

REZULTATY TESTOWANIA PROGRAMU DEMETER 2000 W LABORATORIACH DGNSS/GIS CHEŁMSKIEJ PWSZ

TEST RESULTS OF THE DEMETER 2000 PROGRAMME IN THE DGNSS /GIS LABORATORIES OF THE PWSZ IN CHELM

Andrzej Fellner, Paweł Trómiński, Józef Zajac

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie

Słowa kluczowe: system DEMETER, GNSS, GIS, EUPOS, nawigacja, łączność, zarządzanie
Keywords: DEMETER system, GNSS, GIS, EUPOS, navigation, communication, management

Wprowadzenie

Do ustalania położenia przestrzennego, określania i utrzymywania nawigacyjnych parametrów, niezbędnych do kołowania, startu, wykonania lotu po wyznaczonej trasie i lądowania wykorzystuje się pomoce i systemy nawigacyjne, które według źródeł uzyskiwania informacji i sposobów jej przekazywania, dzieli się na następujące grupy:

- geotechniczne, umożliwiające wykorzystanie do określania położenia przestrzennego i nawigacyjnych elementów lotu parametrów naturalnych – geofizycznych pól Ziemi: magnetycznego, grawitacyjnego, barycznego;
- świetlnotechniczne, umożliwiające ustalenie pozycji względem źródeł światła lub oświetlonego terenu lub też odebranie określonego sygnału (rozpoznanie, dowodzenie, kierowanie ruchem, ostrzeżenia przed niebezpieczeństwem i inne);
- radiotechniczne, umożliwiające wykorzystanie do ustalania linii pozycyjnych położenia przestrzennego, kierunku i wysokości lotu właściwości fal elektromagnetycznych, wypromieniowanych przez specjalne urządzenia znajdujące się na pokładzie statku powietrznego lub na powierzchni ziemi;
- astronomiczne (radioastronomiczne), umożliwiające określanie nawigacyjnych elementów lotu według pozycji i ruchu ciał niebieskich (lotnicze radiosekskstanty, astrokompasy, astronomiczne orientatory);
- satelitarne, umożliwiające określanie nawigacyjnych elementów lotu według sztucznych satelitów Ziemi.

Lot jest ustalony, jeżeli jego elementy zachowują stałą wartość, zaś nieustalony – jeżeli wartości te ulegają zmianom. Z praktyki lotniczej wynika, że lot nigdy nie jest ustalony przez

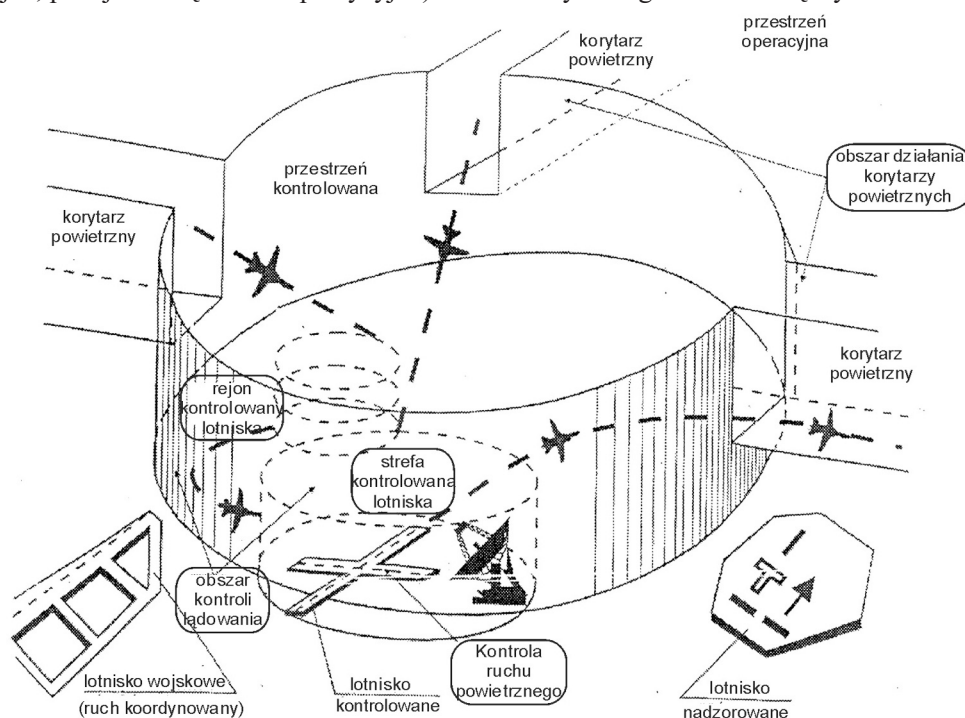
długi czas, ponieważ zawsze występują czynniki zakłócające, zmieniające wartość elementów ruchu statku powietrznego. Stąd też podczas obliczeń nawigacyjnych za lot ustalony w odniesieniu do każdego z jego elementów przyjmuje się średnią wartość tego elementu w określonym interwale czasu. W ten sposób otrzymuje się średni kurs, prędkość, wysokość i inne parametry nawigacyjne. Tradycyjnie jako kryterium podziału nawigacji powietrznej przyjmuje się rodzaje technicznych urządzeń nawigacyjnych, odgrywających dominującą rolę podczas wykonywania lotu.

