

JACYNA-GOŁDA Ilona¹
 LEWCZUK Konrad²
 SZCZEPAŃSKI Emilian³
 GOŁĘBIEWSKI Piotr⁴

Analizy scenariuszowe rozłożenia ruchu w sieci transportowej w aspekcie zrównoważonego rozwoju

WSTĘP

System transportowy kraju jest przykładem tzw. dobra publicznego, tj. dobra, które daje korzyść całemu społeczeństwu, a nie tylko tym, którzy nim dysponują i je bezpośrednio wytworzyli. Dobra takie są szczególnie ważne dla idei zrównoważonego rozwoju. Wzrost ekonomiczny i rozwój społeczny są ze sobą powiązane, jednak nie jest to zależność liniowa. Rozbudowa infrastruktury, takiej jak infrastruktura transportowa, tworzącej dobra społeczne może być nieadekwatna i niewystarczająca do potrzeb, zwłaszcza w warunkach dynamicznego rozwoju [1].

Prawidłowa, odpowiedzialna społecznie, uzasadniona ekonomicznie i dalekowzroczna alokacja zasobów jest jednym z podstawowych narzędzi kształtowania zrównoważonego rozwoju. Odniesienie tej kwestii w węższym sensie do kształtowania krajowego systemu transportowego pozwala wyodrębnić podstawowy problem: jak lokować zasoby finansowe na rozwój systemu transportowego i następnie nim kierować, aby można było o nim mówić „zrównoważony”?

Podstawowym założeniem zrównoważonego rozwoju jest dążenie do sprawiedliwości społecznej przez m.in. ekonomiczną i środowiskową efektywność realizowanych przedsięwzięć. Idea zrównoważonego rozwoju nakazuje uwzględnianie rachunku ciągłego, tj. do kosztów pewnych decyzji należy doliczyć koszty konsekwencji tych decyzji. Ta zasada ma fundamentalne znaczenie dla rozwoju systemów transportowych.

W Polsce zasada zrównoważonego rozwoju zapisana jest w Konstytucji (art. 5 Konstytucji RP). W ustawie Prawo Ochrony Środowiska definicja zrównoważonego rozwoju ma brzmienie 17: *zrównoważony rozwój – rozumie się przez to taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń*. Pojęcie zrównoważonego rozwoju znalazło swoje odniesienie również w działalności transportowej [4].

Zrównoważony rozwój transportu jest koncepcją integracji celów ekologicznych, społecznych i gospodarczych rozpatrywanych z perspektywy polityki transportowej (Polski lub Unii Europejskiej) oraz z punktu widzenia działalności przedsiębiorców branży transportowo-spedycyjno-logistycznej. Wprowadzanie tej zasady w życie ma na celu wymuszenie działań mających na celu zmniejszenie negatywnego wpływu działalności człowieka na środowisko naturalne.

Kształtowanie zrównoważonego systemu transportowego kraju wymaga uwzględnienia wielu ograniczeń oraz czynników kształtujących politykę transportową – w szczególności determinujących ekologię transportu [12, 79, 101, 119].

1. CZYNNIKI DETERMINUJĄCE ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ SYSTEMU TRANSPORTOWEGO

Zgodnie z zaleceniem Komisji Europejskiej, poszczególne kraje UE, opracowując plany transportowe, szczególną uwagę powinny zwracać na rozwój transportu w ujęciu proekologicznym,

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Produkcji

² Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

³ Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

⁴ Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

tj. transportu przyjaznego dla środowiska (3, 12, 13, 16). Z jednej strony jest to problem bardzo skomplikowany, a z drugiej strony wymusza na konstruktorach, analitykach, projektantach poszukiwania nowych rozwiązań w zakresie budowy i eksploatacji środków transportowych. Nowe rozwiązania, związane z rozwojem techniki i technologii, wynikają z konieczności ograniczania negatywnego wpływu transportu i środowiska na środowisko naturalne i życie ludzi. Co ważne, aktualnie rośnie świadomość zagrożeń, jakie niesie rosnąca emisja szkodliwych związków pochodzących z transportu. Negatywny wpływ transportu na środowisko naturalne determinowany jest przede wszystkim, przez 141011:

- emisję gazów cieplarnianych przyczyniających się do zmian klimatycznych,
- emisję zanieczyszczeń powietrza wpływających negatywnie na zdrowie ludzi i środowisko przyrodnicze,
- zajmowanie cennych przyrodniczo terenów i rozcinanie ich ciągłości (fragmentacja) nowo budowanymi ciągami infrastruktury technicznej, przyczyniając się do utraty różnorodności biologicznej,
- emitowanie hałasu zagrażającego ludzkiemu zdrowiu.

