

*DARIUSZ BERNACKI**

EFEKTY SIECIOWE PRODUKCJI USŁUG TRANSPORTOWYCH

Celem artykułu jest zidentyfikowanie efektów ekonomicznych sieciowego rozwoju produkcji usług transportowych. Po stronie podaży usług transportowych są to możliwe oszczędności w kosztach produkcji transportowej związane z kształtowaniem rozmiarów i struktury przewozów oraz wykorzystaniem sieci transportowej. W każdym z wymienionych aspektów gospodarowania efekty sieciowe wyrażono w postaci występujących w transporcie (przestrzennych) korzyści skali, zakresu i masowości. Przedstawiono założenia i sposoby kalkulowania wskaźników korzyści kosztowych przewoźnika związanych z rozwojem i wykorzystaniem sieci transportowych.

Słowa kluczowe: efekty sieciowe, korzyści skali, masowości i zakresu

Wprowadzenie

Wielkość przewozów tak pasażerskich, jak i towarowych zależy od:

- rozmiarów zaangażowanych czynników produkcji w postaci pracy (L), energii i materiałów (E) oraz środków transportu (V),
- możliwości wykorzystania materialnych składników infrastruktury transportu (linii [I] i punktów transportowych [P]), których nakłady zostają skonkretyzowane w postaci zorganizowanej przez przewoźnika sieci transportowej (N),
- efektywnego popytu na przewozy (D).

* Dariusz Bernacki, dr, Instytut Morski w Gdańsku, e-mail: dariusz.bernacki@o2.pl.

Przewoźnik, powiększając skalę produkcji transportowej:

- dokonuje wyboru obsługiwanych punktów transportowych początkowych (nadania przesyłek, podróży, *O – origin*), końcowych (odbioru przesyłek, podróży, *D – destination*) oraz węzłów (*H – hubs*), pełniących funkcje punktów przesiadkowych dla ruchu pasażerskiego oraz konsolidacyjno-rozdzielczych dla ruchu towarowego;
- ustala trasy i sekwencję przewozów oraz sposoby przemieszczania osób i towarów (przewozy bezpośrednie między punktami transportowymi lub przewozy pośrednie z wykorzystaniem węzłów transportowych w relacjach $O/D \leftrightarrow H \leftrightarrow D/O$)¹;
- decyduje o liczbie i wielkości zatrudnionych środków transportu oraz o pozostałych istotnych właściwościach usług transportowych, takich jak częstotliwość, rozkładowość, czas przewozu.

Jeżeli rozmiar produkcji transportowej (Y) jest maksymalnie możliwą wielkością, jaką firma transportowa uzyskuje z poniesionych nakładów i ich kombinacji, przy danej wielkości efektywnego popytu na przewozy (D), to tego rodzaju zależności przedstawia funkcja produkcji transportowej (funkcja producenta transportowego), której ogólna postać jest następująca²:

$$Y_{max} = f(L, E, V, N(I, P); D).$$

Zakłada się, że powiększając skalę produkcji, przedsiębiorstwo transportowe będzie dążyło do minimalizacji całkowitych kosztów produkcji przez taką kombinację czynników produkcji, która zapewni uzyskanie maksymalnych rozmiarów produkcji transportowej. Jeżeli firma produkuje technicznie efektywnie, to jest zgodnie z przedstawioną funkcją produkcji, to funkcja kosztu producenta transportu (C) przyjmuje następującą postać ogólną:

$$C_{min} = f(Y, P_x; D).$$

Koszt całkowity produkcji jest uzależniony od wielkości produkcji usług transportowych (Y), od cen czynników wytwórczych (P_x), przy danej liczbie pasażerów przejawiających potrzeby przewozowe i (lub) danej wielkości ładunków przeznaczonych do przewozu przez załadowców (D).

¹ Szersze omówienie aspektów przestrzennych i ekonomicznych sieciowej produkcji usług transportowych przedstawiono w: D. Bernacki, *Sieciowe aspekty działalności transportowej*, „Logistyka” 2012, nr 6.

² W.K. Talley, *Maritime carriers in theory*, w: *The Blackwell Companion to maritime economics*, red. W.K. Talley, Wiley-Blackwell, Oxford 2012, s. 91.

