

# **POLITECHNIKA POZNAŃSKA**

**Wydział Elektroniki i Telekomunikacji**  
**Katedra Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych**

## **Praca zaliczeniowa**

**Inżynieria Kreatywności w**  
**Projektowaniu Innowacji**

*Problem: Natężenie ruchu oraz parkowanie w aglomeracji miejskiej*  
*Poznań*

**Prowadzący:**

Prof. dr hab. Czesław CEMPEL

**Doktorant:**

mgr inż. Marcin DZIUBA

marcin.dziuba@put.poznan.pl

Poznań, Czerwiec 2011r.

## 1. Przedstawienie problemu

Jednym z większych problemów, który dotyka wielkie aglomeracje miejskie jest rosnące natężenie ruchu ulicznego. Pociąga ono za sobą kolejne problemy jakimi są m.in. korki na drogach oraz problem z parkowaniem. W zamieszczonej pracy określono ten problem pod wieloma względami. Znajduje się tu m. in. spojrzenie z punktu widzenia kierowcy, pracownika MPK (Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne), pracownika ZDM (Zarząd Dróg Miejskich), pieszego, jak również pracownika Urzędu Miasta.

Jak można zauważyć na zamieszczonej mapce myślowej, skupiono się głównie na problemie z parkowaniem. Osobiście dojeżdżam do pracy komunikacją miejską, dlatego problem z parkowaniem w centrum miasta Poznania nie dotyczy mnie osobiście. Przechodząc codziennie obok dobrze znanego parkingu przy pętli tramwajowej, na przestrzeni kilku miesięcy zauważyłem znaczące zmiany. Mianowicie parking był oddany do użytku tym kierowcą, którzy dojeżdżają do pracy z okolicznym miejscowości. Pełnił on rolę „parkingu bufora”, gdzie parkować mógł każdy, kto kupił bilet komunikacji miejskiej i do centrum udawał się transportem miejskim. W tym czasie parking był zajmowany w 95%, szczególnie było to widać w godzinach porannych, kiedy większość osób udawała się do pracy lub szkoły. Ostatnimi czasy sytuacja uległa diametralnej przemianie. Parking został wynajęty przez prywatnego inwestora, a cena za postój wzrosła z 2zł. za cały dzień, do 3zł. za jedną godzinę postoju. Obecnie parking jest praktycznie pusty i niewykorzystywany. Kosztem tego zwiększyło się natężenie ruchu, które w znaczny sposób stało się uciążliwe nie tylko dla samych kierowców, ale również dla pieszych, którzy próbują przejść przez jezdnię.

Na podstawie tych spostrzeżeń chciałbym przybliżyć problem z wielu punktów widzenia, a także zaproponować pewne rozwiązania.

## 2. Definicja i wielostronne określenie problemu

Problem związany z brakiem miejsc parkingowych oraz dużym zatłoczeniem ulic w miastach, nie jest niczym nowym i jest powszechnie znany. Problem to dystans między istniejącą, a pożądaną sytuacją. Obecnie ulice są zatłoczone, brakuje miejsc parkingowych, a urzędnicy miejscy nie mają sensownych pomysłów na rozwiązanie tego problemu. Poniżej definicja została przedstawiona przez wiele znanych sposobów opisu problemów i zagadnień.

### 2.1 Rzeźnia świętych krów

Obecnie jest wiele znanych sposobów na redukcję natężenia ruchu w aglomeracjach miejskich. Należą do nich między innymi :

- budowanie parkingów zaporowych,
- obwodnice miast,
- budowa podziemnych parkingów w centrach miast,
- zakazy przy wjazdach do miast w określonych godzinach szczytu,
- zachęcanie do korzystania z komunikacji miejskiej,
- inne.

