

Sylwester MARKUSIK, Maria CIEŚLA

## LOGISTYKA SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH W DUŻYCH AGLOMERACJACH MIEJSKICH

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono najważniejsze aspekty logistyki systemów transportowych. Na przykładzie aglomeracji górnośląskiej przedstawiono najistotniejsze mankamenty systemu transportowego oraz zaprezentowano metodę foresight umożliwiającą wyselekcjonowanie przyszłościowych technologii transportowych, mających kluczowe znaczenie dla rozwoju gospodarczego i ekonomicznego regionu.

## TRANSPORT SYSTEMS' LOGISTICS IN BIG URBAN AREAS

**Summary.** The article presents the most important issues of transport systems. Basing on the Silesian Agglomeration example the most important disadvantages of transport systems are shown and the foresight method is presented as a way of future transport technologies selection, which are most significant for social and economical development of the region.

### 1. WPROWADZENIE

Układ infrastruktury transportowej jest cechą najbardziej charakterystyczną dla dużych aglomeracji miejskich. Ta cecha zurbanizowanych miast czy metropolii jest jedną z największych atrakcji przyciągających nowych inwestorów i skłaniająca do rozbudowy obszarów osadniczych i przemysłowych. Jednocześnie jednak coraz większe zagęszczenie dróg jest przyczyną uwydatniających się mankamentów związanych z systemem transportowym.

Z logistycznego punktu widzenia należy skupić się na zapewnieniu najwyższej efektywności i sprawności istniejącego podsystemu transportowego. Dla aglomeracji górnośląskiej z najbardziej rozbudowaną siecią transportową oznacza to nie tyle inwestowanie w nowe sieci dróg czy kolejowe, co poprawę przepustowości sieci już istniejącej. Podobny problem dotyczy innych dużych aglomeracji miejskich w Polsce.

Jednak w perspektywie kilkudziesięcioletniej, będącej realnym czasem zwrotu nakładów na dalekosiężne inwestycje, gwarancja skuteczności i trafności podjętych decyzji zmniejsza się. Z tego powodu wspieranie metod pozwalających na wiarygodne kreowanie wizji przyszłości jest bardzo ważne nie tylko dla sfery badawczej i naukowej, ale także przedstawicieli różnych branż przemysłu oraz samorządów terytorialnych.

Z tego względu coraz większym powodzeniem i uznaniem cieszą się nauki nad przeszłością (tzw. *future studies*), do których zaliczana jest także metoda *foresight*, wykorzystywana szeroko także w obrębie logistyki miejskiej.

## 2. MANKAMENTY SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH W AGLOMERACJI GÓRNOŚLĄSKIEJ

Z analizy wskaźników gęstości i długości dróg wynika, że województwo śląskie posiada układ infrastruktury transportowej bardzo rozbudowany sieciowo i wyposażony w różnorodne środki transportu. Obecny system transportowy uwydatnia jednak pewne mankamenty, które w obrębie transportu drogowego są m. in. następujące:

- zły lub niezadowalający stan techniczny układu drogowego,
- niezadowalające połączenie Portu Lotniczego „Katowice” w Pyrzowicach z aglomeracjami oraz z innymi miastami województwa,
- nieznaczne zaawansowanie w budowie autostrady A1,
- nieprzystosowanie układu drogowego do występujących w województwie największych w kraju natężeń ruchu kołowego, zwłaszcza w obszarze aglomeracji górnośląskiej,
- brak czytelnych rozwiązań dotyczących przebiegu ruchu tranzytowego przez tereny zurbanizowane, w tym szczególnie obszary aglomeracji.

Do podstawowych wad drugiego co do ważności systemu transportowego, systemu transportu kolejowego województwa śląskiego można zaliczyć:

- zły lub niezadowalający stan techniczny układu torowego oraz niskie parametry sieci,
- spadek przewozów kolejowych (niewykorzystywanie zdolności przewozowych),
- likwidacja linii ze względów ekonomicznych,
- nieprzystosowanie do przenoszenia dużych prędkości (odcinek magistralnej linii E 65 Grodzisk Mazowiecki - Zawiercie jest jedynym w Polsce, posiadającym geometrię przystosowaną do szybkości  $v = 200-250$  km/h).

