

dr inż. Ewa Ołdakowska<sup>1\*)</sup>  
 ORCID: 0000-0002-5437-2470  
 Jakub Ołdakowski<sup>1)</sup>

# Ewaluacja kosztów jednostkowych efektów zewnętrznych transportu, wykorzystywanych w analizach kosztów i korzyści

## *Evaluation of unit costs of external transport effects used in cost-benefit analyses*

DOI: 10.15199/33.2022.09.15

**Streszczenie.** Analiza kosztów i korzyści (AKK) umożliwia ocenę stopnia efektywności decyzji, projektów oraz inwestycji i uwzględnia oczekiwane zyski oraz koszty, w tym koszty zewnętrzne. AKK wykorzystywana jest w ocenie planowanych projektów inwestycyjnych w sektorze transportu w Polsce, w przypadku których beneficjenci ubiegają się o pomoc finansową z funduszy Unii Europejskiej. W artykule zaprezentowano zmiany wartości kosztów jednostkowych efektów zewnętrznych transportu w latach 2017 – 2021 wykorzystywanych w AKK i dokonano ich oceny. Ustalono, że największe zmiany dotyczyły kosztów związanych ze zmianami klimatu.

**Słowa kluczowe:** analiza kosztów i korzyści; efektywność ekonomiczna; koszty jednostkowe efektów zewnętrznych transportu.

**Abstract.** The cost-benefit (CBA) analysis is an assessment of the degree of efficiency of decisions, projects, and investments, which takes into account the expected profits and costs, including the external costs. The CBA is also the basis for evaluating planned investment projects in the transport sector in Poland, for which beneficiaries apply for financial assistance from European Union funds. This paper presents the changes and makes an assessment (between 2017 and 2021) in the unit cost values of external transport effects used in used in CBA. The most significant changes were found to be related to the costs of climate change.

**Keywords:** cost-benefit analysis; economic efficiency; unit costs of external transport effects.

**E**fektywność ekonomiczna wymaga uwzględnienia różnorodnych kryteriów [1 ÷ 3]. W ujęciu ekonomicznym jest to wynik przeprowadzonych działań, pozwalających na uzyskanie wcześniej określonego celu, przy jednoczesnym poniesieniu jak najmniejszych nakładów [4]. Efektywność ekonomiczna, rozumiana jako wzajemna relacja pomiędzy nakładami a efektami, może być wyrażana w postaci [5]:

- różnicy pomiędzy efektami a nakładami; wynik większy od zera oznacza, że uzyskane efekty są większe od poniesionych nakładów;
- ilorazu efektów do nakładów; wynik większy od jedności oznacza, że poniesione nakłady są mniejsze od efektów;
- ilorazu różnicy między efektami a nakładami do poniesionych nakładów; stanowi o stopie zwrotu z danej inwestycji; wynik wyraża się w procentach.

Efektywność ekonomiczna jest powiązana z zasadą racjonalnego gospodarowania i w związku z tym umożliwia określenie stopnia opłacalności inwestycji. Ocena określonego przedsięwzięcia powinna zostać przeprowadzona z uwzględnieniem aspektów: funkcjonalnych; technicznych; finansowych; organizacyjnych; społecznych; estetycznych; innowacyjnych; prawnych; ekologicznych [1, 5, 6]. Aspekty społeczne odgrywają szczególną rolę w przypadku projektów infrastrukturalnych. Charakteryzuje się je społeczną stopą dyskontową, która ma odzwierciedlać społeczny punkt widzenia na wartości-

wanie przyszłych korzyści i kosztów w porównaniu z obecnymi. Ustalenie właściwej społecznej stopy dyskontowej pozwala na obliczenie efektywności ekonomicznej projektu, dzięki oszacowaniu następujących wskaźników:

- ekonomicznej zaktualizowanej wartości netto ENPV – różnica między zdyskontowanymi całkowitymi korzyściami i kosztami społecznymi;
- ekonomicznej wewnętrznej stopy zwrotu ERR – daje wartość równą zero w przypadku wskaźnika ENPV, co oznacza, że ekonomiczna wartość bieżąca netto korzyści spodziewanych z danej inwestycji będzie równa wartości nakładów;
- B/C – stosunek zdyskontowanych korzyści ekonomicznych do zdyskontowanych kosztów.