Dlatego też w analizach scenariuszowych zrównoważonego rozwoju systemu transportowego należy uwzględnić 910: potrzeby nabywców usług transportowych, potencjał techniczny dostawców usług, w tym ich podatność na wprowadzanie zmian, stan infrastruktury transportowej, w tym również środków transportu, rozwiązania w zakresie organizacji ruchu w poszczególnych obszarach, regionach, politykę transportową danego kraju czy regionu, uwarunkowania ekologiczne, inne. Wymienione czynniki wynikają z faktu, iż poszczególne gałęzie transportu są integralnymi elementami systemu transportowego i rozwój każdej z nich wywołuje określone skutki w pozostałych gałęziach 8. Aby takie zależności uwzględnić należy stosować odpowiednie metody analityczne. Istniejące modele wspomagające proces analizy systemów transportowych oraz podejmowania decyzji natury rozwojowej, zazwyczaj ograniczają się do odrębnego traktowania każdego z dostępnych rodzajów transportu. Tymczasem poprawnie sformułowany plan strategiczny rozwoju transportu nie powinien stanowić sumy planów rozwojowych opracowanych dla poszczególnych rodzajów transportu.

W powyższym aspekcie dużą rolę odgrywają modele analityczne pozwalające na badanie interakcji między wybranymi gałęziami transportu 6. Przykładem tego rodzaju interakcji może być sformułowanie propozycji natury inwestycyjnej, np. w jakim stopniu zrealizowanie inwestycji drogowej na danym ciągu transportowym wpłynie na zmniejszenie kosztów tego rodzaju transportu oraz w rezultacie na „przyciągnięcie” pewnej części potoku ruchu z konkurencyjnej gałęzi transportu (kolei, żeglugi śródlądowej itp.). Tego rodzaju modele mogą znaleźć również zastosowanie przy określaniu priorytetów polityki transportowej kraju, zapewniając możliwość uwzględnienia w rachunku kosztów tzw. kosztów zewnętrznych, będących następstwem m.in. szkodliwego oddziaływania transportu na środowisko 6, 7 10. W efekcie jest możliwość oceny korzyści i wad przyszłych działań w zakresie polityki transportowej w obszarze kształtowania zrównoważonego rozwoju systemu transportowego.

Narzędziem, które wspomaga podejmowanie decyzji w zakresie planowania zrównoważonego systemu transportowego jest Model symulacyjny EMITRANSYS, który został opracowany w ramach projektu „Kształtowanie proekologicznego systemu transportowego” (7, 9, 19). Model ten pozwala na wielowariantowe analizy w zakresie rozwoju systemu transportowego w różnych układach, zarówno dla celów operacyjnych, jak i strategicznych.

2. PROCEDURA ANALIZ SCENARIUSZOWYCH

Metoda scenariuszowa polega, na ogół, na kompletnym opisie badanego obiektu lub systemu, z wyszczególnieniem maksymalnej liczby ważnych czynników, które na niego oddziałują, a następnie naszkicowaniu możliwości rozwojowych i uzasadnieniu realności danych sytuacji decyzyjnych. W efekcie powstaje wiele możliwych, potencjalnych obrazów przyszłości (10, 14, 15, 18, 20).

Oznacza to, że scenariusze przyszłości to opisy lub obrazy rzeczywistości i zjawisk budowane dla konkretnego momentu w przyszłości. Powinny one zawierać 18: opis stanu rzeczywistości na koniec ustalonego horyzontu czasu realizowanego scenariusza, interpretację bieżących zjawisk i ich konsekwencje w przyszłości. Na podstawie zaproponowanego scenariusza rozwoju danego systemu powinno się zatem uzyskać wewnątrznie spójny obraz przyszłej rzeczywistości badanego systemu.

