

Piotr Trzepacz

RELACJE PORT LOTNICZY – ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Zarys treści: Opracowanie stanowi przegląd dorobku w zakresie badań dotyczących relacji między portami lotniczymi a środowiskiem przyrodniczym. Punkt wyjścia stanowi omówienie istoty wzajemności w oddziaływaniu między tymi komponentami przestrzeni. Zaprezentowano problem emisji zanieczyszczeń generowanych przez porty lotnicze, zmiany w środowisku towarzyszące realizacji takich inwestycji, jak budowa portu, oddziaływanie klimatu i jego zmian na funkcjonowanie takich obiektów, a także ich wpływ na świat zwierzęcy i roślinny. Omówiono zatem antropopresję na środowisko przyrodnicze jako jeden aspekt tych relacji, a jako drugi zasygnalizowano istotne ograniczenia przyrodnicze dla możliwości lokalizowania, rozbudowy czy funkcjonowania portów lotniczych.

Słowa kluczowe: port lotniczy, zanieczyszczenie środowiska, oddziaływanie przestrzenne

Key words: airport, environmental pollution, spatial impact

Wprowadzenie

Głównym celem niniejszego opracowania jest zwrócenie uwagi na wielostronność relacji między infrastrukturą transportu lotniczego a różnymi elementami środowiska przyrodniczego. Autor uważa bowiem, że jedynie pełna świadomość zagrożeń, obok korzyści płynących z faktu budowy i rozbudowy portów lotniczych, pozwoli na kształtowanie polityki przestrzennej realizującej idee zrównoważonego rozwoju.

Fakt, że portom lotniczym poświęca się w literaturze naukowej dużą uwagę, nie tylko jako bodźcom do rozwoju gospodarczego, ale i obiektom w sposób negatywny oddziałującym na środowisko, jest wynikiem ogólnych przemian społecznych, które pozwoliły na dostrzeganie problemu w relacjach między infrastrukturą transportu a środowiskiem przyrodniczym. N. Ashford i P.H. Wright (1992) przypominają, że do pewnego czasu zwracanie uwagi na takie zjawiska, jak emitowanie przez port lotniczy

zanieczyszczeń, było bardzo niepopularne, gdyż uznawano to za postawę „niepostępową”. Porty lotnicze jako symbol nowoczesności i przemian były początkowo oceniane bardzo jednostronnie.

Nie odbierając tym obiektom ich zasług dla rozwoju społeczno-gospodarczego, nie można pozostawać obojętnym względem ujemnych aspektów ich oddziaływania. Problem ten dotyczy ogółu środków transportu i ich infrastruktury. P. Nijkamp i M. van Geenhuizen (1997) podkreślają rolę transportu jako czynnika o znaczeniu integrującym, zarówno w aspekcie przestrzennym (przez łączenie obszarów heterogenicznej przestrzeni), jak i w aspekcie społeczno-ekonomicznym (realizacja potrzeb ludności). Zwracają także uwagę na rolę, jaką odgrywa transport (zwłaszcza dużych prędkości – szybka kolej, transport lotniczy) w kształtowaniu jakości życia, a jednocześnie akcentują zmieniające się podejście współczesnego społeczeństwa wysokiej mobilności (określają je dosłownie jako *highly mobile society*). Coraz częściej bowiem zakłada się, że poza spełnianiem swej zasadniczej funkcji (przemieszczanie), transport powinien być w taki sposób organizowany, aby nie stał w sprzeczności względem idei zrównoważonego rozwoju. Przyjmuje się zatem, że realizacja coraz większych potrzeb transportowych ludzkości nie może oznaczać przyzwolenia na zwiększanie presji wobec środowiska przyrodniczego. H. Gudmundsson i M. Höjer (1996) oraz P. Upham (2001) używają nawet określenia „mobilność zrównoważona”, nawiązując do programów Komisji Europejskiej¹, które szukają sposobów na pogodzenie interesu środowiska przyrodniczego i użytkowników transportu. Samo podejmowanie próby rozpoznawania pozytywnych i negatywnych składowych bilansu oddziaływania transportu cytowani autorzy uważają za fundamentalny cel działań. W odniesieniu do transportu lotniczego zauważają oni, że ma on przede wszystkim największe problemy z umożliwianiem realizacji jednej z podstawowych zasad rozwoju zrównoważonego, czyli zachowania naturalnych zasobów dla przyszłych generacji. Paliwo lotnicze oparte na ropie naftowej, przy ilościowym rozwoju transportu lotniczego będzie w dalszym ciągu przyczyną łamania tej zasady. Nie można jednak w tym miejscu pominąć faktu zaawansowanych prac nad stosowaniem w lotnictwie komercyjnym paliw syntetycznych z grupy xTL (produkowanych z biomasy)². K. Mayor i R.S.J. Toi (2009) zwracają uwagę, że na politykę przewoźników wobec kwestii oddziaływania na środowisko mają wpływ rosnące ceny paliw. Linie lotnicze składają zamówienia na samoloty typu Airbus A380 i Boeing 787 Dreamliner, które będą w stanie zabrać na pokład jednorazowo nawet 800 pasażerów. Najpopularniejszy obecnie w skali globu samolot pasażerski Boeing 737, w zależności od wersji, przewozi od ponad 140 do ok. 190 pasażerów. Użytkowanie A380 czy Dreamlinera, przewożących nawet 4-krotnie więcej osób, będzie zatem powodowało spadek wielkości emisji zanieczyszczeń w przeliczeniu na jednego pasażera. Oczekuje się również, że wykorzystywanie tych największych produkowanych maszyn

¹ Action Programme for Transport (Komisja Europejska, 1998).

