

KIERZKOWSKI Artur, KISIEL Tomasz

WYZNACZANIE PRZEPUSTOWOŚCI STANOWISK KONTROLI DOKUMENTÓW W PORCIE LOTNICZYM Z WYKORZYSTANIEM MODELU SYMULACYJNEGO

Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie możliwości wykorzystania oprogramowania FlexSim w modelowaniu i analizie fragmentu rzeczywistego procesu transportowego. Prezentowanym w artykule procesem jest proces kontroli dokumentów pasażerów przylatujących do Portu Lotniczego Wrocław ze strefy Non-Schengen.

W artykule zaprezentowano wyniki przeprowadzonych badań, na podstawie których został opracowany model symulacyjny, który pozwolił na wyznaczenie prognozowanej przepustowości stanowisk kontroli dokumentów w zależności od struktury narodowościowej pasażerów.

Następnie wykorzystano model symulacyjny do studium przypadku w sterowaniu natężeniem potoków pasażerów przykładowego rozkładu lotów, wpływającym na pojemność strefy przylotów w Porcie Lotniczym.

WSTĘP

Na mocy Układu z Schengen - podstawowego aktu dotyczącego stopniowego znoszenia kontroli na wspólnych granicach wewnętrznych państw należących do układu, kontrolą dokumentów uprawniających do przekroczenia granicy objęci są pasażerowie przylatujący z państw, które nie są objęte Układem z Schengen. Jednolite zasady kontroli na granicach zewnętrznych ustanowione zostały w Konwencji Wykonawczej do Układu z Schengen [3]. Konwencja z Schengen została włączona do prawnego systemu Unii Europejskiej, jednak państwa członkowskie nie są objęte pełnoprawnym uczestnictwem w obszarze Schengen do momentu uzyskania decyzji Rady Unii Europejskiej.