Celem artykułu jest przedstawienie efektów ekonomicznych, jakie powstają w wyniku sieciowego rozwoju produkcji usług transportowych. Sieciowe efekty ekonomiczne w transporcie po stronie podaży usług transportowych polegają na możliwych oszczędnościach w kosztach produkcji transportowej związanych z kształtowaniem rozmiarów, struktury oraz z wykorzystaniem sieci transportowej.

Sieciowe korzyści skali w transporcie

Korzyści skali występują wówczas, gdy rozwojowi produkcji transportowej towarzyszy spadek przeciętnego kosztu jej wytworzenia. W transporcie wyróżnia się kilka rodzajów korzyści skali:

- związane z wielkością środka transportu (*economies of vehicle size*),
- związane z wielkością przedsiębiorstwa transportowego mierzoną wielkością taboru (floty transportowej) w dyspozycji przewoźnika (*economies of fleet size*),
- analizowane pod kątem rozmiarów obsługiwanej przez przewoźnika sieci transportowej (*economies of network size*),
- związane z rozbudową infrastruktury transportu³.

Korzyści lub niekorzyści skali mogą się pojawić na różnych poziomach produkcji transportowej, u przewoźników dużych i małych, w firmach transportowych korzystających z usług kapitału publicznego infrastruktury transportu, czy też wtedy, gdy infrastruktura jest czynnikiem endogenicznym produkcji przedsiębiorstwa transportowego.

Korzyści sieciowe skali działalności przewoźnika (*economies of network size*) odzwierciedlają relacje, jakie występują między zmianami w zorganizowanej przez przewoźnika wielkości sieci transportowej, mierzonej liczbą obsługiwanych punktów lub połączeń transportowych, a zmianami w przeciętnych kosztach produkcji transportowej. Ustala się, w jakim stopniu powiększenie przestrzennych rozmiarów działalności transportowej (dodanie kolejnego punktu – połączenia transportowego, do istniejącej sieci) wpłynie na przeciętne koszty transportu, **przy założeniu, że wielkość przewozów na dotychczas obsługiwanych połączeniach pozostaje niezmiennona**. Sieciowe korzyści skali pojawiają się u przewoźnika, gdy proporcjonalny wzrost produkcji transportowej

³ Zob. K.J. Button, *Transport economics*, Heinemann Educational Books Ltd., London 1982, s. 79–88.

i w rozmiarach sieci transportowej, przy niezmienionej technologii przewozów i przy stałych cenach czynników wytwórczych, będzie następować przy mniej niż proporcjonalnym wzroście kosztów przeciętnych produkcji transportowej.

Dla ustalenia korzyści skali produkcji transportowej czy rozmiarów sieci transportowej (*economies of scale, economies of network size*) wykorzystuje się miary elastyczności kosztów całkowitych względem wielkości poszczególnych rodzajów produkcji transportowej i rozmiarów obsługiwanej przez przewoźnika sieci transportowej. Wskaźnik korzyści skali (ES) jest to odwrotność sumy elastyczności kosztów całkowitych względem wielkości produkcji i rozmiarów sieci transportowej⁴:

$$ES = \frac{1}{\sum_i \varepsilon_{yi} + \varepsilon_n},$$

gdzie:

$\sum_i \varepsilon_{yi}$ – suma cząstkowych elastyczności kosztów całkowitych względem wielkości i -rodzajów produkcji transportowej; wielkość produkcji transportowej wyraża się albo przebiegiem środków transportu (pociągo-, wozokilometry, statkomile) albo wielkością pracy przewozowej (tono- i/lub pasażerokilometry),

ε_n – elastyczność kosztów całkowitych względem rozmiaru sieci transportowej (N), mierzonej liczbą obsługiwanych punktów transportowych lub długością (km) dostępnych dla przewoźnika linii transportowych.

W zależności od przyjętego modelu funkcji kosztów $C(\cdot)$ ⁵, elastyczność kosztów produkcji oblicza się jako pochodne cząstkowe (logarytmiczne) funkcji

⁴ Założenia metodologiczne, a także sposoby pomiaru sieciowych korzyści skali i masowości w transporcie przedstawiono w pracy: R.W. Caves, L.R. Christensen, A.N. Treatheway, R.J. Windle, *Network effects and the measurement of returns to scale and density for US railroads*, w: *Analytical studies in transport economics*, red. A.F. Daughety, Cambridge University Press, Cambridge 1985, s. 97–120.

