

Dr Dariusz Bernacki,
Instytut Morski w Gdańsku.

Sieciowe aspekty działalności transportowej

Streszczenie

W transporcie przeważa sieciowy sposób produkcji usług przewozowych. W artykule przedstawiono istotę i rodzaje sieci transportowych (prosty, złożony) oraz wskazano na najważniejsze zależności związane z ich funkcjonowaniem. Rozwój złożonych sieci transportowych konsolidujących przewozy, to wynik kompromisu do jakiego dochodzi między producentami i użytkownikami transportu. Korzyści (kosztowe) skali, zakresu i intensywności działalności transportowej, jakie uzyskuje przewoźnik organizując sieć konsolidującą przewozy są weryfikowane pod kątem kosztów efektywnych i kosztów czasu, jakie ponosi użytkownik (pasażer, załadowca) korzystający z sieciowych usług transportowych.

Słowa kluczowe: sieć transportowa, przewozy pasażerskie i towarowe, konsolidacja.

Wstęp

Produkcja usług transportowych w coraz większym stopniu nabiera cech działalności sieciowej. Sieci transportowe różnią się pod względem rodzajów i topologii, tzn. struktury w ujęciu fizycznym (materialnym) i logicznym. Przedmiotem analizy jest sieć transportowa rozumiana jako sposób, w jaki przewoźnik organizuje przemieszczanie strumieni pasażerów i ładunków oraz zarządza ruchem środków transportu.

Celem artykułu jest przedstawienie istoty i rodzajów sieci transportowych, a także wskazanie na najważniejsze zależności organizacyjne i ekonomiczne związane z ich funkcjonowaniem.

Sieciowy sposób produkcji usług transportowych oddziałuje zarówno na przewoźników, jak i na użytkowników transportu, pasażerów i załadowców.

1. Istota i rodzaje sieci transportowych

Sieć transportowa, to zespół (zbiór) punktów transportowych i występującym między nimi powiązań transportowych w postaci tras (ścieżek) przewozu, przeznaczona dla podróży osób, przemieszczania ładunków i przejazdu pojazdów. W sieci wyróżnia się punkty transportowe początkowe (nadania przesyłek, podróży, O-origin), końcowe (odbioru przesyłek, podróży, D-destination) oraz węzły (H-hubs), spełniające zadania punktów przesiadkowych dla ruchu pasażerskiego i konsolidacyjno-rozdzielcze dla ruchu towarowego. Punkty w sieci zapewniają obsługę jednej gałęzi transportu podczas gdy węzły mogą być dostosowane do transferu strumieni pasażerów i/lub ładunków w ramach jednej lub kilku gałęzi transportu. Miarą wykorzystania sieci dla celów transportowych jest natężenie ruchu, tzn. liczba

Logistyka - nauka

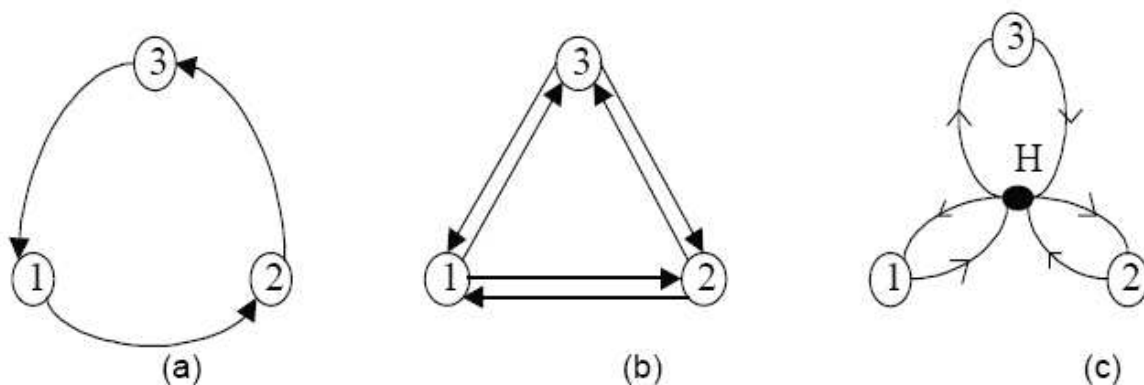
przemieszczających się środków transportu, osób lub masa przewożonych ładunków w określonej jednostce czasu.