² Portal internetowy dlapilota.pl powołuje się w tym zakresie na wypowiedzi Christiana Dumasa, wiceprezydenta Airbusa ds. równowagi i eko-wydajności.

wpłynie na zmniejszenie ogólnej uciążliwości samych portów lotniczych i ograniczy ich negatywne oddziaływanie na środowisko. Mniejsza częstotliwość startów i lądowań, dzięki eksploatacji większych maszyn, przynosi odpowiednie korzyści wynikające z rzadszego wykonywania czynności związanych z czyszczeniem maszyn, powodujących emisję zanieczyszczeń, czy też mniejsze skumulowane generowanie hałasu.

Oddziaływanie na środowisko poprzez fakt emisji zanieczyszczeń mających negatywne skutki dla człowieka bywa klasyfikowane jako społeczne koszty transportu (Button, Nijkamp 1997). Podkreśla to czysto ludzki wymiar korzyści płynących z odpowiedniej jakości środowiska przyrodniczego.

Kategorie oddziaływania transportu lotniczego na środowisko

Porty lotnicze należą do grupy wielkopowierzchniowych obiektów infrastruktury transportu. Ich relacje ze środowiskiem przyrodniczym są kształtowane z jednej strony przez cechy fizyczne tych obiektów, a z drugiej strony przez ich użytkowanie. W pierwszym przypadku zwraca uwagę m.in. ich wielkość, a także materiały wykorzystywane do ich budowy. Użytkowanie portów lotniczych stanowi natomiast źródło zanieczyszczeń, hałasu oraz drgań, które mają negatywny wpływ zarówno na środowisko przyrodnicze, jak i na ludzi, którzy zamieszkują ich otoczenie. Z drugiej strony należy mieć świadomość, że możliwości budowy tak rozległych obiektów są w dużej mierze determinowane właśnie przez warunki środowiska przyrodniczego.

Dynamiczny rozwój transportu lotniczego stanowi czynnik generujący szerokie spektrum zarówno pozytywnych, jak i negatywnych bodźców. Pierwsza grupa jest utożsamiana przede wszystkim z rozwojem gospodarczym, a druga z oddziaływaniem na środowisko. Rosnące w dobie globalizacji potrzeby szybkiego przemieszczania doprowadziły do zwiększenia liczby operacji lotniczych, co z kolei przyczyniło się do wzrostu negatywnych efektów środowiskowych. Relacje transportu lotniczego i środowiska przyrodniczego są rozważane z punktu widzenia infrastruktury (lądowisk, lotnisk, portów lotniczych³) oraz operacji lotniczych (startów i lądowań) w skali lokalnej, natomiast z punktu widzenia oddziaływania samego przemieszczania się statku powietrznego – w skali globalnej. Zarówno w jednym, jak i w drugim przypadku rola wielkości, możliwości technicznych i samego rozmieszczenia portów lotniczych ma znaczenie kluczowe dla wskazania przestrzeni szczególnie narażonych na ich negatywne aspekty – kumulują się one na obszarach o największej gęstości zaludnienia i o najwyższym poziomie urbanizacji.

Kategoryzacja obiektów infrastruktury punktowej transportu lotniczego w dużej mierze określa możliwe realizowanie potrzeb transportowych (funkcje obiektów i ich przeznaczenie). Wskazuje ona rodzaj statku powietrznego, który jest w stanie bezpiecznie wykonywać operacje startu i lądowania przy użyciu lądowiska, lotniska lub portu lotniczego. A zatem przynależność obiektu do określonej kategorii pośrednio wpływa

³ Kategorie te są zdefiniowane w Ustawie z dnia 3 lipca 2002 – Prawo Lotnicze.

również na kierunki i siłę jego oddziaływania na środowisko. Ch. Lu i P. Morrell (2006) zwracają uwagę na to, że koszty środowiskowe funkcjonowania infrastruktury transportu lotniczego, które obejmują zarówno te związane z negatywnym oddziaływaniem na środowisko przyrodnicze jak i te, które dotyczą człowieka, po osiągnięciu określonego poziomu oznaczają przekroczenie granicy pewnej równowagi i wówczas zyski z funkcjonowania portu jako przedsiębiorstwa zostają bardzo ograniczone. Należy zatem świadomie podchodzić do problemu lokalizacji i funkcjonowania tej grupy obiektów – świadomie, tzn. tak, aby korzyści ekonomiczne mogły być maksymalizowane przy jednoczesnej minimalizacji kosztów środowiskowych. Te dwie kwestie nie są ze sobą sprzeczne, ale wymagają od podmiotu zarządzającego takim obiektem stosowania określonej polityki. Jest to tym ważniejsze, że obok kwestii rynkowych, czy dostępności obiektu względem potencjalnego obszaru ciężenia, przewoźnicy lotniczy podejmując decyzję np. o ustanowieniu lokalizacji dla swojego huba⁴, kierują się także podejściem administratora portu do kwestii środowiskowych (Warnock-Smith, Potter 2005). Nie jest to dla nich czynnik najważniejszy, ale coraz częściej rozpatrywany.

Port lotniczy jako najintensywniej użytkowany element infrastruktury transportu lotniczego jest bezpośrednio obarczany odpowiedzialnością za zagrożenia dla środowiska przyrodniczego. Należy pamiętać, że jest to efekt ogółu czynności wynikających z obsługi przewoźników lotniczych i funkcjonowania samego portu. L. Luther (2007) i J. Whitelegg (1997) słusznie akcentują różnorodność źródeł emisji zanieczyszczeń, za którą ogólna odpowiedzialność spada na port lotniczy. Wymieniają oni, obok samych operacji lotniczych (startów i lądowań), także:

- a) operacje wykonywane z udziałem pojazdów użytkowanych przez pasażerów (środki transportu, którymi dojeżdżają oni do portu lotniczego), a także przez pracowników portu lotniczego,
- b) czynności związane z czyszczeniem i utrzymaniem samolotów oraz pojazdów obsługi naziemnej,
- c) odmrażanie samolotów i pasa startowego oraz stosowanie środków przeciwdziałających zamarzaniu,
- d) czynności związane z załadunkiem paliwa lotniczego i jego przechowywaniem,
- e) utrzymanie obiektów stanowiących port lotniczy,
- f) prace konstrukcyjne związane z obiektami portu lotniczego.

