

FIEDLER Olga<sup>1</sup>  
KONCZAK Natalia<sup>2</sup>  
SZELAĞIEWICZ Natalia<sup>3</sup>  
BUTLEWSKI Marcin<sup>4</sup>

## Wykorzystanie inżynierii systemowej do rozwiązania problemów w transporcie miejskim

### WSTĘP

We współczesnym świecie transport miejski jest niezbędnym elementem sprawnego funkcjonowania logistyki miejskiej w aspekcie przepływu ludzi. Wraz z rozwojem cywilizacji, wzrasta liczba problemów komunikacyjnych, np. spóźniające się autobusy czy tramwaje, długie oczekiwanie na zielone światło, zatory itd. Pomoc w ich rozwiązywaniu mogą stanowić zasady stosowane w inżynierii systemowej. Klarują one ścieżkę postępowania podczas zmagania z codziennymi trudnościami. Inżynieria systemowa pozwala także odnaleźć ukryte niezgodności, których na pierwszy rzut oka nie widać, a które w przyszłości mogą poważnie skomplikować działanie systemu. Transport miejski swoim zakresem obejmuje bardzo szeroki obszar działań, a co za tym idzie, niezliczoną liczbę problemów.

Transport miejski jest częścią ruchu drogowego oraz elementem logistyki miejskiej. Wyróżnia się trzy gałęzie transportu miejskiego [16]: transport samochodowy (indywidualny, autobusowy, trolejbusowy), transport szynowy (tramwajowy, kolejowy) oraz transport przesyłowy (wodociągi, kanalizacja, sieci energetyczne, ciepłne, gazociągi).

Pomimo postępu w dziedzinie rozwiązywania problemów z transportem, nadal trwają zmagania z niewydajnymi systemami komunikacji w miastach. Wiąże się to z koniecznością poszukiwania nowych rozwiązań.

W niniejszym artykule zostaną poruszone tylko wybrane przykłady zastosowania inżynierii systemowej w komunikacji miejskiej w aspekcie przemieszczania się ludzi.

## 1 INŻYNIERIA SYSTEMOWA

### 1.1 Pojęcie inżynierii systemowej

Słowo „inżynieria” od początku swego istnienia kojarzyło się z pewnym usystematyzowaniem działań w określonych sytuacjach (np. budowie i wytworzeniu różnych obiektów). Wytwory inżynierii zwykle tworzyły i tworzą pewne systemy (np. system transportowy, system obronny, system irygacyjny) [7]. Z kolei samo słowo system wg jednej z definicji oznacza „zbiór elementów wzajemnie powiązanych strukturalnie, spełniający określoną funkcję (cel) i mający określone powiązania z otoczeniem”. Identyfikując lub projektując system, wyróżniamy trzy charakterystyczne zadania obejmujące: analizę, syntezę i zadania typu „czarnej skrzynki”. Analiza pozwala poznać prawa i zasady funkcjonowania, które często wykorzystuje się do zmiany lub doskonalenia istniejących systemów, a także do tworzenia nowych o podobnych cechach. Synteza polega na wykorzystaniu znanych obiektów/procesów/relacji do kreowania nowego systemu. Dzięki temu może on posiadać całkowicie nowe cechy i właściwości. Celem jest otrzymanie optymalnych rezultatów, oczekiwanych przez projektanta. Zadanie typu „czarnej skrzynki” realizowane jest wtedy, gdy znamy rezultaty funkcjonowania systemu, ale niezbędne jest poznanie struktury procesów i relacji niektórych jego elementów tak, aby odtworzyć budowę i działanie pozostałych [4].

<sup>1</sup> olga.fiedler@student.put.poznan.pl, Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, ul. Strzelecka 11, 60-965 Poznań

<sup>2</sup> natalia.konczak@student.put.poznan.pl, Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, ul. Strzelecka 11, 60-965 Poznań

<sup>3</sup> natalia.szelaġiewicz@student.put.poznan.pl, Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, ul. Strzelecka 11, 60-965 Poznań

<sup>4</sup> marcin.butlewski@put.poznan.pl, Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, ul. Strzelecka 11, 60-965 Poznań

Biorąc pod uwagę powyższe definicje, można stwierdzić, że inżynieria systemów jest częścią ogólnej teorii systemowej, która pozwala lepiej zrozumieć rzeczywistość i w efekcie przyczynić się do konkretnych rozwiązań nurtujących nas problemów.

