

---

Piotr Pawlak

# Rozbudowa infrastruktury drogowej, a lokalizacja i rozwój przedsiębiorstw

**Streszczenie:** Przedstawiona w artykule problematyka wiąże się z występowaniem luki badawczej w zakresie prowadzenia rachunku ekonomicznego skutków powstawania nowej infrastruktury drogowej na lokalizację działalności przedsiębiorstw. Temat został przeanalizowany przez autora ponieważ obecnie przedsiębiorstwa rzadko dokonują szczegółowych obliczeń kosztów transportu, nie mówiąc o określaniu redukcji kosztów danego przedsiębiorstwa związanych z modernizacją lub budową nowej infrastruktury drogowej. Celem badawczym przedstawionym w artykule jest określenie tego wpływu. Inwestycje infrastrukturalne są obecnie niezwykle istotne, zwłaszcza dla rozwoju poszczególnych regionów kraju i przedsiębiorstw tam działających. W prezentowanym artykule autor skupia się na przedsiębiorstwach zlokalizowanych na terenie Polski Wschodniej. Przy obecnym stanie rozwoju infrastruktury drogowej region ten jest nadal słabiej rozwinięty infrastrukturalnie względem pozostałych regionów kraju. Należy dążyć do tego aby jak najszybciej ukończyć szkielet podstawowej sieci infrastruktury drogowej, ponieważ domykanie sieci dróg ekspresowych i autostrad jest czynnikiem mnożnikowym gospodarczego rozwoju regionów. Pierwsza część artykułu przedstawia pokrótce kwestie związane z inwestycjami infrastrukturalnymi i znaczenie czynnika transportu. W drugim rozdziale zaprezentowano rozważania teoretyczne na temat metod rachunku ekonomicznego skutków inwestycji drogowych dla przedsiębiorstw. Ostatnia część artykułu to element empiryczny, w którym opisane zostały reprezentatywne przykłady trzech przedsiębiorstw. Przeprowadzone badania pokazują, że da się określić szczegółowe wartości redukcji kosztów, które są bezpośrednio związane z działalnością danego przedsiębiorstwa oraz budową lub modernizacją infrastruktury drogowej. Wykazana zależność pozwala na tworzenie indywidualnych rekomendacji praktycznych dotyczących działalności przedsiębiorstwa, jego rozwoju czy lokalizacji placówek w związku z rozszerzaniem bądź relokacją działalności.

**Słowa kluczowe:** infrastruktura drogowa, lokalizacja, przedsiębiorstwo, lokalizacja przedsiębiorstwa, transport, redukcja kosztów transportu w przedsiębiorstwie, koszty transportu, rachunek ekonomiczny kosztów transportu

---

## Expansion of road infrastructure in relation to location and development of enterprises

**Summary:** The issues presented in the article are related to the occurrence of a research gap in the field of economic calculation of the effects of new road infrastructure on the enterprises operations. The presented topic was analyzed by the author because currently, companies rarely make detailed calculations of transport costs, not to mention,

calculation of the reduction of costs for a given company related to the modernization or construction of a new road infrastructure. The purpose of research which is described in the article is to indicate this impact. Infrastructure investments are currently extremely important, they concern the development of various regions of the country and the enterprises operating there. In the presented article, the author focuses on enterprises located in Eastern Poland. With the current state of road infrastructure development, this region is still less developed as compared to other regions of the country in this aspect. Basic road infrastructure network should be completed as soon as possible, because connecting of the express roads and motorways in the whole road network could multiply positive effects of the economic development of regions. The first part of the article briefly presents issues related to infrastructure investments and the importance of the transport factor. The second chapter presents theoretical considerations on economic calculation methods of the effects of road investments for enterprises. The last part of the article is an empirical part in which representative examples of three enterprises are described. The conducted research shows that it is possible to determine the detailed cost reduction values that are directly related to the activities of a given enterprise and the construction or modernization of road infrastructure. Demonstrated dependence allows to create individual, practical recommendations regarding the company's operations, its development or the location of branches in connection with the expansion or relocation of activities.

**Keywords:** road infrastructure, location, enterprise, enterprise localization, transport

**JEL:** C13, L92, O18

**Przeprowadzone badania wykazują wyraźnie, że przedsiębiorcy w Polsce Wschodniej nie wykorzystują szerszego rachunku ekonomicznego w decyzjach lokalizacyjnych nowych przedsiębiorstw produkcyjnych oraz w relokacji działalności produkcyjnej i określaniu skutków nowych inwestycji drogowych dla funkcjonowania jednostek produkcyjnych (Pawlak i in., 2015, Pawlak, 2017). Stan ten jest ściśle związany z niekompletnym rachunkiem zwrotu inwestycji drogowych, przede wszystkim dla przedsiębiorstw.**

Przedsiębiorstwa nie dokonują szczegółowych obliczeń kosztów związanych z transportem, często wykorzystując uproszczone metody obliczeniowe. Tym bardziej nie szacują zysków, które są generowane dzięki budowie lub modernizacji drogi istotnej dla danego przedsiębiorstwa. Należy bowiem wziąć pod uwagę przesłankę, iż dla przedsiębiorstw wiedza na temat czasu zwrotu inwestycji drogowej jest kompleksową informacją zwrotną, która może wpływać na jego lokalizację i funkcjonowanie (Kuciński, 2014).

Przedstawiony sposób liczenia korzyści inwestycji drogowych dla przedsiębiorstw stanowi rozszerzenie metody ruchu wzbudzonego pojazdów związanej ze zmianą kosztów ruchu. Wykorzystany wzór obliczeniowy jest autorskim spojrzeniem, które wpisuje się w pragmatykę liczenia efektywności ekonomicznej w Unii Europejskiej. Wartość aplikacyjna przedstawionej pracy jest także praktycznym wypełnieniem skutków luki badawczej. Po pierwsze, zastosowanie tej konkretnej metody daje wymierne korzyści, ponieważ obecnie w Polsce nie dokonuje się tego typu obliczeń. Po drugie, jest to uniwersalna metoda, którą można sprawdzić i zaadoptować na potrzeby konkretnego pod-

miotu. Metoda jest pozornie prosta, ponieważ wykorzystuje już istniejący aparat obliczeniowy dla transportu samochodowego, jednak samo uzyskanie danych wsadowych i ich przygotowanie do wykorzystania we wzorze jest pracochłonne. Opracowana metoda jest wykorzystywana przez autora do analizy skutków inwestycji drogowych dla użytkujących je przedsiębiorstw (Pawlak, 2015; Wilk, Pawlak, 2014).

### **Inwestycje infrastrukturalne i znaczenie czynnika transportu**

Inwestycje infrastrukturalne mają na celu zwiększenie dostępności do dróg, jak również poprawę warunków ekonomicznych i technicznych użytkowania dróg. Autor zasygnalizował istotną rolę infrastruktury drogowej dla działalności przedsiębiorstw produkcyjnych, które są także jednym z użytkowników dróg.

Inwestycje w infrastrukturę drogową powinny być realizowane etapami, z zachowaniem pierwszeństwa dla odcinków przynoszących synergiczne efekty w wielu sferach przestrzennych (także obszarach lokalnych). W przypadku autostrad i dróg ekspresowych oznacza to priorytet dla odcinków wlotowych i wylotowych dużych aglomeracji miejskich (obecnie często są one realizowane w końcowych etapach budowy z uwagi na wysokie koszty i liczne utrudnienia). Trzeba także stworzyć odpowiednio gęstą sieć węzłów na autostradach wraz z odpowiednio rozwiniętymi drogami lokalnymi/dojazdowymi, tak aby uniknąć efektu wykluczenia pewnych obszarów (Brdulak i in., 2014).

Konkurencyjność polskiej gospodarki jest uzależniona m.in. od uzupełnienia sieci transportowych o podstawowym charakterze, a do 2030 r. ich unowocześnienia, ponieważ rozwinięta, nowoczesna, dobrej jakości infrastruktura transportowa jest bardzo istotna dla wzrostu gospodarczego i zrównoważonego rozwoju regionalnego (MT-BiGM, 2013). Ponadto poprawia efektywność prowadzenia działalności gospodarczej, pozwala przedsiębiorstwom łatwiej podejmować decyzje inwestycyjne, a tym samym przyczynia się do wzrostu konkurencyjności danego regionu i tworzenia nowych miejsc pracy, gdyż regiony mające dobrze rozwiniętą infrastrukturę transportową dysponują większym potencjałem rozwojowym (Poniatowska-Jaksch, 1999).

