

MAJKA Andrzej<sup>1</sup>

## Analiza możliwości rozwoju systemu transportu samolotami lekkimi w oparciu o sieć lotnisk regionalnych

### WSTĘP

Europa a w szczególności Unia Europejska jest jednym z najgęściej zaludnionych obszarów Ziemi. Cechą charakterystyczną europejskiego rynku transportowego jest współistnienie nielicznych, lecz dużych węzłów komunikacyjnych, realizujących połączenia międzykontynentalne oraz gęstej sieci połączeń lokalnych pomiędzy większością małych miast i ośrodków turystycznych. Europa dysponuje olbrzymim, częściowo niewykorzystanym potencjałem lotnisk i lądowisk, który może stanowić bazę do stworzenia konkurencyjnej oferty podróży po Europie lekkimi samolotami komunikacyjnymi, skierowanej do osób podróżujących dotychczas innymi środkami transportu powierzchniowego. Można to osiągnąć wykorzystując słabiej obciążone lotniska oraz odpowiednio dostosowane i przekwalifikowane lądowiska. Rozwój lotnisk lokalnych może mieć bardzo duży wpływ na zmiany gospodarcze zachodzące w regionach. Jednak warunkiem tego jest odpowiednie kształtowanie polityki gospodarczej regionu oraz stwarzanie korzystnych warunków rozwoju lotnisk i zagospodarowania terenów przylotniskowych na zasadach preferencji.

Transport lotniczy uważany jest za jedną z najbardziej wydajnych gałęzi transportu, dlatego posiada dominującą pozycję w przewozach dalekodystansowych. Na krótkich i średnich odległościach transport powietrzny stanowi tylko jedną z alternatywnych gałęzi. Decyzja dotycząca wyboru konkretnego środka transportu związana jest ściśle z dostępną infrastrukturą, zastosowaną technologią oraz strukturą organizacyjną. Transport regionalny realizowany przy użyciu lekkich samolotów pasażerskich ma szansę rozwoju w tych obszarach w których istniejąca infrastruktura drogowa czy kolejowa jest niewystarczająca. W zintegrowanym systemie komunikacyjnym Europy lotnictwo ma szansę spełniać rolę substytucyjną oraz integrującą i eliminującą dysproporcje w poziomie rozwoju ekonomicznego regionów.

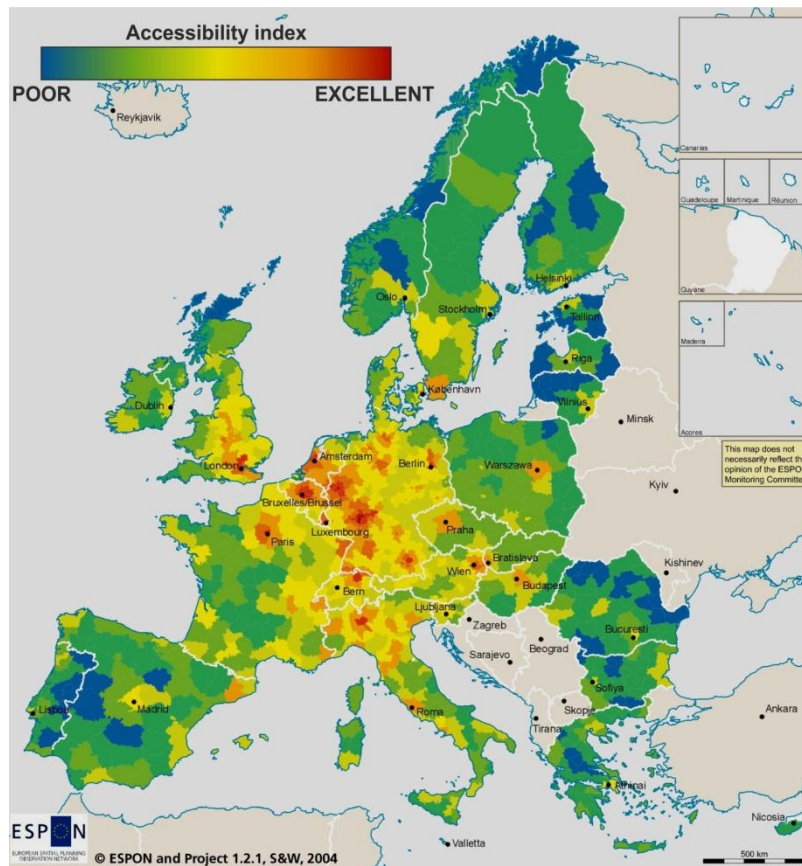
### 1 EUROPEJSKI RYNEK TRANSPORTOWY

Sumaryczna objętość przewozów pasażerskich w Europie generowana przez trzy dominujące gałęzie transportu (drogowy, kolejowy i lotniczy) wyniosła w 2011 r. ok. 6.5 miliardów pasażero-kilometrów [6]. Największy wzrost został odnotowany dla transportu drogowego, zwiększając objętość przewozów w latach 1995-2011 o 22.7 % [6]. Dynamika wzrostu transportu lotniczego w tym samym czasie była na poziomie 66 %, lecz wynik ten przełożył się na 3.5 % wzrostu sumarycznie dla całego rynku transportowego. Główny problem dotyczący poziomu infrastruktury transportowej związany jest z jej jakością. Jakość infrastruktury szacowana jest na podstawie jej potencjału i kosztu transportu pomiędzy regionami (Rys. 1). Analiza jakości infrastruktury transportowej Europy wskazuje, że występują na jej terenie obszary o niedostatecznym poziomie rozwoju. Poprawę sytuacji można osiągnąć poprzez rozbudowę lub modernizację sieci dróg i linii kolejowych, ale także dzięki wykorzystaniu istniejących lotnisk regionalnych do budowy wspomagającego systemu transportu lokalnego samolotami lekkimi.

