

Sonia Huderek-Glapska<sup>1</sup>

## Koszty zewnętrzne transportu lotniczego

### WSTĘP

W ciągu ostatniej dekady obserwuje się bardzo dynamiczny wzrost sektora przewozów lotniczych. W okresie 2002-2012 podwoiła się liczba operacji lotniczych, a wzrost liczby przewiezionych pasażerów był niemal czterokrotny. Mimo tak dużej dynamiki wzrostu rynek transportu lotniczego w Polsce jest niedojrzały i posiada duży potencjał do dalszego rozwoju. Mieszkaniec Europy Zachodniej odbywa średnio 2,5 podróży lotniczych w ciągu roku podczas gdy statystyczny Polak 1,5. Prognozuje się, że w następnych dekadach liczba operacji lotniczych w Polsce będzie wzrastać średnio o 2% rocznie, a liczba pasażerów średnio o 6% [22].

Zwiększone potrzeby przewozowe wymagają rozbudowy istniejącej infrastruktury lotniskowej i uzupełnienia systemu portów lotniczych w Polsce o kolejne lotniska. Samorządy czynią starania o wykorzystanie lokalnych lotnisk i lądowisk nie tylko do celów cywilno-sportowych, ale także biznesowych. Rozwój infrastruktury transportu lotniczego i stymulowanie liczby przewozów lotniczych jest słusznym kierunkiem w kontekście zwiększenia dostępności transportowej i wzmacniania szans rozwojowych ośrodków regionalnych i subregionalnych. Jednakże aby rozwój ten odbywał się w sposób zrównoważony, strategia rozwoju sektora transportu lotniczego powinna uwzględniać wszelkie korzyści i koszty ponoszone zarówno przez bezpośrednich użytkowników, jak i społeczeństwo [7].

Badania nad efektami zewnętrznymi transportu lotniczego stanowią element analiz kosztów zewnętrznych generowanych przez cały sektor transportu [15; 12], a także stanowią główny cel opracowań naukowych [19; 8]. Celem artykułu jest scharakteryzowanie kosztów zewnętrznych transportu lotniczego ze szczególnym uwzględnieniem hałasu lotniczego i zanieczyszczenia powietrza przez środki transportu lotniczego, odniesienie tych informacji do rynku transportu lotniczego w Polsce oraz oszacowanie poziomu kosztów zewnętrznych hałasu. W pierwszej części artykułu przedstawiono zagadnienie kosztów zewnętrznych transportu lotniczego. Następnie dokonano przeglądu metod ich szacowania oraz podjęto próbę odniesienia tych informacji do rynku transportu lotniczego w Polsce na przykładzie portu lotniczego w Warszawie. Na końcu artykułu sformułowano wnioski.

### 1. CHARAKTERYSTYKA EFEKTÓW ZEWNĘTRZNYCH GENEROWANYCH PRZEZ SEKTOR TRANSPORTU LOTNICZEGO

Zagadnienie kosztów zewnętrznych zawiera się w koncepcji efektów zewnętrznych, która jest stosunkowo dobrze rozpoznana w literaturze przedmiotu. Efekty zewnętrzne transportu występują wtedy, gdy użytkownik transportu albo nie ponosi wszystkich kosztów związanych z procesem transportowym, wtedy mamy do czynienia z ujemnymi efektami zewnętrznymi inaczej kosztami zewnętrznymi, albo nie otrzymuje pełnych korzyści z nim związanych, wtedy mówi się o dodatnich efektach zewnętrznych inaczej korzyściach zewnętrznych [20, s. 4].

Efekty zewnętrzne można zdefiniować poprzez określenie ich charakterystyki [17]. Efekty zewnętrzne powstają najczęściej wtedy, gdy zasobom, które są wspólnie użytkowane przez podmioty, nie można jednoznacznie przypisać praw własności; brak jest rynku tych zasobów, a więc nie ma

<sup>1</sup> Dr Sonia Huderek-Glapska, Katedra Mikroekonomii, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu.

możliwości ich wyceny poprzez rynkowy mechanizm cenowy lub gdy występuje nieefektywność struktur rynkowych.

Negatywne efekty zewnętrzne i związane z nimi koszty zewnętrzne ponoszone są przez otoczenie, a nie przez wytwórcę tego kosztu. Internalizacja negatywnych efektów zewnętrznych ma na celu włączenie wartości kosztów do mechanizmów cenowych, w celu oddziaływania na decyzje producentów i konsumentów, a tym samym doprowadzenie wielkości efektów zewnętrznych do optymalnego poziomu<sup>2</sup> [20, s. 6].