### **1.2 Prawa systemowego podejścia do rzeczywistości.**

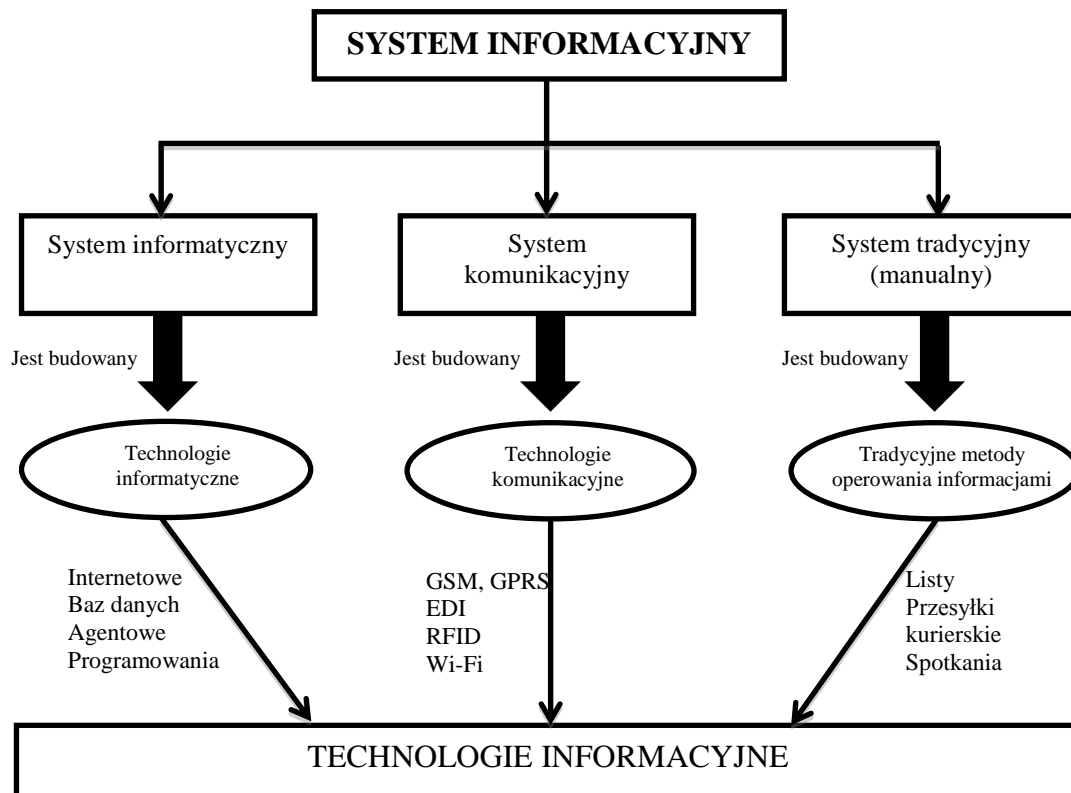
W rozwiązywaniu różnego rodzaju problemów, inżynieria systemowa korzysta z powszechnie przyjętych uniwersalnych praw. Poniższe zasady ułatwiają i regulują postępowanie podczas poszukiwania rozwiązań: [5]

- 1) Współczesne i przyszłe problemy są często efektem poprzednich rozwiązań.
- 2) Dla każdego działania znajdzie się przeciwdziałanie.
- 3) Krótkotrwałe polepszenia często prowadzą do długotrwałych problemów i trudności.
- 4) Rozwiązanie może być gorsze niż sam problem.
- 5) Łatwe rozwiązanie może w ogóle nie być rozwiązaniem.
- 6) Szybkie rozwiązanie, generowane na poziomie symptomów (objawów) danego problemu, często generuje nowe problemy.
- 7) Przyczyna i skutek niekoniecznie muszą być ze sobą bezpośrednio związane w czasie i przestrzeni (często działania wdrożone tu i teraz pojawiają się jako efekt daleko i późno).
- 8) Działania, które przyniosą najlepsze efekty, na pierwszy rzut oka wcale nie są takie oczywiste.
- 9) Mały koszt i duża efektywność rozwiązań nie mogą być przedmiotem wzajemnej wymiany.
- 10) Całość problemu jest często większa niż prosta agregacja (sumowanie) jego elementów.
- 11) Zawsze należy rozpatrywać cały metasystem (problem, przedsiębiorstwo, organizacja, gospodarka) złożony z systemu i jego otoczenia.