Efekty rozbudowy infrastruktury transportu samochodowego można oceniać w ujęciu popytowym oraz w ujęciu podażowym. Ujęcie popytowe bada wpływ tych inwestycji na firmy podwykonawcze oraz przedsiębiorstwa zlokalizowane w pobliżu inwestycji oraz ocenia koszty społeczne i środowiskowe. Ujęcie podażowe koncentruje się na pozyskiwaniu inwestycji produkcyjnych bądź usługowych oraz rozwoju osadnictwa i intensyfikacji procesów urbanizacyjnych. Wpływ wybudowanych dróg ekspresowych i autostrad w skali makroekonomicznej oddziałuje m.in. na przedsiębiorczość oraz budżety jednostek samorządu terytorialnego (Banak i in., 2014). Rozwój infrastruktury transportu samochodowego i łączenie poszczególnych odcinków autostrad oraz dróg ekspresowych w spójną sieć pozwala na podwyższenie atrakcyjności danego regionu oraz zwiększenie jego dostępności transportowej (Hoszman, 2014).

W raporcie przygotowanym na zlecenie Polskiej Agencji Inwestycji i Handlu S.A. w Instytucie Przedsiębiorstwa Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie (SGH, 2018) zostały wymienione główne atuty województw Polski Wschodniej:

- lubelskie: korzystne położenie na międzynarodowym szlaku transportowym – paneuropejskim korytarzu Wschód-Zachód, co umożliwia dostęp do rynków zagranicznych, szczególnie Ukrainy i Białorusi;
- małopolskie: dogodne połączenia komunikacyjne – główny korytarz tranzytowy z Europy Zachodniej na Ukrainę (autostrada A4), sprzyjające połączenia kolejowe

- (przez region przebiega również europejski korytarz transportowy TINA III); międzynarodowe lotnisko Kraków-Balice (drugie pod względem wielkości w Polsce); sześć drogowych przejść granicznych oraz jedno kolejowe w Leluchowie;
- podkarpackie: dobre połączenia komunikacyjne – międzynarodowy port lotniczy, autostrada A4, przebiegające przez województwo główne korytarze transportowe sieci TINA;
  - podlaskie: położenie w geograficznym centrum Europy oraz w Unii Europejskiej, co odgrywa zasadniczą rolę zarówno w transporcie lokalnym jak i transporcie międzynarodowym; na terenie województwa jest wiele tranzytowych dróg szybkiego ruchu, z których najważniejszą jest Berlin-Warszawa-Grodno-Sankt Petersburg i trasa Warszawa-Helsinki (część drogi ekspresowej – Via Baltica, która łączy kraje nadbałtyckie z zachodnią Europą);
  - warmińsko-mazurskie: projektowane trasy A1 i Via Baltica dają w przyszłości szansę uzyskania bardzo dobrych połączeń komunikacyjnych, województwo ma port morski w Elblągu, który znajduje się nad Zalewem Wiślanym; obecnie realizowany jest projekt budowy kanału żeglugowego przez Mierzeję Wiślaną w oparciu o współpracę z Ukrainą, co dodatkowo podnosi walory komunikacyjne regionu.

W najgorszej sytuacji pod względem infrastruktury transportowej są województwa lubelskie, podlaskie, świętokrzyskie i warmińsko-mazurskie. Należy dążyć do jak najszybszego niwelowania różnic rozwojowych pomiędzy województwami, zwłaszcza że działania mające na celu rozwój infrastruktury transportowej pozytywnie wpływają na zwiększenie mobilności użytkowników dróg – osób fizycznych (pracownicy), jak również produktów przedsiębiorstw (mobilność dystrybucji), co przekłada się na osiągnięte rezultaty ekonomiczne (MRR, 2019).

Oceny i diagnozy polskiej infrastruktury transportowej były sporządzane także na potrzeby różnego rodzaju opracowań i strategii (Komornicki i in., 2010). Wniosek wielu opracowań był podobny: stan ilościowy i jakościowy infrastruktury transportowej w Polsce jest na relatywnie niskim poziomie, stanowiąc barierę rozwoju gospodarczego i społecznego, zniechęcając kapitał zagraniczny do inwestowania w Polsce. Ważnymi czynnikami są także dostępność transportowa oraz odpowiedniej ilości i jakości infrastruktura transportowa, która pozwala zaoszczędzić czas, zmniejszyć koszty transportu i utrzymać terminowość dostaw (Brdulak, Zakrzewski, 2008). Inwestycje w infrastrukturę transportową mają pozytywne następstwa popytowo-podażowe w skali całego kraju. Natomiast konkurencyjność w skali lokalnej jest determinowana przede wszystkim tworzeniem i renowacją dróg niższej klasy technicznej, które będą połączone z siecią dróg szybkiego ruchu. Dlatego tak istotne jest odpowiednie zaplanowanie węzłów na autostradach i drogach ekspresowych, które powinno się sytuować zgodnie z poziomem dostępności transportowej ośrodków w skali regionalnej i lokalnej, a nie jedynie według wymogów technicznych. W przypadku nieodpowiedniego rozmieszczenia węzłów na drogach szybkiego ruchu może dojść do tzw. „efektu tunelu” (izolacja przestrzenna nowych dróg) (Bentkowska-Senator i in., 2016).

Z inwestycjami infrastrukturalnymi nieodzownie łączy się pojęcie czynnika transportu, który już od XIX wieku, tj. od momentu rozpoczęcia tzw. rewolucji przemysłowej, jest związany z teorią lokalizacji działalności gospodarczej. Z biegiem czasu zaczęto analizować również aspekty przestrzenne jak i czynniki behawioralne, jednak niezależnie od spojrzenia na teorię lokalizacji nadal bada się współzależność lokalizacji, działalności gospodarczej i czynnika transportu. Obecnie zaznacza się tendencja, aby kłaść na-



cisk na trudno mierzalne czynniki, takie jak kapitał ludzki i społeczny, a także obecność instytucji oraz organizacji budujących klimat sprzyjający gospodarce rynkowej (Pakulska, 2005). Nadal jednak najważniejszymi uwarunkowaniami rozwojowymi są tzw. twarde czynniki lokalizacyjne, m.in.: położenie geograficzne regionu, cechy topograficzne, dostęp do infrastruktury informacyjnej, edukacyjnej, kultury, ochrony zdrowia, umiejscowienie regionu w krajowej i międzynarodowej sieci transportowej, a także sieci nowoczesnej łączności, powiązanie z zewnętrznymi sieciami usług infrastruktury energetycznej i ciepłowniczej, wielkość, jakość i różnorodność kapitału ludzkiego w kontekście struktury i potrzeb rynku pracy czy struktura branżowa, wielkość i typ własności podmiotów gospodarczych (Brdulak i in., 2014).

Wzrost gospodarczy regionów jest w znacznej mierze określony przez ich położenie względem dużych ośrodków rozwojowych, a także względem podstawowych szlaków komunikacyjnych, co uwypukla znaczenie czynnika transportu w teoriach lokalizacji. Rozpatrując różne teorie lokalizacji widać, że czynnik transportu ma nadrzędne znaczenie w porównaniu do innych czynników, m.in. bazą surowcową i rynkiem zbytu. Koszty transportu są przede wszystkim uzależnione od odległości przewozów, co może wpływać na lokalizację miejsca prowadzenia działalności gospodarczej. Wśród ekonomistów zajmujących się teoriami lokalizacji wielu podkreśla znaczenie czynnika transportu (Thünen, Launhardt, Weber, Lösch, Christaller, Isard), jedynie przedstawiciele podejścia behawioralnego (Törnqvist, Ramström) współcześnie racjonalizowali znaczenie tego czynnika (Brdulak i in., 2014; Yeung-Nan Shieh, 2013).

Społeczny podział pracy powoduje powszechną wymianę pracy i jej efektów, zarówno produkcyjnych jak i nieprodukcyjnych. Na pogłębienie tej wymiany wpływa przestrzenny (geograficzny) podział pracy i produkcji. W konsekwencji powstają potrzeby przewozowe, a podstawową funkcją systemu transportowego staje się ich zaspokojenie, do czego potrzebna jest kompletna, nowoczesna gałęziowa infrastruktura techniczna – liniowa oraz punktowa. Jednym z prekursorów geografii transportu był Stanisław Berezowski, który w następujący sposób definiował zakres geografii transportu: *Geografia transportu jest częścią geografii ekonomicznej, która w powiązaniu z ogólnym czy regionalnym rozmieszczeniem produkcji oraz na tle warunków środowiska geograficznego bada: a) rozwój i rozmieszczenie sieci oraz wszelkich innych urządzeń i środków transportu, b) rozwój, rozmieszczenie i zasięg pracy transportu w zakresie przewozu ładunków i pasażerów. Zarówno sieć jak i przewozy, tudzież problemy z nimi związane, geografia transportu bada jako elementy terytorialnych zespołów wytwórczych, czyli regionalnych kompleksów produkcyjnych* (Berezowski, 1962). Taki sposób patrzenia na zagadnienia transportu, powszechnie przyjęty także w problematyce logistycznej, obowiązuje do dzisiaj, a Teofil Lijewski sprecyzował go w późniejszym okresie. Stwierdził, że powiązanie transportu z przestrzenią wpływa na ścisłą współpracę ekonomistów i geografów, w związku z tym podzielił problematykę geografii transportu na dwie podstawowe grupy zagadnień (Lijewski, 1977):

- zagadnienia sieci transportowej, które obejmują drogi transportu oraz wszystkie związane z nimi urządzenia trwałe,
- zagadnienia działalności transportu, tj. ruchu pojazdów, a także przewozu osób i ładunków.