Do oceny efektywności ekonomicznej projektów drogowych i mostowych realizowanych w Polsce wykorzystuje się standardy zawarte w „Niebieskiej Księdze” [7] oraz w instrukcjach dotyczących oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych w przypadku dróg wojewódzkich, powiatowych i gminnych [8 ÷ 10]. „Niebieska Księga” zalecana jest przez Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju w celu ujednoczenia metodyki przeprowadzania analizy kosztów i korzyści projektów sektora transportu.

Kompleksowe podejście do szacowania kosztów w procesie inwestycyjnym zawarte jest w metodzie LCCA, która analizuje koszty z uwagi na przyjęte rozwiązania projektowe na każdym etapie procesu, począwszy od planowania aż po rozbiórkę obiektu. Analiza pozwala na określenie ekonomicznej efektywności inwestycji oraz na weryfikację hipotez-

<sup>1)</sup> Politechnika Białostocka; Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

<sup>\*)</sup> Adres do korespondencji: e.oldakowska@pb.edu.pl

zy o znacznym wpływie rozwiązań projektowych przyjętych na etapie planowania przedsięwzięcia na koszty, w pełnym cyklu życia obiektu.

### Analiza kosztów i korzyści w ocenie efektywności ekonomicznej

Analiza kosztów i korzyści to podstawa kalkulacji ekonomicznej i wyboru optymalnego rozwiązania [11 ÷ 16]. Bazuje na grupie założonych celów projektu, przypisując wartość pieniężną pozytywnemu (korzyści) i negatywnemu (koszty) wpływowi inwestycji na dobrobyt. Wartości te są dyskontowane, a następnie sumowane w celu ustalenia łącznej korzyści netto. Zgodnie z najlepszymi praktykami, koszty i korzyści społeczno-ekonomiczne projektów infrastruktury drogowej oblicza się na podstawie głównych kategorii kosztów [7], do których zalicza się: eksploatację pojazdów; czas użytkowników infrastruktury drogowej; wypadki drogowe i ofiary; emisję zanieczyszczeń; zmiany klimatu; hałas. Koszty eksploatacji pojazdów i koszty czasu użytkowników infrastruktury drogowej mają bezpośredni wpływ na efektywność ekonomiczną inwestycji, natomiast koszty wypadków drogowych i ofiar, zanieczyszczenia powietrza, zmian klimatu i hałasu, to tzw. koszty zewnętrzne.

Ogólne efekty projektu mierzy się za pomocą wskaźników: **ekonomicznej wartości bieżącej netto (ENPV)** wyrażanej w wartościach pieniężnych oraz **ekonomicznej stopy zwrotu (ERR)** [17]. Analiza kosztów i korzyści jest podstawą oceny inwestycji współfinansowanych ze środków UE.

Celem artykułu jest przedstawienie ewaluacji kosztów jednostkowych efektów zewnętrznych transportu wykorzystywanych w AKK, szczególnie w przypadku tzw. dużych projektów, do których, zgodnie z art. 100 rozporządzenia nr 1303/2013 [18, 19], zalicza się projekty o całkowitym koszcie kwalifikowalnym przekraczającym 50 mln EUR. Wyjątek stanowią projekty wskazane w art. 9 punkt 7 rozporządzenia nr 1303/2013, które są objęte celem tematycznym nr 7 – *Promowanie zrównoważonego transportu i usuwanie niedoborów przepustowości w działaniu najważniejszej infrastruktury sieciowej*. W ich przypadku próg kwotowy wynosi 75 mln EUR całkowitych kosztów kwalifikowalnych.