W. Rothengatter wyróżnił obszary, w ramach których mogą pojawić się efekty zewnętrzne w transporcie [18, s. 88]. Mimo, iż charakterystyka ta dotyczy wszystkich gałęzi transportu, rodzaj i siła efektów zewnętrznych może różnić się w zależności od gałęzi transportu. Adaptując rozważania W. Rothengatter'a do potrzeb niniejszej analizy można scharakteryzować cztery poziomy występowania efektów zewnętrznych w transporcie lotniczym. Efekty zewnętrzne mogą wystąpić:

- podczas budowy i użytkowania infrastruktury transportu lotniczego,
- kiedy użytkownicy obiektów i urządzeń transportowych oddziałują na siebie i tym samym powodują nieefektywność poprzez niezamierzone interakcje, przykładem jest powstanie kongestii lub koszty wypadków (nie objętych ubezpieczeniem),
- gdy finansowanie infrastruktury transportowej (np. budowa nowych lub rozbudowa istniejących portów lotniczych) jest niewłaściwe z punktu widzenia podmiotu publicznego, który płaci (samorząd lokalny lub regionalny, władze na szczeblu krajowym lub międzynarodowym), podatnicy płacą więcej, niż wynosi wartość publicznej usługi natomiast prywatni użytkownicy płacą mniej, niż wynosi koszt użytkowania części infrastruktury,
- działalność związana z infrastrukturą transportu lotniczego oddziałuje na podmioty trzecie znajdujące się poza sektorem transportu, powodując powstanie nieefektywności rynku.

W literaturze przedmiotu najczęściej spotyka się analizę niepokrytych kosztów wynikających z użytkowania infrastruktury transportu: kongestii, koszty wypadków, koszty środowiskowe i koszty infrastruktury. Przy czym najczęściej uwagi poświęca się badaniom zewnętrznym kosztów środowiskowych. Analizy efektów zewnętrznych transportu prowadzone pod egidą Unii Europejskiej [15] zawierają pięć kategorii kosztów środowiskowych: koszty zanieczyszczenia powietrza, koszty zmian klimatycznych, koszty hałasu, koszty zmian krajobrazu oraz zanieczyszczenia wód i gleb oraz koszty związane z powstaniem ryzyka nuklearnego.

M. Janic wyróżnia cztery obszary, w których transport lotniczy negatywnie oddziałuje na otoczenie i powoduje powstanie kosztów zewnętrznych [8]:

- wpływ na życie ludzi mieszkających, pracujących lub znajdujących się z innych powodów w pobliżu oddziaływania obiektów infrastruktury transportu lotniczego (portów lotniczych) poprzez generowanie hałasu, zanieczyszczeń powietrza i stworzenie ryzyka śmierci lub uszczerbku na zdrowiu w wyniku wypadku samolotu,
- wpływ na życie i zdrowie bezpośrednich użytkowników usług transportowych w wyniku wypadku samolotu zarówno podczas lotu, jak i podczas operacji w porcie lotniczym, tylko koszty niepokryte ubezpieczeniem,
- emisja gazów i przyczynianie się do powstawania kwaśnych deszczy, globalnego ocieplenia i zmniejszania warstwy ozonowej,
- powstanie kongestii i opóźnień w wyniku niedostosowania wielkości popytu do ilości dostępnej przepustowości infrastruktury lotniczej, po ustalonej cenie.

Powyższe efekty związane są z użytkowaniem infrastruktury transportu lotniczego i wykorzystaniem środków transportu lotniczego. Efekty te nie są jednorodne, to znaczy posiadają różne cechy, które je charakteryzują, w związku z tym w różnym stopniu oddziałują na społeczeństwo i środowisko naturalne. Dla przykładu hałas lotniczy odczuwany jest w najbliższym otoczeniu portu

<sup>2</sup> Zniwelowanie kosztu zewnętrznego do zera oznaczałoby zaprzestanie aktywności transportowej. Celem internalizacji jest obniżenie negatywnych efektów zewnętrznych do poziomu optymalnego z punktu widzenia społeczeństwa, w którym marginalny koszt redukcji negatywnych efektów zewnętrznych zrówna się z marginalną korzyścią wynikającą z tej redukcji.

lotniczego, podczas gdy zanieczyszczanie powietrza ma zarówno lokalny, jak i globalny zasięg oddziaływania.