Zasady te można przyjąć jako wyznacznik rozpatrywania rozwiązań systemowych w transporcie miejskim.

### **1.3 Wykorzystanie technologii informacyjnych w inżynierii systemowej dla transportu miejskiego.**

Współczesne rozwiązania w zakresie transportu miejskiego opierają się na systemach z informatyzowanych. Systemy informatyczne stwarzają możliwość budowania skomplikowanych relacji pomiędzy zmiennymi i stanowią nieocenioną pomoc przy regulacji złożonych zjawisk jakimi są systemy transportowe. Znaczącym czynnikiem jest w tym zakresie techniczna strona przesyłu informacji, sposób kodowania i bezpieczeństwo [1]. Na rysunku nr 1 został przedstawiony graf ilustrujący systemy i technologie informacyjne.



Rys.1 System informacyjny [9]

Technologie przedstawione na grafie wykorzystywane są do rozwiązywania problemów logistycznych. Dana informacja dostarczona we właściwy sposób odpowiednim użytkownikom pozwala na ograniczenie strat czasowych i materialnych. Jednakże nawet najnowocześniejsze systemy informacyjne bazują na uproszczonym modelu rzeczywistości. System poprzez informację dokonuje zmiany rzeczywistości jest więc regulatorem, który może wprowadzać nadawać systemowi pewien poziom inercji.

## 2 PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ PROBLEMÓW W TRANSPORCIE MIEJSKIM

Ze znacznej liczby różnych problemów w transporcie miejskim, do analizy zdecydowano się przyjąć następujące:

- zatory w ruchu ulicznym,
- niewystarczająca liczba miejsc parkingowych,
- brak wystarczającej informacji w transporcie miejskim.

Należy zauważyć, że powyższe problemy mają charakter współzależny gdzie skutek jednego zjawiska jest jednocześnie główną przyczyną drugiego.

### 2.1 Zatory w ruchu ulicznym

Wzmożony ruch drogowy określany potocznie jako korki jest jednym z najwyraźniejszych problemów logistycznych współczesnych miast. Przez lata podejmowano próby rozwiązania tego problemu, jednak nadal bezskutecznie, pomimo, że na całym świecie wykorzystywane są różne technologie w walce z tym zjawiskiem. Do najczęstszych rozwiązań organizacyjnych w tym zakresie, należą m.in.: propagowanie komunikacji miejskiej w celu zmniejszenia natężenia ruchu na drogach, budowanie parkingów przed większymi miastami (dla przyjezdnych), ograniczenie ruchu w strefach centrów, wprowadzenie opłat za parkowanie czy też ograniczenie w ruchu wybranych grup pojazdów (np. w zależności od dnia, samochodów z odpowiednim zakończeniem tablicy rejestracyjnej).

Wśród rozwiązań technicznych najczęściej spotykany jest tzw. system inteligentnej sygnalizacji świetlnej. W jego skład wchodzi kamery znajdujące się na skrzyżowaniach oraz sensory ruchu. Kamery obserwują wjazdy na skrzyżowanie, zliczają samochody i przekazują dane do systemu.

Dzięki temu zielone światło włącza się od tej strony, gdzie występuje największe natężenie ruchu. Sensory ruchu stanowią dodatkowe źródło danych ilościowych dla systemu. Przykład zastosowania systemu inteligentnych świateł w Zielonej Górze: [12]. Rozwiązanie mogą stanowić także elektroniczne tablice informujące o zatorach, remontach oraz przewidywanym czasie dotarcia do określonych miast czy punktów orientacyjnych. W większości wypadków polega to na tym, że na tablicy wyświetlany jest fragment mapy miasta, faktyczny czas przejazdu pomiędzy wybranymi etapami tras oraz informacje o zakłóceniach w płynności ruchu na danych odcinkach. Zasada działania tablic jest identyczna jak w przypadku zwykłego GPS, z tym, że sterowanie takim urządzeniem odbywa się w określonym miejskim centrum zarządzania ruchem. Dla określenia poziomu zatłoczenia ulic, na tablicy obowiązują trzy kolory: zielony – informacja o płynnym poruszaniu się odcinkiem trasy, żółty – występuje spowolnienie ruchu, czerwony – znaczne utrudnienie w ruchu. Dzięki takim rozwiązaniom, kierowcy mogą szybko podjąć decyzję o tym, która trasa będzie dla nich najbardziej korzystna [10].