### Analiza zagadnienia

Koszty jednostkowe efektów zewnętrznych transportu w latach 2017 – 2021 r., publikowanych na stronie Centrum Unijnych Projektów Transportowych [20], zestawiono w tabeli. Koszty jednostkowe umożliwiające określenie kosztów wypadków, zanieczyszczenia powietrza i hałasu zwiększają się w czasie z elastycznością 0,8 w stosunku do wzrostu PKB na mieszkańca. Ponadto **koszty wypadków drogowych** w każdym analizowanym przypadku obejmują: koszty zabitych; koszty rannych; koszty ciężko rannych; koszty strat materialnych (ponoszonych w wypadkach z udziałem rannych i/lub ofiar). Koszty wypadków ujmowane w analizach są kosztami ekonomicznymi wolnymi od finansowych przepływów pieniężnych związanych z transferami w sektorze publicznym i prywatnym. Dotyczą one spadku produktywności, kosztów administracyjnych i sądowych, strat materialnych oraz kosz-

**Koszty jednostkowe efektów zewnętrznych transportu**  
*Unit costs of external transport effects*

Wyszczególnienie	Rok				
	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Transport pasażerski – koszty jednostkowe [PLN/1000 pas•km]</b>					
Wypadki	90,79	95,86	100,12	103,53	108,85
Zanieczyszczenie dolnych warstw atmosfery	15,40	16,26	16,99	17,56	18,47
Zmiana klimatu	18,20	20,13	22,12	23,85	25,89
Hałas	5,40	5,71	5,96	6,16	6,48
Kongestia (koszty opóźnień)	51,39	54,26	56,68	58,61	61,62
<b>Transport towarowy – koszty jednostkowe [PLN/1000 t•km]</b>					
Wypadki	45,94	48,50	50,66	52,38	55,07
Zanieczyszczenie dolnych warstw atmosfery	22,70	23,97	25,03	25,88	27,21
Zmiana klimatu	16,90	18,70	20,54	22,15	24,04
Hałas	6,76	7,13	7,45	7,70	8,10
Kongestia (koszty opóźnień)	48,50	51,21	53,49	55,31	58,15

tów: pracodawców; hospitalizacji; pogrzebowych i rekompensat. Niematerialne koszty związane z bólem i cierpieniem ludzkim nie są ujmowane [7]. **Koszty zanieczyszczenia powietrza** są związane z oddziaływaniem transportu na środowisko naturalne, oznaczającym ujemny wpływ na zdrowie ludzkie (schorzenia układu sercowo-naczyniowego oraz układu oddechowego), straty materialne (uszkodzenia budynków i obiektów) i szkody środowiskowe (negatywny wpływ na bioróżnorodność i ekosystemy). Do najistotniejszych zanieczyszczeń powietrza związanych z transportem zalicza się: pyły (PM 10, PM 2.5); tlenki azotu (NO<sub>x</sub>); dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>); lotne związki organiczne (VOC) oraz ozon (O<sub>3</sub>), jako zanieczyszczenie pośrednie. Jednostkowe koszty ekonomiczne zanieczyszczenia powietrza zależą od prędkości i kategorii pojazdów, ukształtowania terenu oraz lokalizacji drogi (miejska lub zamiejska) i jej stanu technicznego [7]. Natomiast jednostkowe koszty emisji gazów cieplarnianych, tj. ekwiwalentnej emisji CO<sub>2</sub>, bazujące na współczynnikach emisji zanieczyszczeń powietrza są zależne od zużycia paliwa, a więc od prędkości i kategorii pojazdów oraz od stanu nawierzchni i ukształtowania drogi.