Precyzyjnie opisuje istotę transportu prof. T. Szczepaniak: *Na pytanie o przyczynę wywołującą potrzebę transportowania udzielano wielu odpowiedzi, różniących się między sobą nieraz znacznie. Zawierały one jednak wiele stwierdzeń wspólnych bądź podobnych.*

*Tym, co jest tu wspólne, i to zarówno z punktu widzenia potocznego myślenia jak i rygorów naukowego rozumowania, jest przekonanie, iż przemieszczanie – transport jest działalnością podejmowaną w celu zaspokojenia konkretnej potrzeby. To z kolei wymaga pokonania przestrzeni albo przez samego człowieka albo przez dobro, które ma służyć zaspokojeniu tej potrzeby. Jak z tego wynika, ową stałą przyczyną wywołującą potrzebę transportowania jest nie sama chęć ruchu lecz to, że każda działalność ludzi, w tym i gospodarcza, odbywa się zawsze i niezmiennie w przestrzeni i czasie (Krasucki, 2002). Konsekwencją przyjęcia takiego punktu widzenia jest obecne ogólne definiowanie pojęcia „transport”, jako świadczenia usług polegających na przemieszczaniu osób i ładunków oraz usług pomocniczych bezpośrednio z tym związanych (MTBiGM, 2013). Dla ujęcia ekonomicznego istotnym jest wskazanie na odpłatność oferowanych i realizowanych usług. Stąd też popularność następującej definicji: *Transport jest działalnością mającą na celu pokonywanie przestrzeni. W ujęciu ekonomicznym działalność ta polega na odpłatnym świadczeniu usług, których efektem jest przemieszczanie osób i ładunków oraz tworzenie usług pomocniczych, bezpośrednio z tym związanych (Niedzielski, Wojewódzka-Król, Załoga, 2016).**

Rozwiniętą definicję zintegrowanego systemu transportowego podał prof. Marian Madeyski, rozumiejący przez to pojęcie *planowo uporządkowany zespół środków i działalności wszystkich gałęzi transportu, bez względu na ich gestyjne lub organizacyjne podporządkowanie, zharmonizowany w swej działalności z całością gospodarki narodowej i życia społecznego (Madeyski, Lissowska, Morawski, 1978).*

Należy zauważyć, że system transportowy wpisuje się trwale w przestrzeń geograficzną państwa lub ugrupowań ponadnarodowych – po zaawansowaniu procesów integracji międzynarodowej poszczególnych systemów transportowych – przez trwałe elementy przestrzenne swojej infrastruktury technicznej, tj. drogi i punkty transportowe. Transport umożliwia pokonywanie odległości. Dzięki wykonywaniu określonego nakładu pracy przezwyciężamy odległość (dystans) między punktem wyjściowym i docelowym transportu. Ponosimy przy tym określony koszt takiego przemieszczenia. Pierwotna jest tu odległość przestrzenna wyrażana np. w kilometrach lub milach. Im większa, tym większą wykonujemy pracę przewozową, liczymy się z dłuższym czasem przewozu i wyższym jego kosztem. Skrócenie czasu trwania przewozu (odległości czasowej), przy jednakowej odległości przestrzennej, wymaga większego nakładu pracy, zwiększa się zatem odległość ekonomiczna. W rezultacie, ogólne pojęcie „odległości” można zdezagregować na odległość przestrzenną, odległość czasową i odległość ekonomiczną. Współzależność funkcyjna tych wielkości przybiera postać (Tarski, 1967):

$$Le = m \frac{Lp}{Lt}$$

gdzie:

Le – odległość ekonomiczna w jednostkach pieniężnych

Lp – odległość przestrzenna w km lub milach

Lt – odległość czasowa w jednostkach czasu

m – współczynnik wyrażający, w określonych warunkach, współzależność funkcyjną i przeliczający km/h na jednostki pieniężne

Rozważania związane z lokalizacyjną rolą inwestycji drogowych nie tracą na znaczeniu w regionach słabiej wyposażonych w infrastrukturę transportową. Badania potwierdzają, iż mimo komplikowania się czynników lokalizacyjnych w praktyce gospodarczej, i tym samym w zasygnalizowanych teoriach, przedsiębiorcy Polski Wschodniej wyraźnie wskazują, że rozstrzygające znaczenie dla nowych inwestycji ma czynnik transpor-

tu. Inwestycje w infrastrukturę transportową redukują koszty handlu umożliwiając specjalizację regionalnych gospodarek i optymalne wykorzystanie gruntów. Użytkownicy infrastruktury korzystają dzięki skróceniu czasu podróży i kosztów związanych z realizacją danej czynności, która wymaga odbycia podróży (Brdulak i in., 2014, Rokicki i Stępnia, 2018).

Uwypuklenie wagi i potrzeby przeprowadzania inwestycyjnych rachunków ekonomicznych jest istotne zarówno dla przedsiębiorstw przewozowych, jak również użytkowników ich usług. Niestety, badania potrzeb przewozowych nie są obecnie szczególnie popularne wśród ekonomistów i geografów gospodarczych, szczególnie w skali makro. Praktyka gospodarcza sprowadza tego typu rozważania do skali mikro poszczególnych podmiotów gospodarczych, a więc przedsiębiorstw, które analizują indywidualne warunki obsługi transportowej przy podejmowaniu decyzji lokalizacyjnych.

### **Metody rachunku ekonomicznego skutków inwestycji drogowych dla przedsiębiorstw**

Pomijając problem kompletności i zakresu badań przestrzennych funkcjonowania transportu w Polsce, należy zwrócić uwagę na tendencję analitycznego poszukiwania wpływu infrastrukturalnych inwestycji transportowych na rozwój społeczno-gospodarczy. Dzieje się tak szczególnie po wstąpieniu Polski do UE i napływie poważnych środków finansowych przeznaczanych w dużej części na inwestycje infrastrukturalne (Brdulak i in., 2017). Badania o ekonomicznym charakterze wymagają starannego doboru zastosowanych wskaźników. Będą one bowiem ważnym komponentem przeprowadzonego rachunku ekonomicznego. Poniżej przedstawiona zostanie analiza teoretyczna stosowanych metod rachunku ekonomicznego skutków inwestycji drogowych.

Pierwszą grupą są stosunkowo nieskomplikowane metody matematyczno-statystyczne, zwane metodami ciążenia potencjału i wzajemnego oddziaływania w przestrzeni, które mogą być stosowane w analizie różnego rodzaju ciążen między obszarami określonego regionu i jego ośrodkiem (ośrodkami) centralnym. Modele ciążenia i potencjału są klasycznym narzędziem obliczania potencjalnych potrzeb przewozowych i związków transportowych wynikających z obsługi regionów węzłowych osadnictwa. Pozwalają przy tym syntetyzować zjawiska przestrzenne, operując istotnymi uproszczeniami. Dokładniejsza analiza, typu „kto przewozi?” „ile?” „skąd?” „dokąd?”, wymaga zastosowania metody programowania liniowego. Minimalizacja szeroko rozumianej odległości transportowej (a więc i kosztu) najczęściej spotykana jest w rachunku lokalizacji konkretnego podmiotu gospodarczego. Przy wykorzystaniu programowania liniowego optymalizowane są wtedy terażniejsze lub przyszłe zadania przewozowe, wynikające z obsługi poszczególnych składowych procesu produkcji dóbr materialnych lub usług.

Kolejną grupą są metody wskaźnikowe. W omawianych analizach przestrzennych do takich wskaźników należą m.in.: wskaźnik skrócenia czasu przejazdu (WSCP), wskaźnik efektywności czasowo-popytowej (WECP), wskaźnik wąskich gardeł transportowych (WWGT) oraz wskaźnik wypadkowości i kolizyjności (WWiK) (Brdulak, Pawlak, 2017).

Następnie można wymienić metody oceny opłacalności inwestycji. W praktyce polskiego drogownictwa i kolejnictwa dominuje obecnie ściśle określony ramowo i proceduralnie rachunek ekonomiczny, stosowany we wnioskach o dofinansowanie konkretnych projektów. Wydaje się niezbędnym uzupełnianie tej praktyki niezależnymi, możliwie kompleksowymi studiami problemowymi związanymi z rozwojem infra-

strukturalnym poszczególnych gałęzi transportu oraz przestrzennych sieci infrastrukturalnych. Wśród metod rachunku ekonomicznego, stosowanych przy ocenie inwestycji infrastrukturalnych w drogownictwie i innych gałęziach transportu, można rozróżnić bezwzględne i względne metody oceny opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych.