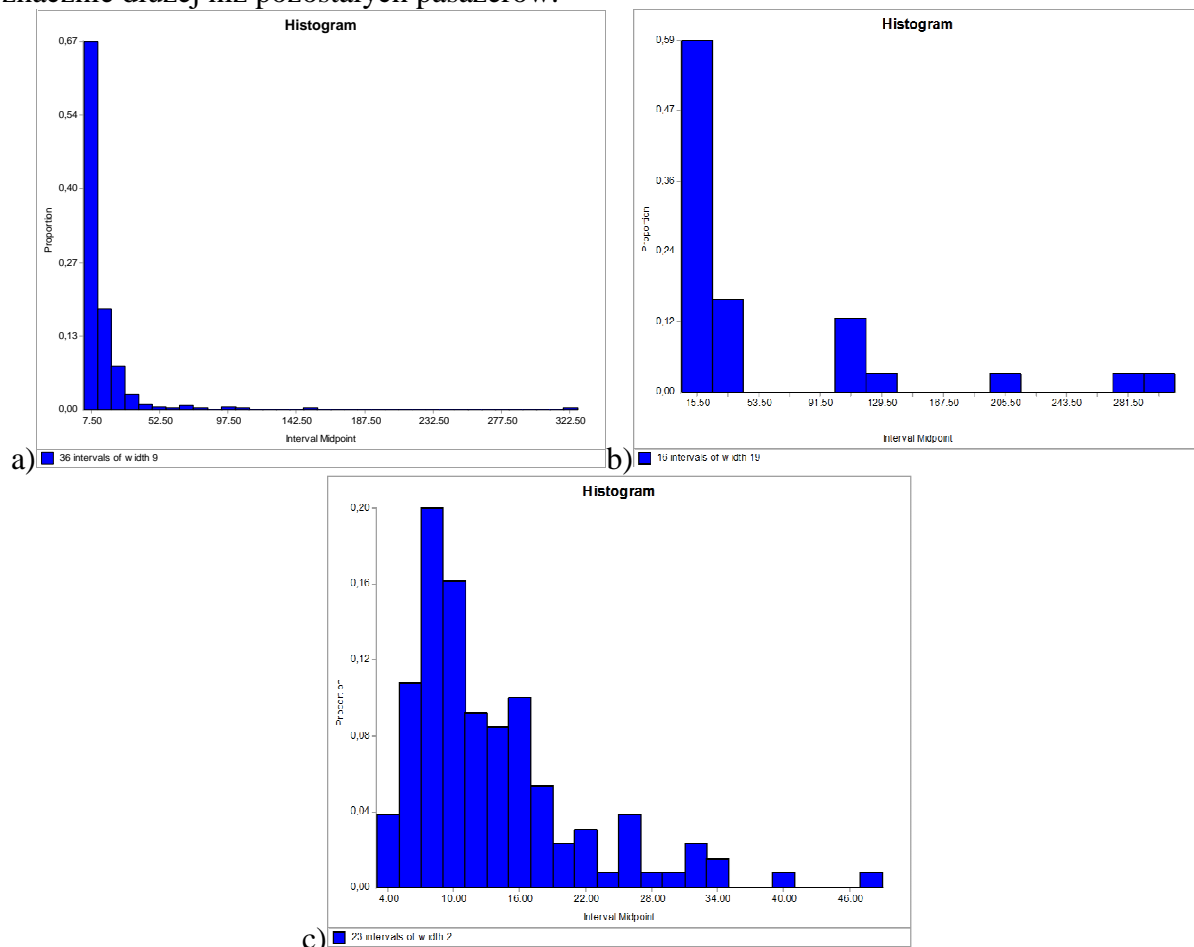
Na mocy Decyzji Rady UE [1] na terenie Rzeczypospolitej Polskiej zniesienie powietrznych granic wewnętrznych nastąpiło w nocy z 29 na 30 marca 2008 roku. Od tego momentu objęci kontrolą dokumentów w Porcie Lotniczym Wrocław są pasażerowie lotów pochodzących z obszarów ze strefy Non-Schengen (Wielka Brytania, Irlandia, część operacji czarterowych oraz operacje lotnicze z Lwowa wykonywane dotychczas w 2012r.). Aby umożliwić zniesienie granic wewnętrznych Sejm Rzeczypospolitej Polskiej wprowadził ustawę [6] o udziale w Systemie Informacyjnym Schengen i Systemie Informacji Wizowej.

1. ANALIZA PROCESU KONTROLI DOKUMENTÓW W PORCIE LOTNICZYM WROCŁAW

Wstępne badania procesów zachodzących podczas kontroli dokumentów przeprowadzono dla trzech różnych grup wykonywanych operacji lotniczych. Podziału dokonano ze względu na różnice w strukturze narodowościowej podróżujących pasażerów na danych rejsach:

- loty regularne wykonywane przez tanich przewoźników z kierunków Non-Schengen,
- loty regularne wykonywane przez przewoźnika Eurolot z Portu Lotniczego Lwów (LWO),
- loty czarterowe wykonywane przez linie czarterowe z kierunków Non-Schengen.

W grupie lotów wykonywanych przez tanich przewoźników zdecydowaną większość stanowią pasażerowie narodowości państw ze strefy Non-Schengen bez konieczności posiadania wizy do przekroczenia granicy Rzeczypospolitej Polskiej. Jednak w strukturze pasażerów na takich połączeniach zdarzają się także pasażerowie, których czas obsługi trwa znacznie dłużej niż pozostałych pasażerów.



Rys. 1. Gęstość prawdopodobieństwa wystąpienia czasu trwania kontroli dokumentów wyrażonego w sekundach: a) dla grupy lotów regularnych wykonywanych przez tanich przewoźników (ilość prób: 393), b) dla grupy lotów regularnych wykonywanych z portu lotniczego LWO (ilość prób: 32), c) dla grupy lotów czarterowych (ilość prób: 131).