⁵ Powszechnie wykorzystywanym w badaniach modelem funkcji kosztu produkcji transportowej jest transcendentalna funkcja logarytmiczna (translog). W funkcji kosztu producenta transportu typu translog po lewej stronie występuje logarytm naturalny objaśnianej wielkości, a po prawej stronie funkcja kwadratowa w logarytmach wielkości objaśniających. Poprzez fakt, że uwzględniono w niej kwadraty logarytmów zmiennych oraz ich interakcje, funkcja translog umożliwia lepsze odwzorowanie zmienności elastyczności kosztów całkowitych względem analizowanych czynników. Drugim wykorzystywanym modelem ekonometrycznym analizy kosztu firm transportowych jest funkcja Cobba-Douglasa, która jest szczególnym przypadkiem funkcji translog.

kosztów całkowitych względem poszczególnych rodzajów produkcji transportowej oraz rozmiarów sieci, jak w następującym przykładzie⁶:

$$ES = \frac{C}{Y_V \frac{\partial C}{\partial Y_V} + Y_M \frac{\partial C}{\partial Y_M} + N \frac{\partial C}{\partial N}} = \frac{I}{\varepsilon_{Y_V}^C + \varepsilon_{Y_M}^C + \varepsilon_N^C}$$

lub

$$ES = \frac{I}{\sum_i \frac{\partial \ln C}{\partial \ln y_i} + \frac{\partial \ln C}{\partial \ln N}},$$

gdzie:

$C(\cdot)$ – funkcja kosztów całkowitych produkcji transportowej,

$Y_V \frac{\partial C}{\partial Y_V}$, $Y_M \frac{\partial C}{\partial Y_M}$, $N \frac{\partial C}{\partial N}$ – pochodne cząstkowe funkcji kosztu firmy transportowej względem wielkości pracy przewozowej osób i ładunków oraz względem rozmiarów sieci transportowej.

Wskaźnik ES mierzy reakcję kosztów produkcji na proporcjonalny wzrost przewozów i rozmiarów sieci, przy założeniu, że wielkość przewozów na dotychczas obsługiwanych połączeniach (co *de facto* oznacza, że masowość przewozów w sieci transportowej jest stała) pozostaje na niezmiennym poziomie.

Jeżeli $ES > 1$ (co oznacza, że elastyczność kosztów produkcji usług transportowych względem powiększonej liczby obsługiwanych punktów transportowych lub długości tras przewozu kształtuje się poniżej jedności, to jest $\sum_i \varepsilon_{y_i} + \varepsilon_n < 1$), to rozwój produkcji transportowej spowodowany powiększeniem rozmiarów obsługiwanej przez przewoźnika sieci transportowej dokonuje się przy rosnącej efektywności kosztowej. Koszt wyprodukowania pasażero- i tonokilometra zmniejsza się, a przewoźnik doświadcza korzyści skali produkcji. Jeżeli $ES < 1$, to powiększaniu rozmiarów przestrzennej działalności przewoźnika towarzyszą niekorzyści skali wyrażające się w rosnących przeciętnych kosztach produkcji transportowej. Malejące korzyści skali rozmiarów sieci dowodzą, że jest ona zbyt rozległa i należy albo ją ograniczyć, wyłączając z eksploatacji część połączeń, albo podzielić i udostępnić kilku producentom usług transportowych⁷.

⁶ E. Quinet, R. Vickerman, *Principles of transport economics*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham 2004, s. 147.

⁷ Badania przeprowadzone w 15 zachodnioeuropejskich krajach na początku lat 90. wskazywały na to, że rozległe sieci kolejowe w Niemczech, Francji i Wielkiej Brytanii charakteryzowały się niekorzyściami skali. Optymalną długość sieci kolejowej określono na 5–6 tys. km i postulowano zwiększenie liczby korzystających z sieci przewoźników kolejowych, zob. J. Preston, *Does size matter? A case study of Western European railways*, paper presented at the 27th Universities Transport Study Group Annual Conference, Leeds 1994.

