



Andrzej Kobryń • Katarzyna Bakunowicz

WIELOKRYTERIALNY MODEL DECYZYJNY W WYBORZE LOKALIZACJI LOTNISKA PASAŻER- SKIEGO W WOJEWÓDZTWIE PODLASKIM

Andrzej Kobryń, dr hab. inż. – Politechnika Białostocka

Katarzyna Bakunowicz, mgr inż. – absolwentka Politechniki Białostockiej

adres korespondencyjny:

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok

e-mail: a.kobryn@pb.edu.pl

MULTI-CRITERIA DECISION MODEL IN SELECTION OF THE AIRPORT LOCATION IN PODLASKIE VOIEVODSHIP

SUMMARY: This article presents the use of multi-criteria decision analysis methods of the problem of the choice of the airport location in Podlaskie Voivodeship. The objects of analysis are four potential locations that were considered in the light of economic, spatial, social and environmental criteria. At the outset the desirability of construction of an airport in the voievodship of Podlasie has been justified. Then criteria were defined and analyses were made in order to identify the optimal location. The analyses were performed using very popular methods of multi-criteria decision analysis like AHP, PROMETHEE and TOPSIS.

KEYWORDS: multi-criteria decision analysis, airport location

Wstęp

Transport jest obecnie jednym z fundamentów rozwoju gospodarki i społeczeństwa. Współcześnie stał się jednym z elementów umożliwiających wzrost gospodarczy i tworzenie nowych miejsc pracy. W wyniku dynamicznego rozwoju, jaki dokonał się w drugiej połowie XX wieku, jedną z kluczowych ról odgrywa obecnie również transport lotniczy, który, według Madejskiego¹, należy rozumieć jako celowe przemieszczanie osób i ładunków w przestrzeni powietrznej. Z funkcjonowaniem transportu lotniczego wiążą się wyraźne korzyści, które wynikają głównie ze zwiększonej dostępności transportowej danego obszaru. Wskutek tego, oprócz lepszych warunków rozwoju społeczno-gospodarczego, transport lotniczy staje się magnesem przyciągającym nowe inwestycje, jak też katalizatorem innowacyjności, a ponadto sprzyja rozwojowi turystyki².

Transport lotniczy można podzielić na³:

- rynki dalekiego zasięgu (odległości powyżej 4000 km);
- rynki średniego zasięgu (od 1000 do 4000 km);
- rynki krótkiego zasięgu (odległości poniżej 1000 km, w tym bliskiego – poniżej 500 km).

Do sprawnego funkcjonowania transportu lotniczego niezbędna jest odpowiednia infrastruktura, a kluczową rolę odgrywają porty lotnicze, czyli lotniska użytku publicznego, przeważnie o dużych rozmiarach, wykorzystywane do lotów handlowych⁴.

Zgodnie z rejestrem lotnisk cywilnych Urzędu Lotnictwa Cywilnego w Polsce funkcjonuje obecnie 14 portów lotniczych – rysunek 1 (w nawiasie podano kod portu według IATA (*International Air Transport Association*)):

- Warszawa – Okęcie (WAW),
- Kraków – Balice (KRK),
- Katowice – Pyrzowice (KTW),
- Gdańsk – Rębiechowo (GDN),
- Wrocław – Starachowice (WRO),
- Poznań – Ławica (POZ),
- Rzeszów – Jasionka (RZE),
- Łódź – Lublinek (LCJ),
- Szczecin – Goleniów (SZZ),
- Bydgoszcz – Szwedkowo (BZG),
- Zielona Góra – Babimost (IEG),
- Warszawa – Modlin (WMI),
- Lublin – Świdnik (LUZ),
- Radom – Sadków (RDO).

¹ M. Madejski i in., *Wstęp od nauki o transporcie*, Warszawa 1976.

² C. Summer i in., *Podstawy transportu lotniczego*, Kraków–Rzeszów–Zamość 2012.

³ J. Czownicki, *Ekonomia transportu lotniczego*, Warszawa 1982.

⁴ Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (Dz.U. 2006 nr 100 poz. 696).

Na jeden port lotniczy w Polsce przypada więc 2,75 mln mieszkańców, co jest bardzo złym wynikiem w porównaniu z państwami zachodnimi, gdzie ta wartość wynosi 460 tys. obywateli. W Polsce istnieją jeszcze obszary, gdzie może być uzasadniona lokalizacja nowych portów lotniczych. Należy do nich północno-wschodnia część kraju, gdzie relatywnie duża odległość do najbliższych portów lotniczych może być istotnym czynnikiem, negatywnie wpływającym na warunki rozwoju społeczno-gospodarczego tych regionów.

Rysunek 1
Lokalizacja portów lotniczych w Polsce



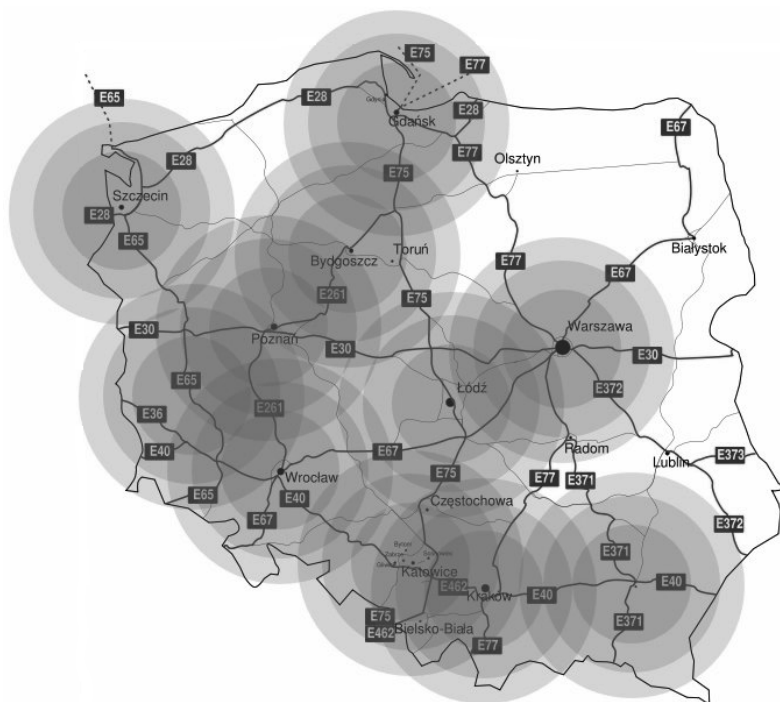
Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.gosc.pl [20-10-2014].