Problem oddziaływania transportu lotniczego na środowisko jest często przedstawiany łącznie jako interakcje między transportem lotniczym a środowiskiem w znaczeniu przyrodniczym, jak i środowiskiem w znaczeniu społeczno-ekonomicznym, głównie w kontekście jakości życia człowieka (Janic 1999). Zanieczyszczenie, oddziaływanie hałasu i kwestie bezpieczeństwa są zatem analizowane wspólnie. P. Upham i J. Mills (2005), badając sprawozdawczość brytyjskich portów lotniczych w zakresie oddziaływania na środowisko, zwrócili jednak uwagę na to, że świadomość powodowania negatywnych skutków dla środowiska nie jest traktowana jako punkt

⁴ Określenie przesiadkowego portu lotniczego.

wyjścia do dyskusji o możliwych kierunkach przeciwdziałania, a przynajmniej ograniczania takich tendencji.

P. Upham i in. (2003) zwracają uwagę na kolejny problem, wynikający z pewnych trendów w lokalizowaniu portów lotniczych. Przypominają oni, że budowane na skraju obszarów zurbanizowanych często bezpośrednio stykają się z pierścieniami terenów zieleni otaczających dany ośrodek i przyczyniają się do ich degradacji. Otwiera to kolejny problem poszukiwania takich miejsc do lokalizacji portów lotniczych, w przypadku których możliwe będzie minimalne narażenie środowiska przyrodniczego, przy maksymalnej efektywności ekonomicznej takiej inwestycji. Należy bowiem pamiętać, że porty lotnicze nie są już wyłącznie miejscami startów i lądowań samolotów, ale wielkimi przedsiębiorstwami, które oddziałują przestrzennie (Freestone 2009). Oddziaływanie to polega m.in. na rozbudowie infrastruktury towarzyszącej, budowie systemu dróg dojazdowych, czy wręcz na przyciąganiu innej działalności gospodarczej w ich otoczeniu. Tym samym port lotniczy generuje impulsy, które ostatecznie, choć nie w sposób bezpośredni, przyczyniają się do zwiększania presji na środowisko przyrodnicze.

Transport lotniczy a zanieczyszczenie środowiska

Interakcje między transportem lotniczym a środowiskiem przyrodniczym w dużej mierze koncentrują się wokół problemu emisji zanieczyszczeń. Według D. Stannera i P. Bourdeau (1995) transport lotniczy jest odpowiedzialny za konsumpcję 10% całej energii wykorzystywanej przez transport i powoduje 15% emisji CO₂. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę na to, że inny wymiar ma ogólne oddziaływanie transportu lotniczego, a inny w rozróżnieniu na rolę, jaką odgrywa tutaj sama jego infrastruktura, czyli właśnie omawiane porty lotnicze. D.L. Greene i M. Wegener (1997) zwracają uwagę na to, że wprawdzie zdecydowana większość negatywnego oddziaływania transportu na środowisko przyrodnicze jest związana z produkcją energii na potrzeby transportu, to jednak nie wyczerpuje to relacji „transport-środowisko”. Tak też jest w przypadku infrastruktury transportu lotniczego. Niemniej jednak A. Unal i in. (2005) zwracają uwagę, że wielkość emitowanych przez porty lotnicze zanieczyszczeń między rokiem 1970 a 1999 wzrosła o 80% w przypadku lotnego węgla (VOC), a emisja NO_x uległa podwojeniu. Według tych samych autorów, powołujących się na Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych, porty lotnicze generują 2% wszystkich zanieczyszczeń (bez transportu drogowego). Znaczenie tego problemu podkreślają również A. Vedantham i M. Oppenheimer (1998) oraz G.P. Brasseur i in. (1998).

Oprócz wymienionych skutków, według Raportu IPCC (1999) lotnictwo jest również odpowiedzialne za spadek ilości metanu i produkcję pary wodnej. Opracowanie to, a także badania A.E. Jonesa i in. (1996) czy J.P. Becka i in. (1992), dowodzą oddziaływania lotnictwa na wzrost koncentracji ozonu w atmosferze.

Jednocześnie szczegółowe badania dotyczące lokalnego wymiaru emisji zanieczyszczeń do otoczenia portów lotniczych Londyn Gatwick (Tsani-Bazaca i in. 1984), Londyn Stansted (Williams i in. 1981) czy Waszyngtonu (Yamartino i in. 1980) wykazały, że porty lotnicze jako emitory nie wyróżniają się choćby na tle emisji powodo-

wanej przez transport drogowy czy tej związanej ogólnie z terenami zurbanizowanymi itp. Rysujący się w świetle wniosków prezentowanych przez wymienionych autorów wizerunek portu lotniczego jako jednego z wielu i niewyróżniającego się emitora zanieczyszczeń wydaje się być podejściem niewłaściwym. Ta względność powinna być uzupełniana dyskusją nad tym, jak oceniać porty lotnicze emitujące zanieczyszczenia z dala od terenów zabudowanych, gdzie „konkurencja” z innymi źródłami szkodliwych substancji jest mniejsza.