Wiele obszarów Europy, w tym Polska posiada słabo rozwiniętą sieć dróg, autostrad [5], [11], linii kolejowych i lotniczych. Niewątpliwa potrzeba rozwoju infrastruktury transportowej (szczególnie autostrad i portów lotniczych) jest wynikiem szybkiego postępu gospodarczego. Istniejące w słabiej rozwiniętych obszarach odcinki autostrad, ze względu na swoje rozczłonkowanie nie zapewniają

<sup>1</sup> Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Samolotów i Silników Lotniczych, Al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, tel.: +48 17 865-16-04, fax: +48 17 854-31-16, andrzej.majka@prz.edu.pl

połączeń międzyregionalnych o dalekim zasięgu. Oprócz 15 lotnisk europejskich, które obsługują 75% ruchu pasażerskiego, pozostałe lotniska są niewykorzystane [10]. W 2011 roku Komisja Europejska zaproponowała utworzenie jednolitego europejskiego obszaru transportu (KOM), zgodnie z którym do 2050 r. ma nastąpić pełne zintegrowanie systemów transportu drogowego, kolejowego, lotniczego oraz wodnego [7]. Ma to doprowadzić do usunięcia dysproporcji w poziomie rozwoju infrastruktury transportowej pomiędzy krajami członkowskimi Unii. Planowana jest rozbudowa sieci autostrad, linii kolejowych i lotnisk. Zadanie to jest bardzo ambitne i trudne do zrealizowania. Jedną z dróg prowadzących do poprawy sytuacji na rynku transportowym jest rozwój lokalnej komunikacji lotniczej w oparciu o już istniejące i słabo wykorzystane lotniska regionalne.



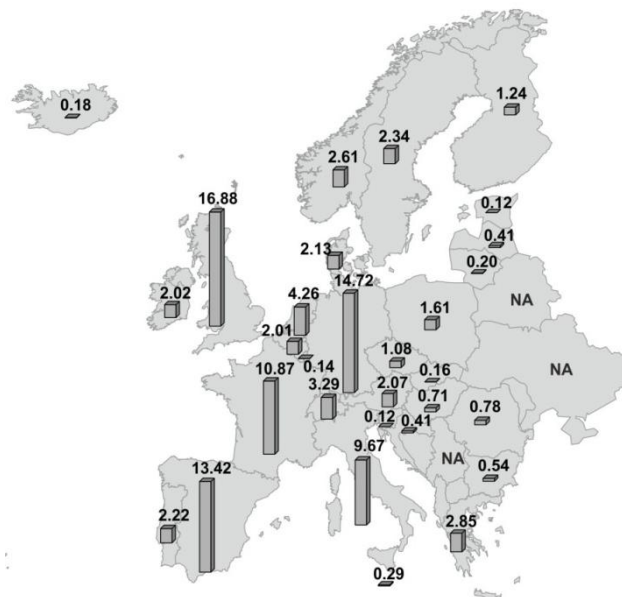
**Rys. 1.** Jakość infrastruktury transportowej wyrażona przez potencjalną dostępność dróg, linii kolejowych i transportu powietrznego, na terenie 27 krajów Unii Europejskiej [5]

## 2 TRANSPORT LOTNICZY W EUROPIE

Europejska sieć transportu powietrznego składa się z ok. 170 000 połączeń pomiędzy portami lotniczymi [10]. Różnorodność lotnisk, ich rozkład, połączenia lotnicze i rodzaje wykorzystywanych samolotów charakteryzują rynek transportu powietrznego w Europie decydując o jego mocnych i słabych stronach. Małe odległości pomiędzy europejskimi miastami sprawiają, że przewozy są realizowane głównie na trasach krótkich i średnich, z przewagą tych pierwszych. Dlatego europejski rynek transportowy jest obszarem konkurencji pomiędzy transportem drogowym, kolejowym i lotniczym. Analiza statystyczna pokazuje, że tradycyjne loty rozkładowe i tanie loty rozkładowe stanowią największy udział z punktu widzenia liczby realizowanych lotów [6], [11]. Ponadto, najwięcej lotów i przewożonych pasażerów jest w krajach Europy zachodniej, w szczególności w tych obszarach, w których znajdują się największe porty lotnicze Europy, jak np. Wielka Brytania, Francja, Niemcy, Hiszpania, Włochy oraz Holandia (rys. 2).

Struktura ruchu lotniczego z punktu widzenia kategorii samolotów determinowana jest charakterystykami lotnisk odlotu i docelowych. Udział samolotów odrzutowych, turbośmigłowych i tłokowych zmienia się wyraźnie z wielkością lotniska. Dla większych portów lotniczych, samoloty

