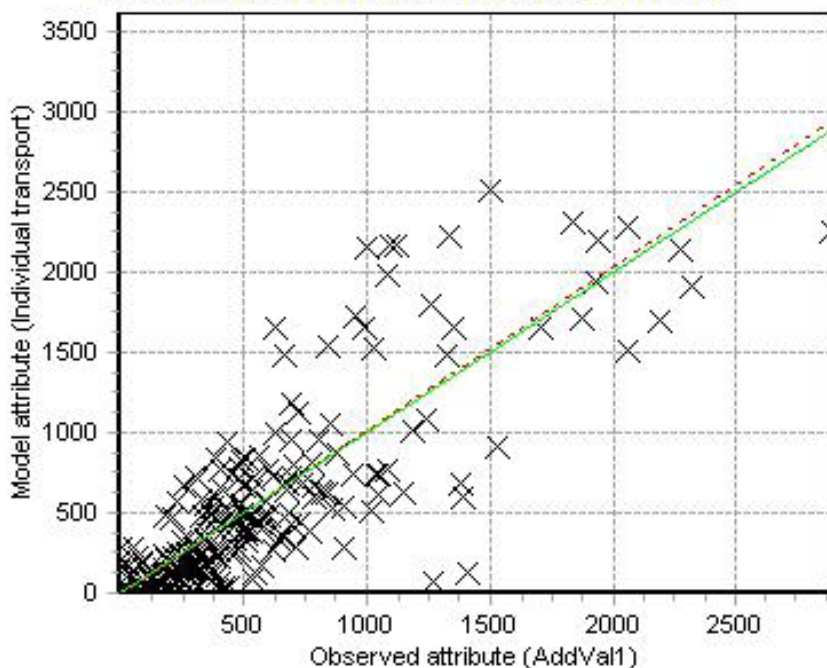
Gdzie:

$U_{piesz}$  – udział podróży pieszych,  
 $x$  – odległość pomiędzy rejonami.



10. Określenie udziału transportu zbiorowego w zależności od czasu podróży transportu indywidualnego i zbiorowego

Assignment analysis, Network: GD\_istniejący\_13092011



11. Analiza zgodności rozkładu ruchu na sieci – transport indywidualny

Podstawę do analizy podziału międzygałęziowego stanowiły ankiety przeprowadzone w ramach Kompleksowych Badań Ruchu, na podstawie których skalibrowano funkcję opisującą udział podróży transportem indywidualnym. Dla celów projektu przyjęto klasyczny model logitowy, dla którego oszacowano następujące parametry:

$$U_{PrT} = 1 - \frac{1}{1 + 2,5e^{-0,711z}} \quad (2)$$

Gdzie:

$U_{PrT}$  - udział podróży transportem indywidualnym;

$z$  - iloraz czasu podróży transportem indywidualnym do czasu podróży transportem zbiorowym.

Jako czynnik wpływający na wybór środka transportu zamiast czasu podróży zdecydowano się stosować generalizowany koszt podróży. Dla transportu zbiorowe-

go wykorzystano wartość postrzeganego czasu podróży (Perceived Journey Time), podobnie dla transportu samochodowego zdefiniowano parametr kosztu podróży.

Dla celów prognozy przyjęto nowe parametry funkcji, aby uwzględnić nowy wskaźnik motoryzacji. Nowa krzywa bazuje na następujących założeniach:

- W 2009 roku około 40% mieszkańców nie ma możliwości wyboru samochodu, przyjęto, iż w roku 2042 wartość ta będzie o połowę mniejsza, czyli 20%.
- Założono, że 20% kierowców nie zmieni swoich zachowań komunikacyjnych, mimo złych warunków ruchu.

Modele podziału modalnego porównano na rys. 10.

#### Etap 4 – Rozkład ruchu na zdefiniowaną sieć transportową

Wiarygodność kalibracji modelu ruchu należy analizować pod względem zgodności wyników rozkładu na sieci transportowej wygenerowanych podróży (rys. 11).

Model ruchu cechuje się wysoką zgodnością, a mianowicie:

- Wskaźnikiem zgodności  $R^2 = 0,82$  w zakresie transportu zbiorowego;
- Wskaźnikiem zgodności  $R^2 = 0,68$  w zakresie transportu indywidualnego.

#### Założenia

Do obliczeń symulacyjnych wykorzystano model podróży dla Gdańska wykonany w ramach prac nad analizą marketingową dla projektu Pomorskiej Kolei Metropolital-

Tab.3. Liczba pasażerów i praca przewozowa w poszczególnych wariantach

Wariant	Wariant bez priorytetów		Wariant z priorytetami		Przyrost	
	Paskm	Pas	Paskm	Pas	Paskm	Pas
1	1 005	333	1 067	347	62	14
7	4 199	853	4 267	861	68	8
11	15 235	2 871	15 480	2 900	245	29
Razem	20 439	4 057	20 814	4 108	375	51
Gdynia 6	4006	Dąbrowa				

Źródło: Opracowanie własne.