Niestety na inwestycje brakuje pieniędzy i problem zostaje nierozwiązany. Jako innowacyjne i często odrzucane rozwiązania proponuje się:

- podwyższenie płacności za auta z większą pojemnością silnika (bardziej zatruwają środowisko),
- wprowadzenie opłat za wjazd do centrum miasta (nie dotyczy pojazdów MPK),

- wprowadzenie rygorystycznych stref, w których można się poruszać (im strefa leży bliżej centrum, tym wyższa opłata),
- opłaty za przejazd uprzywilejowanym pasem ruchu (nie dotyczy pojazdów MPK).

Nowe koncepcje nie dążą do redukcji aut wjeżdżających do miasta. Wręcz przeciwnie, nie stawia się zakazów ani obostrzeń, które zniechęcają kierowców udających się do pracy samochodem. Celem jest pobieranie jak największych składek i opłat, które docelowo przyniosą większe wpływy do budżetu miasta. Niestety mentalność ludzi zamożnych, którzy nie wyobrażają sobie innego środka lokomocji jak tylko własny samochód prowadzi to do sytuacji, kiedy małżeństwo jadąc do pracy używa osobnych samochodów, chociaż ich miejsca pracy oddalone są o kilka ulic dalej. Tego typu uczestników ruchu nie uda się przekonać do korzystania chociażby z komunikacji miejskiej. Zwiększone opłaty, które będą ponosić pozwolą na wybudowanie piętrowych parkingów, dodatkowych miejsc postojowych w okolicach pętli tramwajowych, poprawienie infrastruktury miejskiej itp.

## 2.2 Metoda PMI – dobrze, źle, interesujące

W tej metodzie zobrazowany został punkt widzenia wielu różnych osób.

### 1) Kierowca MPK:

	Dobrze	Źle	Interesujące
1. Podniesienie opłat za parkingi			X
2. Wprowadzenie opłat za wjazd do miasta	X		
3. Opłaty za strefy			X
4. Opłaty za przejazd uprzywilejowanym pasem	X		

Tab. 1 Spojrzenie z punktu widzenia kierowcy MPK

### 2) Kierowca samochodu:

	Dobrze	Źle	Interesujące
1. Podniesienie opłat za parkingi		X	
2. Wprowadzenie opłat za wjazd do miasta		X	
3. Opłaty za strefy			X
4. Opłaty za przejazd uprzywilejowanym pasem			

Tab.2 Spojrzenie z punktu widzenia kierowcy samochodu

### 3) Pracownik Urzędu Miasta:

	Dobrze	Źle	Interesujące
1. Podniesienie opłat za parkingi			X
2. Wprowadzenie opłat za wjazd do miasta	X		
3. Opłaty za strefy	X		
4. Opłaty za przejazd uprzywilejowanym pasem	X		

Tab. 3 Spojrzenie z punktu widzenia pracownika Urzędu Miasta

4) Przedstawiciel ZDM (Zarząd Dróg Miejskich)

	Dobrze	Źle	Interesujące
1. Podniesienie opłat za parkingi	X		
2. Wprowadzenie opłat za wjazd do miasta			X
3. Opłaty za strefy	X		
4. Opłaty za przejazd uprzywilejowanym pasem	X		

Tab. 4 Spojrzenie z punktu widzenia przedstawiciela ZDM

Powyższe tabele przedstawiają stosunek do nowych pomysłów z punktu widzenia kierowcy MPK, kierowcy samochodu, pracownika Urzędu Miasta oraz pracownika ZDM. Największe niezadowolenie leży po stronie kierowców, co jest w pełni uzasadnione, ponieważ oni będą płacić najwięcej. Kierowca MPK nie widzi problemów, aby obniżenie natężenie ruchu odbywało się tymi metodami. Znacznie ułatwi to jego pracę i poprawi jakość usług komunikacji miejskiej (brak opóźnień). Największe zadowolenie i zainteresowanie jest po stronie urzędnika miejskiego. Co prawda zwiększą się obowiązki niektórych pracowników, ale jednocześnie wynagrodzenie będzie mogło wzrosnąć. Jest to również możliwość do stworzenia nowych miejsc pracy, dla młodych pracowników administracyjnych. Podobnie ma to miejsce w przedsiębiorstwie ZDM. Zwiększenie wydatków na inwestycję, naprawy dróg, a także budowy nowych pozwoli na zatrudnianie dodatkowych pracowników. Patrząc regionalnie może to znacznie zmniejszyć bezrobocie w danym regionie.