Kolejnym kryterium podziału metod rachunku ekonomicznego jest sprawa uwzględnienia w algorytmie zmienności wartości pieniądza w czasie. Wyróżnia się metody proste, które nie uwzględniają zmiany wartości pieniądza w czasie i oparte są na zysku jako mierze korzyści netto oraz metody złożone, uwzględniające zmienność wartości pieniądza w czasie, ryzyko i złożoność przedsięwzięć inwestycyjnych (Brdulak, Pawlak, 2017).

Powyższe konstatacje prowadzą do ostatecznej refleksji, że punktowe, ograniczone finansowo badania skutków inwestycji infrastrukturalnych transportu samochodowego w regionach słabiej rozwiniętych, powinny ograniczyć się do przemyślanego wyboru analizowanych wskaźników wpływu tych inwestycji na otoczenie społeczno-gospodarcze zgodnie z możliwie uproszczoną metodyką badawczą. Zastosowane metody badawcze muszą dać szansę sformułowania wniosków, w części nawet intuicyjnych, o charakterze eksperckim. Doświadczenia polskie i zagraniczne wskazują na zasadność takiego kierunku prowadzenia badań przestrzennych. Wydaje się, że tylko w taki sposób, przy występujących ograniczeniach zasobowych, jesteśmy w stanie ocenić pożądaną kierunek i siłę zmian stale komplikującej się przestrzeni społeczno-gospodarczej państw, regionów i środowisk lokalnych (Brdulak, Pawlak, 2016).

Metodycznym wyjściem, które daje szansę rozwiązania powyższych dylematów badawczych, jest propozycja polegająca na określaniu tzw. ruchu wzbudzonego pojazdów na budowanych lub modernizowanych odcinkach sieci drogowej, po likwidacji tzw. „wąskich gardeł”, czy też wprowadzaniu istotniejszych zmian w organizacji ruchu. Zagadnienie to wiąże się z modelowaniem podróży, które z kolei jest ściśle związane ze zmianą stanu infrastruktury transportowej (Szarata, 2013). W jednym z ujęć, system transportowy można podzielić na dwa podstawowe komponenty: popyt – liczba podróży generowana lub absorbowana przez dany obszar oraz podaż – obiekty budowlane, które służą do realizacji zamierzonych podróży (np. układ drogowy, torowiska tramwajowe czy linie kolejowe). Bardzo istotnym parametrem tego systemu jest czas, ponieważ system podlega zmianom w czasie zachowując jednocześnie swoje podstawowe właściwości. Modele transportowe to zbiór formuł matematycznych opisujący oba komponenty funkcjonującego systemu transportowego (podaż i popyt), uwzględniając jednocześnie występujące między nimi współzależności w czasie. Stymulatorem wzrostu liczby podróży może być w szczególności: budowa nowego ciągu drogi, poszerzenie istniejącej drogi, przebudowa skrzyżowania zwiększająca jego przepustowość, budowa linii tramwajowej czy zwiększenie częstotliwości kursowania pojazdów transportu zbiorowego. Konsekwencją takich zmian jest przede wszystkim skrócenie czasu trwania potencjalnej podróży, a ogólnie – poprawa standardu podróżowania, m.in. płynności przejazdu. Dodatkowe podróże związane ze zmianami w systemie transportowym nazwane są podróżami wzbudzonymi (Hills, 1996). Na zmniejszenie liczby podróży może mieć wpływ w szczególności np.: zwężenie jezdni w sposób trwały bądź czasowy w okresie przebudowy skrzyżowania, zmniejszenie częstotliwości kursowania bądź likwidacja bez przesiadkowego połączenia linią transportu zbiorowego. Skutkiem jest wydłużenie czasu podróży i pogorszenie warunków podróżowania (zwiększające się zatłoczenie, wydłużenie czasu oczekiwania na pojazd transportu zbiorowego, jazda w tłoku, konieczność przesiadania się itp.). Podobnie jak w odniesieniu do podró-

ży, zmiany w obrazie ruchu są wywoływane: zmianą parametrów infrastruktury transportowej objawiającej się wzrostem lub spadkiem przepustowości elementów sieci ulic oraz zdolności przewozowej transportu zbiorowego, zwiększeniem lub zmniejszeniem prędkości komunikacyjnej, poprawą lub pogorszeniem płynności ruchu, zmianą w dostępności miejsca postojowego na parkingu, zwiększeniem bądź zmniejszeniem częstości kursowania linii transportu zbiorowego, innym komfortem jazdy w pojeździe transportu zbiorowego. Pojęcie ruchu wzbudzonego połączone jest częściowo ze zmianą w zagospodarowaniu przestrzennym (np. budowa nowego osiedla, zakładu produkcyjnego czy dużego obiektu handlowego), co niejako wymusza nowe podróże oraz przyczynia się do relokacji źródeł i celów dotychczasowych podróży. Natomiast w konsekwencji zmian w systemie transportowym następuje zmniejszenie lub wydłużenie czasu podróży: fizycznego (rzeczywistego) bądź subiektywnego, a także kosztu uogólnionego podróży (Headicar, 1996).

Historycznie kwestię budowy modeli podróży analizowano już od połowy XIX w. W okresie tym, Henry Charles Carey opisał problematykę przepływu ludzi i ładunków. Około sto lat później, podczas pracy nad modelami podróży, stworzono podejście łączące cztery składowe podróży i od tego czasu modele 4-stadiowe rozpoczęły rozwój i znalazły szerokie zastosowanie w dziedzinie planowania systemów transportowych. Pomimo niedoskonałości i stosowania licznych uproszczeń, modele 4-stadiowe są podstawowym sposobem modelowania podróży (The Department of Transport, 1994). W modelach 4-stadiowych podstawową jednostką przestrzenną stosowaną w modelowaniu podróży dla aglomeracji jest rejon transportowy. Rejon transportowy jest to wyodrębniony obszar stanowiący zagregowane miejsce rozpoczęcia i zakończenia podróży. Dla rejonu transportowego wyznacza się zmienne, takie jak m.in.: liczba mieszkańców, liczba miejsc pracy czy osoby czynne zawodowo. W przypadku braku szczegółowych danych modele te bazują na danych szacunkowych. Następnie przeprowadza się ankietowe badania ruchu w losowo dobranej grupie gospodarstw domowych i po uwzględnieniu ich wyników opracowuje się matematyczne zależności opisujące podróże realizowane w modelowanym rejonie. Badania te są obecnie jednymi z najbardziej powszechnych, jednak, na potrzeby prowadzonych badań, autor artykułu analizuje dostępne dane odnośnie ruchu i wykorzystuje inną metodę (Bonsall, 1996). Poniżej przedstawiony został wzór zastosowany w autorsko rozszerzonej metodzie tzw. ruchu wzbudzonego pojazdów, która pozwala określić efekty ekonomiczne inwestycji także z punktu widzenia przedsiębiorstw – użytkowników dróg.

$$K^{l_{tm}} = R^{l_{tm}} + W^{l_{tm}} + Z^{l_{tm}} + H^{l_{tm}} + P^{l_{tm}} - U^{l_{tm}}$$

gdzie:

$K^{l_{tm}}$  – całkowite korzyści dla usprawnionego bądź nowo wybudowanego odcinka  $l$  w czasie  $t$ , dla środka transportu  $m$

$R^{l_{tm}}$  – zwiększenie wielkości ruchu na usprawnionym bądź nowo wybudowanym odcinku danym środkiem transportu  $m$ , przejętego przed odcinek  $l$  w czasie  $t$  (zmniejszenie zatłoczenia)

$W^{l_{tm}}$  – korzyści związane z mniejszą wypadkowością i kolizyjnością na usprawnionym bądź nowo wybudowanym odcinku danym środkiem transportu  $m$ , na odcinku  $l$ , w czasie  $t$

$Z^{l_{tm}}$  – korzyści związane ze zmniejszeniem zanieczyszczenia powietrza na usprawnionym bądź nowo wybudowanym odcinku  $l$ , w czasie  $t$ , dla środka transportu  $m$

$H^{l_{tm}}$  – korzyści związane ze zmniejszeniem hałasu na usprawnionym bądź nowo



wybudowanym odcinku  $l$ , w czasie  $t$ , dla środka transportu  $m$

$P^{lm}$  – korzyści dla przedsiębiorstwa związane z mniejszym kosztem transportu towarów na usprawnionym bądź nowo wybudowanym odcinku  $l$ , w czasie  $t$ , dla środka transportu  $m$

$U^{lm}$  – koszty związane z utrzymaniem i naprawą usprawnionego bądź nowo wybudowanego odcinka  $l$ , w czasie  $t$ , dla środka transportu  $m$

Po obliczeniu korzyści trzeba je skonfrontować z kosztem modernizacji lub budowy nowego odcinka drogi ekspresowej lub autostrady. We wzorze uwzględnionych jest sześć składowych, które wpływają na korzyści przedsiębiorstwa, jednakowo oddziałując na czas zwrotu inwestycji drogowej. Uwzględnienie wszystkich sześciu składowych wzoru może być podstawą do obliczania efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw pod względem korzyści transportowych. W ramach tej metody określona została redukcja kosztów wynikająca ze zmniejszonej wypadkowości, mniejszego zatłoczenia, niższej emisji spalin, redukcji hałasu oraz korzyści związane z mniejszymi kosztami transportu towarów dzięki budowie autostrady/drogi ekspresowej. W obliczeniach uwzględniono także koszt utrzymania analizowanego odcinka. Pod uwagę wzięto budowę nowych odcinków autostrad czy dróg ekspresowych lub modernizację istniejących dróg do standardu autostrady/drogi ekspresowej w różnych obszarach (metropolitalny, miejski, wiejski). Rezultaty obliczeń dla niektórych odcinków są bardzo korzystne, ponieważ czas zwrotu, zwłaszcza odcinków w dużych aglomeracjach (obwodnice miast), to zaledwie kilka lat. Jednak podstawowym rezultatem obliczeń jest efekt ekonomiczny dla przedsiębiorstw z obszaru Polski Wschodniej. W ramach badań poddaje się ocenie trzy typy przedsiębiorstw: przedsiębiorstwa transportu samochodowego, duże przedsiębiorstwa posiadające własny park samochodowy oraz przedsiębiorstwa korzystające z usługi transportu towarów.