Podział przestrzeni powietrznej

Ze względu na potrzeby lotnictwa oraz kontrolę ruchu, polska przestrzeń powietrzna (rys. 1) została podzielona na:

- kontrolowaną, zawierającą: drogi lotnicze; strefy kontrolowane lotnisk komunikacyjnych oraz wojskowych udostępnionych dla komunikacji lotniczej;
- operacyjną, w skład której wchodzi przestrzeń lotów: swobodnych; koordynowanych.

Biorąc pod uwagę względy użytkowe, wymaga się aby informacja dotycząca przestrzennego położenia statku powietrznego była ciągła, wiarygodna, precyzyjna. Wymagania dla poszczególnych faz lotu (przeloty transoceaniczne, krajowe, podejście i lądowanie nieprecyzyjne, podejście i lądowanie precyzyjne) lotnictwa cywilnego określa Międzynarodowa Or-



Rys. 1. Podział przestrzeni powietrznej

ganizacja Lotnictwa Cywilnego (ICAO). Ta sama organizacja zdefiniowała parametry warunków meteorologicznych wymaganych podczas lądowania statków powietrznych na lotniskach, przyjmując trzy podstawowe kategorie:

- Kat. I – minimalna podstawa chmur 60 m; widzialność pozioma 800 m;
- Kat. II – minimalna podstawa chmur 30 m; widzialność pozioma 400 m;
- Kat. III – podzielona została na trzy podkategorie:
 - III A – minimalna podstawa chmur – zasięg widzialności pasa; widzialność do lądowania 200 m; automatyczne lądowanie;
 - III B – minimalna podstawa chmur – zasięg widzialności pasa; widzialność do lądowania 45 m; automatyczne lądowanie, kołowanie;
 - III C – minimalna podstawa chmur 0 m; widzialność do lądowania 0 m.

Wymagania dotyczące wiarygodności, dostępności, dokładności dla poszczególnych wysokości lotu prezentuje tabela 1. Biorąc pod uwagę mapy wykorzystywane obecnie dla potrzeb lotnictwa, błąd położenia punktu można określić z dokładnością od 1,1 do 1,2 mm na mapie. Wykorzystuje się następujące mapy:

- mapy w skali 1: 200 000, na których wyznaczone są trasy przelotu statków lekkich oraz 1: 4 000 000 używane do nawigacji statków ciężkich;
- mapy pokładowe używane głównie podczas wykorzystywania radiotechnicznych i astronomicznych środków nawigacyjnych (np. radiolatarnie) – najczęściej skale od 1: 2 000 000 do 1: 4 000 000;
- mapy używane głównie do prowadzenia rozpoznania lotniczego oraz wyprowadzania statku powietrznego na punkty orientacyjne – skale od 1: 50 000 do 1: 500 000;
- mapy specjalne przeznaczone głównie dla rozwiązania różnorodnych zadań nawigacyjnych – skale od 1: 2 000 000 do 1: 4 000 000. Na mapach tych naniesione są siatki: linii równych azymutów (od radiostacji), radiopelengów, linii równych odległości.

Tabela 1. Wiarygodność, dostępność, dokładność, wymagania ustalone przez ICAO

Fazy lotu	Wiarygodność		Dostępność	Dokładność (95%)		Wysokość lotu (m)
	opóźnienie (s)	ryzyko niewiarygodności (s)		pozycja (m)	wysokość (m)	
Lądowanie wg KAT I	6	$3,3 \times 10^{-7}$	0,9975	18,7	5,4	60–900
Lądowanie wg KAT II	2	1×10^{-7}	0,999	5,2	1,7	30–900
Lądowanie wg KAT III	2	1×10^{-7}	0,999	4,1	0,6	0–900
Podejście do lądowania	10	$3,3 \times 10^{-7}$	0,9975	100	50	75–900
Przeloty w korytarzu	10	–	0,9975	1000	50	150–18000
Przeloty nad oceanem	30	–	0,9977	23 000	50	8400–12200

Radiotechniczne systemy i pomoce nawigacyjne w Polsce

W obecnym stadium rozwoju polskiego lotnictwa, biorąc pod uwagę precyzję określania położenia przestrzennego, szczególną rolę odgrywają radiotechniczne systemy i pomoce nawigacyjne. Zasada ich działania oparta jest na promieniowaniu i odbiorze fal elektromagnetycznych, rozchodzących się ze stałą prędkością 300 000 km/s i mających zdolność odbijania się od napotkanych na swej drodze przeszkód. Zależnie od miejsca ustawienia, radiotechniczne systemy lotnicze dzieli się na:

- naziemne – radiolatarnie bezkierunkowe (prowadzące), rozgłośnie, radionamierniki, radiolatarnie ogólnokierunkowe, stacje systemów radionawigacyjnych, stacje radiolokacyjne (radarowe);
- pokładowe – radiokompas (automatyczne radionamierniki), korespondencyjne radiostacje, radiolokatory (radary), specjalne urządzenia systemów radionawigacyjnych (wyliczniki, odbiorniki satelitarne, komputery), urządzenia dopplerowskie, radiowysokościomierze.