odrzutowe stają się dominującym rodzajem samolotów. Samoloty tłokowe stanowią bardzo niewielki udział w lotach IFR, i jest tylko kilka małych lotnisk (z rocznym ruchem lotniczym powyżej 5000 startów) z udziałem lotów wykonywanych samolotami tłokowymi większym niż 10 % [8]. W bardzo małych portach lotniczych, ok. 50% lotów wykonują samoloty o napędzie turbośmigłowym, choć ich udział w ogólnym ruchu może się zmieniać w bardzo szerokim zakresie: od 20% do 80%. Dla małych i średnich portów lotniczych, udział lotów realizowanych samolotami turbośmigłowymi zmienia się w mniejszym zakresie: jest kilka małych lotnisk [8] dla których samoloty turbośmigłowe stanowią niewiele ponad 40% udziału oraz kilka średnich lotnisk [8] z udziałem samolotów turbośmigłowych na poziomie 25%. Są to głównie lotniska przybrzeżne lub wewnętrzne o charakterze regionalnym, położone daleko od dużych węzłów transportowych. Jak można się spodziewać, znajduje to odzwierciedlenie również w typowych odległościach połączeń lotniczych wykonywanych z tych lotnisk, które są o 40% krótsze niż średnie odległości połączeń dla innych lotnisk podobnej wielkości. W dużych portach lotniczych [8] ok. 90% operacji realizowanych jest samolotami o napędzie odrzutowym i tylko dla 25% lotnisk udział samolotów odrzutowych w realizacji operacji lotniczych jest mniejszy niż 80%. Dla największych portów lotniczych, udział samolotów odrzutowych w realizacji wszystkich lotów zwiększa się średnio do 94% [8],[9][10]. Istnieje jednak kilka dużych oraz bardzo dużych portów lotniczych z udziałem samolotów turbośmigłowych na poziomie 20-25%, które nie są portami o charakterze regionalnym. Średnie odległości połączeń lotniczych na tych lotniskach są podobne jak dla innych lotnisk o zbliżonej wielkości [4].



**Rys. 2.** Liczba przewiezionych pasażerów w 2012 r. w krajach Unii Europejskiej  
Źródło: opracowanie własne - na podstawie danych opublikowanych przez Eurostat

### 3 INFRASTRUKTURA LOTNISKOWA EUROPY

Na terenie Europy znajduje się 1270 lotnisk oraz 1300 lądowisk [4][15] (rys. 3 i 4). Wśród lotnisk należy wyróżnić 43 główne porty lotnicze oraz 450 lotnisk krajowych oraz regionalnych (średnie, małe oraz bardzo małe). Lotniska europejskie posiadają ok. 1330 pasów utwardzonych (betonowych lub asfaltowych) a 737 lotnisk posiada niezbędne wyposażenie do wykonywania lotów IFR [17][18]. Lokalizacja 100 najbardziej obciążonych portów lotniczych w Europie – uszeregowanych na podstawie całkowitej liczby pasażerów obsługiwanych w 2012 r. – przedstawiona została na rysunku 5. Na podstawie rysunku można określić koncentrację lotnisk na kierunku Londyn-Amsterdam-Monachium-Mediolan. Na 25 największych lotniskach Europy odbywa 44% wszystkich operacji lotniczych rocznie a 15 największych lotnisk obsługuje 75% całego ruchu pasażerskiego wykonywanego przez ten sektor transportu [8], [9], [10]. Powoduje to znaczne zagęszczenie ruchu, z dużą liczbą wznoszących się po starcie i schodzących do lądowania samolotów, co stanowi duże



wyzwanie dla służb kontroli ruchu lotniczego. Polska zalicza się do krajów europejskich o największym zagęszczeniu lotnisk. Na jej terenie znajduje się 38 lotnisk (rys. 6) z pasami utwardzonymi oraz 80 lądowisk i miejsc wykorzystywanych do wykonywania startów i lądowań samolotów lekkich oraz bardzo lekkich. Oznacza to, że w zasięgu 30 minut jazdy samochodem do najbliższego lotniska lub lądowiska zamieszkuje ok. 70 % ludności [4]. 10 lotnisk międzynarodowych i krajowych, wyposażone jest w urządzenia umożliwiające wykonywanie startów i lądowań w trudnych warunkach atmosferycznych [2]. Na pozostałych lotniskach regionalnych można lądować w warunkach widzialności VFR. Ostatnią grupę stanowi 75 lotnisk aeroklubowych, prywatnych i innych, posiadających nawierzchnię trawiastą.



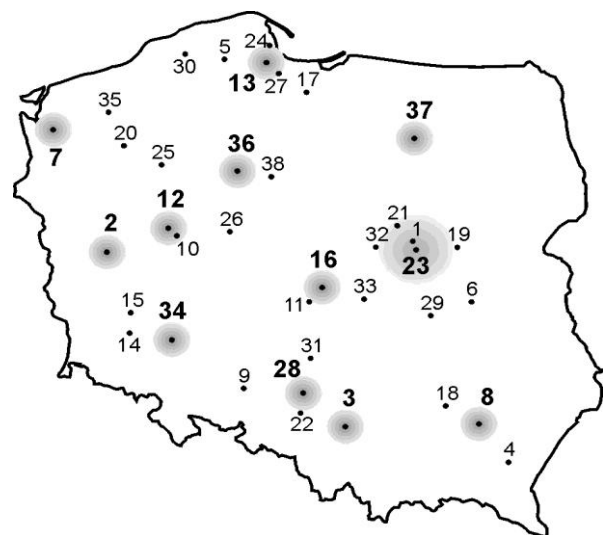
Rys. 3. Położenie lotnisk europejskich  
Źródło: opracowanie własne



