AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ STRATEGICZNO-OBRONNY

[redacted]

Egz. Nr 6

Ppłk pil. dr inż. Henryk JAFERNIK

ROZWÓJ NAWIGACJI LOTNICZEJ W ASPEKTACH NAUKOWYCH I ZASTOSOWAŃ WOJSKOWYCH

Rozprawa habilitacyjna

54810

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/2124
05-002124-006-0

54810

WARSZAWA 1993

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ STRATEGICZNO - OBRONNY

Egz. nr ...6...

BIBLIOTEKA GŁÓWNA I ARCHIWUM
54810
Akademii Obrony Narodowej

Ppłk pil. dr inż. Henryk JAFERNIK

ROZWÓJ NAWIGACJI LOTNICZEJ W ASPEKTACH NAUKOWYCH I ZASTOSOWAŃ WOJSKOWYCH

Rozprawa habilitacyjna

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Dział Zbiorów Zwartych - Akademii ON

WARSZAWA 1993

S P I S T R E Ś C I

STRONA

W S T Ę P 3

1. METODOLOGICZNE ASPEKTY PRZEPROWADZONYCH BADAŃ 9

1.1 Cel i przedmiot badań..... 10

1.2 Hipotezy, metody badań i zadania badawcze 14

1.3 Analiza literatury przedmiotu 16

1.4 Organizacja i przebieg badań 22

1.5 Ocena wyników badań 31

2. OCENA STANU WSPÓŁCZESNEJ NAWIGACJI 35

2.1 Czynniki determinujące rozwój nawigacji lotniczej w lotnictwie wojskowym 35

2.2 Potrzeby rozwoju nawigacji 41

2.2.1 Rozwój teorii nawigacji lotniczej 48

2.2.2 Stan aktualny i kierunki rozwoju radiotechnicznych środków nawigacji lotniczej 55

2.2.3 Perspektywy nawigacji bezwładnościowej 64

2.2.4 Perspektywy rozwoju astronawigacji i nawigacji satelitarnej 68

2.3 Praktyczne zastosowania badań w zakresie nawigacji lotniczej 76

3. ISTOTA I WSPÓŁCZESNE POJĘCIE NAWIGACJI LOTNICZEJ JAKO NAUKI O PROWADZENIU OBIEKTÓW W PRZESTRZENI POWIETRZNEJ 85

3.1 Rola i zadania nawigacji lotniczej w naukach wojskowych 85

3.2 Ogólne prawidłowości rozwoju nawigacji lotniczej na tle rozwoju nauk wojskowych 91

3.2.1 Właściwości porządkowania typologicznego w nawigacji lotniczej 98

3.3 Cel, przedmiot i metody badawcze w nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej 102

3.4 Instytucje powołane do kreowania nawigacji lotniczej w wojsku 114

3.5 Praktyczne aspekty stosowania nawigacji lotniczej .119

Z A K O Ń C Z E N I E 125

B I B L I O G R A F I A 130

A N E K S 141

WSTĘP

Rozwój myśli naukowo-technicznej w sposób naturalny wpływa na przeobrażenia w technice wojskowej. Przeobrażenia te z kolei zawsze w sposób niezwykle istotny rzutują na zmianę taktyki i sztuki operacyjnej. Zestrzelenie znajdującego się na orbicie okołoziemskiej sztucznego satelity przez amerykańskiego pilota samolotu F - 15 oznaczało wkroczenie w nową erę.[1] W opracowane i doskonalone w praktyce koncepcje wojen o wymiarze powietrzno-lądowym i powietrzno-morskim wkomponowano nowy wymiar - wymiar kosmiczny. Obecnie koncepcje uwzględniające w swych działaniach przestrzeń kosmiczną wywierają duży wpływ na rozwój myśli i techniki wojskowej, oraz coraz mocniej stymulują kierunkami rozwoju najnowocześniejszych armii.

Wszelki sterowany ruch obiektów w przestrzeni powietrznej związany jest z pojęciem nawigacji.[2] Zachodzi więc pytanie: jakie były jej początki? Z chwilą gdy człowiek pierwotny zaczął przemieszczać się na znaczne odległości, wykraczając poza znane mu rejony, zaistniała konieczność określenia sposobów orientowania się w terenie. W związku z tym powstały, proste, a w miarę rozwoju, coraz bardziej skomplikowane przyrządy do oznaczania kierunków przemieszczania się i wyznaczania miejsc w terenie. Były to symptomy nawigacji intuicyjnej.

Ludzi interesujących się w owym czasie zagadnieniami orientowania się w terenie można podzielić na dwie grupy. Pierwszą z nich stanowili poszukiwacze przygód, natomiast do drugiej można zaliczyć tych, dla których nawigacja oznaczała zdobywanie wiadomości niezbędnych do prowadzenia statku. To właśnie dzięki odkrywczym osiągnięciom tych ostatnich można było podejmować wyprawy w kierunki nieznane, a jednocześnie doskonalić swoje umiejętności.

---

[1] Taylor M. J. H - The aerospace chronology, London 1983, s. 281.

[2] Słownik wyrazów obcych, Warszawa 1990, s. 503.

W początkowym okresie rozwoju ludzkości należy mówić o nawigacji morskiej oraz nawigacji lądowej. Pierwsza z nich była rozumiana jako niezbędna umiejętność określania położenia statku na morzu i kierowania nim do zamierzonego celu druga powodowała zdolność do określania swojego położenia na ziemi. Od zarania człowiek dążył do oderwania się od ziemi i zdobycia przestrzeni powietrznej. Odrzucając legendy o Dedalu i Ikarze można stwierdzić, że pierwsze próby wzlotów przeprowadzono w Chinach w V wieku p.n.e. [1] Żyjący w epoce odrodzenia Leonardo da Vinci (1452 - 1516) jako pierwszy zaczął ujmować w sposób naukowy zagadnienia związane z lotem. Z jego prac wynika, iż rozpatrywał on możliwości lotów za pomocą maszyny "Ornitopter" wyposażonej w przegubowo zawieszone skrzydła. [2] Był on także prekursorem dzisiejszego śmigłowca. [3]

Niski poziom techniki nie pozwolił wcielić tych osiągnięć w praktykę. Dopiero w 1709 r skonstruowany został pierwszy aparat zdolny do oderwania się od ziemi. [4] Od tego momentu rozpoczyna się zdobywanie przestrzeni powietrznej. Miną jeszcze dwa wieki nim rozpocznie się era lotnictwa silnikowego. Początek jej wyznacza data 17. 12. 1903 r kiedy to bracia Wright [5] wykonali pierwszy w pełni sterowany lot. Od tego momentu następuje szybki rozwój lotnictwa powstają nowe konstrukcje, oraz prace o charakterze naukowo - badawczym [6].

---

[1] S. Pilecki, Lotnictwo i kosmonautyka - zarys encyklopedyczny, Warszawa 1984.

[2] G. Wissmann, Geschichte der Luftfahrt von Ikarus bis zur Gegenwart, Berlin, 1974, s. 40-44.

[3] G. Wissmann, Geschichte der Luftfahrt von Ikarus bis zur Gegenwart, Berlin, 1974, s. 46-48.

[4] Ilustrowany leksykon lotniczy, Warszawa 1988, s. 25...Pierwszym człowiekiem który wykonał lot balonem i wzniósł się na wysokość 60 metrów był ksiądz Laurenco de Gusma...

[5] Ilustrowana enyklopedia dla wszystkich. Lotnictwo, Warszawa 1979, s. 288.

[6] Leksykon PWN, Warszawa 1972, s. 190 ... Konstanty Ciołkowski (1857-1935) rosyjski uczony i wynalazca, twórca podstaw aeronautyki, min. w 1903 roku ogłosił teorię rakiety jednostopniowej...

Nieskomplikowane wyposażenie nawigacyjne pierwszych obiektów latających w miarę upływu czasu zastępują coraz bardziej złożone przyrządy. W latach czterdziestych XX wieku zaczęła się rozwijać radionawigacja. [1] W owym okresie powstają systemy radionawigacyjne typu: DECCA, LORAN, OMEGA które ułatwiły obiektom latającym przemieszczanie się w coraz bardziej zagęszczonych szlakach powietrznych, gdyż w każdej chwili pozwalały określić ich pozycję.

Wystrzelenie pierwszego sztucznego satelity Ziemi w 1957 [2] r zapoczątkowało dalszą intensyfikację prac związanych z wykorzystaniem przestrzeni powietrznej i kosmicznej a w tym głównie nawigacji. W konsekwencji umożliwiło to wykonanie lądowania człowieka na księżycu, wysłanie sond w kierunku planet układu słonecznego oraz przystąpienie do budowy orbitalnych stacji badawczych.

Bardzo szybko satelity Ziemi znalazły zastosowanie militarne. Zastosowanie to przejawiało się głównie w dziedzinach rozpoznania, łączności, dowodzenia oraz dokładnego określania współrzędnych celu o znaczeniu wojskowym. W tej ostatniej dziedzinie zaspokojono w bardzo krótkim czasie zwielokrotnione wymagania w zakresie precyzji pomiarów w wyznaczaniu pozycji celów głównie dla wojsk rakietowych i lotnictwa.

Współpraca systemów satelitarnych z wielofunkcyjnymi systemami nawigacyjnymi i nawigacyjno - celowniczymi uwolniła pilota kierującego obiektami latającymi od konieczności obserwacji obiektów na powierzchni ziemi. Pojawiły się możliwości zastosowania techniki satelitarnej do precyzyjnego

---

[1] Ilustrowany leksykon lotniczy, Warszawa 1990, s. 180
....Radionawigacja, metoda prowadzenia statków powietrznych w oparciu o elementy nawigacyjne określane za pomocą środków radiotechnicznych wykorzystujących właściwości fal elektromagnetycznych. Metoda radionawigacji lotniczej wymaga rozmieszczenia na powierzchni Ziemi i pokładzie statku powietrznego urządzeń elektronicznych: radiolatarni, radionamierników i innych...

[2] Jan Wereszczyński, Podstawy nawigacji przy użyciu sztucznych satelitów ziemi, Warszawa 1971.

określania pozycji celów nieprzyjaciela oraz własnych obiektów militarnych i cywilnych niezależnie od stanu pogody, pory doby a także sytuacji taktycznej.

Zachodzi pytanie: jak przedstawia się genealogia nawigacji lotniczej w Polsce?

Ojcem polskiego lotnictwa nazywa się często Czesława Tańskiego (1862-1924), twórcę podstaw szybownictwa oraz Czesława Witoszyńskiego (1875 - 1948), który stworzył naukowe podstawy rozwoju polskiej konstrukcji lotniczej. Był on także czołowym znawcą aerodynamiki, teorii śmigła i współorganizatorem odrodzonej Politechniki Warszawskiej, a także twórcą Instytutu Aerodynamicznego w Warszawie [1]. Wiele rozwiązań polskich teoretyków na trwałe wpisało się do kart światowego lotnictwa. Warto tu wspomnieć Stefana Drzewieckiego (1844 - 1938), twórcę ogólnej teorii napędów śrubowych oraz autora prac z zakresu teorii lotu ślizgowego. Dzięki jego pomysłom powstały w przemyśle lotniczym pierwsze tunele aerodynamiczne do badań samolotów. Do znanych konstruktorów i pionierów naszego lotnictwa należy zaliczyć: Stanisława Cywińskiego (1884 - 1939) - współtwórcę polskiego przemysłu lotniczego i Zygmunta Puławskiego (1901 - 1931) konstruktora najnowszych w owym czasie myśliwców. Prace ich dały podwaliny do kształtowania w Polsce okresu międzywojennego nauk stosowanych. Władze odradzającego się po 13 latach niewoli państwa polskiego wielką uwagę zwracały na rozwój jego siły militarnej. Wyrazem tego było między innymi powołanie w dniu 14.11. 1918 r Sekcji Żeglugi Napowietrznej w Departamencie Technicznym. [2] Mimo tej instytucjonalizacji i osiągnięć pionierów polskiej myśli lotniczej, trzeba stwierdzić, że nawigacja lotnicza długo traktowana była jako sztuka użytkowa przydatna w pilotażu. Stan ten pogłębiany był przez słaby potencjał gospodarczy państwa.

---

[1] Ilustrowana encyklopedia dla wszystkich. Lotnictwo, Warszawa 1979, s. 286

[2] Polska lotnicza. Warszawa 1937 s. 14.

Wysiłek państwa polskiego w okresie międzywojennym w celu pomnażania potencjału obronno - przemysłowego stworzył podstawy ekonomiczne do dalszego rozwoju nauk wojskowych w tym aeronautyki. [1]

Proces ten gwałtownie przerwał wybuch drugiej wojny światowej. W trakcie jej trwania lotnicy polscy odnosili wiele znaczących sukcesów. Doświadczenia uzyskane na polu walki były podstawą do dalszych prac doskonalących teoretyczne i praktyczne przygotowanie personelu latającego i nawigatorskiego. Warto tutaj wspomnieć o Jerzym Bukowskim - twórcy nowego śmigła, Franciszku Misztalu - twórcy konstrukcji skorupowej i skrzydła kesonowego w samolotach, prof. Janie Wereszczyńskim - prekursorze nawigacji satelitarnej w Polsce, oraz prof. A. Kowalskim z WAT pracującym obecnie nad autonomicznym przyrządem do określania pozycji samolotu z wykorzystaniem techniki laserowej. Mimo niewątpliwych osiągnięć w teoretycznym rozwoju nawigacji występują istotne braki w popularyzacji tych osiągnięć. Przejawia się to w małej ilości opracowań własnych. Ogólnie dostępne są dzieła naukowe, tłumaczenia z języka rosyjskiego. Opracowania te z reguły nie dotyczą jednak zastosowań nawigacji do celów militarnych.

W celu wykorzystania zdobytej wiedzy, światowej i polskiej myśli lotniczej, współczesny lotnik (pilot, nawigator, kontroler ruchu lotniczego) powinien posiadać bogatą wiedzę specjalistyczną i wojskową umożliwiającą mu kontrolę nad działalnością kompleksów nawigacyjno-celowniczych oraz wykorzystanie możliwości eksploatacyjnych sprzętu z techniką komputerową włącznie. [2]

Dynamiczny rozwój nauki i techniki inspiruje zmiany jakościowe w lotnictwie wojskowym, które wyposażone jest w coraz doskonalsze środki rażenia o zwielokrotnionych możliwościach w zakresie precyzji i siły rażenia

---

[1] Polska lotnicza, Warszawa 1937 s. 155-198.

[2] Geoffrey Perry. War watchdogs Spying from the Skies. Space Technology International 1992.

oraz odporności na przeciwdziałanie nieprzyjaciela. Wszystko to podnosi znaczenie nawigacji lotniczej w rozwiązywaniu zadań wojskowych i pełnym wykorzystaniu techniki na współczesnym polu walki [1]. Olbrzymia ilość światowych materiałów dotyczących nawigacji lotniczej [2] stwarza konieczność wyodrębnienia jej spośród nauk wojskowych. Pozwoli to zintensyfikować działalność naukowo - badawczą i dydaktyczną w celu optymalizacji użycia środków bojowych w odniesieniu do obiektów wojskowych oraz cywilnych.

Problem ten oraz udział w opracowaniu licznych tematów badawczych z zakresu nawigacji lotniczej zainspirował autora niniejszej dysertacji do podjęcia badań **problemu nawigacji lotniczej w aspekcie naukowym i zastosowań wojskowych.** [3]

Przeprowadzone badania i zastosowane metody badawcze potwierdziły przyjęte założenia hipotetyczne oraz okazały się wystarczające do zrealizowanie postawionych zadań badawczych.Rezultaty tych badań oraz wynikające z nich wnioski i propozycje zostały ujęte w trzech rozdziałach.

W rozdziale pierwszym przedstawione zostały metodologiczne aspekty przeprowadzonych badań, przesłanki, które stały się inspiracją do podjęcia problemu badawczego oraz zaprezentowano wyniki analizy literatury przedmiotu. W rozdziale tym zamieszczona została również próba komputerowej oceny nowej specjalności naukowej, a także szczegółowy opis organizacji i przebiegu badań.

---

[1] Technika satelitarna a lotnictwo polskie, Lotnictwo, Warszawa 1992. ...Aktualnie z istniejącymi systemami nawigacyjno - celowniczymi mogą współpracować systemy satelitarne typu GPS i GLONASS.

[2] Obecnie funkcjonujące definicje nawigacji lotniczej nie umjują kompleksowo problemu. Pełną definicję nawigacji lotniczej autor przedstawił w rozdziale trzecim niniejszej dysertacji.

[3] Autor uczestniczył w między innymi w realizacji następujących prac badawczych: Technika satelitarna w polskiej nawigacji lotniczej, Integracja nawigacyjnych systemów satelitarnych, ujednolicenie oznaczeń badawczych, Szkolny posterunek doprowadzania i naprowadzania do prowadzenia treningów personelu latającego.

W rozdziale drugim autor dokonał oceny współczesnej nawigacji lotniczej, poddał krytycznej analizie prawidłowości zachodzące w jej rozwoju oraz określił perspektywy przeobrażeń w poszczególnych podspecjalnościach.

Rozdział trzeci zawiera opis postulowanego rozwoju nawigacji lotniczej. Określone w nim zostały ogólne prawidłowości rozwoju nawigacji lotniczej w naukach wojskowych. Autor zaprezentował również rolę, zadania, przedmiot badań i metody badawcze nawigacji lotniczej jako nowej specjalności naukowej, oraz sformułował wnioski do praktycznego zastosowania jej w lotnictwie wojskowym.

Niniejsza dysertacja stanowi jeden ze sposobów naukowego rozwiązania najistotniejszych problemów związanych z analizą rozwoju nawigacji lotniczej i usankcjonowania jej jako nowej specjalności nauk wojskowych. Zamieszczone w pracy wyniki badań oraz wypływające z nich wnioski adresowane są do szerokiego grona wojskowych pracowników naukowo - dydaktycznych uczelni wojskowych i innych ośrodków kształcenia zajmujących się nawigacją lotniczą oraz słuchaczy tychże placówek naukowych.

Podjęcie się naukowego opracowania tej problematyki nie byłoby możliwe bez życzliwego poparcia ze strony przełożonych oraz kolegów, którym za ich krytyczne a jednocześnie konstruktywne uwagi serdecznie dziękuję.

1. METODOLOGICZNE ASPEKTY PRZEPROWADZONYCH BADAŃ.

Rozwój myśli naukowo - technicznej, a w tym głównie tej związanej z techniką użytkowania systemów satelitarnych i elektroniki spowodował zmianę w wartościowaniu wielu pojęć w nawigacji lotniczej. Niezwykle istotne okazały się przeobrażenia w technice nawigacyjnej, umożliwiające coraz bardziej precyzyjne wykonywanie zadań bojowych. Przeobrażenia te trwają nadal i dokonują ciągłych zmian w zasadach wykorzystania i sposobie użytkowaną sił - i środków lotniczych.

W początkowym okresie rozwoju lotnictwa aż do lat dwudziestych, obiekty latające nie były wyposażone w urządzenia umożliwiające pilotowanie w warunkach braku rzeczywistego horyzontu [1]. Podstawowym sposobem nawigowania była orientacja wzrokowa. Miejsce znajdowanie się obiektu latającego określane było poprzez porównanie charakterystycznych znaków widocznych na powierzchni ziemi, nad którymi przelatywał ów obiekt, z ich odwzorowaniem na mapie. Dokładność określenia w ten sposób pozycji, a tym samym precyzja wykonani lotu była niezbyt duża i niezmiernie uzależniona od warunków pogodowych. Wprowadzenie w latach dwudziestych obecnego stulecia prostych przyrządów nawigacyjnych problem określania pozycji obiektu latającego znacznie ułatwiło.

Postęp techniki przejawiający się w lotnictwie zwiększeniem możliwości w zakresie wysokości i prędkości lotu stwarza w tej dziedzinie nowe wymagania.

1.1. Cel i przedmiot badań.

Nawigacja towarzyszyła człowiekowi niemal od zarania jego starań o poznanie otaczającej go rzeczywistości - co zresztą autor przedstawił we wstępie. Była ona obecna, gdy wyruszał w morze, gdy odrywał się od ziemi, obecna była również gdy wyruszał na podbój kosmosu. Jej dynamiczny rozwój zaowocował w nauce światowej wieloma osiągnięciami. W nauce polskiej w okresie dwudziestolecia międzywojennego zarysowywały się podobne tendencje.[2] Druga wojna światowa a szczególnie okres "Zimnej wojny" spowodował

---

[1] S.S. Fiedczyn, Nawigacja lotnicza, 1966, s. 12-14. ...Na początku lat dwudziestych bieżącego stulecia pojawiły się na samolotach pierwsze przyrządy giroskopowe, do których zalicza się wskaźniki zakrętu i ślizgu, które wspólnie z prędkościomierzem i wskaźnikami prędkości pionowej lotu umożliwiały w stosunkowo prosty sposób określenie przestrzenne pozycji samolotu.
...Jednocześnie wykorzystywane były szeroko wizjery optyczne.
...Bardzo ważnym etapem rozwoju środków nawigacji lotniczej w połowie lat trzydziestych było pojawienie się pokładowych radionamierników.

[2] Polska lotnicza, Warszawa 1937, s. 155.

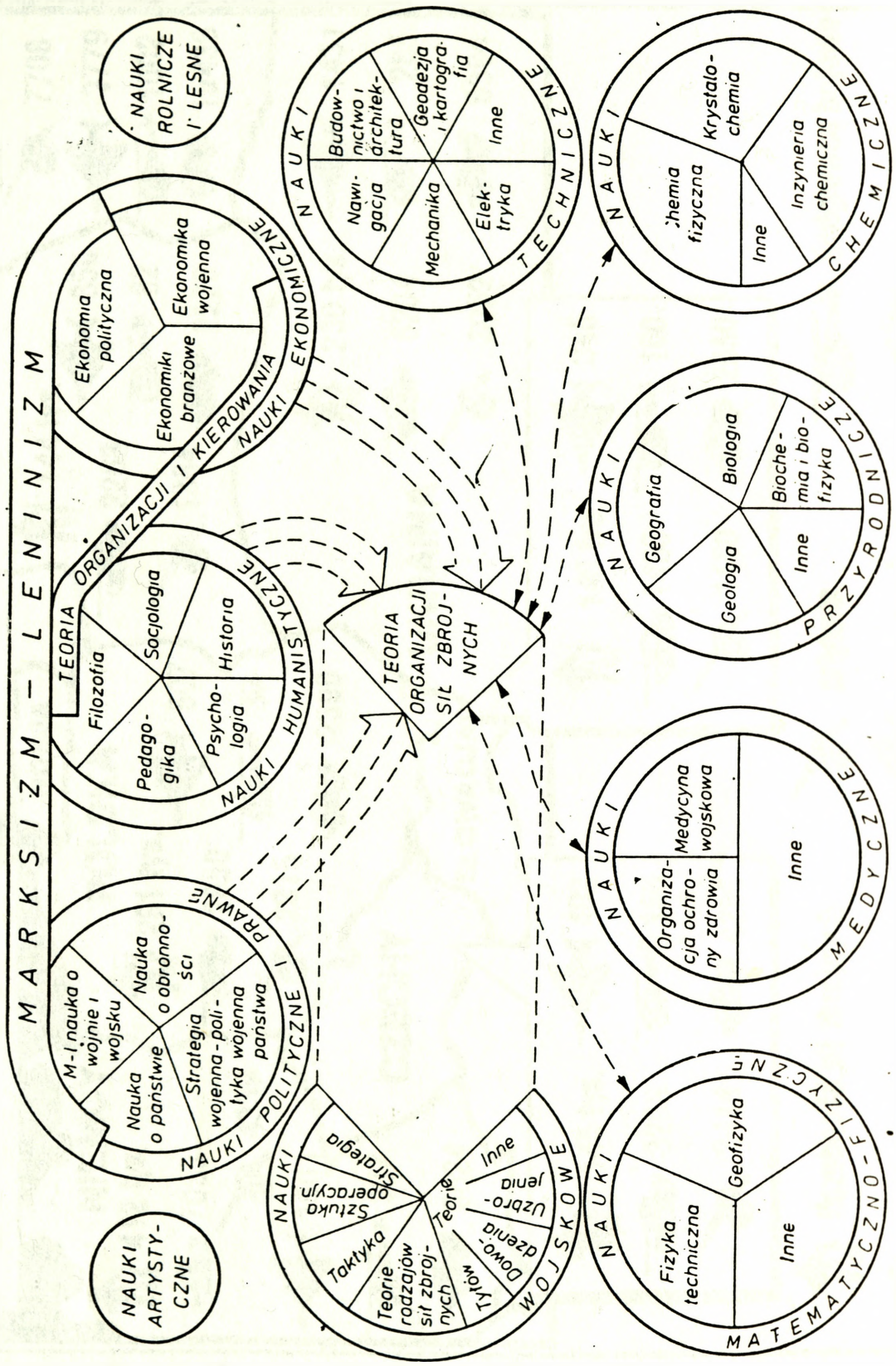
izolację państw Europy środkowo-wschodniej, od liczących się w tej dziedzinie ośrodków naukowo-badawczych. W owym okresie polska gospodarka oraz działalność naukowa w tym głównie wojskowa, oparta była o myśl wypracowaną w Związku Radzieckim. Każde udoskonalanie musiało zyskać aprobatę Moskwy. Potencjał naukowy i techniczny został rozproszony. Przepływ informacji naukowo-badawczej zyskał wymiar przypadkowości. Mimo istnienia wyżej wymienionych ograniczeń rozwój techniki wojskowej wymuszał zmiany w jej zastosowaniu na polu walki, prowadził do powstawania nowych specjalności naukowych, a tym samym stwarzał konieczność zajęcia się zmianą usytuowania nauk wojennych i wojskowych w ogólnym systemie klasyfikacji nauk. By nie wychodzić w zbyt daleką przeszłość, sięgnąć należy do nomenklatury specjalności naukowych, Ministerstwa Nauki Szkolnictwa Wyższego i Techniki (MNSzWiT) z 1974 roku ukazującej związki teorii organizacji sił zbrojnych z innymi naukami [1]. Nomenklaturę tą przedstawia rysunek nr 1. W 1975 roku grupa pracowników naukowych Akademii Sztabu Generalnego WP opracowała projekt usytuowania nauk wojennych i wojskowych. Schematycznie propozycja ta wygląda następująco (rys. 2).[2] Nawigacja według klasyfikacji Komitetu Badań Naukowych Polskiej Akademii Nauk z 1991 roku (KBN PAN) funkcjonująca jako sześćdziesiąta druga specjalność w późniejszych latach przestaje istnieć [3]. Lista aktualnie istniejących oraz kształtujących się nauk (w tym nauk wojskowych) budzi wątpliwości, niepokój, a niekiedy i sprzeciw. Nauki nowe, niezależnie czy zostaną formalnie uznane, są cząstką realnie istniejącej rzeczywistości. Można wręcz stwierdzić, że wobec obecnego tempa rozwoju świata żaden system klasyfikacji nie jest doskonały, niezmienny i trwały. Poczynione przez autora (wykonującego przez kilkanaście lat zawód pilota wojskowego) obserwacje rozwoju nawigacji, a także inspiracja środowiska

---

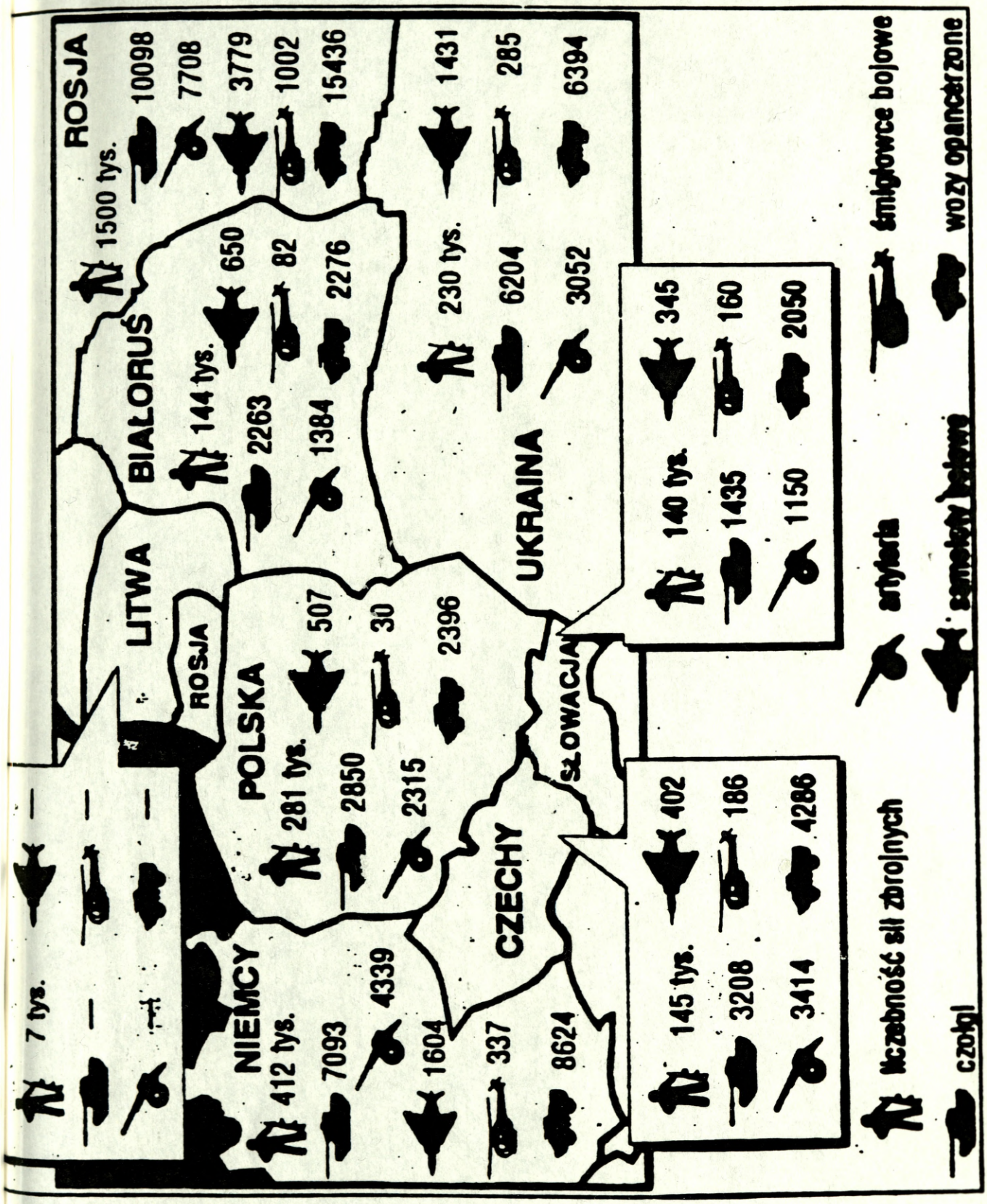
[1] Andrzej Madejski, Nauka Wojenna, Warszawa 1981 s. 76.

[2] Andrzej Madejski, Nauka Wojenna, Warszawa 1981 s. 149-210.

[3] Biuletyn KBN, Warszawa 1/91, s. 49.



Rys. 1 Związki teorii organizacji sił zbrojnych z innymi naukami (na podstawie opracowania naukowego A. Madejskiego)



Rys. 2 Siły zbrojne Polski i państw sąsiednich.

przełożonych i kolegów przyczyniły się do przebadania powyższego problemu. Konieczność dokonania zmian w systemie klasyfikacji nauk wojskowych sugerowały zarówno zmiany w rozwoju techniki systemów nawigacyjnych jak również zmiany strukturalne w nauce polskiej oraz zmiany w szkolnictwie wojskowym.

Celami badawczymi niniejszej dysertacji są:

1. *Określenie, na podstawie dotychczasowego rozwoju oraz udokumentowanego dorobku nawigacji, perspektyw jej rozwoju;*
2. *Uzasadnienie powstania nowej specjalności naukowej "NAWIGACJA LOTNICZA" jako czynnika ułatwiającego dalszy, dynamiczny jej rozwój.*

Przedmiotem badań jest nawigacja lotnicza i jej zastosowanie wojskowe na współczesnym polu walki. Traktaty międzynarodowe oraz założenia doktrynalne narzucają Polsce określone ilości środków walki (rys.). Wychodząc z tych założeń, skoro nie możemy mieć tyle broni co otaczające nas państwa sąsiednie, musimy mieć broń lepszą a tym samym skuteczniejszą. Dlatego też niezmiernie istotnego znaczenia nabiera teorii i praktyki w określaniu położenia wojsk, celów rażenia, wyboru środków rażenia, doprowadzania obiektów powietrznych w rejon działań oraz w uniknikaniu przeciwdziałania aktywnych środków walki nieprzyjaciela. Wszystko to stanowi przedmiot zainteresowania wojskowej nawigacji lotniczej.

1.2 Hipotezy, metody badań i zadania badawcze.

Autor niniejszej dysertacji przyjął następujące hipotezy badawcze:

1. Postęp naukowo-techniczny (w tym szczególnie w zakresie rozwoju technik satelitarnych) wyznacza nawigacji lotniczej szczególną rolę. Można pokusić się o stwierdzenie, że w najbliższej przyszłości armie nie dysponujące osiągnięciami współczesnej teorii i praktyki w zakresie

nawigacji lotniczej nie będą w stanie prowadzić skutecznie zarówno zaczepnych jak i obronnych operacji powietrznych;

2. Żadna klasyfikacja nauk nie jest doskonała. W dobie burzliwego rozwoju postępu naukowo-technicznego niejednokrotnie zachodzi konieczność jej modyfikacji. Uznanie określonej dziedziny wiedzy za specjalność prowadzi do powstawania nowych ośrodków zajmujących się jej badaniem oraz rozwojem ilościowym i jakościowym kadry naukowo - badawczej. Uznanie nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej w naukach wojskowych doprowadzi do intensyfikacji prac związanych z jej zastosowaniem wojskowym czyli z intensyfikacją już istniejącej rzeczywistości.

Dla osiągnięcia zamierzonego celu badań oraz weryfikacji hipotez autor podjął następujące zadania badawcze:

1. Analiza rozwoju nawigacji lotniczej w kontekście jej zastosowań w lotnictwie wojskowym;
2. Analiza i ocena istniejących potrzeb i możliwości nawigacji lotniczej w lotnictwie wojskowym;
3. Ustalenie niezbędnych przedsięwzięć i sprecyzowanie potrzeb wojsk lotniczych w celu wprowadzenia nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej do nauk wojskowych oraz określenia perspektyw jej rozwoju.

Realizacji powyższych zadań służył przeprowadzony cykl badań obejmujący: analizę literatury przedmiotu, obserwację , eksperyment, statystykę. Najważniejsze elementy przeprowadzonych badań ujęto w załączniku nr 1 do pracy , natomiast graficzny obraz procedury badawczej przedstawiono na rysunku nr 7. Pozycję wyjściową w całej procedurze badawczej stanowiły studia literatury historycznej i współczesnej. Posługując się metodami analizy i syntezy, analogii i uogólnień dokonano konfrontacji teorii z praktyką, sprecyzowano sformułowane wcześniej hipotezy robocze, stanowiące podstawę

do opracowania propozycji rozwiązań dotyczących dalszego funkcjonowania nawigacji lotniczej.

1.3 Analiza literatury przedmiotu.

Dla określenia aktualnego dorobku nawigacji lotniczej jako ewentualnej specjalności naukowej jej praktycznego zastosowania w wojsku dokonano analizy literatury przedmiotu. Poddano krytycznej analizie literaturę krajową i zagraniczną [1]. Przebadano: monografie, prace dyplomowe, magisterskie, doktorskie, habilitacyjne, referaty, komunikaty naukowe, dokumenty szkoleniowe oraz literaturę popularno-naukową. **W wyniku przeprowadzonej analizy można sformułować następujące wnioski;**

1. Literatura źródłowa zagraniczna angielsko, niemiecko i rosyjsko języczna jest bardzo bogata i ujmuje nawigację jako dziedzinę bądź specjalność naukową. Szczególnie bogata jest literatura popularno-naukowa w tym głównie opisy techniczne rozwiązań konstrukcyjnych i zastosowań praktycznych systemów nawigacyjnych;
2. Literatura krajowa jest rozproszona, brak w niej opracowań monograficznych. Najczęściej w literaturze tej nawigację lotniczą utożsamia się ze sztuką użytkową. Generalnie nie uwzględnia się wpływu rozwoju techniki na wyodrębnianie się z nawigacji jej specjalności takich jak np. nawigacja morska (hydronawigacja) czy też nawigacja lotnicza, kosmiczna lub lądowa;
3. W ostatnich latach w literaturze krajowej pojawiają się opracowania uzasadniające konieczność rodzenia się nowych specjalności naukowych, a w tym nawigacji lotniczej [2].

---

[1] Zobacz bibliografia

[2] Biuletyn WOSL, 2/93; Rola nawigacji w zabezpieczeniu działalności ludzkiej na morzu, cz. I i II, Gdynia 1992; Konferencja poświęcona problemom szkolenia w PLL LOT Warszawa 1983.

W analizowanej literaturze źródłowej sygnalizowany jest bardzo mocno przyrost wiedzy ogólnej i szczegółowej w zakresie nawigacji, będący wynikiem rozwoju nauki i techniki. W parze z nim jednak nie uwidoczniona jest proporcjonalna dążność do specjalizacji będącej logiczną konsekwencją tego rozwoju.

Niejednokrotnie można nawet spotkać się z tendencjami integracyjnymi w nauce [1]. W dobie kryzysu ekonomicznego objaw pozytywny, z czysto naukowego punktu widzenia raczej trudny do przyjęcia, albowiem narastający ogrom wiedzy zmusza do coraz większej specjalizacji. Socjologowie nazywają to zjawisko profesjonalizacją. Autor natomiast podejmując próbę zdefiniowania tego pojęcia z punktu widzenia technokratycznego doszedł do wniosku, że jest to zawężenie czynności zawodowych, pociągające za sobą w dydaktyce ustalenie toku kształcenia niezbędnego do uprawiania ściśle określonego zawodu. Profesjonalizacja wymaga więc dla swej samorealizacji specjalistów, zarówno w rozumieniu działalności produkcyjnej jak i naukowej. Przy czym autor pojmuje jako specjalistę człowieka, który wykazuje wysoki poziom wiedzy ogólnej oraz wybitne zdolności i znajomość wiedzy specjalistycznej. O ile profesjonalizacja w technice jest już od dawna faktem, o tyle specjalizacja w poszczególnych dziedzinach nauki musi mozolnie torować sobie drogę, kładąc nowymi osiągnięciami naukowymi podwaliny pod swoją samodzielność. Czynnikiem przemawiającym za tworzeniem nowych specjalności naukowych jest deficyt czasu w którym funkcjonuje współczesny człowiek. Ogromny przyrost opracowań naukowych stwarza konieczność wąskich specjalizacji. W innym wypadku, mimo stosowania technik komputerowych, człowiek nie jest w stanie śledzić i panować nad gwałtownym rozwojem naukowo-technicznym.

---

[1] V Międzynarodowa konferencja inżynierii ruchu morskiego, Szczecin 1993 Prof. Zieliński opowiada się za integracją dyscyplin naukowych proponując ich ograniczenie do sześciu - siedmiu dyscyplin podstawowych.

Autor rozważając wyłaniający się z analizy literatury proces powstawania nowych specjalności naukowych postawił pytanie: od jakiego momentu datuje się powstanie nowej specjalności naukowej oraz co należy przyjąć za kryterium narodzin nowej specjalności ? W celu uzyskania obiektywnego sądu autor zwrócił się do opinii ekspertów posługując się ankietą jako narzędziem badawczym [1].

W wyniku przeprowadzonych badań, znakomita większość [2] (87%) badanych za początek powstania nowej specjalności naukowej uważa istnienie przedmiotu badań oraz jakąkolwiek formę jej instytucjonalnego uznania. Może to być powstanie katedry danej specjalności w wyższej uczelni, placówki naukowej, towarzystwa naukowego, wydawnictwa, odbycia międzynarodowego kongresu bądź innego tego typu przedsięwzięcia. Analiza literatury przedmiotu potwierdza takie stanowisko. [3] Otóż nie zrealizowane w formie instytucjonalnej indywidualne propozycje utworzenia nowych specjalności naukowych są pomijane i w konsekwencji nie znajdują uznania w gremiach opiniotwórczych [4].

---

[1] Załącznik nr 3 do pracy.

[2] Patrz rysunek nr 5, Czynniki niezbędne do uznania specjalności naukowej.

[3] Zdzisław Frankowicz, Istota i współczesne pojęcie nautologii jako nauki o przemieszczaniu się w ekosferze obiektów będących wytworami ziemskiej cywilizacji. Szczecin 1993 s. 3. ...Dla powstania dowolnej nauki jako systemu wiedzy o zjawisku niezbędne są przynajmniej trzy uwarunkowania a mianowicie:
- pierwsze - to istnienie przedmiotu (obiektu) badań;
- drugie - to społeczne zapotrzebowanie na wyniki prowadzonych badań
- trzecie to gotowość posiadanego potencjału wiedzy oraz zasobów materialnych i ludzkich do podjęcia takich badań.

[4] Prof. Wereszczyński w 1975 r. tworzy Zespół Nawigacji Lotniczej PAN. Z jego inicjatywy 26,05.1976 r. zorganizowano Sympozjum naukowe z pokazem urządzeń nawigacyjnych samolotu IŁ-62 oraz urządzeń lotniska Okęcie. W sympozjum wzięli udział przedstawiciele: WOSL, z jej ówczesnym komendantem gen.bryg.dr hab. Józefem Kowalskim, Komitetu Geodezji i Kartografii PAN, Ministerstwa Komunikacji, Politechniki Warszawskiej, Akademii Sztabu Generalnego oraz Dowództwa Wojsk Lotniczych. Zgłoszono projekt usankcjonowania nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej. Wniosek został przyjęty z aprobatą. W dalszych latach nie podjęto jednak prób monograficznego opracowania dorobku naukowego nawigacji jak również dowolnej formy jej instytuucjonalizacji.

Dokonując analizy materiałów źródłowych zwrócono także uwagę na przesłanki, które skłaniają do tworzenia nowych specjalności naukowych. Ujawniono jednoznaczny wpływ na tego typu zachowania takich czynników jak: pomnażanie wiedzy, rozwój metod, technik i narzędzi badawczych występujących w procesie organizacji i realizacji badań. Ponadto do czynników tych można zaliczyć również tendencje integracyjne występujące na obrzeżach dyscyplin i specjalności naukowych, względy praktyczne oraz merytoryczne. Te ostatnie mają szczególny wpływ na proces wyłaniania się nowych specjalności zarówno w naukach użytkowych jak i teoretycznych.

Pierwszy z wymienionych czynników związany jest z powstaniem specjalności interdyscyplinarnych. Taka specjalność powstaje w momencie, gdy istnieje racjonalna potrzeba łącznego potraktowania zdobyczy różnych dyscyplin wiedzy w celu rozwiązania problemu naukowego z pogranicza odrębnych nauk. Rozpatrywanie wspólnych dla różnych nauk zagadnień pozwala na głębsze i szersze wniknięcie w problem, a poprzez to na koncentrację badań na wybranym odcinku. Daje to ekonomikę sił i środków wobec konieczności ustalania prawidłowości obejmujących swoim zasięgiem szerszy zakres rzeczywistości.

Drugim wymienionym czynnikiem oddziałującym na powstanie nowych specjalności naukowych są określone względy praktyczne. Ujawniają się one wtedy, gdy dochodzi do przekonania, że podejmowanie pewnych czynności praktycznych wymaga określonego zasobu wiadomości teoretycznych. Ponadto podejmowanie decyzji praktycznych wymaga w danej sytuacji uprzednich rozstrzygnięć czysto teoretycznych. Czynnik ten sprzyja powstawaniu

specjalności w naukach teoretycznych [1] lub typologicznych [2]. Nie odgrywa natomiast podstawowego znaczenia w naukach użytkowych.

W wyniku oddziaływania trzeciego czynnika względów merytorycznych następuje wyodrębnienie nowych specjalności naukowych z zakresu zagadnień wchodzących w skład określonej dyscypliny lub dziedziny nauk. Wówczas to stwierdza się, że sytuacja dojrzała już do tego, aby zacząć traktować pewną część danej dyscypliny naukowej jako nową odrębną specjalność.W praktyce oznacza to, że zebrano już taką ilość wiedzy o tym problemie, iż dalsze badania nad nim wymagają jego zinstytucjonalizowania, bądź użycia nowych lub specjalnych metod czy też narzędzi badawczych. Zdając sobie sprawę z różnych dróg tworzenia nowych specjalności naukowych, autor starał się uchwycić właściwy algorytm postępowania uzasadniający tezę, że nawigacja lotnicza to właśnie nowo powstająca specjalność naukowa, która winna zająć się problematyką prowadzenia obiektów powietrznych w atmosferze.

Przeprowadzona analiza literatury krajowej i zagranicznej wykazała, że pojęcie "Nawigacja lotnicza" ujmowane jest bardzo różnorodnie. Wyróżnić można cztery typy pojęć traktujące nawigację lotniczą jako:

- czynność prostą [3];
- część składową nawigacji jako wiedzy ogólnej [4];

---

[1] Encyklopedia Powszechna, Warszawa 1982 r, Nauki teoretyczne wg tradycyjnej terminologii,nauki zmierzające do formułowania i uzasadniania praw naukowych oraz do ich systematyzacji w możliwie spójne wewnętrznie naukowe teorie /np.metodologia nauk, logika.

[2] Encyklopedia Powszechna, Warszawa 1982 r,Nauka typologiczna, nauki teoretyczne, których głównym celem jest uporządkowanie logiczne, klasyfikacja lub typologia zjawisk w określonej dziedzinie.

[3] Jan Bogusz, Dydaktyka wojskowa, Warszawa 1983 s. 15, ...Pojęciem tym powinniśmy się posługiwać jedynie dla określenia /.../ prostych umiejętności i nawyków praktycznych, które wymagają minimalnego przygotowania teoretycznego.

[4] Encyklopedia popularan wyd. IV, Warszawa 1982 ...Nawigacja lotnicza część składowa naigacji - nauki teoretycznej.

- samodzielną wiedzę [1];

- część składową nawigacji jako nauki [2].

W literaturze krajowej, poza przytoczonymi ogólnymi stwierdzeniami, brak jest naukowych uzasadnień dla nawigacji lotniczej jako nauki szczegółowej, brak opracowań ukazujących jej kryteria naukowości. Autor mimo wnikliwego studiowania literatury przedmiotu nie napotkał w niej (poza nielicznymi wzmiankami) jasno określonych perspektyw rozwoju nawigacji, zarówno jako nauki jak i jej militarnego zastosowania w przyszłości. W literaturze tej występuje z reguły opis budowy i użytkowania systemów nautycznych. Niniejsza dysertacja ma na celu między innymi problem ten rozwiązać. Nawigację lotniczą należy rozpatrywać w dwóch wariantach: cywilnym i militarnym. Wariant cywilny nawigacji lotniczej ma na celu przede wszystkim zapewnienie bezpieczeństwa i pewności przewozów, przy osiągnięciu określonych efektów ekonomicznych oraz zwiększenie przepustowości ruchów w atmosferze. Wariant militarny nawigacji lotniczej winien natomiast zapewnić maksymalną efektywność bojową lotnictwa oraz precyzję i terminowość wykonania zadań bojowych(ogniowych). Uwzględniając powyższe przesłanki, należy wyciągnąć wnioski, że pojęcie nawigacja lotnicza będące wyrażeniem pewnego potencjału wiedzy jest zdeterminowane w nauce polskiej pod względem kryteriów naukowości. Tego typu interpretacja pozwoliłaby na ujęcie nawigacji lotniczej jako interdyscyplinarnej specjalności, która w swej części cywilnej mogłaby funkcjonować pod nazwą"technika nawigacji" ,natomiast w swej części militarnej pod nazwą "nawigacja lotnicza "jako specjalność nauk wojskowych.W publikacjach zagranicznych : USA, W.Brytanii,

---

[1] Mały słownik języka polskiego, Warszawa 1974 s. 434.

[2] a) Technika satelitarna w lotnictwie, materiały z sympozjum, Dęblin 1993 ... Prof.Schanzer; Uniwersytet Techniczny w Braunschweig. Prof.Schanzer traktuje nawigację lotniczą jako dyscyplinę naukową, w ramach której realizuje między innymi swe prace naukowe nad wykorzystaniem systemów GPS w lotnictwie.
b) S.Fiedczyn, Samolotowożdienie, Transport Moskwa 1966 s. 15 ...Nawigacja to dyscyplina naukowa.

Niemiec, Rosji, Włoch [1] termin ten jest określeniem dla specjalności lub podspecjalności naukowej.Chcąc podjąć jakiekolwiek rozważania dotyczące roli nawigacji lotniczej w lotnictwie wojskowym należy ustalić czym ona jest czym powinna się zajmować i jakie są jej kierunki rozwoju.

1.4 Organizacja I przebieg badań.

Praca na wielu stanowiskach służbowych związanych ściśle z nawigacją lotniczą, udział w licznych ćwiczeniach wszelkich szczebli dowodzenia, a także dużej ilości przedsięwzięć szkoleniowych i prognostyczno - rozwojowych oraz zdobyta podczas studiowania literatury przedmiotu wiedza ukierunkowały poszukiwania autora. Zdobyte doświadczenie oraz prowadzone badania naukowe [2], pozwoliły na sformułowanie wniosku, że dalszy rozwój nawigacji lotniczej jako teorii i praktyki wymaga uznania jej za specjalność naukową oraz powstania struktur instytucjonalnych ją kreujących. Również konieczne staje się nakreślenie wizji rozwoju systemów nautycznych w celu pełnego wykorzystania współczesnej i przyszłej techniki wojskowej.

Dostrzeżenie tej potrzeby było produktem wyjścia do określenia przedmiotu i celu badań oraz hipotez badawczaych. Całokształt procesu badawczego przebiegał w kilku etapach.

W etapie pierwszym autor skoncentrował się na studiowaniu literatury przedmiotu, aktywnym udziale w ogólnopolskich i zagranicznych konferencjach, sympozjach oraz seminariach i zebraniach dotyczących tej poblematyki. Szczególne zainteresowanie autora wzbudziły publikacje pracowników Akademi

---

[1] The Journal of Navigation Royal Institute of Navigation, Zbornik redeckych prac Kosice, ATTI Roma, Navigation News, The magazine of the Royal Institute of Navigation

[2] Technika satelitarna w nawigacji polskiej, Zintegrowane systemy nawigacji satelitarnej.

Obrony Narodowej [1] oraz opracowania Royal Institute of Navigation, Royal Institute of Technology [2].

Analiza tych opracowań pozwoliła na dokonanie szczegółowych ocen czynników wpływających na rozwój nawigacji lotniczej w lotnictwie wojskowym. Pozwoliła również na dokonanie uogólnień dotyczących trendów ogólnoświatowych w rozwoju systemów nautycznych [3].

Niezwykle istotne źródło informacji pomocne w opracowaniu niniejszej dysertacji stanowiły kolejne konferencje ogólnopolskie na temat: "Automatyzacja nawigacji i systemów kierowania" odbyte w latach 1987, 1989, 1991 oraz konferencje na temat: "Rola nawigacji morskiej w zabezpieczaniu działalności ludzkiej" (odbyte w latach 1988, 1990, 199). Na wszystkich tych konferencjach podnoszony był przez autora aspekt dotyczący nawigacji lotniczej, cieszący się zainteresowaniem jej uczestników które wyrażono poprzez ożywioną dyskusję i konstruktywne wnioski.

Pomocne szczególnie pod względem metodologicznym jak i naukowo - badawczym okazały się zorganizowane przez autora sympozja: polsko - niemieckie na temat:"Technika satelitarna w lotnictwie" [4] i polsko - niemiecko - francuskie na temat: "Technika satelitarna a lotnictwo polskie" [5], konferencja

---

[1] Pokruszyński i inni, Kosmos. Militaryzacja kosmosu oraz przeciwdziałanie wojsk lotniczych i OPK środkom kosmicznym przeciwnika, Warszawa ASG WP 1988, Część IV.
Bugolski Adam, Rozwój teorii Wojsk Obrony Powietrznej Kraju jako dyscyplina naukowa, Warszawa 1986 r.

[2] Frin Blanchard W. Holiday GPS, London 1992.
ADS Trial Succes, London 1992.
Ashcrof I. Mission Menagers. The Changing Role of the RAF navigator, London 1992.

[3] Na tej podstawie autor wielokrotnie przedstawiał własne przemyślenia w trakcie konferencji i sympozjów, oraz przez publikacje krajowe i zagraniczne.

[4] Dęblin, WOSL 12.02 1992.

[5] Dęblin, WOSL 14.05 1992.

naukowa na temat: "Technika satelitarna i symulacja w lotnictwie" [1]. Ponadto wiele doświadczeń i rozwiązań metodologicznych dostarczyły zorganizowane przez autora zabranie zespołu Nawigacji Morskiej Komitetu Geodezji Polskiej Akademi Nauk [2] oraz uczestnictwo w zebraniach organizowanych przez Akademię Marynarki Wojennej w Gdyni i Wyższą Szkołę Morską w Szczecinie.

W drugim etapie badań autor koncentrował się na poszukiwaniu perspektyw rozwoju teorii i praktyki nawigacji, kierunków rozwoju systemów nawigacyjnych, sposobów ich efektywnego wykorzystania na polu walki, uzasadnieniem konieczności uznania nawigacji lotniczej za specjalność naukową. W czasie realizacji tego etapu zastosowano obserwację naukową, badanie opini (wywiad, ankieta) oraz zasięganiem opini ekspertów. Szczególnie pomocne w tym etapie okazało się zebranie ZNW KG PAN odbyte w Gdyni. Tematem jego była "Nawigacja jako specjalność naukowa" [3].

Przydatnym okazał się również udział w sympozjum organizowanym przez Uniwersytet Techniczny w Braunschweigu [4] na temat: " Wykorzystanie sytemu GPS w lotnictwie" oraz praca autora w zespole realizującym temat badawczy: "Zintegrowane systemy nawigacji satelitarnej" [5]. Ponadto wiele cennych doświadczeń przysporzyło autorowi kierowanie pracami naukowo - badawczymi związanymi z realizacją takich tematów jak: "Efektywność kształcenia na kursach doskonalenia oficerów w Centrum Doskonalenia Lotniczego" oraz "Technika satelitarna w polskim lotnictwie wojskowym".

Owocną ze względu na możliwość wypracowania sądu o roli i trendach rozwojowych w nawigacji była działalność w Zespole Nawigacji Morskiej Komitetu Geodezji Polskiej Akademi

---

[1] Dęblin, WOSL 28.04 1993.

[2] Dęblin 15.05 1992, 29.04 1993

[3] Gdynia 29.04 1993.

[4] Braunschweig, Niemcy 17.09 1992.

[5] Warszawa, Dęblin 1992.

Nauk, przynależność do Royal Institute of Navigation z siedzibą w Londynie oraz ukończenie kursu wykorzystania GPS - techniki satelitarnej w Braunschweig.

Obserwacja naukowa była wykorzystywana podczas badania potrzeb lotnictwa wojskowego w zakresie nawigacji lotniczej. Uzupełnieniem tej metdy stanowiłu badania ankietowe [1]. Przeprowadzono je na reprezentatywnej próbie użytkowników systemów nawigacyjnych i celowniczo - nawigacyjnych. Badana zbiorowość była zróżnicowana pod względem wykształcenia, lat pracy, stopni wojskowych oraz obsady etatowej stanowisk. Ukończone formy kształcenia obrazuje rys. nr 3, natomiast pozostałe elementy można prześledzić analizując załącznik nr 6 do pracy, przedstawiający tabelę ilustrującą rozumienie pojęcia nawigacja lotnicza przez badanych. Wyniki badań ankietowych zawarte w załączniku nr 6 wykorzystano podczas opracowywania rozdzialu trzeciego.