Naziemne urządzenia radiotechniczne mogą współpracować z pokładowymi urządzeniami jako pojedyncze lub samodzielne środki, które nazywane są punktami radionawigacyjnymi. Natomiast pokładowe wyposażenie radiotechniczne statku powietrznego i odpowiadające mu naziemne urządzenie radiotechniczne tworzą system radiotechniczny. Zasięg działania i zakres możliwości wykorzystania tych systemów, zależy od mocy urządzeń, długości fali i warunków rozchodzenia się fal elektromagnetycznych oraz wymaganej dokładności i ciągłości określania parametrów lotu, linii pozycyjnych. W trakcie przeprowadzonych badań okazało się, że oprócz szeregu zalet, urządzenia radiotechniczne posiadają wady, do których zalicza się: mała odporność na zakłócenia (szczególnie te sztuczne – celowo organizowane), ograniczony zasięg odpowiednich systemów, zależność dokładności pomiarów parametrów nawigacyjnych od odległości między współpracującymi urządzeniami oraz warunków propagacji fal elektromagnetycznych, ograniczona przepustowość niektórych systemów (możliwość jednoczesnego wykorzystywania przez określoną liczbę statków powietrznych). W zależności od zasięgu działania systemy radiotechniczne dzielą się na: systemy dalekiej nawigacji (ponad 1000 km), bliskiej nawigacji (do 1000 km), umożliwiające lądowanie. Natomiast biorąc pod uwagę mierzone parametry nawigacyjne systemy radiotechniczne dzieli się na: kątowe, odległościowe, kąto-odległościowe, hiperboliczne, dopplerowskie, satelitarne.

Uwzględniając powyższe aspekty, przystąpiono do badań, które miały określić jaka jest rzeczywista dokładność systemów i pomocy radiotechnicznych, aktualnie funkcjonujących w naszym kraju, a także wyznaczenie za pomocą symulacji komputerowych optymalnego rozmieszczenia stacji VOR/DME. Rezultaty uzyskane podczas eksperymentów lotniczych prezentuje tabela 2.

Z przedstawionego zestawienia wynika, że dokładność określania parametrów nawigacyjnych zależy od: zasięgu wykrycia, wysokości lotu statku powietrznego, kątów zakrycia. Największą dokładność polskich lotniczych środków radiotechnicznych stwierdzono podczas określania: odległości – 280 m, azymutu – 1° , wysokości – 300 m. Osiąganie takich rezultatów wymaga jednak stosowania kilku systemów lub pomocy nawigacyjnych. Jednak umowy międzynarodowe obligują Polskę do posiadania urządzeń określających lotnicze parametry nawigacyjne z dokładnością wymaganą dla drugiej kategorii ICAO (poziom – 5,2 m, pion – 1,7 m). Obecnie funkcjonujące pomoce i systemy nawigacyjne nie są w stanie spełnić

Tabela 2. Zestawienie dokładności polskich lotniczych środków radiotechnicznych

Lp.	Nazwa urządzenia	Zasięg wykrycia (promieniowania) H – wysokość lotu samolotu	Dokładność współrzędnych określania	Rozróżnialność
1	Radiolokacyjny system lądowania RSP-7T	H500/28 km H1000/45 km H5000/22-80 km H8000/40-90 km	w odległości 1% zakresu wskaźnika w azymucie $\pm 1^{\circ}$	w odległości 1,5 km w azymucie $\pm 3^{\circ}$
2	Radiolokacyjny system lądowania RSP-10	H500/30 km H1000/45 km H5000/18-85 km H8000/40-90 km	w odległości 1% zakresu wskaźnika w azymucie $\pm 1^{\circ}$	w odległości 1,5 km w azymucie $\pm 3^{\circ}$
3	Radiolatarnia PAR - 8SS	H500/300 km	–	–
4	Radiolatarnia KROKUS	H500/300 km	–	–
5	Radiolatarnia PAR - 9M	H500/100 km	–	–
6	Radionamiernik ARP - 6D	H1000/60 km H3000/120 km H10 000/200 km	$< 2,5^{\circ}$	–
7	Radionamiernik ARP - 11	H1000/80 km H3000/150 km H10 000/250 km	$< 2^{\circ}$	–
8	Odległościomierz Jawor - M2	H100/40 km H500/60 km H1000/110 km H5000/240 km H10 000/250 km	w odległości 600 m w azymucie $\pm 1^{\circ}$	w odległości 1,5 km w azymucie $\pm 2^{\circ}$
9	Odległościomierz NUR-31	H300/50 km H10 000/160 km	w odległości 500 m w azymucie $\pm 1^{\circ}$	w odległości 150 m w azymucie $\pm 3^{\circ}$
10	Odległościomierz AWIA-W	H100/45 km H1000/90 km H10 000/100 km	w odległości 500 m w azymucie $\pm 1^{\circ}$	w odległości 150 m w azymucie $\pm 3^{\circ}$
11	Wysokościomierz PRW-13	przy kącie zakrycia 0 H100/42 km H300/65 km H500/85 km	w wysokości ± 300 m w odległości 1000 m	–

tych wymagań. Dlatego zasadne jest opracowanie systemu umożliwiającego pokrycie obszaru całego kraju radiolaterniami.