Sieciowe korzyści masowości potoku transportowego

Masowość potoku transportowego to szczególna dla transportu właściwość produkcji związana z wykorzystaniem nakładów czynników wytwórczych. Potok transportowy to pojęcie wielowymiarowe, obejmujące ruch środków transportu i wielkość przewozów osób i (lub) ładunków na określonych połączeniach transportowych. Wzrost masowości potoku transportowego wyraża się wzrostem natężenia ruchu środków transportu i (lub) wzrostem wykonanej w danym okresie pracy przewozowej na określonym połączeniu transportowym. Korzyści kosztowe wynikające ze zwiększenia intensywności działalności transportowej (*economies of density*) mogą być spowodowane wzrostem produkcyjnego wykorzystania przepustowości infrastruktury liniowej i punktowej, pojawiać się w związku ze zwiększoną częstotliwością przewozów, wynikać ze wzrostu wykorzystania ładowności (pojemności) środków transportu. Korzyści masowości można zatem ustalać z punktu widzenia wykorzystania składników infrastruktury transportu, środków transportu, a przede wszystkim – obsługiwanej przez przewoźnika sieci transportowej. W ostatnim z przypadków podstawowym założeniem przy określaniu korzyści masowości potoku przewozowego jest niezmiennosc rozmiarów sieci transportowej. Ustala się wpływ, jaki na przeciętne koszty przewozów będzie mieć wzrost pracy przewozowej wykonanej w ramach stałej sieci transportowej. Przewoźnik doświadcza sieciowych korzyści masowości, gdy wzrost produkcji usług transportowych na dotychczas obsługiwanych połączeniach transportowych, przy niezmiennej technologii produkcji i stałych cenach czynników produkcji, wywołuje mniej niż proporcjonalny wzrost przeciętnych kosztów produkcji transportowej. Z kolei więcej niż proporcjonalny wzrost kosztów przeciętnych działalności transportowej spowodowany wzrostem intensywności wykorzystania istniejącej sieci transportowej określa się mianem (sieciowych) niekorzyści masowości potoku transportowego (*diseconomies of density*). Powstają one w wyniku rosnącego zatłoczenia (kongestii transportowej) na poszczególnych połączeniach sieci transportowej i (lub) w punktach i węzłach transportowych. Gdy produkcyjne wykorzystanie połączeń transportowych kształtuje się na wysokim poziomie, dalszy wzrost pracy przewozowej dokonuje się przy wyższych kosztach przeciętnych. Nie jest rozstrzygnięte, czy korzyści masowości potoku transportowego należy traktować jako koncepcję krótko- czy długookresową. Z jednej strony

dowodzi się, że korzyści masowości potoku przewozowego to krótkookresowy odpowiednik koncepcji korzyści skali. Oszczędności w kosztach przeciętnych pojawiają się bowiem w przypadku, gdy przy niezmiennym poziomie zaangażowanego w przewozy kapitału wzrostowi intensywności działalności transportowej towarzyszy mniej niż proporcjonalny wzrost kosztów zmiennych produkcji⁸. Z drugiej strony wskazuje się, że sieć transportowa to przyjęty przez firmę sposób zorganizowania przewozów w przestrzeni, oparty na zmiennym wykorzystaniu usług kapitału infrastruktury transportu. Korzyści masowości potoku transportowego rozpatruje się przy założeniu wzrostu skali produkcji transportowej, tyle że odnosi się je do stałego układu przestrzennego przewozów. Analizuje się zatem zachowanie kosztów przeciętnych produkcji transportowej w długim okresie, a w stosowanej formule obliczeniowej wskaźnika korzyści masowości zakłada się *implicite* zmienność wszystkich nakładów, za wyjątkiem rozmiarów sieci transportowej ($N = const$).

Wskaźnik korzyści masowości potoku transportowego (ED) ustalany przy założeniu, że liczba obsługiwanych przez przewoźnika punktów transportowych lub długość linii transportowych sieci przewoźnika jest stała, przyjmuje następującą postać⁹:

$$ED = \frac{I}{\sum_i \varepsilon_{yi}},$$

gdzie $\sum_i \varepsilon_{yi}$ to suma elastyczności kosztów całkowitych względem wielkości *i*-rodzajów produkcji transportowej.