W celu określenia stopnia przygotowania nawigacji lotniczej do samodzielnego funkcjonowania jako specjalności naukowej posłużono się opinią ekspertów [2]. Mając na względzie obiektywizację badań autor zastosował metodę komputerową badania opini ekspertów [3]. Metodę tą obrazuje poniższy algorytm (rys. nr 4).

Na podstawie opini ekspertów udało się ustalić listę podstawowych wskaźników pozwalających uznać nawigację jako specjalność.
Przedstawia się ona następująco:

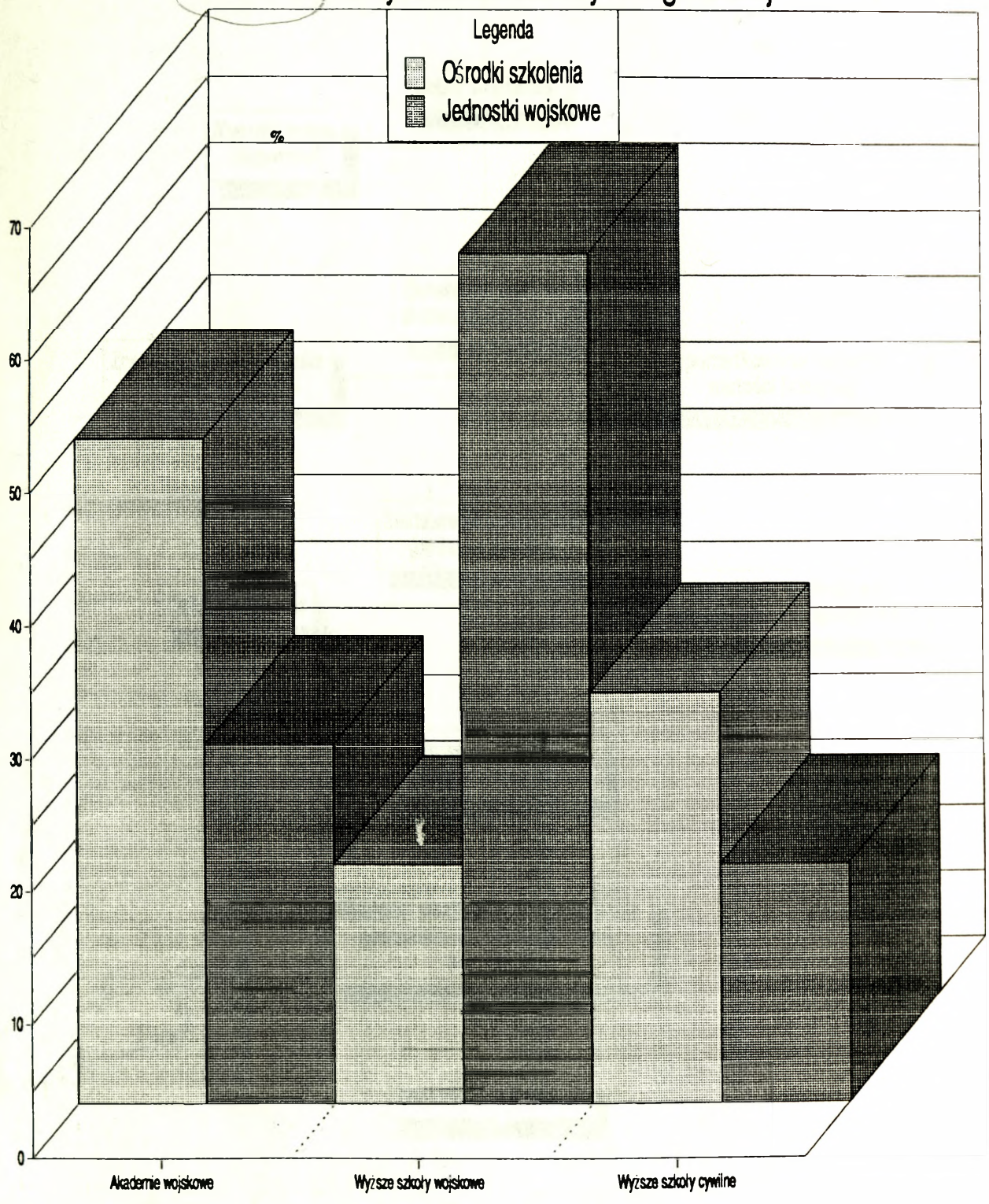
- przedmiot badań (odrębny cel lub punkt widzenia);
- własny język (odrębna terminologia);
- własne (specyficzne) metody i narzędzia badawcze;
- własne aktywne środowisko naukowe;
- teorią naukową (rozprawy, traktaty, biuletyny, publikatory);

---

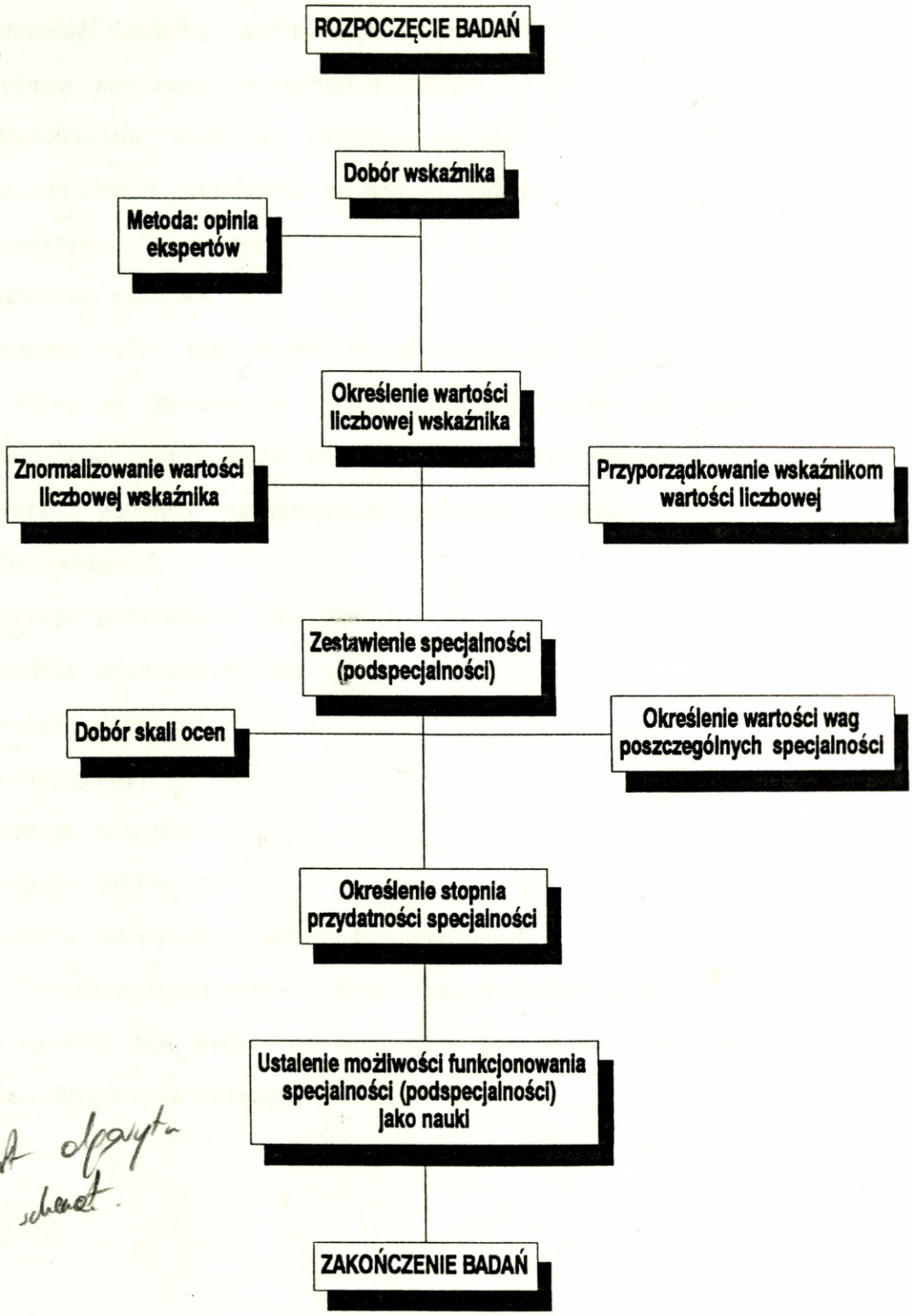
[1] Kwestionariusze ankiet, załącznik nr do pracy.

[2] Za ekspertów uważa się osoby, których kompetencje uznaje środowisko naukowe.

[3] Piłat W., Wybrane metody oceny komputerów systemu R-32, WAT Warszawa 1988.



Rys. 3 Ukończone formy kształcenia kadry nawigatorskiej WOSL oraz Wojsk Lotniczych



Rys. 4 Algorytm programu komputerowego obiektywizacji ocen specjalności naukowych.

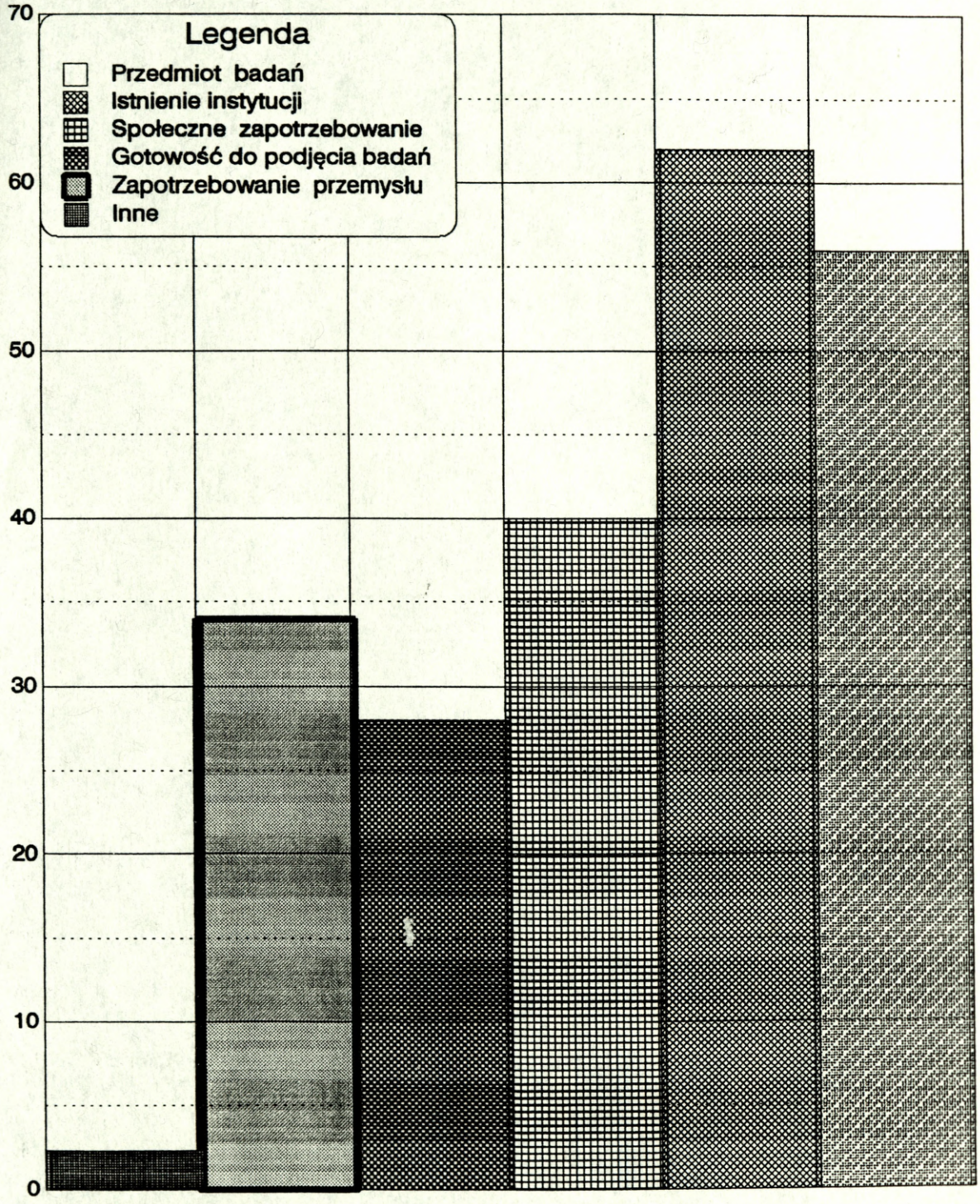
- instytucje (uczelnie, instytuty, katedry, zakłady);
- działalność naukową (konferencje, sympozja);
- przedmiot nauczania (w uczelni wyższej);
- zainteresowanie społeczne rozwojem nauki;
- zapotrzebowanie przemysłu na wyniki badań;
- prespektywy finansowe;
- osiągnięcia naukowe.

Procentowy wpływ tych czynników obrazuje rys. 5.

Kolejnym krokiem w trakcie realizacj badań było ustalenie podspecjalności wraz z przynależnymi obszarami wiedzy. W trakcie analizy materiału badawczego wyłoniły się następujące podspecjalności:

- teoria nawigacji;
- nawigacja podstawowa (wzrokową);
- nawigacja bezwładnościowa;
- nawigacja radiowa;
- astronawigacja;
- nawigacja satelitarna;
- nawigacja taktyczna;
- nawigacja meteorologiczna (meteonawigacja).

Po wyłonieniu powyższych podspecjalności stosując metody matematyczne autor określił ich wpływ na tworzenie specjalności naukowej - nawigacja lotnicza. Wpływ ten obrazuje tabela nr 1.



Rys. 5 Czynniki niezbędne do uznania specjalności naukowej.

Tabela nr 1.

lp	Podspecjalność	Wielkość wag	Współczynnik przydatności	Zoptymalizowany współczynnik przydatności
1	Teoria ogólna nawigacji	8,8	0,73	64,
	Nawigacja podstawowa	7,5	0,83	64,5
3	Nawigacja bezwładnościowa	6,8	0,79	53,7
4	Nawigacja radiowa	6,1	0,84	51,
5	Astronawigacja	5,9	0,84	49,5
6	Nawigacja satelitarna	6,3	0,74	47,
7	Nawigacja taktyczna	5,7	0,74	4,
8	Nawigacja meteorologiczna	4,8	0,70	33,6
Gotowość specjalności (nawigacji lotniczej) - 50,76				

Analiza ocen poszczególnych podspecjalnosci zawartych w tabeli nr 1 wskazuje, iż wartość współczynnika przydatności jest różna. Oscyluje ona pomiędzy 33,6 % a 64,5 % i informuje o konieczności zdynamizowania rozwoju wiedzy szczególnie w zakresie meteonawigacji, nawigacji taktycznej i nawigacji satelitarnej. Analiza wartości liczbowych uzyskanych w trakcie badań oraz badanie teorii wypracowanych przez poszczególne podspecjalności potwierdzają znaczny dorobek teorii nawigacji, nawigacji podstawowej, bezwładnościowej, radionawigacji i astronawigacji w rozwoju tej specjalności.

Osiągnięcia pracowników Instytutu Lotnictwa oraz zespołu pod kierownictwem prof. Janusza Zielińskiego z KB PAN spowodowały, że przydatność poszczególnych podspecjalności (zarejstrowana w trakcie badań) w oczach ekspertów i użytkowników systemów nawigacyjnych uzyskała tak znaczną akceptację. Potrzebę wyodrębnienia nawigacji lotniczej jako specjalności

potwierdza również fakt istnienia w ośrodkach naukowych Stanów Zjednoczonych, Włoch, Niemiec, Wielkiej Brytanii, Indii i innych państw - instytutów i katedr aeronautyki uprawiających nawigację (w tym nawigację lotniczą) jako naukę [1]. Nadmienić należy, że w państwach w których istnieją ośrodki zajmujące się profesjonalnie teorią nawigacji obserwuje się burzliwy rozwój systemów nawigacyjnych i ich zastosowań we wszystkich rodzajach wojsk oraz w działalności cywilnej.

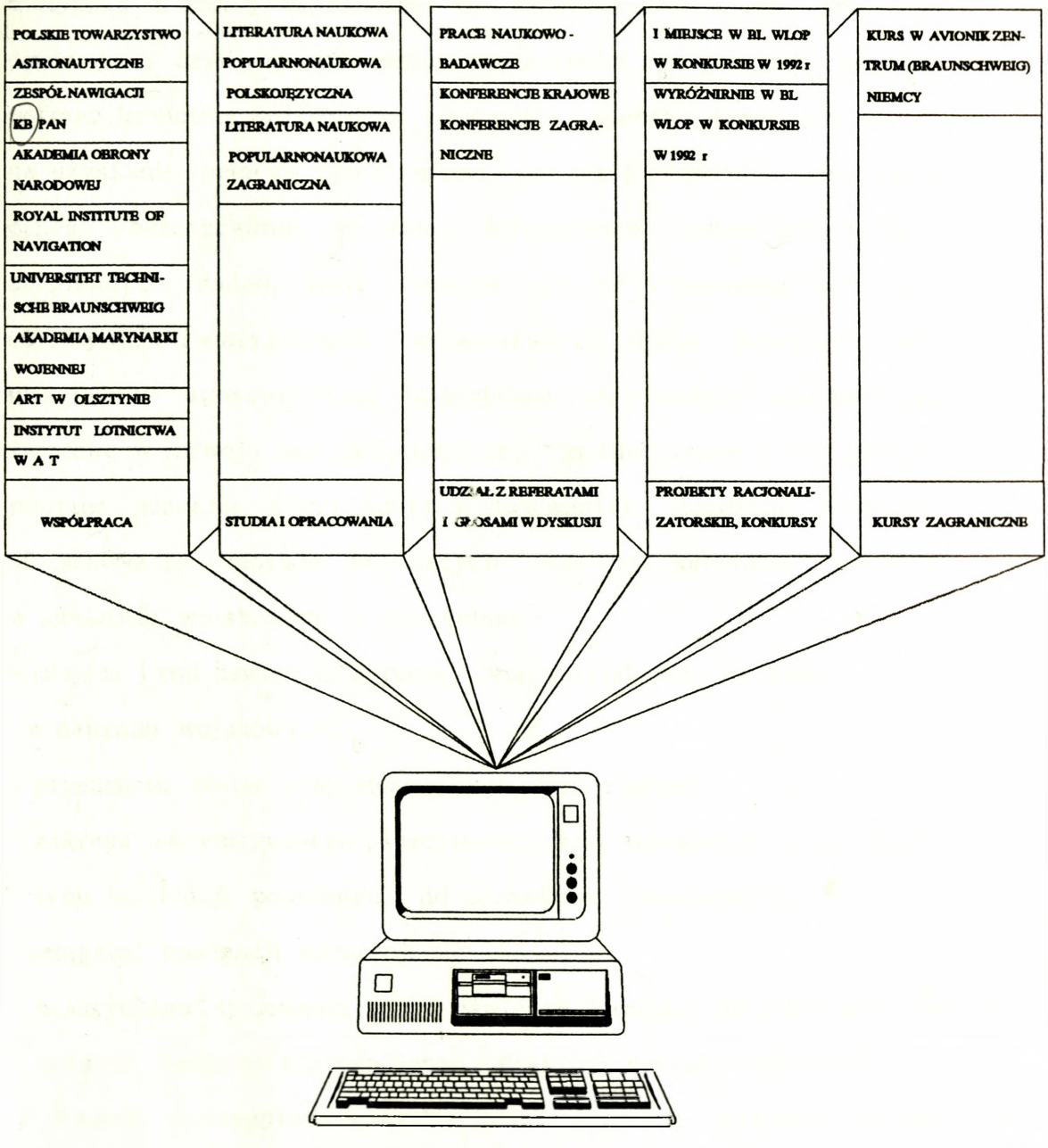
1.5 Ocena wyników badań

W wyniku przeprowadzonej analizy i syntezy szeregu pozycji literatury krajowej i zagranicznej etymologię słowa - aeronawigacja można wyprowadzić od trzech słów języka łacińskiego [2]: "Aero-powietrze", "Navis-statek", "Agere - prowadzić". W takim kontekście jest to nauka o prowadzeniu obiektów w powietrzu, czyli nauka o żeglowaniu w powietrzu. Stąd też została przyjęta przez autora na użytek prowadzonych badań następująca definicja: *Nawigacja lotnicza to system o prowadzeniu obiektów będących systemami poliergotycznymi, przemieszczającymi się w atmosferze. Jest to system wiedzy rozpatrujący przemieszczanie się obiektów i kierowanie nimi w ramach jednolitego procesu informacyjno - decyzyjnego, zapewniającego dokładne, pewne i bezpieczne osiągnięcie funkcji celu tego przemieszczenia.* Obejmuje ona całokształt wiedzy teoretycznej i praktycznej, niezbędnej do prowadzenia obiektów przemieszczających się po wyznaczonej trasie. *Stąd też nawigacja lotnicza jako specjalność naukowa w swojej strukturze wyróżni takie specjalizacje naukowe jak: nawigację inercyjną, nawigację wizualną (wzrokową), meteo-*

---

[1] Massachusetia Institute at Urbana, The City University - Londin, Us Air Force Academy Depatrament of Astrinautics, Us Naval Academy, Indian Institute of Technology, University of Pisa itd.

[2] Referat V Zebrania ZNM KG PAN, 25.05 1990 r.

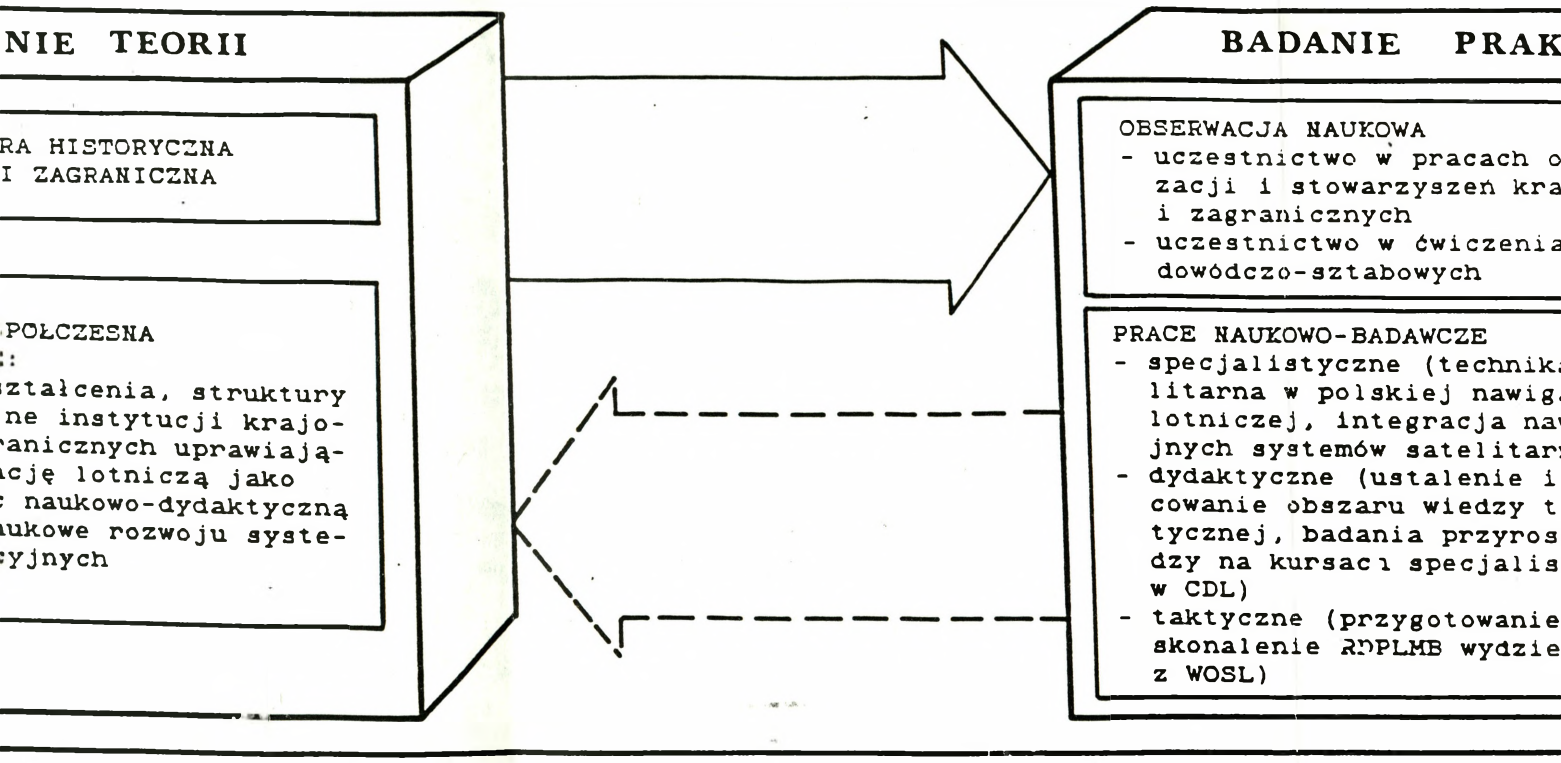


Rys. 6 Schemat wykorzystania materiałów podczas przeprowadzonych badań i pisarskiego opracowania rozprawy habilitacyjnej

Biorąc pod uwagę fakt, że celem niniejszej dysertacji jest zdeterminowanie nawigacji lotniczej jako nauki wykorzystywanej w lotnictwie Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej, cały wysiłek badawczy skoncentrowano poza nawigację taktyczną a której użyteczność dla lotnictwa wojskowego jeat poza wszelką dyskusją, czyli na wykazaniu użyteczności pozostałych specjalizacji dla potrzeb lotnictwa wojskowego. Generalnie , sposób prowadzenia badań pozwolił na uzyskanie pełnego obiektywizmu i w miarę możliwości jasnego, jednoznacznego sprecyzowania problemu. Różnorodność źródeł informacji oraz form stosowanych badań, które obrazuje rys. nr 6 pozwoliła autorowi na pełen obiektywizm i wiarygodność w przedstawieniu faktów. Przeprowadzone badania uwzględniły uwarunkowania historyczne, stan bieżący oraz istniejące trendy światowe w rozwoju nawigacji lotniczej. Umożliwiły one zweryfikowanie hipotez poprzez poznanie stanu nauki i stosowanych rozwiązań oraz pozwoliły na sformułowanie wniosków dotyczących zasad funkcjonowania nawigacji lotniczej w lotnictwie wojskowym, a szczególnie:

- miejsca i roli nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej w naukach wojskowych;
- przedmiotu badań oraz stosowanych form i metod;
- zakresu merytorycznego specjalności oraz stosowanej terminologii;
- typu instytucji powołanych do uprawiania i upowszechniania osiągnięć nawigacji lotniczej;
- praktyczego stosowania zasad nawigacji lotniczej do celów wojskowych;
- prognoz dalszego rozwoju teorii i praktyki nawigacji lotniczej.

Wnioski z przeprowadzonych badań stanowiły podstawę do opracowania kolejnych rozdziałów, natomiast szczegółowy harmonogram realizacji badań zawarto w załączniku do pracy.



WERYFIKACJA BADAŃ

ZJA, KONFERENCJE KRAJOWE I ZAGRANICZNE ORAZ NARADY ORGANIZOWANE PRZEZ: WOSL, WLOP, IC MON
AN, INSTYTUCJE NAUKOWO-BADAWCZE KRAJOWE I ZAGRANICZNE

ACJE W - DOWÓDZTWIE WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ
- AKADEMII OBRONEJ NARODOWEJ, AKADEMII MARYNARKI WOJENNEJ, WYZSZEJ SZKOLE MORSKIEJ,
- UNIWERSYTECIE WARSZAWSKIM, AKADEMII ROLNICZO-TECHNICZEJ, POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ
- WYZSZEJ OFICERSKIEJ SZKOLE WOJSK ZMECHANIZOWANYCH
- KOMITECIE BADAŃ NAUKOWYCH - SEKCJA GEODEZJI I KARTOGRAFII KBN
- UNIWERSYTECIE TECHNICZNYM BRAUNSCHWEIG, UNIWERSYTECIE LOTNICZYM KOSZYCE,
- ROYAL INSTITUTE OF NAVIGATION - LONDYN

PUBLIKOWANIE CZĘSCIOWYCH WYNIKÓW BADAŃ W:
- PRACACH NAUKOWO-BADAWCZYCH
- PERIODYKACH WOJSKOWYCH I INNYCH

SYNTEZA WYNIKÓW BADAŃ I OPRACOWANIE TEORII PROBLEMU

Rys. 7 ELEMENTY PROCEDURY BADAWCZEJ

2. OCENA STANU WSPÓŁCZESNEJ NAWIGACJI.

2.1 Czynniki determinujące rozwój nawigacji lotniczej w lotnictwie wojskowym.

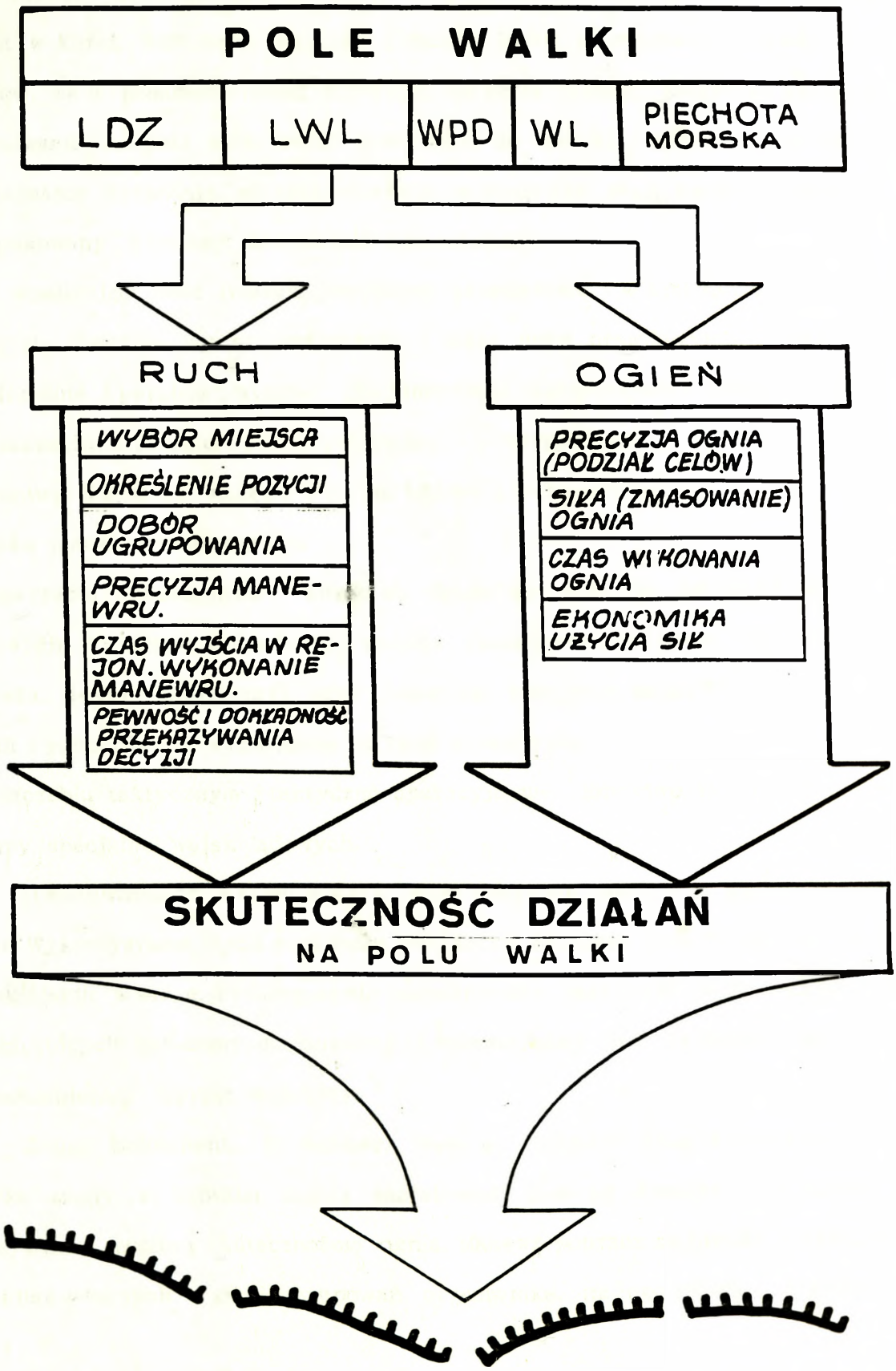
Dynamiczny rozwój nauki i techniki w ostatnich dziesięcioleciach, którego logiczną konsekwencją jest szybki rozwój nauki i techniki wojskowej, spowodował ogromny postęp w uzbrojeniu, sprzęcie bojowym oraz organizacji i sposobie prowadzenia działań bojowych. Aby służyć szerokiemu upowszechnianiu wiedzy o wojskowych urządzeniach i systemach technicznych oraz zasadach ich użycia na polu walki niezbędny jest stały, intensywny rozwój nauk wojskowych przy ustawicznym kształceniu ogólnym i specjalistycznym żołnierzy w ramach struktur Wojska Polskiego.

Koncepcje użycia sił i środków na współczesnym i prognozowanym polu walki dobitnie wskazują na rosnącą rolę manewru, a więc w swej istocie wszechobecnego, dynamicznego ruchu obiektów, zarówno na powierzchni ziemi jak i w powietrzu. Tezę tą potwierdzają ćwiczenia wojsk, jak i wojny lokalne [1]. Z doświadczeń historycznych wynika, że przez wiele wieków o manewrowości wojsk decydowała jazda konna. Pojawienie się w pierwszych latach dwudziestego wieku czołgów i lotnictwa dokonuje przełomu w poglądach na tego typu działania. Jednak dopiero druga wojna światowa spowodowała przejęcie funkcji siły motorycznej manewru przez działające w sposób zmasowany wojska pancerne i lotnictwo oraz wojska powietrzno-desantowe [2]. Efekty działań osiągnięte przy zastosowaniu lotnictwa i wojsk desantowych wpłynęły na wzrost zainteresowań wykorzystaniem przestrzeni powietrznej do celów militarnych.

---

[1] Interwencja państw koalicyjnych przeciwko Irakowi w Zatoce Perskiej, 1992.

[2] Po raz pierwszy czołgi użyto na polu walki w bitwie pod Sommą 1916 roku: Wojska powietrzno desantowe na masową skalę użyto w drugiej wojnie światowej.



Rys. 8 . Podstawowe komponenety decydujące o powodzeniu na współczesnym polu walki.

Liczne wojny lokalne, prowadzone po drugiej wojnie światowej między innymi w Korei, Wietnamie, Egipcie, Libanie, Iraku potwierdzają rozwój tych trendów. Na wyposażeniu armii pojawiają się coraz częściej śmigłowce,których zastosowanie na polu walki wnosi nową myśl do taktyki i sztuki operacyjnej. Jednocześnie sprawiają, że ruch obiektów w powietrzu staje się coraz bardziej skomplikowany i trudny do opisania i koordynacji.

Analizując dość rozległą literaturę przedmniotu, w tym także wnioski z odbytych ćwiczeń, można stwierdzić z dużą dozą prawdopodobieństwa, że współcześnie i perspektywicznie siłą stanowiącą o skuteczności manewru bedą:

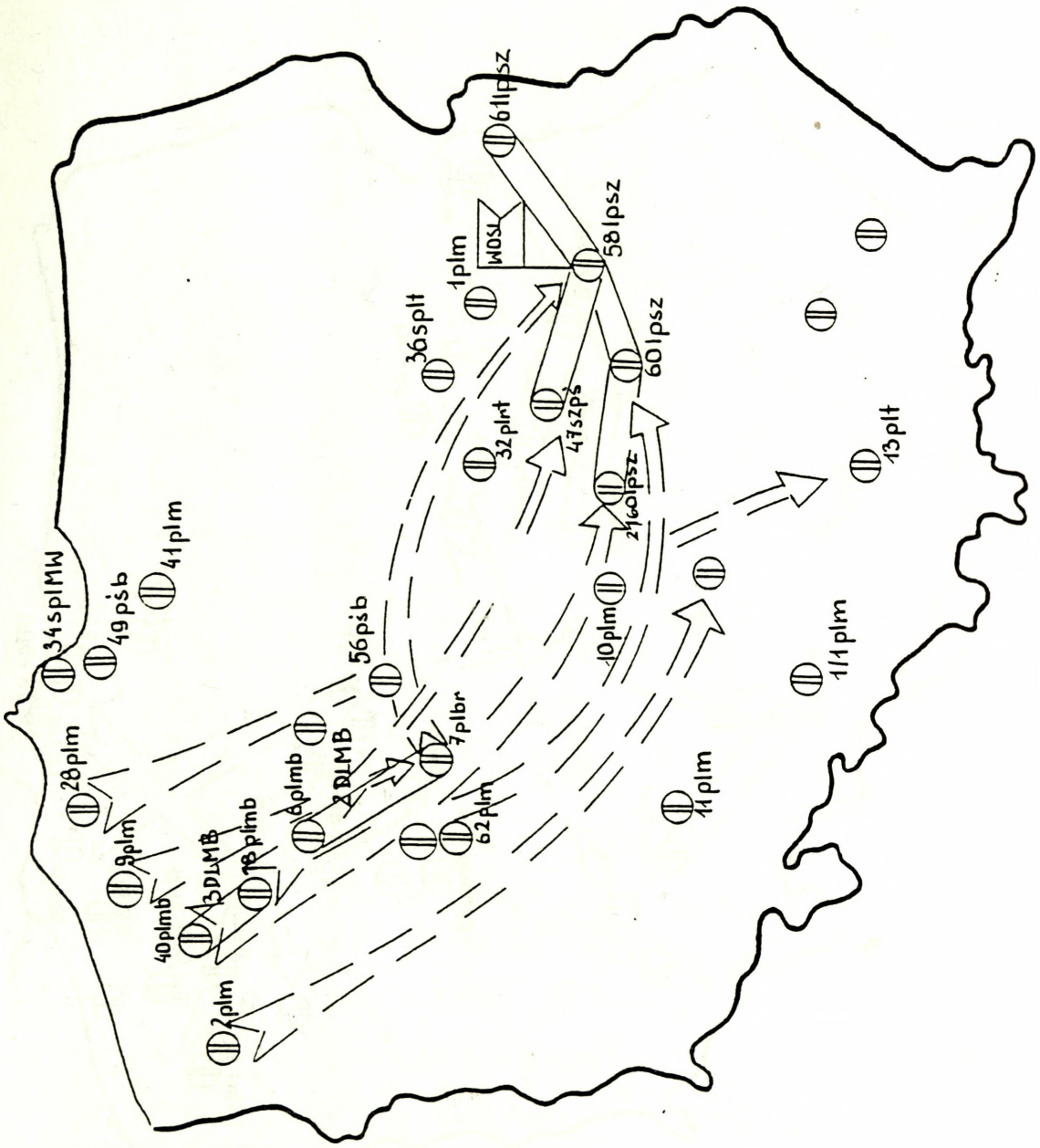
- na szczeblu strategicznym i operacyjno - strategicznym
- lotnictwo dalekiego zasięgu (w tym bojowe i transportowe), wojska powietrzno-desantowe;
- na szczeblu operacyjnym - lotnictwo (lotnictwo wsparcia, lotnictwo wojsk lądowych, lotnictwo pokładowe), wojska desantowo-szturmowe (piechota morska, desant powietrzny) oraz jednostki specjalne wojsk zmechanizowanych i pancernych wyposażone w broń precyzyjną;
- na szczeblu taktycznym i taktyczno-operacyjnym- lotnictwo wojsk lądowych, grupy specjalne wojsk lądowych.

O możliwościach współczesnych armii decyduje połączenie manewru z siłą ognia. Wykorzystanie tych możliwości na każdym szczeblu dowodzenia decyduje o powodzeniu w walce. Problem ognia rozpatrywany jest przez nauki techniczne, dzięki których badaniom doskonalony i wprowadzany jest do uzbrojenia coraz nowocześniejszy sprzęt wojskowy. [1]

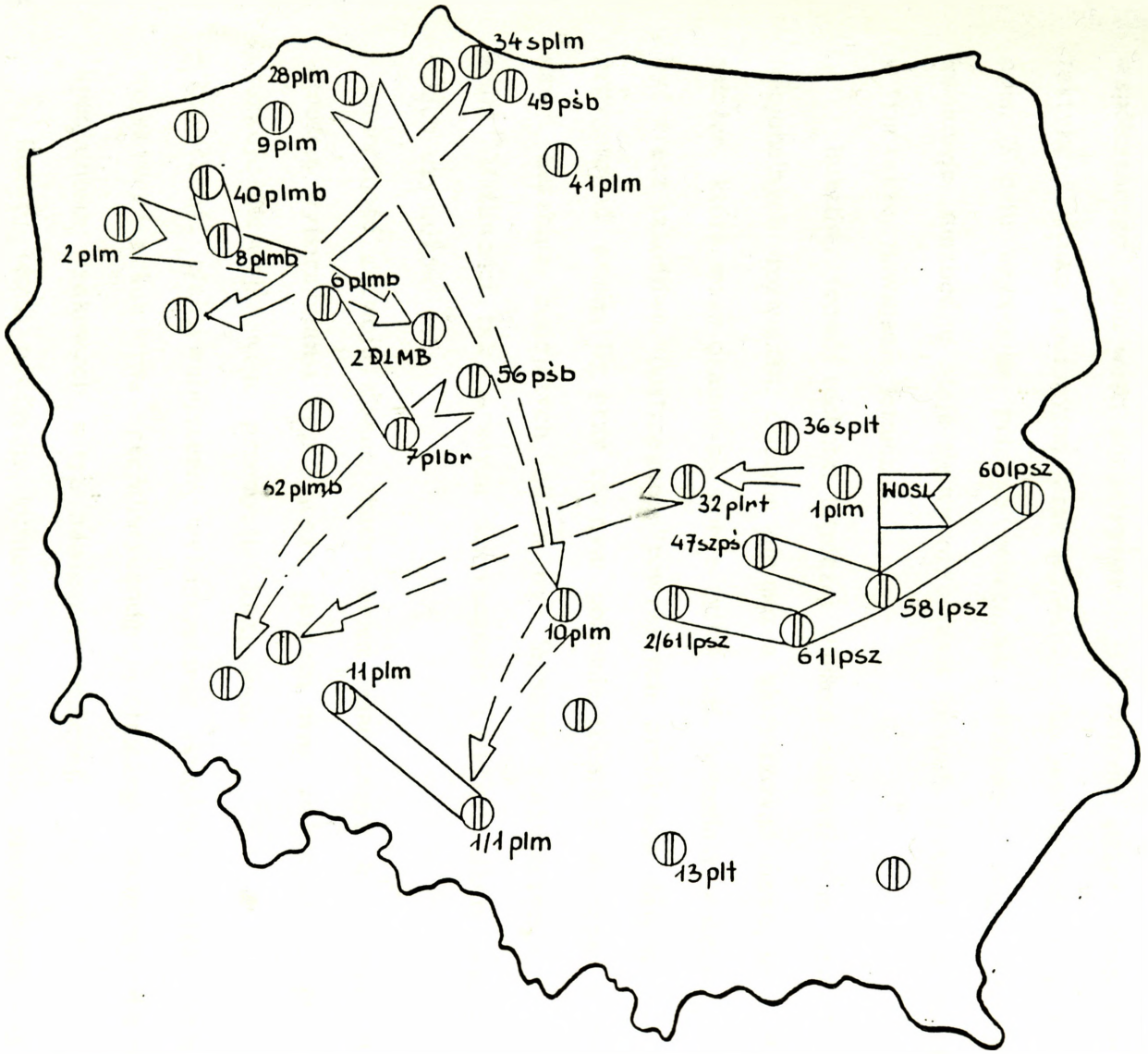
Drugi komponent, to manewr. Musi on osiągnąć taką sprawność, aby wojska mogły w krótkim czasie zaatakować cele na dowolnej odległości z maksymalnie możliwą skutecznością ognia. Manewr poprzez możliwość pojawienia się wojsk własnych w głębi ugrupowań przeciwnika, na jego tyłach i skrzydłach

---

[1] Do uzbrojenia wojsk wprowadzane są nowoczesne systemy wykrywania i zobrazowania celów oraz planowania działań (Circe 2001).



Rys. 9 Wariant manewru lotnictwa przy zagrożeniu z kierunku wschodniego.



Rys.10 Wariant manewru lotnictwa przy zagrożeniu z kierunku zachodniego.

może, zapewnić elastyczność działań bojowych w każdej sytuacji taktycznej. Może też doprowadzić do osiągnięcia przewagi i uzyskania powodzenia w walce. Wyzwolenie dynamicznego ruchu w działaniach manewrowych umożliwia rozumnie bić przeciwnika zawsze tam, gdzie jest najsłabszy. Ten element współczesnego pola walki rozpatrywany jest głównie przez nauki wojskowe - taktykę i sztukę operacyjną oraz strategię. Nie jest to jednak jego zupełny opis. W celu uzyskania pełnego rozeznania możliwości ruchu szczególnie w lotnictwie, niezbędne staje się wykorzystanie innych specjalności wojskowych w tym także, nawigacji lotnicze.

Burzliwy rozwój techniki lotniczej wymaga poszukiwania nowych niekonwecjonalnych rozwiązań. Obecnie nie można gloryfikować nawet sprawdzonych założeń, które mogą okazać się dobre tylko dziś, natomiast w przyszłości mogą być wręcz szkodliwe. Dostrzeganie powyższych problemów daje szansę, aby tak przygotować armię, by przy równym poziomie techniki wojennej i równych a nawet liczebnie mniejszych siłach być lepszym i skuteczniejszym na polu walki [1]. Możliwości takie stwarza dostrzeganie i wykorzystanie między innymi takich czynników jak:

- konieczność rozwoju własnej kadry celem prowadzenia badań nad efekty wnością wykorzystania istniejącego sprzętu oraz wskazywania dróg jego rozwoju dla wojskowego przemysłu lotniczego;
- konieczność efektywniejszego wykorzystania istniejącej infra- struktury wojskowego szkolnictwa specjalistycznego i lotniczego do uprawiania nowych specjalności naukowych w tym nawigacji lotniczej.

Rozwój teorii nawigacji lotniczej, praktyczne zastosowanie systemów nawigacyjnych może spowodować podobną rewolucję poglądów na manewr jaką wywołało pojawienie się wojsk pancernych i lotnictwa na polu walki. Zdaniem

---

[1] A.Macedoński w 333 r.p.n.e. w bitwie pod Issos zwyciężył wielokrotnie liczebniejszą armię Dariusza III; załoga Westerplatte przez wiele dni 1939 r. zmagała się z wielokrotnie liczniejszymi siłami przeciwnika.

autora rozwój teorii nawigacji oraz jej zastosowanie może (w ewentualnej wojnie) ograniczyć skalę niepotrzebnych ofiar[1]. Już chociażby sam ten czynnik - możliwość ocalenia wielu istnień ludzkich - jest wystarczającym powodem wskazującym na potrzebę koncentrowania wysiłku w celu prowadzenia badań nad coraz dokładniejszymi systemami nawigacyjnymi. Systemy te umożliwiają konstruowanie broni wykluczającej rażenie innego celu niż ten na który zostanie ona skierowana.

2.2 Potrzeby rozwoju nawigacji.

Aby ułatwić sobie życie, by móc bezpiecznie przemieszczać się z jednego miejsca na drugie człowiek już od zarania swoich dziejów starał się opisać ruch i konstruować przyrządy określające jego parametry (kierunek, odległość, prędkość, współrzędne obiektu lub miejsca swojego pobytu). Były to początki nawigacji która zrodziła się z ludzkiego instynktu. Początkowo stosowano ją do orientowania się na lądzie. Kiedy jednak człowiek zbudował łódź i stał się na tyle rozumny i śmiały aby wyjść poza zasięg lądu, wówczas znaczenia nabrała umiejętność określania pozycji na morzu bez widzialności ziemi oraz umiejętność konstruowania i posługiwania się przyrządami [2]. Ułatwiały one obserwację zjawisk przyrody między innymi takich jak: wiatr, fale wody, ciała niebieskie. O znaczeniu tych umiejętności dla rozwoju ludzkości najlepiej świadczy fakt, że znakomity filozof grecki, przedstawiciel idealizmu starożytnego, wypowie

---

[1] Zastosowanie broni jądrowej w Hiroszymie i Nagasaki spowodowało śmierć setek tysięcy ludzi. Były to głównie osoby nie biorące udziału w walce. Wykorzystanie broni precyzyjnej w wojnie iracko-alianckiej w 1991 roku pozwoliło uniknąć niepotrzebnych ofiar nawet przy wykonywaniu uderzeń na obiekty znajdujące się w rejonach gęsto zamieszkałych.

[2] M. Jurdziński, Z. Szczepanek, Astronawigacja, Gdańsk 1975 s.104, ... J. Havrison skonstruował chronometr (... wynalezienie chronometru umożliwiło określenie brakującej współrzędnej - długości geograficznej, przedtem umiano bowiem określać dostatecznie dokładnie tylko szerokość geograficzną...).

znane po dzień dzisiejszy słowa: " Nawigacja jest koniecznością, życie nie...". [1] Nawigacja w starożytności [2] rozwijała się głównie jako wiedza o prowadzeniu statków w akwenach przybrzeżnych. Najważniejszym jej celem była umiejętność określania pozycji tychże statków, opierając się na bezpośredniej obserwacji wzrokowej linii brzegowej lub wysp. W nocy statki prowadzono obserwując rozpalone ogniska na wzniesieniach nadbrzżnych, a później obserwując specjalnie pobudowane latarnie. W tym miejscu można by powiedzieć o początkach nawigacji terrestrycznej [3]. W żegludze oceanicznej w średnowieczu posługiwano się już metodami astronawigacyjnymi i kompasem magnetycznym. Metody te nie były doskonałe. Określenie przy ich pomocy pozycji uzależnione

---

[1] J.Legowicz, Historia filozofii starożytnej, Warszawa 1986, Platon - ... navigare neccese est, vivere non neccese.

[2] Encyklopedia techniki wojskowej, Warszawa 1978, s.414, (...)Początki nawigacji morskiej sięgają starożytności. Dalekie podróże morskie odbywali w dawnych czasach nie tylko Egipcjanie i Kartagińczycy ale i narody stojące na niższym poziomie rozwoju. Ostatnie badania wykazały, że Papuasi, zamieszkujący wyspy Oceanii i Indianie, zamieszkujący Amerykę, a wywodzący się z Azji w XX-XV w.p.n.e. rozpoczęli migrację za ocean. Jakimi posługiwali się metodami nawigacyjnymi, jakie stosowali przyrządy do określania kierunku i przebytej drogi, nie udało się ustalić. Jednak można przypuszczać, że w zasięgu widzialności brzegu stosowali nawigację wzrokową, a na otwartym morzu orientowali się według ciał niebieskich. Indonezyjczycy i Polinezyjczycy, zamieszkujący w początkach naszej ery wyspy Oceanu Spokojnego, budowali mapy morskie w postaci szkieletu z drewnianych pałeczek lub żeber liści palmowych, do których były umocowane muszelki przedstawiające znane im wyspy. Mapy te nie miały skali, ale starano się zachować orientacyjne odległości i zaznaczano na nich najczęściej występujące kierunki prądów, wiatrów oraz frontów fal u brzegów wysp. W II i III w.n.e. żeglarze europejscy, arabscy opracowali mapy, na których podstawie na przełomie XIII i XIV wieku zestawiono morskie mapy - portolany. Twórcą współczesnej mapy morskiej był kartograf flamandzki Gerhard Kramer zwany Merkatorem, który w 1569 r. wydał mapę " Nova et aucta orbis terrae descriptio at usum navigantium omendate accommodate " (" Nowy i powiększony opis Ziemi do użytku żeglujących") w odwzorowaniu walcowym wiernokątnym. (...) Pierwsze mapy mórz w tym odwzorowaniu wykonał w 1595 r. Molyneaux i w 1960 r. E. Wright. Ten ostatni znalazł przybliżony sposób wykreślania siatki wiernokątnej Merkatora. Dalszy rozwój nawigacji związany jest ściśle z rozwojem przyrządów nawigacyjnych (...).

[3] J.Giertowski , T.Meissner, Nawigacja terrestryczna. Podręcznik, Gdynia 1963 , s. 23, (...) Nawigacja terrestryczna, którą będziemy zwać wprost nawigacją, rozpatruje sposoby określania miejsca okrętu:
a) według obiektów stałych znajdujących się na lądzie lub zakotwiczonych w określonym miejscu;
b) na podstawie przebytej drogi. (...)

było od warunków atmosferycznych, anomalii magnetycznych, pory doby itp. Pomimo tych niedogodności metody te, nieco udoskonalone, stosowane były w nawigacji aż do dwudziestego wieku. Konstruowano jedynie coraz bardziej dokładne i pomysłowe przyrządy nawigacyjne. [1] Krok milowy w rozwoju nawigacji wyznaczało wynalezienie busoli magnetycznej, sekstanu, chronometru sprężynowego. [2]

Dalszy rozwój naukowo-techniczny umożliwił człowiekowi zbudowanie aparatu [3], przy pomocy którego wzniósł się w powietrze. Rozpoczęła się era zdobywania przestrzeni powietrznej, a wraz z nią rozwój aeronawigacji. Rozwój aeronawigacji opierał się początkowo na metodach i sposobach stosowanych w nawigacji morskiej, zwłaszcza związanych z wykorzystaniem zjwiska magnetyzmu ziemskiego i astronawigacji [4]. Oparcie się aeronawigacji na nawigacji morskiej wynikało ze znacznego rozwoju tej ostatniej. Nawigacja lądowa ze względu na niewielkie prędkości przemieszczania się obiektów po lądzie i ogromnej ilości obiektów orientacyjnych (powstanie szlaków, dróg komunika-

---

[1] Encyklopedia techniki wojskowej, Warszawa 1978, s.414. (...)Z chwilą wprowadzenia do budownictwa okrętowego żelaza(...) powstała konieczność skonstruowania nowego urządzenia do określania kierunku. Takim urządzeniem okazał się kompas.(...) Najnowsze badania wykazują jednak, że już w XI w. Skandynawowie posługiwali się igłą magnetyczną. Informację o stosowaniu celowników do namierzania (namierników) podaje w 1269 r. w dziele "Epistola da magnete" Piotr de Maricourt, zwany Pevegrinus. Wynalazek współczesnego kompasu magnetycznego przypisywany jest Włochowi Flawiuszowi Gioi żyjącemu w XIV w. Róża kompasowa podzielona na 32 rumby powstała w latach 1302-1318. Prototyp współczesnego kompasu magnetycznego zbudował w 1875 r. profesor fizyki na uniwersytecie w Glasgow, William Thompson.

[2] Tamże,(...) do określenia prędkości wykorzystywano tzw. log holenderski. W końcu XVI w. zaczęto stosować log ręczny. W XVII w. pojawiły się logi mechaniczne działające na zasadzie zliczania ilości obrotów róznego kształtu śrub holowanych za rufą. Obecnie do pomiaru prędkości i przebytej drogi stosuje się logi ciśnieniowe,logi indukcyjne i akustyczne.

[3] Ilustrowany leksykon lotniczy, Warszawa 1988, s. 25. Ksiądz Bartolomeo de Gusmao jako pierwszy człowiek wzniósł się balonem na wyskość 60 m.