Rys. 4. Położenie europejskich lotnisk i lądowisk  
Źródło: opracowanie własne



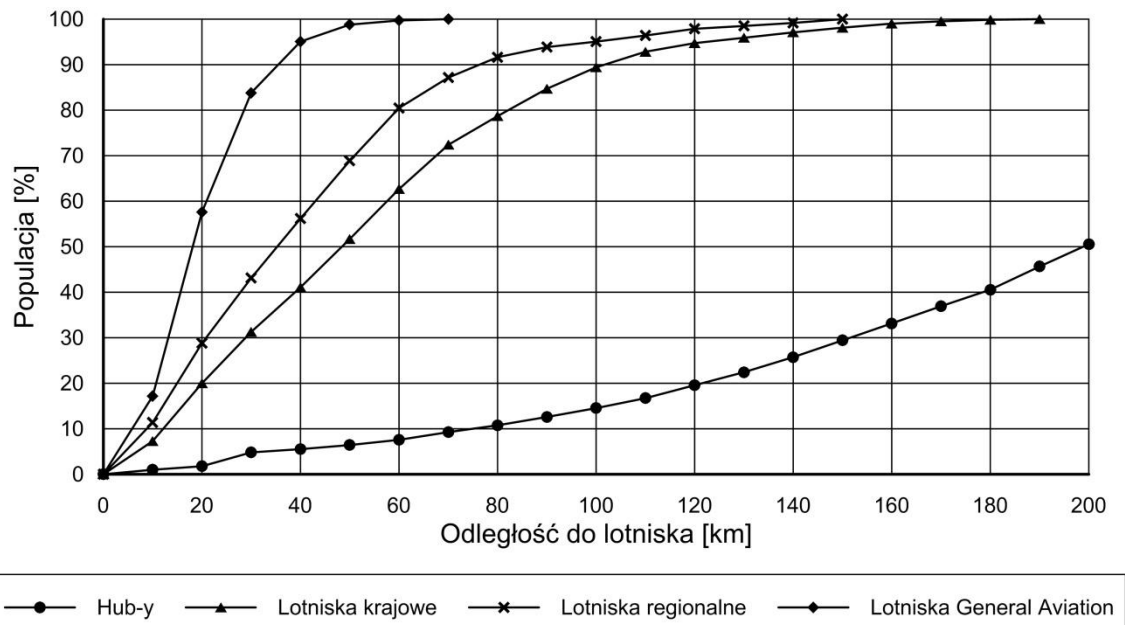
Rys. 5. Położenie 100 najbardziej uczęszczanych portów lotniczych Europy  
Źródło: opracowanie własne



Rys. 6. Lotniska o utwardzonej nawierzchni - wyróżniono 12 portów lotniczych  
Źródło: opracowanie własne [4]

Główne kryteria techniczne, decydujące o przydatności lotniska do realizacji przewozów pasażerskich, to wymagania techniczno-użytkowe oraz dostępność lotniska dla pasażerów. Głównymi czynnikami decydującymi o wielkości portu lotniczego są: wielkość przewidywanego ruchu

lotniczego oraz typy samolotów, które będą z niego korzystały. Jedną z ważniejszych charakterystyk lotniska jest rodzaj nawierzchni dróg startowych. Wyróżnia się tu lotniska o nawierzchni sztucznej (utwardzona droga startowa – asfalt/beton) oraz lotniska posiadające jedynie nawierzchnię naturalną (droga startowa trawiasta). Rodzaj nawierzchni ma bezpośredni wpływ na jej nośność lub poprzez podanie największej, dopuszczalnej masy statku powietrznego albo największego dopuszczalnego ciśnienia w oponach [1], [17], [18]. Kolejnym parametrem jest długość pasa startowego. Ilość procentowa lotnisk o długościach pasa większych niż długość wymagana dla samolotu określonego typu stanowi wskaźnik jego efektywności poprzez możliwość korzystania z dużej liczby lotnisk. Rozbieg, dobieg oraz długość startu i lądowania są bardzo istotnymi parametrami decydującymi o tym, na jakich lotniskach samolot może wylądować i wystartować. Im dłuższy rozbieg i dobieg tym ilość możliwych lotnisk maleje. Ponad 80 % pasów lotnisk europejskich ma długość większą niż 1000 m [4], co daje możliwość wykonywania na nich operacji startów i lądowań przez większość samolotów lekkich. Pozostałe parametry techniczne ważne z punktu widzenia ruchu lotniczego to: parametry dróg kołowania, wielkość płyty postojowej, charakterystyk terminala, drogi dojazdowe i parkingi.



Rys. 7. Rozkład populacji wokół lotnisk różnych kategorii w Europie

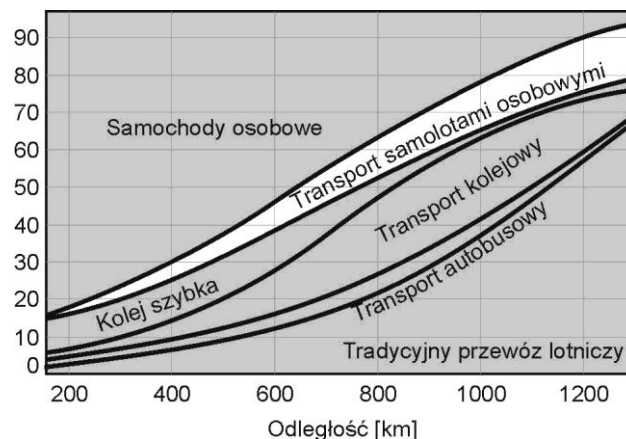
Źródło: opracowanie własne [4]