Zaletą analiz scenariuszowych determinowana jest faktem, iż ze względu na możliwość badania wielu sytuacji decyzyjnych przy różnych uwarunkowaniach, stanowią one swego rodzaju rozbudowaną metodę pozwalającą na analizę ryzyka. Stosując tego rodzaju analizy możliwe jest przeprowadzenie badań równoczesnego wpływu wielu czynników na wynik oceny np. efektywności projektu inwestycyjnego 14. Dotyczy to na przykład badania wariantów modernizacji elementów infrastruktury przy różnych założeniach i wpływu inwestycji infrastrukturalnych na zachowania nabywców i dostawców usług transportowych.

Biorąc pod uwagę powyższe, można stwierdzić, że planowanie scenariuszowe stanowi ważne narzędzie służące do określania czynników ryzyka oraz ustalania obszarów niepewności związanych z działalnością danej branży, organizacji, przedsiębiorstwa czy segmentu rynku. W przypadku analiz przedstawionych w niniejszym artykule dotyczy to analiz rozwoju systemu transportowego.

Na podstawie analiz w różnym układzie, przy uwzględnieniu szerokiego spectrum uwarunkowań społecznych, gospodarczych, ekonomicznych itp., od przedstawienia scenariuszy rozwoju negatywnego do bardzo korzystnego można ustalić czynniki, które istotnie wpływają na zachowania nabywców i dostawców usług transportowych. Oznacza to, że na przykład na podstawie analizy skrajnie negatywnych scenariuszy otoczenia systemu transportowego można opracować takie instrumenty polityki transportowej, aby nie dopuścić do wystąpienia negatywnych skutków rozwoju systemu transportowego.

Narzędziem, które może być stosowane i jest bardzo pomocne przy tego rodzaju analizach, jest model symulacyjny EMITRANSYS. Umożliwia on analizę wielowariantowego i wieloaspektowego rozłożenia potoku ruchu na sieć transportową zarówno w ujęciu całego kraju, jak i danego województwa czy miasta (regionu). Co ważne, z zastosowaniem tego modelu możliwa jest ocena efektywności realizacji zadań przewozowych przez system transportowy.

Uwzględniając różne aspekty, które należy wziąć pod uwagę przy opracowywaniu scenariuszy, można dokonać systematyki scenariuszy rozwoju systemu transportowego ze względu na 10:

- horyzont czasowy (krótkoterminowe scenariusze rozwoju, długoterminowe scenariusze rozwoju),
- rodzaj systemu transportowego (transport kolejowy, transport drogowy, transport lotniczy, wodny śródlądowy itp.),
- segmenty rynku (pasażerski, towarowy, publiczny, prywatny itp.),
- zakres stosowania (skala makro, mikro, np. samorzady regionalne, instytucje państwowe itp.)
- przeznaczenie (prognozy ruchu, prognozy rozwoju infrastruktury transportowej, analizy finansowe inwestycji transportowych itp.)

Jako podstawowe kryterium wyróżnienia scenariuszy rozwoju systemu transportowego, podobnie jak w przypadku rozwoju różnych organizacji, wyróżniono scenariusze krótkookresowe, definiowane dla zadań operacyjnych oraz długookresowe, definiowane dla zadań strategicznych. Zarówno w jednym, jak i w drugim przypadku mogą to być plany realne, optymistyczne i pesymistyczne. Wiąże się to zarówno z uwarunkowaniami gospodarczymi, jak i społeczno-socjologicznymi danego regionu, województwa czy danego kraju 10.

Procedura prowadzenia analiz scenariuszowych z wykorzystaniem modelu symulacyjnego EMITRANSYS wymaga właściwego podejścia i znajomości wielu uwarunkowań prawnych, organizacyjnych technicznych i ekonomicznych, które należy wziąć pod uwagę 10. Przy ustalaniu scenariuszy rozwoju systemu transportowego, ważne jest kompleksowe podejście do analizy problemu. Zgodnie z definicją 8, kompleksowe podejście do problemu oznacza systemowe podejście do ogólnego projektowania i planowania badań. Systemowe podejście zawiera natomiast trzy podstawowe elementy, tj.: ogólny przegląd problemu i określenie celu badań uwzględniającego potencjalnego odbiorcę efektów badań (np. czynniki prawne, techniczne, technologiczne,