### Reprezentatywne przykłady przedsiębiorstw

W ramach pracy nad artykułem dokonano obliczeń profitów ekonomicznych wynikających z budowy nowej drogi w pobliżu danego przedsiębiorstwa, które zostały obliczone na podstawie założeń autorsko rozszerzonej metody tzw. ruchu wzbudzonego pojazdów. Przedstawiono wyliczenia dla trzech reprezentatywnych przedsiębiorstw różnego typu (prezentowane przykłady dotyczą trzech różnych przedsiębiorstw z kilkunastu analizowanych przez autora), tj. dużego przedsiębiorstwa przetwórstwa rolniczego, ważnego przedsiębiorstwa przemysłu mineralnego oraz mikroprzedsiębiorstwa edukacyjnego (usługowego).

Aby dokonać stosownych obliczeń należało w pierwszej kolejności określić potencjalne koszty transportu wynikające z prowadzonej działalności. Dla dwóch pierwszych rodzajów przedsiębiorstw przeanalizowany został koszt transportu towarów (przywóz i wywóz), którego obliczenia zostały oparte o średni koszt 1 wozokilometra przebiegu. Od ponad dziesięciu lat regularne badania średniego kosztu 1 wozokilometra w transporcie rzeczy prowadzi Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie. Zgodnie z pozyskanymi danymi (w Instytucie Transportu Samochodowego średnim kosztem 1 wozokilometra zajmuje się Zakład Badań Ekonomicznych), w 2017 roku średnie wagi koszty 1 wozokilometra przebiegu ogółem w relacjach z rynkami innych krajów UE wyniosły 4,00 zł. Poniżej przedstawiono podział tej wartości według wybranych rodzajów kosztów.



**Tablica 1 Średnie ważone koszty 1 wozokilometra przebiegu ogółem oraz według wybranych rodzajów kosztów w roku 2017 w relacjach z rynkami innych krajów UE**

średnie koszty 1 wozokilometra przebiegu	4,00
materiały pędne i eksploatacyjne	1,54
usługi remontowe, naprawy i ogumienie	0,14
amortyzacja lub utrata wartości rynkowej taboru	0,13
pozostałe koszty kapitału (leasing, kredyt)	0,07
wynagrodzenia i delegacje kierowców oraz ubezpieczenie społeczne obciążające pracodawcę	1,00
ubezpieczenie środków transportu oraz podatek od środków transportu	0,46
opłaty drogowe	0,53
pozostałe koszty działalności przewozowej przedsiębiorstwa	0,13

Źródło: Instytut Transportu Samochodowego, 2019.

W procesie obliczania korzyści dla danego przedsiębiorstwa, wynikających z budowy lub modernizacji infrastruktury drogowej istotnej dla badanej lokalizacji, pod uwagę wzięto jedynie te rodzaje kosztów, które najbardziej wpływają na proces transportu, są to: materiały pędne i eksploatacyjne, usługi remontowe, naprawy i ogumienie, wynagrodzenia i delegacje kierowców, ubezpieczenie społeczne obciążające pracodawcę oraz opłaty drogowe.

Dla mikroprzedsiębiorstwa edukacyjnego przyjęto szacunki wynikające z oszczędności czasu, a przede wszystkim oszczędności paliwa, które zostały obliczone dzięki analizie dostępnych danych statystycznych i aktualnych cen paliwa. Przeanalizowanych zostało prawie 29 tys. raportów spalania dla 24 najpopularniejszych marek. Zgodnie z przedstawionymi danymi ([www.testy.mojeauto.pl](http://www.testy.mojeauto.pl)), średnie spalanie samochodu osobowego na 100 km to 8,71 litra. Do szacunku ceny paliwa przyjęto koszt benzyny bezołowiowej 95 i oleju napędowego (odrzucone zostały skrajne wartości dla najdroższego paliwa jakim jest benzyna bezołowiowa 98 i najtańszego paliwa jakim jest LPG) otrzymujemy średnią cenę za litr paliwa w Polsce we wrześniu 2019 roku w wysokości 4,98 zł (dane na temat średnich cen paliwa z dnia 04.10.2019) ([www.e-petrol.pl](http://www.e-petrol.pl)).

### **Przykład 1: Zakład Wipasz w Międzyrzecu Podlaskim**

W pełni działający Zakład Drobiarski w Międzyrzecu Podlaskim ma przerabiać dziennie 450 ton świeżego mięsa z kurczaka. Dzięki zastosowanym technologiom w nowo wybudowanym zakładzie stanie się on najnowocześniejszym tego typu obiektem w Europie. Wprowadzona zostanie pełna automatyzacja i robotyzacja procesów, co zwiększy efektywność pracy, a co za tym idzie, zwiększy się również zapotrzebowanie na transport produktów ([www.radiobiper.info](http://www.radiobiper.info)). Lokalizacyjnie zakład ten znajduje się niedaleko skrzyżowania drogi krajowej nr 2 z drogą krajową nr 19 (MI, 2011). Zgodnie z założeniami przyjmuje się, że produkcja wynosi 164 250 ton rocznie. Do wyliczeń przyjęto wytyczne, że 20 proc. transportu będzie obsługiwane koleją, a pozostałe 80 proc. przez transport samochodowy. W ciągu doby 30 ciągników 24-tonowych (720 ton) obsłuży całkowicie przywóz i wywóz towaru transportem samochodowym.

#### Struktura przywozów

Przywozy do ubojni drobiu będą pochodzić przede wszystkim z regionu Polski Wschodniej. Zakłada się, że 75 proc. towarów zostanie dostarczonych z zakładów znajdujących się w promieniu 150 km od Międzyrzecza Podlaskiego (np. Kraśnik, Chełm,

Włodawa, Puławy, Biała Podlaska). Pozostałe 25 proc. będzie pochodzić z kierunków rozproszonych. Tak więc 75 proc. z 360 ton (dobowy przywóz towarów) to 270 ton. Przyjmujemy zatem, że 270 ton jest przywożonych ze 150 km okręgu, a przy tym założeniu średnia odległość przewozu wynosi 75 km, co daje 20 250 tkm (270 ton x 75 km = 20 250 tkm – przewiezienie 1 tony na odległość 1 km x 4,00 zł – przywóz dobowy – koszt łączny to 81 000 zł dla średniego kosztu wozokilometra w 2017 roku).

Następnie należy obliczyć, jakie korzyści się zyska dzięki budowie lub modernizacji istniejącej infrastruktury drogowej. Analizując odcinek 10 km, oszczędność czasu wynosi ok 30 proc., jednak jest to oszczędność liczona dla samochodu osobowego, dlatego dla pojazdów ciężarowych można przyjąć oszczędność ok. 20 proc. W tabelicy 2 przedstawiono wybrane kategorie kosztów, które najistotniej wpływają na bezpośredni koszt transportu towarów w zależności od rodzaju drogi wraz z danymi zmienionymi o 20 proc.

**Tabela 2 Wybrane kategorie kosztów najbardziej wpływające na bezpośredni koszt transportu towarów w zależności od rodzaju drogi oraz ich wartości zmienione o 20 proc.**

średnie koszty 1 wozokilometra przebiegu w 2017 roku		4,00
	koszty wybranych kategorii w 2017 roku	koszty zmienione o 20%
materiały pędne i eksploatacyjne	1,54	1,23
usługi remontowe, naprawy i ogumienie	0,14	0,11
wynagrodzenia i delegacje kierowców oraz ubezpieczenie obciążające pracodawcę	1,00	0,8
opłaty drogowe*	0,53	0,64
koszty transportu po uwzględnieniu różnic o 20% w wyszczególnionych kategoriach kosztów		3,57

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabelicy 1.

\* koszty w ramach tej kategorii zostały zwiększone, a nie zredukowane o 20 proc.