### 2.3 Pytania: Dlaczego?, Jak?

Pomocne w rozwiązywaniu tego typu problemów jest zadanie sobie kilku bardzo krótkich, a zarazem rzeczowych pytań. Poniżej zaprezentowano odpowiedzi na kilka prostych pytań, które można sobie zadać przy dążeniu do realizacji.

#### **JAK** zdobyć pieniądze na nowe parkingi?

Pieniądze będą pochodziły ze sprzedaży pozwoleń na wjazd do stref miejskich, podwyższenie opłat dla mało ekonomicznych samochodów oraz opłaty dla korzystających z uprzywilejowanego pasa ruchu itp.

#### **DLACZEGO** mamy podwyższyć opłaty?

Pozwoli to wybudować nowe drogi miejskie, co w znaczny sposób polepszy infrastrukturę miasta. Uda się również w znaczny sposób zredukować bezrobocie i poprawić komfort jazdy samochodem, jak również jednośladem. Zwiększenie liczby osób korzystających z komunikacji miejskiej spowoduje zmniejszenie cen biletów.

#### **PO CO** nowe parkingi i lepsza infrastruktura?

Zwiększy to walory turystyczne oraz inwestycyjne danego regionu miejskiego. Pozwoli kierowcom łatwiej parkować auta przy pętlach tramwajowych i korzystać z usług MPK.

## 2.4 Burza mózgów

W tym badaniu brały udział 4 osoby: rodzice (punkt widzenia starszych osób), siostra (punkt widzenia studenta), kolega (zawodowy kierowca). Każdy z uczestników był poinformowany o problemie. Przez kolejne 15 min. uczestnicy pisali sposoby rozwiązywania przedstawionego przez prowadzącego problemu, oraz luźne skojarzenia wiążące się z danym zagadnieniem. Poniżej przedstawiono kilka ciekawszych rozwiązań.

**Rodzice:** niech decydują młodzi - mają szersze spojrzenie na problemy związane z ich otoczeniem, po co auta z dużą pojemnością w miastach – premiować samochody ekonomiczne, parkingi mimo wszystko powinny być tańsze dla przyjezdnych turystów, zrobić wszystko aby poprawić stan dróg w miastach itd.