Sieci transportowe charakteryzuje się względem ich rodzajów i topologii, tzn. struktury w ujęciu fizycznym (materialnym) i logicznym. Względem zasięgu, wyróżnić można sieci lokalne, rozległe i hybrydowe¹. Sieci lokalne/regionalne (ang. small-world network) charakteryzują się gęstą liczbą powiązań między sąsiadującymi w pobliżu punktami transportowymi. Tego rodzaju sieć występuje wokół dużych węzłów (hubów) transportowych lub w ośrodkach społeczno-gospodarczych (miastach). Rozległa sieć transportowa (ang. world scale free network) charakteryzuje się dużym zasięgiem tras między kilkoma węzłami rozmieszczonymi w znacznej odległości od siebie, hierarchiczną strukturą w postaci nielicznych punktów o wielu połączeniach i wieloma punktami o nielicznych powiązaniach oraz możliwością skalowania jej rozmiarów poprzez dodawanie lub odejmowanie punktów transportowych względnie w wyniku zmiany przebiegu tras w obrębie sieci. Pośrednim rozwiązaniem, łączącym cechy sieci lokalnych i rozległych, jest hybrydowa sieć transportowa. Z kolei regularna sieć transportowa charakteryzuje się tym, że wszystkie punkty transportowe mają taką samą liczbę powiązań transportowych. Podstawowe topologie sieci transportowych, to: układy powiązań transportowych w formie gwiazdy (wszystkie trasy przewozu zbiegają się w jednym węźle transportowym), pierścienia (trasy transportowe przebiegają po krawędziach układu punktów i łączą je w określonej sekwencji zbliżonej do pętli), liniowej (wszystkie punkty transportowe są powiązane za pomocą jednego połączenia), rozproszonej (każde pary ze zbioru punktów transportowych sieci są powiązane oddzielnymi trasami), macierzy (punkty transportowe są połączone bez konieczności wykorzystywania węzła; każdy punkt transportowy jest powiązany z innym punktem bezpośrednio lub za pośrednictwem innych punktów transportowych sieci), układy złożone i hierarchiczne oparte na kombinacji podstawowych topologii sieci.

Topologia fizyczna sieci opiera się na infrastrukturze transportu, linowej (drogi kołowe, linie kolejowe, szlaki wodno-śródlądowe, baseny i kanały portowe) i punktowej (porty lotnicze i porty morskie, stacje kolejowe, terminale intermodalne, dworce autobusowe, przystanki, obiekty umożliwiające czasowe składowanie/magazynowanie ładunków lub grupowanie pasażerów w oczekiwaniu na rozpoczęcie podróży lub ich transfer związany z przesiadką). Topologia logiczna sieci transportowej z kolei, to sposób przemieszczania strumieni pasażerów i ładunków. Organizacja przewozów może w większym (transport lądowy) lub w

¹ Zob. J-P.Rodrigue, C.Ducruet, Transport networks, w: J-P.Rodrigue, C.Comtois, B.Slack (eds.), The geography of transport systems, Routledge, 2nd edition, 2009.

mniejszym (transport lotniczy, transport morski) stopniu być uzależniona od fizycznego układu infrastruktury transportu. Ponadto trasy przewozu mogą mieć różny przebieg, a przewozy pasażerów, ładunków i ruch środków transportu zorganizowane na różne sposoby. Przykładowo sieć transportowa obejmująca trzy punkty transportowe może działać na logicznej zasadzie pierścienia (rys.1, a), sieci dwukierunkowej łączącej każdy z punktów (rys.1, b), wreszcie może zostać zorganizowana w formie gwiazdy, z włączonym dodatkowo do sieci punktem węzłowym ewentualnie rolę węzła spełniać może jeden z trzech punktów sieci(rys.1,c)



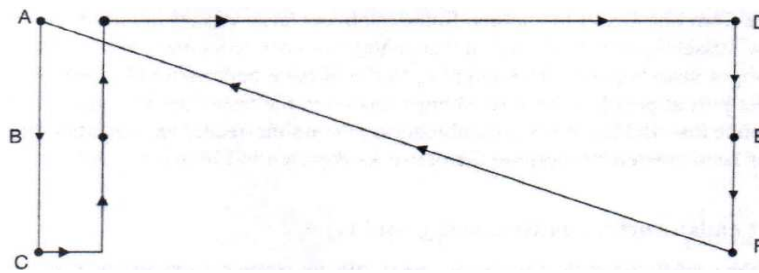
Rys.1. Sposoby zorganizowania przewozów (topologia logiczna sieci) w ramach fizycznej struktury sieci złożonej z trzech punktów transportowych.

źródło: L.Basso, S.R. Jara-Diaz, From economies of density and network scale to multioutput economies of scale and scope; A Syntesis. European Transport Conference Proceedings, Strasbourg 2006.

2. Złożone sieci transportowe

Dwa podstawowe modele złożonych sieci transportowych opierają się na systemie tras przewozu zapewniającym bezpośrednie połączenia punktów O-D (typ sieci point-to-point, P2P) i na systemie tras zbiegających się w węzle transportowym (typ sieci opartej na topologii gwiazdy i połączeniach pośrednich $O/D \leftrightarrow H \leftrightarrow D/O$).

Złożone sieci typu P2P mogą przyjmować postać bezpośrednich połączeń par punktów O-D, stosowane przy organizacji przewozów całopojazdowych i kurierskich, układu tras łączących jeden punkt początkowy z wieloma punktami końcowymi (lub odwrotnie), wykorzystywane przy przewozach zbiorowych, a także w regularnych/wahadłowych przewozach morskich, lotniczych i kolejowych, macierzy tras zapewniającej połączenia każdego punktu z każdym innym punktem sieci. Przewozy jedno- i dwukierunkowe opierają się na logicznej zasadzie pierścienia, macierzy (ang. fully meshed or grid-network) i magistrali, przy czym w tym ostatnim przypadku trasa przewozu w jednym kierunku może pokrywać się lub też różnić z przebiegiem trasy w kierunku powrotnym. Przykład złożonej i rozległej sieci typu P2P w oceanicznej żegludze kontenerowej przedstawiono na rysunku 2.



