

KASZUBOWSKI Daniel, KALKOWSKI Krzysztof

ANALIZA MOŻLIWOŚCI WPROWADZENIA USPRAWNIEŃ TECHNICZNO- ORGANIZACYJNYCH W MIEJSKIM ZAKŁADZIE KOMUNIKACJI W STAROGARDZIE GDAŃSKIM

Streszczenie

W artykule zaproponowano wielokryterialny model decyzyjny dotyczący wyboru racjonalnego wariantu usprawnień techniczno-organizacyjnych z Miejskim Zakładzie Komunikacji w Starogardzie Gdańskim. Oceniane zmiany mają na celu poprawę efektywności zarządzania flotą autobusów z zachowaniem zasad racjonalnego gospodarowania ograniczonymi środkami inwestycyjnymi. Analizę wykonano z zastosowaniem metody analitycznego procesu sieciowego ANP. Przyjęto dwa warianty decyzyjne: podstawowy i rozbudowany. Różnią się one zakresem niezbędnych zmian w aktualnie stosowanych systemach wspomagających zarządzanie przewozami. Stworzony został model decyzyjny grupujący kryteria ekonomiczne, techniczne i organizacyjne, pozwalające na porównanie obu wariantów pod względem korzyści, szans, kosztów i ryzyka. Pomimo że rozbudowany wariant II uzyskał lepsze oceny w kategoriach korzyści i szans, jako racjonalniejszy w obecnej sytuacji przedsiębiorstwa wskazano wariant podstawowy. Zakłada on wprowadzenie zmiany w mniejszym zakresie, ale lepiej uwzględnia istniejące uwarunkowania oraz ograniczenia finansowe. Umożliwia on jednocześnie stopniowe wprowadzanie kolejnych usprawnień, w miarę wzrostu wymagań pasażerów oraz dostępności środków. Jego zaletą jest również usprawnienie pracy Wydziału Ruchu jako podstawowej komórki odpowiedzialnej za jakość oferowanych usług.

WSTĘP

Zarządzanie przedsiębiorstwem, bez względu na rodzaj działalności, wymaga podejmowania racjonalnych decyzji. Od ich trafności zależy sytuacja rynkowa oraz możliwość konkurowania o ograniczony zasób jakim jest satysfakcja klientów przekładająca się na poziom dochodów. Proces decyzyjny wymaga precyzyjnego określenia celów i problemów z jakim skonfrontowane jest przedsiębiorstwo, wstępne określenie możliwych wariantów rozwiązań oraz dokonanie ich oceny w przemyślany sposób. Wybór musi uwzględniać zakres kryteriów oceny umożliwiających możliwie dokładną identyfikację korzyści, szans, ryzyka i kosztów związanych z każdym rozwiązaniem. Dobór kryteriów oceny musi być jednocześnie miarodajny i rzeczowy, aby uniknąć wpływu na decyzję elementów pozornie istotnych, umożliwiając decydującym koncentrację na zagadnieniach priorytetowych.

W prezentowanym artykule podjęto zagadnienie opracowania modelu decyzyjnego na potrzeby oceny wariantów usprawnień techniczno-organizacyjnych dla Miejskiego Zakładu Komunikacji w Starogardzie Gdańskim. Przedsiębiorstwo działając w warunkach dużego odpływu pasażerów na rzecz samochodu osobowego boryka się z problemami związanymi

z brakiem długofalowej koncepcji rozwoju posiadanego zaplecza technicznego służącego zarządzaniu przewozami. W rezultacie stosowanych jest wiele nie powiązanych ze sobą rozwiązań, na co nakładają się duże ograniczenia budżetowe. Przyjmując te uwarunkowania opracowany został zbiór kryteriów decyzyjnych zamknięty następnie w modelu decyzyjnym opracowanym zgodnie z metodą analitycznego procesu sieciowego ANP.

1. OPIS PRZEDSIĘBIORSTWA ORAZ WARIANTY USPRAWNIENÍ

1.1. Działalność MZK w Starogardzie Gdańskim i charakterystyka stosowanych narzędzi informatycznych

Miejski Zakład Komunikacji w Starogardzie Gdańskim jest działającą od 1971 roku jednostką budżetową gminy miejskiej Starogard Gdański. W myśl ustawy z dnia 16 grudnia 2010 roku o Publicznym Transporcie Zbiorowym, przedsiębiorstwo jest zarówno organizatorem, jak i operatorem publicznego transportu zbiorowego. Miejski Zakład Komunikacji w Starogardzie Gdańskim obsługuje 9 stałych linii autobusowych, 1 sezonową (w okresie wakacji letnich) oraz linie specjalne (uruchamiane np. w okolicach 1 listopada). Dodatkowo autobus MZK trzy dni w tygodniu dowozi dzieci ze miejscowych szkół na naukę pływania na lokalny basen.