Zasadność uzupełnienia sieci polskich portów lotniczych o porty regionalne, zlokalizowane w województwach warmińsko-mazurskim, podlaskim i lubelskim wynika też z rządowych dokumentów planistyczno-strategicznych⁵. Obszary kraju znajdujące się poza obszarami ciężenia portu warszawskiego oraz istniejących portów regionalnych ilustruje rysunek 2. Dokumenty te wskazują, że celowe byłoby także zlokalizowanie portów o charakterze lokalnym i regionalnym na Pomorzu oraz w województwie świętokrzyskim (po dokładnej analizie potencjału rynku). Część z tych wskazań została już zrealizowana (porty lotnicze w Lublinie i Radomiu).

⁵ Program rozwoju sieci lotnisk i lotniczych urządzeń naziemnych, Ministerstwo Transportu. Uchwała Rady Ministrów nr 86/2007 z 8 maja 2007 roku.

Obszar województwa podlaskiego znajduje się poza izochroną nawet 120 minut, co praktycznie oznacza jego wyłączenie z dostępu do komunikacji lotniczej. Z uwagi na słabą sieć drogową (zwłaszcza dróg szybkiego ruchu), istotnego znaczenia nabiera kwestia budowy w tym regionie lokalnego portu lotniczego. Lokalny port lotniczy, z połączeniami realizowanymi samolotami zabierającymi na pokład kilkadziesiąt osób, mógłby przyczynić się do poprawy skomunikowania województwie podlaskiego z resztą kraju i Europy.

Rysunek 2
Izochrony polskich portów lotniczych (60, 90 i 120 minut)



Źródło: Program rozwoju sieci lotnisk i lotniczych urządzeń naziemnych, Ministerstwo Transportu. Uchwała Rady Ministrów nr 86/2007 z 8 maja 2007 roku.

W ostatnich latach kwestia budowy portu lotniczego w województwie podlaskim była przedmiotem różnych analiz i sporów. Doprowadziły one wiosną 2014 roku do decyzji o odstąpieniu (przynajmniej na razie) od planów budowy lotniska pasażerskiego na obszarze województwa podlaskiego. Niezależnie od aktualnego stanu, nie ulega wątpliwości, że problem ten wymaga ponownego rozpatrzenia, czego wyrazem jest ponad 60 tys. podpisów, które zebrali inicjatorzy referendum w sprawie budowy lotniska regionalnego w województwie podlaskim (listy z podpisami trafiły do Urzędu Marszałkowskiego w Białymstoku 6 listopada 2014 roku).

W ramach poniższego artykułu przeprowadzono uproszczone analizy w celu wyłonienia optymalnej lokalizacji podlaskiego portu lotniczego, a uproszczenie to wynikało głównie z ograniczonego miejsca na przedstawienie tych analiz. Rozpatrzono cztery potencjalne lokalizacje, a wyboru dokonano z użyciem metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji (MCDA/MCDM), które na świecie od wielu lat są bardzo popularne i pomocne w rozwiązywaniu różnego rodzaju problemów decyzyjnych⁶.

Ogólne zasady wyboru lokalizacji portu lotniczego

Planowanie lokalizacji portu lotniczego wymaga konsultacji z zespołami specjalistów z różnych dziedzin, a także analizy różnych źródeł informacji, poczynając od związanych z infrastrukturą lotniska i otoczenia, kończąc na danych meteorologicznych. Wybór odpowiedniej lokalizacji portu lotniczego wymaga uwzględnienia wielu czynników, mających wpływ zarówno na działalność lotniska, jak i jego otoczenie⁷. Do wyboru lokalizacji niezbędne jest przede wszystkim określenie przybliżonej wielkości, jak też wymiarów obszaru pod planowaną inwestycję, które powinny uwzględniać możliwości rozwoju lotniska w przyszłości.

Kolejnym ważnym elementem jest zapewnienie wystarczającej przestrzeni powietrznej, umożliwiającej bezpieczne podejście samolotu do lądowania. Z tego powodu powinny być wykluczone lokalizacje w pobliżu wysokich budynków i budowli (zwłaszcza na przedłużeniu drogi startowej). Powierzchnia podejścia samolotu do lądowania rozpoczyna się w odległości 60 m od progu drogi startowej i osiąga długość około 15 000 m.

Niekorzystne jest także wybieranie lokalizacji w sąsiedztwie rezerwatów przyrody, rzek, jezior i innych zbiorników wodnych oraz wysypisk śmieci. Ma to związek ze zwiększonym ryzykiem kolizji z udziałem gromadzących się tam ptaków⁸.

Przy wyborze lokalizacji lotniska istotne są także względy społeczne, gdyż budowa lotnisk generalnie zawsze budziła duże kontrowersje wśród społeczeństw lokalnych, co ma związek z obawami przed dużym natężeniem hałasu w sąsiedztwie lotniska. Z tego powodu powinno się unikać terenów w sąsiedztwie osiedli mieszkaniowych, szpitali, sanatoriów, szkół, przedszkoli.

Powyższe względy wymuszają lokalizację portu lotniczego jak najdalej od ośrodków miejskich, co nie jest jednak korzystne z punktu widzenia późniejszego funkcjonowania tego portu, gdyż wydłuża się czas dojazdu potencjalnych pasażerów na lotnisko. Odpowiednie badania pozwoliły ustalić maksymalne odległości, wyrażone czasem dojazdu do portu lotniczego. Czas ten nie powinien wynosić więcej niż 90 minut⁹.

⁶ A. Kobryń, *Wielokryterialne wspomaganie decyzji w gospodarowaniu przestrzenią*, Warszawa 2014.

⁷ A. Świątecki i in., *Lotniska*, Warszawa 1999.

⁸ Ibidem.

⁹ Program rozwoju

Negatywne oddziaływania związane z funkcjonowaniem lotniska nie powinny przemawiać za zbyt dużym jego oddaleniem od dużych miast, czyli od potencjalnych pasażerów. Powiązanie portu lotniczego z ośrodkami handlu, przemysłu i usług zapewni nie tylko wzrost liczby pasażerów, ale też przewóz towarów. Szacuje się, iż odległość portu lotniczego od dużego miasta nie powinna przekraczać 10 km, licząc od jego centrum.

Ponadto, duże znaczenie ma odpowiednie usytuowanie lotniska względem dużych miast, które nie wymagałyby lądowań i startów nad miastem. Biorąc pod uwagę polskie warunki wiatrowe, zaleca się lokalizację od północy lub południa względem granic miasta¹⁰.