Dodatkowe problemy i mankamenty systemu transportowego województwa śląskiego z różnych punktów widzenia: społecznego, ekonomicznego, środowiskowego, przestrzennego i funkcjonalnego przedstawiono za pomocą tablicy 1.

Tablica 1

Mankamenty systemu transportowego województwa śląskiego w różnych aspektach

Aspekt	Mankament systemu transportowego
Społeczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transport niedostatecznie zaspokaja potrzeby.</li> <li>- Zagroza bezpieczeŃstwu ludzi.</li> <li>- Nie wszystkie oczekiwania społeczne są moŹliwe do zaspokojenia ze względu na zróżnicowanie poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego w wymiarze wewnątrzregionalnym i międyregionalnym.</li> </ul>
Ekonomiczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brak respektowania zasady, Źe „uŹytkownik transportu płaci” wywołujący:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o deficyt w bieżącej działalnoŹci transportowej,</li> <li>o degradację infrastruktury transportowej, spowodowaną niedostatecznym poziomem wydatków na jej utrzymanie i rozwój.</li> </ul> </li> </ul>
Środowiskowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykorzystywanie przez transport głównie nieodnawialnych źródeł energii.</li> <li>- Negatywny wpływ na stan środowiska działalnoŹci transportowej.</li> </ul>
Przestrzenny	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zatłoczenie wybranych elementów sieci transportu przy niewykorzystanej zdolnoŹci przepustowej innych skłdników.</li> </ul>
Funkcjonalny	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brak sprawnie funkcjonującego transportu ładunków „od drzwi do drzwi”.</li> <li>- Brak systemu intermodalnego transportu przy przejazdach towarowych przez Śląsk.</li> </ul>

Analiza systemu transportowego województwa śląskiego uwypukliła jego główne problemy oraz działania przyszłociowe, które naleŹy podjc w najbliŹszych latach w celu ich zniwelowania, do których naleŹ przede wszystkim:

- prowadzenie działalcych na celu ograniczenie uzaleŹnienia ludzi od samochodu,
- ograniczenie dostępnoci do centrów miast dla transportu indywidualnego, przy naleŹytej obsłudze transportem publicznym,

- tworzenie regionalnych centrów dystrybucji towarów,
- rozwój przewozów intermodalnych,
- wprowadzenie integracji taryfowej wszystkich gałęzi transportu na obszarze poszczególnych obszarów metropolitalnych,
- poprawa jakości usług publicznego transportu zbiorowego prowadząca do wzrostu jego konkurencyjności na rynku transportowym,
- wprowadzenie innowacji technicznych do rozwoju nowych środków transportu oraz wzrost informatyzacji systemów transportowych.

Dzięki rozbudowanej sieci transportowej w aglomeracji górnośląskiej przy stosunkowo niewielkich nakładach inwestycyjnych na infrastrukturę transportową można zapewnić bardzo dobre warunki komunikacyjne. Niezbędne jest określenie kierunków badawczych, gwarantujących opracowanie i wdrożenie innowacyjnych technologii do śląskiego systemu transportowego, zwiększającej jego konkurencyjność na arenie krajowej, europejskiej i światowej.

W tym celu właściwe wydaje się przeprowadzenie analizy potrzeb technologicznych w zakresie transportu województwa śląskiego na tle trendów światowych oraz opracowanie listy rankingowej priorytetów technologicznych w tej dziedzinie. Metodą umożliwiającą takie działanie jest metoda *foresight*.

### 3. POSZUKIWANIE NOWYCH ROZWIĄZAŃ W ZAKRESIE TRANSPORTU

Badanie typu *foresight* to proces polegający na próbach systematycznego spojrzenia w perspektywie długoterminowej na przyszłość nauki, technologii, ekonomii i społeczeństwa oraz wskazanie obszarów strategicznych i kierunków rozwoju nowych technologii ze szczególnym uwzględnieniem korzyści ekonomicznych i społecznych.

Budowa scenariuszy rozwoju technologii transportowych dla województwa śląskiego została zrealizowana w ramach prac Panelu nr 6 „Transport i infrastruktura transportowa”, wyodrębnionego jako jedna z siedmiu grup roboczych projektu typu *foresight* pt. „Priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa śląskiego”.