Porty lotnicze stanowią emitory zanieczyszczeń w związku z ich użytkowaniem przez statki powietrzne, a także w wyniku prac naziemnych umożliwiających to użytkowanie. Drugi problem uzyskuje szczególną wagę w okresie zimowym. Konieczność odlodzenia pasa startowego i samych statków powietrznych (ich skrzydeł) wiąże się ze stosowaniem w tym celu różnych środków chemicznych. Do tej grupy związków należy m.in. glikol etylenowy, który jest również składnikiem płynów stosowanych w chłodnicach silników zapobiegających ich zamarzaniu. W swych badaniach R.D. Sills i P.A. Blakeslee (1992) zwrócili uwagę na problem bezpośredniego przenoszenia tych związków do środowiska przyrodniczego. Alarmowali, że zarządcy portów lotniczych w znikomym stopniu starają się ograniczać taki proceder (np. poprzez działania mające na celu unieszkodliwienie tego związku przed jego przedostaniem się do wód gruntowych). Stwierdzono, że stosowanie tego typu odmrażaczy powoduje zarówno w glebie, jak i w wodach powierzchniowych m.in. wzrost koncentracji glikolu i amoniaku. Amoniak pojawia się jako wynik hydrolizy mocznika, który również jest wykorzystywany do produkcji odmrażaczy. Na problem ten wskazywali także D.A. Turnbull i J.R. Bevan (1995) w odniesieniu do zlewni rzeki Ouseburn, położonej w sąsiedztwie portu lotniczego obsługującego Newcastle upon Tyne. Autorzy stwierdzili wpływ używanych przez port lotniczy odmrażaczy nie tylko na jakość wody, ale również na skutki ekologiczne takich czynności. W badanej zlewni stwierdzono bowiem znaczne ubytki skorupiaków gatunku kielża zdrojowego (*Gammarus Pulex L.*), który jako gatunek wrażliwy na zmiany w środowisku jest uważany za wskaźnik jego jakości (Pascoe i in. 1995). Tego rodzaju aspekty oddziaływania są niestety wspólne dla całej infrastruktury transportu. Oddziaływanie portów lotniczych na różnorodność biotyczną środowiska wodnego (jej zmniejszanie), a także śmiertelność organizmów (podwyższanie), są traktowane jako zagrożenie przede wszystkim o wymiarze lokalnym (Ellis i in. 1997). Mimo tego należy podkreślić, że ma ono charakter gwałtowny i chroniczny dla obszaru kontaktowego między środowiskiem a emitorem – w tym przypadku drogą startową danego portu lotniczego a jej sąsiedztwem.

B. Graham i C. Guyer (1999) zwracają natomiast uwagę na kwestie wpływu przemian systemowych w transporcie lotniczym (liberalizacja) na funkcjonowanie portów lotniczych i dalszy wzrost emisji zanieczyszczeń. Zwiększanie się obszaru realizującego ideę otwartego nieba⁵ w Europie przez rosnącą liczbę państw przyjmujących, wraz

⁵ W taki sposób określane są działania zmierzające do stworzenia wspólnego rynku lotniczego w krajach Unii Europejskiej.

z wejściem do Unii Europejskiej, pakiety liberalizacyjne spowodowało wzrost aeromobilności mieszkańców (upowszechnienie samolotu jako środka transportu), a związana z nimi większa liczba operacji lotniczych przyczyniła się do wzrostu presji transportu lotniczego na środowisko. Problem tanich przewoźników wiąże się również z jakością eksploatowanych przez nie statków powietrznych, które zwłaszcza w inicjalnych fazach funkcjonowania takiego przewoźnika często są po prostu starsze i odbiegają pod względem technologicznym od maszyn nowej generacji. W innym opracowaniu B. Graham i C. Guyer (2000) odnoszą się także do politycznego kontekstu rozwoju systemu portów lotniczych. Problem stanowi pomijanie kwestii następstw przyrodniczych takich inwestycji. Niestety obawy zgłaszane przez Grahama i Guyera nabierają słuszności również w kontekście podejścia do infrastruktury transportu lotniczego w Polsce. Analiza programów gospodarczych (głównie strategii rozwoju) polskich gmin, w granicach lub w bliskim sąsiedztwie których funkcjonują porty lotnicze, wykazała, że gminy nie łączą faktu lokalizacji portu lotniczego z zagrożeniami środowiska przyrodniczego. Port lotniczy w analizie SWOT, stanowiącej element tych programów gospodarczych, jest przedstawiany prawie zawsze jako szansa rozwoju. Nie jest jednak w sposób nawet pośredni literalnie łączony z negatywnymi przemianami środowiska przyrodniczego. P. Upham (2001) natomiast przypomina, że dużą rolę odgrywa sama organizacja systemowa portów lotniczych. W swych rozważaniach sugeruje, że obserwowane zwiększanie przepustowości i budowa wielkich portów lotniczych nie są zgodne z oficjalnymi założeniami polityki unijnej (ani przywoływanej przez niego polityki brytyjskiej), które mają na celu łagodzenie negatywnych skutków funkcjonowania tej infrastruktury wobec środowiska.

Wymieniane problemy nabierają szczególnego znaczenia przy ogłaszaniu planów dotyczących przestrzennego rozwoju istniejącej infrastruktury transportu lotniczego (May, Hill 2005, Franssen i in. 2002). Tego rodzaju inwestycja (proces jej realizacji) sama w sobie jest już dodatkowym obciążeniem dla środowiska przyrodniczego. Konstrukcja nowej drogi startowej może bowiem dostarczyć dodatkowych zanieczyszczeń. Ponadto sam efekt takich działań, czyli zwiększenie przepustowości obiektu, zaowocuje prawdopodobnie wzrostem liczby operacji, a te podniosą ogólną wielkość emitowanych zanieczyszczeń.

Porty lotnicze a warunki meteorologiczne

Warunki atmosferyczne w dużej mierze określają możliwości funkcjonowania transportu lotniczego. Już sama lokalizacja portów lotniczych, lotnisk czy lądowisk powinna uwzględniać zwłaszcza kierunki wiatrów. Jest to niezbędne z punktu widzenia kierunku transportu zanieczyszczeń z miasta, które dany obiekt ma obsługiwać. Zanieczyszczenia jako jądra kondensacji będą bowiem powodowały pogarszanie się warunków atmosferycznych i tym samym utrudniały, a czasowo nawet uniemożliwiały operacje lotnicze. Dlatego też porty lotnicze powinny być budowane od strony dozwietrznej w stosunku do miasta, a przynajmniej do tej jego części, w obrębie której jest skoncentrowana działalność przemysłowa.