[4] Leksykon wiedzy wojskowej, Warszawa 1979, s. 241, (...) Astronawigacja polega na określeniu miejsca statku powietrznego według obserwacji i pomiarów ciał niebieskich (...).

cyjnych) nie wymagała takiego oprzyrządowania. Jej rozwój został spowolniony i do dnia dzisiejszego odbywa się w zasadzie w cieniu nawigacji morskiej i lotniczej. W ostatnich latach przy ogromnych ilościach pojazdów i wzrastających prędkościach ich przemieszczania się oraz wobec możliwości poruszania się po bezdrożach przed nawigacją lądową (terranawigacją) [1] stają nowe wymagania, a zarazem i nowe perspektywy. Szczególnego znaczenia w świetle powyższych potrzeb nabiera wykorzystanie systemów satelitarnych do nawigacji. Analizując potrzeby i możliwości wojska, można stwierdzić, że jest to kierunek przszłych poszukiwań naukowych i technicznych. W nawigacji lotniczej w okresie pierwszej wojny światowej w prowadzeniu samolotów posługiwano się oprócz kompasów magnetycznych wysokościomierzami, prędkościomierzami, a więc głównie środkami geotechnicznymi. Podstawowe zadania nawigacyjne, aż do lat trzydziestych dwudziestego wieku realizowano głównie metodą nawigacji wzrokowej [2]. Zastosowanie środków radiowych i urządzeń żyroskopowych przyczyniło się do znacznie dokładniejszego prowadzenia obiektów ruchomych na duże odległości niezależnie od warunków meteorologicznych i anomalii magnetycznych, zwiększając zarazem bezpieczeństwo żeglugi napowietrznej i nawodnej.

Dalsze zasadnicze zmiany w dziedzinie rozwoju środków i sposobów nawigowania zaszły i zachodzą obecnie głównie za sprawą rozwoju lotnictwa. Gwałtowny wzrost prędkości, wysokości i zasięgu lotów samolotów spowodował konieczność automatyzacji najbardziej pracochłonnych procesów podczas nawigowania. Kursowe przyrządy magnetyczne oraz przyrządy współpracujące z naziemnymi systemami radionawigacyjnymi okazały się mało przydatne dla

---

[1] Z. Frankowicz, Istota i współczesne pojęcie nautologii jako nauki o przemieszczaniu się w ekosferze obiektów będących wytworami ziemskiej cywilizacji(w).V Międzynarodowa Konferencja Inżynierii Ruchu Morskiego, Szczecin 1993, s.55.

[2] Ilustrowana encyklopedia dla wszystkich.Lotnictwo, Warszawa 1979, s.132, Nawigacja wzrokowa-nawigacja według terenu polegająca na stałym porównywaniu terenu z mapą topograficzną...

samolotów o dużej prędkości lotu. Powstała konieczność opracowania przyrządów i całych systemów pozwalających uwzględniać pełną dynamikę ruchu samolotu tak aby zapewnić szybkie i dokałdne rozwiązywanie zadań nawigacyjnych. W ślad za tym w wyniku rozwoju nauk matematycznych zrezygnowano z pracochłonnych obliczeń. W oparciu o wzory nawigacyjne, nastąpiło przejście do korzystania z systemów informatycznych. Systemy te opierając się na statystyce matematycznej i teorii prawdopodobieństwa pozwoliły na ujęcie problemów w kategoriach ilościowo-jakościowych eliminując takie pojęcia jak: " dokładne", "mało dokładne", "niepewne".Pojęcia te zmieniono dziś na konkretne wartości liczbowe. Przygotowywanie się do zdobycia przestrzeni kosmicznej spowodowało wzrost zapotrzebowania na niezwykle precyzyjne dane, niezbędne do dokładnego wytyczenia trajektorii lotu, a także bezpiecznego lądowania lub wodowania. [1] Studia poczynione przez różne instytucje nawigacyjne w ciągu ostatnich trzydziestu lat, wykazują stale wzrastające wymagania dotyczące dokładności i szybkości określania pozycji. Cofając się wstecz do 1945 roku, dokładność pozycji samolotu 15-20 mil była traktowana jako normalna. W 1956 roku ustanowiono przejściowe wymagania dokładności pozycji na 1000 stóp dla śmigłowców [2]. W 1957 roku Komitet Koordynacji Lotnictwa Stanów Zjednoczonych (ACC) ustalił trzy mile dla 95% odczytów jako docelową dokładność określania pozycji samolotów we wszystkich warunkach [3]. W 1960 roku Doradczy Komitet Badań Morza Narodowej Akademii Nauk Stanów Zjednoczonych uznał za celowe naukowe opracowanie wymagań wobec systemu satelitarnego pod kątem jego zastosowań w nawigacji. W związku z powyższym w 1961 roku ustalono, że należy dążyć do wykorzystania systemu satelitów nawigacyjnych jako podstawowej metody nawigacyjnej przy kierowniu statkiem. Po sześciu latach

---

[1] G.D.Smirnow, Nawigacyjne sputniki, Moskwa 1963.

[2] Słownik polsko-angielski, Warszawa 1973, s. 365 (...) 1 foot - 30,48 cm (...).

[3] A.Thomas, J.Stansell, The Navy Navigational Satellite System: Description and Status, the International Hydrographic Rewiew, Monaco 1979.

żmudnych prac wdrożono najpierw w 1967 roku elementy tego systemu do eksploatacji w marynarce, a w rok później, w lotnictwie [1]. Eksploatacja systemu przy dalszej jego modernizacji pozwoliła na sformułowanie następujących wniosków:

- teoretycznie, dokładność określania pozycji statku powietrznego jest ograniczona tylko przez błąd w określaniu położenia satelity na orbicie i przez wiedzę użytkownika o ruchu jego własnego statku;
- praktycznie, dokładność pozycji statku powietrznego zależy także od dokładności programu i pracy komputerów.

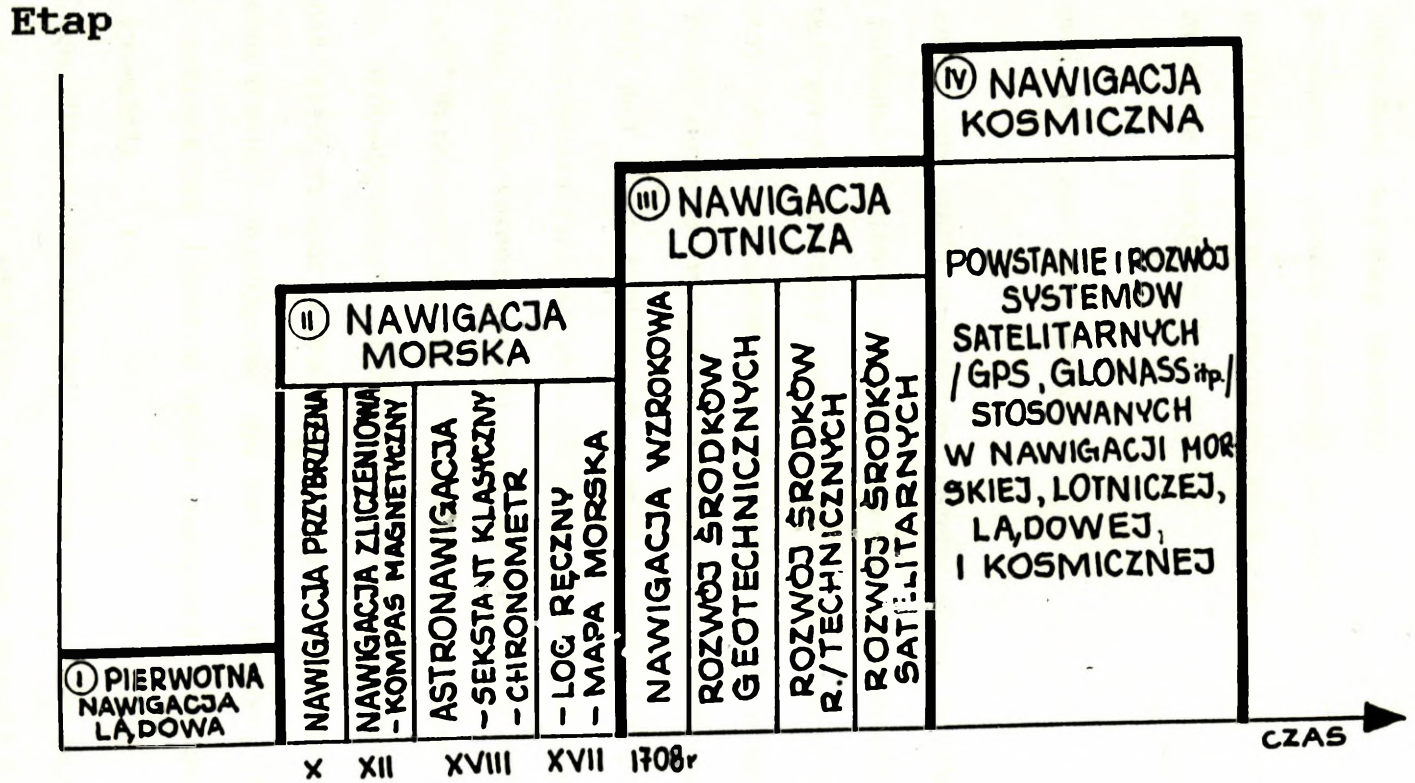
Zastosowane komputery i oprogramowanie pozwalało na określanie pozycji statku powietrznego obarczonej średnim błędem okrężnym o promieniu 100-150 m. Rezultaty takie osiągnięto posługując się danymi z trzech satelitów. Dalszy rozwój tego systemu przejawiający się umieszczeniem na orbicie dwunastu a później osiemnastu satelitów [2], jego integracja z innymi systemami (w tym głównie z systemem bezwładnościowym), pozwolił na określanie pozycji statku powietrznego z dokładnością w granicach 30 m. Badania prowadzone przez pracowników naukowych różnych ośrodków naukowych [3] oraz autora niniejszej dysertacji dają dowody na jeszcze precyzyjniejsze wskazania (3 do 5 m.). Wielkości rzędu decymetrów nie są już zaskoczeniem. Umożliwia to tworzenie w oparciu o systemy satelitarne w pełni zautomatyzowanych systemów nawigacyjnych umożliwiających kierowanie statkami powietrznymi w dowolnych warunkach atmosferycznych i taktycznych. Zdaniem autora, nawigacja wchodzi

---

[1] A.Thomas, J.Stansell, The Navy Navigational Satellite System: Description and Status, the International Hydrographic Rewiew, Monaco 1979.

[2] A.Banachowicz, A. Felski, Satelitarny system nawigacyjny w wersji różnicowej. Przegląd Geodezyjny Nr 2 1991, Realizacja pierwszego satelitarnego systemu nawigacyjnego w latach 1959-1962 doprowadziła do włączenia do pracy 9 satelitów. System ten funkcjonował początkowo pod nazwą Transit. W wyniku dalszych prac konstrukcyjnych system ten udoskonalony i w 1968 roku oddany do użytku cywilnego pod nazwą Naval Navigational Satellite System (NNSS).

[3] Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie, Uniwersytet Techniczny w Braunschweig itp.



Rys. 11 Etapy rozwoju nawigacji.

w swój kolejny etap rozwoju, etap nawigacji kosmicznej. Przed nawigacją stanęły nowe problemy i nowe perspektywy jej naukowego rozwoju. W wyniku powyższych rozważań na drodze rozwoju nawigacji uwidaczniają się następujące charakterystyczne cztery okresy jej rozwoju:

- okres pierwotnej nawigacji lądowej;
- okres powstania i rozwoju nawigacji morskiej;
- okres powstania i rozwoju nawigacji lotniczej;
- okres tworzenia nawigacji kosmicznej.

2.2.1 Rozwój teorii nawigacji lotniczej.

Z chwilą gdy statki powietrzne zaczęły osiągać prędkość naddźwiękową, a na ich pokładach pojawiły się kompleksy nawigacyjno-celownicze, przestały wystarczać proste przybory nawigacyjne typu suwak, mapa, dermatograf. Współczesny lotnik (nawigator, pilot, kontroler ruchu lotniczego) musi stać się wysoko kwalifikowanym specjalistą w dziedzinach techniczno-wojskowych, aby móc czuwać nad pracą kompleksów nawigacyjnych i w pełni wykorzystywać możliwości eksploatacyjne sprzętu lotniczego z techniką komputerową włącznie.

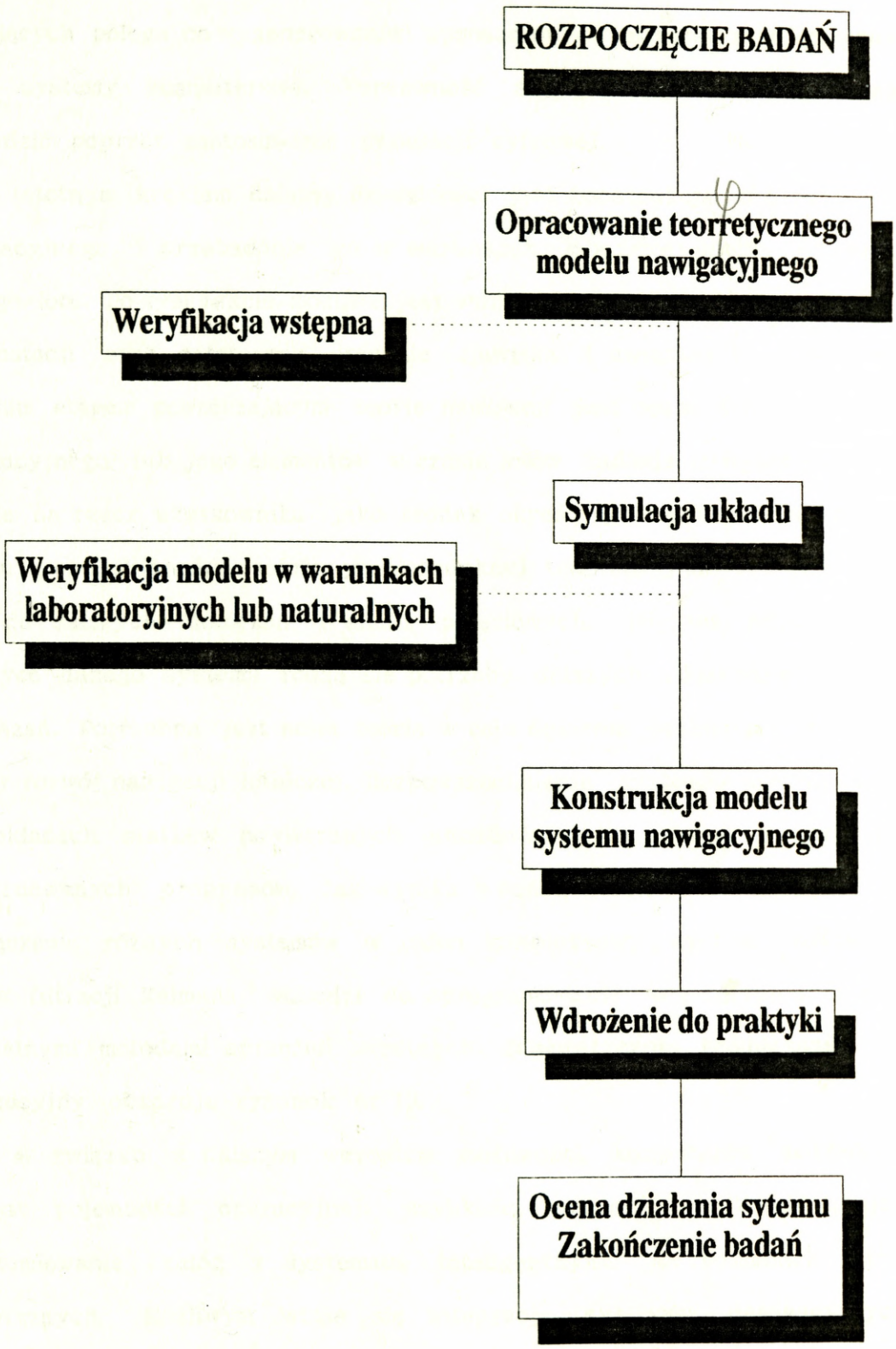
Zdając sobie sprawę z określonych potrzeb już w 1975 roku pod kuratelą prof. Jana Wereszczyńskiego z Politechniki Łódzkiej doprowadzono do powstania ogólnopolskiego forum nawigacyjnego. Forum rozwijało ożywioną działalność współpracując z cywilnymi i wojskowymi uczelniami, instytucjami i przedsiębiorstwami zajmującymi się teorią i praktyką nawigacji lotniczej. Względy gospodarcze i inne w latach następnych rozmach i dynamikę tych działań spowolniły.

Intensyfikacja działalności naukowej nastąpiła dopiero w 1981 roku w związku z realizacją wspólnego z Akademią Marynarki Wojennej tematu

naukowo-badawczego [1]. Te i inne prowadzone już przez autora badania uświadamiają fakt, że rozwój myśli lotniczej, w tym nawigacji, musi postępować zgodnie z kierunkiem rozwoju szeregu innych teorii wywodzących się z kręgu nauk technicznych i wojskowych. Na stan rozwoju teorii z zakresu nawigacji lotniczej w głównej mierze rzutuje rozwój nauk pokrewnych, takich jak: informatyka, elektronika, matematyka, fizyka, taktyka rodzajów sił zbrojnych, wojsk i służb, użycie uzbrojenia i sprzętu technicznego. Współczesna nawigacja lotnicza staje się niejako papierem lakmusowym, kumulującym szczytne zdobycze tych specjalności naukowych. Rozwój teorii w znacznym stopniu ogniskuje się obecnie i będzie się ogniskował zdaniem autora, wokół doskonalenia sposobów oprogramowania i konstruowania instrukcji do programów użytkowych. Z badań wynika, że każdy w zasadzie krok zmierzający do zgłębienia nawigacji lotniczej opiera się o swoisty algorytm działania. Autor bazując na metodach matematycznych stosowanych z powodzeniem w innych naukach, sporządził algorytm rozwoju nawigacji i jej wdrożeń do praktyki. Algorytm ten jest reprezentatywny dla wszystkich elementów składowych nawigacji lotniczej. Zabezpiecza on przed przypadkowością i chybionymi wnioskami, ponadto skraca czas dochodzenia do rozwiązań badanego problemu. Algorytm ten obrazuje rysunek nr 12. Pierwszy krok związany jest z opracowaniem teoretycznego modelu nawigacyjnego. Rozwiązywany problem przedstawia się w formie związków wielkości fizycznych, w oparciu o które zostaje przygotowany odpowiedni model matematyczny danego zagadnienia nawigacyjnego. Kolejny krok to symulacja. Badania symulacyjne, jako fizyczne modelowanie, są przeprowadzane w celu określenia współczynników i wypracowania instrukcji sterujących. W badaniach tych elementy pomiarowe, takie jak układy radarowe, giroskopowe i inne mogą występować jako modele matematyczne lub rzeczywiste elementy fizyczne. Często w badaniach symulacyjnych w

---

[1] Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia 1981, "Analiza określania statku powietrznego z wykorzystaniem satelitów".



Rys. 2 Algorytm rozowju teorii nawigacji i jej wdrożeń do praktyki.

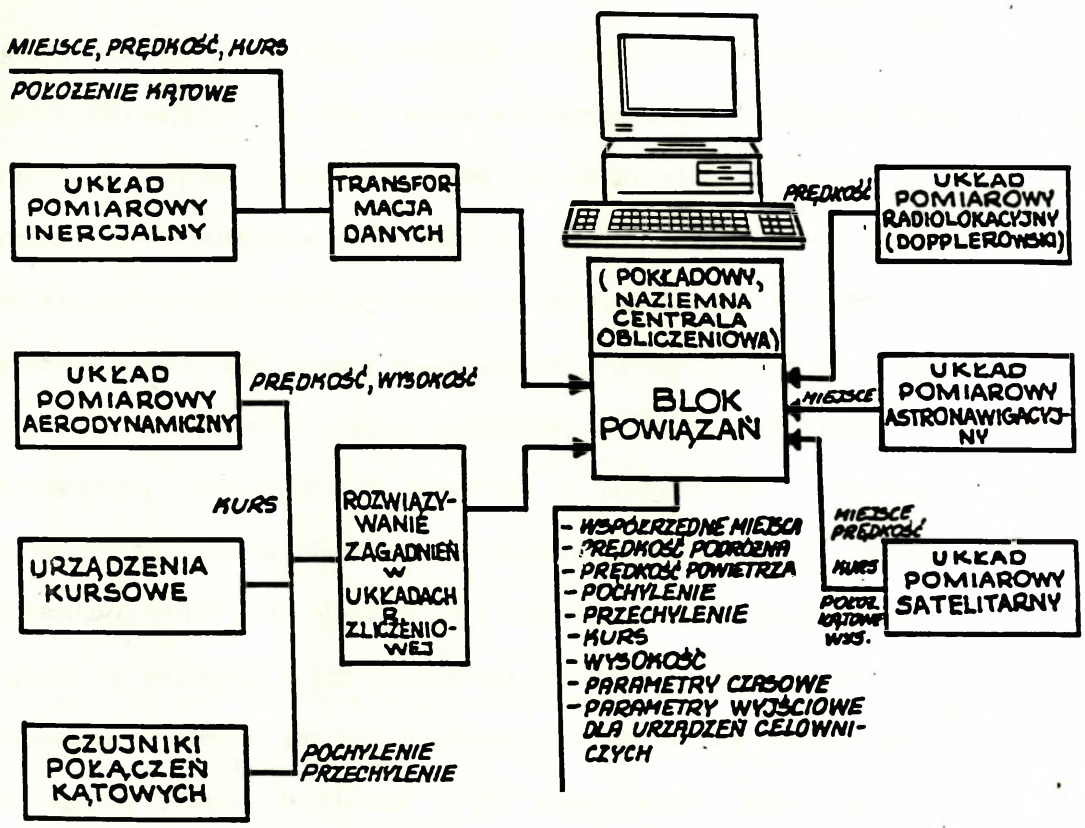
pętli modelu fizycznego wymagany jest udział człowieka. Opracowanie instrukcji sterujących polega na wygenerowaniu uproszczonych równań rozwiązywanych przez systemy komputerowe. Poprawność sformuowanych równań można sprawdzić poprzez zastosowanie symulacji cyfrowej.

Istotnym krokiem dalszej działalności jest konstrukcja modelu nawigacyjnego i przebadanie go w warunkach laboratoryjnych lub rzeczywistego lotu. Po tym fakcie możliwe jest wdrożenie systemu lub urządzenia do eksploatacji oraz ostateczne opisanie zjawiska i związanych z nim pojęć. Ostatnim etapem poszerzającym teorię nawigacji jest ocena działania systemu nawigacyjnego lub jego elementów w czasie lotów. Zadanie to wykonywane jest zwykle na rzecz użytkownika jako środek określający skuteczność działania układu i jego zgodność z założonymi warunkami technicznymi. Ten element daje pole do dalszych dociekań i analiz pojęciowych. Poprzez sprawdzenie w praktyce danego systemu rodzą się potrzeby dalszych udoskonaleń i nowych rozwiązań. Potrzebna jest nowa teoria w celu opisania problemu, a tym samym dalszy rozwój nawigacji lotniczej. Rozpowszechnienie systemów komputerowych na pokładach statków powietrznych umożliwia coraz szersze wykorzystanie konstruowanych programów. Jak wynika z badań coraz powszechniejsze staje się łączenie różnych systemów w jeden kompleksowy system nawigacyjny. Teoria filtracji Kalmana [1] wchodzi do oprogramowania w połączeniu z konwencjonalnymi metodami sprzężeń zwrotnych. Schematycznie kompleksowy układ nawigacyjny obrazuje rysunek nr 13.

W związku z dalszym wzrostem możliwości komputerów pokładowych (wzrost pojemności operacyjnej, szybkości operacji) możliwym staje się porozumiewanie załóg z systemami inteligentnymi na pokładach statków powietrznych. Możliwym staje się integracja systemów nawigacyjnych i

---

[1] K.Vorbrich, Some Criterions vor the Design of the Reference Stations of the Differential Global Positioning Satellite System (DGPS), (w). V Międzynarodowa Konferencja Inżynierii Ruchu Morskiego, Szczecin 1993, s. 265.



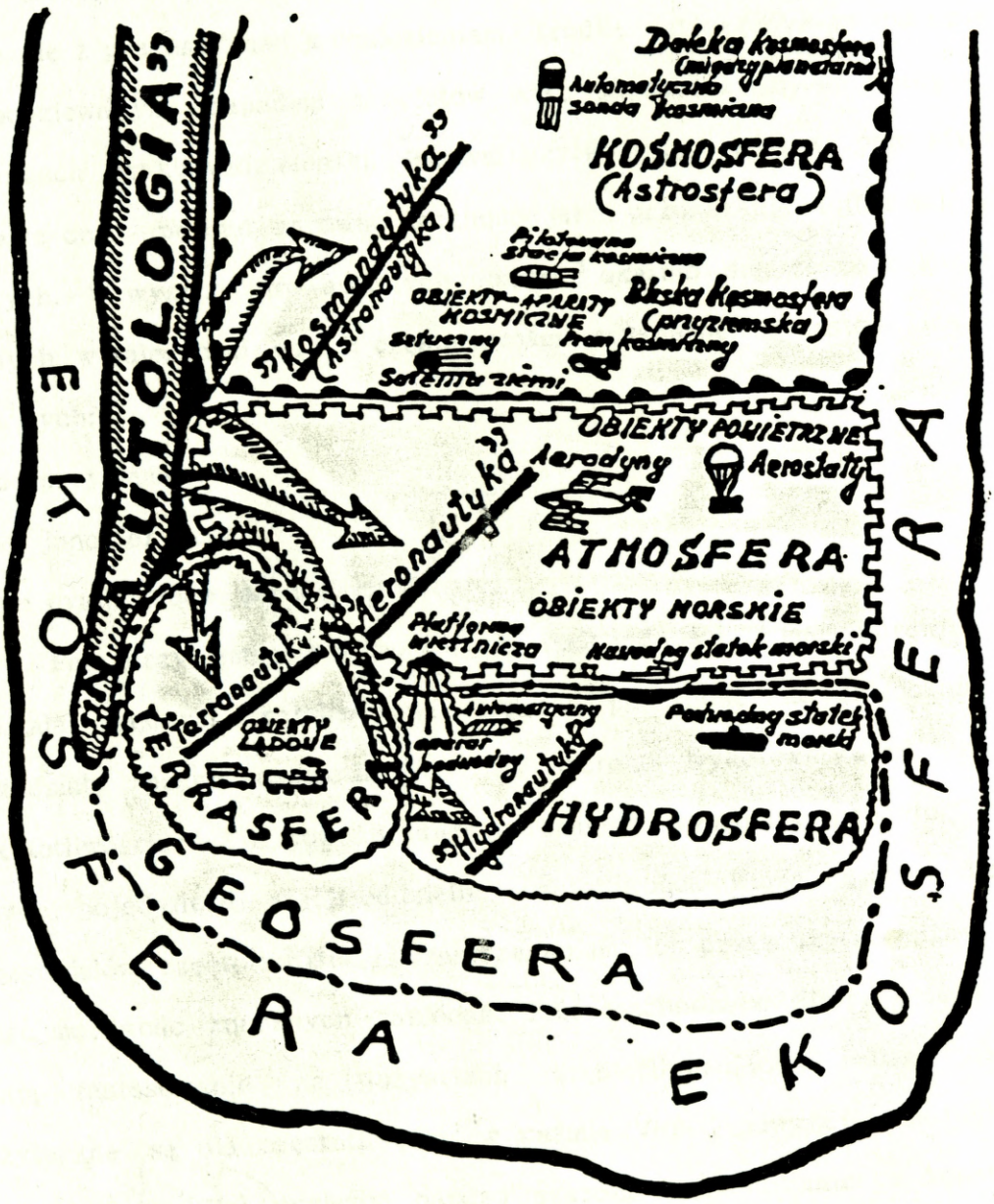
Rys.13 . Schemat blokowy nawigacyjnego układu kompleksowego.

sterowania statkiem powietrznym z systemami celowniczymi do automatycznego kierowania ogniem środków artyleryjskich i rakietowych oraz bombardowania. Ponadto analiza już istniejących systemów nawigacyjnych, które wymagają coraz rozleglejszych, a zarazem bardziej specjalistycznych opracowań teoretycznych z zakresu nawigacji lotniczej, potwierdziła w pełni ich przydatność. Sprawdziły się one w wielu współczesnych konfliktach zbrojnych między innymi w wojnie o Fanklandy i w Zatoce Perskiej. Systemy te stały się wręcz niezbędnym elementem planowanych i realizowanych przedsięwzięć militarnych uzyskując coraz wyższe uznanie w oczach dowódców. Wszystkie te zdobycze nawigacji lotniczej wraz z osiągnięciami nawigacji morskiej i lądowej przyczyniły się do rozwoju nauki związanej z przemieszczaniem się obiektów w przestrzeni ekosfery. W związku z powyższym i wychodząc naprzeciw społecznemu zapotrzebowaniu o zdeterminowaniu nauki jako systemu wiedzy o przemieszczaniu się obiektów i kierowniu nimi w przestrzeni ekosfery autor sądzi, że nadszedł czas renesansu nautologii jako nauki[1]. Nautologia swoim zakresem obejmuje już tak obszerny system wiedzy teoretycznej i praktycznej, że dalszy rozwój nawigacji i jej pokrewnych specjalności może zapewnić wszelkie atrybuty wiedzy naukowej w ogólnej klasyfikacji nauki. Wizję rozwoju nautologii w najbliższej przyszłości autor przedstawia na schemacie nr 14.

Prowadząc badania autor osobiście przekonał się o dynamice rozwoju nawigacji. Na Uniwersytecie Technicznym w Braunschweig funkcjonuje nawigacja lotnicza w ramach aeronautyki jako dziedziny naukowej. W naszym

---

[1] Z. Frankowicz, Istota i współczesne pojęcie nautologii jako nauki o przemieszczaniu się w ekosferze obiektów będących wytworami ziemskiej cywilizacji (w) V Międzynarodowa Konferencja Inżynierii Ruchu Morskiego. Szczecin 1993, s. 47. (...) Nautologia - to system wiedzy o prowadzeniu obiektów (rozpatrywanych jako złożony system techniczny lub jako złożony zautomatyzowany system techniczny, poliergotyczny) przemieszczający się w przestrzeni ekosfery (tj. kosmosfery, atmosfery, hydrosfery i terrosfery) rozpatrujący przemieszczanie się obiektów i kierownie nim, jako jednolity proces informacyjno - decyzyjny zapewniający dokładne, niezawodne i bezpieczne osiągnięcie funkcji celu tego przemieszczenia.



Rys. 14 Nautologia jako dziedzina wiedzy naukowej oraz jej struktura wg. poglądów prof. Z. Frankowicza.

2.2.2 Stan aktualny i kierunki rozwoju radiotechnicznych środków nawigacji lotniczej.

Idea powstania i rozwoju radiotechnicznych środków nawigacji lotniczej wiąże się z pracami [1] nad wynalezieniem środka ostrzegającego na czas przed niespodziewanym napadem samolotów oraz pozwalającego na walkę z nimi w warunkach braku widzialności. Pierwsi użytkownicy radia wkrótce stwierdzili, że może ono zapewnić zarówno łączność jak i przekazanie informacji nawigacyjnych. W wyniku prowadzonych badań [2] okazało się, że do celów nawigacyjnych w zależności od ich częstotliwości przydatne są następujące typy fal radiowych:

- fale przyziemne;
- fale jonosferyczne;
- fale rozchodzące się po linii prostej.

Fale przyziemne pomimo swych niedogodności (mała sprawność anten, niestała prędkość rozchodzenia się fal, podatność na zakłócenia, wąskie przedziały pasma częstotliwości) są szeroko wykorzystywane na niskich częstotliwościach. Z powodu dużego zasięgu wymagają ponadto, prawie na każdej pojedyńczej stacji oddzielnej czętotliwości. Wiąże się to z koniecznością przydziałów częstotliwości i przestrzeganiem ich przez użytkowników. Istnieje więc możliwość znacznych zakłóceń. Fale rozchodzące się po liniach prostych mają zastosowanie na wszystkich częstotliwościach jednak najbardziej użyteczne są dla częstotliwości w paśmie VHF i powyżej. Fale ultrakrótkie (powyżej 30 MHz) znalazły bardzo szerokie zastosowanie w konstruowaniu

---

[1] M Sztarski, Radary, Warszawa 1981, s. 19. (...) Podczas drugiej wojny światowej w USA pracowało nad udoskonaleniem konstrukcji radarowych w trzech instytucjach naukowych około 7600 pracowników.

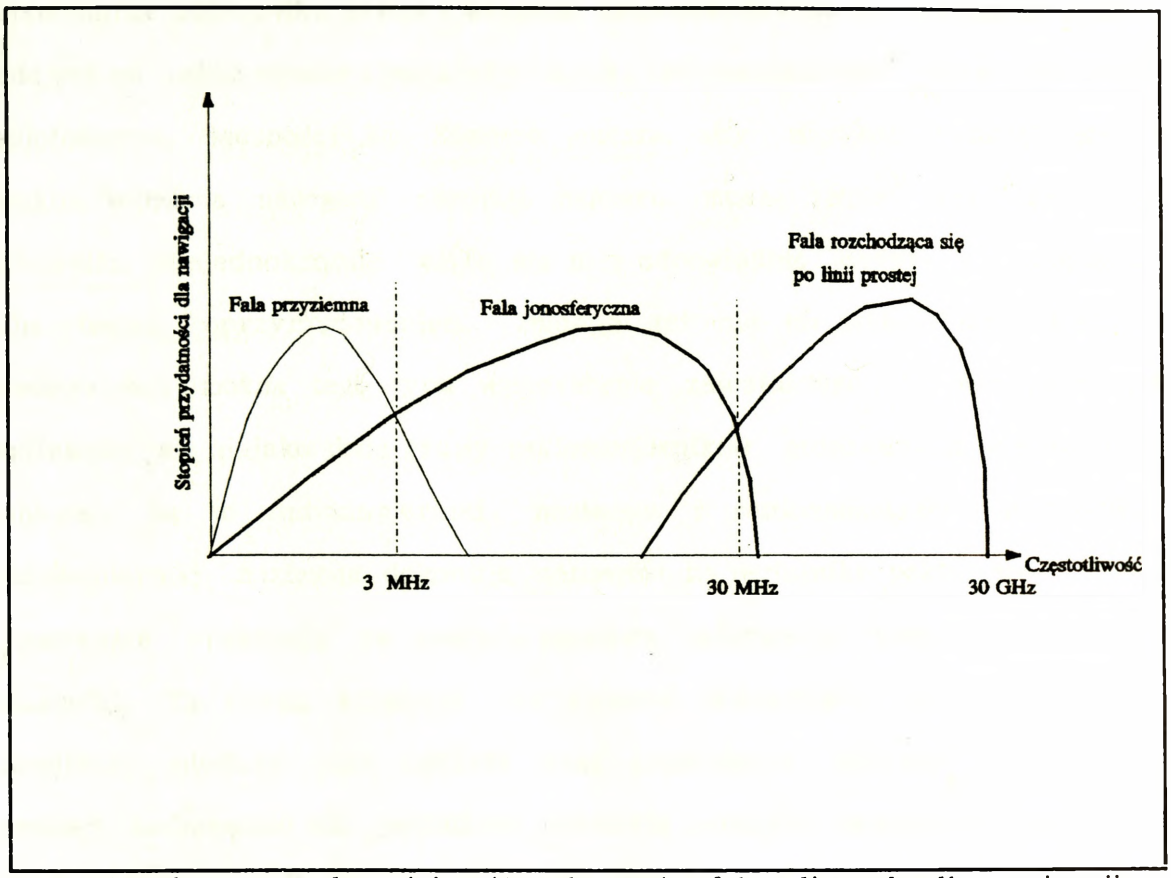
[2] M.Sztarski, Radary, Warszawa 1981, s. 20 (...) A.H. Taylor i L.C.Young pracując w 1922 roku w laboratorium radiowym lotnictwa marynarki wojennej zgłosili wniosek mający na celu wykorzystanie zjawisk zakłócania łączności radiowej przez przepływające okręty do zbudowania urządzenia ostrzegawczego.

- fale jonosferyczne:
- fale rozchodzące się po linii prostej.

Fale przyziemne pomimo swych niedogodności (mała sprawność anten, niestała prędkość rozchodzenia się fal, podatność na zakłócenia, wąskie przedziały pasma częstotliwości) są szeroko wykorzystywane na niskich częstotliwościach. Z powodu dużego zasięgu wymagają ponadto, prawie na każdej pojedyńczej stacji oddzielnej czętotliwości. Wiąże się to z koniecznością przydziałów częstotliwości i przestrzeganiem ich przez użytkowników. Istnieje więc możliwość znacznych zakłóceń. Fale rozchodzące się po liniach prostych mają zastosowanie na wszystkich częstotliwościach jednak najbardziej użyteczne są dla częstotliwości w paśmie VHF i powyżej. Fale ultrakrótkie (powyżej 30 MHz) znalazły bardzo szerokie zastosowanie w konstruowaniu systemów nawigacyjnych pracujących do linii horyzontu. Ponieważ możliwe jest przewidzenie drogi rozchodzenia się tych fal, a ich długości są krótkie, wobec tego bez trudności można zastosować prawie każdą wymaganą konstrukcję anteny. Dlatego też technika realizacji zadanych charakterystyk jest w konsekwencji syosunkowo prosta. Poza linią widoczności horyzontu ze względu na gwałtowny spadek natężenia sygnału, tego typu układy nie znalazły zastosowania. Między tymi dwoma falami (falą przyziemną a falą rozchodzącą się po linii prostej) jest obszar zacieniony, gdzie fale przyziemne mają niewielkie znaczenie (rys. nr 15). Jest to obszar częstotliwości w niewielkim stopniu wykorzystywany przez systemy nawigacyjne.

Fala jonosferyczna przedstawia sobą raczej zmienny środek transmisji. którego skuteczność jest wysoce zależna od odległości, częstotliwości i pory dnia. Dlatego w systemach radionawigacyjnych została ona wykorzystana. prawie wyłącznie, do konstrukcji naziemnych radiokompasów. Ponadto uważa się ją za przszkodę dla systemów nawigacyjnych pracujących na fali przyziemnej.

Początkowo zastosowanie radia w nawigacji lotniczej było ograniczone i sprowadzało się w zasadzie do przeprowadzenia namiarów na istniejące



Rys. 15 Wykres przydatności różnych typów fal radiowych dla nawigacji w zależności od częstotliwości nadajnika.

radionamierniki komunikacyjne. Z biegiem lat wynaleziono specjalne systemy radiowe, których głównym celem było dostarczenie informacji nawigacyjnej. Systemy te określono pojęciem radiolokacja. Termin radiolokacja pochodzi od łacińskich słów radius- promień i lokus- miejsce, jego zaś odpowiednik "radar" od angielskiego określenia Radio Aids vor Defence and Reconnaissance (radiowe pomoce do obrony i rozpoznania).[1] Były to początki radiolokacji realizowane przez radionamierzanie. [2] Swą pożyteczną funkcję spełnia ona po

---

[1] Encyklopedia techniki wojskowej, Warszawa 1978, s.565.

[2] Tamże, s. 568, ...Radionamierzanie, określenie kierunku na źródło fal radiowych poprzez ich kierunkowy odbiór. Stosowane jest w nawigacji lotniczej i morskiej do wyznaczania pozycji obiektu i innych danych nawigacyjnych .

dzień dzisiejszy, zwłaszcza tam gdzie brakuje bardziej wyspecjalizowanych systemów nawigacyjnych atrakcyjność radionamierzania polega na tym, że przy odpowiednim odbiorniku możemy określić kierunek dowolnego radionamiernika. Nadajnikiem takim oprócz specjalistycznych radionamierników mogą być stacje radiofoniczne, łączności itp. Zdaniem autora, aby uzyskać zadawalający z punktu widzenia nawigacji rezultat namiaru, muszą istnieć wysokiej klasy odbiorniki. Niejednokrotnie wiąże się to z odpowiednio dużym pod względem gabarytowym oprzyrządowaniem. Dlatego też nie na wszystkich statkach powietrznych można tego typu wyposażenie zainstalować. W związku z tym wodrębniły się niejako dwie grupy radionamierników stosowanych w nawigacji lotniczej. Są to radionamierniki naziemne i radionamierniki pokładowe. Radionamierniki naziemne dokonują namiarów na nadajniki pokładowe, a następnie przkazują na pokład samolotu informacje namiaru ze stacji naziemnej. Tą drogą uzyskuje się znaczne dokładności ale jednocześnie komplikuje obsługę oraz opóźnia czas przesyłania informacji na pokład samolotu. Radionamierniki pokładowe dokonują namiarów na nadajniki naziemne. Są one proste w budowie, nie wymagają kanału radiołączności do transmisji danych, ale za to są mniej dokładne. Ponadto radionamierniki dostarczają tylko informacji kierunkowej. Znalazły one zastosowanie jako systemy uzupełniające nowsze systemy nawigacyjne. W latach trzydziestych w celu lepszego określenia pozycji samolotu opracowano radiolatarnie znakujące. Studiując materiały źródłowe [1] autor stwierdził, że w 1939 roku miały one już swoje zastosowanie w liniach cywilnych Stanów Zjednoczonych. Obecnie radiolatarnie znakujące (tzw. markery) są stopniowo wypierane przez systemy nawigacyjne takie jak VOR/DME. Nie mniej jednak w systemie przyrządowym ILS [2], przy podejściu do

---

[1] M.Sztarski, Radary, Warszawa 1981, s. 48.

[2] M.Kayton, Elektroniczne układy nawigacji lotniczej, Warszawa 1976, s. 619, ...ILS- system lądowania według przyrządów... przyrządowy system niskiego podejścia, składa się z radiolatarni ścieżki schodzenia i radiolatarni kierunkowej (kursu).

lądowania, tego typu radiolatarnie pracują na swej tradycyjnej częstotliwości 75 MHz i pozostają nadal jako standartowe wyposażenie.

W związku z szybkim rozwojem lotnictwa wynikła potrzeba precyzyjnego nawigowania samolotami oraz wykrywania samolotów na dalekich odległościach. Równolegle z doskonaleniem radionamierników w latach trzydziestych zintensyfikowano prace nad doskonaleniem stacji radiolokacyjnych. W USA w tym czasie zbudowano stację radiolokacyjną SCR-268 oraz SCR-270 [1] o zasięgu dwustu kilometrów, służącą do wykrywania celów powietrznych. W Anglii w tym czasie zbudowano stację ostrzegawczą typu CH o zasięgu do trzystu kilometrów. Jak wynika z literatury przedmiotu w latach trzydziestych opracowano ponadto szereg nowych elementów mikrofalowych (magnetrony, flistrony). Przyśpieszyło to znacznie rozwój radiolokacji. W czasie drugiej wojny światowej zaznaczyła się tendencja na fale decymetrowe, co polepszyło jakość stacji radiolokacyjnej. W latach pięćdziesiątych nastąpił rozwój stacji zdalnego kierowania pociskami rakietowymi oraz systemów wykrywania międzykontynentalnych pocisków rakietowych. W dalszych latach w miarę rozwoju informatyki i elektroniki zasady działania i budowy urządzeń radiolokacyjnych znacznie się skomplikowały.

Zmieniło to między innymi pogląd na klasyfikację metod radiolokacji. Z analizy literatury [2] wynika, że najczęściej klasyfikowano je według współczynnika wypełnienia. Według tej klasyfikacji rozróżniano urządzenia pracujące:

- falą ciągłą (współczynnik wypełnienia- 1);
- urządzenia impulsowo- dopplerowskie (współczynnik wypełnienia-

---

[1] M.Sztarski, Radary, Warszawa 1981, s. 23, 42.

[2] M.Ajzionow, Radiotechnika i radionawigacyjonnyje pribory, Transport, Moskwa 1975;
J.Kroszczyński, Technika współczesnej radiolokacji, Warszawa 1975;
S.Latinskij, Tieorija i praktika eksploatacji radiolokacjonnych sistem, Sovieckoje Radio, Moskwa 1980;
M.Kayton,Elektroniczne układy nawigacji lotniczej,Warszawa 1976.

10-1 do 10-2);

- urządzenia impulsowe (współczynnik wypełnienia- 10-3 i mniej).

Urządzenia pracujące falą ciągłą charakteryzowały się możliwością dokładnego pomiaru szybkości radialnej, łatwością wykrywania obiektów na tle ech stałych. Urządzenia impulsowo-koherentne, w porównaniu do tych pierwszych, odznaczały się zwiększoną rozróżnialnością i dokładnością pomiaru odległości. Urządzenia impulsowe natomiast, charakteryzowały się dużą dokładnością i rozróżnialnością przy pomiarze odległości oraz zdolnością jednoczesnej obserwacji i pomiaru współrzędnych dużej liczby celów. Dzięki tym zaletom stacje radiolokacyjne znalazły powszechne zastosowanie. Rozwój techniki, stosowanie nowych sposobów modulacji sygnałów sondujących umożliwiających zwiększenie dokładności pomiaru odległości, odporność urządzeń na zakłócenia sprawił, że powyższa klasyfikacja jest niepełna. Jak wynika z analizy literatury urządzenia z kompresją impulsów mogą mieć bardzo dobrą rozróżnialność nawet przy zastosowaniu długich impulsów. Urządzenia z modulacją psełdolosową pracują modulowaną falą ciągłą zachowując zalety urządzenia impulsowego. W miarę stosowania skomplikowanych sygnałów sondujących słuszniejsze byłoby klasyfikowanie metod i urządzeń radiolokacyjnych według tego sygnału. Zastosowanie w radiolokacji znalazły również nowe odkrycia z dziedziny elektroniki kwantowej. Nowe możliwości techniczne stwarzają też lasery. Zastosowanie laserów i maserów pozwala uzyskać bardzo dobrą rozróżnialność. Urządzenia takie można stosować jako celowniki lotnicze lub celowniki- dalmierze itp. Ze względu ma szerokie zastosowanie urządzeń radiolokacyjnych należy się spodziewać dalszego rozwoju tej gałęzi nauki.

W celu chronologicznego zobrazowania radiotechnicznych systemów autor zestawił je w tabeli nr 2.

W Polsce radiolokacja zaczęła się rozwijać dopiero po drugiej

Tabela nr 2

System	Częstotliwość	Przeznaczenie	Uwagi
Radionamierniki	Różne	Najwcześniejszy radiowy system nawigacyjny, obecnie używany najczęściej jako system rezerwowy.	
Czterokursowa radiolotarnia niskiej częstotliwości	200 - 400kHz	Rozpowszechniony w latach trzydziestych. Jedno z pierwszych rozwiązań zapewniające samolotom kierunkowe prowadzenie. Obecnie zastępowana przez radiolatarnie ogólnokierunkowe VHF.	
Średniofalowa radiolatarnia bez - kierunkowa	200 - 1700kHz	Radiostacje prowadzące współpracujące z pokładowymi radionamiernikami długo-średniofalowymi (LF/MF). Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne Wykonane całkowicie w technice półprzewodnikowej.	
Marker - radiolatarnia znakująca	75MHz	Używana powszechnie jako punkt kontroli przelotu wzdłuż dróg latających lub znacznik odległości w systemie lądowania (ILS). Stopniowo wypierana przez nowe systemy (VOR/OME).	
Ultrakrótkofalowa radiolatarnia ogólnokierunkowa (VOR)	108 - 118MHz	Zastępuje radiolatarnię czterokursową niskoczęstotliwościową, dzięki ciągłemu polepszaniu jego dokładności pozostaje w użyciu.	
Decca	70 - 130kHz	System hiperboliczny pracujący na fali ciągłej. W nawigacji lotniczej opracowano pokładowy kursograf. Wymaga specjalnych map.	
Radiolokator naziemny (pierwotny i wtórny)	1250-,10000MHz	Szeroko stosowany jako urządzenie pomocnicze łącznie z z radiolokatorem wtórnym(1030-1090 MHz) w uzyciu od II wojny światowej do wykrywania celów	

		i naprowadzania nań własnych myśliwców. Radiolokator wtórny początkowo do rozpoznania swój-obcy.	
LORAN A	2 MHz	System dalekiego zasięgu opracowany podczas II wojny światowej, ciągle stosowany w transoceanicznej nawigacji lotniczej. Rozważana jest jego automatyzacja i komputeryzacja.	
TACAN	960-1215MHz	Taktyczny system nawigacyjny określający kierunek. Wykonuje te same impulsy co system DME	
Radiodalmierz DME	960-1215MHz	Opracowany podczas II wojny światowej od 1959 roku jako międzynarodowy standard często umieszczany razem z ogólnokierunkową latarnią VOR.	
VORTAC		System nawigacyjny powstały wskutek umieszczenia razem systemów VOR i TACAN daje jednoznaczny namiar pozycji od pojedyńczej stacji nadawczej.	
LORAN C	100kHz	Dalsze rozwinięcie systemu LORAN A. Zwiększony zasięg i polepszoną dokładność uzyskano za pomocą techniki impulsowej. Wykorzystuje przyziemne fale niskiej częstotliwości.	
LORAN D	100kHz	System bliskiego zasięgu o zastosowaniu taktycznym do pracy na małych odległościach i małych wysokościach. Powstał w oparciu o system LORAN C i może z nim współpracować.	
OMEGA	10 - 14kHz	System hiperboliczny przeznaczony do podobnej obsługi jak LORAN C w rozwo	

wojnie światowej, w latach 1948-49. Do chwili obecnej skonstruowano szereg radiolokatorów różnego przeznaczenia [1].

Obecnie, zdaniem autora dalszy rozwój polskiej radiolokacji będzie koncentrował się na:

- zwiększaniu zasięgu stacji radiolokacyjnych;
- uodpornianiu stacji na zakłócenia;
- wprowadzaniu nowych metod generacji i obróbki sygnałów radiolokacyjnych;
- poprawie niezawodności pracy;
- poszukiwaniu nowych technologii.

Analizując tą problematykę i kierunki rozwoju radiolokacji autor doszedł do wniosku, że radiotechniczne środki nawigacji lotniczej największe zastosowanie będą miały jako:

1. Wyposażenie nawigacyjne, zabezpieczające końcową fazę lotów dla wszystkich typów statków powietrznych;
2. Główne wyposażenie nawigacyjne dla małych statków powietrznych;
3. Podstawowe wyposażenie oznakowania dróg lotniczych.

Analiza literatury przedmiotu wskazuje, że najbardziej przydatnymi częstotliwościami dla potrzeb radionawigacji mogą być:

- fale ultrakrótkie, w zakresie częstotliwości 100 do 500 MHz;
- impulsowe fale przyziemne, w zakresie częstotliwości 100 kHz;
- fala ciągła, w zkaresie częstotliwości 10 kHz.

Podjęte przez autora badania oraz współpraca z ośrodkami krajowymi w tym głównie Instytutem Lotnictwa, Wojskową Akademią Techniczną oraz Wydziałem Nawigacji WLOP pozwalają na przedstawienie harmonogramu rozwoju

---

[1] ...stacja ostrzegawcza Nysa-13, stacje Avia,TRN,SRN itp. Ponadto jest prawdopodobne,że ze względu na ogromne możliwości obliczeniowe systemów komputerowych zostaną zintensyfikowane prace nad rozwojem mieszanych systemów nawigacyjnych np.: radiobezwładnościowych. dopplerowsko-bezwładnościowych itp.

radiotechnicznych środków nawigacji lotniczej, w tym głównie systmów lądowania. (Tab. nr 3)

Lp	Przedsięwzięcie	Termin realizacji
1	Analiza aktualnie funkcjonujących systemów krajowych i światowych	1993
2	Określenie potrzeb	czerwiec 1994
3	Dobór systemów dla potrzeb polskiego lotnictwa wojskowego	styczeń 1995
4	Wdrożenie do produkcji (zakup)	wrzesień 1995

Tab. 3 Harmonogram wdrożenia do eksploatacji systemu lądowania dla lotnictwa wojskowego. [1]

2.2.3. Perspektywy nawigacji bezwładnościowej

Nawigacja bezwładnościowa jest częścią składową nawigacji lotniczej służącą do określania pozycji i prędkości obiektu powietrznego na podstawie pomiaru przyśpieszeń i ich analizy komputerowej. Dzięki zastosowaniu komputerów pokładowych o odpowiednio oprogramowanych układach równań nawigacji bezwładnościowej otrzymywane są na pokładzie samolotu wskazania pozycji, podawane w sposób ciągły z układu autonomicznego całkowicie niezależnego od informacji z zewnątrz układu (ziemi). Ponadto informacje nawigacyjne są

[1] Harmonogram opracowano na podstawie koncepcji pracy naukowo -badawczej "Systemy lądowania dla lotnictwa wojskowego", Dęblin 1993.

właściwie niezależne od manewrów samolotu i dostarczają na wyjściu układu dokładnych informacji o pozycji, prędkości podróżnej, azymucie i pionie. Jedyną wadą układu bezwładnościowego jest konieczność poziomowania układu oraz fakt występowania zniekształcenia informacji o prędkości i pozycji statku powietrznego wraz z upływem czasu (dokładność pomiaru zależy od upływu czasu).

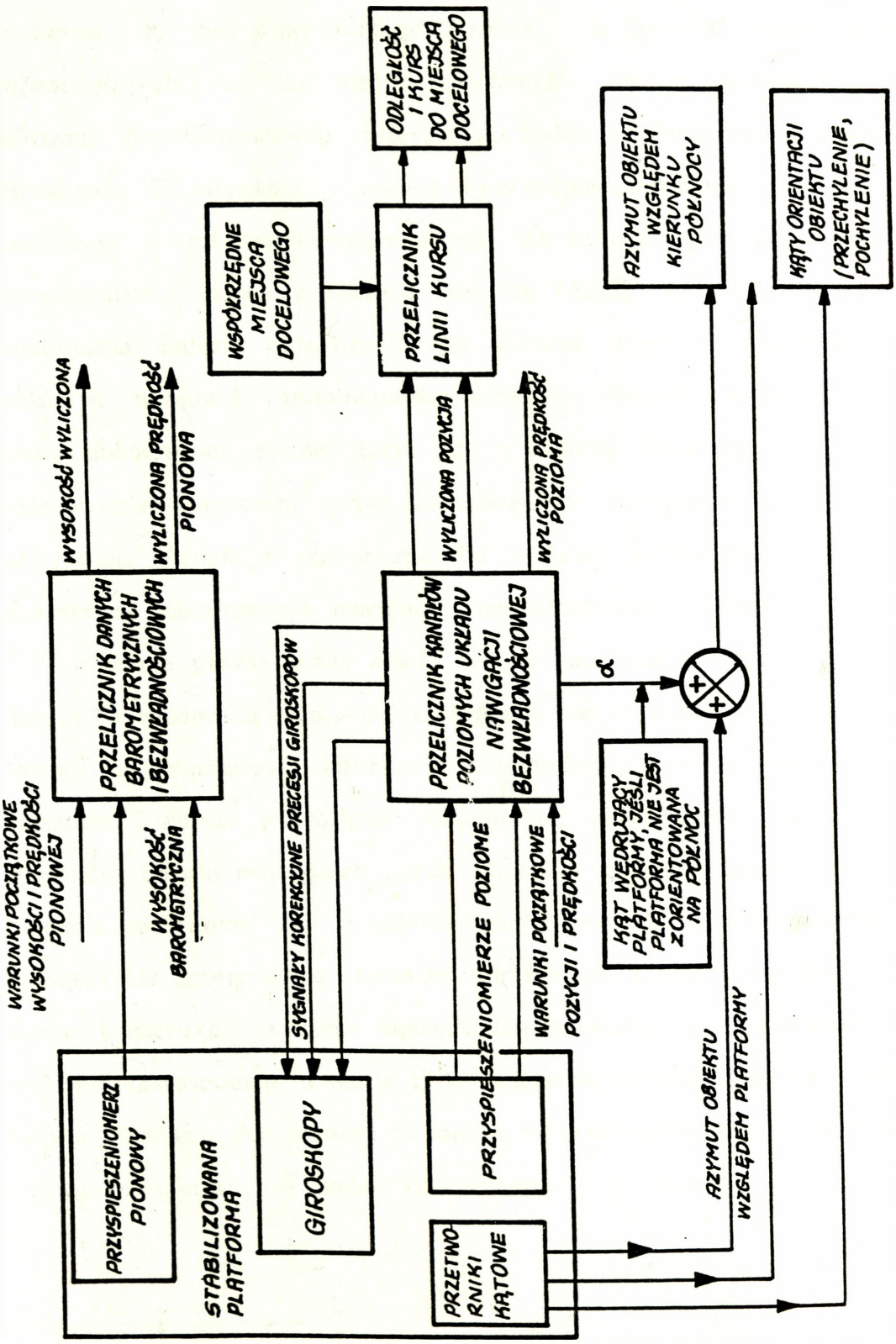
Początki nawigacyjnych układów bezwładnościowych wywodzą się z teorii i techniki automatycznego sterowania ogniem artylerii, a później automatycznego kierowania pociskami balistycznymi, a więc dwóm teoriom przynależnym wojskom rakietowym. Tego typu rozwiązania znalazły również zastosowanie w marynarce wojennej, głównie zaś w nawigowaniu okrętami podwodnymi. W lotnictwie elementy nawigacji bezwładnościowej wykorzystano początkowo przy konstrukcji konwencjonalnych przyrządów lotniczych.