W niniejszym artykule uwaga została poświęcona dwóm negatywnym efektom zewnętrznym związanym z rynkiem transportu lotniczego, którymi są hałas lotniczy oraz zanieczyszczenie powietrza na skutek emisji gazów przez samoloty.

Efekty zewnętrzne funkcjonowania portu lotniczego w postaci emisji hałasu i zanieczyszczeń nie są przedmiotem obrotu rynkowego i nie dochodzi do obiektywnego oszacowania ich wartości. Istnieje obawa, że efekty te mogą być wyceniane w sposób arbitralny. Alternatywnym systemem dla efektywnej alokacji zasobów jest interwencja państwa i wprowadzenie regulacji, które mają na celu ustalenie zasad dostępu do danego zasobu. Przykładem takiej regulacji jest np. wprowadzenie ograniczenia operacji lotniczych w porze nocnej, co ma na celu między innymi ochronę mieszkańców przed nadmiernym hałasem.

## 2. KOSZTY ZWIĄZANE Z HAŁASEM LOTNICZYM I METODY ICH SZACOWANIA

Funkcjonowanie rynku transportu lotniczego, a w szczególności samoloty użytkujące infrastrukturę portów lotniczych powodują powstawanie hałasu, który jest uciążliwy dla wszystkich osób znajdujących się w obszarze oddziaływania lotniska. Zarówno pracownicy podmiotów użytkujących i zapewniających utrzymanie infrastruktury transportu lotniczego, bezpośredni użytkownicy usług przewozowych, osoby znajdujące się w pobliżu portu lotniczego z różnych powodów (np. handlowych lub rekreacyjnych) oraz lokalna społeczność narażeni są na niedogodności związane z występowaniem dźwięków o wysokim natężeniu.

Problem hałasu lotniczego został dostrzeżony już w latach 70. XX wieku, wtedy to członkowie Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego (ICAO) podjęli decyzję o potrzebie ustandaryzowania metod estymacji hałasu lotniczego występującego na terenach zlokalizowanych wokół portów lotniczych. Od tego momentu międzynarodowa polityka rozwoju transportu lotniczego miała uwzględniać w swoich założeniach element redukcji hałasu lotniczego.

Rozwój liczby przewozów lotniczych i związany z nim wzrost hałasu wymogły na zarządcach portów lotniczych zastosowanie działań mających na celu redukcję uciążliwości dla otoczenia<sup>3</sup>. Na podstawie danych dotyczących natężenia hałasu wyznacza się strefy wokół portu lotniczego, w obrębie których hałas osiąga wartości przekraczające normy. Strefy hałasu wyznacza się oddzielnie dla pory dziennej i nocnej [2]. Natężenie hałasu zależy od liczby startów i lądowań oraz operacji samolotów w porcie lotniczym, a także rodzaju samolotów używanych przez przewoźników lotniczych. W granicach stref oddziaływania portu lotniczego wprowadza się ograniczenia w zakresie przeznaczenia terenów i sposobu ich użytkowania. Prawne ustanowienie stref wokół portu lotniczego pozwala na zastosowanie instrumentów niwelowania negatywnego oddziaływania portu lotniczego m.in. przez wykup nieruchomości, wypłatę odszkodowania lub zastosowanie odpowiedniej izolacji akustycznej budynków.

Zarządcy portów lotniczych stosują także inne instrumenty w celu ograniczenia skutków hałasu lotniczego, najczęstsze z nich to ograniczenia lub całkowity zakaz operacji lotniczych w nocy, obciążanie przewoźników lotniczych opłatami za emisję hałasu oraz kary za przekroczenie dozwolonych norm hałasu. W 1999 roku tylko w 10 z 25 krajów Unii Europejskiej razem z Norwegią i Szwajcarią stosowano opłaty za hałas lotniczych [10]. Zwiększony ruch lotniczy oraz wzrost świadomości społeczeństwa spowodowały, że już w 2003 roku wszystkie z 27 krajów wprowadziły opłaty za hałas lotniczy. Wysokość opłaty hałasowej ustala się w zależności od kategorii hałasowej danego statku powietrznego oraz od pory dnia startu i lądowania w porcie lotniczym. Kategoria hałasowa samolotu zależy od jego maksymalnej masy startowej i świadectwa emisji hałasu.