Należy obliczyć koszt przywozu zgodnie z nowymi danymi, 20 250 tkm x 3,57 = 72 292,50 zł. Jest to koszt łączny dla średniego kosztu wozokilometra w 2017 roku zmodyfikowanego o 20 proc.

Łączny dzienny zysk dla przywozów to 81 000 – 72 292,50 = 8707,50 zł. Rocznie daje to wartość 8 707,50 x 365 = 3 178 237,50 zł ze względu na przywóz towarów w lepszych warunkach drogowych.

#### Struktura wywozów

Struktura wywozów w poszczególnych kierunkach została przyjęta przy użyciu następującego podziału:

- do Warszawy – 20 proc.,
- do Lublina – 10 proc.,
- do Białegostoku – 10 proc.,
- kierunek wschodnia granica – 10 proc.,
- kierunek zachodnia granica (Niemcy) – 15 proc.,
- rozproszone 35 proc.

Tak jak dla przywozów, dla wywozu do obliczeń przyjmujemy wartość 360 ton. W ciągu doby 65 proc. z 360 ton wynosi 234 tony. W obliczeniach pominięte zostały

wywozy rozproszone, które trudno byłoby uwzględnić w obliczeniach. Poniżej przedstawiona została redukcja kosztów transportu w strukturze wywozów liczona z 20 proc. zmianą wybranych kategorii kosztów, dla poszczególnych kierunków.

- Międzyrzec Podlaski – Warszawa (DK2) – 134 km, 72 tony.

72 tony x 134 km = 9648 tkm. Zakładając obecny stan dróg łączny koszt dobowy wywozu wynosi 38 592,00 zł (9648 tkm x 4,00 zł). Koszt pomniejszony o 20 proc. to 34 443,36 zł (9648 tkm x 3,57 zł). Łączny dzienny zysk uwzględniając wywóz towarów do Warszawy to 4148,64 zł (38 592,00 – 34 443,36). Rocznie daje to 1514 253,60 zł (4148,64 x 365) zysków w związku z transportem towarów do Warszawy w lepszych warunkach.

Obliczenia dla innych destynacji wywozów są analogiczne, dlatego przedstawione zostaną tylko wyniki ostatecznej redukcji kosztów transportu wynikające z budowy lub modernizacji drogi dla konkretnej trasy:

- Międzyrzec Podlaski – Lublin (DK19) – 100 km, 36 ton – redukcja kosztów na poziomie 565 020,00 zł rocznie,
- Międzyrzec Podlaski – Białystok (DK19) – 150 km, 36 ton – redukcja kosztów na poziomie 847 530,00 zł rocznie,
- Międzyrzec Podlaski – wschodnia granica (Terespol) (DK2) – 63 km, 36 ton – redukcja kosztów na poziomie 355 962,60 zł rocznie,
- Międzyrzec Podlaski – zachodnia granica z Niemcami, 134 km, 54 tony – redukcja kosztów na poziomie 1 135 690,20 zł rocznie.

Łącznie dla obliczonych tras wywozów towarów otrzymujemy roczną redukcję kosztów transportu w wysokości  $1\,514\,253,60 + 565\,020,00 + 847\,530,00 + 355\,962,60 + 1\,135\,690,20 = 4\,418\,456,40$  zł.

Suma korzyści dla przywozów i wywozów ze względu na lepszą jakość dróg, analizując przywóz i wywóz towarów, korzystając z pozyskanych danych i przyjętych założeń utrzymuje się na poziomie rocznej redukcji kosztów transportu samochodowego w wysokości ponad 7,5 ml zł,  $3\,178\,237,50 + 4\,418\,456,40 = 7\,596\,693,90$  zł.

## Przykład 2: Cementownia Chełm

Cementownia położona jest na wschodnich obrzeżach Chełma, od północnej strony zakładu przebiega droga krajowa nr 12 Lublin-Dorohusk o wysokim natężeniu ruchu. W 2017 roku cementownia wyprodukowała 2721 541 ton klinkieru i cementu. Szczegółowe dane prezentowały się następująco: 1 435 531 ton całkowitej produkcji klinkieru i 1 286 010 ton całkowitej produkcji cementu (CEMEX, 2018).

W założeniach przyjęto, że Cementownia Chełm jest głównym dostawcą cementu do Warszawy i Lublina. Zgodnie z dostępnymi informacjami, produkcja roczna wynosi niecałe 3 mln ton,  $2\,721\,541 \text{ ton} / 365 = 7456,28$  ton produkcji dziennie (klinkier i cement). Zgodnie z założeniami można przyjąć, że 50 proc. materiałów jest transportowanych do aglomeracji warszawskiej, 30 proc. do Lublina, a 20 proc. produkcji dostarczane jest w innych kierunkach. W związku z tym, do analizy zostaną przyjęte dwa podstawowe kierunki oraz obliczony zostanie jedynie wywóz wytworzonych produktów.

- Chełm – Lublin

Przewozy na trasie Chełm – Lublin to przewozy na odległość 70 km, z czego 44 km odbywa się drogą krajową nr 12, która jest obecnie drogą jednopasmową i charakte-

ryzuje się dużym natężeniem ruchu.  $30 \text{ proc. z } 7456,28 = 2236,88$ ,  $2236,88 \times 44 \text{ km} = 98\,422,72 \text{ tkm}$ . Przy obecnym stanie dróg otrzymujemy  $98\,422,72 \text{ tkm} \times 4,00 \text{ zł} = 393\,690,88 \text{ zł}$ . Jest to koszt łączny dobowy liczony dla średniego kosztu wozokilometra w 2017 roku. Koszt pomniejszony o 20 proc. to  $98\,422,72 \text{ tkm} \times 3,57 \text{ zł} = 351\,369,11 \text{ zł}$ . Łączny dzienny zysk dla transportu materiałów do Lublina lepszą drogą na odcinku 44 km DK12 to  $393\,690,88 - 351\,369,11 = 42\,321,77 \text{ zł}$ . Rocznie daje to  $42\,321,77 \times 365 = 15\,447\,446,05 \text{ zł}$  w związku z wywozem materiałów do Lublina w lepszych warunkach drogowych.

- Chełm – aglomeracja warszawska

Przewozy na trasie Chełm – aglomeracja warszawska to przewozy na odległość ok. 235 km, z czego obecnie jednojezdniowy jest odcinek 104 km: 44 km (DK12), 60 (DK17). Przyjmując współczynnik 50 proc. z całej dziennej produkcji materiałów w cementowni (7456,28 ton), na teren aglomeracji warszawskiej przywożonych jest 3728,14 ton dziennie,  $3728,14 \times 104 \text{ km} = 387\,726,56 \text{ tkm}$ . W związku z obecnym stanem dróg, średni dobowy koszt wywozu produktów dla tego odcinka wynosi  $387\,726,56 \text{ tkm} \times 4,00 \text{ zł} = 1\,550\,906,24 \text{ zł}$ . Koszt pomniejszony o 20 proc. to  $1\,384\,183,82 \text{ zł}$  ( $387\,726,56 \times 3,57 \text{ zł}$ ).

Łączny dzienny zysk dla transportu produktów wytworzonych w cementowni na teren aglomeracji warszawskiej lepszą drogą na odcinku 104 km (DK12 i DK17) to  $166\,722,42 \text{ zł}$  ( $1\,550\,906,24 - 1\,384\,183,82$ ). Rocznie daje to redukcję kosztów rzędu  $60\,853\,683,30 \text{ zł}$  ze względu na wywóz produktów drogą lepszej jakości.

Łącznie, analizując wywóz towarów do aglomeracji warszawskiej i Lublina, korzystając z pozyskanych danych i przyjętych założeń otrzymujemy roczną redukcję kosztów w wysokości  $76\,301\,129,35 \text{ zł}$  w związku z wykorzystaniem transportu drogowego.

### Przykład 3: Studium celne w Białej Podlaskiej

Trzecim badanym przedsiębiorstwem jest mała jednostka edukacyjna (mikro przedsiębiorstwo) zlokalizowana w Białej Podlaskiej. Jest to placówka o charakterze zawodowym, kształcąca przede wszystkim certyfikowanych agentów celnych i techników samochodowych. W celu dokonania obliczeń redukcji kosztów eksploatacyjnych wynikających z tytułu wykorzystania lepszych dróg należy określić podział zatrudnienia w tej jednostce, który wygląda następująco:

stanowiska administracyjne

- 2 osoby codziennie dojeżdżają z Terespoła,
- prezes przedsiębiorstwa co najmniej raz w miesiącu musi pojechać do Warszawy i raz w miesiącu do Lublina;

kadra wykładowa, dla działania tych osób przyjmowany jest okres 10 miesięczny

- 2 osoby z Międzyrzecza Podlaskiego (dojeżdżają trzy razy w tygodniu),
- 4 osoby z Warszawy (dojeżdżają raz w miesiącu),
- 3 osoby z Terespoła (dojeżdżają raz w tygodniu),
- 3 osoby z Lublina (dojeżdżają raz w tygodniu),
- 1 osoba z Białegostoku (dojeżdża raz w miesiącu).