Źródło: opracowanie własne

W grupie wykonywanych połączeń z Lwowa przewidywana struktura narodowościowa pasażerów w znaczny sposób może ograniczyć przepustowość stanowisk kontroli dokumentów z uwagi na dodatkową kontrolę wiz.

Do ostatniej grupy należą loty czarterowe, w których obsługiwani są głównie polscy turyści, a zatem w tej grupie prawdopodobieństwo wystąpienia dłuższego czasu kontroli

dokumentów będzie najmniejsze. Grupa ta charakteryzuje się także często grupowymi zgłoszeniami do stanowiska kontroli dokumentów.

Na podstawie wyników opracowano histogramy prawdopodobieństwa wystąpienia czasu przeprowadzanej kontroli dla każdej z grup, które przedstawiono na rysunku 1.

Przy pomocy modułu ExpertFit, stanowiącego integralną część oprogramowania Flexsim dobrane zostały rozkłady opisujące czasy kontroli dla poszczególnych grup przy czym dla grup tanich przewoźników oraz lotów z kierunku LWO, w których występuje wyraźny podział strukturalny w długości trwania kontroli, przyjęto podział na dwa rodzaje obsługi łącznie dla obu grup:

- krótką do 60 sekund (pasażerowie bez dodatkowej kontroli paszportowo-wizowej)
- długą powyżej 60 sekund (pasażerowie z dodatkową kontrolą paszportowo-wizową).

Grupa lotów czarterowych ze względu na jednolitą strukturę narodowościową pasażerów nie została podzielona na żadne podgrupy. Otrzymane parametry rozkładów, dla których przeprowadzono testy zgodności Kołmogorowa-Smirnowa na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, prezentuje Tabela 1.

Tab. 1. Rozkłady prawdopodobieństwa charakteryzujące długość trwania procesu kontroli dokumentów dla danych grup.

Grupa	Model	Parametr	Wartość
Tani przewoźnicy / LWO (krótka)	Inverse-Gaussian	Location	01,3826
		Scale	10,3446
		Shape	14,8109
Połączenia czarterowe	Lognormal(E)	Location	01,1853
		Scale	09,6973
		Shape	00,6358

Źródło: opracowanie własne

W przypadku długiej kontroli dokumentów dla grup tanich przewoźników oraz lotów ze Lwowa ilość pomiarów do wyznaczenia rozkładów jest zbyt mała, przez co przyjęto na podstawie danych pomiarowych inne założenia. W grupie tanich przewoźników przyjęto podział pasażerów objętych długą kontrolą na:

- 50% - rozkład równomierny z zakresu 65-75 sekund,
- 40% - rozkład równomierny z zakresu 90-155 sekund,
- 10% - rozkład równomierny z zakresu 275-325 sekund.

W grupie lotów z kierunku LWO przyjęto dla długiej kontroli następujący podział:

- 78% - rozkład równomierny z zakresu 100-200 sekund,
- 22% - rozkład równomierny z zakresu 272-303 sekund.

2. PRZEPUSTOWOŚĆ STANOWISK KONTROLI DOKUMENTÓW

W celu wyznaczenia przepustowości stanowisk kontroli dokumentów w zależności od struktury narodowościowej pasażerów wykonano model symulacyjny w oprogramowaniu FlexSim. Parametry geometryczne strefy kontroli dokumentów dobrane zostały w oparciu o rysunki techniczne planów terminalu. Za czasy poszczególnych czynności przyjęto założenia z rozdziału 1. Prędkość poruszania się pasażerów przyjęto jako 1,4m/s.

Na podstawie powyższych założeń przebadano przepustowość stanowisk kontroli dokumentów analizując wpływ struktury narodowościowej pasażerów (Tabela 2.). Wykonano po 100 prób dla każdego założenia przedstawionych w tabeli wynikowej, a wyniki końcowe

uśredniono. Ilość pasażerów, ilość czynnych stanowisk oraz długości czasów podejścia pasażerów do stanowiska dobrano w oparciu o typy badanych statków powietrznych oraz najczęściej występujących parametrów podczas badań. Założono stałe, ciągłe natężenie zgłoszeń pasażerów do stanowisk obsługi.