**Koszty wpływu nadmiernego hałasu** zależą od natężenia ruchu, lokalnych warunków (obszar miejski/ zamiejski) i pory dnia [7]. Wartość kosztów jednostkowych zawartych w tabeli uwzględnia współczynniki indeksacji wartości pieniężnych na koniec każdego roku, będące iloczynem elastyczności, zmian PKB (Polski) per capita w cenach stałych średniorocznych i inflacji średniorocznej (dla Polski), wg danych Eurostatu. Mają one wpływ na racjonalne ustalenie wartości mierników efektywności ekonomicznej, na zgeneralizowane koszty transportu AKK i mogą stanowić podstawę do porównywania „obciążenia środowiska” przez różne rodzaje transportu, co może zostać wykorzystane przy rozwijaniu ogólnej polityki transportowej, czy opracowywaniu strategii cenowych.

Analiza danych zawartych w tabeli wskazuje na wzrost w kolejnych latach kosztów jednostkowych efektów zewnętrznych transportu bez względu na jego rodzaj. Największe zmiany można zaobserwować w przypadku kosztów

zmian klimatu w 2018 r. w stosunku do 2017 r., które zwiększyły się o 10,60% w przypadku transportu pasażerskiego i o 10,65% w przypadku transportu towarowego. W kolejnych latach wzrost kosztów jednostkowych oddziaływania transportu na środowisko naturalne waha się od prawie 10% do ponad 3%.

Najmniejsze procentowe wartości wzrostu kosztów jednostkowych efektów zewnętrznych transportu odnotowano w 2020 r. w stosunku do 2019 r. Jednostkowe koszty wypadków w przypadku transportu pasażerskiego i towarowego zwiększyły się odpowiednio o 3,41% i 3,40%. Analogiczną zmianę odnotowano w wartościach kosztów kongestii oraz kosztów wpływu nadmiernego hałasu i zanieczyszczenia dolnych warstw atmosfery. Zmiany o ponad 7% zaobserwowano w relacjach kosztów zmian klimatu, zarówno w transporcie pasażerskim, jak i towarowym. 2021 r., w porównaniu z 2020 r., charakteryzuje się wzrostem jednostkowych kosztów drogowego transportu pasażerskiego na poziomie: 5,14% – koszty wypadków; 5,18% – zanieczyszczenie dolnych warstw atmosfery; 8,55% – zmiana klimatu; 5,19% – hałas; 5,14% – kongestia, natomiast w przypadku drogowego transportu towarowego zmiany te osiągają wartość: 5,14% – koszty wypadków oraz zanieczyszczenia dolnych warstw atmosfery; 8,53% – zmiana klimatu; 5,19% – hałas i 5,13% – kongestia.

Różnica kosztów jednostkowych efektów zewnętrznych transportu pasażerskiego w stosunku do kosztów jednostkowych efektów zewnętrznych transportu towarowego wynosi ok. 1%, poza kosztami wpływu nadmiernego hałasu w pierwszych dwóch latach analizowanego okresu.

## Podsumowanie

Efektywność ekonomiczna zapewnia maksymalizowanie efektów przy określonych nakładach i minimalizowanie nakładów przy danych efektach. Ocena efektywności ekonomicznej projektów drogowych i mostowych prowadzona jest wg określonych zaleceń. AKK prowadzi się wg określonych zasad, które obejmują analizę finansową przedsięwzięcia oraz analizę społeczno-ekonomiczną zwaną również analizą ekonomiczną lub społeczno-gospodarczą. Ważnym elementem procedury są wartości kosztów jednostkowych efektów zewnętrznych transportu (koszty wypadków drogowych i ofiar, koszty zanieczyszczenia powietrza, koszty zmian klimatu i koszty hałasu), a zmienność ich wartości w czasie jest istotnym elementem rachunku kalkulacji, ponieważ pozwala na racjonalne ustalenie zgeneralizowanych kosztów transportu oraz wartości mierników efektywności ekonomicznej.