W planowaniu lokalizacji portu lotniczego ważne są też czynniki planistyczno-strategiczne, które uwzględniają potrzeby całego regionu¹¹. Należą do nich:

- powiązanie z aglomeracją miejską,
- stan infrastruktury transportowej,
- koszt budowy portu lotniczego.

Pierwszy czynnik wiąże się z jak najmniejszą odległością od głównego miasta regionu (przeważnie stolicy województwa), co pozwala zapewnić odpowiednie zapotrzebowanie na transport lotniczy lub właściwe powiązanie komunikacyjne portu lotniczego. Natomiast nie jest właściwa lokalizacja lotniska w sąsiedztwie miasta peryferyjnego w stosunku do stolicy województwa. W przypadku drugiego czynnika chodzi o transport drogowy oraz kolejowy, niezbędny do szybkiej komunikacji z portem lotniczym. Drogi kołowe powinny być jak najwyższej klasy (drogi krajowe oraz wojewódzkie), a trasy kolejowe powinny mieć dwa tory w celu zachowania płynności ruchu pasażerskiego. Natomiast ostatni czynnik wiąże się głównie z topografią terenu, rodzajem gruntów, dostępnością materiałów budowlanych, wartością terenu, a także istniejącą infrastrukturą.

Charakterystyka planowanej inwestycji

Przyjęto założenie, że – zgodnie z klasyfikacją lotnisk według ICAO (*International Civil Aviation Organization*) – planowane lotnisko regionalne ma być lotniskiem użytku publicznego kategorii D, czyli lotniskiem, które będzie obsługiwać mniej niż 1 mln pasażerów rocznie¹². Mogłoby ono obsługiwać przewozy międzynarodowe (na liniach średniego i krótkiego zasięgu) oraz przewozy krajowe (na liniach o dużym natężeniu ruchu), jak też ruch GA (*General Aviation*), czyli cały lotniczy ruch prywatny i komercyjny z wyłączeniem lotów rozkładowych i wojskowych¹³. W planowanym porcie lotniczym operowałyby samoloty krótkiego zasięgu (do 1000 km) zabierające na pokład 30-70 pasażerów, a także samoloty średniego zasięgu (3000-3500 km) zabierające na pokład do 190 pasażerów.

¹⁰ A. Świątecki i in., op. cit.

¹¹ Ibidem.

¹² D. Rucińska i in., *Transport lotniczy. Ekonomia i organizacja*, Gdańsk 2012.

¹³ www.pl.wikipedia.org [20-10-2014].

W odniesieniu do planowanego lotnika przyjęto parametry techniczne zgodne z założeniami zawartymi w załączniku 1.1 do SIWZ¹⁴, gdzie rozpatrywano trzy potencjalne warianty lokalizacyjne portu lotniczego: Saniki-Sawino-Bagienki, Topolany oraz Nowosady-Krynickie. Planowane lotnisko regionalne spełniałoby parametry techniczne lotniska kategorii I o kodzie referencyjnym 4D z drogą startową o długości 2450 m i szerokości 45 m. Ponadto, byłoby ono wyposażone w takie elementy infrastruktury, jak: nawierzchnie lotnicze i pomocnicze (droga startowa, płyty do zawracania, drogi kołowania), lotnicze systemy nawigacyjne (lotnicze systemy naziemne, światła podejścia i inne), budynki, budowle i urządzenia budowlane (terminal pasażerski, budynki administracyjne, parkingi, baza paliw) o łącznej powierzchni około 350 ha (tabela 1).

Tabela 1

Wykaz elementów i przybliżonej powierzchni infrastruktury planowanego lotniska

Elementy infrastruktury lotniska	Przybliżona powierzchnia
Nawierzchnie lotnicze i pomocnicze	
Droga startowa o długości 2450 i szerokości 45 m	około 11,03 tys. m ²
Pas drogi startowej o długości 2450m i szerokości 350 m	około 85,75 tys. m ²
Płyty do zawracania samolotów na obu końcach drogi startowej	około 6,5 tys. m ²
Drogi kołowania	około 23,0 tys. m ²
Płyta postojowa samolotów	około 15,0 tys. m ²
Płyta odladzania samolotów	około 6,5 tys. m ²
Drogi techniczne	około 10,5 tys. m ²
Droga patrolowa obwodowa	około 34,00 tys. m ²
Drogi pożarowe	około 7,0 tys. m ²
Lotnicze systemy nawigacyjne	
Lotnicze oświetlenie naziemne	
System ILS i światła podejścia	
DVOR	
Radar pierwotny	
Radar „ptasi”	

¹⁴ Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia: BO.II.3321-1/10 Opracowanie dokumentacji umożliwiającej zamawiającemu, w związku z planowaną przez niego budową lotniska regionalnego dla województwa podlaskiego o kodzie referencyjnym 4D, przygotowanie i złożenie wniosku aplikacyjnego o dofinansowanie Projektu „Budowa lotniska regionalnego dla województwa podlaskiego o kodzie referencyjnym 4D” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podlaskiego na lata 2007–2013. w ramach Osi Priorytetowej II: Rozwój infrastruktury transportowej, Działanie 2.2 Rozwój transportu lotniczego, Białystok 2011.

Budynki	
Budynek terminala pasażerskiego	około 2900 m ²
Budynek administracyjny	około 1260 m ²
Wieża kontroli lotów (TWR)	około 700 m ²
Budynek Lotniskowej Straży Pożarnej	około 1500 m ²
Budynek Głównego Punktu Kontroli	około 300 m ²
Budynek techniczny z warsztatami i myjnią	około 1000 m ²
Magazyn chemikaliów	około 1000 m ²
Budynek garażu	około 1600 m ²
Budowle i urządzenia budowlane	
Parking ogólnodostępny	około 3780 m ²
Parking dla pracowników	około 1940 m ²
Baza paliwo	około 4410 m ²
Infrastruktura techniczna wodno-kanalizacyjna i c.o.	
Wewnętrzna infrastruktura energetyczna	
Wewnętrzna infrastruktura teletechniczna	
Ogrodzenie	

Rozpatrywane warianty lokalizacyjne

W analizie przyjęto cztery warianty lokalizacyjne:

- Saniki-Sawino-Bagienki (wariant I),
- Topolany (wariant II),
- Krywlany (wariant III),
- Suwałki (wariant IV).