Rys.2. Złożona sieć transportowa typu P2P w żegludze kontenerowej – schemat obsługi portów $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ (zbiór portów w regionie 1) i portów $\rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow$ (zbiór portów w regionie 2) w rejsie okrężnym kontenerowca i dodatkowo przy dwukrotnym zawinięciu statku do portu A.

źródło: W.K. Talley, Port economics, Routledge, London and New York 2009, s. 3.

Najważniejsze cechy, jakie wykazuje złożona sieć transportowa typu P2P, to:

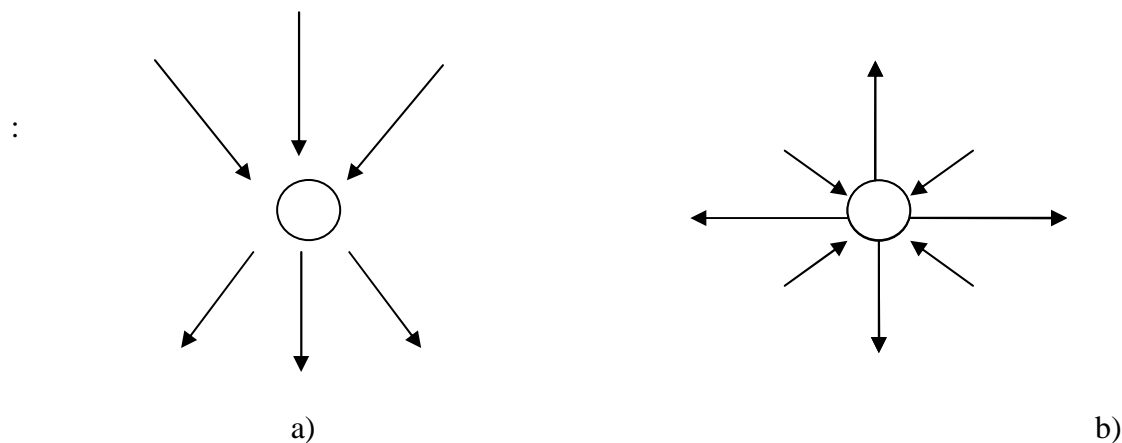
- punkty sieci są połączone bezpośrednio, przez co w trakcie przewozu nie ma potrzeby wykonywania transferu pasażerów/przeładunków; przeciętne odległości i czas przewozu w sieci są krótkie, a niezawodność transportu rozumiana jako wykonanie przewozów w uzgodnionym/zaplanowanym czasie jest duża,
- liczba punktów objętych obsługą i tras przewozu jest ograniczona do kierunków na których przemieszczane są odpowiednio duże strumienie pasażerów/ładunków, a więc trasy przebiegają między nielicznymi, centralnie położonymi punktami transportowymi,
- sieć charakteryzuje się niską zdolnością adaptacji do pojawiających się na rynkach transportowych zmian we wszystkich jej elementach, a mianowicie w zdolności przewozowej/przepustowej, w strukturze tras, w liczbie i w lokalizacji obsługiwanych punktów transportowych; ryzyko operacyjne funkcjonowania tego rodzaju sieci jest związane z pojawiającą się w punktach transportowych kongestią i z brakiem zbilansowania kierunkowego w wielkości przewozów,
- możliwości podwyższenia efektywności kosztowej funkcjonowania sieci są ograniczone i związane są przede wszystkim z korzyściami skali, jakie uzyskuje przewoźnik zatrudniając na głównych kierunkach przewozu środki transportu o powiększonej ładowności/pojemności; wprowadzenie do systemu dużych środków transportu z reguły powoduje jednak obniżenie częstotliwości świadczonych usług przewozowych,
- koszty efektywne ponoszone przez użytkowników sieci transportowej (pasażerów, załadowców) są wysokie (ceny biletów, przewoźne), niższe są natomiast koszty związane z czasem przewozu między punktami transportowymi sieci,

Logistyka - nauka

-dostępność (przestrzenna i czasowa) użytkowników do sieci transportowej jest niska, gdyż za wyjątkiem podmiotów mieszkających/zlokalizowanych w pobliżu objętych obsługą punktów transportowych, pozostali użytkownicy zmuszeni są ponosić dodatkowe, wysokie koszty pieniężne (efektywne) i niepieniężne (koszty związane z czasem) aby dotrzeć do centralnie położonych punktów początkowych/końcowych podróży/przewozów.

Generalnie, sieci transportowe oparte na połączeniach bezpośrednich O-D stosuje się, gdy duże są jednorazowe partie/grupy nadania ładunków/pasażerów, zapewniony jest wysoki poziom wykorzystania środków transportu, krótkie są odległości przewozu, niewielkie są możliwości akwizycji dodatkowych pasażerów i ładunków na trasie przewozu.²

W sieci transportowej opartej na topologii gwiazdy, trasy przewozu zbiegają się i rozchodzą do/z głównego węzła transportowego. W zależności od spełnianych w sieci funkcji, wyróżnić można węzły transportowe skupiające/rozpraszające lub konsolidujące/rozdzielające strumienie przemieszczanych pasażerów i ładunków (rys.3.).



Rys.3. Węzły transportowe, skupiająco-rozpraszający (a) i konsolidująco-rozdzielczy (b).