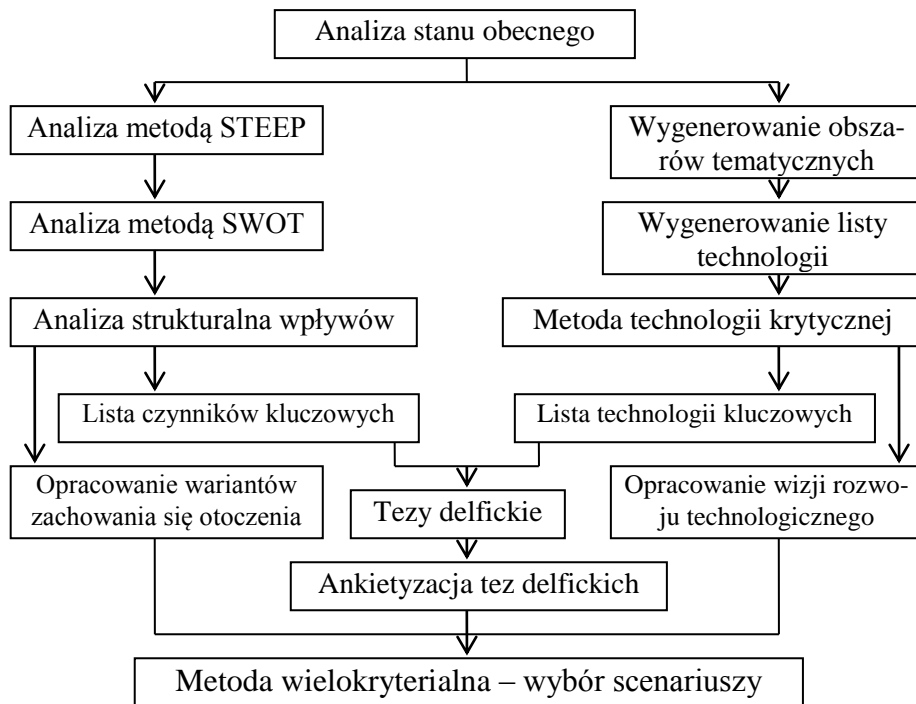
Koordynatorem tego projektu była Politechnika Śląska w Gliwicach, a oprócz niej w skład konsorcjum naukowego wchodziła Akademia Ekonomiczna w Katowicach, jednostka badawczo-rozwojowa (Główny Instytut Górnictwa w Katowicach) oraz przedstawiciele samorządu terytorialnego (Śląski Urząd Marszałkowski w Katowicach).

Prace nad projektem rozpoczęto od jego podziału na poszczególne grupy tematyczne, a następnie stworzono ramy organizacyjne dla każdej z nich poprzez powołanie pełnej grupy ekspertów w danym panelu.

Budowa scenariuszy w każdym panelu eksperckim, w tym także dla szóstego odbywała się według jednakowego algorytmu, przedstawionego na rysunku 1 po to, aby możliwe było porównanie prac poszczególnych grup tematycznych.

Realizację zadań panelu rozpoczęto od dokładnej analizy obecnego stanu transportu w województwie śląskim oraz charakteru, zasięgu i tematyki wykonanych już światowych projektów typu *foresight* o zakresie ogólnym oraz regionalnym.

Prace panelu oparto na analizie metodą SWOT, dzięki której zostały wskazane najistotniejsze siły i słabości oraz szanse i zagrożenia mające wpływ na funkcjonowanie i rozwój technologii transportowych na Śląsku. Uwzględniono te grupy czynników zewnętrznych, które otrzymano w wyniku realizacji poprzedzającej analizy metodą STEEP (czynniki: społeczne, technologiczne, ekonomiczne, ekologiczne i polityczno-prawne).



Rys. 1. Algorytm budowy scenariuszy rozwoju transportu dla województwa śląskiego  
 Fig. 1. Algorithm of creating the transport development scenarios for Silesian Province

Dzięki analizie strukturalnej wpływów wyselekcjonowano (utworzono macierz czynników) listę czynników kluczowych (krytycznych), mający największy wpływ na rozwój technologii kluczowych, a następnie opracowano cztery warianty ich zachowania: optymistyczny, realistyczny, stagnacyjny i pesymistyczny.