MZK Starogard Gdański zatrudnia na zasadzie umowy o pracę 93, osoby z czego 54 to kierowcy. Dodatkowo zatrudniane są osoby na podstawie umów cywilno-prawnych, np. w przypadku niemożności obsadzenia brygad kierowcami podstawowymi). Aby nie zwiększać niepotrzebnie ilości zatrudnianych osób, część zadań dodatkowych przewoźnik zleca firmom zewnętrznym (np. kontrola biletów, obsługa informatyczna).

Zakład posiada nowoczesną, w 100% niskopodłogową flotę pojazdów – średni wiek pojazdów to niewiele ponad 7 lat, przy czym 11 z 28 autobusów ma mniej niż 2 lata. Autobusy nie posiadają jednakowego wyposażenia np. 11 pojazdów nie jest wyposażone w komputer pokładowy (pozostałe posiadają autokomputer KPP-2 firmy PIXEL), zaś 9 pojazdów nie posiada monitoringu wizyjnego.

Za większość zadań związanych bezpośrednio z zarządzaniem transportem zbiorowym odpowiedzialny jest Wydział Ruchu. W jednostce tej pracuje 60 osób: kierownik wydziału (1 etat), dyspozytorzy (5 etatów) oraz kierowcy autobusów (54 etaty).

W Wydziale Ruchu do wykonywania podstawowych zadań wykorzystywane są programy komputerowe:

- System Zarządzania Przedsiębiorstwem AWEK (ewidencja pracowników, rozliczanie czasu pracy),
- AGC BusMan z dodatkiem BusGraf (przygotowywanie rozkładów jazdy, grafików służb),
- Rozkład7xp (przygotowywanie internetowej wersji rozkładu),
- MZK v.1.00 (ewidencja kart drogowych, rozliczanie spalania paliwa),
- Eksplorator PIXEL i PIXEL Raport (obsługa komputera pokładowego),
- Autopoll 2000 (obsługa stacji paliw),
- Microsoft Excel (rozliczanie czasu pracy).

Wspomniane oprogramowanie nie jest ze sobą zintegrowane – programy przechowują i wykorzystują te same informacje lecz nie posiadają możliwości ich wymiany. Wymagane jest, bardzo pracochłonne, ręczne wprowadzanie tych samych informacji do różnych programów. Tabela nr 1 prezentuje zestawienie wykorzystywanych aplikacji oraz informacje o możliwości wymiany informacji pomiędzy nimi. W przypadku, gdy nie ma potrzeby wymiany informacji w tabeli umieszczono „-”.

Tab. 1. Wymiana danych pomiędzy programami

BusMan	Awek	Rozkład7	Autopoll	MZK	PIXEL	
x	Częściowo	NIE	-	NIE	NIE	BusMan
Częściowo	x	-	NIE	NIE	-	Awek
NIE	-	x	-	-	NIE	Rozkład7
-	NIE	-	x	NIE	-	Autopoll
NIE	NIE	-	NIE	x	-	MZK
NIE	-	NIE	-	-	x	PIXEL

Przedstawiona sytuacja stwarza duże problemy w zarządzaniu działalnością przewozową. Ogranicza to efektywność przedsiębiorstwa oraz obniża efektywność wykorzystania dostępnych środków technicznych. W związku z tym rozważono możliwość wprowadzania usprawnień techniczno-organizacyjnych dotyczących systemu zarządzania.

1.2. Opis proponowanych wariantów zmian

W celu usprawnienia zarządzania miejskim transportem zbiorowym w MZK Starogard Gdański zaproponowano wprowadzenie zmian przedstawionych w formie dwóch wariantów: podstawowego (oznaczonego numerem I) oraz rozbudowanego (wariant II).

Wariant umiarkowany to koncepcja mająca na celu usprawnienie zarządzania transportem zbiorowym w Starogardzie Gdańskim bez wysokonakładowych inwestycji sprzętowych. W ramach tego rozwiązania zaproponowane zostało stworzenie dodatkowego stanowiska pracy w Wydziale Ruchu odpowiedzialnego za szeroko pojętą informację pasażerską i nadzór nad ruchem (w wymiarze ½ etatu), częściową wymianę oprogramowania wykorzystywanego w wydziale w celu skrócenia czasu wykonywania pewnych powtarzalnych czynności oraz wykorzystanie aktualnie posiadanych, a dotychczas nieużytkowanych rozwiązań wspierających zarządzanie. Wariant podstawowy nie generuje dużych kosztów – łączny koszt wymiany oprogramowania to ok. 10 – 12 tys. złotych. Do tego dochodzi konieczność zatrudnienia nowego pracownika.