źródło: K.J.Button, Economics of transport networks, w: K.J.Button, D.A.Hensher, Transport systems and traffic control, Pergamon 2001, s.70.

W węzle skupiająco-rozpraszającym krzyżują się przewozy dalekiego zasięgu i dużych strumieni pasażerów i ładunków. Transfer pasażerów i/lub przeładunek odbywa się między środkami transportu tego samego rodzaju i wielkości (ang. interlining transshipments) po to, aby zmieniony został kierunek przewozów. Niekiedy transfer pasażerów i przeładunki są związane z przewozami sztafetowymi na głównej trasie przewozu (ang. relay transshipments). Węzły konsolidująco-rozdzielcze zapewniają transfer pasażerów/ładunków między dużymi i mniejszymi środkami transportu tej samej gałęzi (przykładowo przeładunek kontenerów z

² J.Woxenius, Alternative transport network design and their implications for intermodal transport technologies, European Transport no 35 2007, s. 27-45.

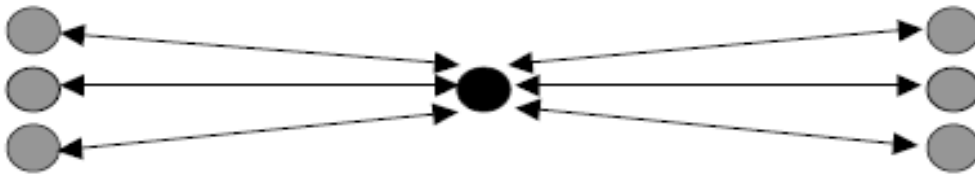
Logistyka - nauka

mega kontenerowców zatrudnionych na liniach oceanicznych na mniejsze statki przewożące kontenery na trasach bliskiego zasięgu do/z portów regionalnych i lokalnych, transfer na lotnisku pasażerów z dużych samolotów dalekiego zasięgu na mniejsze jednostki obsługujące rynki regionalne/lokalne) oraz obsługują przewozy wielogałęziowe, gdzie transfer jest związany ze zmianą w podróży/przewozie rodzaju środka transportu (przykładowo przeładunki w porcie morskim w relacjach statek-wagon/samochód ciężarowy/barka, transfer pasażerów na lotnisku z samolotu na połączenia kolejowe, autobusowe). Głównym zadaniem tego rodzaju węzłów jest zapewnienie sprawnej zmiany środków transportu oraz rozdział strumieni pasażerów/towarów na przewozy dalekiego zasięgu i na przewozy skierowane do punktów początkowych/końcowych sieci transportowej ewentualnie do miejscowości/odbiorców/nadawców zlokalizowanych na obsługiwanym przez węzeł transportowy zapleczu. Ważnym zagadnieniem wskazującym na rolę i funkcje spełniane w sieci przez węzły transportowe jest to, w jakim stopniu są one zaangażowane w transfer strumieni pasażerów/ładunków w układzie jednogałęziowym. Transfer pasażerów/ładunków między środkami transportu tej samej gałęzi określa się mianem transshipmentu (ang. transshipments).

Sieć na którą składa się jeden węzeł centralny, a wszystkie pozostałe punkty początkowe i końcowe sieci są z nim połączone, to sieć jednowęzłowa (ang. 1-hub-system). Strumienie pasażerów/towarów są przewożone z punktów początkowych do węzła transportowego, gdzie następuje ich rozdzielenie na trasy wiodące do punktów końcowych. Jest to sieć dwukierunkowa, a sposób w jaki zorganizowane są przewozy określa się mianem systemu piasty i szprychy (ang. hub-and-spoke, H&S). Modelowo sieć składa się z jednego, głównego węzła sieci (na przykład centralny port lotniczy, portowe centrum załadowczo-rozładowcze, główny dworzec autobusowy, kluczowy terminal intermodalny) i z kilku regionalnych/lokalnych połączeń umożliwiających przewozy w relacjach węzeł-początkowe/końcowe punkty transportowe sieci. System hub and spoke zaistniał po raz pierwszy w 1955 r. w przewozach lotniczych, kiedy to amerykański przewoźnik Delta Airlines umożliwił pasażerom podróżowanie z przesiadkami na kilku obsługiwanych przez siebie połączeniach lotniczych. System został adoptowany dla potrzeb morskiej żeglugi kontenerowej w latach 80. ubiegłego stulecia, a za prekursora uważany jest Maersk Line, największy na świecie armator żeglugi kontenerowej. Armator wykorzystał Hong Kong jako punkt węzłowy, do którego zbiegały się morskie połączenia dowożące i odwożące strumienie kontenerów do/z pobliskich mniejszych portów azjatyckich. W kolejnych dwóch latach na trasie Europa-Daleki Wschód armator ustanowił porty podrózne typu hubs w Algeciras i w

Dubaju. W pierwszym dokonywano początkowo przeładunków kontenerów w relacjach statek oceaniczny-mniejsze statki zatrudnione na liniach dowozowo-odwozowych w zachodniej części Morza Śródziemnego. Wkrótce port w Algeciras stał się również punktem węzłowym dla obsługi przewozów kontenerowych do/z portów zachodniego wybrzeża Afryki. Z kolei port w Dubaju funkcjonował jako hub dla linii żeglugowych obsługujących porty Afryki Wschodniej³.