Tab. 2. Wpływ struktury narodowościowej na przepustowość stanowiska kontroli dokumentów

TYP LOTU	L. PAX	% PAX KRÓTKA OBŚLUGA	% PAX DŁUGA OBŚLUGA	ilość czynnych stanowisk	czas podejścia [s]	czas obsługi [h:m:s]	przepustowość PAX/10 minut dla 1 stanowiska
Czarter	190	100%	0%	4	2	0:11:45	40
Tani przewoźnik	190	100%	0%	4	2	0:10:42	44
Tani przewoźnik	190	95%	5%	4	2	0:17:17	27
Tani przewoźnik	190	90%	10%	4	2	0:25:00	19
Tani przewoźnik	190	80%	20%	4	2	0:40:37	12
Tani przewoźnik	190	60%	40%	4	2	1:09:41	7
Tani przewoźnik	190	30%	70%	4	2	1:55:58	4
Tani przewoźnik	190	0%	100%	4	2	2:37:31	3
Lwów	72	100%	0%	4	2	0:04:16	42
Lwów	72	95%	5%	4	2	0:07:01	26
Lwów	72	90%	10%	4	2	0:09:10	20
Lwów	72	80%	20%	4	2	0:14:15	13
Lwów	72	60%	40%	4	2	0:25:07	7
Lwów	72	30%	70%	4	2	0:40:18	4
Lwów	72	0%	100%	4	2	0:56:57	3

Źródło: opracowanie własne

Otrzymane wyniki pozwalają na sformułowanie wstępnej tezy o istotnym wpływie struktury narodowościowej pasażerów na efektywność procesu kontroli dokumentów po przylocie. W celu otrzymania dokładniejszych danych należy powtórzyć badania w większej skali oraz wyznaczyć rozkłady opisujące czasy obsługi pasażerów podczas dodatkowej kontroli paszportowo-wizowej.