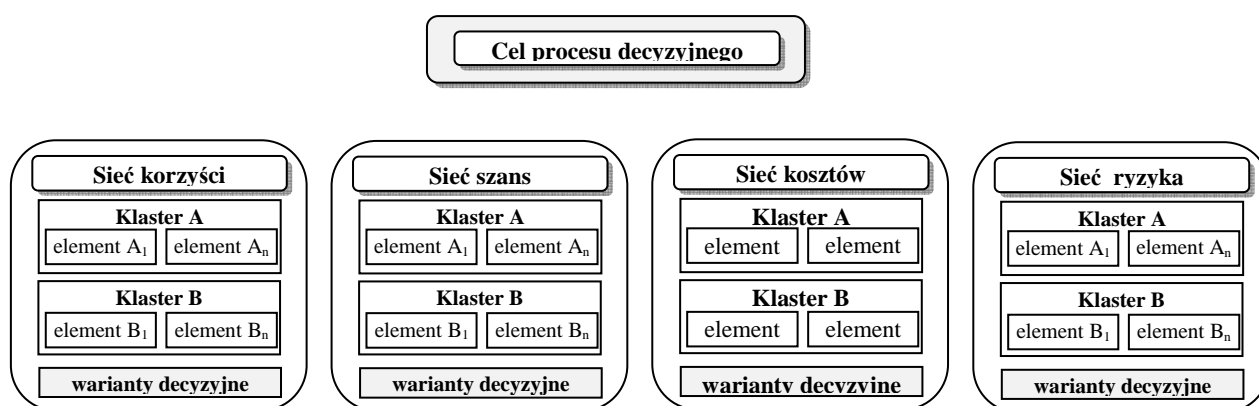
Wariant rozbudowany to koncepcja z założeniem wysokonakładowych inwestycji w rozwiązania sprzętowe i informatyczne. W ramach tego rozwiązania wszystkie pojazdy powinny zostać wyposażone w technologię lokalizacji za pośrednictwem GPS oraz utworzony powinien zostać System Dynamicznej Informacji Pasażerskiej w oparciu o lokalizację pojazdów. Dodatkowo wariant zakłada wyposażenie wszystkich pojazdów w monitoring i system alarmowy, wymianę oprogramowania – wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego zarządzania przedsiębiorstwem transportu zbiorowego oraz stworzenie dodatkowego stanowiska pracy w Wydziale Ruchu odpowiedzialnego za informację pasażerską i nadzór nad ruchem w wymiarze pełnego etatu. Wdrożenie wariantu rozbudowanego wiązałoby się z inwestycją rzędu 1,5 – 2 mln złotych.

2. STRUKTURA MODELU DECYZYJNEGO

2.1. Kryteria i wyniki modelu decyzyjnego ANP

Model sporządzono w oparciu o metodę analitycznego procesu sieciowego ANP. Jego zasady i praktyczne zastosowanie zostały przedstawione min. w publikacjach [1,2]. Struktura modelu decyzyjnego wykorzystuje cztery tzw. sieci kontrolne dla korzyści, szans, kosztów i ryzyka. Ich zastosowanie umożliwia logiczne grupowanie odpowiednich kryteriów i kontrolę procesu decyzyjnego poprzez ocenę, jaki wpływ na jego cel będą miały przyjęte alternatywy. Oceny alternatyw dokonuje się za pomocą porównań elementów parami względem elementu nadrzędnego z wykorzystaniem ujednoliconej skali ocen w zakresie od 1 do 9, gdzie 1 oznacza równoważność porównywanych elementów, natomiast 9 zdecydowaną

przewagę jednego z nich nad drugim. Klasyczną strukturę modelu ANP przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Podstawowa struktura modelu decyzyjnego ANP

W metodzie ANP decydent może ocenić, w odniesieniu do danego kryterium [3]:

- oddziaływanie jednego elementu na drugi,
- bycie oddziaływanym przez inne elementy.

Tworzy się w ten sposób system porównań siły i kierunków oddziaływania elementów względem wybranych kryteriów, co pozwala na kompleksowe zweryfikowanie badanego problemu i wybór optymalnego w danej sytuacji rozwiązania, odpowiadającego wypadkowej korzyści, szans, kosztów i ryzyka związanego z analizowanymi wariantami decyzyjnymi. W obrębie sieci kontrolnych można stworzyć nie tylko sieci klastrów i kryteriów, ale wykorzystać kontrolne hierarchie kryteriów wykorzystywane w metodzie AHP, czyli analitycznego procesu hierarchicznego. AHP i ANP wykorzystują wspólną zasadę porównań elementów parami, różniąc się co do złożoności rozwiązywanych problemów decyzyjnych oraz konstrukcji modelu. W przypadku oceny wariantów rozwojowych dla analizowanego przypadku wykorzystano połączenie metody ANP (sieci kontrolne) oraz AHP (kontrolne hierarchie wewnątrz sieci).