Dwa pierwsze spośród tych wariantów były rozpatrywane w niedawnych analizach¹⁵ zakończonych odstąpieniem od zamiaru budowy portu lotniczego w województwie podlaskim, a trzeci wariant (Krywlany) brano pod uwagę w pierwotnych analizach, również zakończonych decyzją negatywną pod naciskiem określonych grup społecznych.

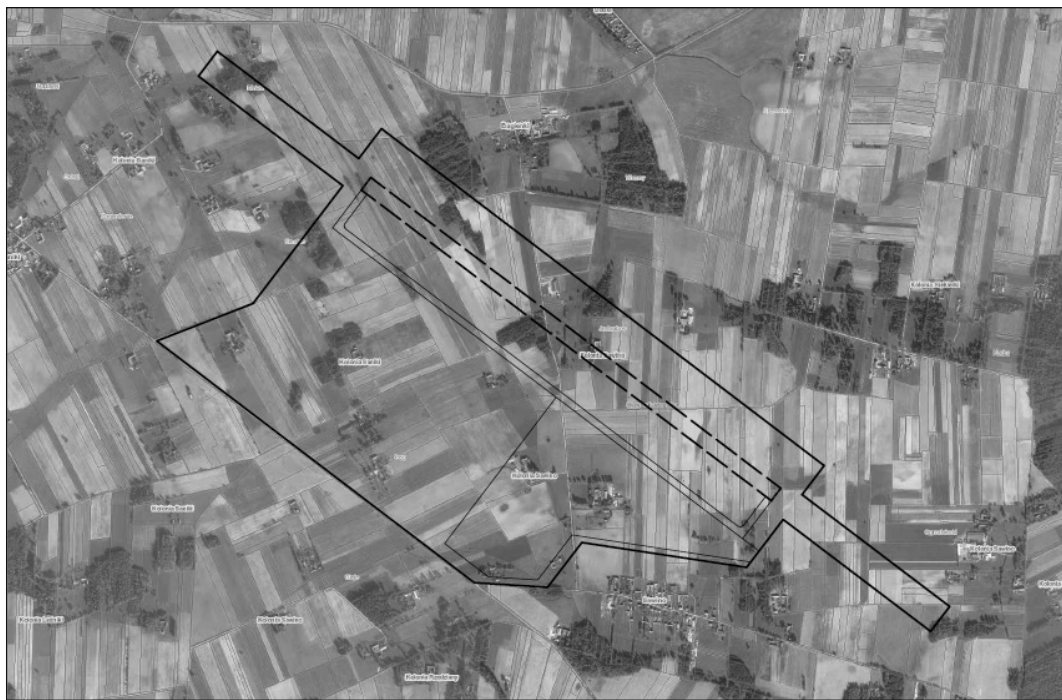
Wariant I (rysunek 3) jest zlokalizowany w północno-zachodniej części powiatu białostockiego, w gminie Tykocin i jest oddalony o około 7 km od miasta Tykocin i około 22 km od ścisłego centrum miasta Białystok. Wariant ten leży na północ w niewielkiej odległości od drogi ekspresowej S8 Białystok-Warszawa. Teren objęty opracowaniem stanowią głównie pola uprawne, z niewielką liczbą pastwisk oraz lasów i śladową liczbą zabudowy. Wysokość bezwzględna obszaru waha się od 130 do 144 m n.p.m. Analiza struktury własności gruntów pozwala stwierdzić, iż zdecydowanie największą część terenu zajmują grunty osób fizycznych. Znacznie mniejszy procent należy do gruntów własności powiatów i związ-

¹⁵ Ibidem.

ków powiatów oraz gmin. Na omawianym obszarze najmniej jest gruntów Skarbu Państwa. Wariant I nie jest objęty bezpośrednio żadnymi formami ochrony przyrody, a znajdują się one jedynie w dość znacznych odległościach od tego obszaru (Ostoja Narwiańska – 2,13 km, Bagienna Dolina Narwi – 3,81 km, Narwiańskie Bagna – 4,85 km). W SUIKZP gminy Tykocin teren ten określony jest jako obszar rolno-osadniczy o dominującej funkcji rolniczej. Powierzchnia terenu przeznaczona pod lotnisko wynosiłaby około 366 ha. Planowana zabudowa lotniska byłaby ulokowana po stronie południowo-zachodniej względem osi pasa startowego (rysunek 3). Dojazd do portu zapewniłaby droga ekspresowa S8 Białystok-Warszawa do węzła w Rzędzianach, a następnie droga powiatowa nr 1381 B Rzędziany–Saniki–Tykocin.

Rysunek 3

Wariant I lokalizacji portu lotniczego (Saniki-Sawino-Bagienki)



Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.wrotapodlasia.pl [20-10-2014].

Wariant II jest znajduje się w rejonie wsi Topolany, położonej w południowo-wschodniej części powiatu białostockiego oraz północno-zachodniej części gminy Michałowo (rysunek 4). Teren jest oddalony od Białegostoku o około 26 km, a od Michałowa (głównego ośrodka gminy) o około 6,5 km. Obszar ten zajmują głównie grunty orne oraz pastwiska, z niewielką ilością nieużytków i gruntów leśnych oraz zakrzewionych. Większość gruntów należy do Skarbu Państwa,

a niewielką część stanowią grunty osób fizycznych. Najwyższe wyniesienie na danym terenie wynosi 181,3 m n.p.m., a najniższe 157,3 m n.p.m.. Wariant II nie znajduje się bezpośrednio w zasięgu obszarów chronionych. Najbliżej, bo w odległości około 2,60 km, znajduje się Ostoja Knyszyńska, nieopodal której występuje Puszcza Knyszyńska (oddalona o około 3,26 km od lokalizacji wariantu II). Rejon wsi Topolany w SUIKZP gminy Michałowo przyporządkowany został do strefy rolno-osadniczej pełniącej funkcję rolniczą. Ponadto wieś Topolany należy do miejscowości posiadających potencjalne szanse rozwoju na bazie stosunkowo dobrej jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej i majątku produkcyjnego oraz położenia przy trasie ewentualnego ruchu międzynarodowego z potencjalną możliwością rozwoju funkcji usługowych i mieszkaniowych, związanych z ewentualną realizacją lotniska regionalnego. Teren pod lotnisko pasażerskie zajmuje około 314 ha. Planowana zabudowa lotniska byłaby zlokalizowana po stronie północnej względem osi pasa startowego (w sąsiedztwie wsi Topolany). Dojazd do portu lotniczego odbywałby się drogą krajową nr 19 Białystok-Lublin do Zabłudowa, a następnie drogą powiatową nr 1440 B Zabłudów-Michałowo.