W Polsce nie funkcjonują w chwili obecnej systemy dalekiej nawigacji, a jedynie bliskiej nawigacji oraz systemy umożliwiające lądowanie. Dlatego w dalszych rozważaniach rozpatrywane są następujące pomoce i systemy nawigacyjne:

- radiowysokościomierze pokładowe;
- pokładowe urządzenia dopplerowskie;
- radionamierniki;
- kątowny system radiotechniczny (radiokompas i radiolatarnia bezkierunkowa);
- kątowny system radiotechniczny (radionamiernik i pokładowa radiostacja korespondencyjna);

- kątowy system radiotechniczny VOR;
- radiodalmierz DME;
- radiotechniczny system podejścia do lądowania ILS;
- radiotechniczny system podejścia do lądowania SP – 50;
- radiotechniczny system podejścia do lądowania USL;
- radiotechniczny system podejścia do lądowania PAR;
- radiotechniczny system podejścia do lądowania RSL;
- radiotechniczny system RSBN.

Radiowysokościomierze

Powszechnie stosowane radiowysokościomierze, występują w dwóch odmianach w zależności od zakresu mierzonych wysokości: małych (wszystkie statki powietrzne), dużych (tylko wielomiejscowe statki powietrzne). Ze względu na zmienność wskazań radiowysokościomierzy, w zależności od rzeźby przelatywanego terenu, nie mogą one służyć do utrzymywania stałej wysokości lotu i wykorzystuje się je przeważnie do kontroli wysokościomierzy barometrycznych, kontroli wysokości podczas lotów koszących, przy przebijaniu chmur i podejściu do lądowania. Podczas prowadzonych badań okazało się, że zaletą radiowysokościomierzy jest to, że wartość rzeczywistej wysokości lotu może być w dowolnym czasie odczytana na wskaźniku bez dodatkowych obliczeń. Jednak posiadają też podstawową wadę polegającą na zależności uzyskiwanych wskazań od kątów pochylenia i przechylenia statku powietrznego, spowodowaną brakiem stabilizacji anten w płaszczyźnie poziomej. Toteż nie należy korzystać ze wskazań radiowysokościomierzy podczas: pochyień i przechyleń powyżej zakresu pomiarowego oraz lotu w górach. Dokładność pomiaru wysokości rzeczywistej zależy od typu radiowysokościomierza i zakresu mierzonych wysokości.

Radionamierniki i radiokompasy

Z przeprowadzonych badań wynika, że przeciętna przepustowość radionamiernika wynosi sześć statków powietrznych. Natomiast do podstawowych błędów radionamierzania, związanych z wpływem powierzchni ziemi i atmosfery, zalicza się: brzegowy (mijanie linii ląd – morze), górski (powstaje w wyniku dyfrakcji, największe w granicach 10^0 – 20^0 podczas lotów na małych wysokościach, praktycznie nie występuje jeżeli wysokość lotu jest większa od 1,5–2-krotnej wysokości gór), nocny (dotyczy tylko radiokompasów). Na dokładność wpływają chmury i opady atmosferyczne – wahania w zakresie $\pm 20^0$ co 5–10 s. Podczas lotu w strefie opadów (deszcz, grad, śnieg), wahania mogą nawet wynieść od $\pm 20^0$ do $\pm 40^0$ co jedną minutę. Podczas przeprowadzonych badań stwierdzono, że praktyczna dokładność radionamierzania wynosi odpowiednio:

- dla automatycznych radiokompasów od $\pm 2^0$ do $\pm 3^0$;
- dla krótkofalowych radionamierników naziemnych dalekiego zasięgu od $\pm 0,7^0$ do $\pm 0,9^0$;
- dla ultrakrótkofalowych radionamierników naziemnych $\pm 3^0$.

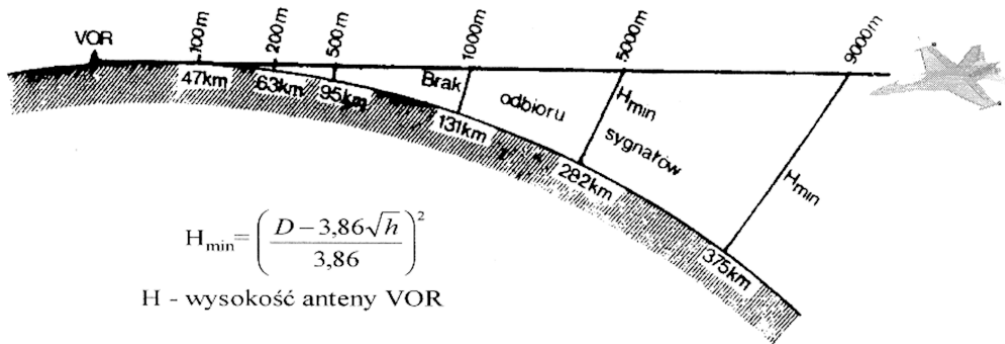
Radiolatarnie

W polskim lotnictwie jest stosowany (umieszczany w korytarzach powietrznych) kątowy system radiotechniczny średniego i bliskiego zasięgu VOR (*Very High Frequency Omni-*