Wysokość zewnętrznego kosztu hałasu lotniczego zależy w dużej mierze od gęstości zaludnienia terenów narażonych na negatywne skutki funkcjonowania transportu lotniczego. W celu oszacowania kosztów zewnętrznych hałasu lotniczego stosuje się metody wykorzystujące teorię użyteczności

<sup>3</sup> W Polsce ustawa Prawo ochrony środowiska zobowiązuje zarządców portów lotniczych do przeprowadzania pomiarów hałasu i sporządzania map akustycznych dla terenu lotniska i jego otoczenia.

konsumenta: modele oparte na preferencjach ujawnionych (*ang. revealed preferences*) oraz modele oparte na preferencjach deklarowanych (*ang. stated preferences*) [5].

Preferencje ujawnione to rzeczywiste wybory konsumentów i przy ich analizie wykorzystuje się dane historyczne. Najczęściej stosowaną metodą jest hedoniczny model cen, który zakłada, że każde dobro, posiada wiele atrybutów, które posiadają cechy użytkowe rozpatrywane przez konsumenta. Przy czym zakłada się, że każdy konsument ma identyczną funkcję użyteczności. Modele oparte na preferencjach ujawnionych wykorzystują fakt istnienia rynków komplementarnych (rynek nieruchomości) do tych, na których występują efekty zewnętrzne (rynek transportu lotniczego). Różnica w wartościach rynkowych nieruchomości położonych w strefie hałasu lotniczego i tej położonej poza strefą oddziaływania portu lotniczego przy niezmiennych pozostałych atrybutach stanowi koszt hałasu. Różnica ta wyrażona jest najczęściej jako dyskonto wynikające z poziomu hałasu (*ang. noise discount*), które jest wartością malejącą w miarę zwiększenia odległości nieruchomości od portu lotniczego. Analiza regresji transakcji na rynku nieruchomości wykorzystywana jest do zidentyfikowania czynników mających wpływ na cenę, a tym samym obliczenia wpływu hałasu lotniczego [16]. Wskaźnik spadku wartości nieruchomości na skutek hałasu lotniczego NDI (*ang. Noise Depreciation Index*) obliczany jest za pomocą następującego wzoru:

$$NDI = (W_p - W_s) / (H_p - H_s) * (100\%) / W_p \quad (1)$$

Gdzie:

$W_p$  to wartość nieruchomości poza strefą oddziaływania portu lotniczego,

$W_s$  to wartość nieruchomości w strefie oddziaływania portu lotniczego,

$H_p$  to poziom hałasu poza strefą oddziaływania portu lotniczego,

$H_s$  to poziom hałasu w strefie oddziaływania portu lotniczego.

Drugim rodzajem metod szacowania kosztów hałasu są modele oparte na preferencjach deklarowanych, hipotetycznych (*ang. stated preferences*). Metody te wykorzystują sondaże ekonomiczne, bazują na danych pierwotnych i umożliwiają wycenę nierynkowych zasobów. Celem badań jest analiza intencji wyrażanych przez konsumentów w momencie pomiaru. Metoda ta wykorzystuje w badaniach format pytań o gotowość konsumenta do zapłaty (*ang. WTP - willingness to pay*) za poprawę obecnego stanu (zmniejszenie hałasu) i tym samym wzrost użyteczności. Analizowany jest także poziom akceptacji negatywnego zjawiska (*ang. WTA – willingness to accept*). Jedną z najpopularniejszych metod opartych na preferencjach deklarowanych jest metoda wyceny warunkowej (*ang. CV- contingent valuation method*).

Metody oparte na preferencjach deklarowanych w przeciwieństwie do metod opartych na preferencjach ujawnionych nie opierają się na cenach rynkowych. Pojawia się więc trudność w postaci wiarygodności i niezmienności (w przypadku kiedy hipotetyczna sytuacja wystąpi w rzeczywistości) oceny preferencji konsumentów.

Powyższe analizy pozwalają na oszacowanie zagregowanego kosztu zewnętrznego wynikającego z hałasu lotniczego. Na potrzeby polityki internalizacji kosztów zewnętrznych i ustalania wysokości opłat hałasowych użytecznym jest przyporządkowanie każdej operacji lotniczej wysokości kosztów hałasu jakie generują. W tym celu oblicza się marginalny koszt zewnętrzny hałasu. Ten typ podejścia w szacowaniu poziomu kosztów zewnętrznych nazwany jest w literaturze przedmiotu analizą zstępującą (*ang. top-down approach*) [17, s. 298].