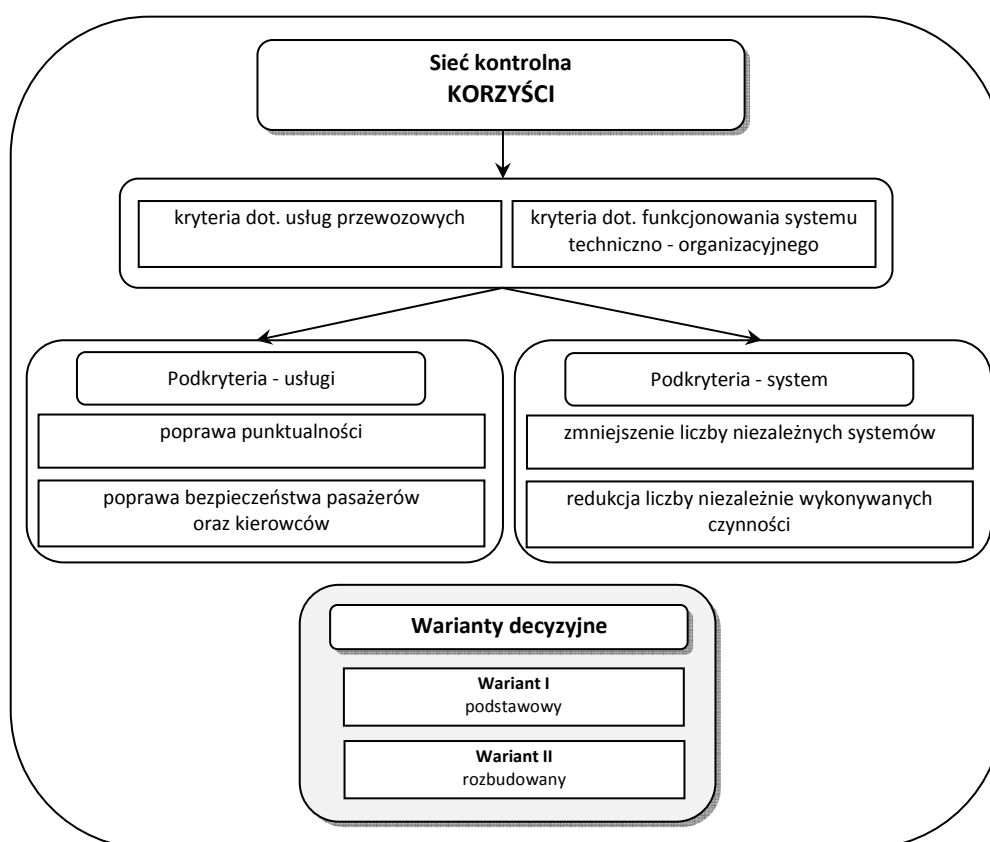
Ważnym elementem modelu są kryteria strategiczne [4], które służą do szacowania wag dla sieci kontrolnych. Określają one stopień ich ważności dla danego problemu decyzyjnego. Kryteria strategiczne oraz opracowane na ich podstawie wagi dla sieci kontrolnych przedstawia tabela 2. Kryteria strategiczne są odzwierciedleniem aktualnej i przewidywanej sytuacji przedsiębiorstwa i wpływają na faktyczną ocenę poszczególnych działań, przekładając się na końcowy wynik analizy. Każdemu takiemu kryterium przypisuje się wagę wykorzystując standardową metodę skali dla porównań parami. Następnie ustalana jest wewnętrzna klasyfikacja spodziewanych efektów w postaci opisu słownego - w tym przypadku od wpływu niewielkiego do bardzo dużego. Dla każdego poziomu ustalana jest wewnętrzna hierarchia ważności, umożliwiającą przełożenie opisu słownego na wartości liczbowe. Zabieg ten jest stosowany w przypadku, gdy skala opisowa różni się wewnętrzną strukturą. Dla poszczególnych kryteriów strategicznych różnica w ocenie pomiędzy poziomem np.: średnim a bardzo dużym danego kryterium może być różna. Odzwierciedla to szereg czynników, do których można zaliczyć wymierność danego zjawiska, pewność przewidywania jego stanu czy rolę w ogólnym systemie wartości przedsiębiorstwa.

Tab. 2. Kryteria strategiczne zastosowane w analizowanym modelu

	Uzyskana waga sieci kontrolnej	Optymalne wykorzystanie dostępnych zasobów technologicznych	Podniesienie poziomu zaplecza technicznego przedsiębiorstwa	Poprawa jakości realizowanych usług	Racjonalne wykorzystanie dostępnych zasobów finansowych	Konkurencyjność przewoźnika
Korzyści	0,197496	duże	duże	duże	duże	średnie
Szanse	0,184073	średnie	duże	duże	duże	średnie
Koszty	0,266611	niewielkie	bardzo duże	duże	duże	bardzo duże
Ryzyko	0,351821	niewielkie	średnie	niewielkie	bardzo duże	duże