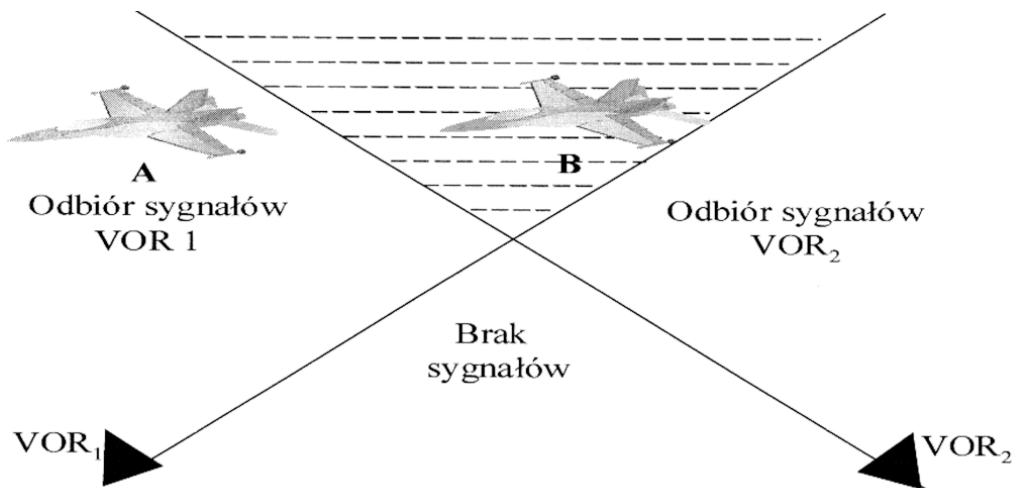
Directional Radio Range). Ta ogólnokierunkowa radiolatarnia bardzo wysokiej częstotliwości umożliwia określanie namiarów magnetycznych i występuje w dwóch wersjach:

- klasycznej – pasmo częstotliwości 108–118 MHz, zasięg widoczności naturalnego horyzontu – około 360 km, pomijalny błąd propagacji fal elektromagnetycznych, błąd terenowy powodowany odbiciem fal od przeszkód $\pm 3^{\circ}$, błąd instrumentalny związany z niedokładnością pomiaru przesunięcia fazowego $\pm 1^{\circ}$, błąd dopuszczalny dla systemu $\pm 4^{\circ}$;
- dopplerowskiej – pasmo częstotliwości i zasięg takie same jak w klasycznej wersji, błąd propagacji pomijalny, błąd terenowy $\pm 0,5^{\circ}$, błąd instrumentalny związany z niedokładnością pomiaru przesunięcia fazowego $\pm 1^{\circ}$, błąd dopuszczalny dla systemu $\pm 1,5^{\circ}$.

Bardzo często system VOR pracuje w połączeniu z innymi systemami: ILS, SP–50, RSBN, KURS–MP–2, DME (VOR/DME), TACAN (VOR/TAC). Radiolaternie VOR identyfikowane są kodem Morse'a, fonią lub jednocześnie kodem i fonią, a w zależności od umiejscowienia rozróżnia się radiolaternie:



Rys. 2. Minimalne wysokości odbioru sygnałów VOR, w zależności od odległości statku powietrznego od radiolatarni



Rys. 3. Obszar interferencyjny dwóch radiolatarni VOR pracujących na tej samej częstotliwości

- trasowe o zasięgu użytkowym 350 km, ustawiane na drogach lotniczych, ich skrzyżowaniach lub rozwidleniach;
- lotniskowe (TVOR – Terminal VOR) o zasięgu użytkowym od 35 do 50 km, ustawiane jako radiolatarnie końcowe na lotniskach.

W celu wykorzystania radiolatarni VOR należy znać jej współrzędne geograficzne, częstotliwość pracy i sygnały rozpoznawcze. Wszystkie czynne radiolatarnie oznaczone są na mapach pomocy radionawigacyjnych. Nad radiolatarnią VOR występuje strefa niestabilnych wskazań – stożek ciszy o kącie między tworzącą a pionem 300. Obszar interferencyjny dwóch radiolatarni VOR, pracujących na tej samej częstotliwości prezentuje rysunek 3.

Radiodalmierze

Radiodalmierz elektroniczny DME jest standardowym systemem odległościowym, pracującym impulsowo w paśmie częstotliwości 960–1215 MHz. W skład tego systemu wchodzi pokładowe nadawczo-odbiorcze urządzenie zapytujące oraz naziemna odbiorczo-nadawcza radiolatarnia odzewowa (transponder). Wspólnie z VOR tworzy kątowno-odległościowy system bliskiego zasięgu. Radiolatarnia naziemna systemu DME nadaje co 30 sekund sygnały identyfikacyjne alfabetem Morse'a. Należy zaznaczyć, że DME mierzy odległość skośną między statkiem powietrznym a radiolatarnią odzewową. Dokładność pomiaru odległości wynosi 800 m lub 3% odległości, zasięg około 370 km na wysokości 8000 m.