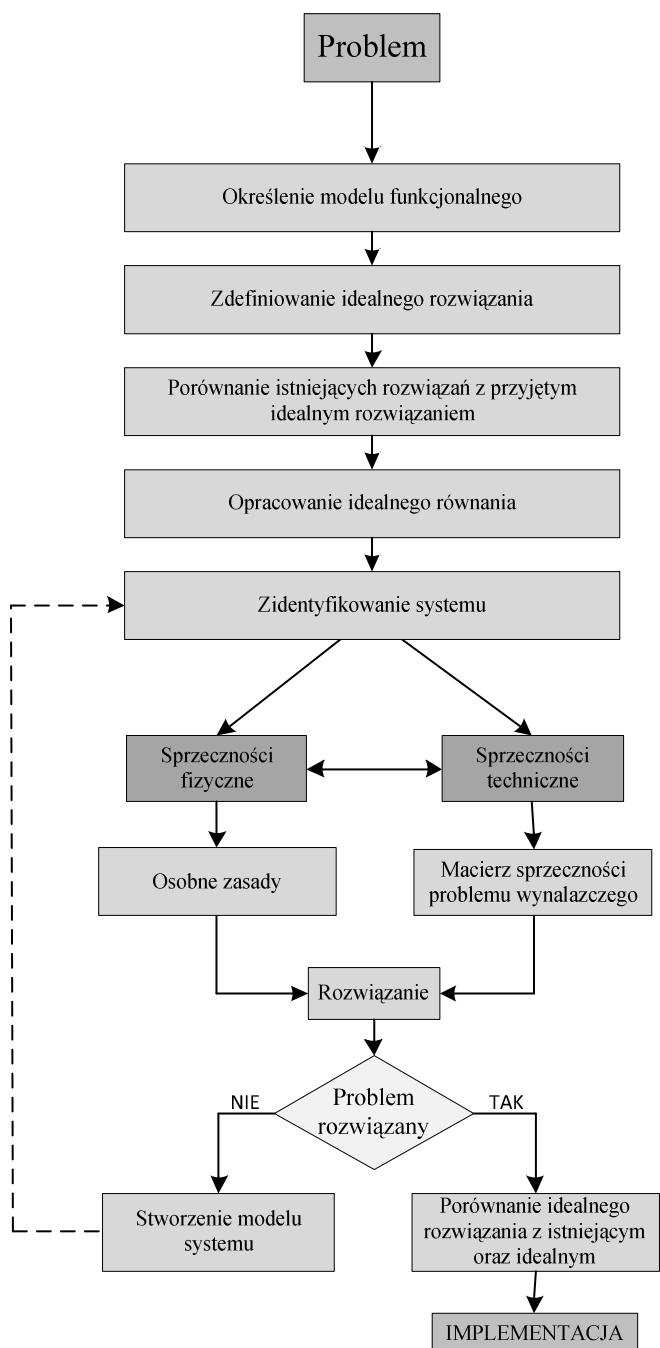
**Siostra:** mały ruch w mieście – nie będę spóźniała się na zajęcia przez opóźnienia MPK, łatwiejsze poruszanie się po drodze – przejścia dla pieszych, mniej zanieczyszczeń, więcej zieleni zamiast samochodów, parkingi jeszcze mnie nie dotyczą – wolę MPK (tramwaje) itd.

**Zawodowy kierowca:** nie mam gdzie parkować w mieście rozwożąc paczki kurierski, dobrze podnieść mandaty za złe parkowanie ułatwi - mi to dojazd do posesji itp., więcej parkingów w mieście, żadnych opłat – chyba, że mój pracodawca poniesie za mnie te koszty, zmniejszenie tłoku i korków na ulicy, niech zbudują dodatkowe pasy ruchu itp.

Jak widać metoda ta okazała się bardzo ciekawą, ponieważ pojawiły się nowe pomysły pochodzące od różnych osób. Trafnym pomysłem okazało jest podniesienie mandatów za złe parkowanie. Zmniejszy to utrudnienia spowodowane przez źle zaparkowane samochody i powiększy wpływy do budżetu miasta, które mogą być spożytkowane na naprawę dróg i chodników. Dodatkowe pasy ruchu mogłyby być zbudowane z myślą o autobusach MPK. Zmniejszyłoby to zatłoczenie na skrzyżowaniach. Zwiększenie przestrzeni zielonej w mieście zwiększy walory wzrokowe, a co za tym idzie także turystyczne. Oczywiście jest, że turyści wolą przyjeżdżać do mniej zatłoczonego i przyjaznego miasta. Tutaj wysunięta została kolejna słuszna uwaga. Chodzi o zmniejszenie, a nawet zwolnienia z opłat dla osób przyjezdnych w celach rekreacyjnych i turystycznych (zwolnienia dla autokarów). Turyści na pewno w inny sposób zwiększą dochody do miejskiego budżetu.

## 2.5 Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zagadnień - TRIZ

Poprzez burzę mózgów dokonaliśmy szerszego spojrzenia na zaistniały problem. Jeśli uda nam się w metodzie TRIZ wyeliminować błędy w założeniach oraz wziąć pod uwagę sugestie osób postronnych, które brały udział w burzy mózgów, możemy dojść do idealnego rozwiązania technicznego. Chodzi tu głównie o sposób budowy nowych parkingów i dodatkowych pasów. W tym miejscu można się zastanowić jeszcze nad rozwinięciem aspektu dotyczącego budowy pasów uprzywilejowanych. Mogą to być pasy dla komunikacji miejskiej, a także dla osób zamożnych, które po wpłaceniu dodatkowej opłaty będą mogły korzystać z pasa ruchu, pozwalającym na szybszy przejazd przez skrzyżowanie, zamiast stanie w korkach razem z innymi samochodami.