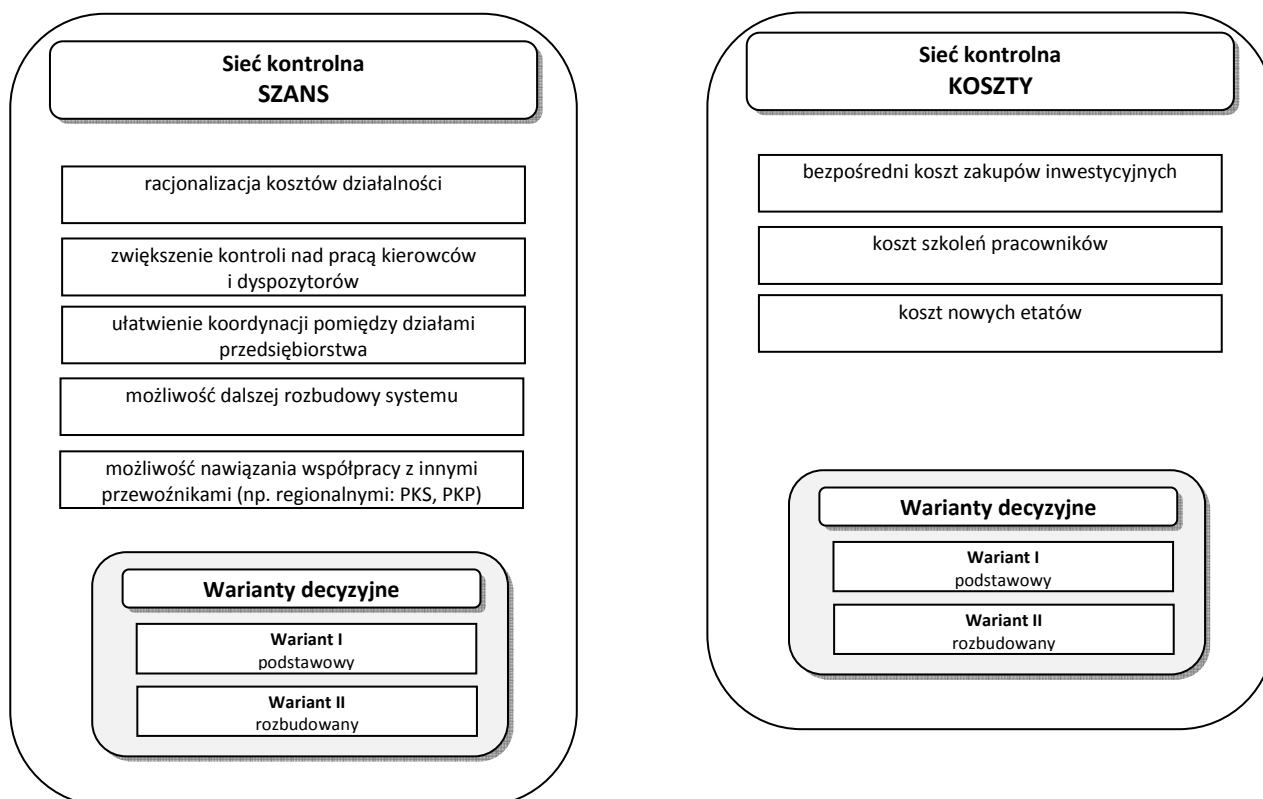
Źródło: opracowanie własne

Kolejnym krokiem po zidentyfikowaniu kryteriów strategicznych oraz ustaleniu na ich podstawie znaczenie sieci kontrolnych jest obliczenie wag poszczególnych alternatyw w ramach hierarchicznego układu kryteriów decyzyjnych opisujących analizowane zjawisko. Strukturę modelu decyzyjnego poniżej kryteriów strategicznych przedstawia rysunki od 2 do 4.

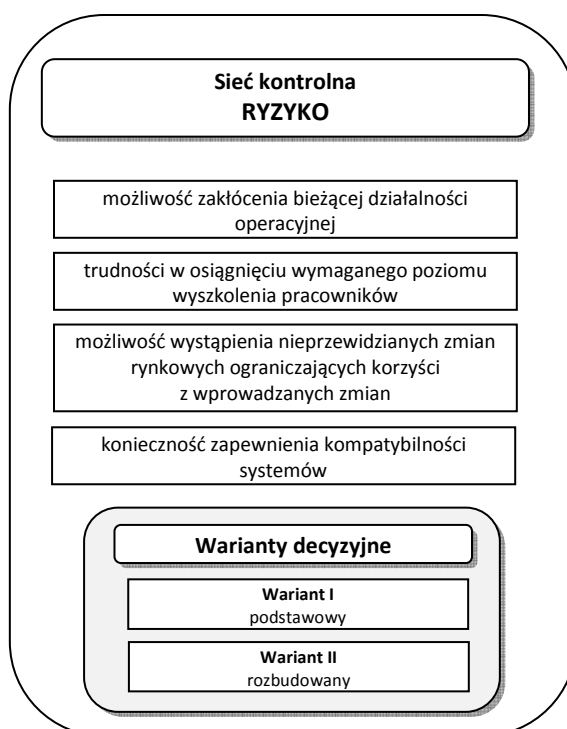


Rys. 2. Sieć kontrolna korzyści wraz z przypisanymi kryteriami decyzyjnymi.