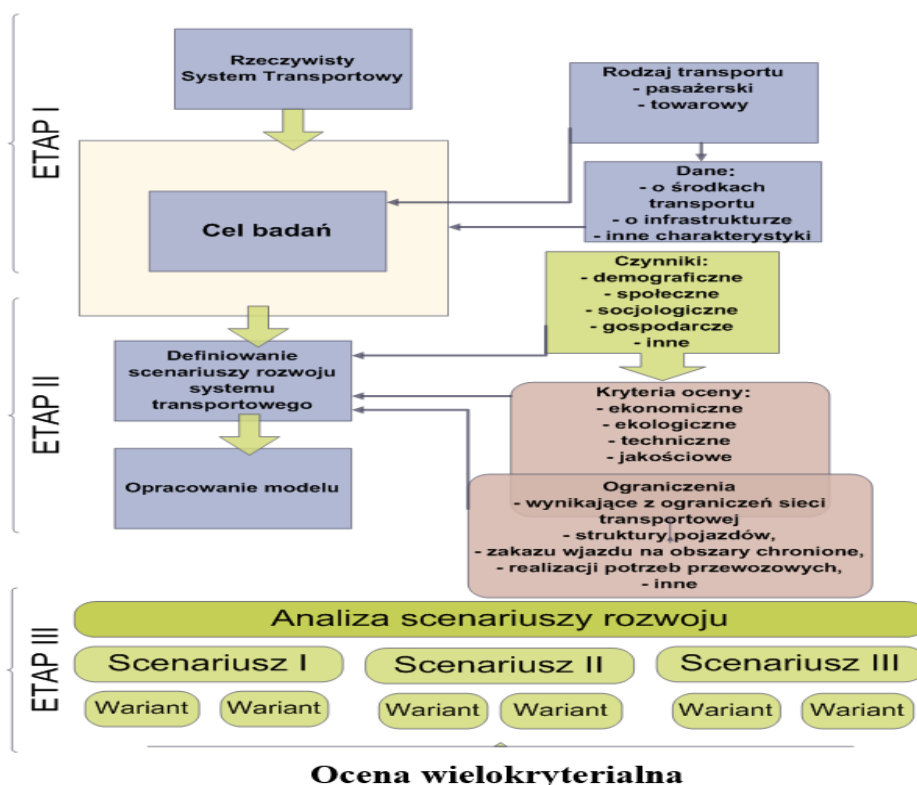
innowacyjne ekonomiczne, ekologiczne, jakościowe itp.), modeli matematycznych i symulacyjnych oraz wielowariantowej analizy uwzględniającej wszystkie czynniki.

W odniesieniu do systemu transportowego w aspekcie kompleksowego ujęcia jego rozwoju należy uwzględnić 10:

- popyt na usługi transportowe,
- potencjał techniczny dostawców usług transportowych, w tym zdolność do przeprowadzenia zmian,
- stan techniczny infrastruktury transportowej, w tym środków transportowych, urządzeń przeładunkowych itp.,
- organizację ruchu w poszczególnych obszarach i regionach,
- instrumenty polityki transportowej państwa lub regionu,
- warunki środowiskowe.
- uwarunkowania prawno-organizacyjne,
- uwarunkowania gospodarcze i społeczne.

Ogólnie procedurę prowadzenia analiz scenariuszowych można podzielić na trzy główne etapy badań, zgodnie z analiza systemową, tj. (rys. 2.1):

- etap I – sformułowanie celu badań,
- etap II – budowa modelu, przy czym na tym etapie szczególne znaczenie ma odpowiednie przygotowanie danych do prowadzenia analiz scenariuszowych, opracowanie i wyselekcjonowanie właściwych wariantów do prowadzenia analiz oraz kryteriów oceny wariantów,
- etap III – ocena wariantów na podstawie wielokryterialnej oceny uwzględniającej przygotowany układ wartości kryteriów.