Aby obliczyć redukcję kosztów podróży wynikających z wybudowania lepszej drogi należy dokonać obliczeń oddzielnie dla każdej grupy i osób korzystających z konkretnego odcinka drogi.

Dwie osoby, w związku z wykonywaną pracą, pokonują pięć razy w tygodniu odcinek Biała Podlaska – Terespol, który ma 33 km. Tak więc dwie osoby pokonują codziennie 132 km (2 x 66 km). W 2018 roku przeciętna liczba dni roboczych w miesiącu wynosiła 21 (<https://samozatrudnienie.kalkulator-plac.eu>). W miesiącu osoby te w związku z pracą przejeżdżały średnio 2772 km, w roku daje to sumę 33 264 km, odając miesiąc wolnego, otrzymujemy 30 492 km.

Obecnie dystans ten jest pokonywany drogą jednopasmową. W przypadku budowy autostrady osoby te zaoszczędzą 30 proc. czasu podróży. Ciężko jest określić wartość zaoszczędzonego czasu, zwłaszcza, że jest ona inna dla każdej osoby, co wiąże się z zajmowanym stanowiskiem, względami osobistymi itp. Na potrzeby wyliczeń redukcji kosztów można zatem uśrednić wartość czasu ze względu na wysokość wynagrodzenia i do jej określenia przyjąć średnią stawkę godzinową w sektorze przedsiębiorstw, która wynosi ok. 17 zł netto ([www.wnp.pl](http://www.wnp.pl)).

Obecnie podróż samochodem z Terespoła do Białej Podlaskiej trwa 30 minut, co daje godzinę w drodze do i z pracy, zatem otrzymujemy wartość siedemnastu złotych dziennie ze względu na czas podróży. Przyjmujemy 11 miesięcy roboczych (jest to okres bez urlopu), średnio po 21 dni = 231 dni pracy. Teraz mnożymy  $231 \times 17 \text{ zł} \times 2$  (godzina jazdy w każdym dniu dla dwóch osób) = 7854 zł. Analizując przedstawione dane można stwierdzić, że dzięki wybudowaniu drogi ekspresowej lub autostrady zredukuje się koszty podróży i ze względu na czas podróży będzie to oszczędność 30 proc. Wynika to z porównania czasu przejazdu odcinka 10 km na drodze szybkiego ruchu/autostradzie oraz drodze jednopasmowej. Dla tego przykładu uzyskujemy redukcję kosztów podróży ze względu na zaoszczędzony czas w wysokości 2356,20 zł rocznie dla dwóch osób dojeżdżających do pracy z Terespoła.

Redukcję kosztów wynikającą z mniejszego zużycia paliwa można oszacować ze względu na liczbę przejechanych km, średnie spalanie i średnią cenę paliwa. Suma średnich wartości spalania dla samochodów osobowych wśród 24 najpopularniejszych marek wynosi: 8,714583333, w zaokrągleniu otrzymujemy wartość 8,71 ([www.testy.mojeauto.pl](http://www.testy.mojeauto.pl)) (w badaniu wzięto pod uwagę 28 764 wpisów użytkowników samochodów osobowych najpopularniejszych marek użytkowanych w Polsce). Średnia cena litra paliwa (PB95, PB98, ON, LPG) to 4,31 zł, jednak do szacunków przyjęto średnią wartość ceny jednego litra dla dwóch paliw: PB95 i ON (odrzucone zostały skrajne wartości dla PB98 i LPG). Przy tym założeniu średnia cena za litr paliwa w Polsce wynosi 4,98 zł (dane na temat średnich cen paliwa pozyskane w dniu 04.10.2019) [[www.e-petrol.pl](http://www.e-petrol.pl)]. Przyjmując takie wskaźniki, przejechanie 100 km przy cenie 4,98 zł za litr paliwa i spalaniu 8,71 litra wyniesie 43,38 zł. Zakładając, że oszczędność czasu wynosi 30 proc., przyjęto taki sam wskaźnik oszczędności paliwa. Dla 30 492 km mamy koszt rzędu 13 227,43 zł. Przyjmując 30 proc. redukcji kosztów otrzymujemy 3968,23 zł.

Dla dwóch osób pracujących na stanowiskach administracyjnych, które dojeżdżają codziennie z Terespoła, obliczona redukcja kosztów związaną z wybudowaniem drogi ekspresowej/autostrady wynosi 6324,43 zł.

Na podstawie dokonanych obliczeń można określić średnie koszty zużytego paliwa w przeliczeniu na przebyte kilometry i oszczędność czasu dla innych osób pracujących dla Studium Celnego. Wszystkie pozostałe osoby muszą przejechać 73 240 km rocznie w związku z działalnością tej placówki edukacyjnej. Wśród badanych odcinków drogowych, jedynie 20 km trasy Biała Podlaska – Warszawa to obecnie odcinek autostradowy, wszystkie pozostałe odcinki są drogami krajowymi jednopasmowymi. Zgodnie z przyjętymi założeniami, koszt przejechania 73 240 km przy obecnych cenach paliwa

oraz biorąc pod uwagę średnie spalanie wyniesie 31 771,51 zł. W sytuacji, gdy oszczędność paliwa jest przyjęta na poziomie ok. 30 proc. otrzymujemy 9531,45 zł redukcji kosztów transportu.

W przypadku wyliczenia redukcji czasu podróży, do wyliczeń należy dodać zaoszczędzone 30 proc. czasu dla każdego z tych odcinków. Łącznie w ciągu roku osoby ze stanowisk administracyjnych i kadra wykładająca zaoszczędziłyby 352 godziny dzięki budowie autostrady lub drogi szybkiego ruchu na odcinku, którym się poruszały w ramach zobowiązań związanych z pracą w badanej jednostce edukacyjnej. W ramach analizy dokonano badania czasu, w jakim obecnie pokonywane są poszczególne odcinki i zmniejszono ten czas o 30 proc., zakładając, że o tyle zmniejszy się czas przejazdu. Przyjmując stawkę średnio 17 zł za godzinę pracy otrzymujemy 5984 zł oszczędności spowodowanych redukcją czasu przejazdu tych odcinków.

Biorąc pod uwagę przykład osób zatrudnionych w Studium Celnym w Białej Podlaskiej, na podstawie dostępnych danych można wyliczyć, że rozwój infrastruktury drogowej pozwoli zredukować roczne koszty, które ponoszą te osoby łącznie o 21 839,88 zł.

Nie są to duże kwoty, ponieważ średnio w przeliczeniu na jedną osobę otrzymujemy 1365 zł rocznie, jednak dla osób, które zatrudnia taki przedsiębiorca, korzyści związane z redukcją kosztów paliwa oraz zaoszczędzony czas mogą być dodatkowym argumentem, by taką współpracę kontynuować. Oczywiście, dochodzą także inne korzyści wynikające z lepszej dostępności, jednak nie zostały one ujęte w powyższej analizie.

## Podsumowanie

Prowadzone badania w zdecydowanej większości wskazują na redukcję kosztów, które będą następstwem zmian w sieci. Istnieje wiele czynników wpływających na ruch drogowy, a podróże wzbudzone poprawą stanu infrastruktury transportowej są jedną z przyczyn. Badania często wykazywały zwiększenie ruchu nie pochodzące od zmian w podziale zadań przewozowych bądź wynikających ze zmiany trasy przejazdu, lecz ze względu na poprawę warunków podróży. Uwidacznia się także związek między dostępnością transportową rejonu transportowego a liczbą podróży, co z kolei pozwala określać zwiększenie ruchu spowodowane inwestycjami infrastrukturalnymi. Występuje potencjalny związek między przewidywanym czasem podróży a ewentualną gotowością do jej realizacji. Nowa inwestycja transportowa często wpływa na lokalizację przedsiębiorstw, rozkład przestrzenny wykonywanej podróży, wybór środka transportu oraz wybór trasy. Zwiększanie wskaźnika dostępności transportowej dzięki nowej inwestycji transportowej będzie zwiększać liczbę podróży.

Istotne znaczenie czynnika transportu dla przedsiębiorstw ukazuje także fakt, iż strefy przemysłowe rozwijają się na obszarach dobrze skomunikowanych w różnych kierunkach (współpraca importowo-eksportowa z innymi podmiotami), tak aby minimalizować koszty transportu i osiągać największe zyski w związku z prowadzoną działalnością. Nowe inwestycje infrastrukturalne są istotnym bodźcem stymulującym rozwój przedsiębiorstw, zwłaszcza w regionach Polski Wschodniej, gdzie nadal mamy do czynienia z gorszą sytuacją w zakresie infrastruktury transportowej. Autor przedstawia oszczędności kosztowe dla trzech przedsiębiorstw regionu Polski Wschodniej wynikające z wybudowania lub modernizacji infrastruktury drogowej do standardu autostrady lub drogi ekspresowej. Poddane analizie zostały trzy przedsiębiorstwa o różnej charakterystyce, względem których można wysuwać pierwsze wnioski dotyczące redukcji



kosztów. Jak widać, w przypadku cementowni Chełm roczna redukcja kosztów transportu może być liczona w dziesiątkach milionów złotych. Redukcja kosztów transportu nowego przedsiębiorstwa Wipasz to oszczędność rzędu kilku milionów złotych rocznie. Najmniejsze wartości otrzymujemy oczywiście dla pracowników zatrudnionych u mikro przedsiębiorcy, jednak wiadomo, że skala i charakterystyka prowadzonej działalności wpływają na mniejszy zakres redukcji kosztów. Badania te potwierdzają potrzebę rozbudowy infrastruktury drogowej najwyższej jakości, zwłaszcza na terenach opóźnionych rozwojowo w tym względzie, m.in. na terenie Polski Wschodniej.