Źródło: opracowanie własne



Rys. 3. Sieć kontrolna szans oraz kosztów wraz z przypisanymi kryteriami decyzyjnymi.
 Źródło: opracowanie własne



Rys. 4. Sieć kontrolna ryzyka wraz z przypisanymi im kryteriami decyzyjnymi.
 Źródło: opracowanie własne

W wyniku przeprowadzonej analizy wybranych wariantów decyzyjnych uzyskano wyniki dla sieci kontrolnych korzyści, szans, kosztów i ryzyka, które zostały przedstawione

w tabelach 3 - 6. Przedstawiają one lokalne priorytety poszczególnych kryteriów w ramach poszczególnych sieci kontrolnych.

Tab. 3. Lokalne priorytety dla kryteriów wyodrębnionych w sieci kontrolnej Korzyści.

Korzyści			
kryteria dotyczące obsługi pasażerskiej (0,33333)		kryteria dotyczące efektywności systemu (0, 66667)	
zwiększenie jakości usług przewozowych	0,75	ograniczenie liczby niezależnych systemów	0,75
poprawa bezpieczeństwa pasażerów i kierowców	0,25	redukcja liczby wykonywanych czynności	0,25

Tab. 4. Lokalne priorytety dla kryteriów wyodrębnionych w sieci kontrolnej Szans.

Szans	
możliwość rozbudowy systemu	0,10829
nawiązanie współpracy z innymi przewoźnikami (np.: regionalnymi)	0,09983
racjonalizacja kosztów działalności	0,54603
usprawnienie współpracy pomiędzy działami przedsiębiorstwa	0,18643
nadzór nad pracą kierowców i dyspozytorów	0,05942



Tab. 5. Lokalne priorytety dla kryteriów wyodrębnionych w sieci kontrolnej Kosztów.

Szans	
koszt zakupów inwestycyjnych	0,79586
koszt zatrudnienia nowych pracowników	0,12115
koszt szkoleń pracowników	0,08299

Tab. 6. Lokalne priorytety dla kryteriów wyodrębnionych w sieci kontrolnej Ryzyka.

Szans	
możliwe czasowe zakłócenia bieżącej działalności operacyjnej	0,19601
trudności w osiągnięciu kompatybilności wdrażanych systemów	0,11446
nieprzewidziane zmiany rynkowe	0,63284
trudność w osiągnięciu wymaganego poziomu wyszkolenia pracowników	0,05669

Określenie priorytetów lokalnych pozwoliło na określenie wag alternatyw dla czterech sieci kontrolnych. Po uwzględnieniu oceny ważności tych sieci wykonanej za pomocą kryteriów strategicznych wskazano ostateczne wagi dla alternatyw. Aplikacja *SuperDecisions*, wykorzystana do przeprowadzenia prezentowanych obliczeń, pozwala na zastosowanie różnych formuł obliczania końcowego wyniku symulacji. Na rysunku 5 i 6 przedstawiono ranking alternatyw zgodnie z formułą multiplikatywną oraz addytywno-negatywną. Jako najlepszą alternatywę należy przyjąć tę z największą wartością priorytetu.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
wariant I		1.000000	0.799691	3.992291
wariant II		0.250483	0.200309	1.000000

Rys. 5. Wynik syntezy modelu na podstawie formuły multiplikatywnej.

Źródło: opracowanie własne

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
wariant I		0.108650	0.098002	0.025735
wariant II		-1.000000	-0.901998	-0.236862

Rys. 6. Wynik syntezy modelu na podstawie formuły addytywno-negatywnej.