Na terenie Europy, ze względu na istnienie dużej liczby lotnisk, rozwija się silna konkurencja pomiędzy nimi o pozyskanie pasażerów, nowych przewoźników i nowych połączeń lotniczych. Strefą konkurencji między lotniskami są pokrywające się obszary ciężenia sąsiadujących portów lotniczych. Wielkość obszaru ciężenia portu lotniczego – obszaru, z którego pasażerowie rozpoczynają podróż lotniczą z danego portu lub na którym zlokalizowany jest ostateczny cel ich podróży - jest determinowana głównie czynnikiem czasu dojazdu na lotnisko. Wielkość obszaru ciężenia, wpływającego na potencjalnie większą liczbę pasażerów, podnosząc jego pozycję konkurencyjną, zależy również od innych czynników, takich jak: rozwój oferowanych połączeń przewoźników niskokosztowych, dogodność powiązań transportem naziemnym itp. Przyjmując założenie upraszczające, że wielkość obszaru ciężenia kształtowana jest głównie czynnikiem czasu, a czas dojazdu jest funkcją odległości, wyznaczono obszary ciężenia dla czterech kategorii lotnisk europejskich (Rys. 7). Analiza wyników pozwala stwierdzić, że dla lotnisk mogących być podstawą funkcjonowania systemu transportu lekkimi samolotami osobowymi wielkość obszaru ciężenia wynosi od 60 km do 120-140 km. W obszarze tym może dochodzić do konkurowania pomiędzy lotniskami mniejszymi i większymi oraz współpracy z lotniskami krajowymi oraz Hub-ami.

#### 4 KONCEPCJA SYSTEMU TRANSPORTOWEGO

Koncepcja Systemu Transportu Małymi Samolotami (ang. Small Aircraft Transportation System – SATS) nie jest nowa. Została opracowana w latach 80-tych ubiegłego wieku w USA. Pierwszym oficjalnym programem dotyczącym rozwoju transportu samolotami General Aviation oraz rewitalizacji przemysłu pracującego na jego potrzeby był Advanced General Aviation Transport Experiments (AGATE) [14]. Był on realizowany w latach 1994-2001, pod przewodnictwem agencji NASA (National Aeronautics and Space Administration). Kontynuacją tego projektu był SATS realizowany w latach 2001-2006, również pod przewodnictwem NASA w ramach konsorcjum NCAM (National Consortium for Aviation Mobility) [14]. W Europie pierwsze prace dotyczące systemów transportu lokalnego z wykorzystaniem samolotów lekkich rozpoczął Prof. J. Rohacs wprowadzając pojęcie Personal Air Transportation System (PATS) w ramach projektu PATS [16]. Prace te były kontynuowane w ramach programu finansowanego przez Komisję Europejską: European Personal Air Transportation System (EPATS). O wadze problemu świadczy fakt, że jeden z kluczowych programów Unii Europejskiej, który miał swoją inaugurację w maju 2014 r., jednoczący partnerów publicznych i prywatnych w pracach na rzecz sektora lotniczego - Clean Sky 2, wśród głównych obszarów działania wyróżnił Small Air Transport.

Na podstawie analizy struktury rynku transportowego w Europie oraz prognozowanego udziału lekkich samolotów osobowych w realizacji przewozów pasażerskich określono przewidywany obszar funkcjonowania systemu transportu pasażerskiego samolotami lekkimi (rys. 5). Z powyższych analiz wynika, iż istnieje możliwość stworzenia konkurencyjnej oferty podróży po Europie lekkimi samolotami komunikacyjnymi, osobom podróżującym dotychczas samochodami osobowymi.



**Rys. 8.** Procentowy podział przewozów osobowych w funkcji odległości z prognozowanym udziałem systemu transportu małymi samolotami osobowymi [3].

##### 4.1 Charakterystyka samolotów transportu regionalnego

Na przełomie lat 80 i 90 XX wieku w wielu krajach rozpoczęto prace studialne i projektowe mające na celu stworzenie perspektywicznych układów lekkich samolotów transportowych. Prace koncentrowały się na szerokiej grupie samolotów lekkich, mogących przewozić nie więcej niż 19 pasażerów. Udział samolotów tej klasy dochodzi do 90% całego parku lotnictwa cywilnego. Większą część tego parku stanowią wolne samoloty, wykorzystujące w charakterze zespołu napędowego jeden lub kilka silników tłokowych. Jednak ostatnio pojawiła się tendencja do zwiększania prędkości lotu do 500-600 km/h i wysokości lotu do 6-8 km, co doprowadziło do wzrostu liczby samolotów z turbinowymi silnikami śmigłowymi. Można się spodziewać, że kierunki rozwoju samolotów komunikacji lokalnej nowej generacji będą kontynuowane w przyszłości. Będą one zgodne z wnioskami formułowanymi w ramach programów badawczych SATS lub AGATE oraz EPATS. Rozwojowi komunikacji lokalnej w przyszłości będą przyświecać następujące cele:

- Uproszczenie produkcji samolotów i obniżenie jej kosztów (nowe technologie).
- Obniżenie bezpośredniego kosztu eksploatacji i podwyższenie rentowności użytkownika.
- Podwyższenie żywotności i niezawodności samolotu.

- Polepszenie charakterystyk lotnych i pilotażowych, wpływające na podwyższenie poziomu bezpieczeństwa, poprzez stosowanie zaawansowanych systemów sterowania itp.
- Podwyższenie komfortu pasażerów.

Systemu transportu małymi samolotami pasażerskimi powinien przejąć większość podróży między miejscowościami oddalonymi od siebie o 300 do 1400 km. Maksymalizacja efektywności funkcjonowania takiego systemu będzie wymagała zbudowania nowych lub modernizacji istniejących samolotów, w celu spełnienia specyficznych wymagań użytkowych. Od samolotów przeznaczonych do transportu osobowego wymaga się: wysokich wskaźników bezpieczeństwa, łatwej obsługi, spełnienia norm ekologicznych, zapewnienia dużego komfortu podróżującym, dużej prędkości przelotowej (do 550 km/h), zasięgu do ok. 1500 km, kosztów eksploatacji konkurencyjnych z kosztami podróży samochodem na odległościach powyżej 500 km.