Analiza przeprowadzona z wykorzystaniem danych dostępnych na stronie Centrum Unijnych Projektów Transportowych, wykazała, że w kolejnych latach rozpatrywanego okresu (2017 – 2021 r.) nastąpił wzrost kosztów jednostkowych efektów zewnętrznych transportu niezależnie od tego, czy rozpatrywany był transport pasażerski czy towarowy. Największe zmiany w odniesieniu do poprzedniego roku zaobserwowano w 2018 r., natomiast najmniejsze procentowe wartości oznaczające wzrost kosztów jednostkowych efektów zewnętrznych transportu odnotowano w 2020 r.

## Literatura

- [1] Głodziński E. Efektywność ekonomiczna – dylematy definiowania i pomiaru. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie, z. 73/2014.
- [2] Ellis D, Glover B, Norboge N. Refining a Methodology for Determining the Economic Impacts of Transportation Improvements. University Transportation Center for Mobility at Texas A&M University, 2012.
- [3] Litman T. Critical Analysis of Conventional Transport Economic Evaluation. Victoria Transport Policy Institute, 2013.
- [4] Łabuńska I, Pisz I. Wielokryterialna ocena efektywności ekonomicznej projektów logistycznych cz. 1. Logistyka, nr 6/2014.
- [5] Rutkowska A. Teoretyczne aspekty efektywności – pojęcie i metody pomiaru. Zarządzanie i Finanse, tom 1, nr 4/2013
- [6] Bielski M. Podstawy teorii organizacji i zarządzania. Wyd. C. H. Beck, Warszawa, 2002.
- [7] Niebieska Księga, Infrastruktura drogowa przygotowana przez ekspertów. Inicjatywy Jaspers, 2015.
- [8] Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych dla dróg gminnych, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa, 2008.
- [9] Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych dla dróg powiatowych, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa, 2008.
- [10] Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych dla dróg wojewódzkich, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa, 2008.
- [11] Artis M, Carrion J. L, Moreno R, Pons G, Surinach J. Efficiency measurements in infrastructure projects: Cost-benefit analysis of the Tunnel of Cadi. International Journal of Transport Economics = Rivista Internazionale de Economia dei Trasporti, 2000.
- [12] Chi S, Bunker J, Teo M. Measuring Impacts and Risks to the Public of a 2 Privately Operated Toll Road Project by Considering 3 Perspectives in Cost-Benefit Analysis. Journal of Transportation Engineering, 2017.
- [13] De Rus G. Introduction to Cost-benefit Analysis. Edward Elgar Publishing, 2010.
- [14] Litman T. Transportation Cost and Benefit Analysis. Victoria Transport Policy Institute, 2009.
- [15] Rogers M, Duffy A. Engineering project appraisal: the evaluation of alternative development schemes. Oxford, UK: John Wiley & Sons, 2012.
- [16] Wee B. V, Rietveld P. CBA: ex ante evaluation of mega-projects. In H. Priemus & B. Van Wee (Eds.), International handbook on mega-projects (pp. 269–290). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2014.
- [17] Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020, Minister Funduszy i Polityki Regionalnej, Warszawa, 11 lipca 2022 r.
- [18] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 z 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólne przepisy dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności, Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich oraz Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego oraz ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności i Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego.
- [19] Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014–2020, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa, 2014.
- [20] [https://www.cupt.gov.pl/strefa-beneficjenta/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/narzedzia/tablice-kosztow-jednostkowych-do-wykorzystania-w-analizach-kosztow-i-korzysci/\(data\\_dostepu\\_1.07.2022\\_r.\)](https://www.cupt.gov.pl/strefa-beneficjenta/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/narzedzia/tablice-kosztow-jednostkowych-do-wykorzystania-w-analizach-kosztow-i-korzysci/(data_dostepu_1.07.2022_r.))

*Badania zostały zrealizowane w ramach pracy nr WZ/WB-IIL/1/2020 i sfinansowane ze środków na naukę MEiN.*

*Przyjęto do druku: 30.08.2022 r.*