### **3. KOSZTY ZWIĄZANE Z ZANIECZYSZCZENIEM POWIETRZA PRZEZ TRANSPORT LOTNICZY I METODY ICH SZACOWANIA**

Funkcjonowanie rynku transportu lotniczego przyczynia się do powstania wielu negatywnych efektów zewnętrznych powstających w środowisku naturalnym. Efekty te zwane są nie-kiedy w literaturze przedmiotu efektami środowiskowymi. Nawiązując do rozważań Y. Schipperera i in. (2001) [19] w oparciu o prace K. Buttona (1990) [1], S. Morissette (1996) [14] i M. Janica (1999) [8]

negatywne, technologiczne efekty zewnętrzne powstające w środowisku naturalnym można skategoryzować następująco:

- efekty zewnętrzne zależne bezpośrednio od działalności na rynku przewoźników lotniczych: lokalne zanieczyszczenie powietrza, globalne zanieczyszczenie atmosfery, zanieczyszczenie gleby,
- pośrednie efekty zewnętrzne związane z emisją zanieczyszczeń podczas produkcji samolotów, a także podczas utylizacji nienadających się do użytku samolotów, koszty wynikające z nadmiernego eksploataowania samolotów oraz koszty związane z nieodpowiednią gospodarką odpadami związanymi z serwisowaniem i utrzymaniem samolotów w porach lotniczych,
- efekty zewnętrzne związane z infrastrukturą transportu lotniczego, w tym zakłócenie funkcjonowania ekosystemu poprzez budowę i rozbudowę portów lotniczych, zanieczyszczenie wód i gleby poprzez wyciek niebezpiecznych substancji oraz wpływ na faunę i florę wokół portu lotniczego.

Zarządcy podmiotów funkcjonujących na rynku transportu lotniczego powinni w swoich decyzjach uwzględniać wszystkie rodzaje efektów zewnętrznych, jakie powstają w środowisku naturalnym, niemniej jednak nie jest to zadanie proste. Każdy z wyżej wymienionych efektów jest złożony i wymaga oddzielnej analizy.

Emisja gazów przez samoloty należy do najpoważniejszych efektów zewnętrznych generowanych przez transport lotniczy. Szacunki EUROSTATu dowodzą, iż udział transportu lotniczego w emisji dwutlenku węgla wynosi 3% i w związku z ciągłym rozwojem transportu lotniczego udział ten będzie się zwiększał. W ciągu ostatniej dekady dynamika wzrostu emisji dwutlenku węgla generowanego przez samoloty na terenie Unii Europejskiej wyniosła średnio 21% rocznie [13]. Oprócz dwutlenku węgla transport lotniczy przyczynia się do zanieczyszczenia środowiska poprzez emisję tlenków azotu, siarczanów i pary wodnej na dużych wysokościach. Na zmiany klimatyczne ma wpływ także powstawanie smug kondensacyjnych.

Podmioty funkcjonujące na międzynarodowym rynku lotniczym, w tym organizacje zrzeszające przewoźników lotniczych, podjęły działania na rzecz zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza poprzez redukcję gazów cieplarnianych emitowanych przez samoloty. Dzięki zmianom technologicznym i innowacyjnym rozwiązaniom w produkcji samolotów, linie lotnicze zredukowały w ciągu 10 lat o 20% zużycie paliwa i emisję dwutlenku węgla<sup>4</sup>. Unia Europejska uznała, iż niezbędne jest podjęcie dalszych kroków w celu ograniczenia wpływu transportu lotniczego na zanieczyszczenie powietrza i w 2008 roku włączyła lotnictwo do Wspólnotowego Systemu Handlu Emisjami [3; 13].

Do czynników, które mają wpływ na poziom emisji gazów przez samoloty zalicza się: rodzaj operacji lotniczej, typ silników samolotowych, czas operacji samolotu w porcie lotniczym oraz stopień zatłoczenia portu lotniczego. Efekty zewnętrzne związane z emisją gazów przez samoloty można podzielić na te o zasięgu lokalnym i globalnym. Operacje samolotu w porcie lotniczym, do których zalicza się lądowanie, kołowanie oraz start samolotu przyczyniają się do powodowania zanieczyszczenia powietrza w najbliższym otoczeniu lotniska. Zanieczyszczenie to ma ujemny wpływ na zdrowie osób przebywających w obszarze oddziaływania portu lotniczego. Globalny efekt ujawniający się we wpływie zanieczyszczeń na zmiany klimatu generowany jest przez lot samolotu i emisję gazów na dużych wysokościach.

W szacowaniu kosztów zewnętrznych związanych z zanieczyszczeniem powietrza przez samoloty stosuje się podejście odwrotne do metody obliczania kosztów hałasu. Na początku oblicza się koszt emisji spalin dla pojedynczego samolotu uwzględniając jego dane technologiczne (w tym rodzaj silnika) oraz rodzaj operacji jaką wykonuje. Następnie całkowity roczny koszt zewnętrzny obliczany jest jako iloczyn liczby operacji lotniczych w ciągu roku i kosztu emisji zanieczyszczeń przypadającego na jeden lot samolotu z uwzględnieniem rodzaju silnika i rodzaju operacji jaką wykonuje samolot.