Radiotechniczne systemy podejścia do lądowania

Lądowanie stanowi najtrudniejszy i najbardziej odpowiedzialny etap każdego lotu, a szczególnego znaczenia nabiera ten proces w trudnych warunkach atmosferycznych. Jest sprawą znaną, że warunki meteorologiczne w rejonie lotniska lądowania w znacznym stopniu ograniczają możliwości wykorzystania statków powietrznych oraz efektywność działalności lotnictwa. Dlatego stale przywiązuje się ogromną wagę do rozwoju urządzeń i systemów podejścia do lądowania w warunkach ograniczonej widoczności, w dowolnych warunkach meteorologicznych. Obecnie istnieją trzy główne tendencje rozwojowe systemów kontroli i kierowania statkiem powietrznym podczas podejścia do lądowania, które odbywa się w oparciu o:

- pokładowe przyrządy oraz naziemne wyposażenie radiotechniczne i świetlnotechniczne (ILS);
- naprowadzanie (polecenia, informacje) z ziemi, na podstawie wskazań lotniskowych urządzeń radiolokacyjnych (radary, PAR);
- automatyczne przyrządy pokładowe i naziemne układy sterowania z wykorzystaniem autopilota i techniki satelitaro-komputerowej (GPS, GNSS, WAAS).

W wyniku realizacji tych trzech tendencji powstały i funkcjonują lub znajdują się w stadium eksperymentalnym systemy różniące się między sobą stopniem niezawodności, dokładnością, obowiązującymi procedurami-metodami ich wykorzystania podczas podejścia i lądowania. W zależności od eksploatowanego systemu rozróżnia się procedury podejścia do lądowania:

- precyzyjne – kontrola i kierowanie statkiem powietrznym w trójwymiarowej „elektronicznej ścieżce-torze” schodzenia, wytwarzanej przez naziemne urządzenia radiotechniczne;
- nieprecyzyjne (klasyczne) – wykorzystanie radiokompasu i naziemnych radiolatarni bezkierunkowych, radionamiernika naziemnego i pokładowej radiostacji korespondencyjnej oraz systemu VOR.

Wymienione procedury podejścia do lądowania, umożliwiają wykonywanie lotów zgodnie z przepisami VFR (*Visual Flight Rules*) lub IFR (*Instrument Flight Rules*). W związku z tym autorzy dokonali analizy nawigacyjnych systemów precyzyjnego podejścia i lądowania: ILS, GCA, PAR.

Testowanie programu DEMETER 2000

W ostatnich latach szczególnego znaczenia nabierają systemy geograficznej informacji o terenie oraz techniki i technologie satelitarne. Również rozporządzenia Unii i Parlamentu Europejskiego implikują konieczność implementacji określonych systemów. Uwzględniając te uwarunkowania, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa (PWSZ) w Chełmie podjęła starania dotyczące połączenia technologii satelitarnych i GIS. W tym celu powstały dwa laboratoria z 25 stanowiskami licencjonowanymi GIS, stacją RTK DGPS, satelitarnymi odbiornikami. Stanowią one załączek regionalnego ośrodka systemu GIS/RTK, który ma służyć różnorodnym użytkownikom.

W maju 2006 r. Departament Geodezji, Kartografii i Systemów Informacji Geograficznej GUGiK, po przeprowadzonych badaniach lokalizacyjnych, uwzględnił w projekcie technicznym systemu ASG-EUPOS lokalizację na terenie PWSZ w Chełmie stacji referencyjnej systemu ASG-EUPOS. Z przyjętych założeń i wykonanych przedsięwzięć wynika, że laboratoria GIS/RTK DGNSS w PWSZ w Chełmie umożliwią testowanie oprogramowania związanego z geoinformacją oraz podejmowanie badań związanych z metodami połączenia danych pochodzących z systemów informacji geograficznej z danymi uzyskiwanymi z Europejskiej Sieci Wielofunkcyjnych Stacji Referencyjnych GNSS, w celu zbierania, archiwizowania, przetwarzania (dokonywania analiz sieciowych i przestrzennych) i udostępniania tych danych użytkownikom poprzez powstającą polską sieć stacji referencyjnych. Ukoronowaniem wysiłków było przekazanie PWSZ w Chełmie przez Urząd Lotnictwa Cywilnego w kwietniu 2006 programu DEMETER 2000, który służy do wyznaczania charakterystyk przestrzennych środków radiolokacyjnych.

Program DEMETER stanowi nakładkę na powszechnie stosowany pakiet ArcGIS firmy ESRI i wyróżniają go następujące cechy:

- oprogramowanie EUROCONTROL,
- wymaganie posiadania oprogramowania geodezyjnego i numerycznego modelu terenu,
- konieczność aktualizacji bazy danych pomocy NAV oraz innych obiektów i stref.

Stosując program DEMETER, wykonano w Laboratorium technik i technologii satelitarnych PWSZ w Chełmie obliczenia i symulacje służące do wyznaczenia pokrycia dla różnych typów i kombinacji pomocy nawigacyjnych. Do przeprowadzenia symulacji zastosowane zostały dane zestawione w tabeli 3.