Poniżej, na rysunkach nr 2 została przedstawiona opisywana elektroniczna tablica informacyjna znajdująca się w Szczecinie.

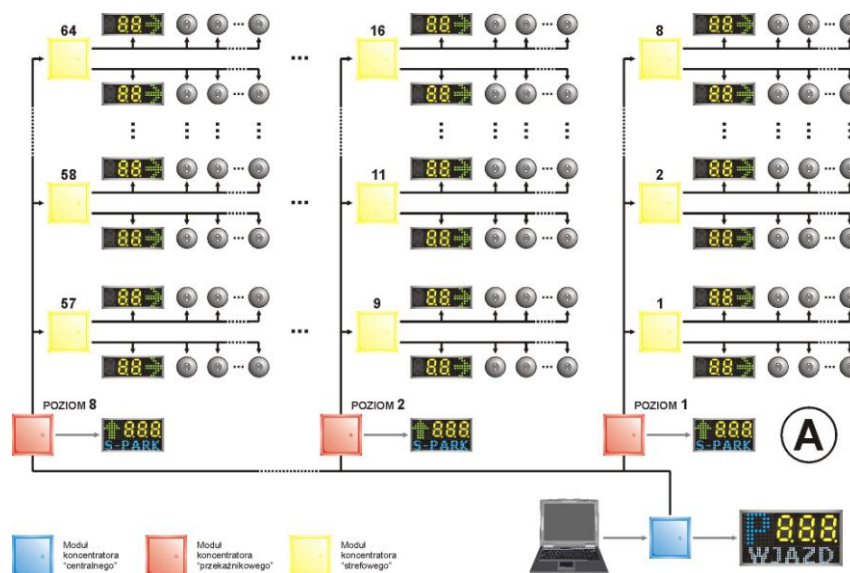


**Rys.2** Elektroniczna tablica informacyjna w Szczecinie [17]

## 2.2 Niewystarczająca liczba miejsc parkingowych

Kolejnym problemem logistycznym jest niewystarczająca liczba miejsc parkingowych, spowodowana wzrastającą liczbą samochodów przypadającą na mieszkańca. Chcąc zaparkować swoje auto, często kierowca zmuszony jest do jego poszukiwania, co dodatkowo zwiększa natężenie ruchu.

Wychodząc naprzeciw takim problemom, inżynierowie zaprojektowali nowoczesne strefy postojowe. Typowy system parkowania składa się z czujnika oraz sygnalizatora na każdym miejscu parkingowym. W pojedynczej alei zestawy czujników i sygnalizatorów są połączone za pomocą magistrali zasilająco-sterującej przyłączonej do modułu koncentratora „strefowego“. Głównym punktem systemu jest koncentrator „centralny“ podłączony do komputera z zainstalowaną odpowiednią aplikacją. W „centralnym“ punkcie przechowywane są i analizowane wszystkie niezbędne informacje z całego systemu. Przy wjeździe do każdej alei znajduje się tablica informacyjna z dostępną ilością miejsc, a przy wjeździe na parking tablica z informacją o łącznej ilości wolnych miejsc z całego parkingu. W celu uzyskania pośrednich informacji o miejscach parkingowych, umieszczane są koncentratory „przebieżnikowe“, które dodatkowo wzmacniają sygnał. [11] Przykładowa konfiguracja została przedstawiona na rysunku nr 2.



**Rys.3** Przykładowa konfiguracja połączeń w systemie S-PARK [11]

Innym elementem systemów parkingowych może być informacja o lokalizacji wolnych miejsc, która realizowana może być poprzez umieszczenie sygnalizatorów świetlnych nad każdym miejscem parkingowym oraz czujniki. Gdy miejsce parkowania jest wolne, sygnalizator ma kolor zielony, a w momencie zaparkowania samochodu, czujnik przesyła informację i system zmienia światło na czerwone. Znacząco ułatwia to poszukiwanie miejsca podczas poruszania się po parkingu.