Rysunek 4
Wariant II lokalizacji portu lotniczego (Topolany)



Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.wrotapodlasia.pl [20-10-2014].

Wariant III stanowi lokalizacja na terenie obecnego lotniska Krywlany w Białymstoku (rysunek 5). Obszar ten jest położony w południowej części miasta, oddalony od centrum o około 4 km. W SUIKZP miasta Białystok teren ten przypisany do strefy strukturalnej, która obejmuje zabudowę jednorodziną (z czego część to stara zabudowa podmiejska) oraz zakłady przemysłowe położone na jej obrzeżach. Południową część strefy stanowią grunty niezabudowane oraz obecne

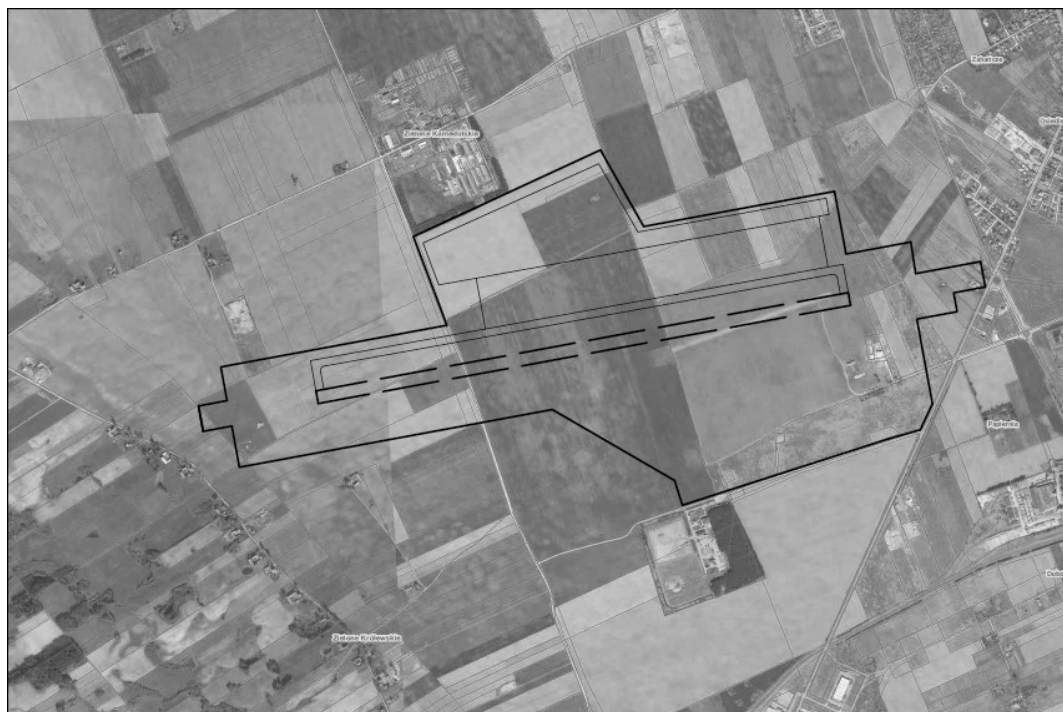
lotnisko Krywlany. Teren lotniska jest określony w SUIKZP jako obszar strategiczny w postaci lotniska sportowo-sanitarnego Krywlany. Ponadto, SUIKZP, w kierunkach polityki przestrzennej w odniesieniu do komunikacji lotniczej, przewiduje możliwość rozbudowy i modernizacji obecnego lotniska Krywlany do standardów lotniska komunikacyjnego, a także zmiany funkcji i przeznaczenia na cele nieleśne części lasów otaczających lotnisko, w zakresie niezbędnym do funkcjonowania lotniska i bezpieczeństwa lotów. Obszar obecnego Aeroklubu należy do gminy i związków międzygminnych, a Las Solnicki jest własnością Skarbu Państwa. Wysokości terenu wahają się od 144 do 160 m n.p.m.. Najbliżej położoną formą ochrony przyrody jest Rezerwat Las Zwierzyniecki (około 600 m). Około 8 km od planowanego lotniska znajduje się Ostoja Knyszyńska, a około 9 km Park Krajobrazowy Puszczy Knyszyńskiej. W odległości około 14 km znajduje się Bagienna Dolina Narwi. Łączna powierzchnia planowanego lotniska to około 255 ha. Planowana zabudowa byłaby ulokowana w obrębie lotniska na północ od osi pasa startowego (rysunek 5).

Rysunek 5
Wariant III lokalizacji portu lotniczego (Krywlany)



Wariant IV jest zlokalizowany w południowo-zachodniej części miasta Suwałki na terenie obecnego lotniska sportowego (rysunek 6). Odległość od centrum Suwałk wynosi około 4 km, a Białegostoku (stolicy województwa) – około 123 km. Obszar planowanego lotniska pasażerskiego w SUIKZP miasta Suwałki jest przypisany do jednostki strukturalnej, w której dominującą jest funkcja lotniska, natomiast uzupełniającą – funkcja rolna. W SUIKZP zakłada się zarezerwowanie tego terenu między innymi pod przewidywaną rozbudowę lotniska oraz wprowadzenie ograniczeń w zagospodarowaniu terenów sąsiednich. Wariant IV stanowią w zbliżonym stopniu grunty Skarbu Państwa, grunty komunalne oraz grunty prywatne. Wysokość bezwzględna waha się od 179,5 m n.p.m. do 174 m n.p.m.. Spośród form ochrony przyrody najbliższe znajduje się Puszcza Augustowska (ponad 1,40 km). W odległości około 5,3 km znajduje się Otulina Wigierskiego Parku Narodowego, a ponad 2 km dalej – Wigierski Park Narodowy. Łączna powierzchnia lotniska zajmowałaby około 250 ha. Zabudowa lotniska znajdowałaby się na północ od projektowanego pasa startowego (rysunek 6). Dojazd z Białegostoku odbywałby się drogą ekspresową S8, a następnie – drogą ekspresową S61.

Rysunek 6
Wariant IV lokalizacji portu lotniczego (Suwałki)



Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.wrotapodlasia.pl [20-10-2014].