#### 4.2 Określenie wielkości potrzeb przewozowych

Jedną z bardziej istotnych cech transportu powietrznego jest duża rozpiętość jednostkowych kosztów w zależności od typu samolotu, a także od jego doboru do danej linii. Dlatego planowanie doboru samolotu wymaga precyzyjnej prognozy potrzeb przewozowych na poszczególnych liniach. W innych gałęziach transportu ten czynnik występuje również, ale ze znacznie mniejszą wyrazistością. Problem jest złożony, ponieważ ze względu na gospodarkę remontową przedsiębiorstwa lepiej jest, jeżeli typów samolotów jest jak najmniej. Kolejnym czynnikiem, który istotnie wpływa na wielkość samolotu oraz liczbę przewożonych pasażerów jest częstotliwość lotów. Częstotliwość lotów wyznaczona została przy założeniu konieczności realizacji wszystkich potrzeb przewozowych z jak największą efektywnością.

Unia Europejska stanowi gospodarczo-polityczny związek 28 demokratycznych państw europejskich. Mimo obowiązywania układu z Schengen, na terenie EU przepływy pasażerskie zdeterminowane są podziałem terytorialnym. Można więc przyjąć, że potrzeby transportowe na trasach regionalnych dotyczą głównie pojedynczego państwa. Państwem dobrze nadającym się do rozwoju transportu regionalnego z wykorzystaniem lekkich samolotów transportowych jest Polska. Polska posiada słabo rozwiniętą sieć dróg, autostrad, linii kolejowych i lotniczych. Niewątpliwa potrzeba rozwoju infrastruktury transportowej (szczególnie autostrad i portów lotniczych) jest wynikiem szybkiego postępu gospodarczego. Istniejące odcinki autostrad, ze względu na swoje rozczłonkowanie nie zapewniają połączeń międzyregionalnych o dalekim zasięgu. Planowana rozbudowa sieci autostrad i kilku lotnisk nie rozwiąże problemów komunikacyjnych w Polsce. Jednocześnie Polska zalicza się do krajów europejskich o największym zagęszczeniu lotnisk. Na jej terenie znajduje się 38 lotnisk z pasami utwardzonymi (rys. 6) oraz 80 lądowisk wykorzystywanych do wykonywania startów i lądowań samolotów lekkich oraz bardzo lekkich [2], [4].

Domeną transportu lotniczego są przewozy na odległości większe jak 200 km. Rozsądne wydaje się więc wybranie na terenie kraju kilkunastu lotnisk (po jednym w każdym regionie) na bazie których stworzona zostanie sieć połączeń obsługiwanych przez lekkie samoloty transportowe. Ustalenie wielkości przewozów pasażerskich dla poszczególnych linii dokonane zostało na podstawie:

- połączenie nie może być krótsze niż 200 km,
- prognozy demograficznej do roku 2020 [12],
- prognozy przewozów substytucyjnych gałęzi transportu oraz ich procentowego udziału według stref odległości,
- współczynnika mobilności ludności kraju dla przewozów powyżej 200 km.

Spośród wszystkich połączeń wybrano tylko te których długość jest większa niż 200 km, prędkość blokowa samolotu jest trzykrotnie większa od prędkości blokowej samochodu pokonującego tą samą trasę, dzienna liczba lotów jest nie mniejsza niż 4 (2 loty w jednym kierunku i 2 powrotne). Prędkość blokowa samolotu wyznaczona została dla przyjętego modelu przelotu, przy założeniu ekstremalnie krótkiego pobytu pasażera na lotnisku (20 minut) i czasu dojazdu do i z lotniska do centrum miasta nie dłuższego niż 20 minut.





**Rys. 9.** Lotniska regionalne stanowiące bazę planowanego systemu transportu powietrznego. EPBA-Bielsko-Biała, EPBY-Bydgoszcz, EPRU-Częstochowa, EPGD-Gdańsk, EPKM-Katowice, EPKA-Kielce, EPKO-Koszalin, EPKK-Kraków, EPSW-Lublin, EPLL-Łódź, EPOD-Olsztyn, EPKN-Opole, EPPI-Piła, EPPO-Poznań, EPRA-Radom, EPRZ-Rzeszów, EPSC-Szczecin, EPTO-Toruń, EPBC-Warszawa, EPWR-Wrocław, EPZG-Zielona Góra).

**Tab. 1.** Zestawienie tras wraz z dziennymi przewozami pasażerskimi (lewy dolny róg) oraz prędkością blokową dla połączenia lotniczego (prawy górny róg).