Jeżeli $ED > 1$ (co oznacza, że elastyczność kosztów produkcji usług dla zwiększających się przewozów wykonywanych w ramach dotychczas obsługiwanej sieci transportowej kształtuje się poniżej jedności, to jest $\sum_i \varepsilon_{yi} < 1$), to przewoźnik, rozwijając przewozy, dokonuje tego przy zmniejszających się kosztach przeciętnych, a więc doświadcza korzyści (kosztowych) masowości potoku transportowego. Jeżeli $ED < 1$, to przewoźnik doświadcza niekorzyści masowości – rozwój produkcji transportowej dokonuje się przy rosnących przeciętnych kosztach produkcji. Przewoźnik natrafia na bariery w rozwoju

⁸ Zob. G. Blauwens, P. De Baere, E. Van de Voorde, *Transport economics*, De Boeck, Antwerpia 2002, s. 292.

⁹ D.W. Caves, L.R. Christensens, M.W. Thretheway, *Economies of density versus economies of scale: why trunk and local service airline costs differ*, „The RAND Journal of Economics” 1984, vol. 15, iss. 4, s. 471–489.

przewozów związane z niewystarczającą przepustowością wykorzystywanych w sieci linii (punktów) transportowych.

Przykład obliczania korzyści masowości potoku transportowego dla działalności wyrażonej wielkością wykonanej pracy przy przewozie ładunków i osób przedstawiono poniżej¹⁰:

$$ED = \frac{C}{Y_V \frac{\partial C}{\partial Y_V} + Y_M \frac{\partial C}{\partial Y_M}} = \frac{I}{\varepsilon_{Y_V}^C + \varepsilon_{Y_M}^C},$$

lub

$$ED = \frac{I}{\sum_i \frac{\partial \ln C}{\partial \ln y_i}},$$

gdzie:

$C(\cdot)$ – funkcja kosztów całkowitych produkcji transportowej,

$Y_V \frac{\partial C}{\partial Y_V} + Y_M \frac{\partial C}{\partial Y_M}$ – pochodne cząstkowe funkcji kosztu firmy transportowej względem wielkości pracy przewozowej wykonanej przy przemieszczaniu pasażerów Y_V (liczonej w pkm) i ładunków Y_M (liczonej w tkm) w ramach niezmiennych sieci transportowej ($N = const$).

Rosnące korzyści z masowości w sieci transportowej wskazują na dalsze efektywne kosztowo możliwości produkcyjnego wykorzystania istniejących połączeń transportowych. Rosnące w tych warunkach koszty jednostkowe przewozów wskazują z kolei na potrzebę rozwoju przestrzennej sieci transportowej, dodanie nowych tras przewozu i (lub) punktów transportowych.

Przestrzenne korzyści zakresu produkcji transportowej

Efekty związane z obniżaniem się bądź wzrostem przeciętnych kosztów produkcji wieloasortymentowej wraz ze wzrostem w tej samej proporcji wielkości wytwarzanych asortymentów określa się mianem korzyści bądź niekorzyści zakresu (*economies/diseconomies of scope*)¹¹. Korzyści zakresu (inaczej zasięgu,

¹⁰ E. Quinet, R.W. Vickerman, *Principles of transport economics...*, s. 148.

¹¹ O ile klasyczne (dla produkcji jednoasortymentowej) pojęcie „korzyść skali” w ekonomii przedstawione zostało przez A. Marshalla pod koniec XIX w., o tyle identyfikacja korzyści zakresu jako rodzaju korzyści skali występujących przy produkcji wieloasortymentowej nastąpiła w połowie lat 70. ubiegłego stulecia, przy okazji analizowania procesu produkcji w przedsiębiorstwach wieloproduktowych, zob. A. Antoniou, *Economies of scale in the airline industry; the evidence revisited*, „Logistics and Transportation Review” 1991, vol. 27, no. 2, s. 159–184; J.C. Panzar, R.D. Willig, *Economies of scope*, „The American Economic Review” 1981, vol. 91, s. 268–272.

produkcji łącznej bądź ekonomia zakresu) występują zawsze wtedy, gdy łączne koszty wytworzenia różnych produktów są niższe od sumy kosztów ich wyprodukowania oddzielnie. Istotę występowania korzyści kosztowych zakresu z reguły przedstawia się na przykładzie produkcji łącznej dwóch produktów w następującej postaci¹²:

$$C(q_1, q_2) < C(q_1, 0) + C(0, q_2).$$

Koszt łącznej produkcji dwóch dóbr (q_1, q_2) w odpowiednich ilościach jest mniejszy od sumy kosztów wyprodukowania oddzielnie każdego z produktów.