Rys. 2.1. Algorytm badań scenariuszowych

Na etapie formułowania problemu, istotne znaczenie ma nie tylko cel, który chcemy osiągnąć, ale również przeznaczenie, tj. czemu takie analizy mają służyć. Czy są przeznaczone do analiz w horyzoncie długo, czy krótkookresowym, czy uwzględniany jest tylko jeden rodzaj transportu, czy też analiza ma służyć do badania interakcji międzygałęziowej. Wiedza ta jest ważna ze względu na uwarunkowania techniczne, ekonomiczne organizacyjne i prawne, jakie należy wziąć pod uwagę przy

definiowaniu właściwego modelu rozwoju systemu transportowego (etap drugi procedury analiz scenariuszowych – rys. 2.1).

Ważnym etapem całej procedury wyboru właściwego scenariusza rozwoju systemu transportowego jest ustalenie systemu wartościowania i wskaźników oceny jakości rozwiązania, tj. kryteriów decydena. Ocena pozytywnych i negatywnych skutków każdego z możliwych wariantów postępowania, uwzględniającą niepewność przyszłości sprowadza się do analizy porównawczej różnych scenariuszy rozwoju według zdefiniowanych kryteriów czy też wskaźników oceny.

3. WYBRANE SCENARIUSZE ROZŁOŻENIA RUCHU

3.1 Założenia ogólne

Na potrzeby badań rozwoju systemu transportowego przyjęto trzy rodzaje scenariuszy 10.

$sc = 1$ – *scenariusz realny* (przy stabilnych czynnikach gospodarczych, umiarkowanych inwestycjach w infrastrukturę transportu, strukturze taboru, w której założono umiarkowany wzrost liczby pojazdów o wyższym standardzie EURO i umiarkowany spadek liczby pojazdów o niższym standardzie EURO),

$sc = 2$ – *scenariusz optymistyczny* (przy założeniu dużego wzrostu gospodarczego, wysokich inwestycjach w infrastrukturę transportu, strukturze taboru, w której założono wysoki wzrost liczby pojazdów o wyższym standardzie EURO i duży spadek liczby pojazdów o niższym standardzie EURO),

$sc = 3$ – *scenariusz pesymistyczny* (przy założeniu spowolnionego rozwoju gospodarczego, małych inwestycjach w infrastrukturę transportu, strukturze taboru, w której założono mały wzrost liczby pojazdów o wyższym standardzie EURO i niski spadek liczby pojazdów o niższym standardzie EURO).

W ramach badań przeanalizowano trzy długoterminowe scenariusze rozwoju systemu transportowego: realistyczny, optymistyczny i pesymistyczny. Dla każdego scenariusza rozważane są trzy warianty rozłożenia potoku ruchu na sieć transportową Polski. W każdym z wariantów uwzględniono prognozowaną wielkość potoku ruchu, która ma zostać przetransportowana po sieci oraz prognozowaną strukturę pojazdów samochodowych.

Dla każdego wariantu założono zmianę struktury pojazdów ze względu na normy EURO spełniane przez silniki zgodnie z przeprowadzonymi prognozami. Strukturę pojazdów dla wariantu I przedstawiono w tabl. 3.1.

Tab. 3.1. Struktura pojazdów dla wariantu pierwszego 10

Standard EURO pojazdu	Autobusy	Samochody osobowe z zapłonem iskrowym	Samochody osobowe z zapłonem samoczynnym	Ciężarówki
EURO 0	14,59%	20,38%	1,43%	6,75%
EURO 1	7,07%	6,54%	1,83%	5,43%
EURO 2	21,36%	16,40%	5,62%	15,32%
EURO 3	27,09%	13,52%	13,96%	35,03%
EURO 4	15,20%	4,47%	6,59%	29,71%
EURO 5	8,49%	3,95%	2,30%	4,63%
EURO 6	6,20%	1,90%	1,10%	3,16%

Strukturę pojazdów dla pozostałych wariantów przedstawiono w tabl. 3.2. Badaniom, dla poszczególnych wariantów, poddano substancje: tlenek węgla (CO), tlenki azotu (NO_x) i węglowodory (HC).