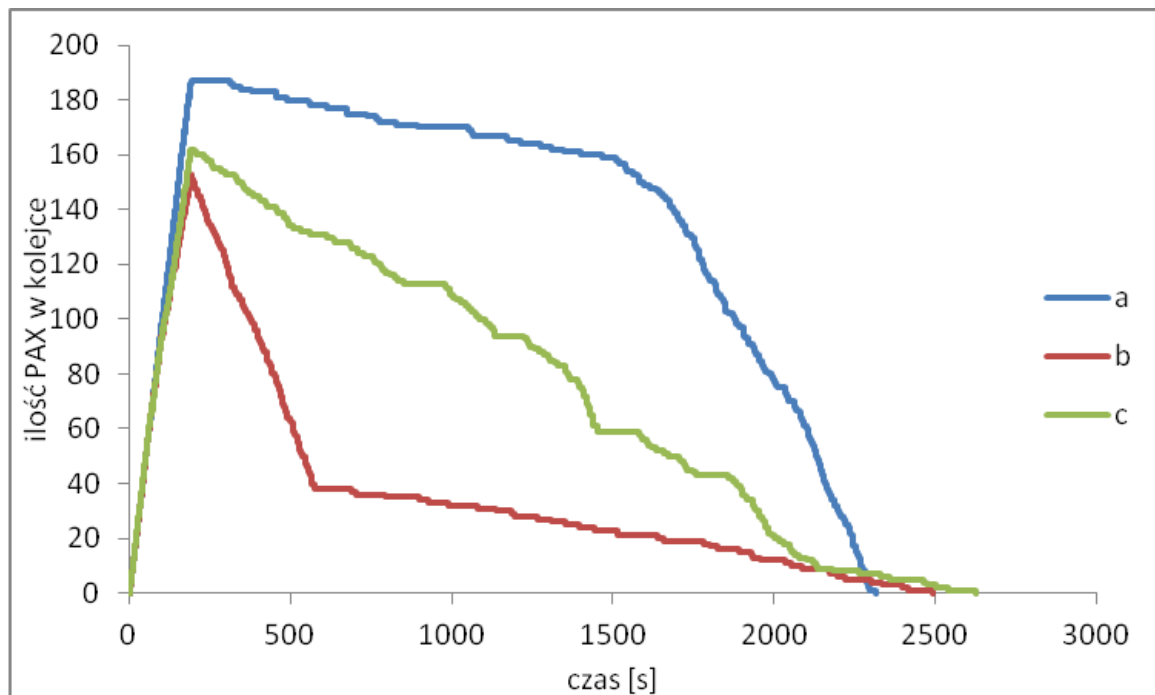
3. WPŁYW STRUKTURY POTOKÓW PASAŻERSKICH NA POJEMNOŚĆ STREFY HALI PRZYLOTÓW

W przypadku dużego natężenia zgłoszeń rejsów ze strefy Non-Schengen w jednym przedziale czasowym, ważna staje się także pojemność hali przylotów. System kolejowania Portu Lotniczego Wrocław przygotowany jest na jednoczesne przyjęcie ok. 300 pasażerów przy czym istnieje jeszcze wolna przestrzeń, w której można oczekiwać swobodnie na wejście w strefę kolejowania.

Wykorzystując model symulacyjny sprawdzono wpływ rozmieszczenia pasażerów charakteryzujących się długim czasem kontroli dokumentów wewnątrz kolejki na wypełnienie strefy kontroli. Rozważono 3 różne możliwości:

a) pasażerowie charakteryzujący się długą kontrolą dokumentów znajdują się na początku kolejki,

- b) pasażerowie charakteryzujący się długą kontrolą dokumentów znajdują się na końcu kolejki,
- c) struktura występowania pasażerów charakteryzujących się długą kontrolą dokumentów w kolejce jest losowa.



Rys. 2. Przykładowy wpływ struktury potoku pasażerów na zajętość strefy hali przylotów (190PAX, 30%PAX długa kontrola, 4 stanowiska)

Źródło: opracowanie własne

Przedstawione na rysunku 2. wyniki wykazują, że przy prowadzeniu procesu kontroli dokumentów w systemie common (wspólne stanowiska dla wszystkich pasażerów) zajętość strefy kontroli dokumentów może odbiegać w znaczący sposób w zależności od kolejności zgłoszeń pasażerów charakteryzujących się różnymi czasami kontroli.

Do niekorzystnej sytuacji może dojść w momencie jednoczesnych zgłoszeń statków powietrznych, gdzie poprzedzający statek powietrzny będzie się charakteryzował dużym natężeniem pasażerów o długim czasie kontroli. W celu próby eliminacji tego niekorzystnego zjawiska przyjęto do analizy przykładowy rozkład przylotów:

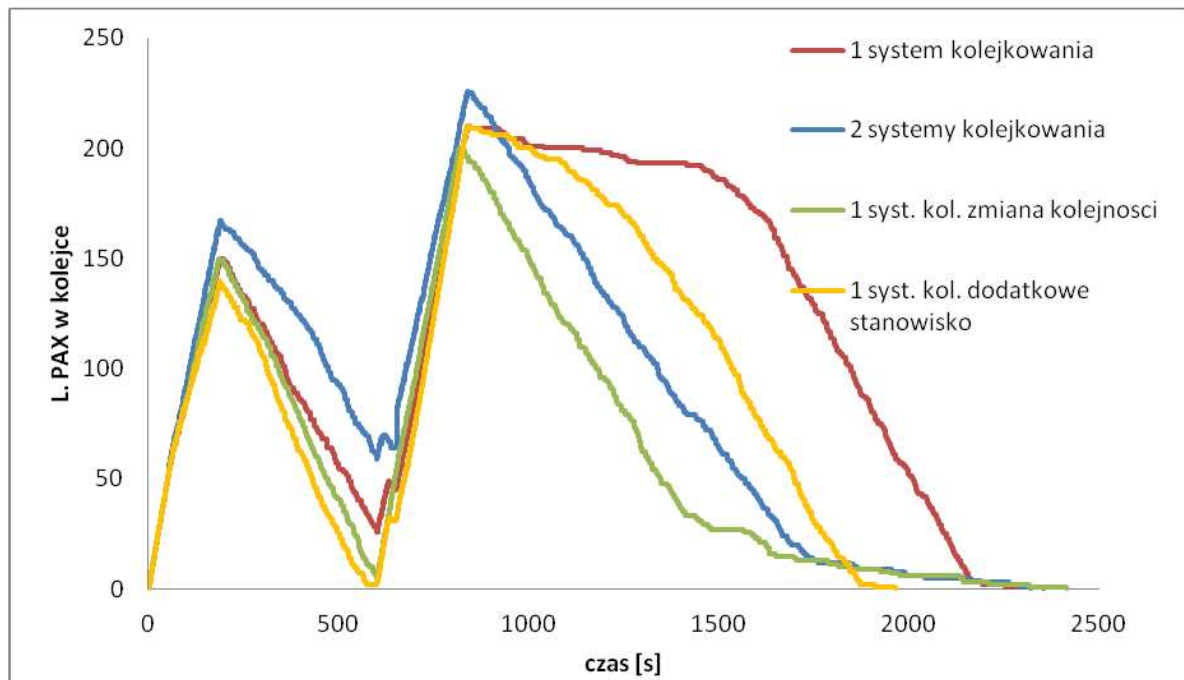
- czas 0s – 190PAX, 1%PAX długa obsługa, LOWCOST,
- czas 600s – 30PAX, 50% długa obsługa, LWOW,
- czas 650s – 190 PAX, 1%PAX długa obsługa LOWCOST.

Przy rzeczywistym systemie common (1 kolejkowania) stosowanym w Porcie Lotniczym Wrocław, można zauważyć (Rys. 3.), że w przypadku tak zadanego rozkładu lotów możliwość obsługi kolejnego statku powietrznego zostaje ograniczona w okresie od 900 do 1500s. czasu symulacji.

Kolejne próby miały na celu rozważenie kilku propozycji usprawnienia przepływu pasażerów dla zadanego rozkładu. Pierwszym sposobem był system osobnego kolejkowania pasażerów z różną statystyką obsługi w dedykowanych stanowiskach. Następnie przebadano wpływ zmiany kolejności wejścia pasażerów do hali przylotów dla drugiego i trzeciego statku powietrznego. Ostatnią propozycją usprawnienia było otwarcie dodatkowego stanowiska kontroli dokumentów.

W przypadku, kiedy celem jest uzyskanie w najkrótszym czasie największej wolnej przestrzeni w strefie przylotów, najkorzystniejszym rozwiązaniem w razie wystąpienia

niedużych odstępów między kolejnymi statkami powietrznymi jest zmiana kolejności wprowadzenia pasażerów do hali odlotów tak, aby lot charakteryzujący się dużym procentowym udziałem pasażerów o długiej kontroli dokumentów wprowadzony został do systemu kolejkowania jako ostatni. Innym rozwiązaniem zapewniającym przyspieszenie przepływu pasażerów przez kontrolę dokumentów jest osobne kolejkowanie pasażerów o różnych czasach obsługi. Oba te sposoby nie wpływają jednak na zwiększenie przepustowości strefy kontroli bezpieczeństwa. W przypadku kiedy ważne jest także zwiększenie przepustowości, najlepszym rozwiązaniem okazuje się otwarcie dodatkowego stanowiska kontroli dokumentów.