Przyjęte kryteria porównawcze

W celu wielokryterialnego wyboru optymalnej lokalizacji lotniska pasażerskiego w województwie podlaskim przyjęto dziewięć kryteriów, które uznano za najbardziej miarodajne w odniesieniu do celu analizy. Kryteria te zaliczono do czterech następujących grup:

Kryteria ekonomiczne:

Kryterium K1 (cena gruntów [zł/ha])

Kryterium służy określeniu szacunkowych kosztów związanych z wykupem terenu pod inwestycję. Im cena za hektar gruntu jest niższa, tym wariant jest korzystniejszy. Dane do oceny kryterium pochodziły z Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego.

Kryterium K2 (liczbę działek objętych wywłaszczeniem [szt.])

Kryterium wskazuje ilość działek, które należy objąć procesem wywłaszczenia nieruchomości pod inwestycję celu publicznego. Wywłaszczenie wiąże się z dodatkowymi kosztami wykupu działek, a proces ten często wywołuje protesty właścicieli prywatnych. Im mniejsza jest liczba działek prywatnych właścicieli na danym terenie, tym wariant jest korzystniejszy. W ocenie kryterium wykorzystano dane z odpowiednich map struktur własności. Analizę struktury własności działek zawiera tabela 2.

Kryteria przestrzenne:

Kryterium K3 (odległość od centrum danego miasta powiatowego [km])

Kryterium określa odległość planowanego lotniska od centrum miasta, będącego siedzibą powiatu, w którym znajduje się dany wariant lokalizacyjny. Decyduje to o dostępności lotniska dla potencjalnych pasażerów z obszaru odpowiedniego miasta powiatowego.

Kryterium K4 (powiązanie z drogami wielopasmowymi oraz koleją)

Kryterium wskazuje stopień powiązania lotniska z drogami wyższych klas oraz z liniami kolejowymi, co pozwala określić dostępność komunikacyjną danego wariantu, która będzie miała znaczący wpływ na napływ potencjalnych pasażerów. Kryterium uwzględnia także długość i ewentualne koszty budowy brakującej infrastruktury transportowej. Kryterium oceniono za pomocą następującej skali punktowej:

- 1 – brak powiązania z drogami wielopasmowymi oraz koleją,
- 2 – słabe powiązanie (na przykład tylko z jednym wymienionym rodzajem infrastruktury komunikacyjnej, wymagające wielu uzupełnień i poprawy jakości),
- 3 – dobre powiązanie z drogami wielopasmowymi oraz koleją (wymagające uzupełnień powiązań komunikacyjnych lub poprawy ich jakości),
- 4 – bardzo dobre powiązanie z drogami wielopasmowymi oraz koleją.

Kryterium K5 (czas dojazdu do lotniska z centrum miast powiatowych [min])

Kryterium określa średni, ważony czas dojazdu (transportem samochodowym) do określonego wariantu lokalizacyjnego z centrów miast powiatowych województwa podlaskiego. Miernikiem jest średnia ważona z czasów dojazdu z poszczególnych miast, a wagi są uzależnione od liczby mieszkańców danego powiatu. Im średni czas dojazdu do lotniska jest krótszy, tym wariant jest korzystniejszy. Dane służące określeniu średniego czasu dojazdu zawiera tabela 3.

Kryteria społeczne:**Kryterium K6 (preferencje społeczności lokalnej [%])**

Kryterium ujmuje głos opinii mieszkańców województwa na podstawie przeprowadzonej ankiety, co pozwala uwzględnić preferencje miejscowej ludności, czyli przyszłych pasażerów, odnośnie analizowanych lokalizacji lotniska regionalnego. Wyniki ankiety określono w procentach ogólnej liczby głosów.

Kryteria przyrodnicze:**Kryterium K7 (odległość od obszarów chronionych [km])**

Kryterium określa średnią odległość cennych przyrodniczo obszarów objętych ochroną prawną (parki narodowe, parki krajobrazowe, rezerваты przyrody). Im większa odległość, tym mniejszy negatywny wpływ lotniska na najbardziej cenne obszary przyrodnicze, a tym samym – tym korzystniejszy dany wariant lokalizacyjny.

Kryterium K8 (powierzchnia lasów do wykarczowania [ha])

Kryterium określa liczbę hektarów lasów do wykarczowania w celu umożliwienia budowy portu lotniczego w danej lokalizacji. Wykarczowanie zaburzałoby istniejący system fauny i flory i mogłoby negatywnie wpłynąć na warunki wodne, zakłócić równowagę hydrologiczną oraz zredukować populację pewnych gatunków zwierząt. Im mniejsza powierzchnia lasów do wykarczowania, tym dany wariant jest korzystniejszy.

Kryterium K9 (klasa bonitacyjna gleb)

Kryterium określa przeważającą klasę bonitacyjną gleb w danym wariantcie lokalizacyjnym. Nie ulega wątpliwości, że najlepsze grunty powinny być wykorzystywane rolniczo. Kryterium oceniono w następującej skali punktowej:

- 1 – gleby bardzo dobre (klasy bonitacyjne I i II),
- 2 – gleby dobre (klasy bonitacyjne III, IIIa i IIIb),
- 3 – gleby średniej jakości (klasy bonitacyjne IV, IVa i IVb),
- 4 – gleby słabe i bardzo słabe (klasy bonitacyjne V i VI).

Tabela 2
Struktura własności działek w poszczególnych wariantach lokalizacyjnych

Grupa rejestrowa	Liczba działek ewidencyjnych			
	Wariant I	Wariant II	Wariant III	Wariant IV
Skarb Państwa	9	41	10	1
Powiaty i związki powiatów	15	0	1	0
Gminy i związki międzygminne	13	1	2	7
Gminy i związki międzygminne (w zbiegu z użytkowaniem wieczystym)	0	0	1	0
Osoby fizyczne	206	17	0	41
Kościóły i związki wyznaniowe	0	1	0	0
RAZEM	243	60	14	49

Tabela 3
Analiza czasu dojazdu z centrów miast powiatowych

Powiat	Liczba mieszkańców	Waga	Czas dojazdu [min]			
			Wariant I	Wariant II	Wariant III	Wariant IV
Augustowski	59 tys.	4	88	101	82	39
Białostocki	138 tys.	6	34	30	6	111
Bielski	58 tys.	4	72	37	39	153
Grajewski	50 tys.	3	65	90	72	72
Hajnowski	50 tys.	3	90	46	52	168
Kolneński	40 tys.	2	72	108	85	112
Łomżyński	51 tys.	4	56	92	70	125
Moniecki	42 tys.	3	36	62	43	99
Sejneński	22 tys.	1	123	135	116	42
Siemiatycki	48 tys.	3	101	71	73	187
Sokólski	75 tys.	6	63	66	47	98
Suwalski	35 tys.	2	159	131	112	14
Wysokomazowiecki	63 tys.	5	48	77	51	153
Zambrowski	44 tys.	3	45	83	59	145