Tab. 3.2. Struktura pojazdów dla wariantów drugiego, trzeciego i czwartego 10

Scenariusz	Standard EURO pojazdu	Autobusy	Samochody osobowe z zapłonem iskrowym	Samochody osobowe z zapłonem samoczynnym	Ciężarówki
realny (wariant drugi)	EURO 0	6,22%	16,30%	0,00%	1,20%
	EURO 1	3,35%	5,79%	1,08%	4,63%
	EURO 2	17,64%	15,65%	4,87%	14,68%
	EURO 3	26,16%	13,29%	13,74%	34,56%
	EURO 4	14,73%	4,32%	6,44%	29,39%
	EURO 5	8,30%	3,88%	2,23%	4,47%
	EURO 6	21,70%	6,80%	3,70%	11,06%
optymistyczny* (wariant trzeci)	EURO 0	5,75%	15,13%	0,00%	2,10%
	EURO 1	3,07%	5,68%	0,97%	3,13%
	EURO 2	16,71%	15,09%	4,31%	12,56%
	EURO 3	25,61%	13,33%	13,77%	34,57%
	EURO 4	14,69%	4,32%	6,44%	29,48%
	EURO 5	8,21%	3,88%	2,23%	4,44%
	EURO 6	24,20%	8,10%	4,90%	13,66%
pesymistyczny* (wariant czwarty)	EURO 0	11,32%	17,38%	0,00%	2,61%
	EURO 1	5,43%	5,86%	1,15%	4,74%
	EURO 2	19,72%	16,03%	5,25%	13,02%
	EURO 3	26,22%	13,33%	13,77%	34,80%
	EURO 4	14,93%	4,35%	6,48%	29,57%
	EURO 5	8,16%	3,92%	2,26%	4,53%
	EURO 6	12,20%	5,30%	2,70%	9,16%

* Jeżeli udział w strukturze jest mniejszy niż 100%, to oznacza, że brakującą częścią są pojazdy elektryczne.

Rozłożenie potoku ruchu zostało przeprowadzone na podstawie prognoz zapotrzebowania na usługi transportowe zarówno w segmencie pasażerskim, jak i towarowym. Popyt na usługi w segmencie przewozów pasażerskich obejmował *podróże biznesowe* (wykonywane w ramach stosunku pracy), *dojazdy do szkoły i pracy* i *inne* (w tym przejazdy turystyczne, dojazdy do teatru itp). Przewozy towarowe objęły czternaście podstawowych grup ładunków. Wielkość popytu wyrażono w liczbie pasażerów oraz w tonach na dobę

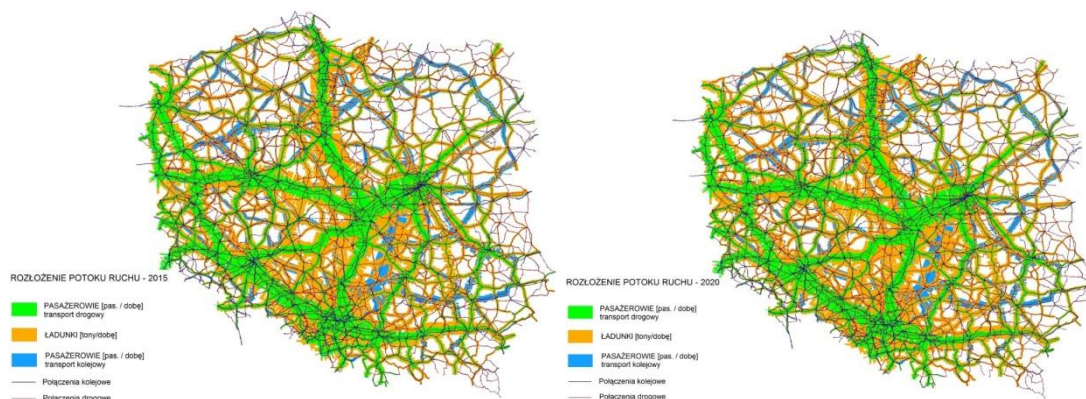
Rozłożenia dokonano na sieć kolejową i drogową. W przypadku sieci drogowej typy pojazdów używane do transportu ładunków i osób zostały zagregowane do pięciu rodzajów (autobusy, samochody osobowe z zapłonem samoczynnym i iskrowym oraz ciężarówki z zapłonem samoczynnym i iskrowym) i siedmiu typów norm EURO (EURO 0 – EURO 6). Założono, że struktura pojazdów ze względu na rodzaj transportu (pojazdy pasażerskie i towarowe) się nie zmienia. Jednakże założono, że zgodnie z trendem ulegnie zmianie struktura pojazdów ze względu na standard europejskich norm emisji spalin.