<sup>4</sup> Szacunki IATA (Międzynarodowej Organizacji Zrzeszającej Przewoźników Lotniczych).

W nawiązaniu do powyższych rozważań Lu i Morrell [9] zaproponowali następującą metodę szacowania kosztów emisji zanieczyszczeń powietrza przez samoloty. Roczny koszt emisji spalin przez samoloty ( $K_e$ ) można obliczyć według następującego wzoru:

$$K_e = \sum_k L_k K_{ek} \quad (2)$$

Gdzie:

$L_k$  to całkowita liczba lądowań w ciągu roku k-tego samolotu z danym silnikiem,

$K_{ek}$  to koszt emisji spalin przez k-ty samolot z danym silnikiem.

Koszt ten można zapisać jako:

$$K_{ek} = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^5 \alpha_i F_{ij} U_{ij} \quad (3)$$

Gdzie:

$\alpha_i$  to waga operacji samolotu (wyróżnia się 5 rodzajów operacji lotniczych: start, wznoszenie się, osiągnięcie poziomu, lot, parkowanie),

$F_{ij}$  to wielkość (wyrażona w kilogramach) j-tych zanieczyszczeń emitowanych podczas i-tej operacji lotniczej,

$U_{ij}$  to jednostkowy koszt zewnętrzny j-tego zanieczyszczenia obliczony na podstawie zależności pomiędzy rodzajem zanieczyszczenia a jego negatywnym wpływem na otoczenie. Tabela 1 przedstawia wartości jednostkowych kosztów zewnętrznych zanieczyszczeń.

Tab. 1. Jednostkowy koszt zanieczyszczeń emitowanych przez samoloty [11, s. 159]

Rodzaj zanieczyszczenia	Średni koszt (EUR/kg) w 2005
HC	4,5
CO	0,1
NO <sub>x</sub>	10,1
PM	167,8
SO <sub>2</sub>	6,8
CO <sub>2</sub>	0,038

#### 4. KOSZTY ZEWNĘTRZNE GENEROWANE PRZEZ TRANSPORT LOTNICZY W POLSCE

Doświadczenia z badań rynków europejskich w analizie negatywnych efektów generowanych przez transport lotniczy wykorzystano w estymacji kosztów zewnętrznych transportu lotniczego w Polsce. Posłużono się studium przypadku największego lotniska w kraju Warszawa Okęcie. Oszacowano koszt zewnętrzny wynikający z hałasu lotniczego na podstawie zmian cen na rynku nieruchomości. Dla portu lotniczego w Warszawie prawnie wyznaczono obszar ograniczonego użytkowania [21] Oznacza, iż zostaje określony właściciel hałasu – port lotniczy. Określenie właściciela hałasu pozwala na uwzględnienie czynnika hałasu w cenie nieruchomości znajdującej się na terenie oddziaływania portu lotniczego. Na hałas lotniczy związany z funkcjonowaniem portu lotniczego w Warszawie narażonych jest około 317 tys. mieszkańców.

W celu oszacowania wpływu hałasu lotniczego na ceny nieruchomości mieszkaniowych w Warszawie posłużono się hedoniczną funkcją cen, uwzględniając zarówno ceny transakcyjne, jak i ofertowe [5]. Dodatkowo przeprowadzono badania ankietowe wśród deweloperów, budujących i sprzedających mieszkania w obszarze ograniczonego użytkowania (OOU) [6]. Wyniki analizy przedstawia tabela 2.

Tab. 2. Spadek cen sprzedaży nieruchomości mieszkaniowych położonych w obszarze oddziaływania portu lotniczego w stosunku do tych położonych poza strefą [6; 5]

Rodzaj strefy	OOU	Z2	Z1
Poziom hałasu	45-50 dB	50-55 dB	> 55dB
<b>Metoda badania</b>			
Badanie preferencji ujawnionych (hedoniczny model cen)	4%	8%	12%
Badanie preferencji deklarowanych (badanie sondażowe)	Nieznaczny spadek	7,5%	15%

Na podstawie rezultatów analizy regresji można określić wskaźnik spadku wartości nieruchomości na skutek zmian w poziomie hałasu NDI. Wskaźnik NDI dla Obszaru Ograniczonego Użytkowania Portu Lotniczego im. Fryderyka Chopina w Warszawie wynosi 0,8. Oznacza to, że przy wzroście hałasu o 1dB cena nieruchomości narażonej na hałas spada o 0,8% w porównaniu do podobnej nieruchomości nie narażonej na hałas lotniczy.