Korzyści zakresu (i skali) w transporcie wywodzą się z ogólnego zjawiska niepodzielności, jakie występuje w związku z prowadzeniem i rozwojem działalności transportowej. Niepodzielność czynników produkcji (aparatu produkcyjnego) oznacza, że rozwój mocy produkcyjnych w transporcie wymaga nakładów niektórych z czynników produkcji w określonej (minimalnej) wielkości, gdyż tylko wtedy osiągają one techniczną zdolność użytkową, a ich wykorzystanie zapewnia określone korzyści ekonomiczne. Niepodzielność nakładów czynników produkcji powoduje, że do produkcji wachlarza usług transportowych niejednokrotnie wykorzystuje się te same czynniki produkcji. Wspólne czynniki produkcji w przedsiębiorstwie transportowym to środki transportu przystosowane do przewozu ładunków i pasażerów (na przykład statki typu ro-pax, promy pasażersko-towarowe, samoloty transportujące pasażerów i ich bagaże), obiekty infrastruktury transportowej ogólnego przeznaczenia (uniwersalne nabrzeża, linie kolejowe czy drogi kołowe, po których dokonuje się różnego rodzaju przewozów), załoga pojazdu transportującego ładunki dla różnych odbiorców, pracownicy firmy transportowej zajmujący się zarządzaniem flotą, materiały eksploatacyjne zużywane w trakcie jednoczesnego przewozu ładunków i pasażerów. Wykorzystywanie w procesie produkcji transportowej niepodzielnych (wspólnych) czynników wytwórczych tworzy warunki do pojawienia się w przedsiębiorstwie transportowym korzyści ekonomicznych, polegających na tym, że przeciętny koszt produkcji pakietu usług jest niższy od sumy kosztów wyprodukowania usług transportowych oddzielnie¹³.

¹² M. Ben-Akiva, *Transportation costs. Transportation System Analysis: Demand & Economics*, Massachusetts Institute of Technology 2008.

¹³ Zob. I. Church, R. Ware, *Industrial organization. A strategic approach*, Irwin McGrawHill, Boston 2000, s. 58–59.

Obecność kosztów niepodzielnych (wspólnych i łącznych) w powiązaniu z niejednorodnym charakterem produktu transportu, jakim są zróżnicowane co do rodzaju i cech usługi, to główne przyczyny pojawiania się w działalności transportowej efektów kosztowych zakresu.

W transporcie można wyróżnić następujące rodzaje korzyści zakresu¹⁴:

- powstające w związku ze wspólnym i (lub) łącznym wykorzystywaniem urządzeń transportowych (środków transportu, urządzeń przeładunkowych) i obiektów infrastruktury transportowej,
- wynikające z konfiguracji sieci transportowych przewoźnika, dodawania obsługiwanych punktów transportowych i (lub) tras przewozu, a także powstające w związku z podwyższeniem integralności sieci transportowych.

Produktami procesu produkcji firmy transportowej w sieci jest zbiór (wektor) przewozów wykonywanych w czasie i w przestrzeni na określonych połączeniach i odmiennych co do przedmiotu przewozu, przez co sieciowe usługi transportowe charakteryzują się dużym zróżnicowaniem¹⁵. Zwiększenie w sieci liczby punktów transportowych to rozszerzanie rynków pasażerskich i towarowych obsługiwanych w ramach tego samego procesu produkcji transportowej. Wzrost liczby zróżnicowanych rodzajowo usług jest zatem potencjalnym źródłem oszczędności w kosztach jednostkowych produkcji transportowej. Zwiększanie liczby połączeń (punktów) transportowych w sieci, zarówno w wyniku zaangażowania własnych zasobów przewoźnika, jak i na skutek postępującej integracji poziomej wśród przewoźników, znajduje swoje odzwierciedlenie w rozszerzeniu asortymentu świadczonych w sieci usług transportowych, co może prowadzić do przestrzennych korzyści kosztowych zakresu (*economies of spatial scope*).

Miarą (sieciowych) korzyści zakresu (dla dwóch rodzajów usług transportowych) może być wyrażenie¹⁶:

$$ESC = \frac{C(Y_a) + C(Y_b) - C(Y_a, Y_b)}{C(Y_a) + C(Y_b)},$$

¹⁴ D. Bernacki, *Korzyści zakresu w działalności transportowej*, „Gospodarka Materiałowa & Logistyka” 2013, nr 8, s. 19–25.