Przykład jednowęzłowej sieci transportowej z przewozami zorganizowanymi na wzór hub-and-spoke przedstawiono na rysunku 4.



Rys.4. Jednowęzłowa sieć transportowa typu hub-and-spoke.

źródło: T.E. Notteboom, Bundling of freight flows and hinterland network development, w: R.Konings, H.Priemus, P.Nijkamp, The future of intermodal freight transport operations, technology, design and implementation, Cheltenham, Edward Elgar, 2008, s.66-88.

W stosunku do sieci opartej na połączeniach każdego punktu z każdym (P2P), system hub-and-spoke zapewnia większą liczbę potencjalnych połączeń punktu nadania z punktami końcowymi (pośrednio poprzez koordynację przewozów i przeładunków w węźle), większą częstotliwość przewozów, a jednocześnie wzrost liczby pasażerów/wielkości przesyłek transportowanych jednorazowo do węzła, gdzie następuje rozdzielenie strumieni pasażerów i ładunków na trasy skierowane do punktów końcowych sieci. Zwiększa się wykorzystanie zdolności przewozowych środków transportu, a przez to uzyskuje korzyści spowodowane obniżeniem jednostkowych kosztów przewozu. Z kolei ponoszone w węźle transportowym koszty związane z transferem pasażerów i przeładunkami z jednego środka transportu na drugi i straty czasu, jakie występują w związku z transferem i z oczekiwaniem na rozpoczęcie podróży/przewozów z węzła do punktów O-D, redukują korzyści kosztowe związane ze wzrostem intensywności działalności transportowej⁴.

W wielowęzłowych sieciach transportowych (ang. multi-hub and spoke system, MH&S), węzły transportowe są połączone magistralą, najdłuższą w sieci trasą na której przemieszczane są duże strumienie pasażerów/ładunków (rys.5.).

³ Zob. A Fremont, Global maritime networks. The case of Maersk, Journal of Transport Geography vol.15, no 6, 2007, s. 431-442.

⁴ Y.M. Bontekoning, Hub exchange operations in intermodal hub-and-spoke networks, The Netherlands TRAIL Research School, Delft 2006, s.3.



Rys.5. Dwuwęzłowa sieć transportowa oparta na koncepcji piasty i szprychy.

źródło: E. Defilippi, Access regulation for naturally monopolistic port terminals, Erasmus Research Institute of Management, Rotterdam 2010, s.120-121.

Dwuwęzłowa sieć transportowa oparta na koncepcji piasty i szprychy znajduje powszechne zastosowanie w przewozach pasażerskich w transporcie lotniczym.

Hybrydowe sieci H&S (ang. Hybrid Hub&Spoke, HH&S) to systemy mieszane, gdzie strumienie ładunków są przemieszczane z wykorzystaniem hubów ale również na połączeniach bezpośrednich między punktami O-D sieci, o ile uzasadniają to względy operacyjne i zmiany w efektywnym popycie na przewozy⁵. Są to złożone, hierarchiczne i rozległe sieci znajdujące zastosowanie przede wszystkim w transporcie towarowym lądowym i morskim, w systemach jedno-i wielogałęziowych, w przewozach zbiorczych i całopojazdowych.

Najważniejsze cechy, jakie wykazuje złożona sieć transportowa typu H&S, to:

- występowanie transshipmentów w węzłach transportowych; jest to podstawowy czynnik konstytuujący konfigurację i określający zasady funkcjonowania sieci transportowej; usługi wykonywane w węzłach transportowych decydują o sprawności ruchu pojazdów oraz o efektywności przewozów pasażerskich i towarowych w sieci; nie bez przyczyny optymalizacja transshipmentów (ang. economics of transshipments), to podstawowe zagadnienie logistyczne i ekonomiczne związane z sieciami opartymi na systemie piasty i szprychy; przedmiotem rachunku ekonomicznego jest między innymi porównanie korzyści kosztowych powstających na skutek konsolidacji i dekonsolidacji strumieni pasażerów i ładunków oraz wzrostu natężenia ruchu, z dodatkowymi kosztami, jakie są ponoszone w związku z: dewiacją trasy do hubu względem bezpośredniego połączenia O-D, transshipmentem pasażerów i ładunków w węzłach i z kosztami przewozu w relacjach węzeł-punkty początkowe/końcowe sieci,

⁵ A.Paul, Centrality in strategic transportation network design. An application to less-than-truckload networks, Universitat zu Koeln, Koelner Wissenschaftsverlag, Koeln 2011, s.18-19