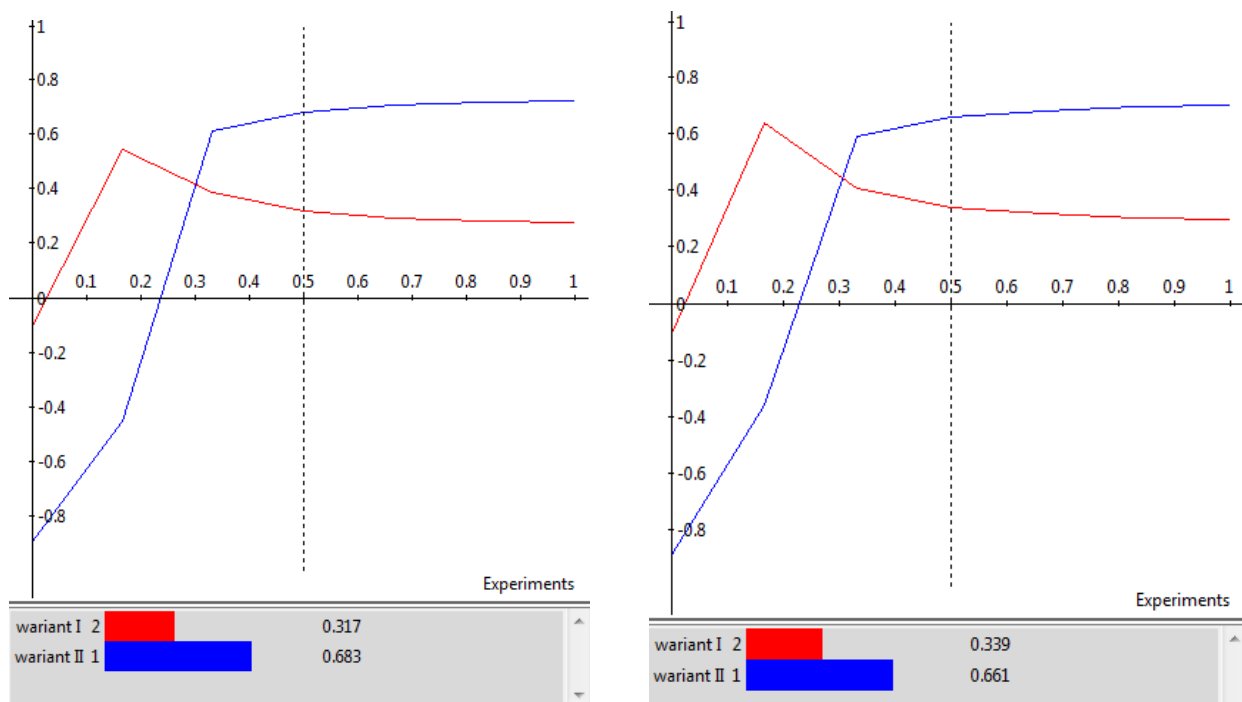
Źródło: opracowanie własne

Formuła multiplikatywna (BO/CR) obliczana jest przez podzielenie iloczyn priorytetów wariantów dla korzyści i szans przez iloczyn ich priorytetów dla kosztów i ryzyka. W tej formule wagi przypisane sieci kontrolnym nie są uwzględniane w obliczeniach. Formuła addytywno-negatywna wykorzystuje natomiast określone wcześniej wagi dla czterech sieci kontrolnych, czyli korzyści (b), szans (o), kosztów (c) i ryzyka (r). Następnie korzystając z formuły $bB+oO-cC-rR$ dokonywany jest wybór najlepszej alternatywy. Wartość B,O,C,R reprezentują alternatywę o największym priorytecie w każdej sieci kontrolnej. Przy zastosowaniu tej formuły można uzyskać wartości ujemne, co nie przeszkadza jednak w opracowaniu klasyfikacji alternatyw od tej największego do najmniejszego priorytetu [4].

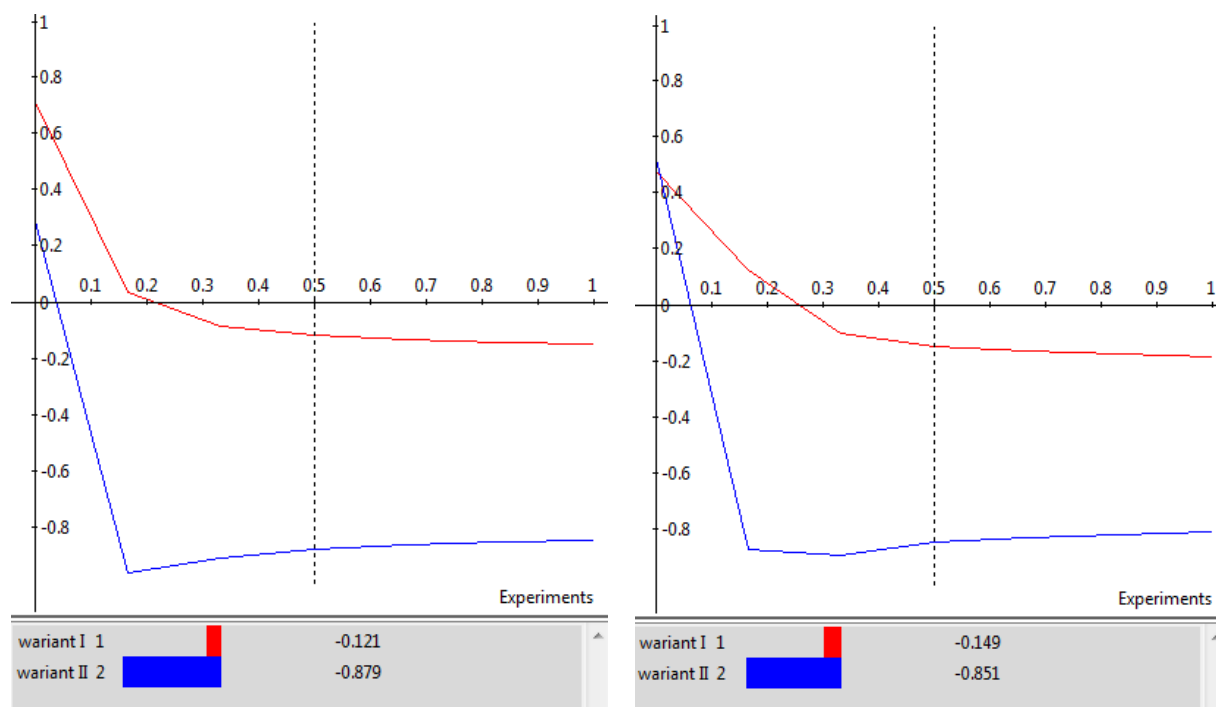
W wyniku przeprowadzonych obliczeń jako najkorzystniejszy w bieżącej i przewidywanej sytuacji przedsiębiorstwa wybrany został wariant I (podstawowy). Nie przewiduje on poważnych inwestycji, ale usprawnienie istniejących procedur w oparciu o integrację techniczną systemów informatycznych oraz utworzenie dedykowanego stanowiska pracy do nadzoru ruchu. Co prawda wariant rozbudowany (II) uzyskał znacznie wyższe oceny pod kątem korzyści i szans, ale zostały one przeważone przez duże koszty wdrożenia oraz wysoki poziom ryzyka, związanego z możliwością nieprzewidywanych zmian rynkowych oraz trudnościami w osiągnięciu odpowiedniego poziomu efektywności nowego systemu.