Zadaniem panelu ekspertów była następnie ocena wzrostu, zmniejszania lub braku wpływu zewnętrznego na każdy wytypowany wcześniej czynnik z uwzględnieniem założeń poszczególnych wariantów zachowania się otoczenia.

W tym samym czasie panel ekspertów za pomocą kreatywnej metody burzy mózgów przygotował obszary zainteresowań, a następnie sprecyzował listę technologii dotyczących transportu i infrastruktury transportowej [2]. Dzięki metodzie technologii kluczowych dokonano oceny tej listy według dwóch kryteriów: *ważności* (atrakcyjności), a także *wykonalności*. Otrzymano następującą listę technologii kluczowych dla rozwoju województwa śląskiego:

- 1) technologia poboru opłat w transporcie publicznym oraz za korzystanie z infrastruktury transportowej;
- 2) system monitoringu na potrzeby zarządzania ruchem, informacji dla użytkowników oraz identyfikacji potoków ruchu i popytu na przewozy;
- 3) technologia tramwajowo-kolejowa i lekkich kolei miejskich w obsłudze obszarów metropolitalnych;
- 4) technologia szybkich połączeń kolejowych w ruchu regionalnym;
- 5) nowoczesne rozwiązania napędów środków transportu, w tym paliwa alternatywne;
- 6) technologie intermodalne oraz nowa generacja wyposażenia terminali kontenerowych.

Wymienione krytyczne technologie transportowe dla województwa śląskiego można pogrupować wg trzech kategorii:

- technologie pozwalające sprostać zapotrzebowaniu na transport (technologie 1-2),
- technologie systemowe w transporcie osób (technologie 3-4),
- technologie nowych rozwiązań technicznych i informatycznych (technologie 5-6).

W trakcie dyskusji ekspertów oraz na podstawie listy czynników i technologii kluczowych opracowano łącznie 32 tezy delfickie. Każda teza delficka była oceniana przez 90 osób biorących udział w badaniu według: czasu realizacji danej tezy, działań, jakie należy podjąć, aby zrealizować postawione tezy oraz wpływu, jaki będzie wywierała dana teza na poprawę sytuacji transportowej w województwie śląskim. Na podstawie listy technologii kluczowych opracowano wizje rozwoju technologicznego. Każda z wizji charakteryzowała się innym zbiorem technologii, zgodnie z macierzą (tabl. 2) [3].

Tablica 2

Macierz wizji

Lista technologii kluczowych	Wizja 1 Rozwoju Inteligentnych Systemów Transportowych	Wizja 2 Rozwoju zintegrowanego transportu publicznego	Wizja 3 Zrównoważonego rozwoju regionalnego systemu transportowego	Wizja 4 Wdrożenia nowoczesnych technologii transportowych
Technologia 1	x	x	x	
Technologia 2	x	x	x	
Technologia 3		x	x	x
Technologia 4		x	x	x
Technologia 5			x	x
Technologia 6	x		x	x

Wizja pierwsza, zatytułowana „*Wizja rozwoju inteligentnych systemów transportowych*”, przewiduje szerokie zastosowanie technologii ITS w transporcie na obszarze Śląska, zarówno w sterowaniu potokami ruchu i pojazdami, jak również pobierania opłat w transporcie zbiorowym oraz otrzymywania informacji dla sprawnego zarządzania systemem transportowym.

Druga wizja, czyli „*Wizja rozwoju zintegrowanego transportu publicznego*”, bazuje na założeniu, że siły i środki zostaną skierowane na zwiększenie efektywności i poprawę organizacji transportu publicznego.

W trzeciej wizji - „*Wizji zrównoważonego rozwoju regionalnego systemu transportowego*”- przyjęto, że środki finansowe na badania i rozwój transportu będą wystarczające, by harmonijnie doskonalić nowe systemy transportowe w regionie, a więc innowacyjność w rozwoju infrastruktury transportowej zostanie uznana za jeden z priorytetów rozwoju Śląska.