W latach pięćdziesiątych ze szczególną dynamiką zwrócono się w stronę lotniczych układów nawigacji bezwładnościowej. Możliwości tych układów i ich specyficzne właściwości spowodowały zintensyfikowanie badań, w celu opracowania systemów bezwładnościowych przydatnych w lotnictwie wojskowym. W badaniach tych dominowały Stany Zjednoczone. Tego typu układy znalazły zastosowanie w tak nowoczesnych konstrukcjach lotniczych, jak XB-70, B-58, F-111, itp. Typowy system nawigacji bezwładnościowej zastosowany w najnowszych konstrukcjach przedstawia poniższy schemat blokowy (rys).

Dokładność bezwładnościowych systemów nawigacyjnych ograniczona jest niedokładnością układu, wynikającą z niemożności wyróżnienia przyśpieszenia grawitacyjnego. Błędy wynikające z tej niedoskonałości systemu mierzone w odległości sięgają do 30 m natomiast w azymucie od dwóch minut kątowych (2') do $0{,}5^0$.[1]

---

[1] I. Savantet al. Principles of Inertial Navigation, McGraw, Book Co., Inc New York 1961



Rys. 16. Schemat blokowy układu nawigacji bezwładnościowej.

Stąd też, zdaniem autora, dalszy rozwój nawigacji bezwładnościowej może koncentrować się nad poprawą dokładności, spełniającą wymogi lotnictwa transportowego dalekiego zasięgu ale niewystarczającą dla innych rodzajów lotnictwa czy też prac kartograficznych dla potrzeb wojsk lądowych i inżynieryjnych, czy też wojsk rakietowych. Należy sądzić, że w rozwoju nawigacji bezwładnościowej zmierzać się będzie do doskonalenia pływakowych giroskopów na łożyskach gazowych i przypśpieszeniomierzy pływakowych, w połączeniu z sytemami komputerowymi lub innymi tego typu nowoczesnymi rozwiązaniami. Można oczekiwać też, że układy te projektowane będą z możliwością dalszej aktualizacji ich wskazań z innych dublujących je na pokładzie urządzeń (np.radionawigacyjnych). Ponadto w układach średniej klasy dokładności można liczyć się z dalszym rozwojem technologicznym układów giroskopowych, przyspieszeniomierzy i komputerów. *Główny wysiłek skierowany będzie w stronę rozwoju techniki giroskopowej, warunkującej praktyczne zastosowanie nawigacji bezwładnościowej w wojsku.*

Obecnie prawie każdy obiekt latający ma jakiś rodzaj urzą
dzenia bezwładnościowego, dzięki któremu można zapewnić pilotowi (nawigatorowi) natychmiastową informację o orientacji kątowej, pozycji, prędkości, azymucie i kursie podróżnym. Dlatego też perspektywy dalszego rozwoju systemów bezwładnościowych jako systemów autonomicznych jak również w układzie mieszanym [1] (np. z radionawigacją czy też systemem dopplerowskim) są niezwykle interesujące. Również w badaniach kosmicznych przy opracowywaniu konstrukcji statków kosmicznych elementy tych systemów znajdują szerokie zastosowanie. Kwestia tylko w kompatybilności tego typu rozwiązań z innymi układami. Ten problem to kolejne wyzwanie postawione nauce wojskowej i cywilnym instytucjom badań kosmicznych.

---

[1] Materiały z sympozjum naukowego WOSL. Dęblin 1993 wystąpienie prof. dr. inż. Gunther Schancer, Aplication of Satelite Navigation. s. 16

2.2.4. Perspektywy rozwoju astronawigacji i nawigacji satelitarnej

Już od najdawniejszych czasów wykorzystywano gwiazdy do celów nawigacji i obliczania pozycji obiektów. Niezależność namiarów astronomicznych od urządzeń zewnętrznych i warunków początkowych, to główne przyczyny stosowania namierników astronomicznych w marynarce wojennej i lotnictwie. Inną równie ważną cechą namiarów astronomicznych jest możliwość poprawiania dokładności nawigacji samolotu poprzez korekcję namiarów pozycji, bądź wskazań azymutu. Jak wynika z analizy literatury krajowej i zagranicznej automatyczne astronawigatory [1] nie znajdują zbyt szerokiego zastosowania w lotnictwie. Zastosowanie takie znalazły jedynie tego typu rozwiązania w lotnictwie dalekiego zasięgu i na niektórych typach samolotów lotnictwa cywilnego. Astronomiczne urządzenia naprowadzające wykorzystywane są obecnie w nawigacji lotniczej w układzie z innymi systemami nawigacyjnymi np. bezwładnościowym lub dopplerowskim.

Aktualna technika określania pozycji samolotu w oparciu o współczesne systemy astronawigacyjne polega na tym, że wchodzący w skład tego systemu komputer pokładowy (załoga) wybiera gwiazdę i wylicza kąt nacelowania na nią w stosunku do platformy giroskopowej jako układu odniesienia poziomu i azymutu. Po tych czynnościach komputer lub załoga naprowadza na tę gwiazdę teleskop i sprawdza prawidłowość określenia pozycji (gwiazda musi być w środku pola widzenia teleskopu). W przypadku wystąpienia błędów w określaniu pozycji, komputer pokładowy odszukuje inną gwiazdę i dokonuje pomiarów i korekt według właściwych programów, aż do momentu wyliczenia bieżącej pozycji i azymutu samolotu.

---

[1] Glenn Quasius and F. Mc Canless, Star Trakers and Systemss Desogn. Spratan Books, Ins 1966. Astronawigator - lotniczy układ nadążny w którym do określenia pozycji samolotu wykorzystano namiary astronomiczne gwiazd uzyskane przy użyciu urządzeń optycznych (teleskopów).

Stosowane obecnie systemy astronawigacyjne do pracy w świetle dziennym dysponują detektorami o wąskim polu widzenia [1], mniejszym niż 6 sekund kątowych, i przeszukują jedynie niewielki fragment nieba. Urządzenia te działają bądź na zasadzie zerowej detekcji, bądź na zasadzie pomiaru przemieszczenia obrazu ze środka pola widzenia teleskopu. O wiele większe efekty mogłoby przynieść astronawigacji lotniczej zastosowanie detektorów sze rokokątnych, rozpoznających wybraną do pomiarów gwiazdę na podstawie jej wielkości. Być może w przyszłości w tym kierunku rozwiną się badania nad zastosowaniem astronawigacji w lotnictwie.

Obecnie pomimo niewielkiego zastosowania astronawigacji w lotnictwie zainteresowanie nią, a w szczególności automatycznymi astronawigatorami, wzrasta coraz bardziej. Analiza materiałów źródłowych wskazuje na następujące przyczyny zwiększania tych zainteresowań:

- wzrost wysokości i prędkości lotów współczesnych samolotów pozwala na wykorzystanie astronawigatorów nad chmurami w aerosferze i przestrzeni kosmicznej;
- rozwój urządzeń śledzących jednakowo efektywnych zarówno w dzień jak i w nocy;
- ciągły rozwój informatyki wojskowej pozwalający w oparciu o komputery pokładowe szybko naprowadzać elementy śledzące i precyzyjnie wyliczać pozycje z niewielką zwłoką czasową;
- doskonalenie konstrukcji różnego rodzaju urządzeń do przetwarzania kątów, takich jak np. cyfrowe przetworniki kątów, ułatwiających pomiar kąta nacelowania teleskopu;
- możliwość zastosowania danych z pomiarów astronawigacyjnych do aktualizacji danych innych systemów (np. bezwładnościowych).

Próbując określić przyszłościowe kierunki rozwoju systemów astronawigacyjnych autor doszedł do wniosku, że będą zdeterminowane rozwojem

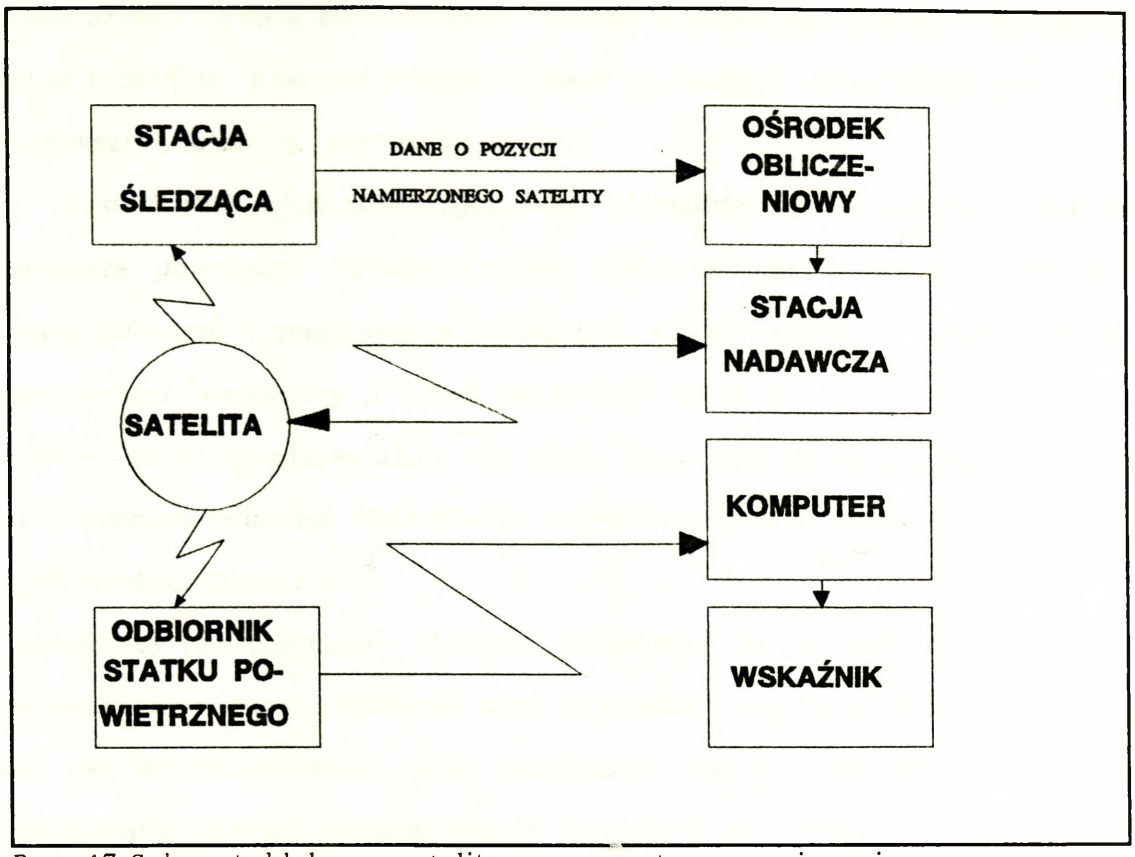
---

[1] M. Katyra, Elektroniczne układy nawigacji lotniczej, Warszawa 1976 s. 456

teleskopów oraz postępem technicznym w dziedzinie rozwoju fotoczujników. Ponadto znaczny wpływ na rozwój astronawigacji lotniczej może wywrzeć zastosowanie jej pomiarów do aktualizacji wskazań innych systemów będących na usługach wojsk lądowych, rakietowych, w tym także jednostek rozpoznawczych. Rozwój techniki fotodetektorowej może spowodować zmniejszenie gabarytów elementów systemu, co przy oczekiwanym uproszczeniu lub całkowitym wyeliminowaniu platform stabilizujących pozwoli na coraz szersze zastosowanie astronawigacji w siłach zbrojnych, ze szczególnym uwzględnieniem lotnictwa.

Do niedawna w astronawigacji wykorzystywano jedynie obserwację Słońca, Księżyca i innych planet oraz niektórych gwiazd. Olbrzymi rozwój techniki w latach sześćdziesiątych, siedemdziesiątych i osiemdziesiątych spowodował pewne zmniejszenie zainteresowania pracami z zakresu zastosowania obserwacji astronomicznych do celów nawigacyjnych. Poglądy te wynikały z ograniczonych możliwości dokonywania obserwacji ciał niebieskich podczas złej widoczności nieba. Jednakże w owych latach rozwinęła się także radioastronomia.

Z chwilą wystrzelenia w 1957 roku pierwszego sztucznego satelity ziemi rozpoczęły się rozważania nad wykorzystaniem sztucznych satelitów w nawigacji lotniczej. Pod wieloma względami satelita jest takim samym obiektem jak mała planeta, a ponadto posiada pod pewnymi istotnymi dla nawigacji względami przewagę nad planetami. Nawigacja przy pomocy naturalnych ciał niebieskich umożliwia jedynie pomiar kątów, natomiast w oparciu o satelity wyposażone w aktywne nadajniki i odbiorniki można mierzyć również odległość i prędkość. W obliczu takich możliwości nastąpił gwałtowny rozwój badań nad zastosowaniem systemów satelitarnych dla celów wojskowych, w tym także dla nawigacji lotniczej.



Rys. 17 Schemat blokowy satelitarnego systemu nawigacyjnego.

Pierwszy satelitarny system nawigacyjny "Transit" uruchomiono wystrzeleniem 19 września 1959 r satelity nawigacyjnego "Transit I"[1]. Do grudnia 1962 umieszczono kolejne satelity na orbicie. Pełną zdolność do pracy osiągnął on z chwilą umieszczenia na orbicie 4 satelitów. Pracował on na zasadzie efektu Dopplera. Analiza wykresu krzywej przesunięcia częstotliwości Dopplera pozwalała rozwiązywać zarówno zadania obserwacyjne jak i nawigacyjne. Dokładność śledzenia lub określania współrzędnych nawigacyjnych zależała od dokładności obliczeń punktu maksymalnego nachylenia krzywej Dopplera. Dokładność określenia pozycji wynosiła od 0,5 do 0,1 Mm.

System ten w swych kolejnych wersjach rozwojowych funkcjonował do lat siedemdziesiątych . W latach osiemdziesiątych wprowadzono do powsze-

[1] R. B. Kersher. R. R. Newton . The Transit system. The Journal of the Institiute of Navigation. London 1962.

chnego użytku system GPS NAVSTAR [1] (Global Positioning System - Navigation Satelite Providing Time and Range). System ten zastąpił "wyeksploatowany" już i nie zawsze skuteczny system Transit.

System GPS wielkością zastosowań, dokładnościąi szybkością znacznie przewyższa poprzedni. Ponadto zebrane doświadczenia z jego użytkowania w minonej dekadzie i ciągła praca wszystkich użytkowników systemu GPS nad doskonaleniem aparatury i metod obserwacji pozwoliły już teraz uzyskiwać rezultaty bardziej zadawalające od tych, które pierwotnie planowano dzięki temu systemowi osiągnąć. [2] Równolegle z systemem GPS uruchomiono i rozwijano w ZSRR system GLONASS.

Aktualnie funkcjonujące systemy satelitarne mogą rozwiązywać zadania nawigacyjne związane z pomiarem kąta, odległości i prędkości samolotu. Ponadto mogą być wykorzystywane jako satelitarne stacje przekaźnikowe (np. do przekazywania danych o stanie pogody w ratownictwie lotniczym, morskim itp.). Do ich zalet należy zaliczyć fakt, że umożliwiają określenie pozycji oraz zapewniają łączność, niezależnie od stanu pogody, wszystkim odbiorcom na powierzchni ziemi, w aerosferze i przestrzeni kosmicznej wyposażonym w stosowną aparaturę odbiorczą. Pokrywają one swoim zasięgiem cały glob ziemski, a co za tym idzie pozwalają kontrolować ruch w terrasferze, aerosferze i kosmosferze, jak również hydrosferze. Stąd wykorzystanie techniki satelitarnej w nawigacji lotniczej dla celów militarnych jest coraz powszechniejsze.

Praktyczne zastosowanie (w szerokim zakresie) systemy te znalazły w wojskach sprzymierzonych podczas wojny w Zatoce Perskiej. Generał Kutyna [3], dowódca US Space Command, uznał za konieczne zastosowanie systemów

---

[1] Green R. B. The GPS 21 Primary Satellite Constelation, Massatt P. D. Navigation, vol 36, nr 1 Spring 1989.

[2] Wells D. Guide to GPS positioning, Canadian GPS Associates 1987.

[3] Andrzej Fellner, Henryk Jafernik. Militarne zastosowanie sztucznych satelitów podczas wojny w Zatoce Perskiej. Przegląd Wojsk Lotniczych i OPK, Poznań 1993 r.

satelitarnych (w tym GPS) podczas prowadzenia działań bojowych przez pojedynczych żołnierzy,załogi czołgów, samolotów, śmigłowców przy wykonywaniu strzelań, bombardowań jak również do precyzyjnego określania pozycji manewrujących obiektów nieprzyjaciela i wojsk własnych. Dotyczy to obiektów tak w powietrzu jak i na lądzie, bądź w hydrosferze.

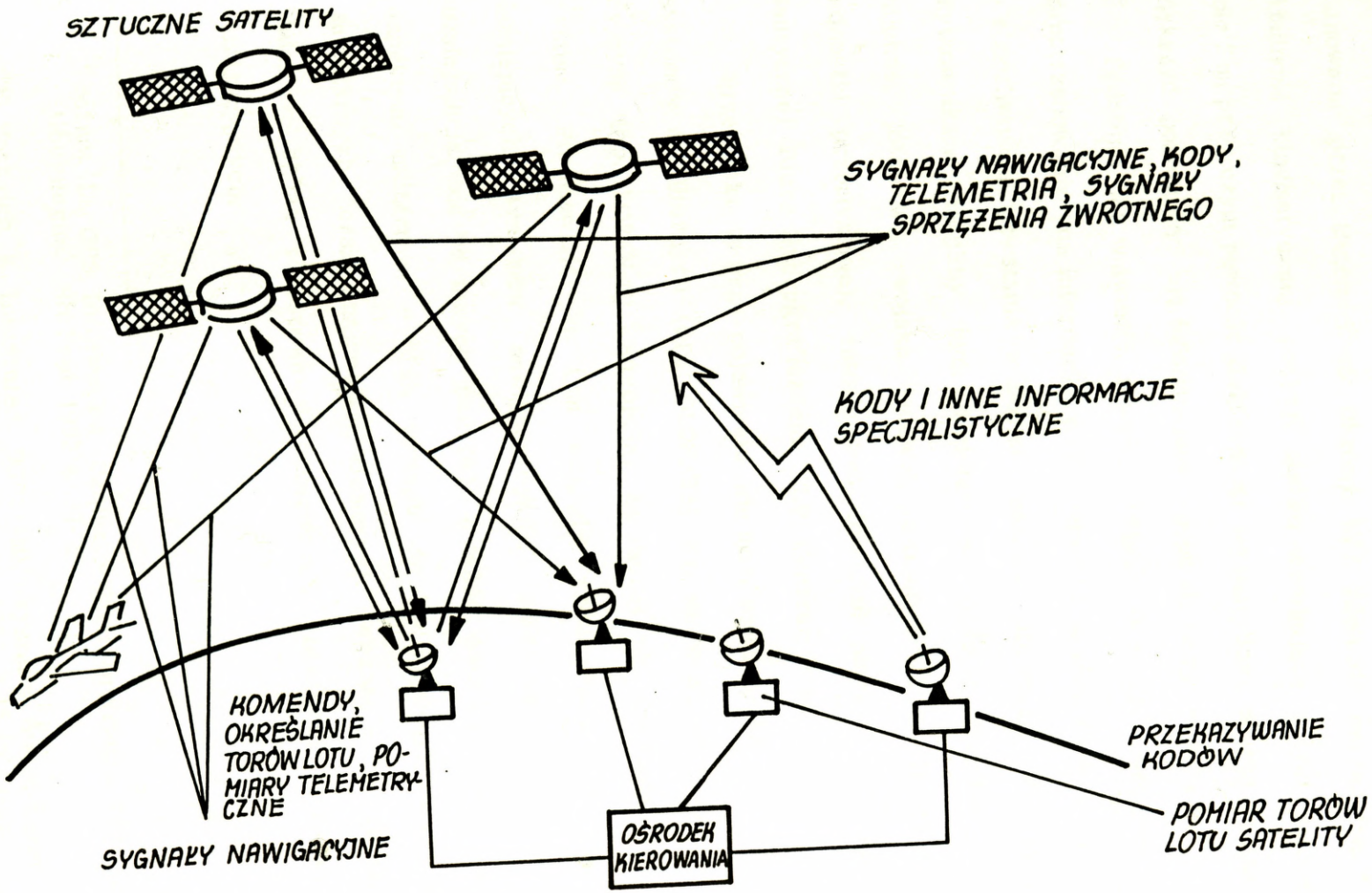
Szczególna rola przypadła do spełnienia już funkcjonującemu i nadal intensywnie rozwijającemu się systemowi NAVSTAR - radioelektronicznemu satelitarnemu systemowi nawigacyjnemu - przeznaczonemu do określania przestrzennych współrzędnych i prędkości obiektu oraz do synchronizacji czasowej zegarów znajdujących się na pokładach obiektów /satelitów, okrętów, samolotów, wozów bojowych/. Przy pomiarze współrzędnych obiektu, jak wynika z badań, wykorzystano metodę pomiaru odległości, a przy pomiarze prędkości metodę dopplerowską.

Autor realizując pracę naukowo-badawczą [1] podjął badania nad wdrożeniem rozwiązań powyższego sytemu do nawigacji lotniczej. Dotychczasowy stan zaawansowania badań pozwala optymistycznie prognozować dalszy rozwój tego działu nawigacji lotniczej. Szczególnego znaczenia nabierają badania związane z opracowaniem systemów automatycznego lądowania w oparciu o technikę satelitarną. Ogromne znaczenie dla rozwoju techniki wojskowej może mieć wykorzystanie techniki satelitarnej do precyzyjnego prowadzenia jednostek bojowych wojsk lądowych, lotnictwa i marynarki wojennej oraz bezawaryjnego kierowania nimi (dowodzenia) w czasie prowadzenia działań bojowych.

Wzrost użytkowników systemów satelitarnych tak wojskowych jak i cywilnych potwierdza tendencje rozwojowe tych systemów. Dotychczasowy wyłączny administrator GPS Departament Obrony USA (DOD) powołał łącze cywilne ułatwiające dostęp do danych z tego systemu użytkownikom cywilnym. Obecnie istnieje już w świecie osiem narodowych centrów informacji GPS.

---

[1] Technika satelitarna w polskiej nawigacji lotniczej. Dęblin, CDL, 1992 r.



Rys.18 . Zasada działania systemu NAVSTAR.

Ponadto do 1995 roku system GPS ma osiągnąć docelową konstelację 24 satelitów i planowaną przez Ministerstwo Obrony USA zdolność operacyjną. [1] Osiągana dokładność kinematycznej pozycji statku wynikająca z tych założeń wynosi około 5 m, przy czym pewność dokładności wyznaczonej pozycji można wydatnie zwiększyć posługując się informacjami spoza depeszy satelity [2].

Podobnie jak w świecie, również w Polsce ilość użytkowników GPS i DGPS i zapotrzebowanie na informacje o GPS wzrasta w znacznym stopniu. Wiąże się to z możliwością powstania w Polsce Centrum Informacji GPS [3]. Potencjalnymi użytkownikami mogliby być: Ministerstwo Obrony Narodowej (marynarka wojenna, lotnictwo, wojska lądowe), lotnictwo (LOT, Instytut Lotnictwa, jednostki przemysłowe), ratownictwo lotnicze, morskie, Ośrodek Informacji Nautycznej Biura Hydrograficznego R.P, Centrum sieci DGPS itp.

Przesłanki te przy pojawieniu się możliwości technicznych do integracji systemów sateliternych (GPS, GLONASS) z naziemnymi systemami radionawigacyjnymi (np. LORAN-C) [4] sugerują, że raczej nie powstanie jeden globalny system. Przemawiają za tym względy ekonomiczne (wykorzystanie już istniejących systemów nawigacyjnych), militarne (nie dopuszczenie do uzależnienia się od innych państw), a także dokładnościowe (wiąże się to z aspektem militarnym - brak dostępu do kodu precyzyjnego w systemach satelitarnych oraz znajomości efemeryd). Wyznacza to zarazem kierunki dalszych badań i poszukiwań stosownych rozwiązań w rozwoju systemów nawigacyjnych.

---

[1] Barnat L., GPS Information Center - Civil Interface. Proc. of ION 92, Usa Albuguegue, Nh Sept 1992 s. 23-29.

[2] K. Vorbrich K. Integrated DGPS/IMU systems for Airborne Navigation in Poland. Artificial Satellites, Warsaw 1993, s.15 in print.

[3] Vorbrich K. Centra cywilnej informacji GPS. V Międzynarodowa Konferencja Inżynierii Ruchu Morskiego, Szczecin 1993, s. 197

[4] Van Willigen D., Eurofix. The Journal of Navigation Vol. 42, No 3 1989, s. 375-381.

2.3 Praktyczne zastosowanie badń w zakresie nawigacji lotniczej.

Współczesny postęp w nawigacji, stymulowany zapoczątkowanym w latch pięćdziesiątych naszego wieku i trwającym po dzień dzisiejszy gwałtownym rozwojem myśli naukowo-technicznej, pozostaje w ścisłym związku z poszukiwaniem coraz to nowych rodzajów działalności ludzkiej w aerosferze. Dzisiaj, w drugiej połowie XX wieku, nawigacja lotnicza stała się bogatą wiedzą bazującą w wysokim stopniu na matematyce, elektronice, mechanice, ekonomii, naukach wojskowych, a nawet psychologii i socjologii. Stała się ona wiedzą, która wraz z inspirowanymi przez nią gałęziami przemysłu umożliwia człowiekowi podróżowanie zarówno w aerosferze jak i przestrzeni międzyplanetarnej. Stan ten spowodował że możliwe jest spojrzenie na nawigację lotniczą po nowemu.

Problem ten można krótko scharakteryzować w sposób następujący: poszerzenie zakresu działalności, zarówno tej poznawczej jak i użytkowej na coraz to rozleglejsze obszary aerosfery stawia przed nawigacją lotniczą nowe zadania. Stąd też podstawowe zadania nawigacji lotniczej wynikające z definicji zaproponowanej przez autora, polegające na pewnym i bezpiecznym prowadzeniu statku powietrznego w aerosferze z jednego punktu na ziemi do drugiego, z założoną dokładnością, obwarowane zostało szeregiem nowych wymagań.

Dzielą się one na dwa rodzaje:

- wymagania cywilne,
- wymagania wojskowe.

Lotnictwo cywilne koncentruje swoją uwagę głównie na bezpieczeństwie lotu i ekonomice przewozów. Dąży się więc do niezawodności sprzętu nawigacyjnego i łatwości jego obsługi. Większość zabiegów zmierza w kierunku automatyzacji wypracowania danych nawigacyjnych. W tym celu niezbędna staje się ralizacja zadań specjalistycznych, np. w czasie dokonywania pomiarów terenu gdzie wymagana jest pewna forma kontroli geodezyjnej i umiejętność precyzyjnego opisywania każdego punktu, rodzi się potrzeba poszukiwania

nowych technik badawczych, nowych technologii itp. Wymagania te zmuszają, między innymi, do sięgania po najnowsze zdobycze techniki satelitarnej.

W lotnictwie wojskowym w czasie pokoju wymagania w nawigowaniu samolotami bojowymi, w locie z jednego punktu do drugiego różnią się niewiele od wymagań w lotnictwie cywilnym. Do funkcji ekonomiki przewozu dołączyć jedynie należy efektywność wykonania zadań na poligonie, w rejonie rozpoznania lub realizacji innych zadań. Natomiast w warunkach działań militarnych przy przejściu gospodarki na okres wojenny ulegają przewartościowaniu funkcje efektywności (które wchodzą na pierwszy plan) i ekonomiki.

W nawigacji wzrastają wymagania w zakresie dokładności względnej, przy gwałtownym pogorszeniu warunków nawigowania statków powietrznych. Załogi samolotów bombowych i myśliwsko-bombowych - wykonujące określone zadania ogniowe na głębokościach taktycznych, operacyjno-taktycznych lub strategicznych na cele określone współrzędnymi geograficznymi - wymagają nawigacji o wysokiej dokładności absolutnej. Takie same wymagania staną również przed załogami statków powietrznych przezanczonych do tankowania innych obiektów w powietrzu, samolotów rozpoznawczych poszukujących spotkania z grupami uderzeniowymi do ich naprowadzenia na cel, samolotami szturmowymi działającymi bezpośrednio na lini frontu wspierając wojska pierwszorzutowe. Ponadto przy realizacji większości zadań bojowych samolotom wojskowym potrzebny jest pasywny układ nawigacji w celu maskowania swojego położenia i uchronienia się przed przedwczesnym wykryciem. Wymagana jest również coraz większa odporność systemów nawigacyjnych i celowniczo-nawigacyjnych na zakłócenia mogące zablokować funkcjonowanie układu.

Lotnictwo rozpoznawcze i myśliwsko-bombowe realizując zadnia rozpoznawcze będzie wymagało autonomicznych urządzeń nawigacyjnych do niezależnego określania pozycji względnej obiektów poszukiwanych, z czułością 3-10-krotnie większą od czułości tychże obiektów. Ponadto generalnie wszystkie rodzaje

lotnictwa wysuwają względem systemów nawigacyjnych wymogi dotyczące pozyskiwania danych w czasie rzeczywistym. Ze względu na ogromną dynamikę współczesnego pola walki, niedopuszczalny jest fakt, że aktualne wyposażenie polskiego lotnictwa w systemu nawigacyjne i rozpoznawcze takich możliwości nie może zapewnić. Załogi samolotów rozpoznawczych Mig-21r, SU-20R mogą przekazać dane dopiero po wylądowaniu w bazie i częściowej obróbce materiałów rozpoznawczych. Aktualnie, jeżeli na to pozwalają możliwości konstrukcyjne samolotów dąży się do opracowania danych przez systemy autonomiczne, instalowane na pokładach samolotów. Rozwój systemów satelitarnych otwiera takie szanse przed coraz szerszą grupą samolotów bojowych.

W samolotach pozbawionych systemów autonomicznych informacje dostarczane na pokład mogą być przekazywane w różnych formach, w zależności od potrzeb odbiorcy. Jedne informacje - te dla załogi kontrolującej lot - będą wymagały prostej, czytelnej wizualizacji, inne mające charakter sygnału sterującego będą przesyłane do autopilota lub też jako informacje cyfrowe trafią do komputera celem dalszego przetwarzania. Wszystkie jedank będą, wymagały pomimo oczywistych zróżnicowań, znacznej dokładności. Jak wynika z badań, podstawę wszystkich wielkości wyjściowych systemu nawigacyjnego stanowiła będzie pozycja obiektu podawana we współrzędnych geograficznych.

Kolejne wymogi wiąże się z bezpieczeństwem wykonywania lotów. Proponowane są różne metody rozwiązania tego problemu. Obecna technika umożliwia nie tylko wykrycie ale i wydzielenie dla każdego obiektu powietrznego będącego w ruchu, określonego obszaru przestrzeni powietrznej. Obszar ten ma określone wymiary geometryczne w wyznaczonym czasie. Wyznaczony obszar porusza się z planowaną lub nakazaną prędkością lotu samolotu. Zadaniem pilota jest utrzymanie się w tym obszarze. W związku z tym pożądaną wielkością wyjściową jest ciągłe wskazywanie, gdzie samolot znajduje się w czasie rzeczywistym w stosunku do środka przyznanej mu przestrzeni powietrznej.

Badania naukowe porowadzone przez autora w ramach prac Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk [1] i inncyh ośrodków, w tym głównie Instytutu Lotnictwa i Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, zmierzają ku poszukiwaniom rozwiązań pomniejszających błąd w określaniu pozycji obiektu powietrznego. Zastosowanie odpowiednio oprogramowanych systemów komputerowych, wprzężonych w systemy satelitarne, umożliwia zdobywanie informacji nawigacyjnej w czasie rzeczywistym i z wymaganą przez użytkownika dokładnością. Dodatkowo efektywność wykorzystania przestrzeni powietrznej przez statki powietrzne przy wysokim stopniu bezpieczeństwa, zapewnia ciągły rozwój systemów kontroli ruchu powietrznego. Kontrola naziemna na podstawie otrzymanych informacj z pokładowych urządzeń nawigacyjnych, informacji ze stacji radiolokacyjnych, kontroli obszaru i kontroli zbliżania, jest w stanie przekazać odpowiednie instrukcje załogom w celu bezpiecznego nawigowania samolotem. Nawigowanie to realizowane jest poprzez nawigację zliczeniową lub namiar pozycji. Nawigacja zliczeniowa polegająca na ekstrapolacji drogi odniesionej do jakiejś znanej pozycji w czasie przeszłym zawiera w sobie pomiar kierunku ruchu samolotu i przebytej drogi.

Analiza literatury przedmiotu wskazuje, że do niedawna nawigacja wzrokowa (podstawowa), obecnie ciągle jeszcze w użyciu, wykorzystująca informacje zbierane z prędkościomierza i busoli, niezbędne do wykonania obliczeń matematycznych w celu nakreślenia kolejnych pozycji na mapie w chwili obecnej jest już niewystarczająca.

Prowadzone badania naukowe w zakresie nawigacji lotniczej zmierzają do automatyzacji tego procesu. W początkowym okresie automatyzacji były to pojedyncze układy i przyrządy nawigacji zliczeniowej. Z biegiem czasu były to już kompleksowe układy nawigacyjne,dokonujące obliczeń metodą namiaru pozycji polegającej na określaniu pozycji samolotu bez konieczności odnoszenia

---

[1] K. Vorbrich, Centra cywilnej inforamcji GPS. CKB PAN , Informacja w ramach V Międzynarodowej Konferencji Inżynierii Ruchu Morskiego, s. 191-199.

się do poprzednio znanej pozycji. Czasami aktualna pozycja nie jest potrzebna, a do analizy lotu wystarczy zupełnie linia pozycyjna. Przytoczone rozwiązania upraszczają proces pomiaru jednocześnie dając pewność nawigowania i bezpieczeństwo realizacji zadań.

Ze względu na wielość środków technicznych stosowanych w realizacji zarówno nawigacji zliczeniowej jak i przy prowadzeniu namiaru pozycji, przyjęto w rozważaniach teoretycznych jak i do celów użytkowych rozpatrywać je łącznie pod pojęciem systemu nawigacyjnego [1] obiektu powietrznego. Poszczególne elementy tego systemu są tak dobrane aby sprostał on wszelkim potrzebom poszczególnych obiektów powietrznych. Przy czym jest on tak skonstruowany by można go uzupełniać, wprowadzać do niego poprawki, eliminować części uszkodzone na taką skalę aby była możliwość ciągłej realizacji zadań nawigacyjnych. Osiąga się to na ogół poprzez zastosowanie dwu lub więcej urządzeń nawigacyjnych, bez przypisywania żadnemu z nich roli podstawowej. Poprawia to zarazem dokładność i niezawodność systemu.

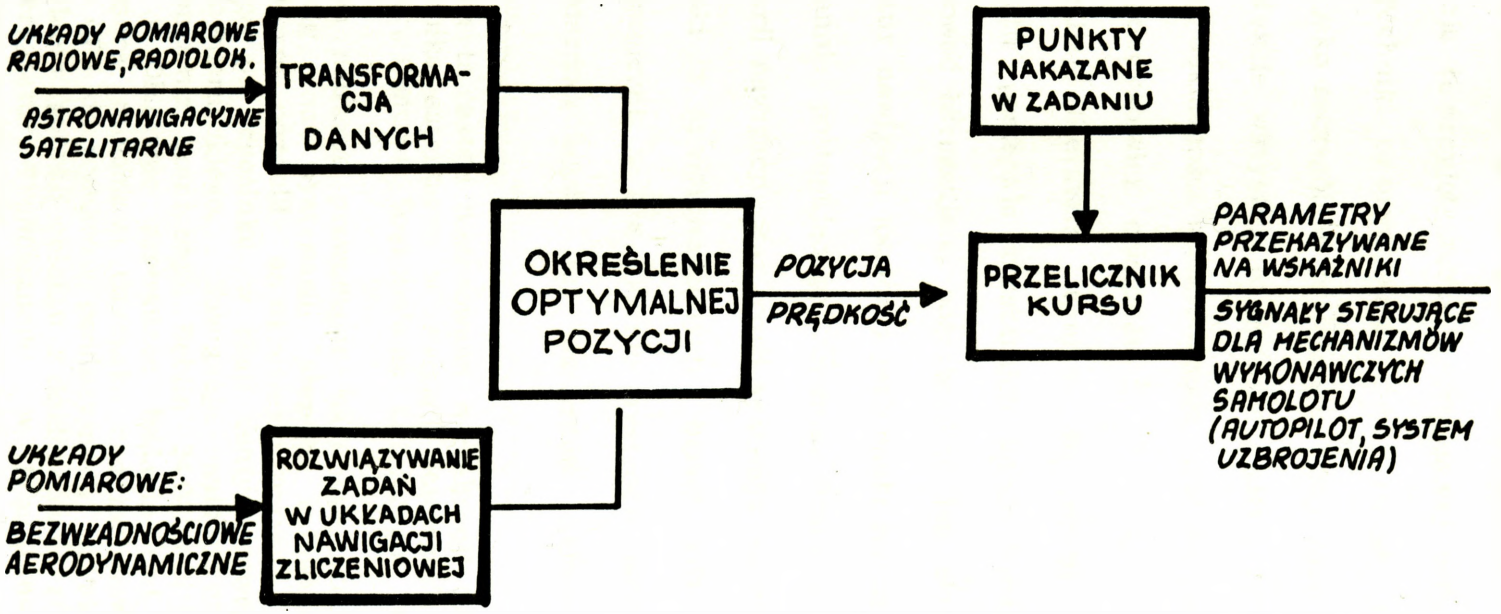
Obecnie dąży się do dalszej integracji systemu nawigacyjnego w celu zapewnienia jego jeszcze większej dokładności i pewności. Od niedawna rozwijane są metody mające na celu połączenie danych wyjściowych z różnych nawigacyjnych elementów pomiarowych, tak aby otrzymać optymalną pozycję jako wartość wyjściową systemu zintegrowanego.

Najprostsze systemy nawigacyjne wykorzystują kolejne okresowe namiary z jednego układu pomiarowego [2]. Niektóre z wcześniejszych systemów

---

[1] Leksykon wiedzy wojskowej, Wyd. MON 1979 s. 426
System nawigacyjny - system nawigacji lotniczej, zespół współpracujących ze sobą urządzeń nawigacyjnych rozmieszczonych na ziemi i statkach powietrznych przeznaczony do zapewnienia prawidłowego prowadzenia statku powietrznego po wyznaczonej trasie z określonymi warunkami lot, naprowadzania w określone punkty, lądowania bez widocznej ziemi, kontroli i regulacji ruchu itp.

[2] Elektroniczne układy nawigacyjne, Warszawa 1976, s. 56 ...nawigacja wewnętrznego transportu w USA wykorzystująca ogólnokierunkowy układ namiarowy VOR. Tor lotu jest interpelowany i ekstrapolowany na mapie ręcznie za pomocą elementar nych obliczeń .



Rys. 19 . Schemat blokowy lotniczego systemu nawigacyjnego

wykorzystywały metodę zamkniętej pętli sprzężenia, która pozwala na porównanie prędkości z dwu układów, np. dopplerowskiego i bezwładnościowego, z możliwością uzupełnienia o określoną korelację na podstawie radiowych pomocy nawigacyjnych. W początkowym okresie tworzenia systemów opierano się głównie na analogowych przelicznikach nawigacyjnych, z biegiem czasu funkcje te przyjęły techniki optymalnej estymacji, takie jak np. filtracja Kalmana [1]. Techniki te umożliwiają użycie metody rekurencyjnej optymalnego wyliczania jako szczególnie przydatnej przy zastosowaniu techniki komputerowej. W efekcie wszystko to pozwala sądzić, że będzie możliwe osiągnięcie maksymalnej dokładności integrowanego systemu nawigacyjnego, dużo większej od tej jaką kiedykolwiek osiągnięto [2].

Z analizy literatury wynika, że rozwój zintegrowanych systemów nawigacyjnych postępuje w ostatnich latach bardzo szybko. Aby rozwój ten mógł następować harmonijnie, poszczególne jego elementy składowe wyłaniające się ze struktur nawigacji lotniczej jako nauki muszą dać dowód swej użyteczności i nieustannie postępującego rozwoju. Prace koncentrowały się głównie na badaniu teorii nawigacji oraz teorii systemów nawigacyjnych.

Wnioski z przeprowadzonych badań dały pogląd na aktualny stan nawigacji lotniczej, w tym głównie systemów nawigacyjnych i perspektywy rozwoju poszczególnych jej elementów składowych. Rozpowszechnienie

---

[1] Technika ta została zastosowana w realizacji tematu naukowo badawczego: "Technika satelitarna w nawigacji lotniczej", Henryk Jafernik, Andrzej Fellner, Centrum Doskonalenia Lotniczego, Dęblin 1992, s. 4.

[2] Badania naukowe prowadzone na Uniwersytecie Technicznym w Braunschweig nad systemami "ślepego lądowania" w oparciu o technikę satelitarną pozwoliły na określenie pozycji z dokładnością do czwartego miejsca po przecinku w skali centymetrowej. Materiały z sympozjum polsko-niemieckiego, Nawigacja satelitarna w lotnictwie. Centrum Doskonalenia Lotniczego, Dęblin 24.04.1993. Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie prowadząc badania pod kierownictwem naukowym profesora Stanisława Oszczaka nad zastosowaniem systemów satelitarnych GPS do pomiarów geodezyjnych uzyskała wyniki pomiarów przy określaniu pozycji obiektu z dokładnością zbliżoną do osiągnięć Uniwersytetu Technicznego w Braunschweig. Druga konferencja naukowo techniczna nt. Technika satelitarna i symulacja w lotnictwie. Dęblin 28.04.1993.

systemów komputerowych w lotnictwie umożliwi wykorzystanie istniejących i opracowanie nowych programów dla pokładowych systemów nawigacyjnych. Rozwój informatyki, elektroniki, matematyki, cybernetyki itp., gwarantuje stały dalszy rozwój teorii systemów nawigacyjnych. Zdaniem autora akutualny stan techniczny funkcjonujących systemów nawigacyjnych oraz kierunki prowadzonych badań w nawigacji światowej pozwalają na określenie perspektyw jej rozwoju.

Tab. 4 Perspektywy rozwoju systemów nawigacyjnych.

Lp	Nazwa systemu	Przeznaczenie	Prespektywy rozwoju	Uwagi
1	LORAN-C	System dalekiego zasięgu uzupełniający inne powietrzne systemy nawigacyjne	2015-2020 r	
2	OMEGA	System hiperboliczny do prowadzenia dalszej (zgrubnej) nawigacji	2005 r	Uzupełniający GPS do przelotów transatlantyckich
3	RSDN	System dalekiego zasięgu	1995 r	Przy współpracy z LORAN-C do 2015 roku
4	VOR/DME	System bliskiej nawigacji stosowany wewnątrz krajowych systemów nawigacyjnych	2010 r	Integracja z systemami satelitarnymi
5	RSBN	System bliskiej nawigacji	2010 r	W przypadku integracji z systemem GLONASS
6	TACAN	Taktyczny system nawigacyjny	2000 r	
7	ILS	System zabezpieczenia lądowania	1998 r	Wg ICAO rozwijany w konfigurację MLS
8	MLS	Systen zabezpieczenia lądowania	od 1998 do 2020 r	Uzupełnia GPS
9	TRANSIT	System wojskowy marynarki wojennej USA	1986 r	

Lp	Nazwa systemu	Przeznaczenie	Prespe-ktywy rozwoju	Uwagi
10	GPS	System satelitarny przewidziany wg FOC jako podstawowy system	od 1993 r	
11	DGPS	System satelitarny do zabezpieczenia lądowania i nawigacji w locie trasowym.	od 1995 r	

3. ISTOTA I WSPÓŁCZESNE POJĘCIE NAWIGACJI LOTNICZEJ JAKO NAUKI O PROWADZENIU OBIELKTÓW W PRZESTRZENI POWIETRZNEJ.

3.1 Rola i zadania nawigacji lotniczej w naukach wojskowych.

Narastająca integracjia nauk wojskowych z innymi dziedzinami nauk - mimo nieuchronnych w tym rozwoju zaburzeń i potknięć - jest nieodwracalna. Wydaje się, że integracja ta przyniesie w przyszłości wymierne osiągnięcia. Omawiany proces nie przebiega łagodnie gdyż nowe możliwości nauk wojskowych i cywilnych, nowe relacje między nimi nie mieszczą się w starych powszechnie uznawanych. Następują pęknięcia w dotychczasowych ralacjach w najsłabszych ogniwach. Towarzyszą temu negatatywne zjawiska, takie jak: narastanie hamujących rozwój nauki czynników formalnych, próby pomniejszenia roli i znaczenia nauki przy preferowaniu w wojsku działań praktycznych [1]. Próby doraźnego łagodzenia napięć przynoszą tylko efekty pozorne, nie rozwiązujące problemu.

Dalsza racjonalna współpraca wojskowych pracowników nauki, zarówno ta wewnętrzna jak i z cywilnymi naukowcami, wymaga oparcia się na możliwie pełnej i dobrze zbudowanej systematyzacji nauk wojskowych. Podejmowane są ciągle na nowo próby budowania coraz to innych klasyfikacji tychże nauk. Jak wynika z badań, w naukach wojskowych istnieją duże trudności w zbudowaniu właściwej systematyzacji [2] ze względu na wielość możliwych do zastosowania metod, różnorodność podejść, złożoność związków pomiędzy poszczególnymi specjalnościamim, czy też bogactwo samych specjalności.

Opracowana w 1970 r Nomenklatura specjalności naukowych RWPG nie wymienia żadnej z nauk, w której nazwie znalazłby się przymiotnik pochodzący od słowa wojna lub wojsko. W 1973 r powatał projekt UNESCO zawierający 2150

---

[1] A. Madejski, Nauka wojenna, Warszawa 1981, s. 24

[2] Pelc Myśl wojskowa nr 2 1993 r. s. 104, Aktualny stan nauk wojskowych.

specjalności naukowych. Projekt ten wymienia trzy specjalności związane wyraźnie z wojną. Są to: w naukach antropologicznych specjalność naukowa nazwana "Wojna"; w naukach historycznych - "Historia wojen"; oraz w naukach socjologicznych - "Wojna i pokój". W Polsce nauki wojskowe w momencie ich formalnego uznania były dyscypliną funkcjonującą w ramach nauk humanistycznych. [1]

Próby usytuowania nauk wojskowych w nauce podjęła grupa pracowników naukowych ASG WP w 1975 r. Rozgraniczono i wyróżniono wówczas nauki wojenne i nauki wojskowe [2], a dyscypliny i specjalności wchodzące w ich skład obrazuje rysunek nr 20.

Pośród wielu specjalności w dziale nauk o przyrodzie umiejscowiono jako specjalność naukową nawigację wojskową. Prace nad dalszym usystematyzowaniem nauk wojskowych w latach siedemdziesiątych podjęło wielu pracowników. Wśród nichj wyróżnić należy: Andrzeja Madejskiego, Franciszka Ryszka [3] oraz Henryka Michalskiego. [4] Rozwijające się intensywnie w owych latach w naszym kraju prace noszące wiele cech naukowych i dotyczące problematyki obronności kraju dostarczału argumentów do tego typu działalności.

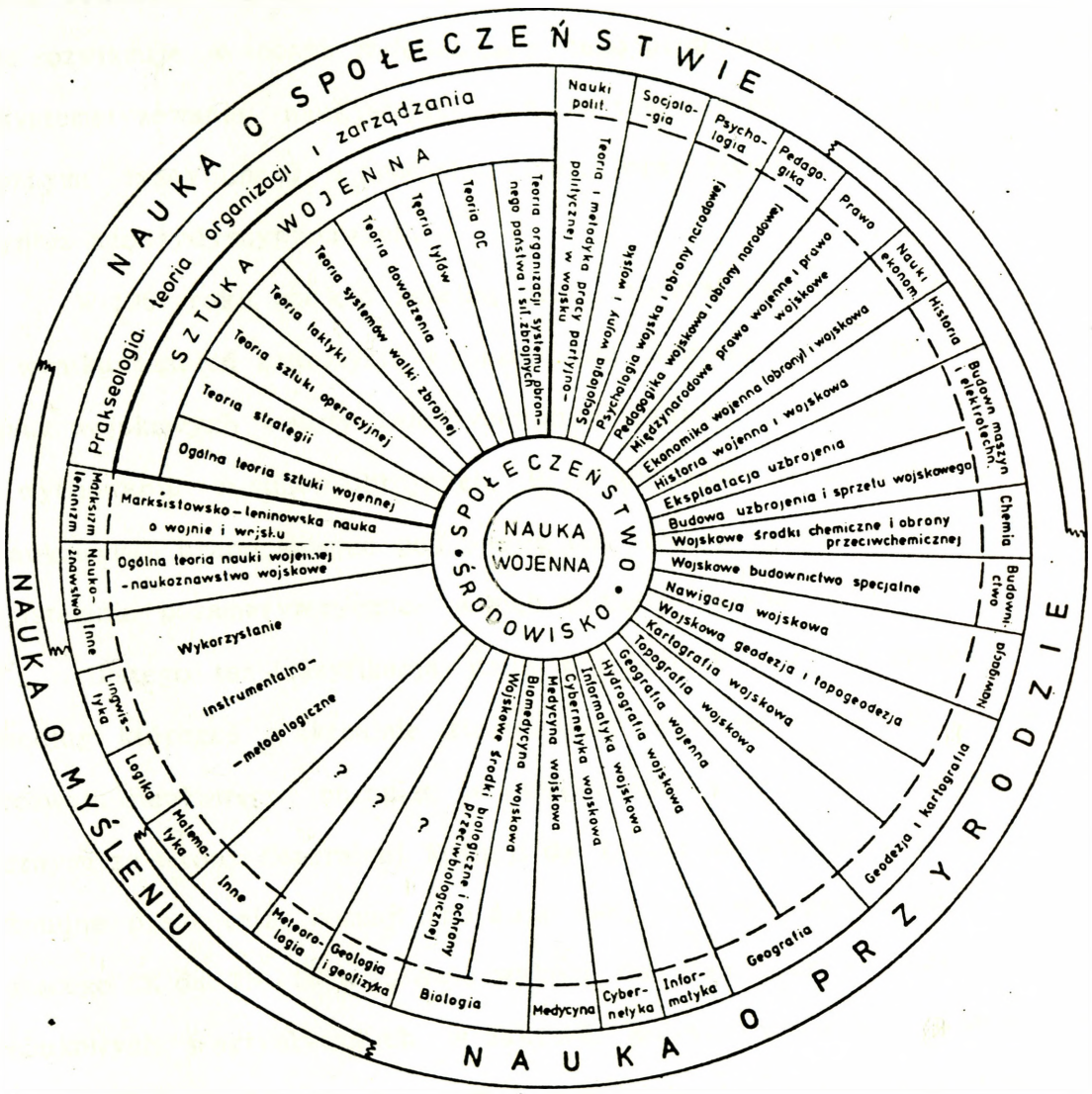
---

[1] Nomenklatura specjalności naukowych Ministerstwa Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki w swoim projekcie z 1974 r w grupie nauk humanistycznych wyróżria: filozofię, socjologię, psycholgię, pedagogikę, historię oraz nauki wojskowe. Ponadto w grupie nauk - "Nauki medyczne" widnieje jako dyscyplina naukowa - medycyna wojskowa.

[2] A. Madejski, Nauka wojenna, Warszawa 1981 s. 18,
Przedstawiając propozycje uporządkowania nazewnictwa określono że:
1. Nauki, których przedmiotem jest wojna (w całości i w szczegółach) to:
- nauka wojenna (w szerokim rozumieniu);
- nauki wojenne;
- nauka o wojnie i wojsku;
- system nauk o wojnie i wojsku:
2. Nauki, których przdmiotem jest walka zbrojna lub walka zbrojna i siły zbrojne to:
- nauki wojskowe:
- nauka wojenna (w wąskim rozumieniu);
- nauki o walce zbrojnej.

[3] Franciszek Ryszka, Wojna jako przedmiot nauki, Problemy 5/1976 s. 15.

[4] H. Michalski, Nauki polemologiczne w systemie badań nad wojną, Problemy 1977, s. 15.



Rys. 20 Projekt usytuowania nauk wojennych i wojskowych według poglądów pracowników naukowych ASG WP z 1975 r.

W 1984 roku, mając na względzie głównie politykę naukową państwa, a także problemy związane z organizacją i administrowaniem nauką, wyodrębniono nauki wojskowe z nauk humanistycznych i podniesiono je do rangi grupy nauk. Jednakże rozwiązanie to ze względu na swoją jednostronność i sztuczność nie rozwiązuje w sposób zadawalający tego problemu. Istnieje nadal potrzeba usystematyzowania nauk wojskowych, w tym nawigacji, w celu współpracy z różnymi dyscyplinami i specjalnościami, oraz kooperacji badań i tworzenia syntez międzydyscyplinowych.

W 1987 roku podjęto kolejną próbę uporządkowania nauk wojskowych [1]. W wyniku ustaleń zawartych w zarządzeniu ministra obrony narodowej w skład nauk wojskowych weszły dwie dyscypliny naukowe t.j. sztuka wojenna i nauka o wychowaniu w siłach zbrojnych. Przy ich ustalaniu poza uwarunkowaniami naukowymi, brano głównie pod uwagę tradycje, przyzwyczajenia oraz poglądy i ustalenia pozamerytoryczne, a więc względy pozanaukowe.

Dlatego też klasyfikacja nauk wojskowych w tym i nawigacji lotniczej, według któregoś z aktualnie stosowanych kryteriów nauk dałoby szansę ich rozwoju naukowego, chroniąc je jednocześnie przed zastrzeżeniami merytrycznymi ze strony Centralnej Komisji ds. Tytułu Naukowego i Stopni Naukowych. Żmudne prace tejże komisji znajdują swój finał w "Obwieszczeniu przewodniczącego CK ds. TN i SN w sprawie wykazu dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych w zakresie których mogą być nadawane stopnie naukowe" [2]. W dokumencie tym ujęto nauki wojskowe jako dziedzinę, nie wyszczególniając dyscyplin naukowych. Centralna Komisja dając wykładnię tego stanowiska uznaje dziedzinę naukową - nauki wojskowe tożsamą z dyscypliną naukową. Zgodnie z tą wykładnią możliwa jest klasyfikacja nauk wojskowych przedstawiona w tabeli 5.

Tabela 5

---

[1] Zarządzenie MON z dn. 12. 08. 87 r..Monitor Polski nr 27, poz 212

[2] Monitor polski nr 16. 25. 02. 1992 poz 123 - XVII.