Uwzględniając powyższe uwarunkowania oraz przeprowadzone testy symulacyjne, opracowane zostały wyniki, które prezentowane są na rysunkach 4–7. Celem symulacji było rozpatrzenie możliwości lokalizacji stacji VOR/DME na terenie powiatu chełmskiego, która to miała swoją pracą pokrywać wschodnie obszar Polski, a zarazem obsługiwać planowane lotnisko uczelniane w Deputyczach Królewskich.

Tabela 3. Lista pomocy nawigacyjnych VOR/DME i DVOR/DME

Lp.	Name	ID	Latitude	Longitude	Terre. Elev. [m]	Tower High [m]	Max FL [FL]	Max Range [NM]
1	CZEMPIN	CZE	52°07'55N	16°43'44E	81	5	400	62
2	DARLOWO	DAR	54°24'40N	16°23'25E	100	5	400	62
3	DREZDENKO	DRE	52°49'02N	15°50'04E	36	5	400	62
4	GRUDZIADZ	GRU	53°31'20N	18°47'00E	91	5	400	62
5	JEDRZEJOW	JED	50°38'51N	20°15'10E	302	5	400	62
6	KARNICE	KRN	51°56'47N	20°26'47E	178	5	400	62
7	KARTUZY	KRT	54°17'59N	18°12'36E	100	5	400	62
8	LODZ	LDZ	51°48'02N	19°39'29E	250	5	400	62
9	RZESZOW	RZE	50°06'36N	22°06'06E	100	5	400	62
10	SIEDLCE	SIE	52°09'39N	22°12'08E	170	5	400	62
11	SLUBICE	SUI	52°22'49N	14°35'15E	100	5	400	62
12	SUWALKI	SUW	54°04'06N	22°53'56E	182	5	400	62
13	TRZEBNICA	TRZ	51°18'34N	17°07'00E	226	5	400	62
14	WARSZAWA	OKE	52°10'18N	20°57'41E	116	5	400	62
15	JABLONKA	JAB	49°28'58N	19°40'42E	690	7	400	62
16	LININ	LIN	51°55'58N	21°09'30E	120	7	400	62
17	ZABOROWEK	WAR	52°15'32N	20°39'25E	90	7	400	62

Podsumowanie

Przeprowadzone symulacje w Laboratorium Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie dowiodły, że program DEMETER 2000 powinien być jednym z narzędzi, które należy zastosować podczas lokalizacji nowych pomocy i systemów radionawigacyjnych.

Autorzy wyrażają opinię, że można również w oparciu o ten program dokonać sprawdzenia położenia istniejących pomocy i systemów radionawigacyjnych pod kątem maksymalnego wykorzystania ich możliwości.

Literatura

- Ćwiklak J., Fellner A., Śledziński J., Trómiński P., Zajac J., 2005: EGU General Assembly, Precision Approach by Polish Aviation Differential GPS - POLPOS.
- Fellner A., Olszanowski G., Trómiński P., 2005: PWSZ, Laboratorium transformacji danych ze stacji referencyjnej ASG-PL/EUPOS w PWSZ w Chełmie, Działania PWSZ w Chełmie w dziedzinie propagowania GIS.
- Fellner A., Śledziński J., Trómiński P., Zajac J., 2005: PWSZ, Europejski system EUPOS w laboratorium DGNS/GIS Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w ramach ogólnie dostępnego systemu POLPOS.
- Fellner A., Trómiński P., 2005: PWSZ, GIS EUPOS w Internecie.
- Fellner A., Zajac J., 2005: AM, System CNS/ATM w programie Single European Sky.
- Materiały z posiedzeń grup roboczych CNS/ATM NATMC, 2005: NATO/EUROCONTROL.

Summary

Geographic information systems and satellite technologies have been more and more important in the last years. Also, regulations of the European Union imply the need to implement specific systems. Taking this into account, the State Vocational College (PWSZ) in Chelm made an attempts to link satalite technologies and GIS. For this purpose two laboratories with 25 GIS workstations, a RTK DGPS station and satellite receivers were set up. This is the nucleus of a regional centre of GIS/RTK system to serve a variety of users.