Całkowity koszt hałasu lotniczego ( $K_{hi}$ ) w roku  $i$ -tym, wyceniony poprzez analizę rynku nieruchomości można obliczyć za pomocą następującego wzoru:

$$K_{hi} = \sum_i \sum_j^3 M_{ij} AP_{ij} N_{ij} \quad (4)$$

Gdzie:

$M_{ij}$  to liczba sprzedanych mieszkań w roku  $i$ -tym, położonych w strefie  $j$ ,

$AP_{ij}$  to średnia cena ofertowa sprzedaży mieszkań w roku  $i$ -tym, położonych w strefie  $j$ ,

$N_{ij}$  dyskonto z jakim sprzedawane były nieruchomości w związku z narażeniem nieruchomości na hałas lotniczy w roku  $i$ -tym w strefie  $j$ .

Z danych szacunkowych dotyczących zrealizowanych sprzedaży nieruchomości w Warszawie wynika, iż w 2010 roku koszt hałasu lotniczego związanego z funkcjonowaniem portu lotniczego w Warszawie wyrażony jako utrata wartości nieruchomości mieszkaniowych położonych w obszarze oddziaływania lotniska wyniósł 110 mln PLN.

Średni koszt hałasu przypadający na jedną operację lotniczą wykonaną z portu lotniczego w Warszawie wynosi 942,6 PLN w 2010 roku. Szacunki te są porównywalne z analizami transportu lotniczego w Europie<sup>5</sup> [9].

## WNIOSKI

Rozpoznanie negatywnych efektów i oszacowanie kosztów zewnętrznych związanych z funkcjonowaniem transportu lotniczego przyczynia się do zrównoważonego rozwoju transportu lotniczego. Szacunki kosztów zewnętrznych transportu lotniczego mogą przyczynić się bardziej efektywnego ustalania poziomu opłat za generowanie efektów zewnętrznych (np. opłat hałasowych), a także wspomagają analizy kosztów i korzyści rozbudowy infrastruktury lotniskowej i prognozy rozwoju ruchu lotniczego. Wyniki badań transportu lotniczego w Europie wskazują na dodatnią zależność pomiędzy liczbą przewozów lotniczych a wielkością generowanych przez nie efektów zewnętrznych. Oznacza to, że rozwój rynku lotniczego pociąga za sobą wzrost negatywnych efektów i większe koszty ponoszone przez społeczeństwo. Wyzwanie dla decydentów stanowi stworzenie takiej polityki internalizacji kosztów zewnętrznych, która przyczyni się do bardziej efektywnej alokacji i zmian zasobów

Jak zauważa P. Forsyth [4, s. 32], nakładanie dodatkowych obciążeń finansowych na sektor transportu lotniczego w postaci opłat za zanieczyszczanie środowiska może spowodować w krótkim okresie wystąpienie zakłócenia równowagi pomiędzy efektami ekonomicznymi a efektami

<sup>5</sup> Lu i Morrell oszacowali średni roczny koszt hałasu lotniczego przypadający na jedną operację lotniczą na lotnisku w Londynie Heathrow na poziomie 387 EUR (w przybliżeniu 1 586 PLN).

środowiskowymi w rozwoju rynku lotniczego. Jedynie efektywna i skuteczna polityka transportowa może zapewnić pogodzenie celów finansowych i środowiskowych w długim okresie.

### Streszczenie

*Transport lotniczy jest jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi gospodarki w XXI wieku. Rozwój ten niesie ze sobą zarówno korzyści dla społeczeństwa jak i koszty. Zrównoważony rozwój transportu lotniczego wymaga, aby zarówno koszty jak i korzyści generowane przez transport lotniczy były wliczone do rachunku ekonomicznego podmiotów gospodarczych odpowiedzialnych za generowanie efektów zewnętrznych. Celem artykułu jest scharakteryzowanie kosztów zewnętrznych transportu lotniczego ze szczególnym uwzględnieniem hałasu lotniczego i zanieczyszczenia powietrza przez środki transportu lotniczego, odniesienie tych informacji do rynku transportu lotniczego w Polsce poprzez oszacowanie kosztów zewnętrznych wynikających z hałasu lotniczego związanego z funkcjonowaniem portu lotniczego w Warszawie. Rezultaty analizy są użyteczne dla celów polityki transportowej kraju oraz mogą być stosowane w analizach kosztów i korzyści funkcjonowania portów lotniczych.*