Analiza wielokryterialna i ranking wariantów lokalizacyjnych

W wyborze optymalnej lokalizacji regionalnego portu lotniczego w województwie podlaskim zastosowano metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji, często określane skrótem MCDA (*Multi-Criteria Decision Analysis*) lub MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*). Metody te zyskują w świecie coraz więk-

szą popularność w rozwiązywaniu wielokryterialnych problemów decyzyjnych w różnych dziedzinach życia. Problematyce MCDA/MCDM poświęcono wiele opracowań zwartych, jak też artykułów naukowych. Przykładem mogą być prace autorów polskich¹⁶ i zagranicznych¹⁷. Analizy w ramach niniejszej pracy wykonano z użyciem najbardziej popularnych metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji, do których należą: AHP (*Analytic Hierarchy Process*), PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) oraz TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*). Ponieważ metody te są szeroko opisywane w literaturze, ich opis w niniejszej publikacji został pominięty. Wszystkie obliczenia wykonano z użyciem dostępnego oprogramowania komputerowego:

- metoda AHP – SelectPro (www.selectprosoftware.com),
- metoda PROMETHEE – Visual PROMETHEE (www.promethee-gaia.net),
- metoda TOPSIS – Triptych (www.stat-design.com).

Wagi charakteryzujące wzajemną ważność kryteriów określono dwoma sposobami: metodą AHP oraz metodą entropii (zwaną niekiedy metodą obiektywnych wag¹⁸). Wartości wag metodą AHP wyznaczono, wychodząc z następującej macierzy porównań parami odniesieniu do kryteriów:

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix}
 1 & 2 & 1/3 & 1/5 & 1/4 & 2 & 1/7 & 4 & 5 \\
 1/2 & 1 & 1/4 & 1/8 & 1/7 & 1/2 & 1/9 & 2 & 2 \\
 3 & 4 & 1 & 1/3 & 1/2 & 3 & 1/5 & 5 & 7 \\
 5 & 8 & 3 & 1 & 1 & 6 & 1/2 & 8 & 9 \\
 4 & 7 & 2 & 1 & 1 & 5 & 1/3 & 7 & 9 \\
 1/2 & 2 & 1/3 & 1/6 & 1/5 & 1 & 1/8 & 3 & 5 \\
 7 & 9 & 5 & 2 & 3 & 8 & 1 & 9 & 9 \\
 1/4 & 1/2 & 1/5 & 1/8 & 1/7 & 1/3 & 1/9 & 1 & 8 \\
 1/5 & 1/2 & 1/7 & 1/9 & 1/9 & 1/5 & 1/9 & 1/8 & 1
 \end{bmatrix}$$

¹⁶ M. Dytczak, *Wybrane metody rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych w budownictwie*, Opole 2010; A. Kobryń, op. cit.; T. Trzaskalik (red.), *Wielokryterialne wspomaganie decyzji. Metody i zastosowania*, Warszawa 2014.

¹⁷ J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott (red.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the art surveys*, 2005; A. Ishizaka, P. Nemery, *Multi-criteria decision analysis: Methods and software*, 2013; E. Triantaphyllou, *Multi-criteria decision making methods: A comparative study*, 2002; C. Zopounidis, P. Pardalos, *Handbook of multi-criteria analysis*, Springer, 2010.

¹⁸ H. Deng, C.H. Yeh, R.J. Willis, *Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights*, "Computers & Operations Research" 2000 t. 27(10).

W tworzeniu macierzy porównań parami ważną rolę odgrywa spójność dokonywanych ocen, a jej miernikiem jest tak zwany współczynnik spójności CR, którego wartość w przypadku powyższej macierzy wyniosła 0,071.

Wagi kryteriów wyznaczone metodą AHP na podstawie powyższej macierzy porównań parami, jak też wagi wyznaczone metodą entropii zawiera tabela 4. Uwagę zwracają bardzo różniące się wartości wag otrzymanych tymi metodami. Wytlumaczenie tego jest jednak proste, gdyż przyczyna tkwi w tym, że metoda AHP oddaje preferencje decydenta, natomiast w metodzie entropii wartości wag są zależne od rozpiętości ocen poszczególnych wariantów w świetle kolejnych kryteriów.

Tabela 4

Wagi kryteriów wyznaczone metodą AHP oraz metodą entropii

Metoda wagowania	Kryterium								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Metoda AHP	0,0588	0,0293	0,1039	0,2088	0,1758	0,0457	0,3313	0,0312	0,0152
Metoda entropii	0,0016	0,4251	0,1153	0,0431	0,0086	0,1444	0,0049	0,2456	0,0115

W wielokryterialnej analizie rozpatrywanych wariantów lokalizacji portu lotniczego wykorzystano macierz decyzyjną, zawierającą oceny wariantów w świetle kolejnych kryteriów (tabela 5).

Tabela 5

Oceny^a rozpatrywanych wariantów lokalizacyjnych w świetle kolejnych kryteriów

Kryterium	Symbol kryterium	Wariant I	Wariant II	Wariant III	Wariant IV
Cena gruntów [zł/ha]	K1	29 505	27 023	25013	23 308
Liczba działek do wywłaszczenia [szt.]	K2	206	18	1	41
Odległość od centrum danego miasta powiatowego [km]	K3	22,74	26,30	3,84	4,33
Powiązanie z drogami wielopasmowymi i koleją [pkt]	K4	2	1	4	3
Czas dojazdu z centrów miast powiatowych [min]	K5	63,12	65,15	52,77	96,04
Preferencje społeczności lokalnej [%]	K6	24	16	58	2
Odległość od obszarów chronionych [km]	K7	6,85	6,74	7,80	5,00
Powierzchnia lasów do wykarczowania [ha]	K8	15,35	40,10	176,00	0
Klasa bonitacyjna gleb [pkt]	K9	3	2	4	3

^a Oceny określono po szczegółowej analizie odpowiednich danych pochodzących między innymi z GUS-u, WODGiK w Białymstoku i innych źródeł.