3. ANALIZA WRAŻLIWOŚĆ MODELU

Analizę wrażliwości modelu decyzyjnego przedstawiają rysunki 7 i 8. Wygenerowano je w programie *SuperDecisions*.



Rys. 7. Analiza wrażliwości dla sieci kontrolnej korzyści (po lewej) i szans (po prawej).



Rys. 8 Analiza wrażliwości dla sieci kontrolnej kosztów (po lewej) i ryzyka (po prawej)

Analiza wrażliwości pozwala na ocenę, jak zmiany priorytetów dla sieci kontrolnych korzyści, szans, kosztów i ryzyka mogą wpłynąć na hierarchię wariantów decyzyjnych. Rozpatrywany model wykazuje stabilność z uwagi na przyjęte założenia. Do uzyskania przewagi wariantu II (rozbudowanego) konieczna jest zmiana priorytetów w sieciach kontrolnych korzyści i szans, w obu przypadkach do wartości ok. 0,3 względem wyjściowych 0,197 i 0,184. W konstruowaniu modelu przyjęto podejście zachowawcze, cechujące się położeniem nacisku na ryzyko i koszty zamiast na korzyści i szanse. Było to uwarunkowane oceną potencjału przedsiębiorstwa oraz jego otoczenia rynkowego. W związku z tym wzrost wag dla korzyści i szans należy ocenić jako mało prawdopodobny. Natomiast w przypadku sieci kosztów oraz ryzyka zmiana priorytetu nie wpłynie na układ wariantów.

PODSUMOWANIE

Celem artykułu było przedstawienie modelu decyzyjnego adekwatnego do aktualnej sytuacji rynkowej Miejskiego Zakładu Komunikacji w Starogardzie Gdańskim. Nie założono konieczności poszukiwania bezwzględnie najlepszego rozwiązania w oderwaniu od aktualnych problemów przedsiębiorstwa. Formułując kryteria oraz wewnętrzny system priorytetów uwzględniono zidentyfikowane uwarunkowania wewnętrzne i zewnętrzne, co doprowadziło do wyboru podstawowego wariantu zmian. W ujęciu długoterminowym ma on mniejszy potencjał generowania korzyści niż wariant rozbudowany, jednak znacznie lepiej realizuje postulat ograniczenia ryzyka i przemyślanego gospodarowania środkami finansowymi, ułatwiając równocześnie zmiany w podstawowym dziale przedsiębiorstwa jakim jest Wydział Ruchu.

BIBLIOGRAFIA

1. Kaszubowski D: Evaluation of urban freight transport management measures. LogForum 8(3) 2012.

2. Kaszubowski D: Analiza uwarunkowań powstania miejskiego centrum konsolidacji ładunków na przykładzie Gdańska. „Logistyka” 3/2012
3. Adamus W., Gręda A.: Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich. Badania Operacyjne i Decyzje, nr 2/2005
4. Saaty T.: Theory and Application of the Analytic Network Process. RWS Publications, 2009.
5. Saaty T., Vargas L.: Decision Making with the Analytic Network Process. Springer Science+Business, 2006.

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL AND ORGANIZATIONAL CHANGES IN THE PUBLIC TRANSPORT AUTHORITY IN STAROGARD GDANSKI

Abstract

Paper covered the proposed multicriteria decision model for rational changes in public transport authority in Starogard Gdański. Evaluated changes aims at increasing effectiveness of operational management in line with optimal resource allocation. Model was developed with the analytic network process methodology (ANP). Two alternatives were presented: basic and advanced. They differ according to the range of proposed measures, direct investments and costs. Range of decision criteria was selected, referring to an economical, technical and operational aspects of selected alternatives, clustered into benefits, opportunities, costs and risk control networks. As the results the basic alternative was selected as the most rational regarding current situation of the company. The basic option includes changes in the bus traffic management department as well as integration of existing software solutions.

Autorzy:

dr **Daniel Kaszubowski** – Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej; 80-233 Gdańsk; ul. Narutowicza 11/12. daniel.kaszubowski@pg.gda.pl. tel. 692-478-220

inż. **Krzysztof Kalkowski** – Koło Naukowe Inżynierii Drogowej i Kolejowej KoDiK, Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska. wskrisso@gmail.com. Tel. 502-164-640