Logistyka - nauka

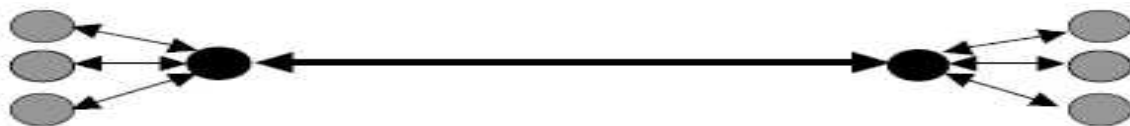
- przeciętne odległości przewozu w sieci oraz czas przemieszczania w sieci strumieni pasażerów i ładunków są dłuższe oraz niższa jest niezawodność transportu, co jest związane z rozbudowaną siatką lokalnych połączeń z węzłami oraz z dużą współzależnością w czasie wykonania usług transportowych na połączeniach lokalnych (w relacjach punkt początkowy/końcowy podróży/przewozu-węzeł transportowy) i na połączeniach głównych, dalekiego zasięgu między węzłami transportowymi; różnice między rzeczywistym i zaplanowanym czasem wykonania przewozów w sieci lokalnej i rozległej obniżają niezawodność transportu,
- sieć oparta na koncepcji H&S charakteryzuje się wysoką zdolnością adaptacji do zmian pojawiających się na rynkach transportowych poprzez dodawanie lub odejmowanie połączeń w sieciach lokalnych, a także w zakresie zmiany centralnych węzłów transportowych (dla przewozów wykonywanych na dalekie odległości, zmiana węzła do którego są kierowane skoncentrowane strumienie pasażerów i ładunków nie niesie za sobą istotnych skutków ekonomicznych i związanych z czasem wykonania przewozów; w uproszczeniu stwierdza się, że skoncentrowane strumienie pasażerów i ładunków stają się mniej lojalne względem hubów, które je obsługują; ryzyko operacyjne funkcjonowania tego rodzaju sieci jest związane z utrzymaniem wysokiego poziomu koordynacji w zakresie rozmiarów, jakości i czasu produkcji transportowej w sieci,
- połączenie dzięki węzłom sieci lokalnych i rozległych sprawia, że rozszerzane są rynki objęte obsługą transportową, powiększa się liczba potencjalnych połączeń, a oferowane usługi transportowe są integrowane w systemy/łańcuchy, które z kolei w coraz większym stopniu zapewniają obsługę pasażerów i przewozy towarów w relacjach dom-dom; kompleksowe i komplementarne rozwiązania transportowe oferowane przez sieć zorganizowaną na wzór piasty i szprychy decydują o jej dużej użyteczności dla pasażerów i załadowców, co z reguły konkretyzuje się we wzroście popytu na przewozy i w większej skłonności użytkowników do zapłaty za usługi transportowe,
- możliwości uzyskiwania przez producentów usług korzyści kosztowych wynikających z konfiguracji i sposobu funkcjonowania sieci typu H&S są duże, związane z konsolidacją strumieni pasażerów i towarów na głównych trasach łączących węzły transportowe i z zatrudnianiem do przewozów środków transportu o dużej ładowności/pojemności, powstające na skutek rozszerzania zakresu obsługiwanych rynków i zróżnicowania świadczonych usług, wynikające ze wzrostu natężenia ruchu pojazdów i wzrostu przewozów w sieci.

Sieci transportowe typu hub-and-spoke są powszechnie wykorzystywane przy organizacji przewozów lotniczych, w oceanicznej żegludze kontenerowej, w zbiorczych przewozach samochodowych⁶.

3. Rozwój złożonych sieci transportowych konsolidujących przewozy

Konsolidacja strumieni w transporcie to konieczne działanie w przypadku, gdy rozmiar popytu efektywnego na usługi transportowe jest zbyt mały aby przewozy pasażerów/ładunków odbywały się w relacjach bezpośrednich O-D. Konsolidacja może obejmować koordynację w czasie nadania przesyłek i rozpoczęcia podróży pasażerów, grupowanie pasażerów/ładunków w celu ich przewozu jednym, dużym środkiem transportu, organizację przemieszczania w taki sposób aby przewozy kierowane do różnych miejsc przeznaczenia w możliwie dużym stopniu odbywały się na wspólnym odcinku trasy⁷. Konsolidacja w transporcie polega zatem na tym, że strumienie pasażerów/ładunków nadawane z różnych punktów początkowych i kierowanych do różnych punktów końcowych są przewożone tym samym środkiem transportu i/lub odbywają się na wspólnym odcinku sieci transportowej⁸.

Sieci transportowe to jedno z najważniejszych, systemowych narzędzi kształtowania konsolidacji w przewozach. W transporcie tworzone są sieci złożone (łącznie zasady funkcjonowania sieci w oparciu o połączenia bezpośrednie i pośrednie), wielowarstwowe (integrujące sieci rozległe i lokalne) i hierarchiczne (różnicujące punkty transportowe na te, które spełniają w sieci funkcje węzłów, punktów nadania/odbioru, pośrednich punktów przeładunkowych zlokalizowanych na trasie przewozu, różnicujące trasy przewozu na główne, regionalne/lokalne, dalekiego i krótkiego zasięgu) prowadzące do konsolidacji ruchu środków transportu, strumieni pasażerów/ładunków i przewozów. Przykładowe rodzaje sieci konsolidujących przedstawiono na rysunku 6.



Sieć transportowa konsolidująco-dystrybucyjna wykorzystująca koncepcję piasty i szprychy.

⁶ A.Paul, Centrality in strategic transportation network design, op.cit.,18-19.

⁷ E.Kreutzberger, R.Konings, C.Witteveen, Modelling the bundling of intermodal rail flows from/to seaports, Delft University of Technology, Delft 2009.

⁸ E.D. Kreutzberger, Distance and time in intermodal goods transport networks in Europe; A generic approach, Transport Research Part A, Elsevier 2008, s. 973-993.