Dziedzina (dyscyplina) naukowa	specjalności naukowe (określa AON - wydziały)
Nauki wojskowe	1. Obronność państwa i doktryny wojenne
	2. Strategia wojenna
	3. Sztuka operacyjna
	4. Tatyka rodzajów sił zbrojnych, wojsk i służb
	5. Dowodzenie wojskami
	6. Zabezpieczenie bojowe i logistyczne
	7. Organizacja, mobilizacja i uzupełnianie sił zbrojnych
	8. Obrona regionalna i cywilna
	9. Użycie uzbrojenia i sprzętu technicznego
	10. Historia sztuki wojennej i myśli wojskowej
	11. Geografia wojenna i topografia wojskowa
	12. Ekonomika obrony
	13. Dydaktyka wojskowa
	14. Wychowanie obronne

Spowodowało to, że straciło moc prawną zarządzenie ministra obrony narodowej z 1987 r i przestały być aktualne i obowiązujące ustalenia mówiące o naukach wojskowych w skład których wchodzą dwie dyscypliny naukowe: sztyka wojenna i nauka o wychowaniu w siłach zbrojnych. Nieustanny rozwój nauk wojskowych spowodował, że pewne podziały, szczególnie te które nie mają należytego uzasadnienia naukowego tracą swoje znaczenie lub ewoluują w kierunku tych specjalności które takowe mają (np. metodyka szkolenia wojsk

zastąpiona została nową specjalnością "dydaktyka wojskowa"). Już ustalone specjalności w przyszłości wymagają dalszych przmyśleń i sprecyzowania, przy czym nieustannie trzeba się będzie potykać z zasygnalizowanymi na wstępie rozdziału dwoma przeciwstawnymi trendami. Pierwszy to unifikacja - prowadząca konsekwentnie do zmniejszania liczby specjalności. Drugi, to specjalizacja, a więc trend pozornie będący w sprzeczności do pierwszego zmierzający do rozrostu liczby specjalności. Różne aspekty rozpatrywania rodzajów specjalności podają różne wymiary ich szeregowania, które nie wykluczają się ale mogą się wzajemnie uzupełniać przy budowie wielowymiarowego uporządkowania specjalności.

Ponadto autor doszedł do wniosku, że zbudowanie jednej ogólnie obowiązującej teorii klasyfikacji wymagałoby rozwiązania następujących problemów:

1. Dokonanie wybory kryteriów podziału, przy czym nie jest możliwe aktualnie pełne uzasadnienie, że takie a nie inne kryteria są najlepsze wobec istnienia szeregu równouprawnionych aspektów rozpatrywania specjalności ze względu na ich metody, zastosowanie itp.
2. Niektóre klasyfikacje jako krzyżujące się nie mogą być używa ne.
3. Wielość krzyżujących się klasyfikacji w naukach wojskowych (i nie tylko) nie pozwala na zbudowanie jednolitego systemu, niezbędnego do organizacji pracy naukowej.

Zdaniem autora powiązanie wielu aspektów rozpatrywania nauk wojskowych, w tym także nawigacji, możliwe jest przy zastosowaniu uporządkowania typologicznego, które nie wyłącza różnych punktów widzenia, a pozwala na jej wielowymiarowe uporządkowanie.

3.2 Ogólne prawidłowości rozwoju nawigacji lotniczej na tle rozwoju nauk wojskowych.

Cechą znamienną współczesnej nauki jest szybko postępujące zróżnicowanie zarówno jej problematyki, jak i stosowanych przez nią metod. W gwałtownym tempie mnożą się również odrębne specjalności naukowe. Pod koniec lat sześćdziesiątych obliczano ich ilość na ponad cztery tysiące [1]. Proces ten trwa nadal. Nie zanosi się na to, aby przemiany te miały ustać ponieważ wciąż powstają nowe specjalności badawcze, które w krótkim czasie przekształcają się w osobne nauki.

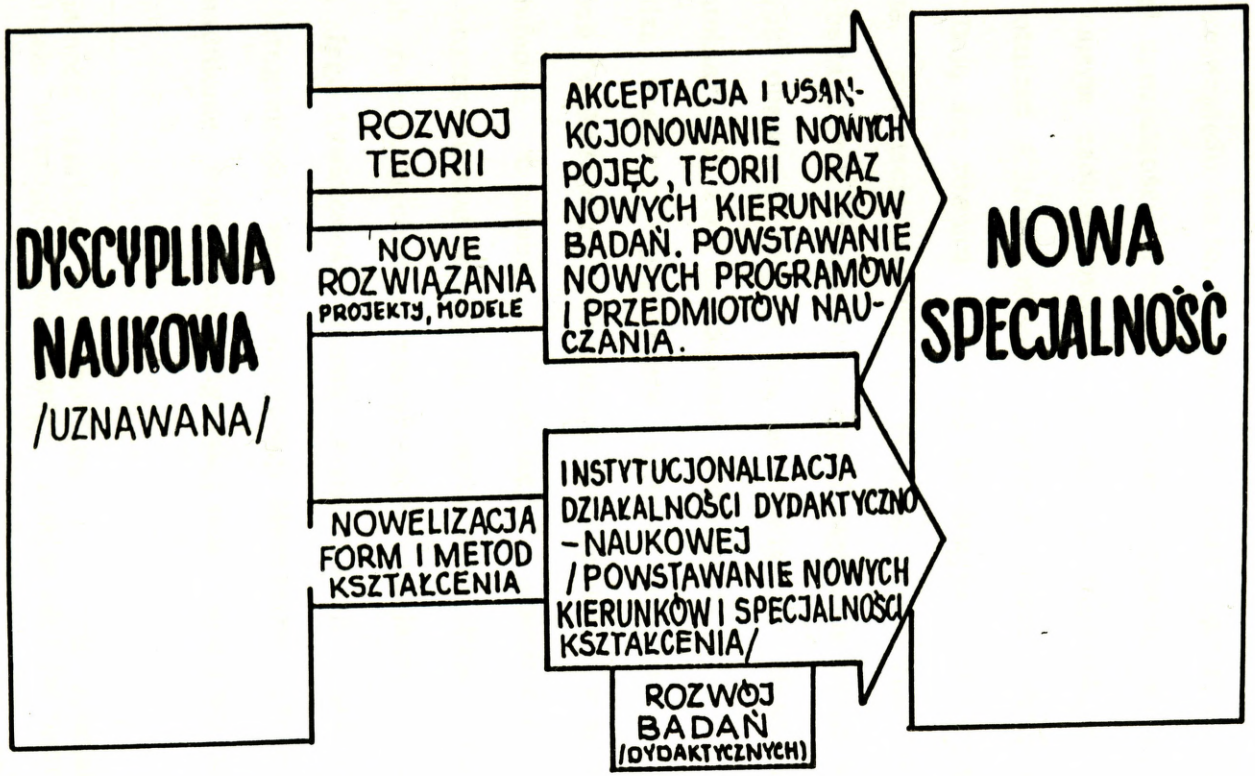
Tendencje te w całej rozciągłości obejmują nauki wojskowe. Ten stan rzeczy może spowodować, że naukowcy zajmujący się nowo powstałymi wąskimi dziedzinami nie będą w stanie śledzić tego co się dzieje w pokrewnych i bliskich specjalnościach. W konsekwencji przyczyni się to do stopniowego zwiększania dystansu między naukowcami, oraz wzrostu izolacji między poszczególnymi specjalnościami, gdyż rozchodząc się promieniście z początkowej jedności lub bliskości przechodzą one stopniowo w coraz większe oddalenie. Ponadto coraz większa specjalizacja powoduje rozerwanie cyklu uprawiania nauk, w tym nauk wojskowych (obejmującego: doświadczenia, budowę teorii, jej weryfikację oraz wdrażanie) pomiędzy różne nieraz zbyt odległe dyscypliny.

Równolegle daje się zauważyć w naukach wojskowych tendencje unifikacyjne. Podejmowane są różne próby ich jednoznacznego uporządkowania [2]. Rozwijają się także specjalności pograniczne np. ekonomika obrony, ekonomika wojskowa, pośrednie lub stanowiące skrzyżowanie niekiedy dalekich od siebie specjalności takich jak: strategia wojenna i wojskowa, geografia wojenna i topografia wojskowa itp. Powstało sporo bardzo ogólnych nauk o

---

[1] D. J. de Solla Price, Mała nauka, wielka nauka, Warszawa 1967

[2] Notatka ze spotkania przedstawicieli AON i CK ds. TN i SN w sprawie klasyfikacji nauk wojskowych. Warszawa 1993 r. (w zbiorach autora)



Rys. 21 Ogólne prawidłowości wyłaniania nowych specjalności naukowych.

charakterze formalnym, np. teoria informacji. W naukach wojskowych przykład tego typu specjalności ogólnej jest "bezpieczeństwo państwa". [1] Zarówno ze względu na sposób ich tworzenia, jak i zastosowanie, pełnią wyraźnie funkcje jednoczące w badaniach naukowych. Zapożyczenie metod i koncepcji z innych nauk doprowadziło do wzajemnego przenikania się specjalności w naukach wojskowych. Coraz częściej w badaniach podejmuje się prace kompleksowe i zespołowe, ze względu na to, że złożoność zadań i ogrom nierzadko przekracza ramy jednej specjalności, a w tym bardziej możliwość jednego pracownika.

Tym samym, zaobserwowanym w naukach wojskowych procesom podlega nawigacja lotnicza. Z jednej strony występują procesy izolacyjne np. w astronawigacji. Dają się również zauważyć tendencje unifikacyjne np.: systemy nawigacyjne, nawigacja taktyczna. Ponadto w ostatnio podjętych pracach naukowo - badawczych [2] z zakresu nawigacji wyraźnie widać wzajemne przenikanie różnych obszarów wiedzy np. aeronawigacji, elektroniki, informatyki, technik satelitarnych i ich zastosowań militarnych.

Analiza literatury przedmiotu i prac naukowych różnych ośrodków akademickich [3] wskazuje na równoczesne występowanie w nawigacji przeciwstawnych tendencji, to znaczy dyferencjacji [4] i specjalizacji. Wskazuje to na złożoność procesu kształtowania się nowych specjalizacji naukowych, jak i ich wzajemnych relacji. Mechanizm postępującej specjalizacji jest jak najbardziej naturalny. Jego żywiołowość wymaga racjonalizacji przez wzmożenie ochrony jedności i integralności wiedzy naukowej. Mechanizm dyferencjacji ma również swoje uzasadnienie, szczególnie gdy wziąć pod uwagę rozproszenie i szczupłość

---

[1] Specjalność naukowa funkcjonująca w wykazie specjalności naukowych wydziału strategiczno-obronnego AON w 1993 (w zbiorach autora)

[2] Systemy lądowania dla lotnictwa wojskowego, Dęblin 1993.

[3] Wojskowa Akademia Techniczna, Akademia Marynarki Wojennej, Akademia Rolniczo - Techniczna Olsztyn, Wyższa Szkoła Morska Szczecin, itp.

[4] Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych, Warszawa 1975, s. 24. ... dyferencjacja - różnicowanie .

potencjału intelektualnego w niektórych ośrodkach, a z drugiej strony złożoność procesów badawczych i ich ogromne koszty.

Aby przez dyferencjację i specjalizację nawigacja nie utraciła już wypracowanego miejsca w całości wiedzy, w tym wojskowej, potrzebuje ona integracji i unifikacji. Dopiero wtedy rozgałęzienie specjalności, podspecjalności oraz specjalistyczne dociekania przyniosą nawigacji jej rozwój. Tendencja do jedności nawigacji jawi się też jako przeciwwaga nadmiernej specjalizacji i rozczłonkowaniu. Sam podział nawigacji jeśli nie jest wyłącznie arbitalną konwencją zakłada jakąś jedność. W celu jasności poglądu na problem niezbędne jest dokonanie podstawowych ustaleń terminologicznych.

Jedność nawigacji może występować bądź jako jednorodność specjalności naukowych, bądź jako ich jednolitość. W pierwszym wypadku wszystkie specjalności spełniają te same kryteria naukowości, zwłaszcza co do języka i metody (hydronawigacja, aeronawigacja, terranawigacja). W drugim natomiast chodzi o zwartość lub scalenie specjalności, które gwarantują im wspólne pryncypia, zadania, treść (nawigacja lub technika nawigacji [1]). Jednolitość ujmuje się albo bardziej statycznie albo bardziej dynamicznie. Unifikacja nawigacji jest typem dynamicznego ujęcia. Stanowi zabieg ujednolicenia specjalności i ich ścisłego zespolenia. Daje się to realizować w różnym stopniu w zależności od poziomu lub zasięgu uprawianej specjalności naukowej [2].

Podstawę unifikacji nawigacji stanowią warunki w jakich ona się odbywa. Na wspomniane warunki składają się: wspólne środowisko kulturowe ukształtowane pod wpływem określonej tradycji (lotnicza, morska itp.) jeden wiodący zakład badawczy (nawigacja lotnicza - WOSL, nawigacja morska - AMW, nawigacja lądowa - AON) oraz związany z nim podobny warsztat badawczy. Na

---

[1] Biuletyn KBN. Wykaz dyscyplin w Wydziałach Departamentu Badań KBN oraz komisjach. Wyd. W - wa 1991 s. 48.

[2] S. Kamiński, Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk, Lublin 1970 r,
... mówiąc ściśle całość wiedzy nie da się ująć w jeden system lecz w zintegrowany układ systemów bądź w postaci rozmaitych uporządkowań i powiązań,

takim podłożu kształtują się wspólne dla naukowców różnych specjalności dążenia poznawcze. Rodzi się pragnienie zdobycia jednolitego obrazu problemu badawczego. Dla lotnictwa może to być problem walki powietrznej, dla marynarki działań na morzu, a dla wojsk lądowych działań w wymiarze lądowym.

Poza omówionymi czynnikami unifikacyjnymi istnieją jeszcze czynniki zewnętrzne: formalne i pozaformalne. Formalnymi czynnikami jedności nawigacji mogą być przede wszystkim stosowane w niej takie same metody i techniki badawcze. Wielu teoretyków nawigacji [1] uważa, że właściwa definicja nawigacji możliwa jest jedynie przez wskazanie metody naukowej, która powinna być cechą znamienną poznania naukowego. W zasadzie trudno nie zgodzić się z takim stanowiskiem, ale istnieją przecież poszczególne specjalności tak złożone, że posługują się różnymi metodami, przy czym metody te nie są proste. Stanowią one raczej kombinację metod elementarnych, które przystosowuje się w rozmaitych specjalności. Próbowano uczynić także z języka podstawę jednorodności nawigacji. Próby te budzą jednak poważne zastrzeżnenia. Nie da się bowiem skonstruować aparatu pojęciowego w drodze redukcji języka całej nawigacji do języka wyłącznie jednego typu specjalności (hydronawigacja, lotnicza nawigacja taktyczna, nawigacja satelitarna). Innym jeszcze czynnikiem formalnym, pozwalającym uczynić nawigację tworem jednorodnym jest struktura międzyzdaniowa nawigacji.

Można przyjąć, że wszystkie specjalności nawigacji stanowią jedną naukę bo są modelami teorii nawigacji, dzięki temu mają wspólną nawigacyjną strukturę. Lecz nie jest to niestety dostateczny zwornik gwarantujący jednorodność całej wiedzy nawigacyjnej. Składa się na to między innymi fakt, że stopień zaawansowania teoretycznego poszczególnych specjalności i

---

[1] prof. J. Zieliński, V Międzynarodowa Konferencja Inżynierii Ruchu Morskiego, (w) Szczecin 1993 r.
dr R. Pielacha, M. Grzegorzewski, Standaryzacja nazewnictwa i terminologii w nawigacji, (w) Gdynia 1993.

podspecjalności nawigacji jest ogromnie zróżnicowany (hydronawigacja - duży stopień zaawansowania, terranawigacja - znikomy stopień zaawansowania).

Niezmiernie ważnym czynnikiem unifikacji nawigacji jest wzajemne dopełnianie się jej specjalności. Przejawia się ona w różnych aspektach i formach, uzupełniają się obiekty poznania naukowego o charakterze ogólnym i partykularnym. Ponadto uzupełniają się specjalności z uwagi na ich zadania: teoretyczne, praktyczne, dowolne, kierowane itp. Specjalności dopełniają się wreszcie ze względu na stosowane w nich typy badań (naukowe, metanaukowe, historyczne, systematyczne, opisowe, wyjaśniające, dedukcyjne i indukcyjne itp).

W wyniku badań stwierdzono, że wiele specjalności określa się przez wskazanie układu ich problematyki, a nie ich przedmiotu lub metody. Dzieje się tak dlatego, że specjalności te nie są wewnętrznie jednolite. Rozmaitość problematyki występująca w jakiejś specjalności powoduje zbliżenie tej ostatniej do różnych dziedzin wiedzy (nawigacja satelitarna). Dlatego tak zwane specjalności pograniczne, przejściowe i kompleksowe nie tylko likwidują ostre granice, izolację i odrębność, lecz także pomagają znaleźć wspólny język z rozmaitymi innymi specjalnościami. Wszystkie wymienione podstawy unifikacyjne nawigacji okażą się jeszcze mocniejsze wówczas, gdy uwzględni się wyraźną tendencję umysłu ludzkiego do integrowania poszczególnych odkryć, do wyjaśniania szczegółowych pojęć w poszczególnych specjalnościach przez najogólniejsze teorie oraz do porządkowania wiedzy nawigacyjnej.

Przedstawione prawidłowości rozwoju nawigacji skłaniają autora do strukturalnego umiejscowienia nawigacji lotniczej w naukach wojskowych. Przemyślenia te obrazuje tabela nr 6.

Tabela nr 6

Dziedzina (dyscyplina) naukowa	specjalności naukowe (określa AON - wydziały)
Nauki wojskowe	1. Obronność państwa i doktryny wojenne
	2. Strategia wojenna
	3. Sztuka operacyjna
	4. Tatyka rodzajów sił zbrojnych, wojsk i służb
	5. Dowodzenie wojskami
	6. Zabezpieczenie bojowe i logistyczne
	7. Nawigacja
	8. Organizacja, mobilizacja i uzupełnianie sił zbrojnych
	9. Obrona regionalna i cywilna
	10. Użycie uzbrojenia i sprzętu technicznego
	11. Historia sztuki wojennej i myśli wojskowej
	12. Geografia wojenna i topografia wojskowa
	13. Ekonomika obrony
	14. Dydaktyka wojskowa
	15. Wychowanie obronne

Tego typu klasyfikacja nie odzwierciedla jednak istniejących tematów w badaniach naukowych i działalności twórczej głównych ośrodków takich jak AMW, ITWL, IL, WSM itp. W ośrodkach tych dominują tematy specjalistyczne z zakresu nawigacji lotniczej lub morskiej. Występuje wyraźne zawężenie problematyki badawczej. Postępuje także specjalizacja języka, pojęć, technik, narzędzi i terenu badań. Zaproponowana przez autora klasyfikacja nie

wyczerpuje opisywanego zagadnienia. Takie rozwiązanie jest dopuszczalne aczkolwiek niepełne. Względy organizacyjne w tym głównie kadrowe [1] i ekonomiczne w okresie przejściowym przemawiają za jej czasowym przyjęciem, z uwagi na dobro dalszego rozwoju nawigacji.

3.2.1 Właściwości porządkowania typologicznego nawigacji lotniczej.

Oprócz analizy klasyfikacji nawigacji w trakcie badań zwrócono uwagę także na rozwiązania jej typologicznego uporządkowania. [2] Jak wynika z badań typologiczne sposoby mają istotną przewagę nad sposobami klasyfikacyjnymi, albowiem pozwalają w sposób bardziej naturalny uporządkować wielość specjalności nie dzieląc je z jednego tylko punktu widzenia. Cechy wspólne pewnych specjalności są podstawą do ich grupowania wokół typów, zależnie od ilości cech typowych i stopnia ich natężenia. Dzięki porządkowaniu typologicznemu wprowadza się dużą elastyczność. Zamiast sztywnych ram jednoznaczności "albo-albo" umożliwia się rozwiązanie problemu w ujęciu "więcej lub mniej zbliżony do typu". pozwala to na większą dokładność niż przy klasyfikacji, albowiem w zależności od wystąpienia stopnia natężenia wzróżnionych cech określa się stopień typowości danej specjalności i jej specyficzne miejsce w szeregu danej specjalności bądź dyscypliny naukowej.

Opis oparty na typologicznym ujęciu pozwala na adekwatne określenie specyficznych własności nawigacji lotniczej na podstawie wyróżnionego zespołu cech typowych i na oznaczeniu nasilenia ich występowania. Typologiczne porządkowanie uwzględnia nie tylko cechy stałe zbioru podspecjalności w nawigacji lotniczej, ale także cechy alternatywne i ewoluujące. Rozpatrywany

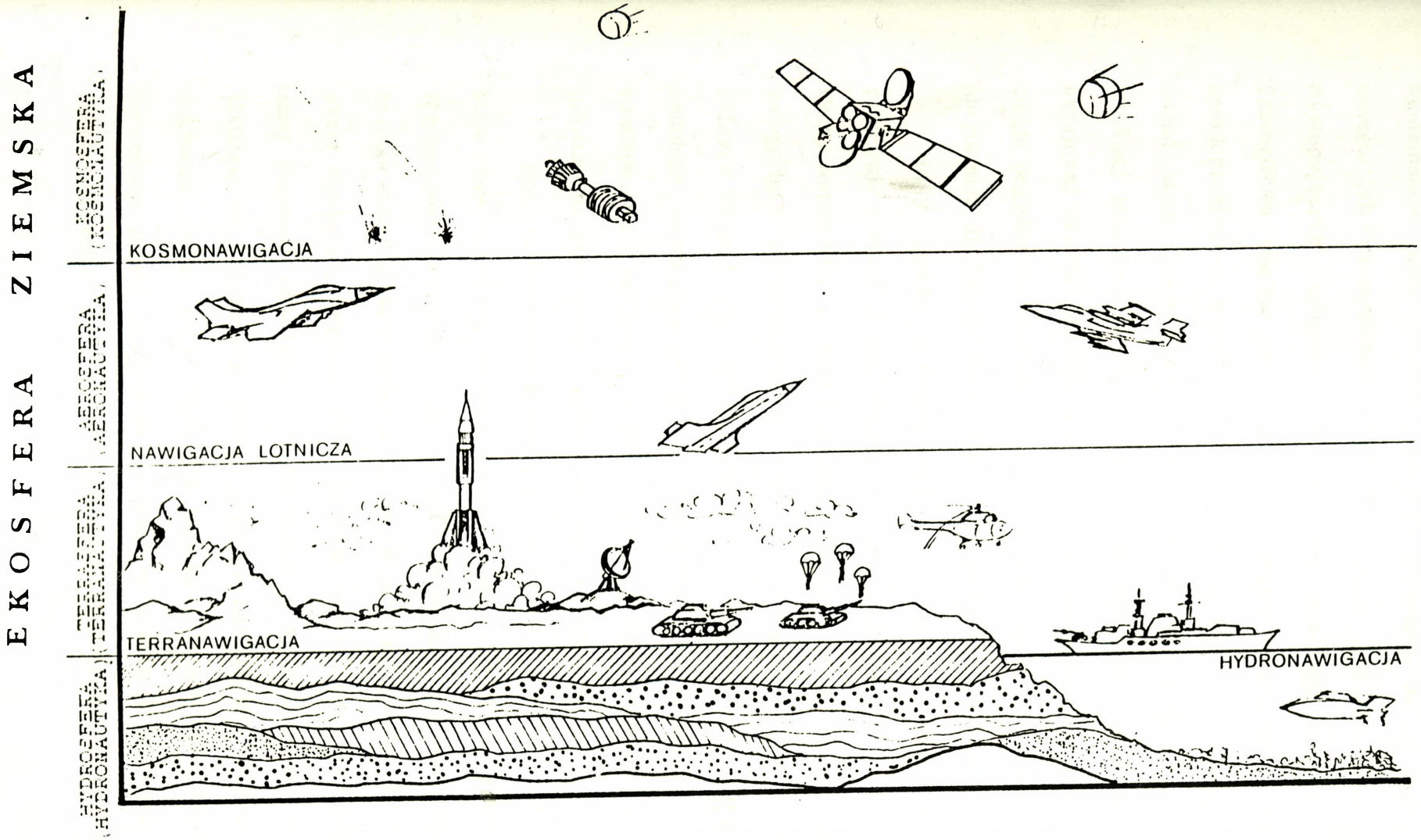
---

[1] Brak odpowiedniej ilości samodzielnych pracowników w poszczególnych ośrodkach, umożliwiających samodzielne funkcjonowanie w sensie naukowym danej specjalności (np. WOSL 1 samodzielny pracownik naukowy)

[2] S.Kamiński, Pojęcie nauki i klasyfikacji nauki, Towarzystwo Naukowe KUL, Lublin 1981

zespół cech jest szerszy niż przy ujmowaniu klasyfikacyjnym opierającym się tylko na cechach stałych, bez uwzględnienia np. dynamiki rozwoju własności różnych specjalności (pominięcie cech ewoluujących).

Cechy ewoluujące mogą być uwzględniane przy określaniu stopnia zbliżania danej podspecjalności do jednej czy drugiej specjalności naukowej. Przy czym w trakcie porządkowania szeregowego może zaistnieć pewna niepewność co do słuszności podejścia do problemów. Wynikać to może z faktu, że skale występujących cech mogą okazać się nieciągłe. Nie jest to jednak błąd. Oznaczać to może, że w tym miejscu w wyniku ewolucji specjalności pojawić się może nowa specjalność, dotychczas nieznana, nieuprawiana. Obrazowo fakt ten możemy porównać do tabeli pierwiastków Mendelejewa, w której istniały wolne miejsca na jeszcze nie odkryte pierwiastki, o których własnościach można było już w ogólnym zarysie coś powiedzieć. W tworzonych szeregach specjalności można więc wyróżnić te o maksymalnym nasileniu cechy tworzące niejako środek i te o minimalnym nasieleniu cech będące niejako na pozycjach biegunowych danego szeregu. Umożliwia to jasne rozgraniczenia specjalności lub podspecjalności. Jakkolwiek przy porządkowaniu zarówno nauk wojskowych jak i nawigacji lotniczej realizowanym w ramach uprzednio przytoczonych rozwiązań dostrzec można próby posługiwania się klasyfikacjami, nie były to jednakże wyłącznie próby systematyzacji. Niejednokrotnie opierano się na rozwiązaniach pozanaukowych, o czym była mowa na początku rozdziału. Nie było w nich miejsca dla nawigacji lotniczej. Autor podejmując próbę uporządkowania nawigacji lotniczej i stworzenia na niej typologii jako podstawę wybrał ważne zagadnienia stanowiące punkt wyjścia jej opisu, a mianowicie: zagadnienie przedmiotu badań i podstawoych zadań badawczych przeważających w danej specjalności, rodzaju stosowanej metody oraz stosunku do wartości. Zagadnienie przedmiotu danej specjalności było podstawą do zbudowania pierwszej roboczej typologii nawigacji ujmującej cztery typy główne. To typologiczne ujęcie zobrazowane na rysunku nr 22 można rozwinąć posługując się podziałem



Rys. 22 Typy główne nawigacji na tle ekosfery ziemskiej

Windelbanda, który rozróżnia nauki w zależności od ich charakteru idiograficznego lub nomotetycznego. W warunkach nawigacji nie ma specjalności występujących wyłącznie przy biegunie nomologicznym lub idiograficznym. Szczegółowa analiza stosunku obu rodzajów składników - idiograficznych i nomologicznych- w nawigacji i jej specjalnościach wymagałby oddzielnych badań. Można przypuszczać, że największe zagęszczenie w szeregu nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej, przypadałoby w środku pomiędzy obu skrajnymi typami. Dla dobrego uprawiania nawigacji lotniczej bardzo ważne jest ciągłe pogłębianie studiów idiograficznych, co ma znaczenie dla samego siebie ale również dla formułowania hipotez i odkrywania nowych twierdzeń ogólnych.

Inny aspekt systematyzacji otrzymujemy, gdy zwrócimy uwagę na proporcje elementów wartościujących i przedstawiających w danej specjalności. Warto podkreślić, że wartościowanie rzadziej opiera się wprost na naczelnych kategoriach użyteczności, korzystności, itp. a częściej na pochodnych od nich różnych skalach orzeczników logicznych, technicznych czy ekonomicznych. Podobnie wartościowanie z punktu widzenia tego co istotne podstawowe i tego co nieistotne - pochodne, w danym zakresie zdarzeń występuje podobnie jak w innych specjalnościach także w nawigacji lotniczej.

Przy budowie teorii nawigacji lotniczej trzeba wybrać czynniki istotne, stanowiące podstawę do wyjaśniania innych zjawisk w jej podspesjalnościach. W stopniowym rozwoju ogólnych teorii nawigacji lotniczej przyjmuje się coraz to nowe czynniki jako podstwę do wyjaśniania całego obszaru zjawisk badanych przez nawigację lotniczą. Przy budowie ogólnej teorii specjalista - nawigator musi dokonać swoistego wartościowania i wyboru pomiędzy tym co istotne, podstawowe w badanych przez nawigację lotniczą zjawiskach, a tym co wtórne, pochodne tylko. Przy czym, jak wynika z badań, dają się zauważyć pewne sprzeciwy wobec stosowania wartości w nawigacji lotniczej. Wynikają one z obawy nieuzasadnionego subiektywizmu wypowiedzi o walorach poznawczych

zjawisk nawigacyjnych oraz z obawy krańcowości twierdzeń, skrajnego wartościowania i ujmowania problemu tylko w skrajnych kategoriach. Wymienione trzyszeregi cech: idiograficzno-nomograficzne,indukcyjno-dedukcyjne oraz wartościująco-przedstawiające mogą stanowić wystarczającą podstawę do systematyzacji nawigacji, a w tym także nawigacji lotniczej, którą to autor w dalszej części rozdziału zaprezentuje.

3.3 Cel, przedmiot i metody badawcze nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej.

W trakcie krytycznej analizy wydawnictw krajowych autor napotkał szereg definicji terminów "nawigacja lotnicza". W krajowym piśmiennictwie przedmiotowym interpretowana jest ona następująco:

1. Nawigacja lotnicza - dział nauki o sposobach, metodach i środkach technicznych umożliwiających prowadzenie statków powietrznych z jednego do drugiego punktu przestrzeni powietrznej. "Ilustrowany leksykon lotniczy", WKŁ, Warszawa 1988, s.178. Definicja ta ujmuje problem w sposób statyczny nie jest wyrażony w żaden sosób wpływ środowiska na charakter ruchu obiektu powietrzneg. Problem sprowadzony jest tylko do opisu fizycznego zjawiska. Brak wyraźnie funkcji przemieszczenia która to w sposób zasadniczy wpływa na przebieg rozważań. Nie jest sprecyzowany również jej zasięg naukowy.
2. Nawigacja lotnicza - dział nawigacji obejmujący metody i środki techniczne, zapewniające dokładne, niezawodne, bezpieczne nawigowanie statków powietrznych z jednego do drugiego punktu przestrzeni powietrznej. "Ilustrowany leksykon lotniczy, Osprzęt i radioelekronika.",WKŁ. Warszawa 1990, s. 113. W definicji tej występuje błąd logiczny. Określanie pojęcia "nawigacja" przez "nawigację" niezależnie od przymiotnika uzupełniającego ten termin jest niedopuszczalne gdyż

nie rozwija terminu nie poszerza jego zakresu pojęciowego. Faktem jest, że przedstawiono tutaj funkcję przemieszczenia obiektu powietrznego. Zrealizowano to jednak poprzez pojęcie zawężające zakres zainteresowań nawigacji lotniczej. Brak również sugestii odnośnie wpływu środowiska na obiekt powietrzny. Nie precyzuje się również czy pojęcie to można rozważać w kategoriach naukowych.

3. Nawigacja lotnicza - aeronawigacja, wiedza o prowadzeniu statku powietrznego wg. danej trasy lotu oraz o wyznaczaniu jego chwilowej pozycji. "Encyklopedia powszechna", PWN, Warszawa 1985, s.234. Ta kolejna definicja sugeruje wyraźnie użytkowy charakter nawigacji lotniczej z ogromnym zawężeniem jej sfery zainteresowań. Całkowity brak funkcji przemieszczenia. Nie odnosi się do wpływu środowiska na obiekt powietrzny. Zastosowanie zbyt ogólnego pojęcia " wiedza" bez zwrotów uszczegóławiających to pojęcie nie wnosi nic twórczego do opisu zjawiska. W związku z tym definicja daje zbyt ogólny opis pojęcia.

4. Nawigacja lotnicza - aeronawigacja, dział nawigacji dotyczący zagadnień żeglugi powietrznej. "Encyklopedia techniki wojskowej" MON,Warszawa 1978, Definicja ta precyzuje jedynie środowisko w jakim proces przebiega. Nie występują natomiast żadne uszczegółowienia procesu pod względem wzajemnych relacji ośrodek - obiekt. Brak jest również funkcji przemieszczenia obiektu powietrznego. Nie występują ponadto żadne określenia wskazujące na zakres naukowości danego pojęcia.

5. Nawigacja lotnicza - to nauka zajmująca się określaniem i wyborem parametrów ruchu przestrzennego wszystkich powietrznych obiektów wojskowych i cywilnych przemieszczających się w aerosferze, celem optymalizacji efektów przewozu towarów i osób. "Biuletyn WOSL" nr 2/93, Dęblin 1993, s.64.

tylko nauka — a nie praktyka (technika) też?

Definicja ta jest pierwszą przeprowadzoną przez autora próbą całościowego opisu zjawiska. Poddana krytycznej analizie środowiska zawodowego uzyskała jego akceptację i przyzwolenie do dalszych prac nad jej uszczegółowieniem.

Z przytoczonych definicji prezentowanych w wydawnictwach krajowych oraz wskazanych przez autora typach głównych nawigacji łatwo zauważyć, że w określeniu [1] nawigacji [2] lotniczej występują zasadniczo dwa wyodrębnione elementy: środowisko (morskie, powietrzne, lądowe, kosmiczne) oraz obiekt (statek, samolot, śmigłowiec itp.). Pojęcie środowisko zawiera w sobie zarówno całokształt warunków fizyczno-geograficznych otoczenia powietrznego, lądowego i wodnego (aerosfery, terasfery i hydrosfery) lub kosmicznego, nie wyłączając jego współrzędnych (geograficznych, lokalnych itp.). Obiekt stanowił opis fizyczny lub matematyczny samolotu, śmigłowca, balonu, lub innego statku powietrznego. Ponieważ ruch jest formą istnienia wszystkich przedmiotów materialnych, aby wyodrębnić pojęcie nawigacji lotniczej z tego wszechogarniającego ruchu musimy przyjąć, że ruch ten jest świadomie sterowany. Ruch obiektu powietrznego może odbywać się faktycznie lub mieć charakter hipotetyczny. Ta druga możliwość obejmuje między innymi planowanie trasy lotu, odtwarzanie przebytej drogi lub też rozwiązywanie innych zadań nawigacji taktycznej.

Sprecyzowania wymaga także drugie pojęcie - obiekt (samolot, statek powietrzny itp.). Rozumiany jest on tutaj jako jednostka (techniczna, taktyczna) zdolna do sterowanego poruszania się w środowisku powietrznym (aerosferze). W rozważaniach przyjęto tego typu obiekt (samolot, śmigłowiec, sterowiec, statek powietrzny itp.) nazywać "jednostką nawigacyjną", w odróżnieniu od tych obiekyów, które nie posiadają lub utraciły zdolności manewrowe i pozostają nadal w ruchu. Poczynione spostrzeżenia pozwoliły określić nominalną definicję nawigacji oraz wyprowadzić z niej definicję nawigacji lotniczej.

Nawigacja – *to nauka, której przedmiotem jest teoria i praktyka kierowania ruchem jednostki nawigacyjnej w określonym środowisku, zgodnie z jego funkcją. W zależności od środowiska w jakim ruch ten się odbywa wyróżnia się: hydronawigację, aeronawigację, kosmonawigację, terranawigację.*

Autor biorąc za podstawę powyższą definicję sformułował pojęcie nawigacji lotniczej.

Nawigacja lotnicza – *to nauka, której przedmiotem jest teoria i praktyka kierowania ruchem jednostki nawigacyjnej w środowisku powietrznym (aerosferze), zgodnie z jego funkcją.*

Wprowadzenie do definicji pojęcia " funkcja obiektu " ma za zadanie podkreślenie złożoności procesu kierowania ruchem jednostki nawigacyjnej w makroskali czasowej. Przy skracaniu przedziałów czasowych kierowanie ruchem jednostki nawigacyjnej może sprowadzić się do osiągania kolejnych punktów położonych w przestrzeni, dowolnie blisko siebie, układających się jednak w uprzednio zaplanowaną trajektorię ruchu. Na funkcję jednostki nawigacyjnej nakładają się ponadto pewne – niezbywalne w prostych warunkach – wymagania dotyczące bezpieczeństwa, optymalizacji eksploatacji czy też minimalizacji wpływu czynników szkodliwych (będących udziałem jednostki nawigacyjnej) na środowisko. Zatem kierowanie ruchem jednostki nawigacyjnej wtedy może być utożsamiane z nawigacją jeśli uwzględni się oddziaływanie środowiska na ten ruch oraz na nią samą. Nieuwzględnienie wpływu środowiska prowadzi do zagrożenia podstawowych wymagań stawianych jednostce nawigacyjnej, a ponadto sprowadza nawigację do roli zbioru szczególnych zasad kinematyki ciała sztywnego lub kinematyki punktu materialnego. Przedstawienie procesu kierowania jako części składowej różnicy gatunkowej (differentia specyfika) zdefiniowanego pojęcia pozwala zapewnić celowość ruchu jednostki nawigacyjnej jako cechę jej właściwą i łączącą ruch z funkcją jednostki nawigacyjnej.

Jest to ważne chociażby ze względu na przytoczoną powyżej wielozadaniowość kierowania ruchem jednostki nawigacyjnej w makroskali czasowej.

Nawigacja lotnicza wytworzyła własną terminologię pozwalającą ściśle i jednoznacznie opisywać wyniki poznania naukowego. Jej interdyscyplinarny charakter pozwolił na wykorzystanie pojęć, do opisu oraz realizacji zadań nawigacyjnych, używanych w innych naukach (kartografii, geodezji, naukach wojskowych itp.). Obszar poznania naukowego nawigacji lotniczej objął problemy z pogranicza innych specjalności w tym głównie taktyki lotniczej, geofizyki, astronomii, mechaniki, elektrotechniki, radiotechniki, informatyki, topografii wojskowej, logistyki itp. Pracownicy naukowi ją uprawiający potrafili dla jej rozwoju zastosować szereg metod badawczych i to zarówno tych stosowanych w naukach humanistycznych jak i w naukach użytkowych.

Najczęściej stosowanymi w nawigacji lotniczej metodami badawczymi są: eksperyment, obserwacja, statystyka, symulacja komputerowa, metoda nawigacyjna. Metody te podobnie jak w innych naukach stosowane są kompleksowo. Złożoność problematyki z zakresu nawigacji lotniczej zmusza do takiego podejścia. Indywidualnie każda z tych metod umożliwia poznanie jednego aspektu, jednej strony złożonego problemu, jakimi z reguły są problemy nawigacji nawigacji lotniczej. Powstaje zatem konieczność wzajemnego uzupełniania się w metodach oraz potrzeba wypracowania ogólnej metody badń problemu, metody właściwej jedynie nawigacji lotniczej. Jedną z takich prób jest opracowana na bazie innych metod, metoda nawigacyjna [1]. Przystępując do opracowania koncepcji nawigacyjnej metody badań wypracowano główny aspekt metodologiczny poznania przedmiotu. Podstawę jego stanowi w pierwszym rzędzie cel założony w procesie nawigowania. Zasadniczym celem procesu nawigowania, wynikającym z definicji nawigacji, jest zapewnienie osiągnięcia

---

[1] Technika lotnicza, Warszawa 1990, s. 167.

przez jednostkę nawigacyjną wyznaczonej pozycji oraz optymalizacja elementów jej ruchu. Osiągnięcie tego celu łączy się z rozwiązaniem pewnego obszaru zadań, stanowiących treść procesu nawigowania. Zalicza się do nich:

- zbieranie i badanie danych o sytuacji nawigacyjnej;
- analiza nawigacyjna i wybór optymalnej trasy lotu;
- szczegółowe planowanie lotów (zadań bojowych);
- organizacja i prowadzenie przedsięwzięć zabezpieczających;
- bezpośrednie kierowanie ruchem jednostki nawigacyjnej.

Wybór trasy lotu i kierowanie ruchem jednostki nawigacyjnej można rozpatrywać jako ocenę i formę realizacji pewnej trajektorii lotu prowadzącej do wyznaczonego miejsca (celu). System zasad teoretycznej i praktycznej działalności, pozwalającej poznawać i realizować powyższe zadania stanowi o istocie nawigacyjnej metody badań. Poznanie tej prawidłowości umożliwiło zdefiniowanie tej metody.

Zastosowanie kryterium wyboru i zasad realizacji trasy lotu do opisu i analizy wpływu środowiska na jednostkę nawigacyjną nazywamy nawigacyjną metodą badań. Przy czym metoda ta zgodnie z proponowanym wyżej ujęciem jest pewnym uogólnieniem wyrażającym system poglądów na środowisko oraz zadania w procesie kierowania ruchem jednostek nawigacyjnych. Oparciem uogólnionej, nawigacyjnej metody badań są bardziej szczegółowe metody, wypracowane i przeznaczone do realizacji zadań poznawczych na bazie szeroko pojmowanej teorii, w tym głównie:

- zarysu cybernetycznego modelu nawigacji lotniczej;
- analizy nawigacyjnej.

Zarys cybernetyczny modelu nawigacji lotniczej opisuje kierowanie ruchem jednostki nawigacyjnej, które realizowane jest przez system nawigacyjny. System ten znajduje się pod wpływem przyczyny koniecznej, to jest czynników kierujących, mających charakter zasadniczej prawidłowości procesu oraz zakłóceń zewnętrznych mających charakter przypadkowy. Za cel główny

kierowania przyjęto podtrzymanie stabilnych warunków pracy sytemu, z optymalizacją tej pracy względem pewnego zadanego lub wybranego kryterium. Parametry charakteryzujące pracę systemu kierowania ruchem jednostki nawigacyjnej można podzielić na trzy zasadnicze grupy:

1. Parametry zadane, na które w procesie kierowania nie można wpływać lub też możliwość wpływu na nie leży poza systemem nawigacyjnym. Należą do nich: prędkość maksymalna jednostki nawigacyjnej, punkt wyjściowy, punkt docelowy, główne punkty trasy lotu, warunki ogólnogeograficzne, warunki astronomiczne itp. Warunki niektórych parametrów mogą być znane, jednak z określonym stopniem pewności.
2. Parametry, których znaczenia nie można przewidzieć z odpowiednio dużym wyprzedzeniem czasowym. Zalicza się do nich: sytuację taktyczną, aktualną pogodę, aktualną sytuację nawigacyjną itp.
3. Parametry kierowania, to jest: współrzędne geograficzne aktualnej pozycji jednostki nawigacyjnej, kurs rzeczywisty i prędkość.

Przytoczone powyżej parametry nie wyczerpują całości opisu, jednak stwarzają dla systemu nawigacji lotniczej możliwość sformułowania uniwersalnego zadania. Zadanie to brzmi: Przy zadanych parametrach, uwzględniając parametry nieznane, znaleźć takie wartości parametrów kierowania przy których wartość kierowania zbliży się w miarę możliwości do optymalnej.
Zapis matematyczny tego zadania przedstawia się następująco:

$$Y=F(C,G,N,W) - Y\ opt.$$

gdzie:

C - współrzędne punktu (docelowego - KPT, etapowego - PZK);

G - wartość funkcji wpływu warunków fizyczno - geograficznych rejonu na ruch i zadania wykonywane przez jednostkę

nawigacyjną;

N - sytuacja nawigacyjna (nawigacyjno- taktyczna);

W - wektor stanu jednostki nawigacyjnej (aktualne współrzędne, elementy ruchu itp.).

Pod pojęciem optymalnego parametru kierowania należy rozumieć takie kierowanie przy którym system nawigacji lotniczej, z uwzględnieniem celów ograniczeń i zakłoceń, spełnia swoje funkcje z minimalnym nakładem resursu [1] jednostki nawigacyjnej. Analiza nawigacyjna rozumiana jako analiza wszechstronna poprzedza podjęcie decyzji dotyczącej wyboru trasy lotu. Procedura analizy nawigacyjnej składa się zasadniczo z pewnej liczby typowych czynności wzajemnie uzależnionych, do których zalicza się:

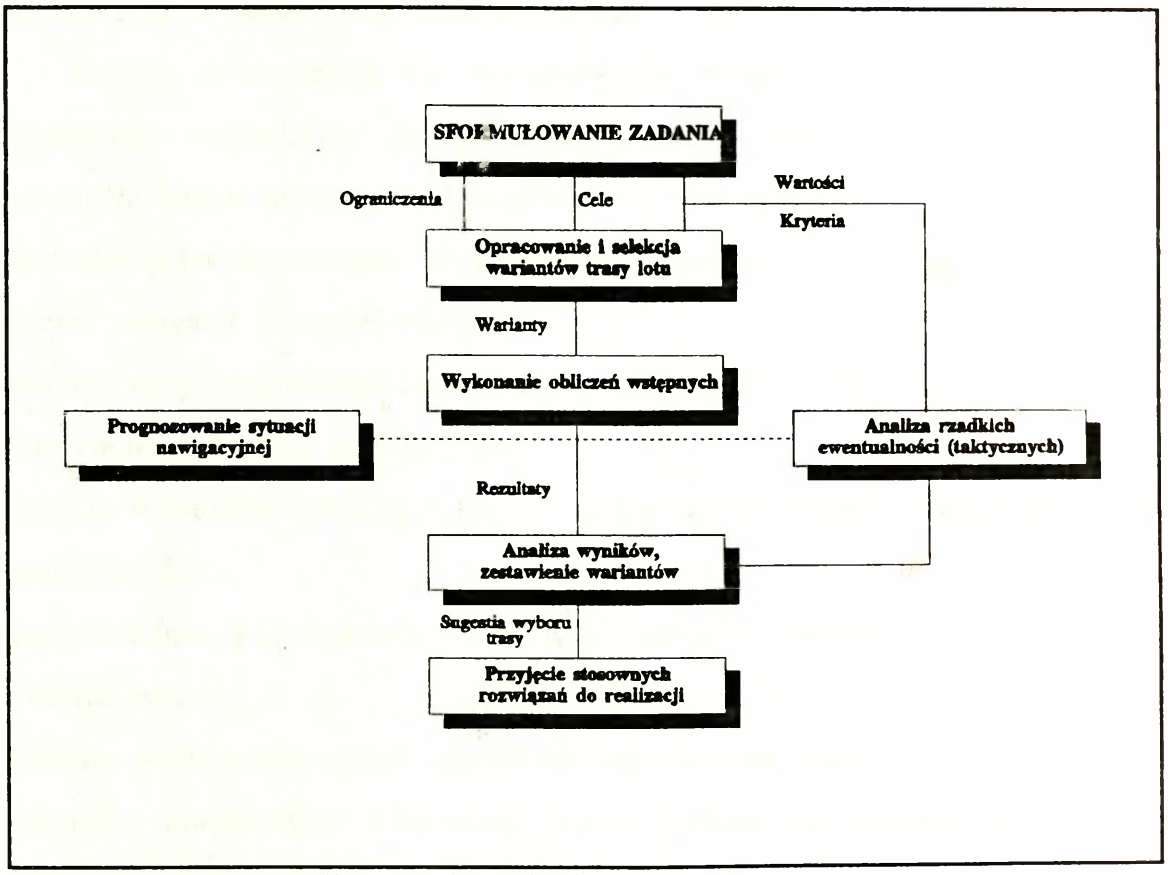
- sformułowanie zadania na podstawie rozkazu (optymalnego);
- wykrycie, opracowanie wariantów trasy lotu i ich selekcja;
- opracowanie prognozy sytuacji nawigacyjno-taktycznej dotyczącej rejonów i terminów planowanego lotu;
- wykonanie obliczeń astępnych i rozliczenie drogi poszczególnych wariantów;
- porównanie rezultatów obliczeń, przedstawienie sugestii wyboru trasy lotu;
- przyjęcie stosownych rozwiązań do realizacji.

Tym poszczególnym krokom towarzyszą pewne czynności dodatkowe, z których najważniejsze to określenie celów, ograniczeń oraz systemu wartości i kryteriów wspólnych w procesie dowodzenia jednostką nawigacyjną. Problemy te ujmuje algorytm zobrazowany na rys 23. Algorytm ten przedstawia schemat procedury analizy nawigacyjnej uwzględniający głowne przepływy informacji. Niezbędną składową tej procedury jest analiza rzadkich ewentualności. Przedmiotem jej są zdarzenia lub warunki, których prawdopodobieństwo wystąpienia jest małe lub bardzo małe, a które jeśli wystąpią spowodują znaczące skutki. Zazwyczaj chodzi tu o skutki niekorzystne (przeciwdziałanie

---

[1] Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych, Warszawa 1975, s.840 resurs - zasoby, środki.

ogniowe przeciwnika, ograniczenia eksploatacyjne itp.) będące obiektem troski dowódców i nawigatorów. Nawigacja lotnicza realizuje się poprzez wykonywanie zadań właściwych zarówno naukom wojskowym, jak też własnych zadań, jej tylko przynależnych. Obok klasycznych zadań nawigacyjnych nakazujących dotarcie do celu najkrótszą drogą są stawiane przed nią jeszcze inne zadania. Mogą to być: wyjście nad obiekt w wyznaczonym czasie, manewrowanie względem innego obiektu ruchomego (tankowanie w powietrzu, walka powietrzna), krążenie po zadanej trasie lub rejonie (dyżurowanie w strefie, prowadzenie rozpoznania) itp. Generalnie zadania nawigacji lotniczej dzielą się na dwie grupy: zadania podstawowe i zadania specjalistyczne.



Rys. 23 Algorytm analizy nawigacyjnej

Do zadań podstawowych zalicza się:

- studiowanie i uogólnianie doświadczeń w zakresie prowadzenia walki jako studium ruchu jednostek nawigacyjnych (określenie miejsca wprowadzenia i wyprowadzenia z walki, określenie parametrów zbiórki ugrupowania itp.):

- poznanie i badanie obiektywnych prawidłowości właściwych kierowaniu ruchem jednostki nawigacyjnej w środowisku powietrznym (aerosferze) oraz formułowanie ogólnych zasad nawigacji lotniczej;
- formułowanie problemów i określanie najbardziej efektywnych kierunków to jest: doskonalenia i rozwoju metod prowadzenia jednostki nawigacyjnej, doskonalenia i rozwoju urządzeń nawigacyjnych i systemów nawigacyjnych zgodnie z istniejącymi trendami i osiągnięciami światowymi;
- wypracowanie zaleceń do praktycznego prowadzenia nawigacji lotniczej oraz określenia przedsięwzięć mających na celu jej doskonalenia;
- określenie związków nawigacji lotniczej z innymi specjalnościami nauk wojskowych, a także innmi naukami mającymi wpływ na jej rozwój.

Zadania te pozwalają na umiejscowienie nawigacji lotniczej w naukach wojskowych, nakreślając jej wyraźne obszary zainteresowań w aspekcie przyszłych badań naukowych i dociekań nad rozwojem techniki nawigacyjnej i sposobów jej wykorzystania w jednostkach nawigacyjnych. Zadania specjalistyczne nawigacji lotniczej obejmują:

- badanie oraz doskonalenie urządzeń przeznaczonych do określa nia parame trów ruchu jednostki nawigacyjnej;
- badania w zakresie rozwoju systemów służących określaniu pozycji jednostki nawigacyjnej;
- projektowanie i doskonalenie zautomatyzowanych systemów nawigacyjno-celowniczych;
- badania podstawowe w celu określenia wzajemnych związków w relacji jednostka nawigacyjna- środowisko (porty lotnicze, oznakowanie nawigacyjne obiektów);
- badania wzajemnych relaccji zachodzących pomiędzy jednostkami nawiga cyjnymi w przestrzeni powietrznej, w rejonie wykonywania zadań (nawiga cyjnych, rozpoznawczych, ogniowych itp.).

Zadania specjalistyczne koncentrują się głównie na dostosowaniu istniejących systemów lub opracowaniu założeń i warunków dla konstrukcji nowych systemów nawigacyjnych, w celu poprawy jakości i pewności nawigowania. Nawigacja lotnicza, w tej grupie zadań, w szerokim zakresie korzysta ze zdobyczy naukowych wspomnianych wcześniej specjalności pogranicza takich nauk jak: informatyka, elektronika, geodezja, kartografia itp.

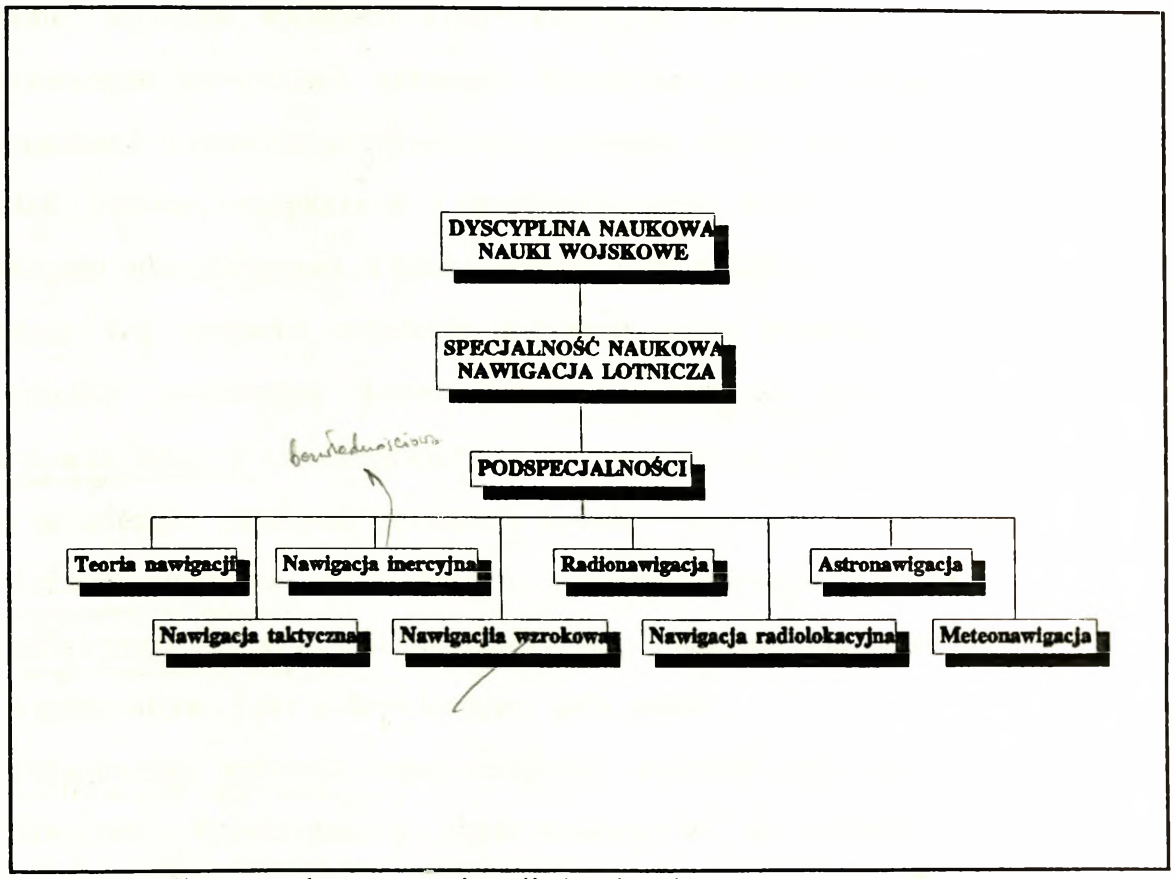
Omówione metody badań i zadania nawigacji lotniczej wynikają z określonego pojmowania istoty przedmiotu badań. Przedmiotem przyszłych badań w nawigacji lotniczej prowadzonych przez pracowników naukowych będzie proces kierownia ruchem jednostki nawigacyjnej w środowiski powietrznym (aerosferze). Proces kierownia ruchem jednostki nawigacyjnej badany w aspektach:

- funkcjonowania systemów nawigcyjnych i nawigacyjno - celowniczych (aspekt techniczny);
- związku jednostki nawigacyjnej ze środowiskiem (aspekt fizyczno-geograficzny);
- kierowania jednostką nawigacyjną (aspekt cybernetyczny);
- zasadniczych zadań wykonywanych przez jednostkę nawigacyjną (aspekt taktyczny, ekonomiczny).