3.2 Ocena rozłożenia ruchu na sieć drogowo-kolejową

Zakłada się, że struktura sieci transportowej obejmuje sieć drogową i kolejową. Sieć kolejowa składa się z 4035 węzłów transportowych oraz 4437 połączeń transportowych. Sieć drogowa natomiast składa się z 14863 węzłów transportowych oraz 16666 połączeń transportowych. Obie sieci są ze sobą powiązane. Umożliwia to przedstawienie interakcji między tymi dwiema gałęziami transportu. Przykładowe rozłożenie potoku ruchu na sieć kolejowo-drogową przedstawiono na rys. 3.3. Dla każdego z wariantów rozłożenia potoku ruchu wyznaczono wielkość pracy przewozowej wykonanej w związku z przewozem pasażerów i przewozem ładunków. Przedstawiono je w tabl. 3.4.

Tab. 3.4. Wielkość pracy przewozowej związanej z przewozem pasażerów i przewozem ładunków 10

Wariant rozłożenia ruchu	Praca przewozowa wykonana przy przewozie pasażerów [pkm]	Praca przewozowa wykonana przy przewozie pasażerów [tkm]
wariant pierwszy	654743038	251300708
wariant drugi	715466582	264294491
wariant trzeci	761392624	275694844



Rys. 3.3. Przykładowe rozłożenie potoku ruchu dla wariantu I oraz II 10

Dla wykonanego rozłożenia potoku ruchu z zastosowaniem modelu EMITRANSYS wyznaczono wielkość emisji szkodliwych związków spalin (tabl. 3.5).

Tab. 3.5. Wielkość emisji szkodliwych związków spalin dla rozłożenia ruchu – warianty II, III i IV 10

Wariant	Wielkość emisji HC [g]	Wielkość emisji CO [g]	Wielkość emisji NO _x [g]
pierwszy	80595118	388919261	1413797760
drugi	80998640	402946592	1413797760
trzeci	77617900	394469118	1382488645

WNIOSKI

Badania systemu transportowego z punktu widzenia kształtowania polityki transportowej wymagają oceny dopasowania infrastruktury i suprastruktury do zakresu usług transportowych. Ocena taka jest podstawą decyzji polityki transportowej zmierzającej do osiągnięcia równowagi między zadaniami (popytem) i wyposażeniem (podażą usług transportowych).

Istotnym aspektem aktualnej polityki transportowej jest ekologia transportu. Determinuje to poszukiwanie metod i narzędzi wspomagających decyzje na różnych szczeblach co realizacji planów transportowych. Tym bardziej, że takie decyzje muszą uwzględniać wiele punktów widzenia.

Przedstawione możliwości modelu EMITRANSYS wskazują, że jest to narzędzie które umożliwia prowadzenie wieloaspektowej analizy rozwoju systemu transportowego. Model ten pozwala na analizy scenariuszowe rozłożenia ruchu w sieci transportowej ze względu na różne kryteria.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wybrane aspekty kształtowania zrównoważonego rozwoju systemu transportowego. Opisano istotę analiz scenariuszowych wraz z procedurą wykonania takich analiz. Na przykładzie rozłożenia potoku ruchu na sieć transportową Polski, dla kilku scenariuszy rozwoju wskazano na możliwe zastosowanie modelu symulacyjnego EMITRANSYS. Wykonano wielowariantowe rozłożenie potoku ruchu dokonując badania dostosowania infrastruktury do zadań oraz wyznaczono wielkość emisji szkodliwych związków spalin.

Słowa kluczowe: ekologia transportu, analizy scenariuszowe, zrównoważony rozwój systemu transportowego

Scenario analysis of the distribution of traffic in the transport network in the context of sustainable development

Abstract

The paper presents some aspects of shaping the sustainable development of the transport system. Describes the essence of scenario analysis together with the procedure to take such analyzes. For example, distribution of the traffic flow on transport network for several scenarios of development, it was possible to use the simulation model EMITRANSYS. Performed multivariate distribution of traffic flow.