Sieć transportowa konsolidująca liniowa wykorzystująca koncepcję O-D z symetrycznym przebiegiem tras przewozu.



Sieć transportowa konsolidująca liniowa wykorzystująca koncepcję O-D z asymetrycznym przebiegiem tras przewozu.

Rys.6. Złożone sieci transportowe konsolidujące (węzły transportowe zaznaczone kolorem czarnym).

źródło: T.E. Notteboom, Bundling of freight flows and hinterland network development, w: R.Konings, H.Priemus, P.Nijkamp, The future of intermodal freight transport operations, technology, design and implementation, Cheltenham, Edward Elgar, 2008, s.68.

Efekty, jakie uzyskuje się w wyniku wdrożenia sieci konsolidujących, to lepsze wykorzystanie zdolności przewozowych środków transportu i/lub wyższa częstotliwość ruchu środków transportu, zatrudnianie na głównych połączeniach dużych środków transportu, optymalizacja alokacji floty transportowej na połączeniach, rozszerzanie rynków objętych obsługą transportową⁹. Korzyści ekonomiczne, jakie są udziałem przewoźnika, to oszczędności w kosztach przewozu wynikające z eksploatacji dużych środków transportu i zwiększenia wykorzystania ładowności/pojemności środków transportu oraz z rozszerzenia asortymentu świadczonych usług (przewóz jednym środkiem transportu ładunków dla różnych załadowców, łączenie przewozów pasażerskich i towarowych). W rezultacie niższe są przeciętne koszty sieciowej produkcji usług transportowych.

Niekorzyści, jakie towarzyszą konsolidacji, to dodatkowy transfer pasażerów/przeładunki związane ze zmianą kierunków przewozu i środków transportu, dłuższe trasy i czas przewozu, zwiększone ryzyko zakłóceń w przewozach wynikające z trudności w zachowaniu synchronizacji przewozów i rozkładowości ruchu środków transportu, wreszcie mniej efektywne kosztowo przewozy na połączeniach lokalnych. W tym ostatnim przypadku rozwój lokalnych sieci transportowych, których zadaniem jest dowóz/odwóz pasażerów/ładunków do węzłów transportowych dokonuje się na zbliżonych zasadach, jak przy organizacji

⁹ E. Kreutzberger, Lowest cost intermodal freight transport bundling networks; conceptual structuring and identification, European Journal of Transport Infrastructure Research 2010, vol.12, issue 2, s.160-161, G.Wilmsmeier, T. Notteboom, Determinants of liner shipping network configuration; A two region comparison, Proceedings of the International Association of Maritime Economists Conference, Copenhagen 2009.

Logistyka - nauka

przewozów w rozległych sieciach transportowych. Konfiguracja tras przewozów i punktów objętych obsługą przebiega z uwzględnieniem czasu i odległości przewozu, potencjalnego i efektywnego popytu na poszczególnych rynkach cząstkowych, korzyści kosztowych związanych z wielkością środków transportu i z częstotliwością przewozów. Dwa podstawowe sposoby funkcjonowania lokalnych sieci transportowych, to:

-system gwiazdzisty, oparty na bezpośrednich połączeniach węzła z satelitarnymi punktami transportowymi; system zapewnia krótki czas przewozu ale wymaga zatrudnienia na lokalnych połączeniach większej liczby mniejszych środków transportu, co znajduje odzwierciedlenie w wyższych kosztach transportu,

-system oparty na topologii pierścienia, tzn. obsłudze kilku lokalnych punktów transportowych w formie pętli; czas i odległość przewozu z punktów O/D do węzłów są w takim przypadku dłuższe ale umożliwia to zatrudnienie większych środków transportu, a przez to przeciętny koszt przewozu pasażerów/ładunków w relacjach z węzłem transportowym jest niższy.

Optymalizacja korzyści i niekorzyści kosztowych przewoźnika związanych z funkcjonowaniem i konfiguracją konsolidujących sieci transportowych podlega weryfikacji przez użytkowników, pasażerów i załadowców. Ich skłonność do zapłaty za świadczone w sieci usługi transportowe jest w dużym stopniu uzależniona od ponoszonych kosztów globalnych (społeczno-ekonomicznych), kosztów efektywnych i kosztów związanych z czasem przemieszczania. Koszty czasu przewozu pasażerów są na tyle wysokie, że w porównaniu z rozwiązaniami stosowanymi przy przewozach towarowych, sieci transportowe przeznaczone do obsługi ruchu pasażerskiego charakteryzują się wyższym stopniem integracji i niższym poziomem konsolidacji¹⁰.

Zakończenie

1. W transporcie przeważa sieciowy sposób produkcji usług przewozowych. Sieci transportowe są jednym z głównych źródeł przewagi konkurencyjnej przewoźników. Współcześnie konkurencja na rynkach transportowych przebiega nie tyle między poszczególnymi połączeniami czy między punktami transportowymi, co przede wszystkim występuje między sieciami, zorganizowanymi dla tych samych środków transportu i gałęzi transportu, jak również dla przewozów międzygałęziowych, lądowych i morsko-lądowych¹¹.