Rys. 1 Algorytm poszukiwania rozwiązań innowacyjnych TRIZ

Rysunek numer 1 przedstawia schemat algorytmu poszukiwania innowacyjnego rozwiązania. Problem, który się pojawił na początku to brak miejsc parkingowych, zatłoczone ulice i niewystarczające fundusze na rozbudowę infrastruktury. Po analizie dotychczasowych rozwiązań, udało się dojść do rozwiązania idealnego, w którym istnieje szansa na wygospodarowanie wystarczającej ilości pieniędzy na budowę m. in. wielopoziomowych parkingów. Jednym ze sposobów na pozyskanie środków pieniężnych, jest właśnie budowa pasów uprzywilejowanych. Sterowanie takimi skrzyżowaniami wymaga implementacji nowego algorytmu, który będzie nadawał priorytet pojazdom znajdującym się na omawianym pasie. Obecnie znanych jest kilka algorytmów (systemów) sterujących ruchem ulicznym. Są one objęte prawami autorskimi, a ich działanie jest opisane w sposób ogólny. Należą do nich m. in. UTOPIA SPOT firmy Peek Traffic [1], MSR-SMiS firmy MSR Traffic [2], a także SCATS wdrożony rozwijany przez firmę Tyco Traffic and Transportation [3]. W pracy zostanie zaproponowany nowy sposób sterowania, który jest znacznie lepszy niż tradycyjne metody. Wykorzystanie do tego celu układu FPGA (ang. *Field Programmable Gate Array*) [4, 5], pozwala na szybkie i precyzyjne przetwarzanie dostarczanych informacji. Daje to możliwość dokładnej analizy natężenia ruchu na skrzyżowaniu i dynamiczne dopasowywanie sygnalizacji do panujących warunków. W poniższej tabelce, w lewej kolumnie zostały zebrane parametry techniczne, związane z całą infrastrukturą budowy dodatkowych pasów ruchu. W prawej kolumnie zestawiono wszystkie zasady wynalazcze dla nowego rozwiązania. Dzięki tym własnościom, wygenerowano macierz sprzeczności problemu wynalazczego

Uniwersalne parametry opisu elementów i systemów technicznych.	Zasady wynalazcze TRIZ dla nowych, uprzywilejowanych pasów ruchu.
<p><b>1. Ciężar</b> – obiekt, który może lub nie może się poruszać</p> <p><b>2. Wymiar</b> - obiekt, który może lub nie może się poruszać</p> <p><b>3. Powierzchnia</b> - obiekt, który może lub nie może się poruszać</p>	<p>1. Elastyczne osłony, pokrycie</p> <p>2. <u>Wielofunkcyjność</u></p> <p>3. <u>Jakość wykonania</u></p> <p>4. Samorealizowanie</p> <p>5. Drgania mechaniczne</p> <p>6. Działania okresowe</p>

<b>4. Objętość</b> - obiekt, który może lub nie może się poruszać <b>5. Trwałość</b> - obiekt, który może lub nie może się poruszać <b>6. Długość</b> <b>7. Szerokość</b> <b>8. Wytrzymałość</b> <b>9. Kolor</b> <b>10. Temperatura</b> <b>11. Waga</b>	7. Inne wymiary 8. Wstępne działanie 9. Samoobsługa 10. Sterowalność 11. Zmiany parametrów 12. <u>Działanie warunków atmosferycznych</u> 13. Dopasowanie 14. <u>Materiał</u> 15. <u>Natężenie ruchu</u>
--	---

Tab. 5 Uniwersalne parametry TRIZ oraz zasady wynalazcze

- 2. Wielofunkcyjność** – pasy mogą być przeznaczone dla samochodów uprzywilejowanych, jak i osobowych których właściciele opłacili składkę.
- 3. Jakość wykonania** – zastosowanie odpowiednich materiałów i urządzeń.
- 8. Wstępne działanie** – odpowiednie przygotowanie gruntu pod budowę.
- 9. Samoobsługa** – system sterowania światłami sam decyduje kiedy zmienić światło na pasie uprzywilejowanym
- 12. Działanie warunków atmosferycznych** – wpływ czynników zewnętrznych na funkcjonowanie nowej infrastruktury.
- 14. Materiał** – jakość użytych materiałów do budowy oraz ich normy i parametry.
- 15. Natężenie ruchu** – liczba pojazdów przejeżdżająca w danej jednostce czasu.