Warunki atmosferyczne determinują także bezpieczeństwo operacji lotniczych (na każdym etapie – od startu, przez warunki w trakcie lotu, po lądowanie) oraz wiel-

kość i częstota opóźnień w ruchu lotniczym, które mają duże znaczenie ekonomiczne. Statystyka wypadków lotniczych (Ashford, Wright 1992) wyróżnia trzy grupy przyczyn kolizji, które mogą wydarzyć się w granicach obiektu (portu lotniczego), a które wiążą się w różnym stopniu z warunkami atmosferycznymi:

- a) ang. *undershoot* – kiedy samolot lądując, nie osiąga pasa startowego (lądzie przed jego początkiem) – może być spowodowane np. nagłą zmianą kierunku wiatru,
- b) ang. *veeroff* – obrócenie samolotu podczas startu lub lądowania – może być spowodowane np. oblodzeniem pasa startowego,
- c) ang. *overrun* – przekroczenie pasa startowego – występuje najczęściej i może nastąpić jako skutek poślizgu samolotu po mokrej lub oblodzonej powierzchni pasa startowego.

Porty lotnicze to grupa obiektów, które stanowią również punkt odniesienia do badań nad miejską wyspą ciepła (Alcoforado, Andrade 2005, Bacci, Maugeri 1992, Jauregui 1997, Jusu i in. 2007, Saaroni i in. 2000, Schmidlin 1989). Temperatura powietrza mierzona w obrębie portu lotniczego jest następnie odnoszona do tej uzyskanej w terenach zabudowy miejskiej. I. Eliasson i B. Holmer (1990) wyznaczają miejską wyspę ciepła w Göteborgu jako różnicę między temperaturą powietrza w centrum miasta a tą zmierzoną w położonym 9 km w kierunku północno-zachodnim od miasta lotnisku Säve. Porty lotnicze są określane niekiedy jako przestrzenie o nie-miejskiej naturze (Bornstein 1968) z punktu widzenia podobieństwa ich warunków termicznych do tych w obszarach wiejskich, same stacje pomiarowe natomiast zyskują określenie „pozamiejskie” (Nowak 2009), nawet jeśli port lotniczy *de facto* jest zlokalizowany w granicach administracyjnych miasta. A. Bokwa (2009) w swych rozważaniach o miejskiej wyspie ciepła odnosi się do pomiarów meteorologicznych na stacji Kraków-Balice a U. Kossowska-Cezak (2002) na lotnisku Okęcie w Warszawie. C.J.G. Morris i in. (2001), badając nocną wyspę ciepła w Melbourne, za temperaturę nie-miejską przyjmowali średnią wartość mierzoną w trzech portach lotniczych (Melbourne, Laverton, Moorabbin) zlokalizowanych w obrębie obszaru metropolitalnego tego miasta. Wybór takiego odniesienia był uzasadniany (Morris, Simmonds 2000) porównywalną odległością tych portów (kilkanaście kilometrów) od CBD (Central Business District) Melbourne. Uśrednienie wartości pozwoliło według tych autorów m.in. na ograniczenie wpływu bryzy morskiej (szczególnie istotnego dla portów lotniczych Laverton i Moorabbin położonych nad Zatoką Port Phillip) na uzyskiwane wyniki.

Porty lotnicze stanowią obiekty zróżnicowane pod względem materiałów wykorzystywanych do budowy tych elementów, które zajmują największą powierzchnię, czyli dróg startowych. Materiały te pozwalają na wyróżnienie przede wszystkim dróg startowych trawiastych, betonowych i asfaltowych. Rodzaj budulca decyduje o możliwościach odbijania promieniowania słonecznego przez daną powierzchnię. Wykazało to chociażby badanie J. Wojkowskiego (2007), który poddając szczegółowej analizie wybrane elementy powierzchni miasta Krakowa, wyróżnił m.in. właśnie płytę nieczynnego lotniska w Czyżynach, która osiągnęła średnią wartość albedo na poziomie 0,21. W przypadku powierzchni asfaltowych (Sailor 1995) wielkość ta jest mniejsza (od 0,05 do 0,15, średnio 0,10).

Budowa portu lotniczego a zmiany w środowisku przyrodniczym

Porty lotnicze to obiekty duże – np. powierzchnia portu lotniczego Kraków-Balice to ok. 3,4 km². Prace przygotowawcze na potrzeby takiej inwestycji często wymagają zaawansowanych prac ziemnych, mających na celu np. wyrównanie terenu. Może to oznaczać konieczność usunięcia i przemieszczenia wielkich ilości materiału (Douglas, Lawson 2003) – przy budowie portu lotniczego dla Aten było to 14 mln m³. Konieczność poszukiwania rozwiązań alternatywnych dla potrzeb lokalizacji nowego portu lotniczego sprawia, że czasami prace budowlane wymagają dostarczenia materiału – najlepszym przykładem wydaje się być tutaj zbudowanie sztucznej wyspy na potrzeby portu lotniczego Kansai dla japońskiej Osaki, co wymagało dostarczenia 430 mln m³ materiału. W przypadku prac poprzedzających budowę portu lotniczego w Hong Kongu (Chek Lap Kok) natomiast było konieczne usunięcie 109 mln m³ osadów morskich (Douglas, Lawson 2003).

Porty lotnicze mogą również stanowić znacznej wielkości nieprzepuszczalną powierzchnię. Duże znaczenie dla roli, jaką lokalnie port może odgrywać dla gospodarki wodnej, ma zatem m.in. materiał, z jakiego jest zbudowany pas startowy. N. Ashford i P.H. Wright (1992) zwracają uwagę na problem bardzo ograniczonej infiltracji w obrębie takiego obiektu. Z jednej strony może to bowiem doprowadzić do obniżenia poziomu wód gruntowych w jego zasięgu, a z drugiej strony znaczna powierzchnia o ograniczonej przepuszczalności może realnie przyczynić się do wzrostu zagrożenia powodziowego.