¹⁵ S.-R. Jara-Diaz, C. Cortes, F. Ponce, *Number of points served and economies of spatial scope in transport cost functions*, „Journal of Transport Economics and Policy” 2001, vol. 35, no. 2, s. 327–341.

¹⁶ Por. W.F. Samuelson, S.G. Marks, *Ekonomia menedżerska*, PWE, Warszawa 2009, s. 293.

gdzie:

$C(Y_a, Y_b)$ – koszty łączne produkcji transportowej dwóch rodzajów usług w odpowiednich proporcjach,

$C(Y_a)$, $C(Y_b)$ to koszty wyprodukowania usług oddzielnie.

Przykładowo, przy wartości wskaźnika wynoszącym 0,15, łączna produkcja oznacza 15-procentową oszczędność kosztów w stosunku do produkcji oddzielnej.

Duże sieciowe korzyści zakresu mogą być udziałem przewoźników, którzy łączą przewozy na głównych trasach (Y_a) z przewozami dowozowo-odwozowymi (Y_b) typowe rozwiązania stosowane w sieciach transportowych zorganizowanych na wzór osi i szprychy (*hub and spoke*), lub gdy przewoźnicy decydują się na rozwój przewozów kombinowanych, ewentualnie poza przewozami rozszerzają zakres działalności na usługi przeładunkowo-magazynowe.

Zakończenie

Badania nad kształtowaniem sieciowych korzyści ekonomicznych produkcji transportowej w większości przypadków wskazywały na występowanie rosnących korzyści masowości i na stałe lub malejące korzyści skali. Potencjalnie większe efekty ekonomiczne miały zatem być uzyskiwane w wyniku zwiększenia intensywności działalności transportowej na istniejących połączeniach, a nie na skutek rozwoju przestrzennego sieci transportowych. Wraz z postępującą deregulacją rynków transportowych, większość producentów usług transportowych powiększyła obszar obsługiwanych rynków, zwiększając ciągłość i integralność sieci transportowych, głównie zawierając porozumienia eksploatacyjne (konsorcja, aliansy) z konkurującymi dotychczas przewoźnikami, a także przez licznie występujące w branży transportowej fuzje i przejęcia. Inne od oczekiwanych zachowania przewoźników przyczyniły się do skorygowania założeń kalkulacji efektów ekonomicznych związanych z aspektami przestrzennymi produkcji transportowej.

Po pierwsze, rozwój przestrzenny sieci transportowej, wyrażający się zwiększeniem liczby punktów transportowych objętych obsługą transportową, powiązано z koncepcją korzyści zakresu, słusznie dowodząc, że dodanie do istniejącej sieci kolejnego połączenia *de facto* rozszerza asortyment świadczonych w sieci usług (rośnie zatem w aspekcie przestrzennym wieloproduktowość

działalności przewoźników)¹⁷. Zwiększenie liczby połączeń w sieci, zarówno w wyniku zaangażowania własnych zasobów przewoźnika, jak i na skutek postępującej integracji poziomej wśród przewoźników, znajduje swoje odzwierciedlenie w rozszerzeniu asortymentu świadczonych w sieci usług transportowych, co może prowadzić do przestrzennych korzyści kosztowych zakresu.

Po drugie, korzyści masowości potoku przewozowego należy rozpatrywać nie tylko w warunkach niezmienności liczby punktów objętych obsługą transportową, ale dodatkowo przy założeniu stałej struktury i gęstości tras, po których w sieci przebiegają przewozy. W zależności od zmian w popycie na przewozy powszechnym zjawiskiem jest bowiem dodawanie bądź zamykanie poszczególnych tras transportu, zmiany organizacji przewozów z bezpośrednich na pośrednie i odwrotnie, przy czym liczba punktów transportowych objętych obsługą pozostaje bez zmian.

Po trzecie, korzyści skali są właściwe dla ustalania efektów sieciowych przy założeniu stałej liczby punktów transportowych i przy zmiennej w sieci strukturze i gęstości tras przewozu¹⁸.