### 2.3 Brak wystarczającej informacji w transporcie miejskim

Problem niewydolności transportu miejskiego z pominięciem problemów opisanych jako zatory w ruchu ulicznym można sprawdzić przede wszystkim do aspektów zapewnienia przepustowości i informacyjności. Z uwagi na potrzebę podejmowania racjonalnych decyzji największe znaczenie wydaje się mieć aspekt informacyjny publicznych środków transportu miejskiego. Podstawowym źródłem informacji na temat godziny przyjazdu środka lokomocji, są rozkłady jazdy zamieszczone na przystankach komunikacji miejskiej. Jednakże określają one jedynie przewidywany, a nie rzeczywisty czas przyjazdu pojazdu. Z tego powodu pasażer narażony jest na oczekiwanie na przystanku bez możliwości sprawdzenia czy dany pojazd ma opóźnienie, czy nie. To powoduje, że jest niezadowolony, często swoją frustrację wyładowuje na sprzęcie lub kierowcy [3]. W celu ułatwienia podróżowania komunikacją miejską, stworzony został specjalny system, tzw. System Dynamicznej Informacji Pasażerskiej. Powiadamia on pasażerów komunikacji publicznej o rzeczywistym czasie przyjazdu i odjazdu środka transportu z danego przystanku. Za pomocą tablic przystankowych (LED/LCD) przekazywane są informacje dotyczące nazwy przystanku, numeru linii, przewidywanego i/ lub planowego czasu odjazdu, a także komunikaty SDIP bazuje na aktualnych danych, które są przekazywane z pojazdu. Każdy środek komunikacji publicznej objęty tym systemem, w swoim wyposażeniu powinien posiadać: komputer KPP-2, odbiornik GPS, modem GSM oraz radio krótkiego zasięgu SMKZ. Dzięki temu może on w szybki i łatwy sposób łączyć się ze stacją bazową, która automatycznie uaktualni rozkłady jazdy we wszystkich pojazdach oraz na elektronicznych tablicach przystankowych [14].

## 3 OCENA ROZWIĄZAŃ FUNKCJONUJĄCYCH W TRANSPORCIE MIEJSKIM POD KĄTEM PRAW SYSTEMOWEGO PODEJŚCIA DO RZECZYWISTOŚCI.

Analiza typowych rozwiązań praktycznych, które ogólnie scharakteryzowano w rozdziale 2., pozwoliła na przedstawienie zestawienia wad i zalet poszczególnych rozwiązań oraz niezgodności z teorią systemowego podejścia do rzeczywistości.



Tab. 1. Zestawienie cech rozwiązań i ich niezgodności z teorią systemową [opracowanie własne]

Kategoria problemu	Rozwiązanie	Przewidywane zalety	Wady	Niezgodność z zasadami IS
Płynność ruchu	system inteligentnych świateł	monitorowanie natężenia ruchu; nadanie pierwszeństwa stronie o większej ilości pojazdów; skuteczne w przypadku dróg o zmiennym natężeniu ruchu	konieczność wykorzystania dodatkowego sterowania – brak samosterowania długi czas oczekiwania na drogach z mniejszą liczbą pojazdów uwzględnianie jedynie liczby pojazdów (a nie ich pasażerów)	1, 7, 9
	sygnalizacja cykliczna	porządkowanie ruchu na drogach równorzędnych przy umiarkowanym natężeniu ruchu; możliwość zmiany fazy	sztywno ustalona długość cyklu w danej fazie; niska skuteczność w przypadku dróg o różnym natężeniu ruchu	4
	tablice informujące o zatorach	możliwość zapoznania się z aktualną sytuacją na wybranej trasie; sugestia najkorzystniejszej trasy	problem logiki gier mniejszości; krótki czas na interpretację mapy	5, 10
	przyciski dla pieszych	krótszy czas oczekiwania pieszych przy przejściach; włączenie sygnału przejścia tylko po naciśnięciu przycisku – w przypadku braku pieszego, brak konieczności zatrzymywania pojazdu	możliwość zakłócenia przez pieszych płynności ruchu pojazdów; duża awaryjność	4, 7
Zatłoczone parkingi	system S-PARK	informacja o wolnych miejscach na parkingu i w danej alei; oszczędność czasu na szukanie wolnego miejsca;	brak wskazań konkretnego miejsca	9
	system sygnalizacji wolnych miejsc	informacja o wolnych miejscach na parkingu i w danej alei; wskazanie konkretnego miejsca; oszczędność czasu na szukanie wolnego miejsca;	wysoki koszt wdrożenia i utrzymania systemu	9
Informacje przystankowe	tradycyjny rozkład jazdy (papierowe)	informacja o planowanym czasie przyjazdu pojazdu; brak konieczności zasilania energią elektryczną; niski koszt utrzymania	brak informacji o rzeczywistym czasie przyjazdu pojazdu; podatność na uszkodzenia mechaniczne; bezpośrednia zmiana rozkładów przez człowieka; nieczytelność przekazywanych informacji (mała czcionka)	5 9
	elektroniczne tablice przystankowe	automatyczna aktualizacja danych; informacja o planowanym i rzeczywistym czasie przyjazdu pojazdu; czytelność przekazywanych informacji	konieczność zasilania energią elektryczną (w przypadku awarii brak informacji); złożoność systemu; wysoki koszt wdrożenia i utrzymania	9