Porty lotnicze a fauna i flora

W obrębie obiektów tworzących port lotniczy można spotkać tablicę ostrzegającą przed dokarmianiem ptaków. Za koniecznością wprowadzania takiej informacji przemawiają względy bezpieczeństwa. Problem stanowią bowiem wypadki lotnicze, których przyczyną są kolizje ptaków z samolotami. Generują one dodatkowe koszty dla przewoźników – według N.S. Sodhiego (2002) w latach 1990–1998 wyniosły one w samych tylko Stanach Zjednoczonych 400 mln dolarów. Ponadto miały też miejsce wypadki wywołane przez ptaki, które powodowały ofiary śmiertelne wśród załogi i pasażerów samolotów – 350 ofiar na świecie według tego samego autora. Problem ten rośnie wraz z rozwojem każdego portu lotniczego. Rozwój, rozumiany w tym miejscu jako otwieranie nowych połączeń i zwiększanie częstotliwości istniejących sprawia, że prawdopodobieństwo takiego wypadku wzrasta. Według A.T. Wellsa i S.B. Younga (2004) w latach 90. XX w. nastąpił zdecydowany wzrost liczby zderzeń ptaków z samolotami – z 2 tys. zarejestrowanych przypadków w roku 1990 do 5 tys. w roku 2001. Zagrożenie to jest przestrzennie (cechy środowiska przyrodniczego) i czasowo (różne w innych porach roku i dnia) zróżnicowane (Gabrey, Dolbeer 1996). Badania tych autorów, a także M.A. Linnella i in. (1996) wykazały wzrost tego zagrożenia po opadach deszczu. Zmiany klimatu natomiast sprawiają, że zagrożenie to zmienia swoją lokalizację, a przynajmniej jego koncentrację. Stanowi to efekt zmian kierunków migracji ptaków. M. Zalakevicius (2002) zauważył, że niektóre gatunki – w związku

z globalnymi zmianami klimatu – zmieniły granice zasięgu występowania w obrębie regionu bałtyckiego z północno-wschodniego na bardziej wschodni. Może to zatem oznaczać, że podmioty zarządzające obiektami infrastruktury transportu lotniczego, które dawniej nie dostrzegały problemu zagrożeń ze strony ptactwa, prawdopodobnie staną teraz przed takim problemem.

Podmioty zarządzające portami lotniczymi podejmują próby podnoszenia poziomu bezpieczeństwa w omawianym zakresie przez stosowanie różnych metod odstraszania ptactwa z terenu portu i jego sąsiedztwa. Do metod tych należy m.in. modyfikacja warunków siedliskowych ptaków, odstraszanie dźwiękiem lub z pomocą ptaków drapieżnych oraz odstrzał zwierząt (Kuzi Ir, Muži Inic 1998). Wspominani tutaj autorzy przeprowadzili analizy skuteczności tych metod. Stwierdzili, że największą cechuje wykorzystywanie drapieżników (również ptaków drapieżnych). Ich obecność w otoczeniu portu lotniczego czasowo jest w stanie wystraszyć 100% innych ptaków. Rozwiązanie to stosowane jest także w przypadku podkrakowskich Balic. Na terenie lotniska pojawiają się tresowane rarogi stepowe. Te duże ptaki (rozpiętość skrzydeł do 140 cm) znajdują się pod ścisłą ochroną. Niestety, dzięki swej dużej skuteczności w odstraszaniu drobnego ptactwa pozbawiają się jednocześnie pożywienia. Sprawia to, że niekiedy polują one na drób w okolicznych gospodarstwach. W maju 2008 roku (Gazeta Wyborcza, 04.05.2008) mieszkaniec Balic z obawy przed atakiem drapieżnika na hodowane przez siebie gołębie zastrzelił jeden z tych rzadkich i cennych (także dla portu lotniczego) okazów. Jest to zatem przykład, który udowadnia, że jakiegokolwiek formy gospodarowania rolniczego w otoczeniu infrastruktury transportu lotniczego nie stanowią właściwego dla niej sąsiedztwa. Jest to element większego problemu, gdyż otoczenie rolnicze wiąże się także z dużą dostępnością pokarmu dla ptactwa, co przyczynia się do jego koncentracji.

Porty lotnicze wpływają również na zmiany różnorodności świata roślinnego. W tym miejscu ponownie znaczenia nabierają cechy portu jako obiektu o znacznej powierzchni (P. Upham i in. 2003), będącej – jeśli nie powierzchnią z dużym udziałem terenów zabetonowanych lub zaasfaltowanych – to taką, którą porasta monokultura regularnie koszonych traw.

Podsumowanie

Porty lotnicze są obiektami silnie antropopresyjnymi. Znajduje to swój wyraz zarówno na etapie budowy czy rozbudowy tych obiektów, jak i podczas ich eksploatacji. Nie tylko ich rozmiary, ale i specyfika użytkowania sprawiają, że powodują zmiany w środowisku przyrodniczym, które jednocześnie stanowi dla ich rozbudowy i funkcjonowania pewną barierę. Według wspomnianego M. Janica (1999) kluczem do osiągnięcia założeń rozwoju zrównoważonego jest właściwe zarządzanie, czyli obowiązek wykonywany przez podmiot gospodarczy administrujący takim obiektem i czerpiący z niego korzyści. Przykład portu lotniczego Newcastle upon Tyne pokazuje, że świadomość takiego podmiotu ma zasadnicze znaczenie dla wielkości negatywnych skutków interakcji ze środowiskiem przyrodniczym. Przywoływane wcześniej wyniki badań D.A. Turnbulla i J.R. Bevana (1995) zostały bowiem wzięte pod uwagę

przez zarząd spółki portu lotniczego i w ich rezultacie zmieniono odmrażacz na mniej szkodliwy dla środowiska. Pozostaje mieć zatem nadzieję, że wiedza o negatywnych aspektach oddziaływania obiektów infrastruktury punktowej transportu lotniczego nie będzie traktowana jako zagrożenie dla rozwoju portów lotniczych, ale jako szansa na uczynienie ich nieco mniejszym obciążeniem jednocześnie i dla środowiska, i dla człowieka.

