



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

ISSN 1230-9265

PRACE NAUKOWE • TRANSPORT • z. 66

Jacek Skorupski

**METODY WYMIAROWANIA
BEZPIECZEŃSTWA RUCHU LOTNICZEGO**



OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
WARSZAWA 2008

SPIS TREŚCI

Wykaz podstawowych skrótów i oznaczeń	3
Podstawowe pojęcia i definicje	8
1. Wprowadzenie	10
1.1. Geneza problemu – koncepcja pracy	10
1.2. Definicje ogólne	13
1.3. Wielkość ruchu	20
1.4. Modelowanie ruchu lotniczego w rejonie lotniska z uwzględnieniem aspektu bezpieczeństwa	23
1.5. Stan badań	31
1.6. Teza rozprawy	39
2. Bezpieczeństwo w ruchu lotniczym – podejście klasyczne	40
2.1. Bezpieczeństwo w ujęciu klasycznym	41
2.2. Przyczyny wypadków lotniczych	45
2.3. Subiektywna ocena bezpieczeństwa	50
2.4. Metody zapewnienia bezpieczeństwa ruchu lotniczego	52
2.5. Nowe koncepcje organizacji przestrzeni a bezpieczeństwo ruchu	61
3. Geometryczne metody wymiarowania bezpieczeństwa	68
3.1. Problem wymiarowania bezpieczeństwa	68
3.2. Metoda przestrzeni eliptycznych	74
3.3. Metoda przestrzeni złożonych	85
3.4. Trójwymiarowa metoda torów prostych	98
4. Wymiarowanie bezpieczeństwa ruchu w średnim i długim horyzoncie czasowym	113
4.1. Pojemność sektora kontroli	113
4.2. Płynność ruchu	118
5. Przykładowe zastosowania metod wymiarowania bezpieczeństwa ruchu	128
5.1. Nowe sposoby organizacji przestrzeni powietrznej a pojemność sektora kontroli ruchu lotniczego	128
5.2. Sekwencjonowanie samolotów lądujących	136
5.3. Nadmiarowość w zapewnianiu bezpieczeństwa ruchu lotniczego	151
5.4. Wyznaczenie wielkości ruchu w sektorze kontroli w aspekcie bezpieczeństwa	154
5.5. Wspomaganie kontrolera ruchu lotniczego w zakresie wykrywania sytuacji potencjalnie kolizyjnych	160
6. Podsumowanie	167
Bibliografia	174
Summary. METHODS OF AIR TRAFFIC SAFETY DIMENSIONING	183

Jacek Skorupski

Wydział Transportu

METODY WYMIAROWANIA BEZPIECZEŃSTWA RUCHU LOTNICZEGO

Rękopis dostarczono 23.07.2008 r.

Rozprawa dotyczy problematyki wymiarowania, czyli liczbowej oceny bezpieczeństwa ruchu lotniczego. W części wstępnej przedstawiono definicje podstawowych pojęć z zakresu teorii bezpieczeństwa ruchu lotniczego, stanowiące założenia dla dalszych rozważań. Przedstawiono także obszerny przegląd stanu badań w zakresie oceny bezpieczeństwa ruchu lotniczego. Na podstawie tych definicji (założeń) postawiono twierdzenia istotne dla możliwości opracowania metod wymiarowania bezpieczeństwa, a dotyczące: mierzalności bezpieczeństwa ruchu lotniczego, zarówno w aspekcie statycznym, jak i dynamicznym, możliwości wykorzystania pojęcia płynności do długoterminowej oceny bezpieczeństwa ruchu, istnienia najlepszej ze względu na bezpieczeństwo wielkości ruchu. W dalszej części rozprawy przedstawiono opracowane geometryczne metody wymiarowania bezpieczeństwa, ze szczególnym uwzględnieniem metody przestrzeni eliptycznych, metody przestrzeni złożonych oraz trójwymiarowej metody torów prostych. Omówiono także opracowane metody wymiarowania bezpieczeństwa ruchu w średnim i długim horyzoncie czasowym, wykorzystujące pojęcia pojemności sektora kontroli oraz płynności ruchu. Rozprawę kończy prezentacja kilku przykładów spośród licznych możliwych zastosowań omawianych wcześniej metod wymiarowania bezpieczeństwa ruchu. Należą do nich: ocena wpływu nowych sposobów organizacji przestrzeni powietrznej na bezpieczeństwo ruchu, metoda sekwencyjowa samolotów lądujących z wykorzystaniem poziomu bezpieczeństwa jako kryterium szeregowania, analiza występowania nadmiarowości w zapewnianiu bezpieczeństwa, wyznaczenia dopuszczalnej wielkości ruchu w sektorze, a także zastosowanie opracowanych metod w systemach wykrywania sytuacji potencjalnie konfliktowych. Rozprawę kończy podsumowanie i wykaz literatury.

Słowa kluczowe: ruch lotniczy, bezpieczeństwo ruchu lotniczego

METHODS OF AIR TRAFFIC SAFETY DIMENSIONING

S u m m a r y

The paper deals with the issue of dimensioning, i.e. quantitative evaluation of air traffic safety. At the beginning, some basic definitions from the theory of air traffic safety are outlined and for the purpose of serving as assumptions for the analysis. Research in the field of air traffic safety is also reviewed extensively. On the basis of the above mentioned definitions (assumptions) a number of statements important for developing methods of safety dimensioning were made. These are related to: measurability of air traffic safety, both in static and dynamic terms; possibility of using the idea of traffic smoothness for long-term evaluation of air traffic safety; existence of best traffic volume according to safety criteria. In the next chapter, the developed geometric methods of air traffic safety dimensioning are presented, especially the method of elliptic areas, the method of complex areas and the three-dimensional method of straight trajectories. There follows a description of methods developed for medium and long-term air traffic safety dimensioning, employing the concept of traffic sectors capacity and the notion of traffic smoothness. The next chapter presents some examples of many possible applications of the above mentioned methods of air traffic safety dimensioning. These include: assessment of the influence of the new ways of organising airspace on traffic safety, the method of scheduling landing aircraft with the level of safety as a criterion, analysis of the presence of redundancy in ensuring traffic safety, calculating allowable traffic volume in the sector, as well as the possibility of using the developed methods in collision detection systems. At the end of the thesis, a summary and references are given.

Keywords: air traffic, air traffic safety