Rys. 3. Struktura ilościowa pasażerów znajdujących się w kolejce do kontroli dokumentów dla zadanego rozkładu lotów

Źródło: opracowanie własne

PODSUMOWANIE

Dotychczasowy rozwój narzędzi wspomagania komputerowego w modelowaniu procesów pozwala na dokładniejszą analizę oraz możliwość przeprowadzenia testów rozwiązań optymalizacyjnych bez ingerencji w rzeczywisty system. W procesach obsługi naziemnej portów lotniczych podejmowane są coraz częstsze próby analizy procesów już nie tylko w skali makroskopowej [2] ale także i mikroskopowej. Autorzy [4], [5] w swoim modelu dokonali podziału pomiędzy zgłoszeniami pasażerów różnych przewoźników co niewątpliwie stanowiło duży krok w kierunku dokładniejszego poznania charakterystyk procesów obsługi pasażerów w terminalu pasażerskim.

Prezentowany artykuł miał na celu przeprowadzenie wstępnej analizy fragmentu procesu obsługi pasażerskiej w jeszcze większym ujęciu mikroskopowym. Przygotowany model symulacyjny pozwolił na uzyskanie istotnych informacji odnośnie wpływu zróżnicowania pasażerów nawet w obrębie jednego przewoźnika na cały proces obsługi. Jest to zatem istotna wskazówka do konieczności rozwoju optymalizacji procesów poprzez poznanie ich w ujęciu mikroskopowym

BIBLIOGRAFIA

1. *Decyzja Rady z dnia 6 grudnia 2007 r. w sprawie pełnego stosowania przepisów dorobku Schengen w Republice Czeskiej, Republice Estońskiej, Republice Łotewskiej, Republice Litewskiej, Republice Węgierskiej, Republice Malty, Rzeczypospolitej Polskiej, Republice Słowenii i Republice Słowackiej.* Dz. Urz. UE L 323 z 8 grudnia 2007 r.
2. DeNeufville, R., Odoni, A., *Airport Systems: Planning, Design and Management.* McGraw-Hill, Boston 2003.
3. *Konwencja Wykonawcza do Układu z Schengen z dnia 14 czerwca 1985 roku między Rządami Państw Unii Gospodarczej Beneluksu, Republiki Federalnej Niemiec oraz Republiki Francuskiej w sprawie stopniowego znoszenia kontroli na wspólnych granicach,* Schengen 1990,
4. Manataki, I.E., Zografos, K.G., *A generic system dynamics based tool for airport terminal performance analysis.* Transportation Research 2009, C 17, 428–443.
5. Manataki, I.E., Zografos, K.G., *Development and demonstration of a modeling framework for airport terminal planning and performance evaluation.* Transportation Research 2009, Record 2106, 66–75.
6. *Ustawa z dnia 24 sierpnia 2007 r. o udziale Rzeczypospolitej Polskiej w Systemie Informacyjnym Schengen oraz Wizowym Systemie Informacyjnym,* Dz.U. 2007 nr 165 poz. 1170

DETERMINING THE CAPACITY OF DOCUMENT CONTROL DESKS AT THE AIRPORT USING A SIMULATION MODEL

Abstract

The purpose of this article is to present the possibilities of using FlexSim software in modeling and analysis of fragment of the real transport process. This is the process of documents control of passengers arriving at Wrocław Airport from Non-Schengen zone.

The article presents the results of the research, which was a base to develop a simulation model. This model has allowed to determine the capacity of the documents control process, depending on the national passengers structure. The simulation model was use also to study how the passengers flow in the documents control process affecting the capacity of the arrivals hall at the airport.

Autorzy:

dr inż. **Artur Kierzkowski** – Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Zakład Logistyki i Systemów Transportowych, e-mail: artur.kierzkowski@pwr.wroc.pl.

mgr inż. **Tomasz Kisiel** – Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Zakład Logistyki i Systemów Transportowych, e-mail: tomasz.kisiel@pwr.wroc.pl.