Literatura

- Alcoforado M.-J., Andrade H., 2005, *Nocturnal urban heat island in Lisbon (Portugal): main features and modelling attempts*, Theoretical and Applied Climatology, 84, 1–3, 151–159.
- Ashford N., Wright P.H., 1992, *Airport engineering*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Bacci P., Maugeri M., 1992, *The urban heat island of Milan*, Il Nuovo Cimento C, 15, 4, 417–424.
- Beck J.P., Reeves C.E., de Leeuw F.A.A.M., Penkett S.A., 1992, *The effect of aircraft emissions on tropospheric ozone in the northern hemisphere*, Atmospheric Environment, 26 A, 17–19.
- Bokwa A., 2009, *Miejska wyspa ciepła na tle zróżnicowania termicznego obszaru położonego we wklęsłej formie terenu (na przykładzie Krakowa)*, Prace Geograficzne IGiP UJ, 122, 111–132.
- Bornstein D.B., 1968, *Observations of the urban heat effect in New York City*, Journal of Applied Meteorology, 7, 575–582.
- Brasseur G.P., Cox R.A., Hauglustaine D., Isaksen I., Lelieveld J., Lister D.H., Sausen R., Schumann U., Wahner A., Wiesen P., 1998, *European scientific assessment of the atmospheric effects of aircraft emissions*, Atmospheric Environment, 32, 13, 2329–2418.
- Button K., Nijkamp P., 1997, *Social change and sustainable transport*, Journal of Transport Geography, 5, 3, 215–218.
- Douglas I, Lawson N., 2003, *Airport construction: materials use and geomorphic change*, Journal of Air Transport Management, 9, 3, 177–185.
- Eliasson I., Holmer B., 1990, *Urban Heat Island Circulation in Göteborg, Sweden*, Theoretical and Applied Climatology, 42, 187–196.
- Ellis J.B., Revitt D.M., Llewellyn N., 1997, *Transport and environment: effects of organic pollutants on water quality*, Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management, 11, 3, 170–177.
- Franssen E.A.M., Staatsen B.A.M., Lebret E., 2002, *Assessing health consequences in an environmental impact assessment: The case of Amsterdam Airport Schiphol*, Environmental Impact Assessment Review, 22, 6, 633–653.
- Freestone R., 2009, *Planning, sustainability and airport-led urban development*, International Planning Studies, 14, 2, 161–176.
- Gabrey S.W., Dolbeer R.A., 1996, *Rainfall effects on bird-aircraft collisions at two United States airports*, Wildlife Society Bulletin, 24, 272–275.
- Graham B., Guyer C., 1999, *Environmental sustainability, airport capacity and European air transport liberalization: irreconcilable goals?*, Journal of Transport Geography, 7, 3, 165–180.
- Graham B., Guyer C., 2000, *The role of regional airports and air services in the United Kingdom*, Journal of Transport Geography, 8, 249–262.
- Greene D.L., Wegener M., 1997, *Sustainable transport*, Journal of Transport Geography, 5, 3, 177–190.

- Gudmundsson H., Höjer M., 1996, *Sustainable development principles and their implications for transport*, Ecological Economics, 19, 269–282.
- IPCC, 1999, *Aviation and the global atmosphere*, Intergovernmental Panel on Climate Change, C. U. Press.
- Janic M., 1999, *Aviation and externalities: the accomplishments and problems*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 4, 3, 159–180.
- Jauregui E., 1997, *Heat island development in Mexico City*, Atmospheric Environment, 31, 22, 3821–3831.
- Jones A.E., Law K.S., Pyle J.A., 1996, *Subsonic aircraft and ozone trends*, Journal of Atmospheric Chemistry, 23, 89–105.
- Jusu S.K., Wong N.H., Hagen E., Anggoro R., Hong Y., 2007, *The influence of land use on the urban heat island in Singapore*, Habitat International, 31, 2, 232–242.
- Kossowska-Cezak U., 2002, *Zmiany różnicy temperatury powietrza między śródmieściem a peryferiami Warszawy od 1933 do 2000 roku*, Przegląd Geofizyczny, 3–4, 203–209.
- Kuzi Ir S., Muzi Inic J., 1998, *Birds and air traffic safety on Zagreb airport (Croatia)*, The Environmentalist, 18, 231–237.
- Linnell M.A., Conover M.R., Ohashi T.J., 1996, *Analysis of bird strikes at a tropical airport*, The Journal of Wildlife Management, 60, 4, 935–945.
- Lu Ch., Morrell P., 2006, *Determination and applications of environmental costs at different sized airports – aircraft noise and engine emissions*, Transportation, 33, 45–61.
- Luther L., 2007, *Environmental impact of airport operations, maintenance and expansion*, CRS Report for Congress.
- May M., Hill S.B., 2005, *Questioning airport expansion – a case study of Canberra International Airport*, Journal of Transport Geography, 14, 6, 437–450.
- Mayor K., Toi R.S.J., 2009, *Aviation and the environment in the context of the EU–US Open Skies agreement*, Journal of Air Transport Management, 15, 2, 90–95.
- Morris C.J.G., Simmonds I., 2000, *Associations between varying magnitudes of the urban heat island and the synoptic climatology of Melbourne, Australia*, International Journal of Climatology, 20, 1931–1954.
- Morris C.J.G., Simmonds I., Plummer N., 2001, *Quantification of the influences of wind and cloud on the nocturnal urban heat island of a large city*, Journal of Applied Meteorology, 40, 169–182.
- Nijkamp P., van Geenhuizen M., 1997, *European transport: challenges and opportunities for future research and policies*, Journal of Transport Geography, 5, 1, 4–11.
- Nowak A., 2009, *Analiza miejskiej wyspy ciepła na obszarze Poznania*, Prace Geograficzne IGiP UJ, 122, 99–110.
- Pascoe D., Kedwards T.J., Blockwell S.J., Taylor E.J., 1995, *Gammarus pulex (L.) feeding bioassay – effects of parasitism*, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 55, 629–632.
- Saaroni H., Ben-Dor E., Bitan A., Potchter O., 2000, *Spatial distribution and microscale characteristics of the urban heat island in Tel-Aviv, Israel*, Landscape and Urban Planning, 48, 1–2, 1–18.
- Sailor D.J., 1995, *Simulated urban climate response to modifications in surface albedo and vegetative cover*, Journal of Applied Meteorology, 34, 1694–1704.