## External costs of air transport

### Abstract

*Air transport is one of the fastest growing industries in the twenty-first century. This development brings both benefits and costs to society. Sustainable development of air transport requires that both the costs and benefits generated by air transport were included in the calculation of economic performance of operators responsible for generating externalities. The purpose of this article is to characterize the external costs of air transport with particular emphasis on aircraft noise and air pollution. Then relation of this data to air transport market in Poland and estimation of the level of external costs has been made. The results indicate a positive correlation between the size of entities operating in the air transport market and the level of external costs. The results of the analysis are useful for the purpose of transport policy and can be used in the cost benefit analysis of air transport market operation and development.*

### BIBLIOGRAFIA

1. Button K., *Environmental externalities and transport policy*. „Oxford Review of Economic Policy” 1990, nr 6 (2).
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/30/WE z dnia 26 marca 2012.
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/101/WE z dnia 19 listopada 2008.
4. Forsyth P.: *Environmental and financial sustainability of air transport: Are they incompatible?* Journal of Air Transport Management 2011, vol. 17, nr 1.
5. Huderek-Glapska S., Trojanek R., *The impact of aircraft noise on house prices*. “International Journal of Academic Research” 2013, nr 4.
6. Huderek-Glapska S., *Wpływ hałasu lotniczego na ceny nieruchomości mieszkaniowych w Warszawie – analiza preferencji deklarowanych*. „Świat Nieruchomości” 2013, nr 3 (85).
7. Huderek-Glapska S., *Zrównoważony rozwój portu lotniczego*. „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego Problemy Transportu i Logistyki” 2012, nr 18.
8. Janić M., *Aviation and externalities: the accomplishments and problems*. “Transportation Research Part D” 1999, nr 4.
9. Lu C., Morrell P., *Determination and application of environmental costs at different sized airports – aircraft noise and engine emissions*. “Transportation” 2006, vol. 33, nr 1.
10. Lu C.: *Social welfare impacts of environmental charges on commercial flights*. PhD dissertation, Cranfield University, 2000.
11. Lu C., *The implications of environmental costs on air passenger demand for different business models*. “Journal of Air Transport Management” 2009, nr 15.
12. Maibach M., Schreyer C., Sutter D., H.P. van Essen, Boon B.H., Smokers R., Schrotten A., Doll C., Pawłowska B., Bąk M.: *Handbook on estimation of external costs in the transport sector*.

- Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT)*, Delft, CE, 2008.
13. Marciszewska E., *Sektor lotniczy w kontekście wprowadzenia europejskiego systemu handlu emisjami*. „Przegląd Komunikacyjny” 2012, nr 2.
  14. Morrissette S., *A survey of environmental issues in the civilian aviation industry*. ”Journal of Air Transport World Wide” 1996, nr 1.
  15. Nash A., Matthews B., Link H., Bonsall P., Lindberg G., E. van de Voorde, Ricci A., Enei R. and Proost S.: *Final Activity Report GRACE (Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation)*, Funded by Sixth Framework Programme. ITS, University of Leeds, Leeds. 2008.
  16. Nelson J., *Meta-Analysis of Airport Noise and Hedonic Property Values: Problem and Prospects*.”Journal of Transport Economics and Policy” 2004, vol 38, nr 1
  17. Pawłowska B., *Zewnętrzne koszty transportu. Problem ekonomicznej wyceny*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2000.
  18. Rothengatter W., *External effects of transport*, w: *Analytical Transport Economics*, Polak J., Heertje A., (red.) Edward Elgar Publishing 2000.
  19. Schipper Y, Rietveld P., Nijkamp P., *Environmental externalities in air transport market*. “Journal of Air Transport Management” 2001, nr 7.
  20. *Towards fair and efficient pricing in transport. Policy options for internalising the external costs of transport in the European Union*. Commission of the European Communities, COM (95) 691, s. 4.
  21. Uchwała Nr 76/11 Sejmiku Województwa Mazowieckiego z dnia 20 czerwca 2011 roku w sprawie utworzenia obszaru ograniczonego użytkowania dla Portu Lotniczego im. Fryderyka Chopina w Warszawie.
  22. Urząd Lotnictwa Cywilnego: *Prognoza popytu na lotniczy ruch pasażerski w polskich portach lotniczych do 2030 roku - aktualizacja 2012*. ULC 2012.