Wizja czwarta, „*Wizja wdrożenia nowoczesnych technologii transportowych*”, wynika z przekonania, że rozwój techniczny środków transportu będzie posiadał dominujący wpływ na poprawę usług oraz umożliwi zaspokojenie potrzeb transportowych na Śląsku.

Przy wielowariantowym tworzeniu scenariuszy rozwoju technologicznego, niezbędne jest określenie przez panel ekspertów prawdopodobieństwa wystąpienia danej wizji przy danym wariantcie zachowania się otoczenia. Wpływ wariantów zachowania się czynników kluczowych na prawdopodobieństwo realizacji każdej z wizji został określony w skali 1–5, a średnie wyniki ocen ekspertów przedstawia tablica 3.

Tablica 3

Macierz łączenia wizji z wariantami zachowania się otoczenia

Wariant zachowania się czynników kluczowych	Wizja 1 Rozwój Inteligentnych Systemów Transportowych	Wizja 2 Rozwój zintegrowanego transportu publicznego	Wizja 3 Zrównoważony rozwój regionalnego systemu transportowego	Wizja 4 Wdrożenie nowoczesnych technologii transportowych
I. Optymistyczny	4,08	4,25	3,83	<b>4,33</b>
II. Realistyczny	3,50	<b>4,33</b>	3,58	4,17
III. Stagnacyjny	2,50	3,25	2,67	<b>3,42</b>
IV. Pesymistyczny	2,00	1,83	1,75	<b>2,25</b>
SUMA	12,08	<b>13,66</b>	11,83	<b>14,17</b>

Jak widać z danych przedstawionych w tablicy 3, dla wszystkich założonych wariantów zachowania się otoczenia największe prawdopodobieństwo realizacji mają wizja 2 i 4. Wizja 4 ma największe prawdopodobieństwo realizacji dla wariantu I zachowania się czynników kluczowych – *scenariusz optymistyczny*, natomiast wizja 2 dla wariantu I, a następnie II – *scenariusz realistyczny* [1].

#### 4. PODSUMOWANIE

Dla dużych aglomeracji miejskich najbardziej charakterystyczna jest bardzo rozbudowana infrastruktura transportowa, przynosząca zarówno korzyści, jak i problemy, głównie z powodu wzrastającej kongestii.

Z logistycznego punktu widzenia poprawy efektywności i sprawności ruchu w miastach racjonalne wydaje się poszukiwanie rozwiązań przyszłościowych, mających na celu maksymalizację korzyści społecznych i ekonomicznych dla regionu.

Badania według metodologii *foresight* dla aglomeracji górnośląskiej pozwoliły na wygenerowanie kluczowych technologii transportowych dla województwa śląskiego do 2025 roku, do których należą:

- technologie poboru opłat w transporcie publicznym oraz za korzystanie z infrastruktury transportowej,
- systemy monitoringu na potrzeby zarządzania ruchem, informacji dla użytkowników oraz identyfikacji potoków ruchu i popytu na przewozy,
- technologia tramwajowo-kolejowa i lekkich kolei miejskich w obsłudze obszarów metropolitalnych,
- technologie szybkich połączeń kolejowych w ruchu regionalnym,
- nowoczesne rozwiązania napędów środków transportu, w tym paliwa alternatywne,
- technologie intermodalne oraz nowa generacja wyposażenia terminali kontenerowych.

Opracowano także dwa najbardziej prawdopodobne przyszłościowe scenariusze dla rozwoju transportu województwa śląskiego: scenariusz optymistyczny, z wiodącą wizją wdrożenia nowoczesnych technologii transportowych i scenariusz realistyczny, z wiodącą wizją zintegrowanego transportu publicznego.

#### Bibliografia

1. Bucki S., Cieśla M., Markusik S.: Budowa scenariuszy rozwoju transportu w województwie śląskim metodą foresight, *Logistyka* nr 2/2008.
2. Cieśla M.: Wyznaczanie kluczowych technologii rozwojowych dla województwa śląskiego metodą foresight; *Maszyny Dźwigowo-Transportowe* nr 1-2/2007, s. 32-45.
3. Cieśla M., Markusik S.: Wizje rozwoju technologii transportowych w województwie śląskim na lata do 2025, *Logistyka* nr 4/2008.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jerzy ANTONIAK