¹⁰ Największe porty lotnicze są w stanie przyjąć i odprawić dziennie maksymalnie 7 grup samolotów zatrudnionych na trasach lokalnych i zachować przy tym, w ramach przydzielonego okienka czasowego, synchronizację z rozkładem lądowań/startów dużych samolotów zatrudnionych na trasach dalekiego zasięgu, zob. K.J.Button, Economics of transport networks, op.cit., s.71.

¹¹ K.J. Button, Economics of transport networks, op.cit., s. 72-73 .

2. Węzły i punkty transportowe to ważne elementy składowe każdej sieci transportowej, a wraz z rozwojem złożoności i integralności sieci oraz spełnianych zadań w zakresie konsolidacji przewozów, sprawność i efektywność ich funkcjonowania decyduje o korzyściach, jakie są lub mogą być udziałem użytkowników (pasażerów/załadowców) i producentów usług transportowych.

3. Rozwój sieci transportowej może następować w oparciu o wewnętrzne zasoby przewoźnika lub też w wyniku łączenia/przejęcia sieci rywalizujących do tego czasu producentów transportowych. W tym drugim przypadku dokonuje się to w wyniku integracji poziomej wśród przewoźników, która może przyjmować postać porozumień eksploatacyjnych, konsorcjów, aliansów, a także fuzji i przejęć. Trudno rozstrzygnąć na ile przejmowanie mniejszych producentów usług nakierowane jest na zwiększenie wartości sieci dla użytkowników transportu, a na ile wynika to z dążenia przewoźnika do utrzymania/wzmocnienia pozycji/siły rynkowej, co umożliwi różnicowanie cen za usługi i osiągnięcie zakładanego poziomu zwrotu z poniesionych nakładów inwestycyjnych.

4. Rozwój złożonych sieci transportowych konsolidujących przewozy w coraz większym stopniu jest wynikiem kompromisu, do jakiego dochodzi między producentem i użytkownikiem transportu. Korzyści (kosztowe) skali, zakresu i intensywności działalności transportowej, jakie uzyskuje przewoźnik organizując sieć konsolidującą przewozy są weryfikowane pod kątem kosztów efektywnych i kosztów czasu, jakie ponosi użytkownik korzystający z sieciowych usług transportowych. Ponieważ koszty czasu ponoszone przez pasażera są znacznie wyższe od tych ponoszonych przez ładunek (jakkolwiek są one istotne i zróżnicowane dla ładunków masowych i drobnicy), sieci przeznaczone do obsługi pasażerów są mniej złożone (z reguły przyjmuje ona postać dwuwęzłowego układu hub-and-spoke, rys.5) i wykazują niższy, w porównaniu do sieci towarowych, poziom konsolidacji.

Some network aspects of transport activities

Abstract

Networking pre-dominates freight and passenger service production in transport. In the paper the essence and types of transport networks (simple and complex ones) also main network operations interrelated issues were elaborated. Development of complex bundling transport networks is the result of trade-offs between transport producers and transport users. Economies of scale, scope and density possibly derived by producers organizing bundling networks are verified in view of generalized costs sustained by the users (passengers, shippers) of transport networks.

Key words: transport networks, freight and passenger flows, bundling.

Literatura

- Basso L., Jara-Diaz S.R, From economies of density and network scale to multioutput economies of scale and scope; A Syntesis. European Transport Conference Proceedings, Strasbourg 2006.
- Bontekoning Y.M., Hub exchange operations in intermodal hub-and-spoke networks, The Netherlands TRAIL Research School, Delft 2006.
- Button, K.J., Economics of transport networks, w: K.J. Button, D.A. Hensher, Transport systems and traffic control, Pergamon 2001.
- Defilippi E., Access regulation for naturally monopolistic port terminals, Erasmus Research Institute of Management, Rotterdam 2010.
- Fremont. A., Global maritime networks. The case of Maersk, Journal of Transport Geography 2007, vol.15, no 6.
- Kreutzberger E., Konings R., Witteveen, Modelling the bundling of intermodal rail flows from/to seaports, Delft University of Technology, Delft 2009.
- Kreutzberger, E.D., Distance and time in intermodal goods transport networks in Europe; A generic approach, Transport Research Part A, Elsevier 2008.
- Kreutzberger, E.D., Lowest cost intermodal freight transport bundling networks; conceptual structuring and indentification, European Journal of Transport Infrastructure Research 2010, vol.12, issue 2.
- Notteboom T.E., Bundling of freight flows and hinterland network development, w: R. Konings, H. Priemus, P. Nijkamp, The future of intermodal freight transport operations, technology, design and implementation, Cheltenham, Edward Elgar, 2008.
- Paul A., Centrality in strategic transportation network design. An application to less-than-truckload networks, Universitat zu Koeln, Koelner Wissenschaftsverlag, Koeln 2011.
- Rodrigue, J-P., Ducruet C., Transport networks, w: J-P.Rodrigue, C.Comtois, B.Slack (eds.), The geography of transport systems, Routledge, 2nd edition, 2009.
- Talley, W.K., Port Economics, Routledge, London and New York 2009.
- Wilmsmeier, G., Notteboom, T., Determinants of liner shipping network configuration; A two region comparison, Proceedings of the International Association of Maritime Economists Conference, Copenhagen 2009.
- Woxenius J., Alternative transport network design and their implications for intermodal transport technologies, European Transport 2007, no 35.