Keywords: Ecology transport, scenario analysis, sustainable development of the transport system

BIBLIOGRAFIA

1. Ambroziak T., Gołębiowski P., Woźnicki K., Jacyna-Gołda I., Jachimowski R., Kłodawski M., Lewczuk K., Szczepański E., Wariantowe rozłożenie potoku ruchu w zadanej sieci przy uwzględnieniu kosztów zewnętrznych. *Logistyka* nr 4, 2014, str. 1605-1616.
2. Ambroziak, T., Gołębiowski, P., Pyza, D., Jacyna-Gołda, I., Merksisz-Guranowska, A., Identification and analysis of parameters for the areas of the highest harmful exhaust emissions in the model EMITRANSYS. *Journal of KONES Powertrain and Transport*, 2013, vol. 20, nr 3, str. 9-20.
3. European Environment Agency, Air quality in Europe – 2012 report, Copenhagen 2012.
4. Jachimowski R., Lewczuk K., Szczepański E., Wasiak M., Wybrane aspekty prawne dotyczące rozwoju zrównoważonego systemu transportowego ze względu na ograniczenie emisji spalin. *Logistyka* nr 6, 2014, str. 4625-4632.
5. Jacyna M., Modelowanie rozwoju systemu transportowego z uwzględnieniem kosztów zewnętrznych. *Logistyka* nr 6, 2014, str. 4668-4677.
6. Jacyna M., Wasiak M.: Metoda wielokryterialnej oceny wariantów realizacji inwestycji infrastrukturalnych w transporcie. *Prace Naukowe, Transport*, z.63, OW PW, Warszawa 2007, str.119-124.
7. Jacyna M., Żak J., Jacyna-Gołda I., Merksisz J., Merksisz-Guranowska A., Pielecha J.: Selected aspects of the model of proecological transport system. *Journal of KONES Powertrain and Transport*, 2013, vol. 20, No. 3, pp. 193-202.
8. Jacyna M.: Modelowanie i ocean systemów transportowych. *Oficyna Wydawnicza PW*, Warszawa 2009.
9. Jacyna, M., Merksisz, J., Proecological approach to modelling traffic organization in national transport system. *The Archives of Transport*, issue 2/vol. 30, Warsaw 2014, pp. 31-42.
10. Jacyna-Gołda I., Lewczuk K., Szczepański E., Gołębiowski P., Rozłożenie ruchu w sieci transportowej z zastosowaniem modelu EMITRANSYS w aspekcie scenariuszy rozwoju system transportowego. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej*, Warszawa 2014
11. Jacyna-Gołda I., Żak J., Gołębiowski P., Models of traffic flow distribution for various scenarios of the development of proecological transport system. *The Archives of Transport*, issue 32/vol. 4, Warsaw 2014, pp. 17 – 28.
12. Komisja Europejska: Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu [on-line].
13. Komisja Wspólnot Europejskich: Zielona Księga. W kierunku nowej kultury mobilności w mieście [on-line].
14. Pisano G.P., Knowledge, integration, and the locus of learning: An empirical analysis of process development. *Strategic Management Journal*, 15 (2), 1994, pp. 85–100.
15. Porter M.E., *Strategia konkurencji. Metody analizy sektorów i konkurentów*. PWE, W-wa 1998, str. 232.
16. Regulation (EC) No 715/2007 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2007 on type approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 5 and Euro 6) and on access to vehicle repair and maintenance information.
17. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz. U. 2001 Nr 62 poz. 627
18. Van Der Heijden K., Bradfield R., Burt G., Cairns G., Wright G., *The Sixth Sense: Accelerating Organisational Learning with Scenarios*, Wiley, Chichester 2002.
19. Wasiak M., Kłodawski M., Lewczuk K., Jachimowski R., Szczepański E., Chosen aspects of simulation model to designing proecological transport system. *Journal of KONES Powertrain and Transport*, 2014, vol. 21 No.4, pp. 525-532.
20. Worthington W.J., Collins J.D., Hitt M.A., Beyond risk mitigation: Enhancing corporate innovation with scenario planning. *Business Horizons* 2009, 52, s. 444.