Można zatem stwierdzić, że przedmiotem badań w ramach nawigacji lotniczej będą te wszystkie aspekty które determinują jej rozwój oraz czynniki stymulujące efektywność systemów nawigacyjnych i nawigacyjno-celowniczych, a także potrzeby użytkowników oraz zasady racjonalnego wykorzystania jednostki nawigacyjnej w walce. Na uwagę zasługuje wpływ jaki na dalszy rozwój nawigacji lotniczej wywołało łączenie teorii z praktyką. Jedność teorii i praktyki w nawigacji lotniczej jest nad wyraz oczywista, ponieważ opis działań praktycznych pojmowany jest jako jeden z obszarów teorii. Sama zaś praktyka wyrażona w czynnościach manualnych jest inicjowana i sterowana

procesami myślowymi. Trudno przeto wyobrazić sobie racjonalny rozwój teorii bez praktyki i na odwrót.

Pojmując istotę nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej w naukach wojskowych autor proponuje wyodrębnić jej podspecjalności. Podspecjalności te zostały przedstawione na rys 24.



Rys. 24 Ogólna struktura nawigacji lotniczej

Z badań prowadzonych w wielu ośrodkach akademickich [1] wynika, że rejestrowany jest stały przyrost literatury przedmiotu w postaci: prac naukowych, promocyjnych, publikacji naukowych itp. Dla potrzeb kształcenia wprowadzane są nowe przedmioty nauczania obejmujące: teorię nawigacji i bombardowania, teorię aeronautologii, teorię eksploatacji systemów lądowania itp. Na rzecz rozwoju nawigacji lotniczej zarówno w skali wojska jak i kraju,

---

[1] Akademia Obrony Narodowej, Akademia Marynarki Wojennej, Wyższa Szkoła Morska w Szczecinie, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska, Wyższa Szkoła Morska w Gdańsku, Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Łódzki, Wyższa Oficerska Szkoła Lotnicza.

pracuje pokaźna liczba instytucji naukowo-badawczych i dydaktyczno-naukowych inicjujących coraz to nowe tematy prac badawczych zmierzających do rozwoju systemów nawigacyjnych i nawigacyjno-celowniczych.

Nowe konstrukcje systemów nawigacyjnych i nawigacyjno - celowniczych wyróżniają się skomplikowaną budową oraz złożoną technologią produkcji, jak również wysokimi wymogami eksploatacyjnymi. W związku z tym trwa ciągłe doskonalenie powyższych systemów. Rozwój ten, w tym głównie wdrażanie do eksploatacji systemów satelitarnych, powoduje wręcz skokowy wzrost kosztów badań, budowy, eksploatacji i kształcenia kadr. Wydłuża się czas tworzenia systemów nawigacyjnych i kształcenia wysoko kwalifikowanych pracowników. Dlatego też lotnictwo wojskowe nie może sobie pozwolić na rozproszenie potencjału naukowego. Ewentualnie nowo powstała specjalność naukowa- nawigacja lotnicza - może się ku temu, zdaniem autora, przyczynić koncentrując się na czterech głównych obszarach badań:

1. Rozwoju systemów nawigacyjnych i nawigacyjno-celowniczych;
2. Wykorzystaniu systemów nawigacyjnych i nawigacyjno-celowniczych na współczesnym i perspektywicznym polu walki;
3. Doskonaleniu struktur organizacyjnych jednostek naukowych, naukowo-badawczych i dydaktycznych predysponowanych do uprawiania nawigacji lotniczej;
4. Kształceniu kadr nawigatorskich oraz organizacji badań z zakresu nawigacji lotniczej.

3.4 Instytucje powołane do kreowania nawigacji lotniczej w wojsku.

Przygotowanie kadr nawigatorskich dla lotnictwa wojskowego jest procesem niezwykle złożonym. Przesądza o tym szereg specyficznych właściwości lotnictwa np.: wielka liczba eksploatowanych, różnorodnych systemów

nawigacyjnych i nawigacyjno-celowniczych, konieczność przekazania kształconym złożonych wiadomości i wyrabiania stosownych uniejętności, długi czas kształcenia podstawowego i dalszego rozwoju naukowego, permamentność różnego rodzaju treningów specjalistycznych oraz wysokie koszty kształcenia. Ponadto dotychczasowy brak usankcjonowania nawigacji lotniczej jako specjalności nauk wojskowych powodował konieczność doskonalenia kadr w innych naukach, po to by móc wrócić po latach do badań podstawowych w nawigacji lotniczej. [1] Proces ten opóźniał niezmiernie rozwój kadry naukowej i badań stosowanych podrażając jeszcze bardziej koszty kształcenia.

Duże nakłady na kształcenie i ciągły trening personelu nawigatorskiego powodują, że przedwczesne ubytki, nawet jednostkowe, tego personelu przynoszą drastycznie odczuwalne straty. Wszystko to sprawia że zarówno dobór ludzi jak i programowanie ich kształcenia i rozwoju naukowego powinna cechować szczególna wnikliwość. Należy mieć na uwadze głównie spójność celów kształcenia z ich treścią, stosowanie odpowiednich metod i środków kształcenia, harmonizowanie programów badań naukowych z potrzebami lotnictwa i przemysłu. Efekty rozwoju naukowego kadry zależą w dużej mierze od jakości pracy organizatorów kształcenia. Stąd tak istotna rola właściwych struktur instytucji, powołanych do kreowania nawigacji lotniczej w wojsku.

Lotnictwo wojskowe, jako rodzaj sił zbrojnych, dysponuje własnym szkolnictwem i jednostkami naukowo-badawczymi oraz współuczestniczy w pracy dydaktycznej i naukowo-badawczej innych rodzajów wojsk i ośrodków szkoleniowych. Wiele z tych placówek w wyniku restrukturyzacji wojska zmieniło funkcje lub przestało istnieć. Nie mniej jednak aktualnie funkcjonują następujące instytucje, w których sferze zainteresowań leżą problemy nawigacji lotniczej. Do placówek tych trzeba zaliczyć: Wyższą Oficerską

---

[1] Praca studyjna, kwalifikacje pedagogiczne kadry dydaktycznej CDL i ich przydatność w pracy zawodowej, Warszawa 1993.

Szkołę Lotniczą, Wyższą Oficerską Szkołę Radiotechniczną, Instytut Techniki Wojsk Lotniczych, Wydział Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej Akademii Obrony Narodowej, Instytut Lotnictwa, Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej oraz niektóre wydziały Wojskowej Akademii Technicznej [1]. Schematycznie instytucje te wraz z innymi instytucjami cywilnymi obrazuje rys 25.

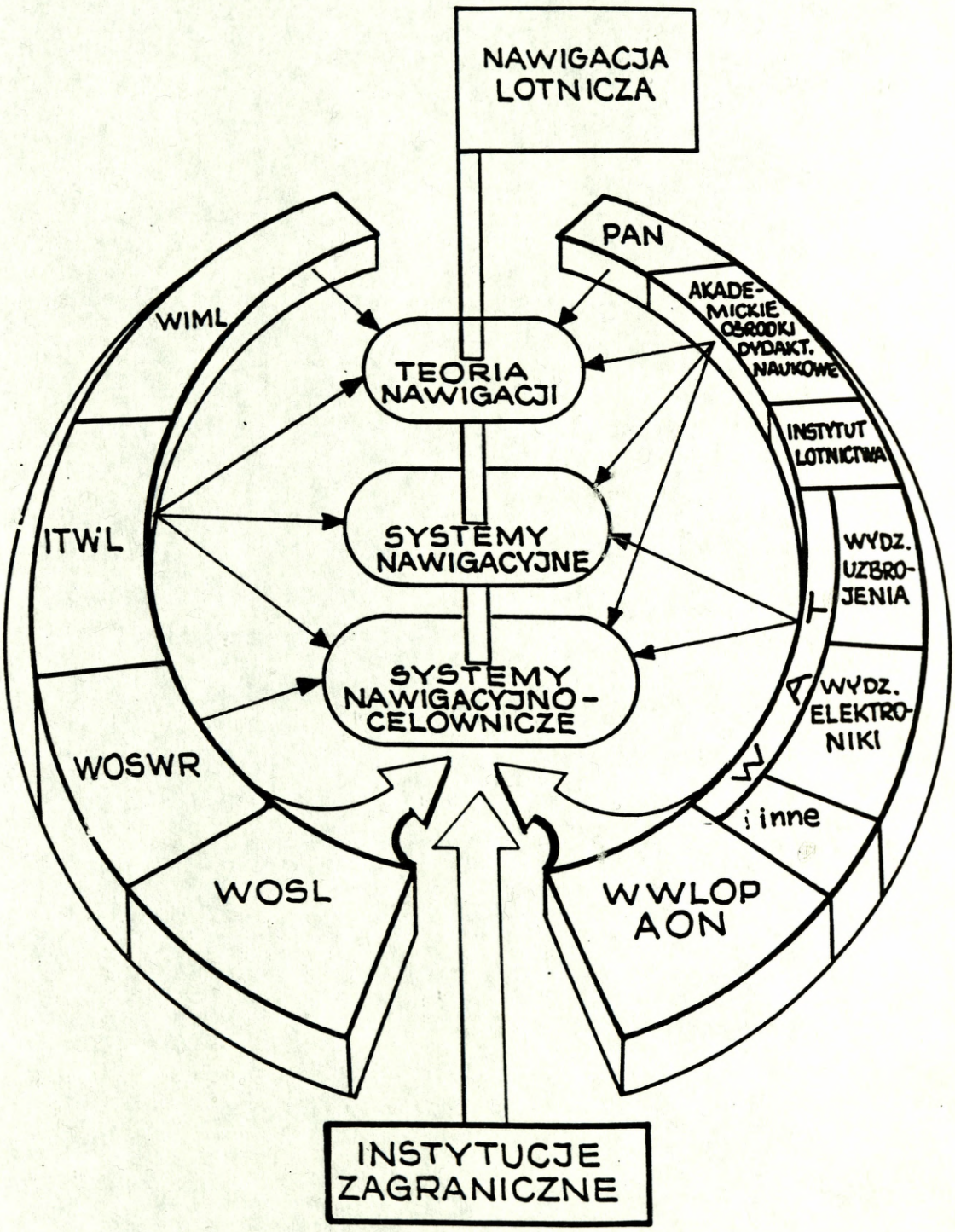
Obok funkcji dydaktycznych, zadaniem tych jednostek jest prowadzenie badań podstawowych i stosowanych. Udział w badaniach poszczególnych uczelni i instytutów pracujących na rzecz nawigacji lotniczej musi być współmierny do przypisanych im funkcji. Całość prac naukowo badawczych realizowanych przez te placówki powinna być właściwie oprogramowana oraz inspirowana i usankcjonowana przez odpowiedni szczebel dowodzenia (Dowództwo WLOP, Ministerstwo Obrony Narodowej). Wyniki tych prac, oprócz zaspakajania bieżących potrzeb dydaktycznych, mogą i powinny stanowić podstawę do prognozowania rozwoju systemów nawigacyjno-celowniczych oraz wdrażania nowych rozwiązań do eksploatacji. Wszystko to możliwe jest w wyniku poznania prawidłowości i związków przyczynowych, dominujących w badanej rzeczywistości nawigacyjnej. Dlatego też tak nieodzowne jest umiejscowienie nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej nauk wojskowych oraz zmiana kierunku i specjalności kształcenia w Wyższej Oficerskiej Szkole Lotniczej. Reforma wojskowego szkolnictwa zawodowego przeprowadzona w 1967 r. zapoczątkowała wówczas nowy okres w dziejach dęblińskiej szkoły lotniczej. [2] O utworzeniu wyższej uczelni lotniczej zdecydowały takie między innymi czynniki, jak:

- konieczność dostosowania organizacji szkolnictwa do poziomu ówczesnej techniki lotniczej, wymagającej kadr z wyższym wykształceniem wojskowym;
- posiadana przez szkołę baza naukowo-dydaktyczna, a przede wszystkim kadra umożliwiająca realizację zadań wyższej uczelni wojskowej;

---

[1] Stan na dzień 31.12.1993.

[2] Celek J. Wyższa Oficerska Szkoła Lotnicza im.J.Krasickiego, Warszawa 1979, s. 307.



Rys. 25 Instytucje uprawiające nawigację lotniczą w aspekcie naukowo - dydaktycznym.

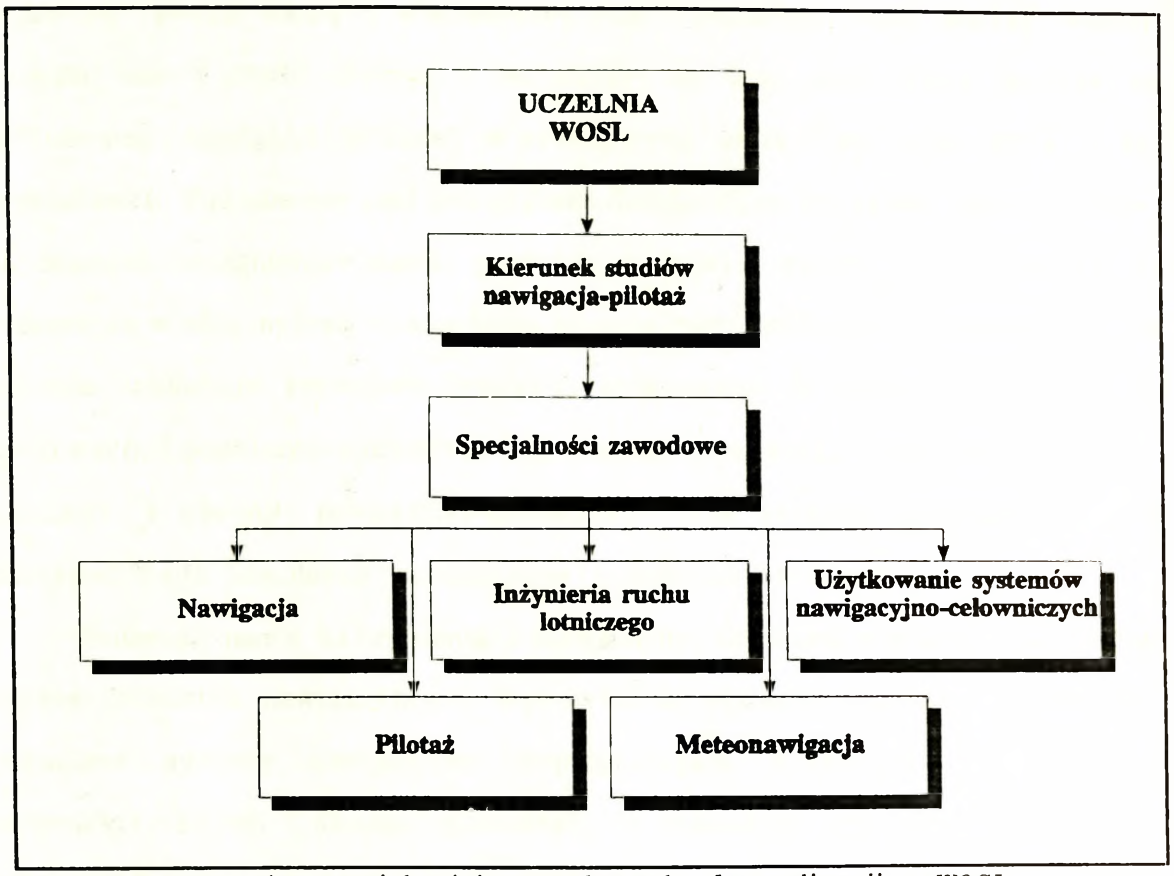
- poziom wiedzy ogólnej i technicznej zgłaszających się do szkoły kandydatów;
- ogólne tendencje rozwojowe szkolnictwa polskiego, zmierzające do zwiększenia roli i rangi wyższego szkolnictwa zawodowego.

Nie bez wpływu było też zaspokojenie aspiracji zgłaszającej się do uczelni młodzieży, pragnącej wraz ze stopniem oficerskim osiągnąć odpowiedni cenzus naukowy. Dalsze przeobrażenia w nauce polskiej, a w tym w szkolnictwie wojskowym, jakie dokonały się w ostatnich dwudziestu pięciu latach działalności dydaktyczno naukowej uczelni dęblińskiej, stworzyły nową jakość, wymagającą kolejnych zmian. Zmiana dotychczasowego kierunku kształcenia "inżynier - dowódca" pozwoliłaby sprostać współczesnym trendom w nauce światowej. Autor proponuje zmianę kierunku kształcenia w Wyższej Oficerskiej Szkole Lotniczej (WOSL) na kierunek "inżynier nawigacji" o specjalności zawodowej: nawigator, pilot, inżynier ruchu lotniczego, synoptyk, użytkownik systemów nawigacyjnych i nawigacyjno celowniczych z prawem nadawania stosownych tytułów zawodowych. Propozycje specjalności zawodowych do realizacji w ramach tego nowego kierunku kształcenia w WOSL przedstawia rys. 26.

Takie ujęcie problemu pozwoliłoby na udrożnienie systemów kształcenia specjalistycznego i rozwój naukowy kadr lotniczych zarówno w WOSL jak i całych wojskach lotniczych. Ponadto byłoby zbieżne z istniejącymi trendami w nauce światowej [1]. Dlatego istotne jest usankcjonowanie w WOSL nawigacji lotniczej jako specjalności dydaktycznej i naukowej. Proponowane zmiany struktur organizacyjnych WOSL umożliwiłoby realizację tej specjalności, z korzyścią dla rozwoju tak teorii nawigacji jak i systemów nawigacyjnych i nawigacyjno-celowniczych. Reasumując należy stwierdzić, że trudno sobie dzisiaj wyobrazić rozwój nawigacji lotniczej bez dynamicznego rozwoju między innymi takich placówek dydaktyczno - naukowych jak: WOSL, WAT, Akademia Obrony Narodowej a w niej głównie Wydziału WLOP oraz innych instytutów naukowych predysponowanych do uprawiania nawigacji lotniczej.

---

[1] ATTA, Dellistituto Italiano di Navigatione, Roma 1991



Rys. 26 Propozycje specjalności zawodowych do realizacji w WOSL.

3.5 Praktyczne aspekty stosowania nawigacji lotniczej.

Na wstępie należy zaznaczyć, że do tej pory istnieje rozbieżność czy nawigacja lotnicza jest nauką czy też nie. Przeciwnicy uznania nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej negują istnienie kryteriów jej naukowości, a w tym głównie wskazują na brak jej własnych specyficznych metod badawczych. Istnieje też przekonanie, że nawigacja lotnicza jest nauką interdyscyplinarną, przenikającą treści innych nauk, a w niej samej wyodrębnić można jedynie jej teorię ogólną. Każda nauka, jako system wiedzy o zjawisku zdobywany w aspekcie intelektualnym i czynnościowym powinna mieć wyraźnie zdeterminowany: cel badawczy, przedmiot badań, swoje specyficzne metody

badawcze, swoją teorię i charakterystykę. [1] Aktualny stan naszej wiedzy pozwala nam w chwili obecnej - niezależnie od tego jakie mamy poglądy na usytuowanie nawigacji lotniczej w systematyce nauk - potrzebę istnienia tej specjalności. Już obecnie jest ona głęboko osadzona na praktyce i doświadczeniu. Stanowi uogólnienie teorii, praktyki i doświadczenia. Należy sądzić, że procesy te w mirę upływu czasu będą jeszcze intensyfikowane. Świadczą o tym dobitnie tendencje rozwojowe lotnictwa światowego. W licznych publikacjach naukowych i popularno-naukowych przytaczane są wizje broni inteligentnych lotnictwa i obrony powietrzno-kosmicznej [2], w których podstawową rolę odgrywać będą kompleksy nawigacyjne i nawigacyjno-celownicze.

Ponieważ mamy do czynienia z niezmiernie złożonym procesem kierowania ruchem jednostek nawigacyjnych w aerosferze, wposażonych w wielofunkcyjne pokładowe systemy nawigacyjne współpracujące z zewnętrznymi układami radioelektrycznymi, dlatego planowanie i obliczanie tras lotów na mapach zastępuje się coraz bardziej funkcjonalnymi programami komputerowymi. Rozwój informatyki poszerza możliwości stosowania komputerów do programowania ruchu przestrzennego jednostek nawigacyjnych. Osiągnięcia w dziedzinie mikroprocesorów stały się bezpośrednim czynnikiem rozwoju komputerowych kompleksów nawigacyjno-celowniczych. Natomiast wykorzystanie możliwości postępu technicznego w informatyce warunkuje odpowiednio bogate oprogramowanie zadań do realizacji żądanych funkcji sprecyzowanych przez użytkownika.

Generalnie każda jednostka nawigacyjna (samolot, śmigłowiec, pojazd kosmiczny) przeznaczona do realizacji zadań militarnych będzie wyposażana w trzy podstawowe systemy: nawigacyjny, celowniczy i specjalny. Złożoność zadań które mają one wykonać wpływać będzie na ich skomplikowaną budowę, a ponadto wymuszać odpowiednio skomlikowane oprogramowanie. Podstawowe

---

[1] Ankieta, załącznik do pracy nr. 5

[2] Wacław Świątnicki, Zbigniew Świątnicki, Bronie inteligentne, Warszawa 1992.

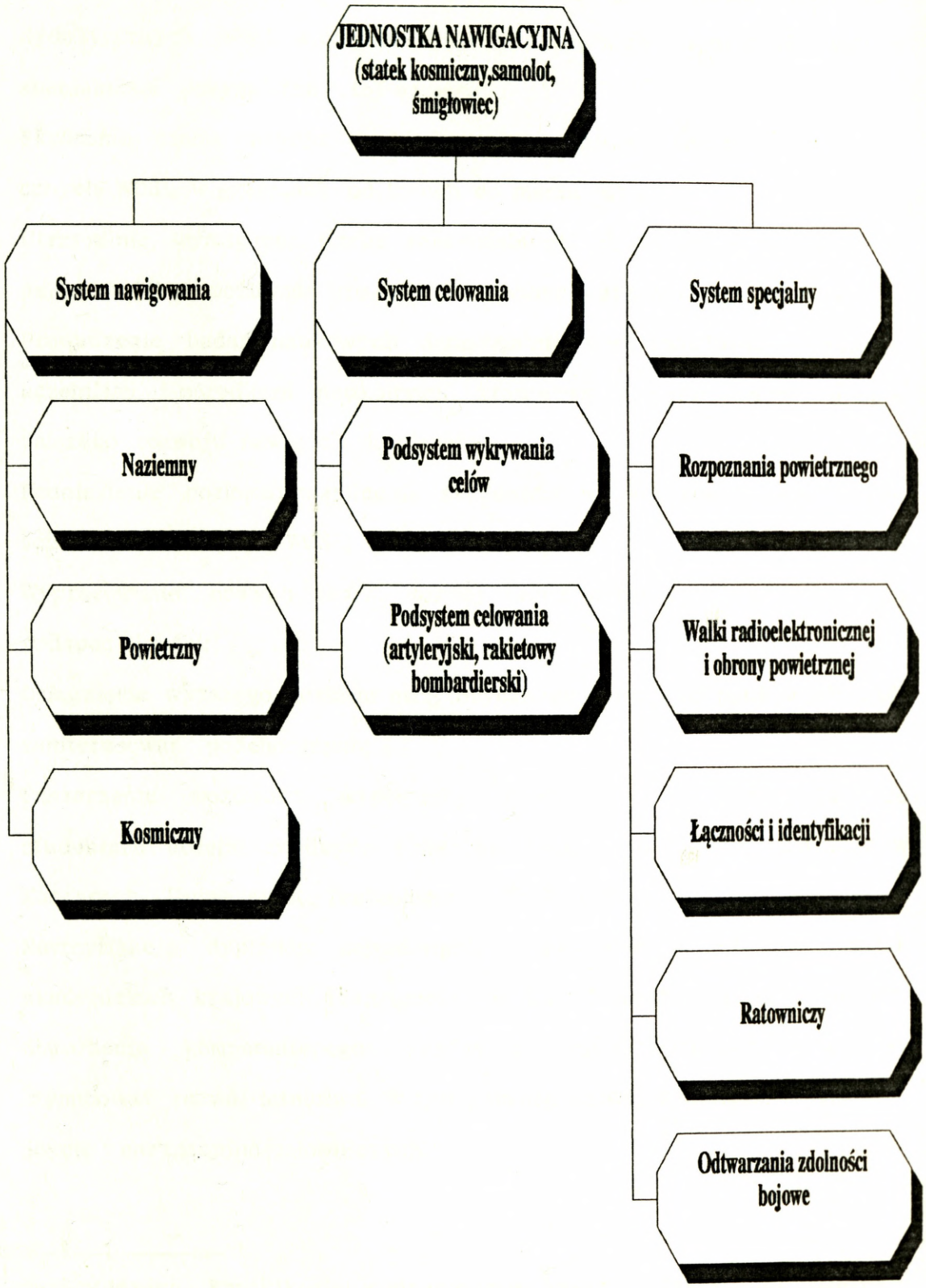
systemy i ich elementy składowe jednostki nawigacyjnej przyszłości przedstawia rys 27.

Rozwój tych systemów oraz optymalne wykorzystanie ich możliwości może zapewnić wykonanie w przyszłości szeregu zadań bez bezpośredniego udziału człowieka na polu walki albo też przyczynić się do ograniczenia stanów ilościowych obsługi techniki bojowej do minimum. Przyszłe bazy lotnicze w warunkach współczesnych realiów mogą być obsługiwane przez dwadzieścia - trzydzieści osób zamiast dwóch tysięcy do trzech tysięcy osób.[1] Taka redukcja stanów osobowych możliwa jest w sytuacji gdy większość problemów będzie rozwiązywane przez owe systemy, w tym głównie nawigacyjne i nawigacyjno-celownicze. W wyniku rozwoju powyższych systemów również sposób prowadzenia walki powietrznej ulega, a w przyszłości jeszcze bardziej będzie ulegał zmianie. Przedstawiony przekrojowo rozwój taktyki walki powietrznej i prowadzenia bitew powietrznych przez Dowódcę Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej gen. dyw. dr pil. Jerzego Gotowałę[2] wyraźnie wskazuje na dynamiczny rozwój we współczesnym lotnictwie systemów nawigacyjno celowniczych i wzrastający ich wpływ na sposób prowadzenia walk powietrznych. Analiza proponowanych aktualnie rozwiązań militarnych obrony Rzeczypospolitej wyraźnie ujawnia konieczność nasycenia wojsk, w tym głównie sił operacyjnych, sprzętem bojowym najnowszych generacji oraz konieczność doskonalenia struktur organizacyjnych. Nowoczesny sprzęt bojowy w lotnictwie to głównie nowoczesne systemy nawigacyjne i nawigacyjno - celownicze. Natomiast nowe systemy to nowe odkrycia, nowe wynalazki, usprawnienia, jak również reorganizacja istniejących struktur organizacyjnych wprowadzane w oparciu o wojskowe badania naukowe. Dorobek wszystkich dyscyplin i specjalności naukowych, w tym i nawigacji lotniczej można i należy stosować podczas projektowania nowych

---

[1] Świątnicki W., Wojna w kosmosie, Warszawa 1990.

[2] Gotowała J., Splątane wiraże, Warszawa 1992.



Rys. 27 Podstawowe systemy jednostki nawigacyjnej

rozwiązań. Umiejscowienie nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej w naukach wojskowych pozwoli na:

1. Wzrost możliwości kształcenia licznej grupy pracowników naukowo-dydaktycznych WOSL w celu pozyskania przez nich stopni naukowych w specjalności przynależnej tej uczelni;
2. Skrócenie czasu rozwoju naukowego pracowników naukowo-dydaktycznych WOSL w granicach od trzech do pięciu lat[1];
3. Utrzymanie wymaganej liczby samodzielnych pracowników naukowych dających WOSL możliwość promowania własnych pracowników naukowych;
4. Prowadzenie badań naukowych samodzielnie i we współpracy z innymi uczelniami i ośrodkami naukowymi, krajowymi i zagranicznymi w celu dalszego rozwoju nawigacji lotniczej;
5. Podniesienie poziomu kształcenia studentów we wszystkich specjalnościach nauczanych w WOSL;
6. Wypracowanie nowych teorii. Rozwój teorii nawigacji lotniczej i jej podspecjalności;
7. Osiągnięcie wyższego poziomu merytorycznego pracy kół naukowych i kół zainteresowań podchorążych;
8. Poszerzenie możliwości współpracy naukowej studentów WOSL ze studentami uczelni cywilnych i zagranicznych (Uniwersytet Lotniczy w Koszycach, Uniwersytet Techniczny w Braunschweig itp.);
9. Nostryfikację dyplomów zawodowych z dyplomami cywilnych uczelni akademickich krajowych i zagranicznych kształcących w tej specjalności;
10. Stworzenie kompetentenego środowiska opiniotwórczego mogącego stymulować rozwój lotnictwa, w tym głównie rozwój systemów nawigacyjnych i nawigacyjno-celowniczych.

---

[1] Praca studyjna, Kwalifikacje pedagogiczne kadry dydaktycznej Centrum Doskonalenia Lotniczego i ich przydatność w pracy zawodowej, Warszawa 1993.

Wymienione aspekty dają szanse Wyższej Oficerskiej Szkole Lotniczej nie tylko prowadzenia działalności dydaktycznej ale stwarzają również możliwości prowadzenia działalności naukowej zmierzającej do rozwoju teorii praktyki nawigacji. Nawigacja lotnicza jest w WOSL wiedzą o bogatych i wieloletnich tradycjach wymaga jednak formalno-prawnego usankcjonowania. Usytuowanie nawigacji lotniczej w naukach wojskowych pozwoli to osiągnąć, a głównie rozwinąć nawigację taktyczną poprzez zoptymalizowanie wykorzystania systemów nawigacyjnych i nawigacyjno-celowniczych na współczesnym polu walki.

ZAKOŃCZENIE

Prowadzone wieloletnie badania w lotniczych jednostkach liniowych, na terenie WOSL i innych ośrodów akademickich krajowych i zagranicznych, w pełni przekonały autora o konieczności włączenia nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej do nauk wojskowych. Faktograficzne materiały źródłowe, datujące się od początku dwudziestego wieku dostarczyły dowodów o konieczności nieustannego rozwijania nawigacji lotniczej.Przygotowanie oficera, pracownika naukowo-dydaktycznego w specjalności nawigacja lotnicza jest procesem skomplikowanym. Sukcesywny rozwój statków powietrznych oraz zmiany organizacyjne wojsk i szkolnictwa wojskowego wraz z idącymi w ślad za nimi zmianami w wymaganiach wobec pracowników naukowych jak również absolwentów WOSL wymuszają coraz wyższy poziom przygotowania teoretycznego i praktycznego pracowników WOSL.

Postrzegając ten tak ważki problem autor podjął się zgłębienia jednego z ważnych elementów procesu naukowego i dydaktycznego WOSL. W efekcie badań stało się oczywiste, że zarówno dzisiaj jak i w przyszłości nowoczesne siły powietrzne muszą dysponować najnowszą techniką bojową i wysokiej klasy specjalistami do jej obsługi. Uprawianie nawigacji lotniczej w WOSL daje taką szansę.

Przeprowadzone badania, potwierdzające we wstępie pracy hipotezy jak również krytyczna analiza literatury pozwoliła na dokonanie szeregu uogólnień, które w efekcie stanowią pewną koncepcję działań w sferze rozwoju nawigacji lotniczej. Autor zdefiniował niektóre pojęcia oraz nakreślił perspektywy rozwoju poszczególnych jej podspecjalności. Predentowanie autora do roli odkrywcy praw w nawigacji lotniczej byłoby jaskrawym przykładem braku skromności. Natomiast może być wybaczone autorowi mniemanie, że w wyniku przeprowadzonych badań zdołał przedstawić i udokumentować naukowo pogłębioną analizę głównych problemów współczesnej nawigacji lotniczej, a

ponadto sformułował istotne prawidłowości warunkujące jej poznawanie i rozwój. Prawidłowości te można uogólnić w następującym brzmieniu:

1. Nawigacja lotnicza wiąże się ściśle z naukami wojskowymi i jest ich integralną częścią. Dlatego też zaproponowano traktowanie nawigacji lotniczej jako specjalności nauk wojskowych. Specjalność ta może być uprawiana odrębnie bowiem jej teoria i praktyka ma zastosowanie w ściśle wyodrębnionej części działalności wojskowej, w ściśle wyodrębnionej części wszechświata - atmosferze ziemskiej.
2. Zaproponowana definicja współczesnej nawigacji lotniczej wyraża dążenie do głębszego wyrażenia istoty tej specjalności jako nauki i praktyki. Wszelkie definicje mają znaczenie formalne ale w wypadku nawigacji lotniczej precyzja wytyczania przedmiotu i treści jakimi zajmuje się ta specjalność ma doniosłe znaczenie dla praktyki i teorii jej rozwoju.
3. Przedmiotem badań nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej jest teoria i praktyka nawigowania (prowadzenia, kierowania) wszelkich jednostek nawigacyjnych (aparatów latających) bez względu na ich przynależność strukturalną, przeznaczenie i charakterystykę budowy. Szczegółowe problemy nawigacji lotniczej (zadania) rozwiązywane w ramach tej specjalności zależą od sfery jej zastosowania (zastosowanie wojskowe lub cywilne).
4. Autor prowadzący badania w dziedzinie nawigacji lotniczej musiał posługiwać się uniwersalnymi metodami badawczymi (np.: analiza literatury, obserwacja, porównanie, statystyka, eksperyment naturalny, symulacja komputerowa i eksperymenty laboratoryjne), a ponadto z innymi badaczami opracował odrębną metodę badań nazwaną "metoda nawigacyjna" (istotę tej metody przedstawiono w rozdziale 3.3).
5. Poddano analizie i krytycznej ocenie działalność instytucji w dziedzinie nawigacji. Niestety, w ostatnich dziesiątkach lat nawigacja lotnicza w Polsce nie była rozwijana na miarę potrzeb kraju, wyraźnie pozostając w

tyle wobec osiągnięć światowych. Wystąpienia autora na forum różnych konferencji krajowych i zagranicznych poświęconych nawigacji niepozostały bez wpływu na utworzenie zespołu do opracowania "Polskiego słownika nawigacyjnego", oraz utworzenie dopiero w 1993 roku Sekcji Nawigacji przy Komitecie Geodezji i Kartografii Polskiej Akademii Nauk jak również oddziału Polskiego Towarzystwa Astronautycznego. Fakty te stanowią o zasadności wyżej sformułowanego stwierdzenia.

6. Istnieją dosyć liczne wydawnictwa zawierające tematykę nawigacji lotniczej w tym również nawigacji taktycznej. Niestety brak jest nowych publikacji, co świadczy o widocznej stagnacji w rozwoju teorii nawigacji lotniczej w naszym kraju. Udział autora w konferencjach i sympozjach międzynarodowych (np. udział w konferencji naukowej Uniwersytetu Technicznego w Braunschweig, w sympozjum naukowym w Uniwersytecie Lotniczym w Koszycach i Uniwersytecie Polskim w Wilnie) umożliwił poznanie części osiągnięć państw sąsiedzkich. Krytyka nawigowania statków powietrznych za pomocą wyłącznie busol, radiokompasów a nawet przestarzałych systemów inercyjnych nie jest przejawem malkontenctwa autora lecz wskazywaniem na nasze zacofanie.

7. Eksperymenty prowadzone przez autora zgodnie z koncepcją naukową autora wspólnie z innymi osobami w latach 1992-93, przedmiotem których było zastosowanie odbiorników nawigacji satelitarnej umożliwiły sformułowanie szeregu wniosków natury teoretycznej i praktycznej. Wyposażenie wszystkich samolotów i śmigłowców w aparaturę nawigacji satelitarnej jest postulatem, który powinien być zdaniem autora niezwłocznie zrealizowany. Koszt jednego odbiornika waha się w granicach od 2 do 6 tysięcy dolarów, co w porównaniu z ceną jednego samolotu (około 40 milionów dolarów) jest wydatkiem znikomo małym. Wyżej sformułowany postulat wynika z potrzeb bezpieczeństwa lotnictwa

polskiego a ponadto ustaleń ICAO (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION)[1].

8. Autor doszedł do wniosku, że ludzie parający się nawigacją lotniczą obniżyli aktywność twórczą, zadawalając się osiągniętym poziomem tej specjalności. Autor postuluje aby instytucje odpowiedzialne za rozwój zarówno sfery teorii jak i praktyki nawigacji lotniczej podjęły długofalowe działania w postaci programów badawczych, sympozjów, konkursów wydawniczych oraz prac promocyjnych. mających na celu pozyskiwanie szerszego grona pracowników naukowych a także racjonalizatorów którzy zdynamizują tę tak ważną specjalność lotniczą. Postulat powyższy autor wysunął opierając się na własnych doświadczeniach. Aktywnie uczestniczył przy powołaniu zespołu nawigacji lotniczej przy Wyższej Szkole Lotniczej pod patronatem Polskiej Akademii Nauk (1991 r) oraz utworzeniu Oddziału Polskiego Towarzystwa Astronautycznego (1993 r).

9. Motorem postępu w sferze nawigacji lotniczej a ściślej nawigacji taktycznej powinny być instytucje wojskowe i w przeszłości tak właściwie się działo. Drastyczny spadek budżetu wojskowego spowodował ujemne zjawiska w ilości i jakości sprzętu nautycznego. Na przykład lotnictwo myśliwsko-bombowe utraciło jedno z ważnych źródeł informacji jakim był radiotechniczny system dalekiej nawigacji (RSDN). Autor proponuje aby wszcząć starania mające na celu możliwość wykorzystywania systemu LORAN - C (system państw zachodnich).

10. Mając na uwadze możliwość popełnienia błędów przez użytkowników systemów nawigacyjnych autor postuluje możliwie jak najwcześniejsze zdobycie układów samoprogramowania nawigacyjnego. Programowanie to powinno następować w trakcie lotu bojowego z uwzględnieniem wszystkich bieżących zmian otoczenia, w tym przeciwdziałania ogniowego

---

[1] Konferencje - Air Navigationa Conference of the ICAO (1991,1993)

przeciwnika. Oczekiwania w tym zakresie mogą spełnić układy inteligentne w tym kierunku muszą zmierzać nasze działania.

11. Efektywność bojowa jednostek nawigacyjnych (samolotów i śmigłowców) jest wprost proporcjonalna do efektywności ich systemów celowniczo - nawigacyjnych. Precyzyjne wyprowadzenie statków powietrznych na cel i manewr w rejonie celu stanowi warunek podstawowy wykonania zadania bojowego. Brak postulowanych wcześniej systemów nautycznych uniemożliwi wręcz programowanie komputerowe działań lotnictwa oraz współdziałanie z wojskami lądowymi na współczesnym polu walki. Na przykład lotnictwo działające na wezwanie z pola walki nie może sprotać wymaganiom czsowym, tracąc od kilku do kilkunastu minut na czynności poprzedzające start jednostki nawigacyjnej (dowiązanie platformy żyroskopowej do lotniska itp.).

Autor ma nadzieję, że główne myśli zawarte w rozprawie, zrodzone na podstawie wyników wieloletnich badań okażą się w pełni efektywne przy rozwiązywaniu powyższych postulatów. Ponadto wyraża nadzieję, że praca nad rozwojem nawigacji lotniczej zarówno w uczelniach wojskowych i cywilnych, jak również wśród oficerów dowództw będzie kontynuowane bez przerw. Praca ta służyć będzie umacnianiu siły bojowej lotnictwa w tym i kształceniu taktyczno - bojowym jego kadr.

B I B L I O G R A F I A

1. ATTI, Dellistituto Italiano di Navigatione, Roma 1991.
2. AJDUKIEWICZ K. — Logiczne podstawy nauczania, NK Warszawa 1938.
3. ALEKSANDROWICZ R. — Podstawy i rozwój lotnictwa, Warszawa 1967.
4. AŁDAS W., STĘPIEŃ R. — O systemie dydaktyczno-wychowawczym "Przegląd Wojsk Lądowych" nr 10.1983
5. AUDERSON E.W. — The PRINCIPLES of Navigation, London 1966.
6. BABEŃSKI J.K. — Optymalizacja procesu nauczania, WSiP, Warszawa 1979.
7. BABULA J. — O przygotowaniu oficerów do dowodzenia na polu walki "Myśl Wojskowa" nr 2, 1989
8. BALCEROWICZ B. — Strategiczna obrona Rzeczypospolitej Polskiej lat dziewięćdziesiątych, AON, Warszawa 1991.
9. BANACHOWICZ A. — O pojęciach i miarach dokładności nawigacji. V Międzynarodowa Konferencja Inżynierii Ruchu Morskiego, Szczecin 1993.
10. BARNAT L. — GPS Information Center (GPSiC), Proc. of ION GPS- 91, Albuqurque, N.H., 1991.
11. BIBDRYCKI A. — Systemowe ujęcie procesu dydaktycznego. "Przegląd Wojsk Lądowych", nr 7, 1985.
12. BOBKOWSKI A. — Współdziałabie lotnictwa myśliwskiego z naziemnymi siłami i środkami OP. AON, Warszawa 1991.
13. BOGUSZ J. — Dydaktyka wojskowa, Warszawa 1983.
14. BOGUSZ J., LEWOWICKI T., ZAKRZEWSKI J. — Tendencje zmian programowych w szkołach wyższych, Warszawa-Dęblin 1984.
15. BOGUSZ J., LEWOWICKI T., — Treść kształcenia w szkole wyższej, Warszawa 1983.

ZAKRZEWSKi J.

16.BRAMSKI S. KRAWCZYK H. System nawigacji samolotu bez pilotowego "Sowa", V Międzynarodowa Konferencja Ruchu Morskiego, Szczecin 1993.

17.BROCKI B.,GÓRSKI S., LEWANDOWSKI R. Lotnictwo, Warszawa 1979.

18.BRUNER Proces kształcenia, Warszawa 1965.

19.BRZOZOWSKI K. Oficer sztabu na polu walki, "Przegląd Wojsk Lądowych", nr 8, 1986

20.BUGALSKI A. Rozwój teorii Wojsk Obrony Powietrznej Kraju jako dyscypliny naukowej, ASG WP, Warszawa 1986.

21.BULZACKI Z. Jak rosły nam skrzydła, DWL Poznań 1981.

22.BUŁKA W.,MATHEA W. Wybrane problemy metodyki prognozowania rozwoju nauk wojskowych , ASG WP. Warszawa 1983.

23.CURRICULUM HANDBOOK. United States Air Force Academy 1991-1992, U.S. Government Printing Office 1991.

24.CZAJEWSKI J. Radionawigacja, Warszawa 1985.

25.CZERNI S. Słownik lotniczo-kosmonautyczny, polsko-angielski, WŁŁ Warszawa 1984.

26.Czynniki powodzenia we współczesnej walce, MON. Warszawa 1986.

27.DALECKI T. Gościnne niebo, Poznań 1977.

28.DENEK K. Pomiar efektywności kształcenia w szkole wyższej, Warszawa 1980.

29.DENEK K., LEWOWICKI T. Proces kształcenia w szkole wyższej, "Dydaktyka Szkoły Wyższej", nr 2, 1989.

30.DYDAK J. Wykorzystanie zjawiska Dopplera do określenia nawigacyjnych elementów lotu, Dęblin 1973.

31.DZIEDZIŃSKI B. Systemy radionawigacyjne stosowane w lotnictwie komunikacyjnym , Dęblin 1975.

32.Federal Aviation Administration Research and Development Ser-

vice Satellite Program Office (ARD-70), FAA Satellite Navigation Program Plan FY 92-97, Washington 1992.

33.FRANKOWICZ Z. Istota i współczesne pojęcie nautologii jako nauki o przemieszczaniu się w ekosferze obiektów będących wytworami ziemskiej cywilizacji, Szczecin 1993.

34.FREY-BIELECKI J. Walczyłem o nowoczesne formy organizacji szkolenia i integrację lotnictwa, "Przegląd Wojsk Lotniczych i WOPK", nr 8. 1988.

35.GEOLFREY P. War watchdogs spying from the skies. Space Technology International,London 1992.

36.GIEROWSKI J., MEISSNER T. Nawigacja terestyczna, Gdańsk 1963.

37.GODEWSKI M. Pedagogika. Podręcznik akademicki, Warszawa 1980.

38.GOLIŃCZAK R. Analiza możliwości wykorzytstania środków radiotechnicznych w dowolnych warunkach nawigacyjno-taktycznych podczas lotów trasowych, Dęblin 1977.

39.GOTOWAŁA J. Splątane Wiraże, Warszawa 1992.

40.GPS Multi-Site Mission Planing System. Ashtech Inc. 1990.

41.GUILFORD J.P. Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice, Warszawa 1978.

42.HALLS I.W. A Broat Vision for SP-57 ECDIS Object Data Model Workshop, Monaco 1993.

43.Hydzik B. Metodologia pedagogizacji badań naukowych w wojsku, WSMW, Gdynia 1984.

44.IŁOWIECKI M. Dzieje nauki polskiej, Interpress, Warszawa 1981.

45.Instituto Italiano di Navigaziono, Proffesor of Navigation: What Curliculum, ATTI dell' Istituto Italiano di Navigazion, Roma, 1991.

46.International Astronautical Congress, Graz Austria 1993.

47.JACEWICZ A., Markowski J. Kosmos, a zbrojenia, Warszawa 1988.

48.Jane's Encyclopedia of Aviation, London 1990.

49.JANUSZCZAK J. Dokładność określania pozycji przyrządowej samolotu za pomocą pokładowych i naziem- nych urządzeń radinawigacyjnych, Dęblin 1976.

50.JANUSZKIEWICZ.F. Technologia kształcenia w szkolnictwie wyższym, Warszawa 1998.

51.JEMIOŁO T. Systemy kształcenia kadr dowódczo - technicznych zautomatyzowanych systemów dowodzenia w Wyższej Oficerskiej Szkole Radiotechnicznej, ASG WP Warszawa 1984.

52.JĘDRYS Cz. Programy tudiów na miarę potrzeb, "Przegląd Wojsk Lądowych", nr 5, 1988.

53.JURDZIŃSKI M., SZCZEPANEK Z, Astronawigacja. Biblioteka nautyki, Gdańsk 1973.

54.JURDZIŃSKI M., URBAŃSKI M. Zadania mikrokomputerowego systemu wspomagania nawigacji, Gdynia 1989.

55.JURDZIŃSKI M., WAINTRIT A. Mapa elektroniczna w nawigacji morskiej,Gdynia 1992.

56.KACZANOWSKI L. Meteorologiczne zabezpieczenie działań bojowych lotnictwa wojsk OPK, ASG WP, Warszawa 1987.

57.KAMIŃSKI S. Pojęcie nauki i klasyfikacja nauki, KUL, Lublin 1981.

58.KENDAL B. Manual of Avionies, London 1988.

59.Kierunki doskonalenia szkolenia operacyjno-taktycznego Wojsk Lotniczych, DWL Poznań 1986.

60.KLAJE P. Dokształcanie oficerów w jednostkach sił zbrojnych Bundeswehry, "Wojskowy Przegląd Zagraniczny", nr 3, 1986.

61.KOŁCZ S. Klasyfikacja i ogólna charakterystyka ćwiczeń, "Myśl wojskowa", nr 12, 1989.

62.KOTARBIŃSKI T. Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk, Wricław 1961.

63.KOWALEWSKI M., ZDRODOWSKI B. Podstawy teorii obrony powietrznej w aspekcie ogólnowojskowego związku operacyjnego ASG WP, Warszawa 1989.

64.KOZIEJ S. Przewidywane zmiany w taktyce wojsk lądowych, "Przegląd Wojsk Lądowych", nr 9, 1986.

65.KOZŁOWSKI E. Wojsko Polskie 1936-1939, Warszawa 1964.

66.KUPISIEWICZ Cz. Szkoła współczesna, Warszawa 1979.

67.KUPISIEWICZ Cz. Podstawy dydaktyki ogólnej, Warszawa 1984.

68.KUŹMIŃSKI S. Vademecum aeronautyki wojskowej, Warszawa 1987.

69.LAZAR T. Dynamika stabilizacie lietadla na určienej trajektórii letu, Košice 1993.

70.Leksykon wiedzy wojskowej, Warszawa

71.ŁEBKOWSKI W. Zarys strategii wojskowej, ASG WP, Warszawa 1984.

72.MACHURA J. Działania bojowe wojsk lotniczych w operacjach frontu, Warszawa 1990.

73.MADEJSKI A. Nauka wojenna, Warszawa 1981.

74.MAJEWSKI F. Jak doskonalić styl pracy dowódczo-sztabowej, "Przegląd Wojsk Lądowych", nr 3 1983.

75.MANSWELD W. Funkanlagerz für Ortung und Navigation, Berlin 1983.

76.MAŃCZAK-WOHLEFELD E. Analiza dekompozycyjna zapożyczeń angielskich w języku polskim, Kraków 1992.

77.Mańkowski R. Manewr i manewrowość wojsk w działaniach obronnych "Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej", nr 5,

1993.

78.MARKS A. Kosmonautyka. Ilustrowana encyklopedia dla wszystkich, Warszawa 1971.

79.MATEJUK S. Współczesne systemy radarowe, "Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej". nr 10, 1993.

80.Mc DONNELL M.G. Navigation training standards-private aviation, London Polytechnic 1985.

81.Metodyka szkolenia taktycznego w wojskach lotniczych, DWL, Poznań 1982.

82.MICHALAK W. Działania bojowe wojsk lotniczych w operacjach obronnych prowadzonych w początkowym okresie wojny, ASG WP, Warszawa 1989.

83.MŁOT S. Możliwości zastosowania odległościowych systemów do nawigowania, Dęblin 1974.

84.MOSSOR S. Sztuka wojenna w warunkach nowoczesnej wojny, Warszawa 1984.

85.Nordisk Radionavigeringskonferanse "NORNA 91", Lillehammer 1991.

86.NÓŻKO K. Sztuka wojenna, a przygotowanie dowódców i oficerów sztabu, "Myśl Wojskowa", nr 6, 1974.

87.OKOŃ W. Kierunki optymalizacji procesu kształcenia w szkole wyższej"Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1980.

88.OKOŃ W. Proces nauczania, Warszawa 1975.

89.OKOŃ W. Słownik pedagogiczny, Warszawa 1984.

90 OPOLSKI K. Bariery i możliwości absorbcji kwalifikacji kadr kwalifikowanych w procesie pracy, "Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1988.

91.ORZECHOWSKI J. Dowodzenie i sztaby w II wojnie Swiatowej i współcześnie, Warszawa 1986.

92.OSZCZAK S. Zastosowanie metod filtracji do opracowania danych satelitarnych, Olsztyn

1986.

93.PAN ZHNiT, Powstawanie nowych dyscyplin naukowych, Wrocław 1973, (materiały z posiedzenia konserwatorium naukoznawczego PAN).

94.PASZAK N. Optymalizacja w kształceniu specjalistów, "Przegląd Wojsk Lotniczych i OPK", nr 2, 1983.

95.PATTERSON P.J. Navigator training standards-Royal Air Force, Navigation equipment and training standards, Cardiff 1985.

96.PAWLAK T. Naprowadzanie lotnictwa na obiekty naziemne, ASG WP, Warszawa 1987.

97.PAWLAK T. Praca starszego nawigatora plm podczas organizacji i perowadzenia działań bojowych, ASG WP Warszawa 1980.

98.PAWŁOWSKI E. Kawaleria Polska w wojnie obronnej 1939, "Wojskowy Przegląd Historyczny", nr 3, 1989.

99.PAWŁOWSKI M., RAPACKI T.,MOLEJKO K. MORAWSKI T. System precyzyjnej nawigacji. Rozwiązanie i wyniki badań modelu systemu, Gdynia 1991.

100.PĄCZEK W. LEWANDOWSKI T. Modelowanie działań środków napadu powietrznego z wykorzystaniem symulacji komputerowej, ASG WP, Warszawa 1987.

101.PIELACHA R. Potrzeby i kierunki doskonalenia kształcenia specjalistycznego nawigatorów wojskowych, ASG WP, Warszawa 1987.

102.PIETER J. Ogólna metodologia pracy naukowej, Wrocław 1967.

103.PILECKI S. Lotnictwo i kosmonautyka, zarys encyklopedyczny, Warszawa 1984.

104.PIŁAT W. Wybrane metody oceny komputerów systemu R-32, WAT Warszawa 1980.

105.PIPER W.I. Navigation equipment-private aviation. Cardiff 1985.

106.POKRUSZYŃSKI W. Kosmos. Militaryzacja kosmosu oraz przeciwdziałanie wojsk lądowych, wojsk lotniczych i wojsk OPK środkom kosmicznym przeciwnika. Część IV. Przeciwdziałanie wojsk OPK środkom kosmicznym przeciwnika, ASG WP, Warszawa 1988.

107.POPPER K.R. Logika odkryciaa naukowego, Londyn 1974.

108.Praca zbiorowa.Encyklopedia Techniki Wojkowej, Warszawa 1978.

109.Praca zbiorowa.Ilustrowana encyklopedia dla wszystkich. Lotnictwo, Warszawa 1979.

110.Praca zbiorowa. Ilustrowany leksykon lotniczy. Technika Lotnicza Warszawa 1988.

111.Praca zbiorowa.Ilustrowany leksykon lotniczy. Uzbrojenie, Warszawa 1991.

112.Praca zbiorowa.Mała Encyklopedia Powszechna, Warszawa 1969.

113.Praca zbiorowa. Mała Encyklopedia Wojskowa, Warszawa 1967.

114.Praca zbiorowa. Słownik wyrazów obcych, Warszawa 1990.

115.Praca zbiorowa. Wyznaczanie trasy okrętu metodą pomiarów różnicowych GPS. IV Konferencja Inżynierii Ruchu Morskiego, Szczecin 1991.

116.PREISS G. The International Activities of the Civil GPS Interface Committee Artificial Satellites, Warsaw 1993.

117.PROKOP A. Wpływ broni precyzyjnej na niektóre zasady walki, "Myśl Wojskowa", nr 12, 1987.

118.Radionav 2000-a European Dimension Papers presented at the 1988 Conference of the Royal Institute of Navigation, London 1988.

119.RESZKA T. Projekt koncepcyjny komputera nawigacyjne- go dla samolotu szturmowego, Warszawa 1989

120. RĘKAS S. Programowanie elementów zabezpieczenia na wigatorskiego działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego w nocy w TWA,AON, Warszawa 1991.

121. ROSA R. Filozoficzno-metodologiczne podstawy nauki wojennej część I i II, Warszawa 1976.

122. SIENKIEWICZ P. Metodyka sterowania analizy systemowej w wojsku, ASG WP, Warszawa 1988.

123. SIENKIEWICZ P. Teoria efektywności systemów, Wrocław 1987.

124. SIKORSKI W. Przyszła wojna. Jej możliwości i charakter oraz związane z nimi zagadnienia obrony kraju, Warszawa 1984.

125. SOSNOWSKI K. Cieniom września, Warszawa 1988.

126. SPYRA R. Zastosowanie rachunku prawdopodobieństwa do oceny dokładności określania linii pozycyjnej i pozycji samolotu, Dęblin 1993.

127. SUBOTOWICZ M. Astronautyka, Warszawa 1960.

128. SZELMANOWSKI H. Odtwarzanie informacji o systemach nawigacji wizualno-porównawczej, "Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej", nr 12, 1993.