Syntetyczne oceny poszczególnych wariantów oraz rankingi końcowe, uzyskane za pomocą wykorzystanych metod MCDA/MCDM zestawiono w tabeli 6. Zwraca uwagę duża zgodność poszczególnych rankingów na czołowej pozycji, gdyż aż pięciokrotnie wariant III (Krywlany) okazał się najkorzystniejszy. Jedynie w przypadku analizy metodą TOPSIS z użyciem wag określonych metodą entropii wariant III nie znalazł się na czele rankingu. Należy przy tym dodać, że przeprowadzonym analizom towarzyszyły analizy wrażliwości rankingów końcowych na zmiany wag poszczególnych kryteriów. Analizy wrażliwości potwierdziły dużą stabilność tych rankingów na czołowej pozycji, którą generalnie zajmował wariant III. Biorąc pod uwagę przedstawione wyniki, można stwierdzić, że świetle analiz wielokryterialnych najkorzystniejszą lokalizacją regionalnego portu lotniczego w województwie podlaskim są Krywlany. Jest to istotne spostrzeżenie, z uwagi na różne uwarunkowania, wskazujące w dalszym ciągu na zasadność takiej inwestycji.

Tabela 6
Oceny syntetyczne i końcowe rankingi wariantów lokalizacyjnych

Metoda wagowania	Metoda analizy	Wariant				Ranking wariantów
		I (Saniki)	II (Topolany)	III (Krywlany)	IV (Suwałki)	
Metoda AHP	AHP	0,1759	0,1058	0,5048	0,2135	$W_{III} \succ W_V \succ W_I \succ W_I$
	PROMETHEE	0,0000	-0,5333	0,9000	-0,3667	$W_{III} \succ W_I \succ W_V \succ W_I$
	TOPSIS	0,43	0,33	0,85	0,51	$W_{III} \succ W_V \succ W_I \succ W_I$
Metoda entropii	AHP	0,2740	0,1619	0,3155	0,2485	$W_{III} \succ W_I \succ W_V \succ W_I$
	PROMETHEE	-0,3412	-0,1594	0,5079	-0,0073	$W_{III} \succ W_V \succ W_I \succ W_I$
	TOPSIS	0,34	0,75	0,65	0,74	$W_I \succ W_V \succ W_{III} \succ W_I$

Podsumowanie

Brak portu lotniczego w województwie podlaskim znacznie pogarsza jego dostępność transportową i nie sprzyja rozwojowi społeczno-gospodarczemu regionu. Prawie cały obszar znajduje się poza izochroną 120 minut dostępności do najbliższego portu lotniczego. O konieczności budowy regionalnego portu lotniczego w województwie świadczy zapis Strategii rozwoju województwa podlaskiego do roku 2020. Zamierzano ją zrealizować w ramach celu operacyjnego „Podniesienie zewnętrznej i wewnętrznej dostępności komunikacyjnej regionu”.

Również rządowy Program rozwoju sieci lotnisk i lotniczych urządzeń naziemnych wskazuje na celowość uzupełnienia sieci polskich portów regionalnych o lotnisko do obsługi regionu północno-wschodniego.

Wydaje się, że – mimo niedawnej decyzji władz województwa o zaniechaniu dalszych prac w celu budowy regionalnego portu lotniczego – warto ponownie zastanowić się nad jej słusznością. W przeciwnym razie region może nieodwracalnie zaprzepaścić szanse na szybszy rozwój społeczno-gospodarczy i pozostać w tyle za pozostałymi województwami „ściany wschodniej”, czyli województw podkarpackiego i lubelskiego.

Było to powodem podjęcia analiz przedstawionych w niniejszym artykule, których celem było wyłonienie optymalnej lokalizacji podlaskiego portu lotniczego. Rozpatrzono cztery warianty lokalizacyjne, spośród których trzy (Saniki-Sawino-Bagienki, Topolany i Krywlany) były dotychczas rozpatrywane w różnych analizach, zakończonych decyzjami o odstąpieniu od realizacji tego typu inwestycji. Czwarty wariant lokalizacyjny (Suwałki) stanowiła propozycja wysuwana od czasu do czasu przy okazji różnych dyskusji o potrzebie budowy lotniska pasażerskiego w województwie podlaskim. Wyboru optymalnej lokalizacji analizowanego portu lotniczego dokonano na podstawie 9 kryteriów, zaliczonych do czterech grup o różnym charakterze [ekonomiczne (2 kryteria), przestrzenne (3), społeczne (1) i przyrodnicze (3)]. Analiza, którą przeprowadzono trzema różnymi metodami wielokryterialnego wspomaganie decyzji (AHP, PROMETHEE oraz TOPSIS) wykazała, że najbardziej optymalną lokalizacją spośród czterech rozpatrywanych są białostockie Krywlany. Należy przy tym podkreślić dużą zgodność rankingów otrzymanych tymi metodami, potwierdzoną również analizą wrażliwości na zmianę wag kryteriów, którą zastosowano w toku obliczeń.

W przypadku ewentualnego powrotu do idei budowy podlaskiego portu lotniczego jest uzasadnione ponowne zastanowienie się nad pierwotnie rozważaną lokalizacją lotniska w stolicy województwa podlaskiego (Białystok – Krywlany).

Literatura

Czownicki J., *Ekonomika transportu lotniczego*, Warszawa 1982

Deng H., Yeh C.H., Willis R.J., *Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights*, "Computers & Operations Research" 2000 t. 27(10)

Dytczak M., *Wybrane metody rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych w budownictwie*, Opole 2010

Figueira J., Greco S., Ehrgott M. (red.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the art surveys*, 2005

Ishizaka A., Nemery P., *Multi-criteria decision analysis: Methods and software*, 2013

Kobryń A., *Wielokryterialne wspomaganie decyzji w gospodarowaniu przestrzenią*, Warszawa 2014

Madejski M. i in., *Wstęp od nauki o transporcie*, Warszawa 1976

Program rozwoju sieci lotnisk i lotniczych urządzeń naziemnych, Ministerstwo Transportu, Uchwała Rady Ministrów nr 86/2007 z 8 maja 2007 roku

- Rucińska D. i in., *Transport lotniczy. Ekonomika i organizacja*, Gdańsk 2012
- Summer C. i in., *Podstawy transportu lotniczego*, Kraków–Rzeszów–Zamość 2012
- Świątecki A. i in., *Lotniska*, Warszawa 1999
- Triantaphyllou E., *Multi-criteria decision making methods: A comparative study*, 2002
- Trzaskalik T. (red.), *Wielokryterialne wspomaganie decyzji. Metody i zastosowania*, Warszawa 2014
- Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (Dz.U. 2006 nr 100 poz. 696)
- www.pl.wikipedia.org
- Zopounidis C., Pardalos P., *Handbook of multi-criteria analysis*, Springer, 2010