Najczęściej widoczną niezgodnością jest oczekiwanie, że małe rozwiązania mogą w znaczący sposób zmienić problemy w transporcie miejskim. Zgodnie z zasadą mały koszt i duża efektywność rozwiązań nie mogą być przedmiotem wzajemnej wymiany zastosowanie doraźnych środków takich jak system cyklicznej sygnalizacji świetlnej, przynosi jedynie lokalny skutek, podczas gdy dla większego systemu jakim jest skrzyżowanie lub dzielnica może zajść reakcja odwrotna. W celu rozwiązania zaistniałego problemu, powstała m.in. inteligentna sygnalizacja świetlna, jednak ta nie jest tania. Ponadto cykliczna sygnalizacja świetlna stanowi potwierdzenie zasady 4 „Rozwiązanie

może być gorsze niż sam problem”, z powodu powyżej przytoczonej sytuacji. Ta sama zasada znajduje odzwierciedlenie także dla sposobu działania przycisków dla pieszych, pierwotnie problem stanowił długi czas oczekiwania pieszego na sygnał przejścia, a obecnie wyeksploatowane lub zniszczone urządzenia wydłużają jeszcze bardziej czas oczekiwania lub zmuszają do łamania prawa. Ponadto prawie wszystkie rozwiązania systemowe podlegają zasadzie opóźnionego skutku - przyczyna i skutek niekoniecznie muszą być ze sobą bezpośrednio związane w czasie i przestrzeni (często działania wdrożone tu i teraz pojawiają się jako efekt daleko i późno). Rozpoznanie relewantnych elementów w systemie wydaje się być bardzo utrudnione.

Bardziej ciekawym wnioskiem z zastosowania podejścia systemowego jest zjawisko związane z teorią gier mniejszościowych [8], której zobrazowaniem może być korzystanie z alternatywnego objazdu w godzinach szczytu. Zbiorowe przekonanie odnośnie zatorów w płynności ruchu, może doprowadzić do anomalii w postaci odblokowanej drogi głównej i poblokowanych alternatywnych. W takim przypadku „wygranym” jest ten uczestnik ruchu który postąpi odmiennie od pozostałych. Te sytuacje również przewidziane są w analizie systemowej, która wskazuje, że zawsze powinniśmy rozpatrywać cały metasytem (problem, przedsiębiorstwo, organizacja, gospodarka) złożony z systemu i jego otoczenia.

## WNIOSKI

Problem transportu w zabudowanych ośrodkach miejskich był i zapewne jeszcze przez długi czas będzie, ponieważ bardzo ciężko podjąć środki o odpowiednim poziomie oddziaływania, które problem ten by całkowicie wyeliminowały (całkowity zakaz wjazdu samochodem do miasta lub jego wyznaczonej części, rozproszenie ośrodków miejskich lub budowanie nowych od podstaw). Z drugiej zaś strony przykłady inżynierii ekstremalnej przeprowadzane w oderwaniu od przetestowanych rozwiązań społecznych kończą się katastrofą tak jak ma to miejsce w przypadku miasta Ordos-Kangbashi w Chinach wybudowanego od podstaw, które pozostaje niezamieszkane.