129. ŚLUSARCZYK J. Teoretyczne podstawy nawigatorskiego zabezpieczenia desantowania, Dęblin 1972.

130. ŚWIĄTNICKI W. ŚWIĄTNICKI Z. Bronie inteligente, Warszawa 1992.

131. ŚWIĄTNICKI W. ŚWIĄTNICKI Z. Wojna w kosmosie, Warszawa 1990.

132. TAJLOR M.J.H. The Aerospace chronology, London 1983.

133. The European radionavigation mix in the year 2000, London 1988.

134. The great book of Modern Warplanes, London. New York 1987.

135.TUZIKIEWICZ K. Współzależność teoretycznego wyszkolenia nawigacyjnego i rezultatów lotów trasowych podchorążych WOSL, Dęblin 1973.

136.VORBRICHT K. Integrated DGPS/IMU Systems for Airborne Navigation in Poland Artificial Satellites Warszawa 1993.

137.WARCHHOLD A. Automatyzacja pomiarów podstawowych parametrów nawigacyjnych, Gdynia 1990.

138.WAŚKOWSKI W. Rozwój koncepcji samolotów myśliwskich, "Technika lotnicza i astronautyczna", nr 6, 1975.

139.WDOWCZYK S.
SZCZYGIEŁ J. Symulatory w szkoleniu pilotów Lotnictwa Sił Zbrojnych PRL, ASG WP, Warszawa 1986.

140.WEINTRIT A. Items of Electronic Chart Navigation System and Evolucional Trees of That Technology 5 th International Congress on Marine Technology, Athens 1990.

141.WILLIAMS R. The language of Aviation in English Flying and Traffie Control, Warszawa 1981.

142.WISSMANN G. Geschicht der Luftfahrt von Ikarus bis zur Gegenwart, Berlin 1979.

143.WITASZEK-SAMBORSKA M. Wyrazy obcego pochodzenia we współczesnej polszczyźnie, Poznań 1992.

144.WIŚNIEWSKI E.
JAGIEŁŁO K.
NOWAKOWSKI J. Metodyka wojskowych badań naukowych, ASG WP, Warszawa 1983 .

145.WOŁCZAK O. Loty międzyplanetarne, Warszawa 1980 .

146.World Aerospace Development, London 1993.

147.WRÓBLEWSKI R. Taktyka ogólna jako dyscyplina naukowa WAP Warszawa 1987.

148.Zakres naziemnego szkolenia personelu nawigatorskiego lotnictwa Sił Zbrojnych, Poznań 1980.

149. ZAKRZEWSKI J. Problemy teorii kształcenia w szkole wyższej, Warszawa 1985.

150. Zasady badania teorii wojskowej w czasie ćwiczeń. Poradnik, Warszawa 1983.

151. Zasady korelacji programów kształcenia w uczelniach wojskowych Sił Zbrojnych PRL, Warszaw 1989.

152. Z historii polskiego lotnictwa wojskowego 1918-1939, Warszawa 1978.

153. ŻARSKI Z. Militaryzacja kosmosu i przeciwdziałanie wojskowym systemom kosmicznym, ASG WP, Warszawa 1988.

154. ŻEBROWSKI M. Loty według przyrządów, Warszawa 1971.

A N E K S

Strona

1. Algorytm prowadzenia badań i opracowania rozprawy habilitacyjnej 142

2. Propozycje specjalności w WOSL 149

3. Eksperyment lotniczy w specjalności nawigacja lotnicza.. 154

4. Ankieta 176

5. Kwestionariusz 177

ALGORYTM PROWADZENIA BADAŃ
I OPRACOWANIA ROZPRAWY HABILITACYJNEJ

P O C Z Ą T E K

1 9 7 2 r o k

⇓

ZDOBYWANIE I PROWADZENIE DOŚWIADCZENIA ORAZ DOROBKU NAUKOWEGO W ZAKRESIE NAWIGACJI LOTNICZEJ W NASTĘPSTWIE:

1. Pracy na wielu stanowiskach służbowych w jednostkach lotnictwa myśliwsko-bombowego, myśliwsko-szturmowego, rozpoznawczego i transportowego /pilot d-ca klucza szef strzelania powietrznego, szef rozpoznania powietrznego nawigator/.
2. Praca naukowo-dydaktyczna na wielu stanowiskach w Wyższej Oficerskiej Szkole Lotniczej /wykładowca KT adiunkt Zakładu Dydaktyki, Kierownik Zespołu Doświadczalno-Badawczego/.
3. Udział w licznych przedsięwzięciach szkoleniowych, prognostyczno-rozwojowych nawigacji lotniczej w siłach zbrojnych Rzeczypospolitej.
4. Utrzymywanie szerokich kontaktów z kadrą geodetów, kartografów i nawigatorów Wojska Polskiego /Wojsk Lotniczych, Marynarki Wojennej, Wojsk Lądowych/.
5. Utrzymywanie kontaktów z kadrą dydaktyczno-naukową uczelni wojskowych i cywilnych.
6. Studiowaniei analiza literatury przedmiotu aktów normatywnych i wyników badań odnoszących się do nawigacji lotniczej.
7. Prowadzenie badań związanych z opracowaniem rozprwy doktorskiej.

/ L A T A 1972-1990 /

⇓

ZASADNICZE WYNIKI ZDOBYTEGO DOŚWIADCZENIA I DOROBKU NAUKOWEGO CO DO AKTUALNEGO STANU NAWIGACJI LOTNICZEJ W SIŁACH ZBROJNYCH RZECZYPOSPOLITEJ:

1. Permanentne stwierdzenie rozbieżności pomiędzy ustaleniami normatywnymi w zakresie nawigacji w lotnictwie wojskowym, marynarce wojennej, a lotnictwem cywilnym.
2. Częste powtarzanie się sygnałów różnych kontroli o niedoszkoleniu stanów osobowych z teorii nawigacji lotniczej.
3. Stwierdzenie wielu zdarzeń związanych z nieracjonalnym wykorzystaniem nawigacji lotniczej.
4. Poszukiwanie rozwiązań w zakresie podnoszenia poziomu nawigacji lotniczej.
5. Przekonanie się o konieczności usankcjonowania nawigacji lotni-

czej jako nauki i perspektywach rozwoju systemów nawigacyjnych.

6. Ustaleni, że w krajowej literaturze przedmiotu najsłabiej opracowana jest problematyka z zakresu rozwoju systemów satelitarnych.

⇓

ANALIZA ZDOBYTEGO DOŚWIADCZNIA I DOROBKU NAUKOWEGO W ZAKRESIE NAWIGACJI LOTNICZEJ CELEM SFORMUŁOWANIA TEMATU ROZPRAWY HABILITACYJNEJN I PRZYJĘCIA FORMY JEJ OPRACOWANIA.

⇓

TEMAT ROZPRAWY: "Rozwój nawigacji lotniczej w aspektach naukowych i wojskowych"

FORMA ROZPRAWY: Zwarte opracowanie w formie podręcznika /przygotowanie publikacji do biuletynu naukowego oraz rozległego i wyczerpującego wykładu/.

Autor decydując się na opracowanie rozprawy w wymienionej formie kierował się przede wszystkim zakresem skuteczności dążeń do praktycznego wykorzystania jego dorobku w doskonaleniu nawigacji lotniczej w siłach zbrojnych Rzeczypospolitej. Osobiste doświadczenia utwierdziły go w przekonaniu, że bezpośrednia forma forsowania zmian i doskonaleń wywołuje pewne bariery. Uważa zatem, że należy uzbroić decydentów w odpowiednie argumenty i przekonać ich o słuszności proponowanych rozwiązań.

⇓

Formowanie ogólnego problemu naukowego w aspekcie zdobytego doświadczenia odnośnie nawigacji lotniczej.

⇓

SFORMUŁOWANIE OGÓLNEGO PROBLEMU NAUKOWEGO.

1. Znaleźć obiektywne zależności pozwalające na rozwój systemów nautycznych, a tym samym właściwe zinterpretowanie roli nawigacji w siłach zbrojnych Rzeczypospolitej.

2. W wyniku opracowania wiarygodnych metod określania kryteriów naukowości rodzących się specjalności naukowych określić stan i perspektywy rozwoju nawigacji lotniczej.

3. Bazując na na istniejących strukturach organizacyjnych istniejących przedmiotach i programach nauczania i prowadzenia badań naukowych określić instytucje predysponowane do uprawiania tej nauki oraz wykazać ich możliwości.

⇓

Formuowanie hipotezy roboczej w odniesieniu do ogólnego problemu naukowego w aspekcie zdobytego doświadczenia i posiadanej wiedzy o aktualnym stanie nawigacji lotniczej w siłach zbrojnych Rzeczypospolitej.

⇓

HIPOTEZY ROBOCZE:

1. Postęp naukowo - techniczny (w tym szczególnie w zakresie rozwoju technik satelitarnych) wyznacza nawigacji lotniczej szczególną rolę. Można pokusić się o stwierdzenie, że w najbliższej przyszłości armie nie dysponujące osiągnięciami współczesnej teorii praktyki w zakresie nawigacji lotniczej nie będą w stanie prowadzić skutecznie zarówno zaczepnych jak i obronnych operacji powietrznych.
2. Żadna klasyfikacja nauk nie jest doskonała. W dobie burzliwego rozwoju postępu naukowo-technicznego niejednokrotnie zachodzi konieczność jej modyfikacji. Uznanie określonej dziedziny wiedzy za specjalność prowadzi do powstawania nowych ośrodków zajmujących się jej badaniem oraz rozwojem ilościowym i jakościowym kadry naukowo-badawczej. Uznanie nawigacji lotniczej jako specjalności naukowej w naukach wojskowych doprowadzi do intensyfikacji prac związanych z jej zastosowaniem wojskowym czyli z intensyfikacją już istniejącej rzeczywistości.

⇓

B A D A N I A

SPRAWDZANIE SŁUSZNOŚCI WYSUNIĘTEJ HIPOTEZY ROBOCZEJ W ASPEKCIE DĄŻENIA DO ROZWIĄZANIA OGÓLNEGO PROBLEMU NAUKOWEGO.

⇓

PROBLEM BADAWCZY NR 1

Analiza istniejących systemów nautycznych w najbardziej rozwiniętych armiach świata i w oparciu o to wytypowanie czynników determinujących ich rozwój, określanie istniejących trendów w tym względzie.

⇓

ZASTOSOWANE METODY BADAŃ:

Analiza literatury krajowej i zagranicznej.
Badanie opinii ekspertów /głównie przy okazji organizacji i uczestnictwa w licznych konferencjach i sympozjach naukowych krajowych i zagranicznych poświęconych temu problemowi.

⇓

WNIOSKI:

1. Podstawowymi czynnikami determinującymi doskonalenie systemów nautycznych jest rozwój techniki satelitarnej i laserowej.

2. Na skutek tego masowego wprowadzania urządzeń techniki laserowej i satelitarnej do systemów nautycznych wzrastają ogromnie ich możliwości techniczno-bojowe, a co za tym idzie możliwości zastosowania tak w wojskach lotniczych, marynarce wojennej jak i na coraz większą skalę w wojskach lądowych.

3. Siły zbrojne Rzeczypospolitej chcąc dorównać kroku dobrze rozwiniętym armią świata, gdzie permanentnie wzrasta nasycenie tymi środkami, muszą zintensyfikować badania nad kierunkami rozwoju i potrzebami wdrożeń tych systemów do armii.

⇓

POSTAĆ WYNIKOWA BADAŃ:

1. Współczesne systemy nawigacyjne i ich perspektywy rozwoju, Biuletyn WOSL, Dęblin 3/1993 / 18 stron /.

2. Publikacja w materiałach z IV Konferencji Inżynierii Ruchu Morskiego, Szczecin, 1991 / 11 stron /.

3. Publikacja w materiałach z III Krajowej Konferencji Naukowo-Technicznej. Automatyzacja nawigacji i systemów sterowania. Gdynia, 1992 / 10 stron /.

4. Artykuł, Cel: Technika satelitarna dla polskiego lotnictwa, Wiraże, Poznań 1992.03.

5. Artykuł, Magnavox MX-111, sateliterny podsystem łączności, Wiraże, Poznań 1992.05.

6. Artykuł, Wojskowe symulatory lotnicze na zachodzie, Wiraże, Poznań, 1992,07.

7. Artykuł, Kosmiczny aspekt konfliktu w Zatoce Perskiej, Nowa Technika Wojskowa, Warszawa 3/1993.

⇓

PROBLEM BADAWCZY NR. 2

Ustalenie aktualnego stanu wiedzy na temat nawigacji lotniczej, ustalenie kryteriów naukowości pozwalających zafunkcjonować jej jako podspecjalność naukowa w naukach wojskowych.

⇓

ZASTOSOWANE METODY BADAŃ:

- badanie opinii w oparciu o metodę ekspertów z zastosowaniem eksperymentalnego programu komputerowego,
- analiza literatury krajowej i zagranicznej,
- sondaż diagnostyczny /ankietowaniu poddano personel nawigatorski i latający wszystkich rodzajów lotnictwa od stanowiska pilota, nawigatora do d-cy pułku lotniczego/,
- wywiady z pracownikami naukowymi cywilnych krajowych i zagranicznych uprawiających nawigację lotniczą.

⇓

WNIOSKI:

1. Literatura źródłowa zagraniczna w tym głównie angielsko i niemieckojęzyczna ujmuje problem pozytywnie. Daje dowody funkcjonowania nawigacji w tym także nawigacji lotniczej jako samodzielnych dyscyplin i specjalności naukowych.
2. Krajowe materiały źródłowe wskazują na duży przyrost teorii zwartych opracowań, kształtowania się odrębnej, specyficznej terminologii, funkcjonowanie przedmiotów i programów nauczania z zakresu wiedzy objętej mianem nawigacji lotniczej.
3. Pracownicy naukowi, naukowo-dydaktyczni oraz użytkownicy technik nawigacyjnych w znakomitej większości uzmają, że nawigacja lotnicza spełnia kryteria naukowości i może funkcjonować w naukach wojskowych.

⇓

POSTAĆ WYNIKOWA BADAŃ:

1. Rozwój nawigacji lotniczej w aspektach naukowych, Biuletyn

WOSL. Dęblin 2/1993.

2. Metoda symulacji komputerowej w specjalistycznym kształceniu lotniczym, Konferencja naukowo-techniczna, Innowacyjność w środkach dydaktycznych i metodach kształcenia szkół wyższych WSOIW, Wrocław, 1992.06.

3. Artykuł, "Sykoła Orląt" a satelitz nawigacyjne, Wiraże, Poznań, 15/1992.

4. Artykuł, Acronautologia nowa specjalność naukowa, Wiraże, Poznań, 5/1993.

5. Artykuł, Trening nawigacyjny w USAF, Wiraże, Poznań, 25/1992

⇓

PROBLEM BADAWCZY NR. 3

Analiza potrzeb i przystawalności szkolnictwa wojskowego do aktualnych możliwości uprawiania nawigacji lotniczej prowadzenia badań systemów nautycznych oraz wdrażania najefektywniejszych rozwiązań do eksploatacji w siłach zbrojnych Rzeczypospolitej.

⇓

ZASTOSOWANE METODY BADAŃ:

- obserwcja uczestnicząca /ćwiczenia dowódczo-sztabowe w ramach RDDLMB, szkolenia i kursy doskonalące personelu nawigatorskiego/,
- analiza materiałów źródłowych w zakresie funkcjonowania i rozwoju struktur organizacyjnych instytucji uprawiających nawigację lotniczą / krajowych i zagranicznych /.

⇓

WNIOSKI:

1. W większości wysoko rozwiniętych państ świata istnieją instytuty, zakłady, katedry, wydziały uprawiające nawigację w tym nawigację lotniczą /Niemcy, USA, Włochy, Norwegia, Słowacja /.

2. Rozwój nawigacji lotniczej oraz jej technicznego aspektu w postaci systemów nautycznych niezbędnych na współczesnym polu

walki jest możliwy jedynie w ramach dobrze zorganizowanych struktur organizacyjnych.

3. WOSL, AON, ITWL, oraz WAT posiadają takie jednostki organizacyjne wchodzące w ich skład, które pozwalają na dynamiczny rozwój wojskowego lobby opiniotwórczego zdolnego pokierować właściwym rozwojem sytsemów nautycznych.

⇓

POSTAĆ WYNIKOWA BADAŃ:

1. Praktyczne aspekty rozwoju nawigacji lotniczej, Biuletyn, WOSL Dęblin, 3/1993 / 8 stron /.
2. Metodologiczne aspekty badań nad rozwojem nawigacji lotniczej, Biuletyn WOSL, Dęblin, 3/1992 / 18 stron /.
3. Artykuł, Nad czym pracują w Dęblinie, Lotnictwo, Warszawa, 13/1992,
4. Artykuł, Sekcja Royal Instituto of Navigation w Dęblinie, Wiraże, Poznań 8/1992.

⇓

Działalność redakcyjna w zakresie opracowania rozprawy habilitacyjnej na temat "ROZWÓJ NAWIGACJI LOTNICZEJ W ASPEKTACH NAUKOWYCH I WOJSKOWYCH".

⇓

POSTAĆ WYNIKOWA W DZIAŁALNOŚCI REDAKCYJNEJ:

ROZPRAWA HABILITACYJNA / na 140 stronach /

⇓

K O N I E C

20 maja 1993 r.

Załącznik nr 2

PROPOZYCJE SPECJALNOŚCI W WOSL

WARIANT I
-nawigacja lotnicza

w specjalnościach (kierunkach dyplomowania)
- pilotaż
- nawigacja (nawigator latający, naziemny)
- inżynieria ruchu lotniczego
- meteonawigacja

nadając odpowiednio tytuł zawodowy
- inżyniera mechanika w zkresie użytkowania s-tów
- inżyniera nawigatora w zakresie techniki nawigacji
- inżyniera zabezpieczenia lotniczego

WARIANT II
- mechanika i budowa maszyn
- nawigacja

w specjalnościach (kierunkach dyplomowania)
- pilot samolotu wojskowego (pilot śmigłowca)
- nawigator naprowadzania
- nawigator latający
- zabezpieczenie ruchu lotniczego

nadając odpowiednio tytuł zawodowy
- inżyniera mechanika w zkresie użytkowania s-tów (śmigłowców)
- inżyniera nawigacji w zakresie techniki nawigacji
- inżyniera zabezpieczenia lotniczego

WARIANT III
- użycie uzbrojenia i sprzętu technicznego
- nawigacja

w specjalnościach (kierunkach dyplomowania)
- pilot samolotu (śmigłowca)
- nawigator naprowadzania
- nawigator latający
- zabezpieczenie ruchu lotniczego

nadając odpowiednio tytuł zawodowy
- pilot samolotu (śmigłowca) wojskowego
- nawigator
- oficer zabezpieczenia lotniczego

Ponadto WOSL prowadzi:
1. Studia podyplomowe
2. Kursy przekwalifikowania
3. Działalność naukowo-badawczą w zakresie:
   - zastosowania bojowego samolotów
   - zastosowania techniki satelitarnej w lotnictwie wojskowym
   - zastosowania nowych systemów nawigacyjnych
   - dydaktyki wojskowej

PROPOZYCJA LISTY PRZEDMIOTÓW DLA KIERUNKU STUDIÓW "NAWIGACJA LOTNICZA" W SPECJALNOŚCI "PILOT SAMOLOTU (ŚMIGŁOWCA) WOJSKOWEGO"

PRZEDMIOTY HUMANISTYCZNE

1. Historia filozofii — a nie filozofia?
2. Ekonomia i ekonomika wojenna
3. Historia wojskowości
4. Pedagogika
5. Psychologia

PRZEDMIOTY OGÓLNOKSZTAŁCĄCE

6. Matematyka
7. Fizyka
8. Podstawy użytkowania komputerów
9. Rysunek techniczny
10. Języki obce

PRZEDMIOTY OGÓLNOTECHNICZNE

11. Podstawy elektroniki i elektrotechniki
12. Mechanika techniczna
13. Teoretyczne podstawy sterowania samolotami (śmigłowcami)
14. termodynamika
15. Podstawy rozwiązań konstrukcyjnych płatowców i zespołów napędowych
16. Wyposażenia radiowo-osprzętowe i systemy automatycznego sterowania
17. Podstawy eksploatacji samolotów i śmigłowców
18. Nawigacja lotnicza

PRZEDMIOTY SPECJALISTYCZNE

19. Teoria organizacji i zarządzania
20. Wybrane problemy ruchu lotniczego
21. Zastosowanie bojowe samolotów
22. Systemy radionawigacyjne
23. Telekomunikacja lotnicza
24. Techniki nawigacji
25. Meteorologia lotnicza
26. KSPDL
27. Aerodynamika i mechanika lotu
28. Budowa i eksploatacja samolotu (śmigłowca) podstawowego
29. Budowa i eksploatacja samolotu (śmigłowca) docelowego
30. Ratownictwo lotnicze
31. Wychowanie fizyczne
32. Szkolenie praktyczne na symulatorach
33. Szkolenie praktyczne
34. Praca dyplomowa

PRZEDMIOTY OGÓLNOWOJSKOWE

35. Prawo wojenne
36. Szkolenie ogólnowojskowe
37. Taktyka i technika rodzajów wojsk

BLOK PRZEDMIOTÓW WYBIERANYCH

W każdym roku akademickim Rada Naukowa ustali grupę składającą się z ośmiu przedmiotów, z których student będzie musiał wybrać dwa i realizować je w ustaleniu z określonym nauczycielem akademickim (po jednym przedmiocie na III i IV roku studiów).

PROPOZYCJA LISTY PRZEDMIOTÓW
DLA KIERUNKU STUDIÓW "NAWIGACJA LOTNICZA"
W SPECJALNOSCI "NAWIGATOR NAPROWADZANIA"

PRZEDMIOTY HUMANISTYCZNE

1. Historia filozofii
2. Ekonomia i ekonomika wojenna
3. Historia wojskowości
4. Pedagogika
5. Psychologia

PRZEDMIOTY OGÓLNOKSZTAŁCĄCE

6. Matematyka
7. Fizyka
8. Podstawy użytkowania komputerów
9. Rysunek techniczny
10. Języki obce

PRZEDMIOTY OGÓLNOTECHNICZNE

11. Podstawy elektroniki i elektrotechniki
12. Mechanika techniczna
13. Nawigacja lotnicza
14. Aerodynamika i mechanika lotu
15. Podstawowe wiadomości z techniki lotniczej

PRZEDMIOTY SPECJALISTYCZNE

16. Radiolokacja
17. Telekomunikacja lotnicza
18. Teoria kierowania samolotami
19. Zastosowanie bojowe samolotów
20. Techniki nawigacji
21. Ratownictwo lotnicze
22. Wychowanie fizyczne
23. Meteorologia lotnicza
24. Podstawy logistyki
25. Organizacja ruchu lotniczego
26. Szkolenie praktyczne na symulatorach
27. Praktyki
28. Praca dyplomowa

PRZEDMIOTY OGÓLNOWOJSKOWE

29. Prawo wojenne
30. Szkolenie ogólnowojskowe
31. Taktyka i technika rodzajów wojsk

BLOK PRZEDMIOTÓW WYBIERANYCH

W każdym roku akademickim Rada Naukowa ustali grupę składającą się z ośmiu przedmiotów, z których student będzie musiał wybrać dwa i realizować je w ustaleniu z określonym nauczycielem akademickim (po jednym przedmiocie na III i IV roku studiów).

PROPOZYCJA LISTY PRZEDMIOTÓW
DLA KIERUNKU STUDIÓW "NAWIGACJA LOTNICZA"
W SPECJALNOŚCI "INŻYNIERIA RUCHU LOTNICZEGO.

PRZEDMIOTY HUMANISTYCZNE

1. Historia filozofii
2. Ekonomia i ekonomika wojenna
3. Historia wojskowości
4. Pedagogika
5. Psychologia

PRZEDMIOTY OGÓLNOKSZTAŁCĄCE

6. Matematyka
7. Fizyka
8. Podstawy użytkowania komputerów
9. Rysunek techniczny
10. Języki obce

PRZEDMIOTY OGÓLNOTECHNICZNE

11. Podstawy elektroniki i elektrotechniki
12. Mechanika techniczna
13. Nawigacja lotnicza
14. Aerodynamika i mechanika lotu
15. Podstawowe wiadomości z techniki lotniczej
16. Systemy informatyczne w lotnictwie

PRZEDMIOTY SPECJALISTYCZNE

17. Radiolokacja
18. Telekomunikacja lotnicza
19. Technika kierowania statkami powietrznymi
20. Zastosowanie bojowe samolotów
21. Ratownictwo lotnicze
22. Wychowanie fizyczne
23. Meteorologia lotnicza
24. Podstawy logistyki
25. Organizacja lotów i BL
26. Szkolenie praktyczne na symulatorach
27. Ruch lotniczy
28. Prawo lotnicze
29. Systemy radionawigacyjne w lotnictwie
30. Lotnicza frazeologia proceduralna w j. angielskim
31. Praktyki
32. Praca dyplomowa

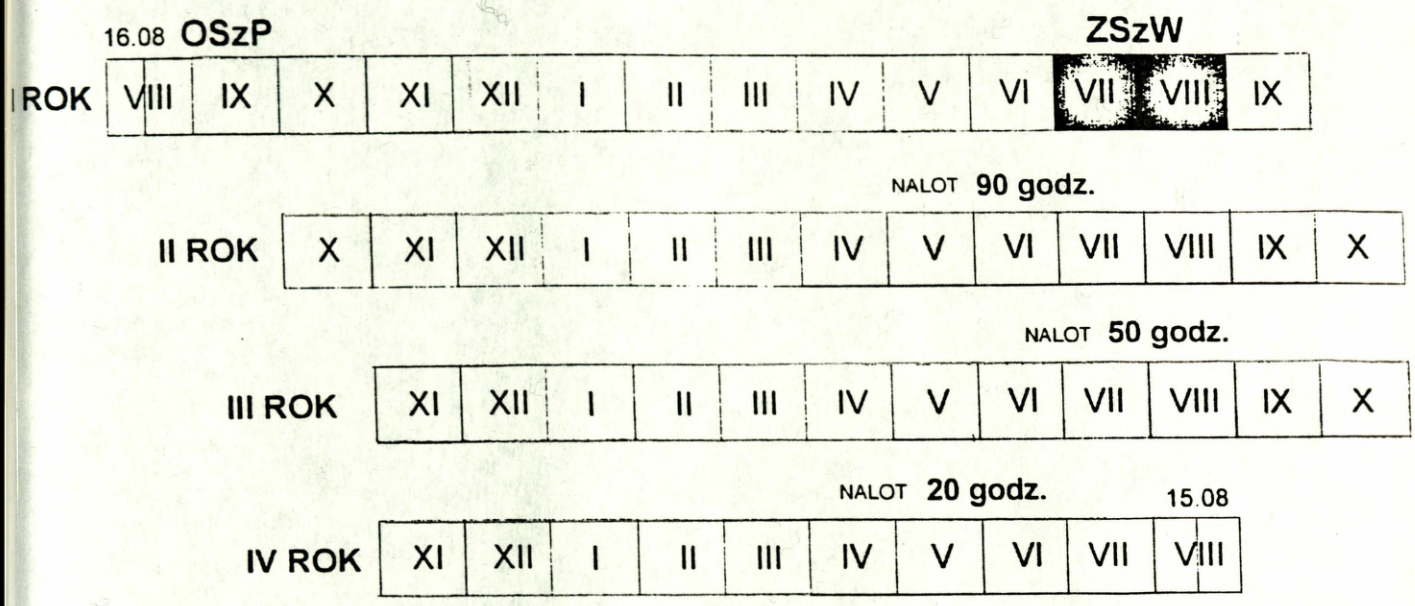
PRZEDMIOTY OGÓLNOWOJSKOWE

33. Prawo wojenne
34. Szkolenie ogólnowojskowe
35. Taktyka i technika rodzajów wojsk

BLOK PRZEDMIOTÓW WYBIERANYCH

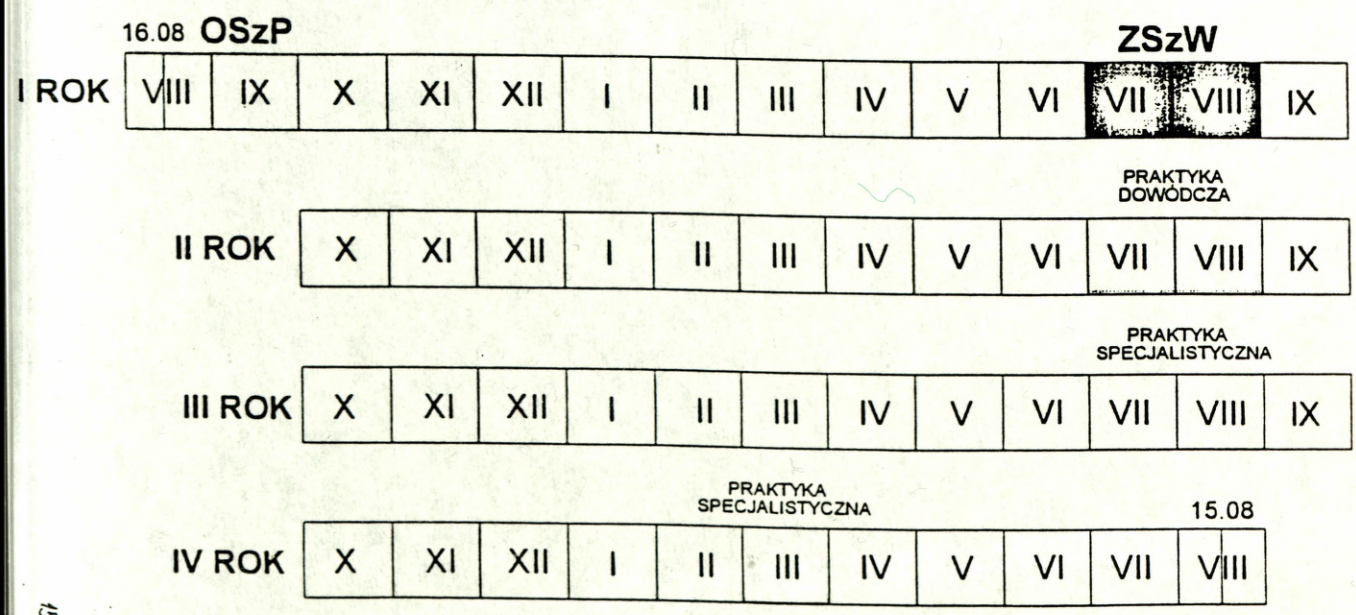
W każdym roku akademickim Rada Naukowa ustali grupę składającą się z ośmiu przedmiotów, z których student będzie musiał wybrać dwa i realizować je w ustaleniu z określonym nauczycielem akademickim (po jednym przedmiocie na III i IV roku studiów).

HARMONOGRAM STUDIÓW DLA SPECJALNOŚCI "PILOT SAMOLOTU" (ŚMIGŁOWCA)



OSzP - ogólnowojskowe szkolenie podstawowe
ZSzW - zintegrowane szkolenie wojskowe

HARMONOGRAM STUDIÓW DLA SPECJALNOŚCI "NAWIGATOR NAPROWADZANIA"/"ZABEZPIECZENIE RUCHU LOTNICZEGO"



OSzP - ogólnowojskowe szkolenie podstawowe
ZSzW - zintegrowane szkolenie wojskowe

Załącznik nr 3

EKSPERYMENT LOTNICZY W SPECJALNOŚCI NAWIGACJA LOTNICZA

Streszczenie

W latach 1992-1993 przeprowadzono eksperyment lotniczy, którego celem było sprawdzenie pracy odbiorników satelitarnych na pokładach statków powietrznych oraz pomiar punktów geodezyjnych w rejonie lotniska Dęblin z wykorzystaniem techniki sateliarnej.Poprzez wyznaczenie punktów geodezyjnych oraz porównanie wskazań z odbiornika GPS z danymi geodezyjnymi dokonano pierwszych sondaży co do możliwości techniki satelitarnej w zabezpieczeniu lotu po trasie. Kolejnym celem eksperymentu było dowiązanie punktów geodezyjnych w rejonie lotniska Dęblin do sieci ogólnoświatowej według siatki WG-84.

OPIS EKSPERYMENTU

Wykorzystanie techniki satelitarnej do określenia położenia statku powietrznego w przestrzeni nie jest czymś nowym. W lotnictwie wojskowym pierwsze odbiorniki satelitarne typu RS-5500 zostały zamontowane na samolecie TS-11 Iskra. Samoloty te wykonują loty nad Bałtykiem i wyposażenie tych samolotów w tego typu urządzenia pozwoliło zwiększyć bezpieczeństwo wykonywania zadań. W 1992 i 1993 roku w WOSL w Dęblinie przeprowadzono według koncepcji naukowej autora eksperymenty z techniką GPS. Celem eksperymentu w 1992 roku było określenie współrzędnych punktów na powierzchni Ziemi za pomocą urządzeń satelitarnych zamontowanych na pokładach trzech śmigłowców i porównanie rezultatów ze współrzędnymi punktów uzyskanych z map.

W eksperymeńcie brały udział śmigłowce: Sokół MI-14 Pł i MI-8. Na pokładzie śmigłowca Sokół zamontowano odbiornik firmy SEXTANT AVIONIQUE, a na pozostałych odbiorniki firmy SEL ALCATEL. Odczytów dokonywano z wysokości 50 m w zawisie. Trasa lotu (rys. 1) została zaprojektowana wokół lotniska Dęblin.

Punkty zmiany kierunku lotu wybrano z uwzględnieniem możliwości dogodnej i szybkiej ich identyfikacji Do eksperymentu wykorzystano mapy geodezyjne. Współrzędne punktów określono jako współrzędne bazowe. Eksperyment przeprowadzono w godzinach od 12.00 do 14.00 w dniu 14 maja 1992. Zaplanowano i wykonano po trzy serie pomiarów z wyjątkiem śmigłowca MI-8 który wykonał pierwszą i drugą serię pomiarów. Po wykonaniu pomiarów dokonano porównania współrzędnych. Wartości porównań zestawiono w siedmiu tabelach.
Z analizy tych tabel wynika, że najmniejsza różnica między współrzędnymi bazowymi, a wynikami pomiarów dokonanych za pomocą techniki GPS została zarejestrowana w punkcie nr 1. Pomiary i porównania z wartościami bazowymi na poszczególnych punktach zestawione w tabelach wskazują, że najmniejsza różnica między
pomiarami w powietrzu a pomiarami bazowymi została uzyskana nad punktem nr 2 w trzeciej serii pomiarów z pokładu śmigłowca MI-14 Pł. Wynosiła ona 17.75 m. Największą różnicę zarejestrowano nad punktem nr 6 w pierwszej serii pomiarowej na pokładzie tegoż samego śmigłowca. Różnica ta wynosiła 1456.55 m. Nad tym punktem również z pokładu śmigłowca Sokół wynik pierwszego pomiaru był najsłabsz i wynosił 928.85 m. Na rysunkach nr 2,3 i 4 autor prezentuje wyniki pomiarów w układzie azymutalnym. Dla śmigłowca Sokół wyniki te w 98% znajdują się w trzecim sektorze natomiast dla śmigłowca MI-8 (rys. nr 4) w 80% wyniki plasują się w sektorze czwartym. Analizą wyników zakończono eksperyment. Był to pierwszy eksperyment tego typu w WOSL. Otrzymane rezultaty zachęcają do pogłębionej analizy problemu. Wyposażenie statków powietrznych w tego rodzaju urządzenia mogłoby wyeliminować z nawigacji pojęcie utraty orientacji geograficznej. Ponadto przy dokonaniu pomiarów punktów geodezyjnych w rejonie lotnisk i dowiązaniu ich do sieci ogólnoświatowej można by zapewnić

bezpieczną eksploatację sieci lotniskowej wszystkim załogom wyposażonym w odbiorniki GPS w dowolnych warunkach atmosferycznych i o dowolnej porze doby. Eksperyment w 1993 roku przeprowadzono według koncepcji naukowej autora w ramach realizacji trzeciego etapu pracy naukowo badawczej (tabela nr 8): " technika satelitarna w polskiej nawigacji lotniczej ". Badania wykonano w oparciu o aparaturę pomiarową Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie i współpracę pracowników naukowych tejże uczelni. Pomiary wykonano metodą statyczną GPS przy użyciu czterech odbiorników dwuczęstotliwościowych typu Ashtech przyjmując następujące parametry wyjściowe:

- minimalna wysokość satelitów nad horyzontem 15o;
- interwał pomiarowy 20o;
- minimalna liczba satelitów 3.

W celu przeprowadzenia badań dokonano wyboru sieci punktów (jak na mapie) w ilości 11 punktów w obrębie lotniska oraz trzy punkty pomocnicze w obrębie pasa startowego. Następnie zaprojektowano i zrealizowano sesje obserwacyjne na poszczególnych punktach. Warunki obserwacji zobrazowano na rysunkach 1 i 2, natomiast graficzny obraz sieci punktów oznaczonych w trakcie eksperymentu zamieszczono na rysunku 3. Wyrównane współrzędne geodezyjne punktów nawigacyjnych w układzie WGS, 84 autor przedstawił w tabelach 1 i 2 a ich wspólrzędne kartezjańskie w tabeli 3.

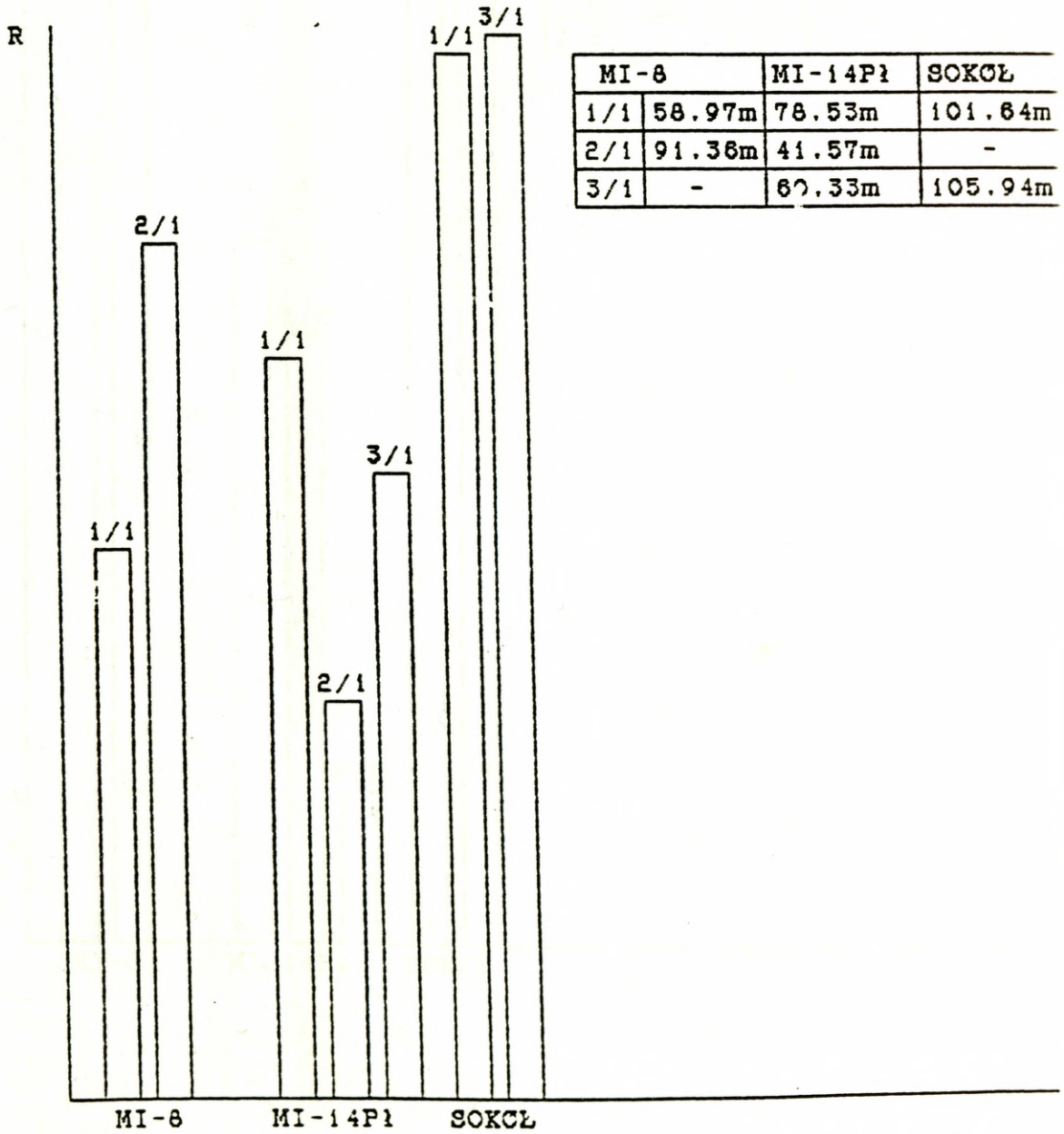
Oba eksperymenty dostarczyły autorowi materiałów wyjściowych do weryfikacji aparatury badawczej. Umożliwiły wybór i dzierżawę właściwych odbiorników GPS celem dokończenia trzeciego i czwartego etapu badań (tabela nr 8) w ramach realizowanej pracy naukowo badawczej i zaproponowania stosownych rozwiązań w zakresie avioniki dla przemysłu lotniczego.

Rys. 1. Trasa lotu.

wykonane przez śmigłowiec MI-8 (rys nr4) w 80% znajdują się w czwartym sektorze.

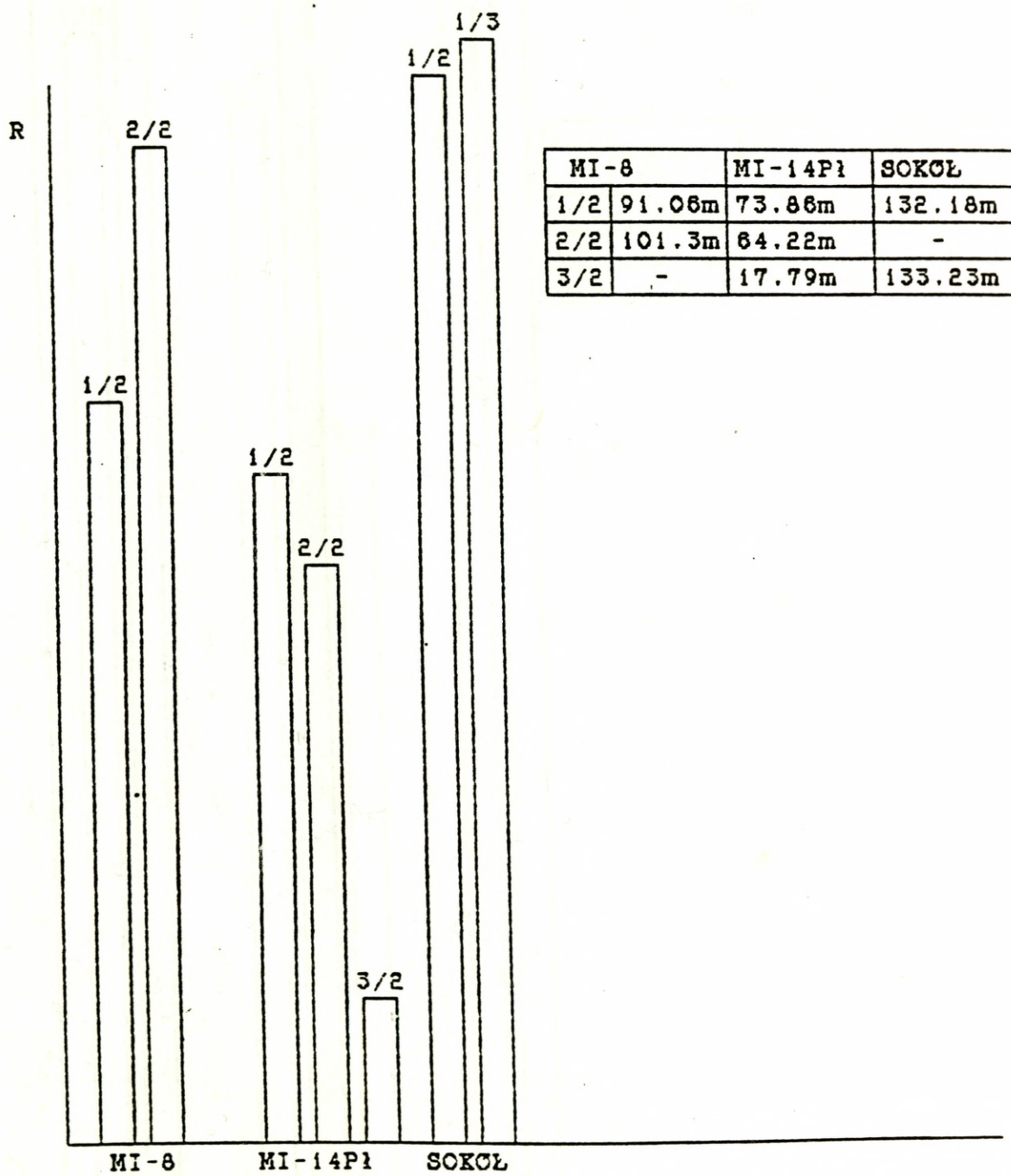
Wykonany eksperyment był pierwszy tego typu wykonanym w WOSL. Otrzymane rezultaty zachęcają do prowadzenia dalszych doświadczeń. Wyposażenie statków powietrznych w tego typu urządzenia wyeliminowałoby z nawigacji pojęcie utraty orientacji geograficznej.

TABELA NR.1.RÓŻNICA POMIARÓW WSPÓŁRZĘDNYCH PUNKTU NR.1. WYKONANYMI Z POKŁADU ŚMIGŁOWCÓW A WSPÓŁRZĘDNYM PUNKTU NR.1. OKREŚLNYMI Z MAPY.



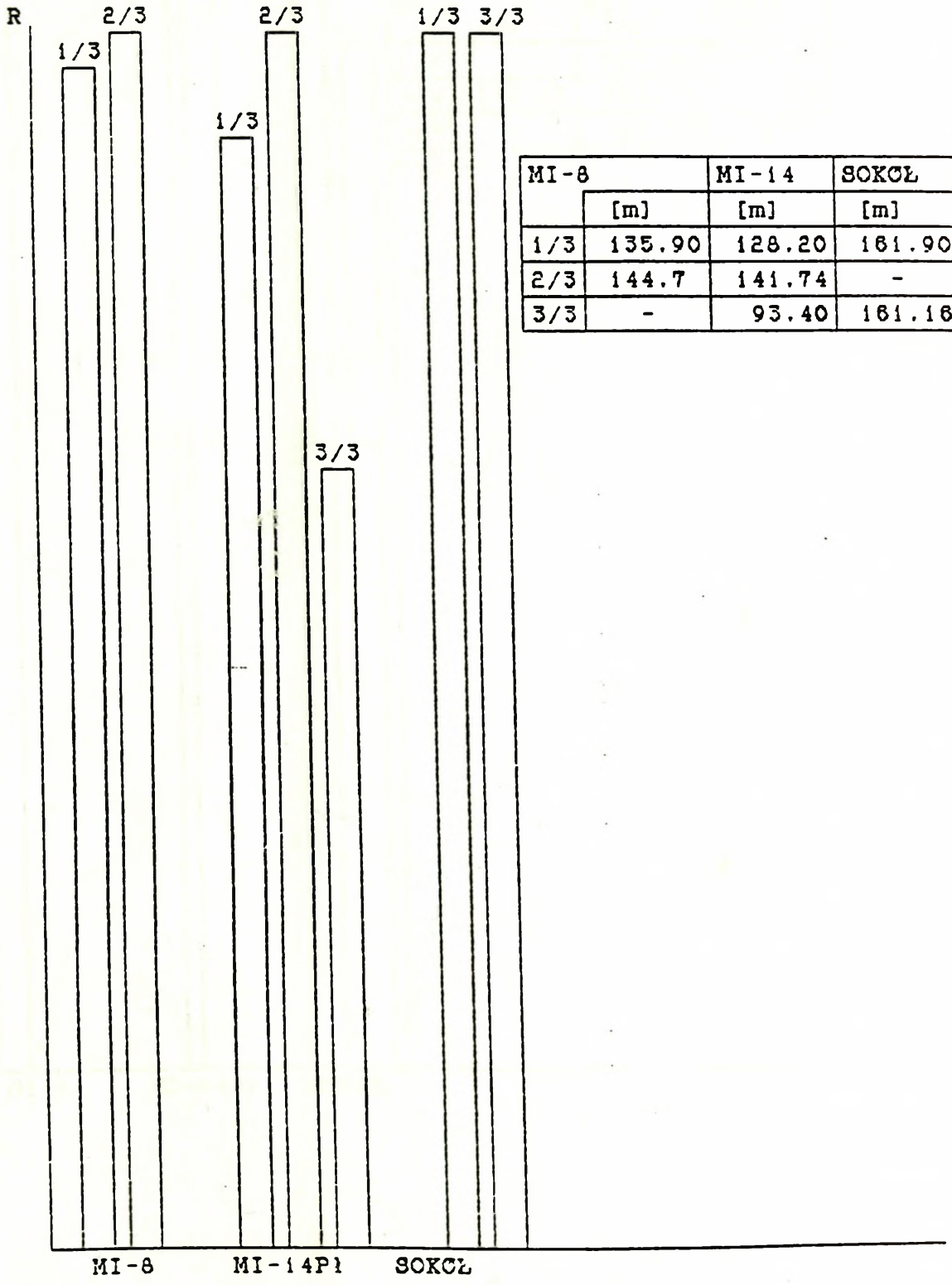
MI-8		MI-14PŁ	SOKÓŁ
1/1	58.97m	78.53m	101.64m
2/1	91.36m	41.57m	-
3/1	-	60.33m	105.94m

TABELA NR.2.ROŻNICA POMIARÓW WSPÓŁRZĘDNYCH PUNKTU NR.2. WYKONANYMI Z POKŁADÓW ŚMIGŁOWCÓW A WSPÓŁRZĘDNYI PUNKTU NR.2. OKREŚLONYMI Z MAPY.



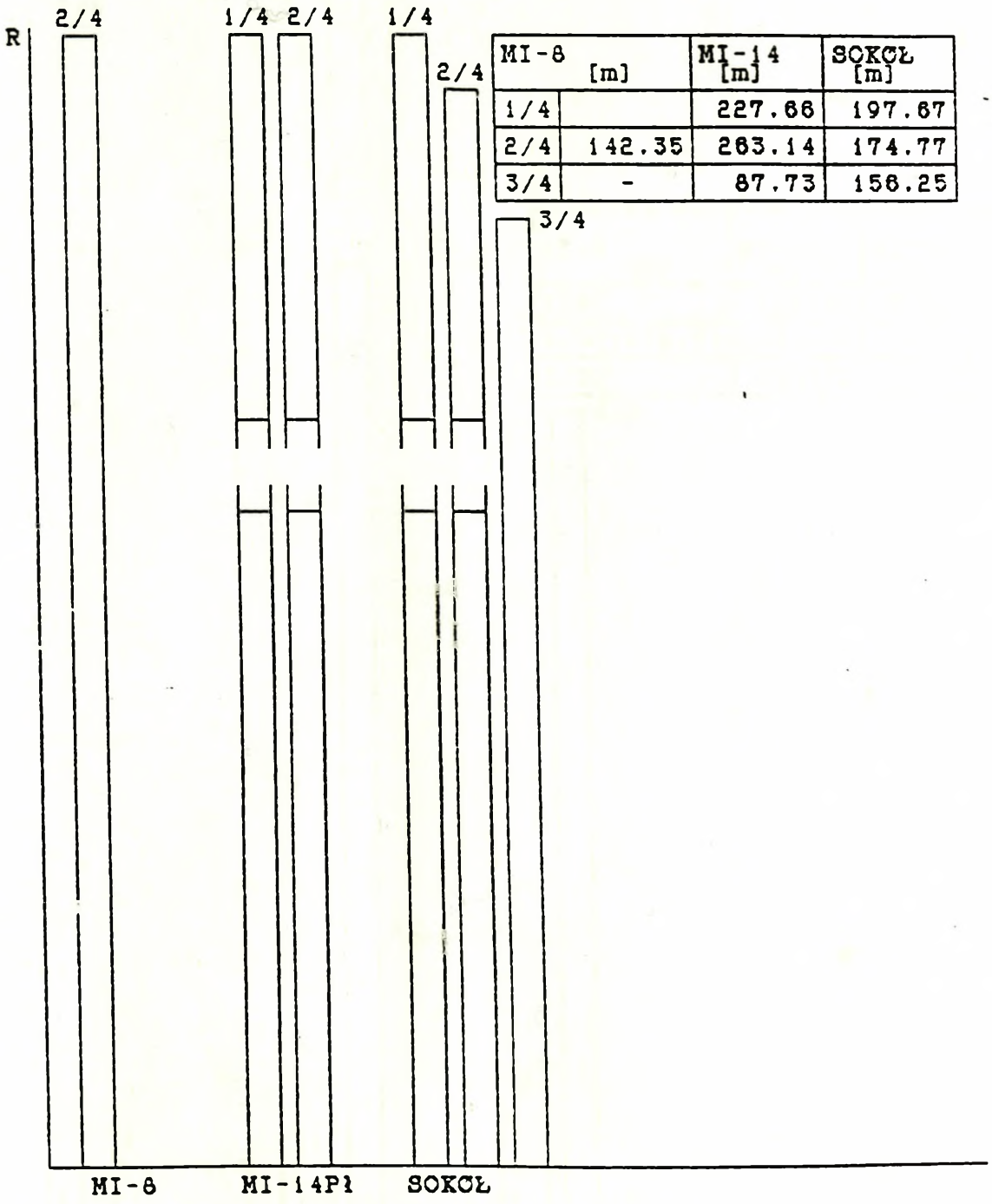
MI-8		MI-14PŁ	SOKÓŁ
1/2	91.06m	73.86m	132.18m
2/2	101.3m	64.22m	-
3/2	-	17.79m	133.23m

TABELA NR.3.ROZNICA POMIAROW WSPOŁRZEDNYCH PUNKTU NR.3. WYKONANYMI Z POKŁADU SMIGŁOWCOW A WSPOŁRZEDNYMI PUNKTU NR.3. OKRESLONYMI Z MAPY.