EPBK	EPBA	EPBY	EPRU	EPGD	EPKM	EPKA	EPKO	EPKK	EPSW	EPLL	EPOD	EPKN	EPPI	EPPO	EPRA	EPRZ	EPSC	EPTO	EPBC	EPWR	EPZG	
	266	232	235	231	255	222	274	244	198	164	173	258	254	254	198	240	287	217	181	265	280	EPBK
13		248	116	276	58	169	284	83	214	184	265	125	258	232	198	182	277	238	232	171	228	EPBA
7	14		211	140	234	216	149	252	238	159	157	214	87	116	205	263	184	48	182	190	184	EPBY
13	0	15		245	75	119	255	129	196	115	232	91	135	192	149	205	268	207	166	146	212	EPRU
10	21	0	22		264	258	159	279	260	214	135	260	169	211	245	291	222	146	214	254	239	EPGD
5	0	6	0	9		162	275	71	211	159	253	102	251	220	184	176	271	222	200	154	219	EPKM
14	16	17	0	26	12		264	119	146	119	231	171	242	211	75	146	271	198	143	200	240	EPKA
6	14	0	15	6	7	14		287	278	245	204	260	119	176	257	294	135	171	231	236	214	EPKO
4	0	5	0	7	0	0	3		182	190	265	149	267	243	162	140	292	253	205	188	251	EPKK
13	24	19	25	27	17	0	10	21		180	228	234	259	244	98	143	290	225	140	236	267	EPSW
7	16	9	0	18	8	0	7	17	17		190	157	205	162	129	207	245	135	119	169	209	EPLL
5	14	5	15	0	8	14	3	13	14	11		251	194	211	204	263	248	138	166	251	248	EPOD
6	0	7	0	10	0	7	4	0	11	6	7		220	182	202	217	247	212	205	83	176	EPKN
16	26	0	0	17	19	27	0	30	31	24	14	19		98	244	280	140	119	235	190	173	EPPI
10	14	0	13	13	11	13	4	17	17	10	10	9	0		214	259	176	125	202	140	116	EPPO
8	15	11	0	17	9	0	6	11	0	0	9	12	9	28		159	283	207	98	204	243	EPRA
9	14	13	18	19	8	0	6	0	0	16	12	13	10	34	5		310	251	204	242	284	EPRZ
7	15	7	17	11	9	15	0	14	17	14	8	11	0	17	7	13		203	274	223	164	EPSC
5	11	0	11	0	6	10	2	11	11	0	0	8	0	0	5	10	6		188	196	192	EPTO
0	37	23	29	37	27	0	14	40	0	0	19	27	20	56	0	34	32	18		216	239	EPBC
14	16	13	0	23	0	21	7	19	26	17	16	0	10	0	10	21	15	11	46		132	EPWR
5	10	5	11	9	5	11	3	9	12	9	6	6	4	0	5	9	4	4	23	0		EPZG



Brak jest prognoz odnośnie procentowego udziału przewozów poszczególnych gałęzi transportu w Polsce według stref odległości. Do wyznaczenia wielkości potrzeb przewozowych w jednym kierunku w ruchu pasażerskim na każdej analizowanej trasie wykorzystano metodę Isarda [13]. Liczbę potencjalnych pasażerów wyznaczono na podstawie przewidywanych przewozów pasażerskich na rozpatrywanych trasach. Demograficzny wskaźnik ruchliwości na 1 mieszkańca Polski wynosi w ostatnich latach ok. 78 przejazdów [12]. Przyjęto stałą jego wartość dla wszystkich regionów Polski. Zakładając, że 10 % osób podróżujących na analizowanych trasach wybierze jako środek transportu samolot oraz bazując na tezie Isarda [13], że ilość przejazdów w roku jest wprost proporcjonalna do liczby ludności w regionie wyznaczono liczbę potencjalnych pasażerów na poszczególnych trasach. Wyniki przedstawiono w tabeli 1. Szacowana liczba roczna potencjalnych pasażerów na trasach regionalnych w Polsce wynosi 755 tys osób. Średnia długość połączenia lotniczego wynosi 394 km, a średnia prędkość blokowa na trasach obsługiwanych przez lekkie samoloty pasażerskie wynosi 196 km/h. Porównując prędkości uzyskiwane przez samolot i samochód na tej samej trasie wyeliminowano wszystkie połączenia, których czas realizacji jest dłuższy niż trzykrotność czasu potrzebnego na pokonanie trasy samochodem. Połączenia te zostały skreślone w tabeli 1. Dotyczy to wszystkich połączeń, dla których prędkość blokowa była mniejsza niż 154 km/h.

Na podstawie przeprowadzonych analiz zidentyfikowano 104 połączenia uzasadnione z punktu widzenia przyjętych założeń. W pracy nie uwzględniono wpływu różnych czynników na atrakcyjność przewozów lotniczych, takich jak np. atrakcyjność turystyczna danego regionu, wielkość i aktywność ośrodka administracyjnego lub przemysłowego itp. Natomiast wpływ czynników obniżających atrakcyjność przewozów została uwzględniona poprzez porównanie czasu blokowego podróży samolotem z rzeczywistym czasem przejazdu samochodem.

## **WNIOSKI**

Duża część krajów Unii Europejskiej, w tym Polska znajduje się w obszarze Europy, charakteryzującym się stosunkowo niskim wskaźnikiem jakości infrastruktury transportowej. Na jej terenie znajduje się jednocześnie dużo lotnisk i lądowisk, które mogą stanowić podstawę budowy systemu transportu lokalnego samolotami lekkimi. W zintegrowanym systemie komunikacyjnym naszego kraju lotnictwo ma szansę spełniać rolę substytucyjną, tam gdzie infrastruktura drogowa czy kolejowa jest słabo rozwinięta, a jej modernizacja i rozbudowa wymagałaby dużych nakładów finansowych. W obecnej strukturze regionalnej komunikacja lotnicza może spełniać rolę integrującą i eliminującą dysproporcje w poziomie rozwoju ekonomicznego regionów.