Wprowadzane rozwiązania logistyczne w zakresie transportu miejskiego powinny być rozpatrywane pod kątem analizy systemowej nie tylko na poziomie technicznym (tendencji rozwoju i możliwości wykonania zmiany w przyszłości), ale także pod kątem makro, które może być zapewnione chociażby przez analizy makroergonomiczne. Takie podejście pozwoli na ograniczenie strat w wyniku późniejszych modyfikacji systemów transportowych oraz pokonanie problemu wielostronnych konfliktów w zakresie kryteriów projektowych.

## Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę typowych rozwiązań problemów transportowych, które poddano analizie przy użyciu systemowych zasad podejścia do rzeczywistości. W wyniku tego stwierdzono sprzeczności poszczególnych rozwiązań, a w związku z tym małą ich skuteczność w ujęciu systemowym. Najważniejsze z zasad w aspekcie logistycznym okazały się całościowe podejście do problemu i nie jego rozwiązywanie poprzez prostą agregacją jego elementów oraz systemowe trudności w rozpoznawaniu przyczyny i skutku, które niekoniecznie muszą być ze sobą bezpośrednio związane w czasie i przestrzeni, co powoduje, że często wdrażane rozwiązania logistyczne w transporcie miejskim skutki swojego oddziaływania wykazują po pewnym czasie i w różnych z punktu widzenia sieci logistycznej miejscach.

## Application of systemic engineering to solve problems in public transport

### Abstract

The article presents an analysis of typical solutions to transport issues that have been analyzed using the principles of a system approach to reality. As a result, contradictions were found in specific solutions, therefore, they are not very effective in terms of the system. The most important principle in terms of logistics proved to be a holistic approach to the problem, and not solving it by a simple aggregation of the system components. Also playing a part are systemic difficulties in identifying cause and effect, which may not necessarily be directly linked in time and space, which means that there are often implemented logistical solutions in public transport which start to exhibit the effects of their impact after some time and in a different location in terms of the logistical network.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Bajda, A., Laskowski, D., Wrażeń M.: Diagnostyka jakości transferu danych w procesie zarządzania sytuacją kryzysową / Diagnostics the quality of data transfer in the management of crisis situation, *Przegląd Elektrotechniczny* 87 (9 A), pp. 72-78, 2011.
2. Cempel C., Teoria i inżynieria systemów- zasady i zastosowania myślenia systemowego, s. 9- 24, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji- PIB, Radom 2006.
3. Hankiewicz K., Lasota A., Cechy ergonomiczne elementów sterowniczych autobusów miejskich w kontekście bezpieczeństwa, *Logistyka* 5/2014
4. Łunarski J., Inżynieria systemów i analiza systemowa, s. 15, 32- 35, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2010.
5. Ostwald M., Podstawy optymalnego projektowania. Materiały uzupełniające do przedmiotu, s. 8-9, Poznań 2014.
6. Sienkiewicz P., Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania, Wydawnictwo Bellona, 1994.
7. Tytyk E. Butlewski M., Wprowadzenie do techniki - Wydawnictwo: Politechniki Poznańskiej, ISBN: 9788371438165, Rok wydania: 2008
8. Więcek-Janka E. (2011), Games and Decisions, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań,
9. Wieczerzycki W., E-logistyka, s.19-21, PWE, Warszawa 2012.
10. WWW <http://regiomoto.pl/portal/zachodniopomorskie/tablice-w-szczecinie-pokaza-gdzie-sa-korki>
11. WWW <http://www.elektroda.pl/rtvforum/topic2327860.html>
12. WWW <http://www.gazetalubuska.pl/apps/pbcs.dll/article?AID=/20131218/POWIAT16/131219390>
13. WWW <http://www.sims.pl/pl/produkty/systemy-dynamicznej-informacji-pasazerskiej/6-pl/zaklad-elektorniczny-sims/produkty/54-systemy-dynamicznej-informacji-pasazerskiej>
14. WWW <http://www.sims.pl/pl/systemy-dynamicznej-informacji-pasazerskiej>
15. WWW <http://www.technologiagps.org.pl/zastosowania.htm#cywilne>
16. WWW [www.logistyka.net.pl](http://www.logistyka.net.pl)
17. WWW <http://www.szczecin.gazeta.pl/szczecin/51,34959,12983718.html?i=0>