## Bibliografia

1. Banak M., Brdulak J., Krysiuk C., Pawlak P. (2014), *Kierunki rozwoju infrastruktury transportu samochodowego w Polsce*, Warszawa, Wydawnictwo ITS.
2. Bentkowska-Senator K., Kordel Z., Gis W., Waśkiewicz J., Balke I., Pawlak P. (2016), *Polski transport samochodowy ładunków*, Warszawa, Wydawnictwo ITS.
3. Berezowski S. (1962), *Geografia transportu*, Warszawa, PWN.
4. Bonsall P. (1996), *Can induced traffic be measured by surveys?*, "Transportation", Volume 23, No. 1, 17-34.
5. Brdulak J., Florczak E., Krysiuk C., Pawlak P., Zakrzewski B. (2017), *Analiza wpływu zbudowanej infrastruktury drogowej na poziom aktywności ekonomicznej w otaczających jednostkach terytorialnych*, Warszawa, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju.
6. Brdulak J., Pawlak P. (2017), *Przedsiębiorstwo w rachunku ekonomicznym skutków inwestycji drogowych*, „Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie”, nr 1(42), s. 47-61.
7. Brdulak J., Pawlak P. (2016), *Rachunek ekonomiczny w praktyce inwestycji drogowych*, „Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe”, nr 6, s. 529-532.
8. Brdulak J., Pawlak P., Krysiuk C., Zakrzewski B. (2014), *Domykanie sieci dróg ekspresowych i autostrad czynnikiem mnożnikowym gospodarczego rozwoju regionów*, „Logistyka”, nr 3, s. 716-722.
9. Brdulak J., Pawlak P., Krysiuk C., Zakrzewski B. (2014), *Podstawowe teorie lokalizacji działalności gospodarczej oraz znaczenie czynnika transportu*, „Logistyka”, nr 6, s. 2254-2260.
10. Brdulak J., Zakrzewski B. (2008), *Ocena ekonomicznej efektywności funkcjonowania Centrum Logistycznego w Małaszewiczach – założenia teoretyczne*, „Transport Samochodowy”, nr 4, s. 31-47.
11. CEMEX (2018), *2017 Deklaracja środowiskowa, Cementownia Chełm. Przemiatownia Gdynia*, CEMEX.
12. Headicar P. (1996), *The local development effects of major new roads*, "Transportation", Volume 23, No. 1, p. 55-69.
13. Hills P. J. (1996), *What is induced traffic?*, "Transportation", Volume 23, No. 1, p. 5-16.
14. Hoszman A. (2014), *Dostępność transportowa: determinanty, pomiar i efekty społeczno-gospodarcze*, Warszawa, SGH.
15. <https://samozatrudnienie.kalkulator-plac.eu/ilosc-dni-roboczych-wymiar-czasu-pracy-2018> (dostęp 19.08.2019).
16. Instytut Transportu Samochodowego, Zakład Badań Ekonomicznych udostępnił informacje na temat wyników badań przeprowadzonych w 2017 roku (dostęp czerwiec 2019).
17. Komornicki T., et al. (2010), *Ocena wpływu inwestycji infrastruktury transportowej realizowanych w ramach polityki spójności na wzrost konkurencyjności regionów*, Warszawa, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego.
18. Kuciński K. (2014), *Ryzyko lokalizacyjne jako kategoria ekonomiczna*, w: *Ryzyko lokalizacji przedsiębiorstw w Polsce*, K. Kuciński (red.), t. 1, Warszawa, Wyd. CeDeWu, s. 33-68.
19. Lijewski T. (1977), *Geografia transportu Polski*, Warszawa, PWE.
20. Madeyski M., Lissowska E., Morawski W. (1978), *Transport, rozwój i integracja*, Warszawa, WKiŁ.

21. Ministerstwo Infrastruktury (2011), *Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2011-2015*, załącznik do uchwały Rady Ministrów Nr 10/2011 z dnia 25 stycznia 2011, Warszawa, Ministerstwo Infrastruktury.
22. Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Program Operacyjny Rozwój Polski Wschodniej, Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007-2013, <http://www.polskawschodnia.gov.pl> (dostęp 30.09.2019).
23. MTBiGM (2013), *Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku)*, projekt, Warszawa, Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej.
24. Pakulska T. (2005), *Kapitał ludzki w Polsce w warunkach gospodarki informacyjnej*, w: *Rozwój elementów infrastruktury życia społeczno-gospodarczego*, Brdulak J. (red.), t. 1, Warszawa, Oficyna Wydawnicza SGH.
25. Pawlak P. (2015), *Modelowanie podróży związane ze zmianą stanu infrastruktury transportowej*, „Logistyka”, nr 3, s. 3792-3799.
26. Pawlak P. (2017), *Badanie związków pomiędzy rozwojem gospodarczym regionów, a stanem rozwoju infrastruktury drogowej*, 6514/ITS, Instytut Transportu Samochodowego.
27. Pawlak P., et al. (2015), *Wpływ zmian sieci drogowej na pracę przewoźową wykonywaną przez przedsiębiorstwo*, 6420/ZBE, Instytut Transportu Samochodowego.
28. Poniatowska-Jaksch M. (1999), *Innowacje infrastrukturalne a przedsiębiorczość*, Monografie i Opracowania, Wydanie 459, Warszawa, Szkoła Główna Handlowa.
29. Raport SGH (2018), *Atrakcyjność Inwestycyjna Regionów 2017*, badania prowadzone pod kierunkiem prof. dr hab. H. Godlewskiej-Majkowskiej. Raport przygotowany na zlecenie Polskiej Agencji Inwestycji i Handlu S.A. w Instytucie Przedsiębiorstwa Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, Warszawa.
30. Rokicki B., Stępiak M. (2018), *Major transport infrastructure investment and regional economic development – An accessibility-based approach*, “Journal of Transport Geography”, 72, p. 36-49.
31. Szarata A. (2013), *Modelowanie podróży wzbudzonych oraz tłumionych zmianą stanu infrastruktury transportowej*, Seria Inżynieria Lądowa, Monografia 439, Kraków, Politechnika Krakowska.
32. Tarski I. (1967), *Transport jako czynnik lokalizacji produkcji*, Warszawa, PWE.
33. The Department of Transport (1994), *Trunk roads and the generation of traffic*, The Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment, Chairman: Mr D. A. Wood QC, London, HMSO.
34. Niedzielski P., Wojewódzka-Król K., Załoga E. (2016), *Nowe wyzwania stojące przed transportem*, w: *Transport nowe wyzwania*, Wojewódzka-Król K., Załoga E. (red.), t. 1, Warszawa, PWN, s. 11-49.
35. Krasucki Z. (2002), *Transport w gospodarce kraju i międzynarodowych stosunkach ekonomicznych*, w: *Transport i spedycja w handlu zagranicznym*, Szczepaniak T. (red.), t. 1, Warszawa, PWE, s. 13-17.
36. Wilk T., Pawlak P. (2014), *Kongestia transportowa*, „Logistyka”, nr 6, s. 11117-11122.
37. [www.e-petrol.pl/notowania/rynek-krajowy/ceny-stacje-paliw](http://www.e-petrol.pl/notowania/rynek-krajowy/ceny-stacje-paliw) (dostęp 04.10.2019).
38. [www.radiobiper.info/2018/03/06/miedzyrzec-podlaski-wipasz-zaklad-drobiarski-najwieksza-inwestycja-wojewodztwie-galeria/](http://www.radiobiper.info/2018/03/06/miedzyrzec-podlaski-wipasz-zaklad-drobiarski-najwieksza-inwestycja-wojewodztwie-galeria/) (dostęp 14.05.2019).
39. [www.testy.mojeauto.pl/spalanie](http://www.testy.mojeauto.pl/spalanie) (dostęp 20.08.2019).
40. [www.wnp.pl/praca/file-warta-jest-godzina-pracy-w-polsce,196536\\_1\\_0\\_0.html](http://www.wnp.pl/praca/file-warta-jest-godzina-pracy-w-polsce,196536_1_0_0.html) (dostęp 21.08.2019).
41. Yeung-Nan Shieh (2013), *Spatial Monopoly Theory in 1885: Wilhelm Launhardt*, San Jose, Department of Economics, San Jose State University.