- Schmidlin T.W., 1989, *The urban heat island at Toledo, Ohio*, Ohio Journal of Science, 89, 3, 38–41.
- Sills R.D., Blakeslee P.A., 1992, *The environmental impact of deicers in airport stormwater runoff*, [w:] F.M. D'Itri, *Chemical deicers and the environment*, Lewis Publishers, Boca Raton, 323–340.
- Sodhi N.S., 2002, *Competition in the air: birds versus aircraft*, the Auk, 119, 3, 587–595.
- Stanners D., Bourdeau P. (red.), 1995, *Europe's Environment: The Dobbris Assessment*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg/European Environment Agency, Copenhagen.
- Tsani-Bazaca E., McIntyre A.E., Lester J.N., Perry R., 1984, *Air pollution associated with airports*, Environmental Monitoring and Assessment, 4, 361–377.
- Turnbull D.A., Bevan J.R., 1995, *The impact of airport de-icing on a river: the case of the Ouseburn*, Newcastle upon Tyne, Environmental Pollution, 88, 3, 321–332.
- Unal A., Hu Y., Chang M.E., Odman M.T., Russell A.G., 2005, *Airport related emissions and impacts on air quality: application to the Atlanta International Airport*, Atmospheric Environment, 39, 5787–5798.
- Upham P., 2001, *A comparison of sustainability theory with UK and European airports policy and practice*, Journal of Environmental Management, 63, 3, 237–248.
- Upham P., Mills J., 2005, *Environmental and operational sustainability of airports*, Benchmarking: An International Journal, 12, 2, 166–179.
- Upham P., Thomas C., Gillingwater D., Raper D., 2003, *Environmental capacity and airport operations: current issues and future prospects*, Journal of Air Transport Management, 9, 3, 145–151.
- Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze*, Dz. U. z 2006 r. Nr 100, poz. 696, z późn. zm.
- Warnock-Smith D., Potter A., 2005, *An exploratory study into airport choice factors for European low-cost airlines*, Journal of Air Transport Management, 11, 388–392.
- Wells A.T., Young S.B., 2004, *Airport planning & management*, McGraw-Hill, New York.
- Whitelegg J., 1997, *Critical mass: transport, environment and society in the twenty-first century*, West Randolph, Chicago.
- Williams M.L., Perry R., Clark A.I., Lester J.N., McIntyre A.E., Spanton, A.M., 1981, *Air pollution at Stansted Airport – a monitoring/modelling study in connection with airport developments proposed by the BAA*, Report No. LR386 (AP), Warren Spring Laboratory, Stevenage.
- Vedantham A., Oppenheimer M., 1998, *Long-term scenarios for aviation: demand and emissions of CO₂ and NO_x*, Energy Policy, 26, 8, 625–641.
- Wojkowski J., 2007, *Promieniowanie słoneczne*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, IGiP UJ, 55–74.
- Yamartino R.J., Smith D.G., Bremer S. A., Heinhold D., Lamich D., Taylor B., 1980, *Impact of air emissions on air quality in the vicinity of airports*, vol. 1. U.S. Federal Aviation Administration, Report FAA-EE-80-OGA, Washington D.C.
- Zalakevicius M., 2002, *Biophysical impacts of climate change on bird populations and migration in Lithuania*, GeoJournal, 57, 183–193.

Selected aspects of the airport – environment relationship

Summary

The growing importance of air transportation in the era of highly mobile societies has also an increasingly appreciable effect on the natural environment. The paper attempts to show a number of air transportation infrastructure factors that impact different aspects of the natural environment. It also takes a look at environmental features that determine where an airport will be located and exactly how it will function.

Airports generate air pollution, noise, and vibrations, causing damage to the natural environment and harm to people who reside in their immediate vicinity. The ability of an airport to grow as a business enterprise is increasingly being determined by its ability to address environmental issues. This is the case because air carriers considering creating a connection to a given airport take into account not only market-based issues but also the ecological sensitivity of the site. In addition, many airports are located on the fringes of major urban areas, which means that they come into contact with natural areas that surround major cities. Airports generate an even larger amount of pollution in the winter when they are forced to deice runways and the wings of aircraft. The substances used in the deicing process are normally different types of chemicals that end up directly in the natural environment.

In addition to the issues already mentioned, the significance of meteorological conditions in airport operations must also be considered. The vast majority of air tragedies, especially those on airport property, are the result of sudden changes in wind direction and ice patches on runways. Furthermore, different airports produce different degrees of albedo, depending on the material they have been constructed with.

Airports occupy large areas characterized by an ecological monoculture, determining the degree of diversity of plant life. Finally, airport management normally tends to take steps designed to affect animal life. This includes scaring away of birds which can threaten safe airport operations.

The airport – environment relationship is a two-way street. On the one hand, airports shape the natural environment around them. On the other hand, the natural environment can determine whether an airport is constructed at a given location and how exactly it will function at that location.

*Piotr Trzepacz
Uniwersytet Jagielloński
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej
ul. Gronostajowa 7
30-387 Kraków
e-mail: piotr.trzepacz@uj.edu.pl*