Tab.4. Praca eksploatacyjna i łączny czas podróży w poszczególnych wariantach

Wariant	Wariant bez priorytetów		Wariant z priorytetami		Przyrost	
	Pash	Pojkm	Pash	Pojkm	Pash	Pojkm
TrZb	22 418	n.d.	21 897	n.d.	-521	n.d.
TrInd	787	16 582	789	16 539	3	-43
Razem	23 205	16 582	22 686	16 539	-518	-43

Źródło: Opracowanie własne.

nej [4]. Głównymi założeniami przyjętymi do obliczeń były:

- wydłużenie przebiegu do pętli Nowa Łódzka wszystkich linii tramwajowych kończących obecnie trasę na pętli Chełm (1, 7 i 11),
- brak zmiany częstotliwości kursowania wspomnianych linii po wydłużeniu trasy,
- różnice w czasie przejazdu tramwaju na badanym odcinku pomiędzy wariantem z zastosowaniem priorytetów a wariantem bez zastosowania priorytetów wynosi 90 sekund.

## Wyniki symulacji

Wyniki symulacji obejmują godzinę szczytu porannego. W tab. 3 zestawiono liczby pasażerów i wielkość pracy przewozowej dla linii komunikacyjnych przebiegających nowym odcinkiem sieci tramwajowej dla wariantu bez priorytetów dla tramwajów oraz z priorytetem dla tramwajów

W tab. 4 przedstawiono zmiany w liczbie pasażerogodzin w całym systemie komunikacyjnym Trójmiasta z podziałem na transport indywidualny (dla wybranego obszaru) i zbiorowy (dla wybranych linii), jak też liczbę pojazdokilometrów wykonywanych przez transport indywidualny.

Jak wynika z zaprezentowanych danych wyjściowych na skutek wprowadzenia priorytetów liczba pasażerów korzystających z wybranych linii tramwajowych zwiększyła się o 1,2%, zaś praca przewozowa o 1,8%. Łączny czas podróży pasażerów korzystających z komunikacji zbiorowej na terenie Trójmiasta zmniejszył się o 521 godziny (2,3%) w ciągu godziny szczytowej, natomiast praca eksploatacyjna transportu indywidualnego w wybranym obszarze zmalała o 43 pojkm (2,6%) w ciągu godziny szczytu. Uwagę

zwraca niewielki wzrost (3pash) czasu podróży uczestników ruchu samochodowego – z uwagi na iteracyjny charakter obliczeń można przyjąć, że nie uległ on zmianie, tak więc nie uzyskano w tym zakresie żadnych oszczędności.

Opracowany model ruchu oraz oprogramowanie PTV VISUM pozwala na określenie pierwotnych skutków wprowadzenia systemów priorytetów dla tramwajów poprzez obliczenie stopnia przejęcia pasażerów przez systemy transportu zbiorowego oraz na szacowanie oszczędności w kosztach zewnętrznych (czas, zanieczyszczenia, wypadków, itp) uwzględnianych w analizach finansowych i ekonomicznych.

## Podsumowanie

Wprowadzenie systemów sterowania ruchem nadających priorytet dla pojazdów tramwajowych jest często przedsięwzięciem bardzo kosztownym. Nie należy jednak postrzegać tego typu inwestycji tylko poprzez pryzmat nakładów finansowych ponoszonych podczas instalacji i eksploatacji systemów, ale również dostrzegać wymierne efekty związane z funkcjonowaniem systemu. Efektami są przede wszystkim oszczędności czasu pasażerów, przez co transport zbiorowy stanowi atrakcyjniejszą alternatywę w stosunku do transportu samochodowego, co z kolei wpływa na zwiększenie się liczby pasażerów korzystających z tramwajów czy autobusów. Dzięki przejęciu części potoków z transportu drogowego następują oszczędności na pracy przewozowej i eksploatacyjnej samochodów, może też zostać zmniejszone natężenie ruchu ulicznego jak też poziom zanieczyszczenia środowiska.

Przeprowadzone badania wskazują również, iż przy skróceniu czasu podróży tramwajów o niewielką wartość, systemy transportu zbiorowego mogą na wybranych odcinkach zyskać tylko kilkanaście pasażerów na godzinę szczytu.

Wdrożenie pojedynczego priorytetu dla transportu tramwajowego daje stosunkowo niewielki efekt, dlatego ważne jest aby system sterowania ruchem nadającego przewagę dla środków transportu zbiorowego obejmował większy obszar miasta. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] Tramwaje w Gdańsku, <http://gdanskietramwaje.psstm.prohost.pl>, dostęp 8.10.2011r.
- [2] Zarząd Transportu Miejskiego w Gdańsku, [www.ztm.gda.pl](http://www.ztm.gda.pl), dostęp 9.10.2011r.
- [3] Strona internetowa <http://www.tramwajemdalej.psstm.org.pl>, dostęp 9.10.2011r.
- [4] Kolej Metropolitalna w Trójmieście, Badanie podróży, Instytut Kolejnictwa, Warszawa, październik 2010r.
- [5] Niebieska Księga „Sektor Kolejowy, Infrastruktura i tabor”, Inicjatywa JASPERS, grudzień 2008 r.