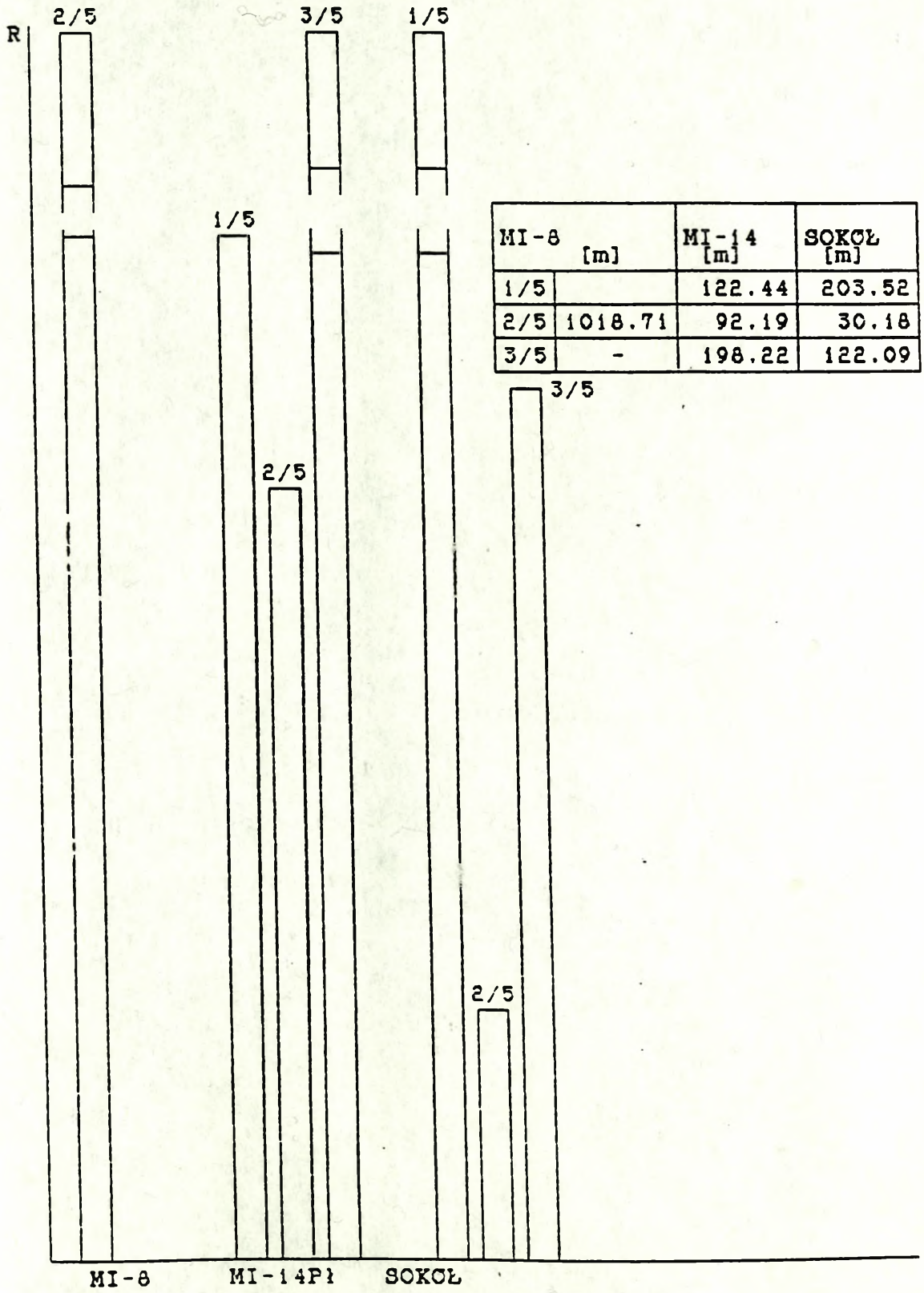
MI-8		MI-14	SOKOŁ
	[m]	[m]	[m]
1/3	135.90	128.20	161.90
2/3	144.7	141.74	-
3/3	-	93.40	161.16

TABELA NR.4.ROZNICA POMIAROW WSPOŁRZEDNYCH PUNKTU NR.4. WYKONANYMI Z POKŁADU SMIGŁOWCOW A WSPOŁRZEDNYMI PUNKTU NR.4. OKRESLONYMI Z MAPY.



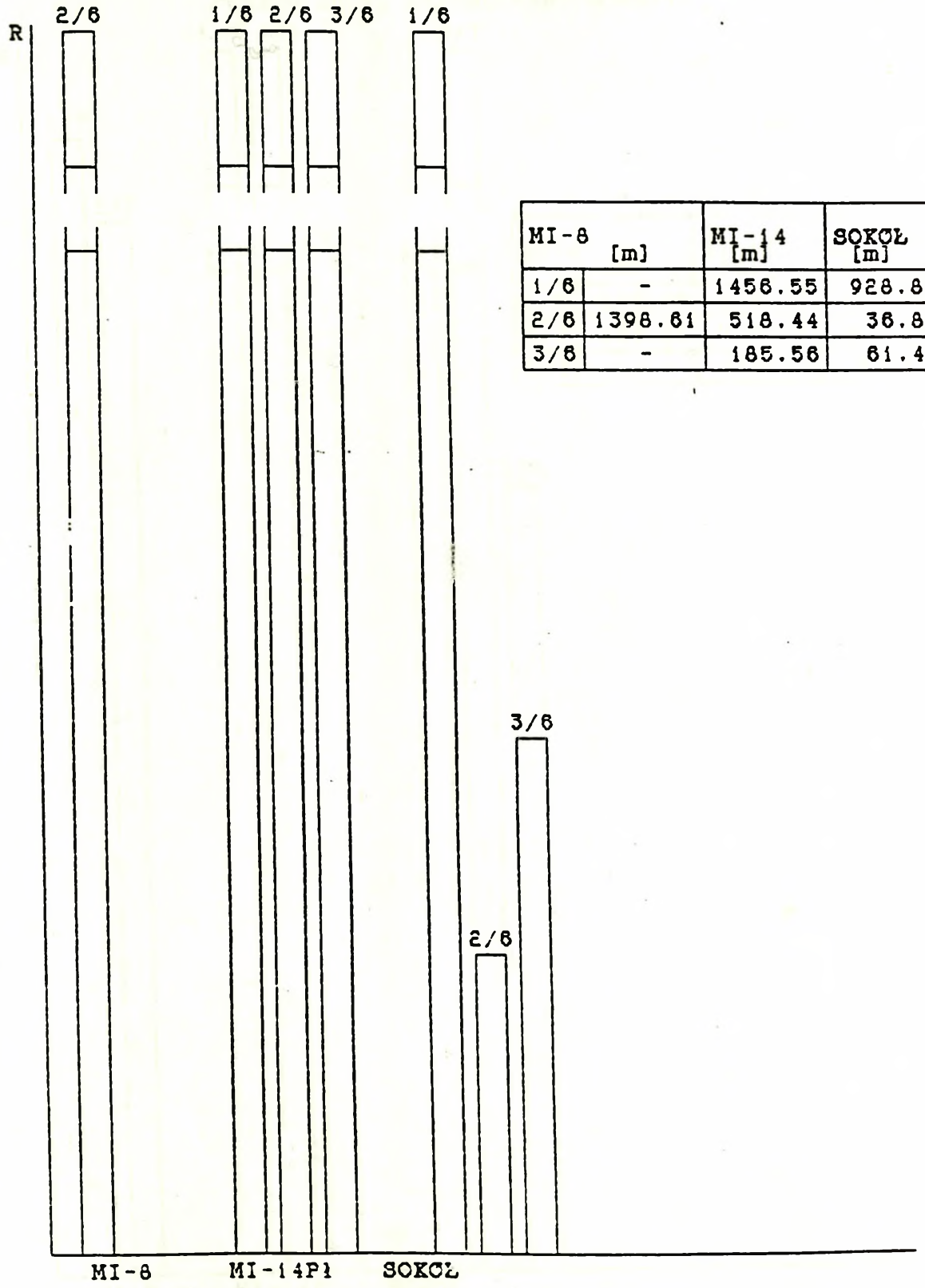
	MI-8 [m]	MI-14 [m]	SOKOŁ [m]
1/4		227.66	197.67
2/4	142.35	263.14	174.77
3/4	-	87.73	156.25

TABELA NR.5.ROZNICA POMIAROW WSPOŁRZEDNYCH PUNKTU NR.5. WYKONANYMI Z POKŁADU SMIGŁOWCOW A WSPOŁRZEDNYMI PUNKTU NR.5.OKRESLONYMI Z MAPY.



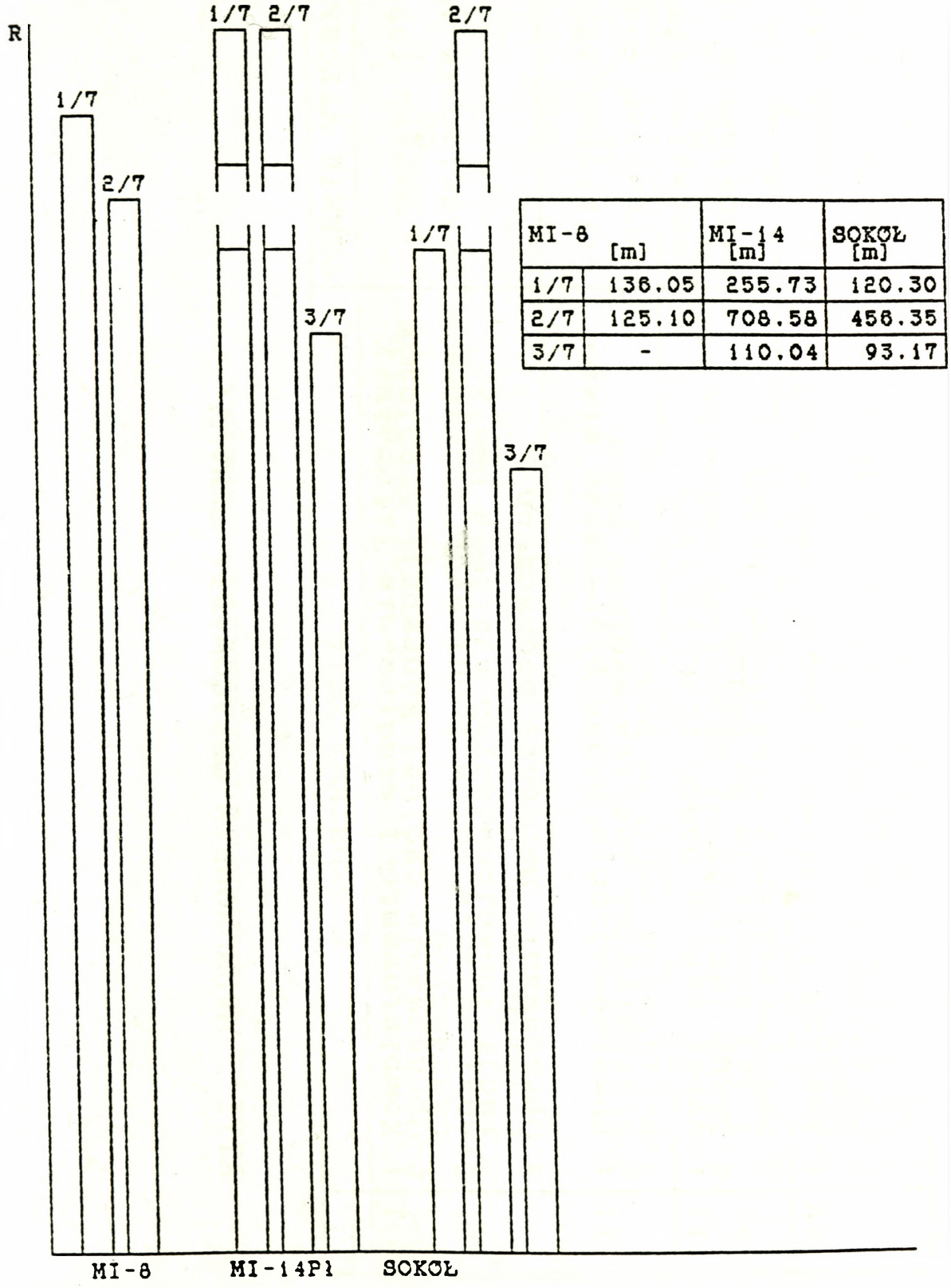
	MI-8 [m]	MI-14 [m]	SOKOŁ [m]
1/5		122.44	203.52
2/5	1018.71	92.19	30.18
3/5	-	198.22	122.09

TABELA NR.6.ROZNICA POMIAROW WSPOŁRZEDNYCH PUNKTU NR.6. WYKONANYMI Z POKŁADOW SMIGŁOWCOW A WSPOŁRZEDNYMI PUNKTU NR.6. OKRESLONYMI Z MAPY.



MI-8 [m]		MI-14 [m]	SOKOŁ [m]
1/6	-	1456.55	928.85
2/6	1398.61	518.44	36.82
3/6	-	185.56	61.40

TABELA NR.7.ROZNICA POMIAROW WSPOŁRZEDNYCH PUNKTU NR.7. WYKONANYMI Z POKŁADOW SMIGŁOWCOW A WSPOŁRZEDNYMI PUNKTU NR.7. OKRESLONYMI Z MAPY.

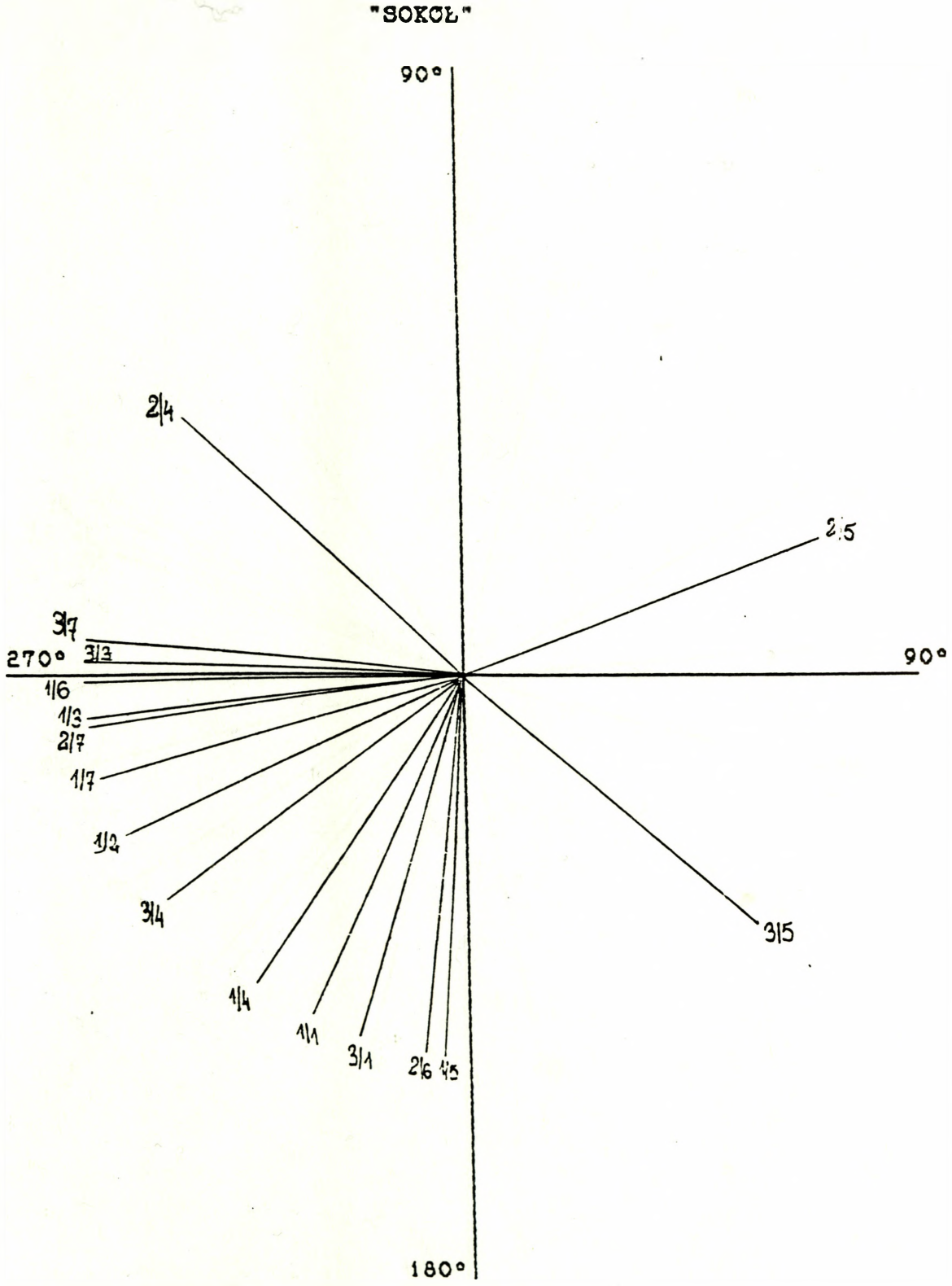


MI-8	[m]	MI-14 [m]	SOKOŁ [m]
1/7	136.05	255.73	120.30
2/7	125.10	708.58	456.35
3/7	-	110.04	93.17

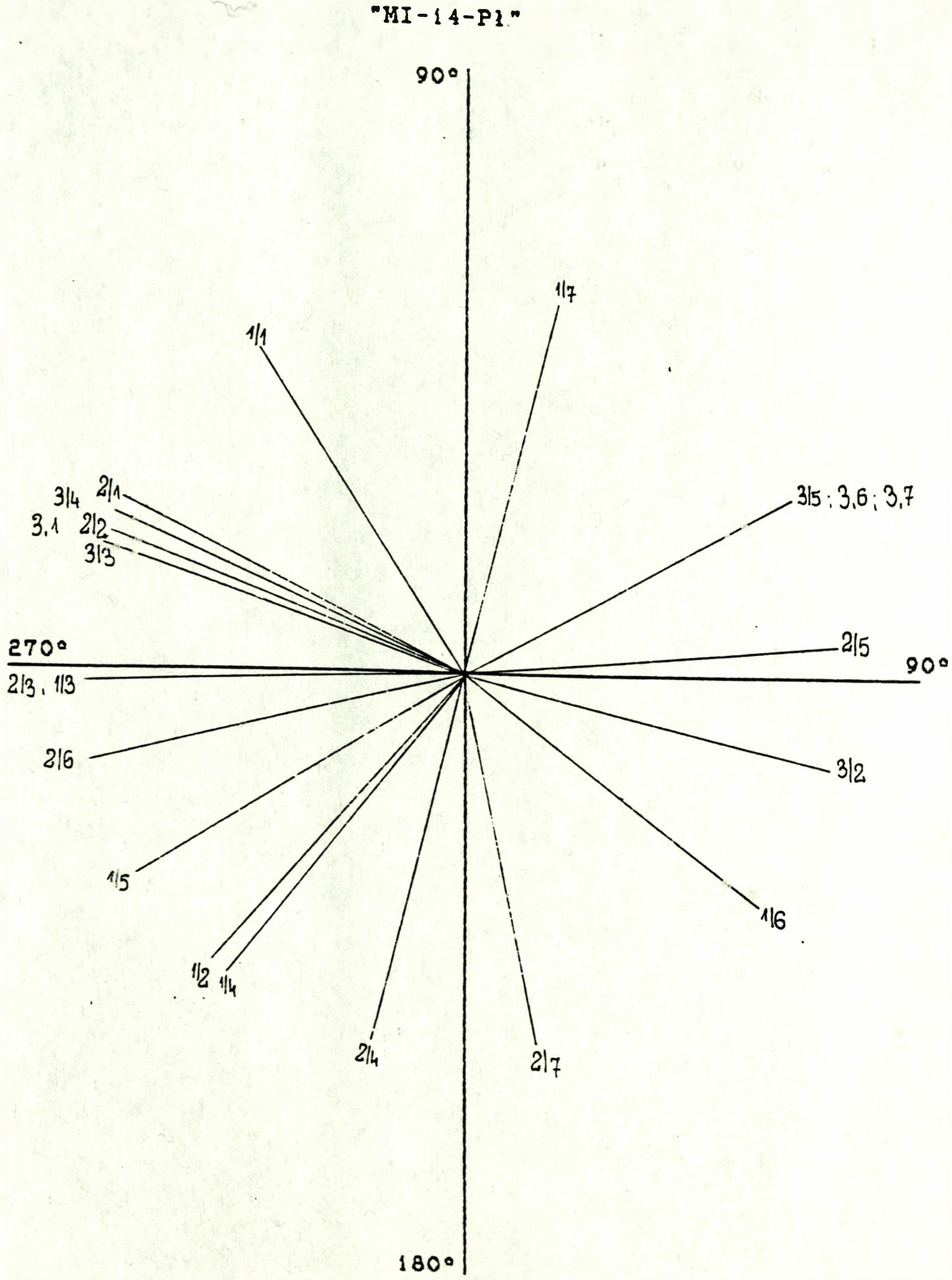
VIII. HARMONOGRAM OPRACOWANIA TEMATU.

Lp.	PRZEDSIĘWZIĘCIA	TERMIN WYKONANIA
I	1. Kompletowanie i studiowanie literatury 2. Opracowanie ogólnej koncepcji problemów badawczych 3. Analiza materiałów źródłowych i dokumentacji funkcjonujących systemów nawigacyjnych 4. Opracowanie narzędzi badawczych	marzec 1992 do październik 1992
II	1. Przeprowadzenie badań pierwszego etapu 2. Statystyczna analiza wyników badań 3. Publikacja wyników badań	listopad 1992 do grudzień 1993
III	1. Wybór terenu badań praktycznych 2. Zakup (dzierżawa) aparatury badawczej i jej adaptacja do badań 3. Przeprowadzenie właściwych badań	wrzesień 1993 do październik 1994
IV	1. Analiza ilościowa i jakościowa wyników badań 2. Opracowanie sprawozdania 3. Opracowanie modelu i dokumentacji systemu DGPS dla potrzeb WOSL	listopad 1994 do czerwiec 1995

Tabela.8 Harmonogram pracy naukowo badawczej.

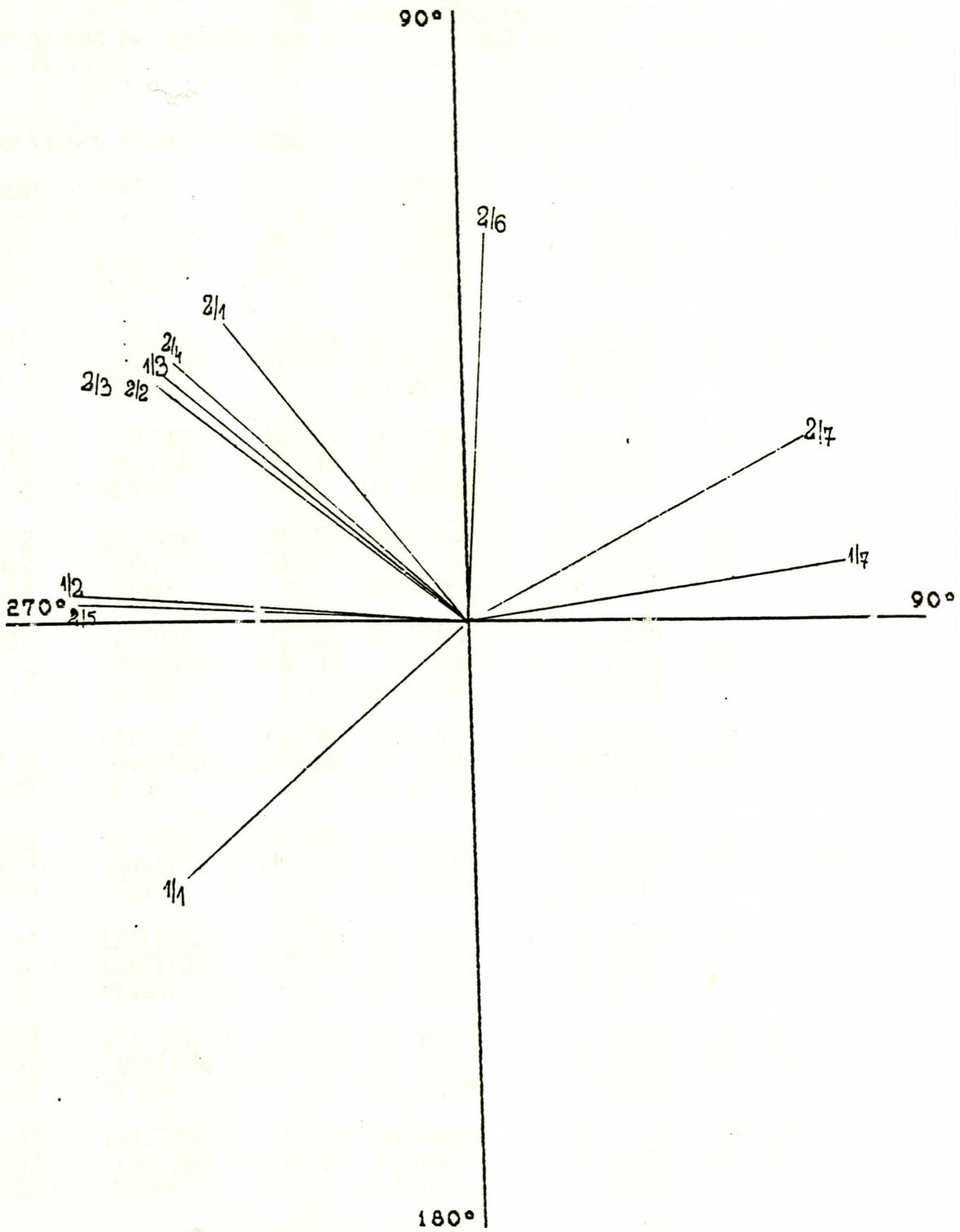


Rys.2. Położenie azymutalne rezultatów pomiarów na śmigłowcu SOKÓŁ.



Rys.3.Położenie azymutalne rezultatów pomiarów na śmigłowcu MI-14Pł.

"MI-8"



Rys.4.Położenie azymutalne rezultatów pomiarów na śmigłowcu MI-8.

Instytut Geodezji i Fotogrametrii - ART w Olsztynie
Eksperyment Deblin

A= 6378137.000 B= 6356752.314 X0= 0.000 Y0= 0.000 Z0= 0.000

SOLVE:

Adjusted Values (Iteration Count = 2):

CODE	IDENT.	TYPE	INITIAL	DX	ADJUSTED
14	BG01	LATITUDE	52 28 33.40461	FIXED	
14	BG01	LONGITUDE	21 2 7.22605	FIXED	
14	BG01	HEIGHT	149.51130	FIXED	
4	0011	LATITUDE	51 24 35.86312	0.00000	51 24 35.86312
4	0011	LONGITUDE	-337 56 52.54991	-0.00000	-337 56 52.54991
4	0011	HEIGHT	170.90709	0.00001	170.90710
4	0013	LATITUDE	50 49 26.14286	0.00000	50 49 26.14286
4	0013	LONGITUDE	-336 48 53.42976	-0.00000	-336 48 53.42976
4	0013	HEIGHT	241.32205	0.00001	241.32206
4	0012	LATITUDE	50 51 39.97060	0.00000	50 51 39.97060
4	0012	LONGITUDE	-338 0 21.11294	-0.00000	-338 0 21.11294
4	0012	HEIGHT	202.50327	0.00001	202.50328
4	0014	LATITUDE	51 25 58.02474	0.00000	51 25 58.02474
4	0014	LONGITUDE	-336 45 3.77618	-0.00000	-336 45 3.77618
4	0014	HEIGHT	197.13865	0.00001	197.13865
4	0022	LATITUDE	50 42 26.01686	-0.00000	50 42 26.01686
4	0022	LONGITUDE	-337 35 29.48809	-0.00000	-337 35 29.48809
4	0022	HEIGHT	249.86781	0.00002	249.86783
4	0023	LATITUDE	50 58 18.82680	-0.00000	50 58 18.82679
4	0023	LONGITUDE	-336 48 59.02610	-0.00000	-336 48 59.02610
4	0023	HEIGHT	212.86784	0.00002	212.86786
4	0024	LATITUDE	51 29 23.13695	-0.00000	51 29 23.13694
4	0024	LONGITUDE	-337 8 49.75304	-0.00000	-337 8 49.75304
4	0024	HEIGHT	181.90903	0.00002	181.90905
4	0032	LATITUDE	51 28 25.34199	-0.00000	51 28 25.34199
4	0032	LONGITUDE	-337 23 37.34190	-0.00000	-337 23 37.34190
4	0032	HEIGHT	192.18119	0.00000	192.18119
4	0033	LATITUDE	51 0 56.76592	-0.00000	51 0 56.76592
4	0033	LONGITUDE	-337 27 59.02087	-0.00000	-337 27 59.02087
4	0033	HEIGHT	249.81371	0.00000	249.81371
4	0025	LATITUDE	51 33 26.90815	0.00000	51 33 26.90815
4	0025	LONGITUDE	-337 51 47.43714	-0.00000	-337 51 47.43714
4	0025	HEIGHT	164.50607	0.00000	164.50607

Tabela.1 Współrzedne geodezyjne w układzie WGS -84.

Instytut Geodezji i Fotogrametrii - ART w Olsztynie
Eksperyment Deblin

A= 6378137.000 B= 6356752.314 X0= 0.000 Y0= 0.000 Z0= 0.000

SOLVE:

CODE	IDENT.	TYPE	INITIAL	DX	ADJUSTED
4	0015	LATITUDE	51 31 27.07970	0.00000	51 31 27.07970
4	0015	LONGITUDE	-337 55 55.06698	-0.00000	-337 55 55.06698
4	0015	HEIGHT	178.61636	0.00000	178.61636
4	0N32	LATITUDE	51 28 26.30391	0.00000	51 28 26.30391
4	0N32	LONGITUDE	-337 23 35.48296	-0.00000	-337 23 35.48296
4	0N32	HEIGHT	190.59213	0.00000	190.59213

Tabela.2 Współrzedne geodezyjne w układzie WGS -84.

Instytut Geodezji i Fotogrametrii - ART w Olsztynie
Eksperyment Deblin

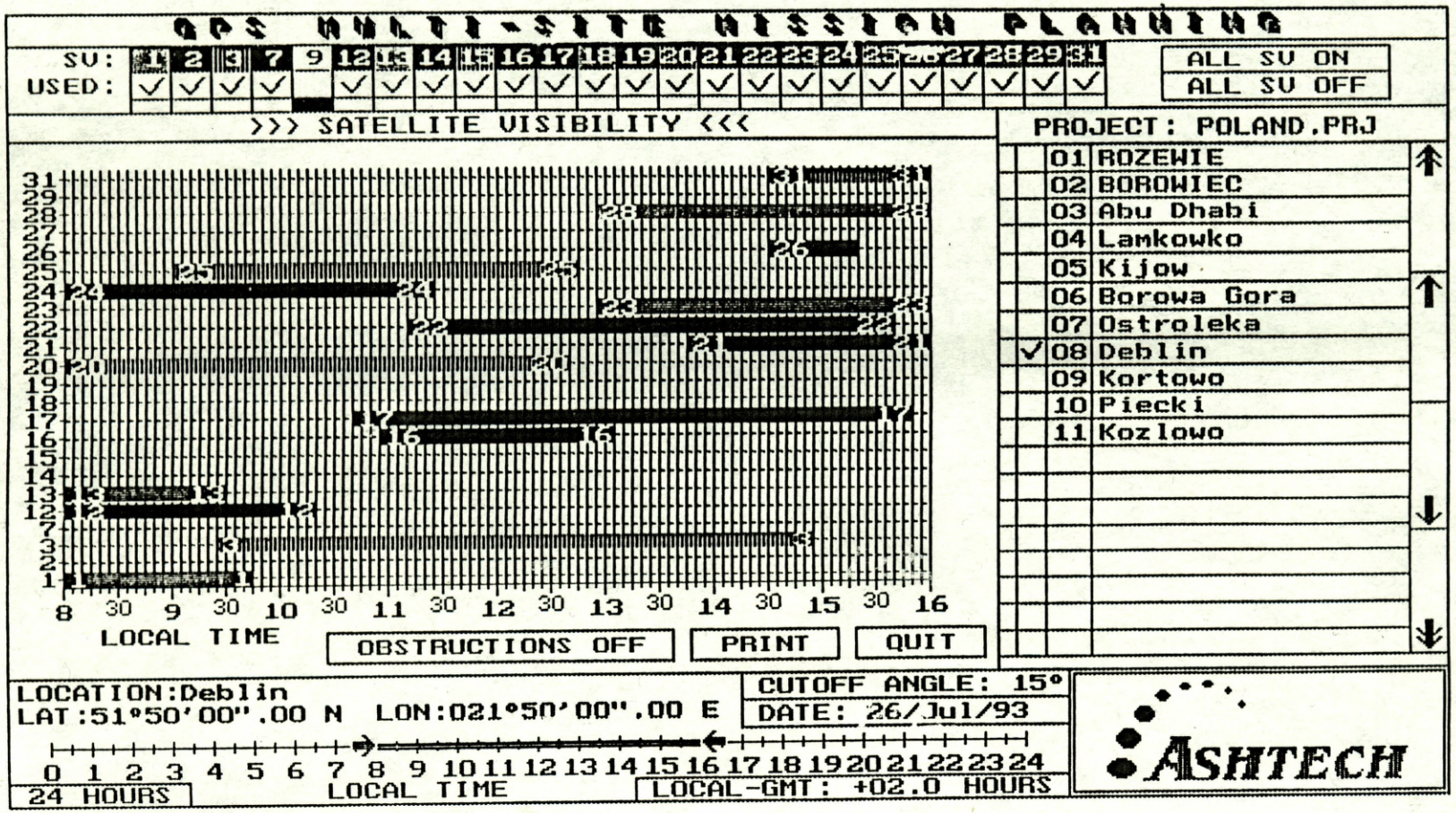
A= 6378137.000 B= 6356752.314 X0= 0.000 Y0= 0.000 Z0= 0.000

Adjusted Cartesian Coordinates:

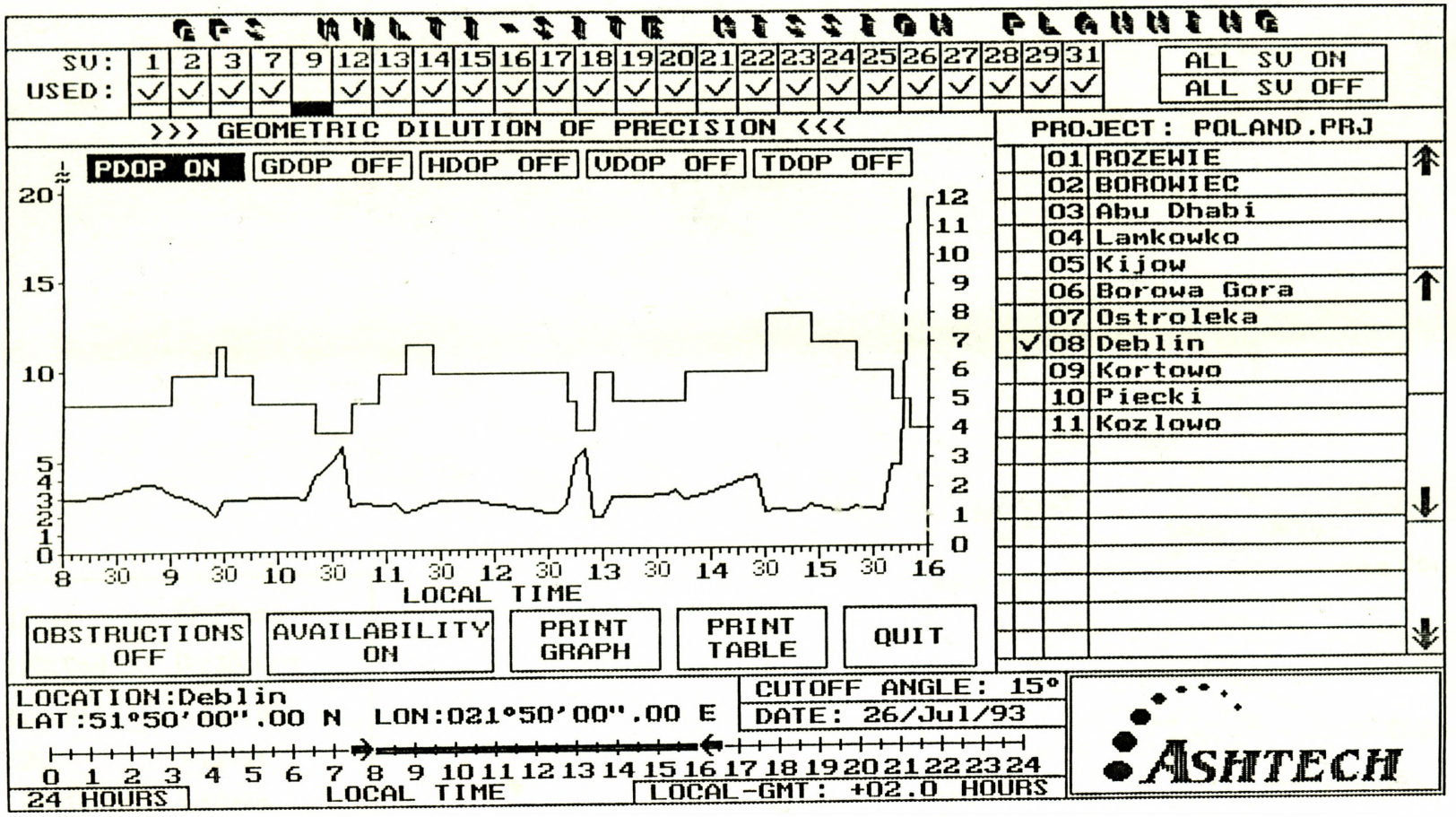
CODE	IDENT.	X-COORDINATE	Y-COORDINATE	Z-COORDINATE
4	0011	3694943.0800	1496761.3819	4962253.9340
4	0013	3711316.3595	1589534.3894	4921381.6093
4	0012	3740558.0913	1510838.2091	4923962.9607
4	0014	3661063.7246	1572837.7122	4963857.8804
4	0022	3741823.6300	1542915.9928	4913176.6547
4	0023	3699600.0804	1584397.5896	4931741.8323
4	0024	3667271.7744	1545560.8308	4967795.5211
4	0032	3675184.6517	1530305.4091	4966691.1786
4	0033	3713854.2432	1540881.4097	4934842.5713
4	0025	3680826.3850	1497384.9762	4972469.4744
4	0015	3685317.0520	1494057.7427	4970177.1573
4	ON32	3675148.4756	1530329.2105	4966708.4526
14	BG01	3633739.1545	1397433.9702	5035353.2578

SOLVE successfully completed.

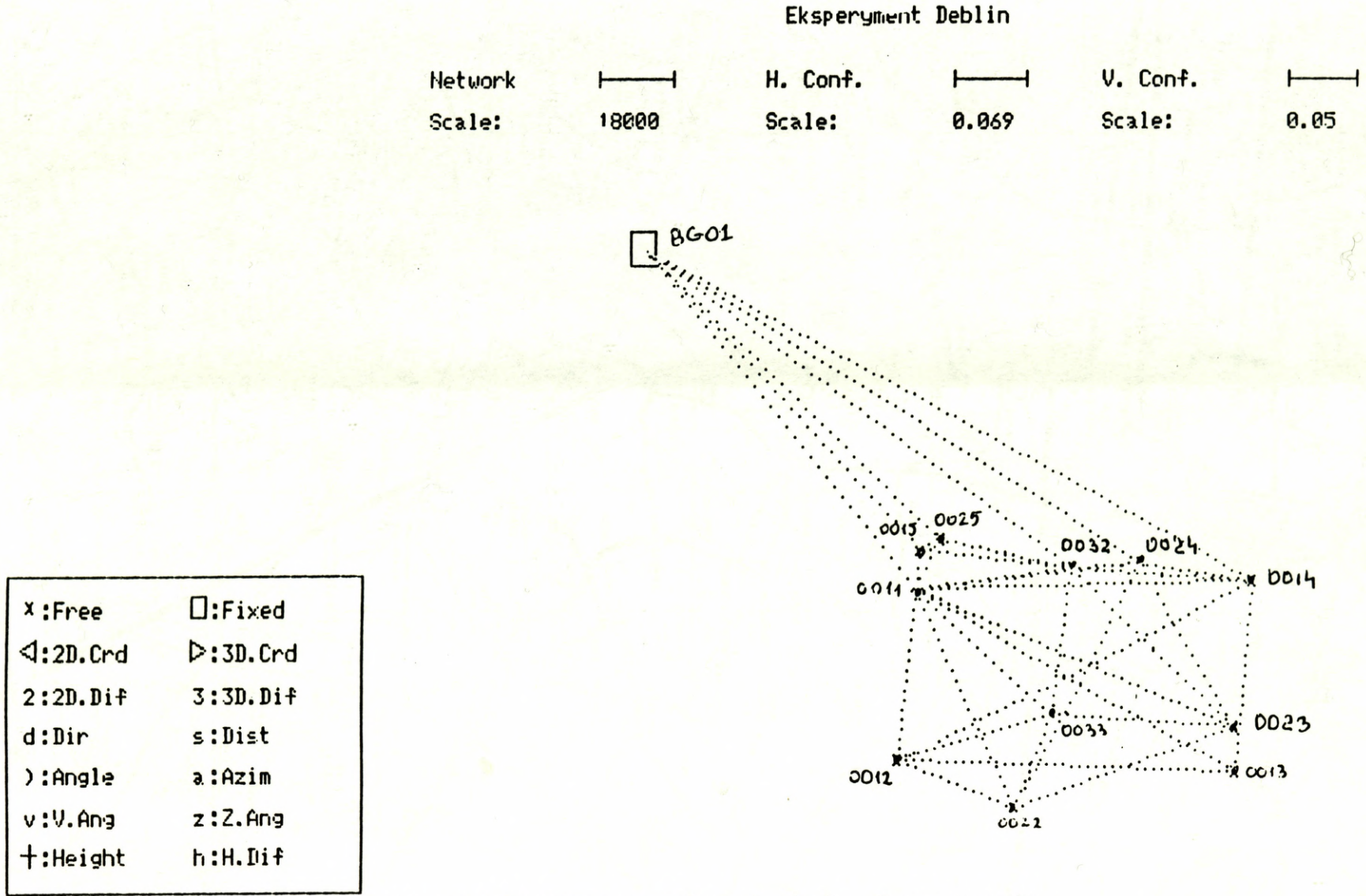
Tabela.3 Współrzedne kartezjanskie.



Rys.1 Analiza warunków obserwacji w trakcie eksperymentu

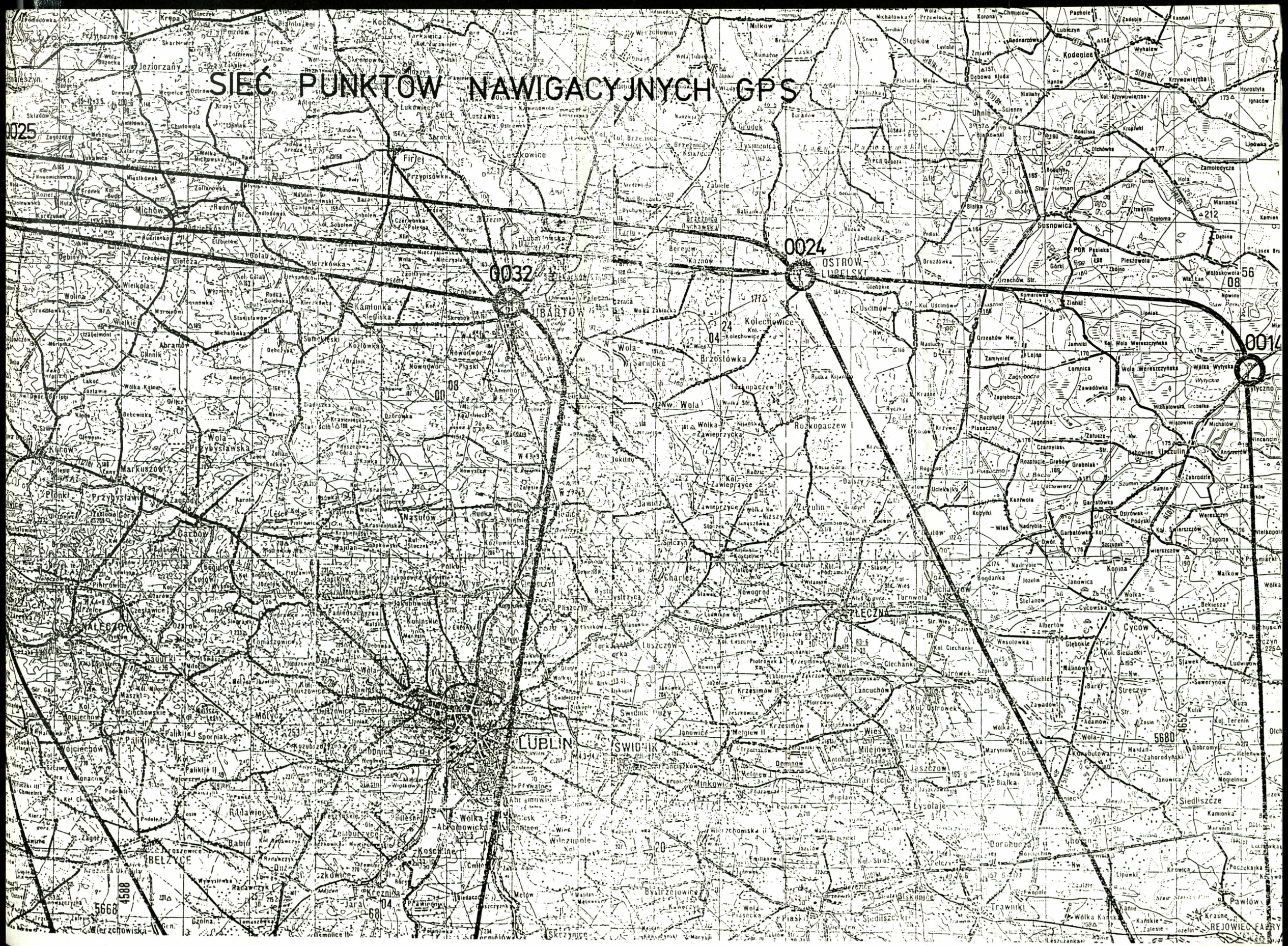


Rys.2 Analiza warunków obserwacji w trakcie eksperymentu



Rys. 3. Szkic sieci punktów oznaczanych w trakcie eksperymentu

SIEĆ PUNKTÓW NAWIGACYJNYCH GPS


0025
0032
0024
0014
IBARTÓW
OSTRÓW LUBELSKI
LUBLIN
ŚWIDNIK
PUŁAWY
BEŁŻYCE
NAŁĘCZÓW
PUŁAWY
ŁĘCZNA
REJOWIEC FABRYCZNY
Jezioryzany
Michów
Kamionka Siegliska
Nowodwór
Kozłówka
Kurów
Markuszów
Przybysławska
Nasutów
Garbów
Płonki
Zagroby
Kock
Lukowiec
Leszkowice
Firlej
Przypisówka
Kolechowice
Brzostówka
Rozkopaczew
Wola Sarnicka
Nw. Wola
Wola Zawieprzycka
Kol. Zawieprzyce
Jawidz
Spiczyn
Charlez
Kłuszczów
Krzesimów II
Krzesimów
Janowice
Wola Abramowicka
Kosmine
Kreznica Jara
Milków
Uhnin
Kodeniec
Sosnowica
Dębowa Kłoda
Grodek
Brzeźnica Rychawska
Jedlanka
Uścimów
Orzechów Str.
Rozkopaczew I
Zawieprzyce
Puchaczów
Turowola
Chechanki
Lancuchów
Wies Milejów
Jaszczów
Minkowice
Starościn
Lysolaje
Dorohucza
Trawniki
Siedliszczki
Bystrzejowice
Skrzynice
Siedliszcze
Cycow
Streczyn
Wola Wereszczyńska
Michałów
Zulin
Kopina
Malkow
Wolka Kańska
Pawłów
Krasne
Kańskie Zalesie
Wyhalew
Krzywowierzba
Horostyta
Ignaców
Lipówka
Zamołodycze
Marianka
Kamień
Dębina
Pieszowola
Wolaskowola
Ziołki
Lipiak
Lomnica
Zawadówka
Wyrycza
Wyrycko
Zamłynie
Lejno
Jamniki
Orzechów Nw.
Kol. Uścimów
Kol. Wola Wereszczyńska
Wólka Wytycka
Wytyczno
Michałowska Grobelka
Rozpucie
Jagodno
Plasaczno
Czarnylas
Rozłucie-Grabów
Grabniak
Zabrodzie
Sumin
Garbatówka
Kol. Świerszczów
Nadrybie
Bogdanka
Józefin
Janowica
Wolka-Cycowska
Albertów
Wesołówka
Głębokie
Kol. Biesiadki
Sławek
Ludwinów
Sewerynów
Kol. Terenin
Buza
Kulik
Adamów
Zosin
Korybutowa
Maidan-Zahorodyński
Dobromyśl
Helenów
Mogielnica
Siedliszcze
Kamionka
Poczekajka
Krowica
Lipówki
Wereszczyn
Vincancin
Andrzejów
Zabrodzie
Zastawie
Kol. Wola Wereszczyńska
Wólka Wytycka
Wytyczno
Michałowska Grobelka
Wiązowiec
Michałów
Zulin
Bohowiec
Andrzejów
Zabrodzie
Zastawie
Kol. Świerszczów
Zagórze
Wielkopole
Przemiarki
Wólka
Bekiesza
Cycowska
Kol. Biesiadki
Sławek
Ludwinów
Sewerynów
Buza
Kulik
Kol. Terenin
Olch
Adamów
Zosin
Korybutowa
Maidan-Zahorodyński
Dobromyśl
Helenów
Mogielnica
Siedliszcze
Kamionka
Poczekajka
Krowica
Lipówki
Wereszczyn
Vincancin

Załącznik nr 4

A N K I E T A

1. Wiek .....
2. Stopień wojskowy .....
3. Staż pracy .....
4. Jak rozumiesz pojęcie "NAWIGACJA LOTNICZA"?

   Nawigacja lotnicza to!

   - ogół wiedzy technicznej
   - sztuka użytkowa
   - czynność prosta
   - inne .....

     .....

5. Jakie według Ciebie czynniki wpływają na uznanie danej dziedziny wiedzy za specjalność naukową?

   - istnienie przedmiotu badań
   - istnienie instytucji /katedry,wydziału,instytutu/
   - społeczne zapotrzebowanie na wyniki badań
   - gotowość potencjału ludzkiego do podjęcia badań
   - zapotrzebowanie przemysłu na wyniki badań
   - inne .....

6. Wyższa Oficerska Szkoła Lotnicza powinna prowadzić:

   - wyłącznie działalność dydaktyczną
   - działalność dydaktyczną oraz niektóre resortowe prace badawcze
   - działalność dydaktyczno - naukową

Załącznik nr 5

KWESTIONARIUSZ

Autor prowadzi badania w ramach pracy promocyjnej na temat: "Rozwój nawigacji lotniczej w aspektach naukowych i wojskowych".

W związku z tym zwraca się z prośbą o udzielenie szczerych i wyczerpujących odpowiedzi na pytania dotyczące tego problemu. Dokumenty opracowane na bazie przeprowadzonych badań powinny ułatwić sterowanie procesem zdobywania kwalifikacji kadry poprzez min. doktoryzację i habilitację. Zebrany materiał będzie wykorzystany wyłącznie w celach naukowych.

Proszę najpierw zapoznać się z pytaniami, a następnie udzielać odpowiedzi, aby wykluczyć do minimum możliwość odpowiedzi sprzecznych.

Dziękuję za uwagę i czas poświęcony na wypełnienie kwestionariusza.

1. Wiek .....
2. Tytuł zawodowy (np. magister).....
3. Stopień naukowy (podać jakich nauk).....
   .....
4. Stanowisko: dydaktyczne, niedydaktyczne (podkreśl)
5. Ukończona szkoła wyższa (nazwa i rok).....
   .....
6. Staż pracy (staż służby).....
7. Czy znasz strukturę nauk wojskowych ?.....
8. Jaka dziedzina nauki (techniki) wiąże się z wykonywaną przez ciebie pracą ?.....
9. Czy twoim zdaniem nawigacja lotnicza może być specjalnością naukową? .....
10. Jaka dziedzina nauki (techniki) powinna być uprawiana w WOSL? .....

11. Wymień problemy lub tematy prac naukowo-badawczych (doktorskich, habilitacyjnych) które powinny być opracowywane dla potrzeb WOSL (WLOP).....
.....
.....
.....

12. Czy byłbyś zainteresowany w podnoszeniu kwalifikacji z nauk wojskowych w specjalności nawigacja lotnicza .....

13. Czy istniejące specjalności naukowe zapewniają w pełni rozwój absolwenta WOSL (w wojsku i cywilu).....

14. Czy zdobyty zawód (tytuł inżynier-dowódca) stwarza perspektywy rozwoju? Jeżeli widzisz możliwość zmian w tym względzie to jakich? .....
.....
.....

15. Podaj nazwę uczelni (wydziału) w której masz zamiar bronić (otworzyć) pracę doktorską (habilitacyjną) .....
.....

16. Jak widzisz możliwość bezpośredniego zastosowania wyników swojej pracy naukowej w działalności WOSL? .....
.....
.....

17. Czy według Ciebie, poziom naukowy kadry dydaktycznej ma wpływ na wyniki kształcenia podchorążych w WOSL?
.....
.....
.....

18. Czy obecnie obowiązujący system doskonalenia zawodowego kadry (podkreśl odpowiedź):
- ułatwia zdobycie kwalifikacji
- utrudnia zdobycie kwalifikacji
- nie ma wpływu na zdobywanie kwalifikacji

19. Jeżeli ułatwia lub utrudnia to dlaczego? .....
.....
.....
.....

20. Co według ciebie jest główną przyczyną utrudniającą podejmowanie przez kadrę (pracowników) prac magisterskich, doktorskich (habilitacyjnych)? .....
.....
.....

21. Czy w jednostkach istnieje atmosfera podnoszenia kwalifikacji? .....

22. Czy w WOSL istnieje atmosfera pracy naukowej (dotyczy pracowników WOSL) .....

23. Jaki jest stosunek bezpośrednich przełożonych do podwładnych wykonujących (podejmujących) pracę naukową? (podkreśl właściwą odpowiedź)
- inspirujący (wspierający)
- obojętny
- negatywny

24. Czy struktura organizacyjna WOSL (podkreśl odpowiedź)
- ułatwia zdobywanie kwalifikacji
- utrudnia zdobywanie kwalifikacji
- nie ma wpływa na zdobywanie kwalifikacji

25. Podaj, jakie powinny funkcjonować motywy, które Twoim zdaniem miałyby zasadniczy wpływ na rozwój naukowy kadry w WOSL (WLOP)? .....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

S P I S T A B E L I R Y S U N K Ó W

Rys. 1 Związki teorii organizacji sił zbrojnych z innymi naukami 12
Rys. 2 Siły zbrojne Polski i państw sąsiednich 13
Rys. 3 Ukończone formy kształcenia kadry nawigatorskiej 26
Rys. 4 Algorytm programu komputerowego obiektywizacji ocen specjalności naukowych..... 27
Rys. 5 Czynniki niezbędne do uznania specjalności naukowej.. 29
Rys. 6 Schemat wykorzystania materiałów podczas przeprowadzonych badań i pisarskiego opracowania rozprawy habilitacyjnej 32
Rys. 7 Elementy procedury badawczej 34
Rys. 8 Podstawowe komponenty decydujące o powodzeniu na współczesnym polu walki 36
Rys. 9 Warianty manewru lotnictwa przy zagrożeniu z kierunku wschodniego 38
Rys. 10 Warianty manewru lotnictwa przy zagrożeniu z kierunku zachodniego 39
Rys. 11 Etapy rozwoju nawigacji 47
Rys. 12 Algorytm rozwoju teorii nawigacji i jej wdrożeń do praktyki 50
Rys. 13 Schemat blokowy nawigacyjnego układu kompleksowego .. 52
Rys. 14 Nautologia jako dziedzina wiedzy 54
Rys. 15 Wykres przydatności różnych typów fal radiowych dla nawigacji 57
Rys. 16 Schemat blokowy układu nawigacji bezwładnościowej ... 66
Rys. 17 Schemat blokowy satelitarnego systemu nawigacyjnego . 71
Rys. 18 Zasada działania systemu NAVSTAR 74
Rys. 19 Schemat blokowy lotniczego systemu nawigacyjnego 81
Rys. 20 Projekt usytuowania nauk wojennych i wojskowych 87
Rys. 21 Ogólne prawidłowości wyłaniania nowych specjalności naukowych 92
Rys. 22 Typy główne nawigacji na tle ekosfery ziemskiej 101
Rys. 23 Algorytm analizy nawigacyjnej 110
Rys. 24 Ogólna struktura nawigacji lotniczej 113
Rys. 25 Instytucje uprawiające nawigację lotniczą w aspekcie naukowo-dydaktycznym 117
Rys. 26 Propozycje specjalności zawodowych do realizacji w WOSL 119
Rys. 27 Podstawowe systemy jednostki nawigacyjnej 122
Tabela 1 30
Tabela 2 61
Tabela 3 64
Tabela 4 83
Tabela 5 88
Tabela 6 97

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid. 54810