Rozproszenie ruchu lotniczego pomiędzy mniejszymi lotniskami regionalnymi doprowadzi do zmniejszenia ruchu na największych lotniskach komunikacyjnych oraz poprawi dostępność transportu lotniczego osobom zamieszkującym obszary bardziej oddalone od dużych węzłów komunikacyjnych. Realizacja połączeń bezpośrednich pomiędzy małymi ośrodkami zwiększy prędkość średnią przemieszczania się ludzi oraz wpłynie na poprawę mobilności społeczeństwa.

## **Streszczenie**

Europa posiada olbrzymi potencjał lotnisk i lądowisk, z których tylko część jest wykorzystywana do realizacji przewozów lotniczych. Z ok. 1300 lotnisk ok. 750 posiada niezbędne wyposażenie do realizacji operacji IFR. W 2013 r. w Europie zrealizowano ponad 9.5 miliona operacji IFR a prognozy przewidują ich wzrost o 21 procent do 2017 r.[4]. Spośród wszystkich operacji, 44 % realizowane jest na 25 największych lotniskach. Efektem tego jest duże zagęszczenie ruchu lotniczego na największych lotniskach i w ich otoczeniu, zbliżające się do granicy pojemności sektorów. Potrzeba intensyfikacji przewozów lotniczych, związana z rosnącą mobilnością społeczeństwa stwarza szansę rozwoju mniejszych lotnisk, dzięki przeniesieniu części ruchu lotniczego na lotniska słabiej obciążone. Operacje na tych lotniskach mogłyby być realizowane samolotami lżejszymi w ruchu regularnym jak i nieregularnym. Takie rozwiązanie byłoby szczególnie atrakcyjne w rejonach Europy posiadających słabiej rozwiniętą infrastrukturę drogową i kolejową. Wzrost wykorzystania lotnisk regionalnych może prowadzić do wzrostu gospodarczego w regionach eliminując dysproporcje w poziomie ich rozwoju ekonomicznego.

**Słowa kluczowe:** system transportu lotniczego, transport małymi samolotami, regionalne połączenia lotnicze, regionalne porty lotnicze

## Analysis of the possibility of development of small airplane transport system based on regional airports network

### Abstract

Europe is one of the Earth's most densely populated areas. There are approximately 1270 airports and 1300 airfields in Europe. The total number includes 750 European airports that are equipped for IFR operations. In 2013, approximately 9.5 million IFR flights were performed in Europe and the forecast for 2017 assumes 21 per cent increase in the number of IFR flights, which is an equivalent to 11.5 million takeoffs, and the same number of landings, in European airports. As much as 44 per cent of the total air traffic is concentrated on only 25 largest European airports. That results in a very high air traffic density in the largest European airports and in their vicinity. What it involves, air traffic in the largest airports and their areas of operations (AOA) approaches the capacity limits. Such high density of air traffic adversely influences the natural environment in the vicinity of airports by increasing cumulative noise level and the concentration of environmentally hazardous substances. One of the remedies to the situation is the implementation of new air transportation system utilizing smaller airports with less air traffic density. Such a system enable short haul trips in a short time at acceptable cost, thanks to the use of small aircrafts (jet, turboprop, pistons) departing from small airports. The new system would be especially attractive for European regions with less infrastructure quality. Such a system would be alternative (competitive) offer for short distance journeys in Europe, directed to persons using cars and rail transport, so far. The idea is to offer economically attractive, fast, safe and friendly to the environment new domestic air transportation system.

**Keywords:** air transport system, small air transport, regional air transport, regional airports

### BIBLIOGRAFIA

1. Aerodrome Design Manual, Part 1, Runways. ICAO, 2nd Edition, 1983.
2. Aeronautical Information Publication AIP Poland. EUR ANP – ICAO, Doc 7754, Part VII AIS.
3. Baron A., Piwek K, WP&Task Leaders: D5.2 EPATS Roadmap. EPATS Consortium, 2007.
4. Brusow W., Klepacki Z., Majka A., Airports and Facilities Data Base. EPATS technical report, Project no: ASA6-CT-2006-044549, 2007.
5. ESPON, <http://www.espon.eu>, dostęp: grudzień 2011.
6. European Commission, EU transport in figure. Statistical pocketbook, 2013.
7. European Commission, Biała Księga, Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu. Bruksela, 2011.
8. EUROCONTROL, A Place to Stand: Airports in the European Air Network, Trends in Air Traffic, Volume 3. European Organisation for the Safety of Air Navigation, Brussels, Belgium, May 2006.
9. EUROCONTROL, Performance Review Report 2006. European Organisation for the Safety of Air Navigation, Brussels, Belgium, May 2007.
10. EUROCONTROL, Flight Movements 2011 – 2017, Medium-Term Forecast. European Organisation for the Safety of Air Navigation, Brussels, Belgium, October 2011.
11. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, <http://www.gddkia.gov.pl>, dostęp: 05.2013.
12. Główny Urząd Statystyczny, Rocznik statystyczny województw. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa, 2013.
13. Isard W., Methods of regional analysis: an introduction to regional science. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1962.
14. NASA, <http://www.nasa.gov>, dostęp: marzec 2015.
15. Orkisz M., Majka A., Regionalne porty lotnicze szansą rozwoju systemu transportu samolotami lekkimi. Przegląd Komunikacyjny, nr 2/2012.
16. Rohacs, J., PATS, personal air transportation system. ICAS Congress, Toronto, Canada, 2002,
17. Świątecki A., Nita P., Świątecki P., Lotniska. ITWL, Warszawa 1999.
18. TP 312 - Aerodromes Standards and Recommended Practices (revised 03/2005), 4th Edition. Canada, March 1993.