Tabela numer 6 opisuje macierz sprzeczności.

Pogorszenie / Polepszenie	Powierzchnia	Długość	Szerokość	Trwałość	Wytrzymałość
Powierzchnia	-----				
Długość		-----		8, 14	
Szerokość			-----	8, 14	
Trwałość				-----	12, 14, 8, 3
Wytrzymałość				3, 2, 15	-----

Tab. 6 Macierz sprzeczności

Podsumowując tą metodę można określić ogólny wzór, którego wynikiem jest najbardziej optymalne rozwiązanie.

$$x = \frac{\Sigma \text{koszty inwestycyjne}}{\Sigma \text{zaoszczędzone koszty}}$$

Wzór ten przedstawia stosunek łącznych kosztów inwestycyjnych do kosztów, które udało się zaoszczędzić. Jako koszty inwestycyjne, rozumiane są koszty budowy dodatkowych uprzywilejowanych pasów ruchu. Z kolei jako koszty zaoszczędzone rozumieć należy, przychód ze sprzedaży pozwoleń na użytkowanie uprzywilejowanych pasów, pomniejszony o koszty inwestycyjne. Wskazane jest aby tego typu rozważania poprzeć wcześniejszymi opiniami i deklaracjami kierowców chętnych, do korzystania z dodatkowych pasów ruchu.

### 3. Podsumowanie

W przedstawionej pracy zaprezentowany został problem parkowania oraz zatłoczenia ulic w aglomeracjach miejskich. Analizy dokonano na podstawie obserwacji zaistniałych zagadnień w aglomeracji poznańskiej. Dokonano analizy, która pozwoliła szerzej spojrzeć na zaistniały problem. Dzięki takim metodom jak m. in. burza mózgów udało się wyłonić pewne niedoskonałości przyjętych założeń. Wszystkie metody dały możliwość opracowania pewnego rozwiązania. Zaproponowano budowę dodatkowych pasów ruchu, które przyczynią się do zwiększenia wpływów potrzebnych na poprawę infrastruktury miejskiej. Istnieje szansa, na wdrożenie zaproponowanego algorytmu sterowania sygnalizacją świetlną, na nowych inteligentnych skrzyżowaniach. Może to być mały, ale pewny krok do poprawienia infrastruktury oraz stylu życia w aglomeracjach miejskich.

### 4. Literatura

1. Opis algorytmu UTOPIA firmy Peek Traffic:  
<http://www.peaktraffic.nl/page/484>, [26.07.2011r.]
2. Charakterystyka systemu zarządzania sygnalizacją MSR-SMiS firmy MSR Traffic,  
[http://msrtraffic.com.pl/system\\_zarzadzania\\_sygnalizacjami\\_swietlnymi.html](http://msrtraffic.com.pl/system_zarzadzania_sygnalizacjami_swietlnymi.html), [26.07.2011r.]
3. Charakterystyka systemu sterowania sygnalizacją SCATS firmy Tyco Traffic&Transportation,  
<http://www.tyco-its.com/products-and-services/urban-traffic-control/scats>, [26.07.2011r.]
4. K. Skahill, Język VHDL. *Projektowanie programowalnych układów logicznych*, przełożył A.K. Pułka, BN 83-204-2974-9, WNT, Warszawa 2004.
5. J. Majewski, P. Zbysiński, *Układy FPGA w przykładach*, BN 978- 8360233-23-8, BTC, Warszawa 2007.