Wzrost przewozów w sieci prowadzi do zróżnicowanych efektów w przeciętnych kosztach produkcji transportowej. Rosnące korzyści skali wskazują, że z punktu widzenia kosztów przewozów uzasadnione jest rozwijanie produkcji na bazie połączeń bezpośrednich. Z kolei malejące korzyści skali z reguły prowadzą do rekonfiguracji tras i rozwoju przewozów pośrednich, z wykorzystaniem węzłów transportowych konsolidujących i rozdzielających strumienie pasażerów i ładunków¹⁹. W ten sposób dyskontowane są przez przewoźnika korzyści kosztowe związane ze wzrostem masowości przewozów, a także wynikające z rozszerzonego zakresu usług, przewozów dalekiego zasięgu i przewozów dowozowo-odwozowych na trasach krótkiego zasięgu.

¹⁷ S.R. Jara-Diaz, L. Basso, *Transport cost functions, network expansion and economies of scope*, „Transport Research” 2003, part E, vol. 39, s. 271–288.

¹⁸ S.R. Jara-Diaz, L. Basso, *Distinguish multiproduct economies of scale from economies of density on a fixed-size transport network*, „Network and Spatial Economics” 2006, vol. 6, no. 2.

¹⁹ L. Basso, S.R. Jara-Diaz, *From economies of density and network scale to multioutput economies of scale and scope. A synthesis*, European Transport Conference, Transport Economics 2006.

Bibliografia

- Antoniou A., *The air transportation policy of small states: meeting the challenges of globalization*, „Journal of Air Transportation World Wide” 2001, vol. 6, no. 2.
- Basso L., Jara-Diaz S.R., *From economies of density and network scale to multioutput economies of scale and scope. A synthesis*, European Transport Conference, Transport Economics 2006.
- Ben-Akiva M., *Transportation costs. Transportation System Analysis: Demand & Economics*, Massachusetts Institute of Technology 2008.
- Bernacki D., *Korzyści zakresu w działalności transportowej*, „Gospodarka Materialowa & Logistyka” 2013, nr 8.
- Bernacki D., *Sieciowe aspekty działalności transportowej*, „Logistyka” 2012, nr 6.
- Blauwens G., De Baere P., Van de Voorde E., *Transport economics*, De Boeck, Antwerpia 2002.
- Button K.J., *Transport economics*, Heinemann Educational Books Ltd., London 1982.
- Caves D.W., Christensen L.R., Tretheway M.W., *Economies of density versus economies of scale: why trunk and local service airline costs differ*, „The RAND Journal of Economics” 1984, vol. 15, iss. 4.
- Caves D.W., Christensen L.R., Tretheway M.W., Windle R.J., *Network effects and the measurement of returns to scale and density for U.S. railroads*, w: *Analytical studies in transport economics*, red. A.F. Daughety, Cambridge University Press, New York 1985.
- Church J., Ware R., *Industrial organization. A strategic approach*, Irwin McGrawHill, Boston 2000.
- Jara-Diaz S.R., Basso L., *Distinguish multiproduct economies of scale from economies of density on a fixed-size transport network*, „Network and Spatial Economics” 2006, vol. 6, no. 2.
- Jara-Diaz S.R., Basso L., *Transport cost functions, network expansion and economies of scope*, “Transport Research” 2003, part E, vol. 39.
- Jara-Diaz S.R., Cortes C., Ponce F., *Number of points served and economies of spatial scope in transport cost functions*, „Journal of Transport Economics and Policy” 2001, vol. 35, no. 2.
- Panzar J.C., Willig R.D., *Economies of scope*, „The American Economic Review” 1981, vol. 91.
- Preston J., *Does size matter? A case study of Western European railways*, paper presented at the 27th Universities Transport Study Group Annual Conference, Leeds 1994.
- Quinet E., Vickerman R., *Principles of transport economics*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham 2004.
- Samuelson W.F., Marks S.G., *Ekonomia menedżerska*, PWE, Warszawa 2009.
- Talley W.K., *Maritime carriers in theory*, w: *The Blackwell Companion to maritime economics*, red. W.K. Talley, Wiley-Blackwell, Oxford 2012.

NETWORK EFFECTS OF TRANSPORT SERVICES PRODUCTION**Summary**

The aim of the paper is to identify the economics effects of transport services production in the networks. Network effects in transport supply are rooted in the feasible savings of production costs and related to spatial configuration and structure of the transportation network also its productivity. In each aspects of transport production, network effects were outlined in the form of transport economies of scale, scope and density. Drivers and calculation of transport producer cost economies indices arising from development and use of transport networks were elaborated.

Keywords: network effects, economies of scale, density and scope