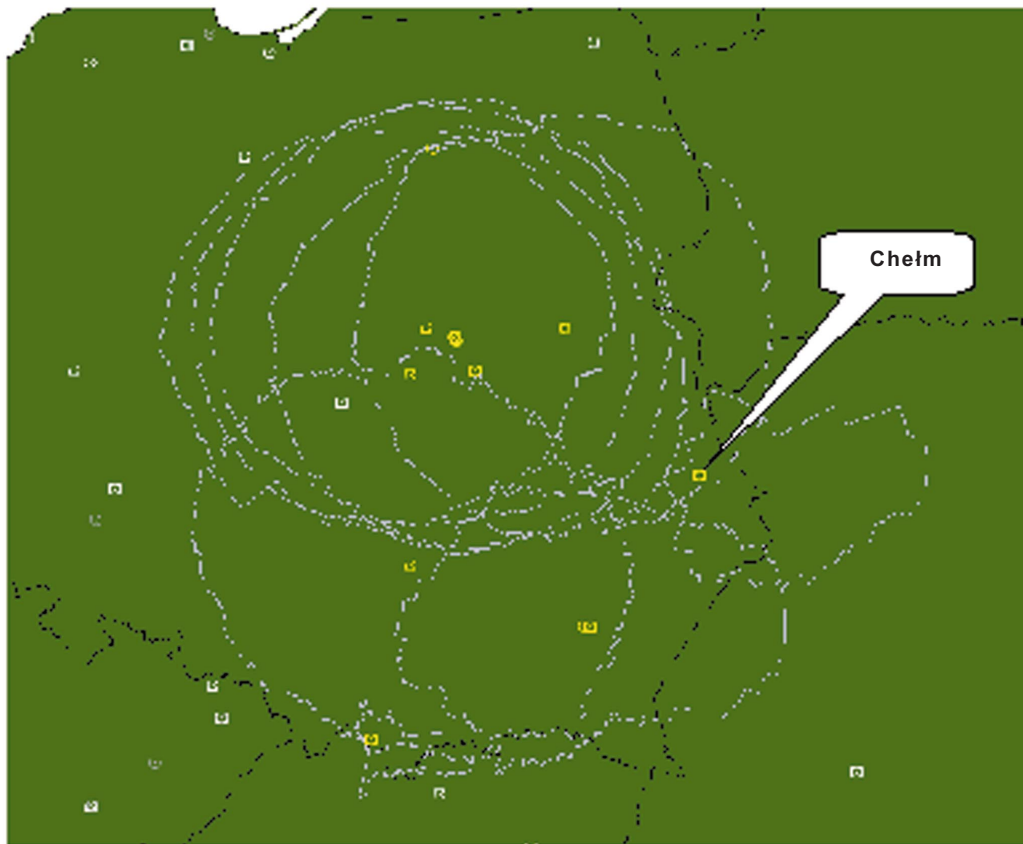
In May 2006, the Department of Geodesy, Cartography and Geographic Information Systems of the Main Board of Geodesy and Cartography (GUGiK), after conducting localisation research decided to locate a reference station of the ASG-EUPOS system at the State Vocational College (PWSZ) in Chelm. It follows from the assumptions taken and the undertakings performed that the GIS/RTK DGNSS laboratories in PWSZ in Chelm will make it possible to test the geoinformation software and to undertake research aimed at linking data originating from GIS with data from the European Network of GNSS Multifunctional Reference Stations to gather, archive, process (to perform network and spatial analyses) and to make these data available to users through the Polish network of reference stations. A result of these efforts was transfer in April 2006 by the Civil Aviation Board to the PWSZ of the DEMETER 2000 programme which is used for determination of spatial characteristics of radiolocation centres.

The results of the tests of the DEMETER 2000 programme are presented in the paper.

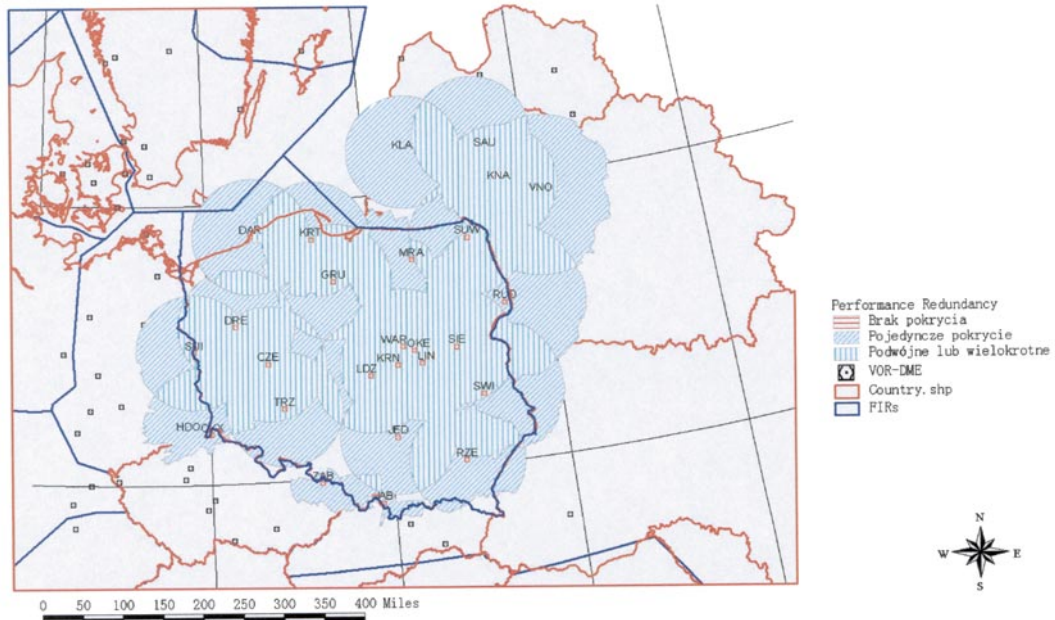
plk rez. dr hab. inż. Andrzej Fellner
afellner@o2.pl

mgr Paweł Trómiński
p.trominski@pwsz.chelm.pl

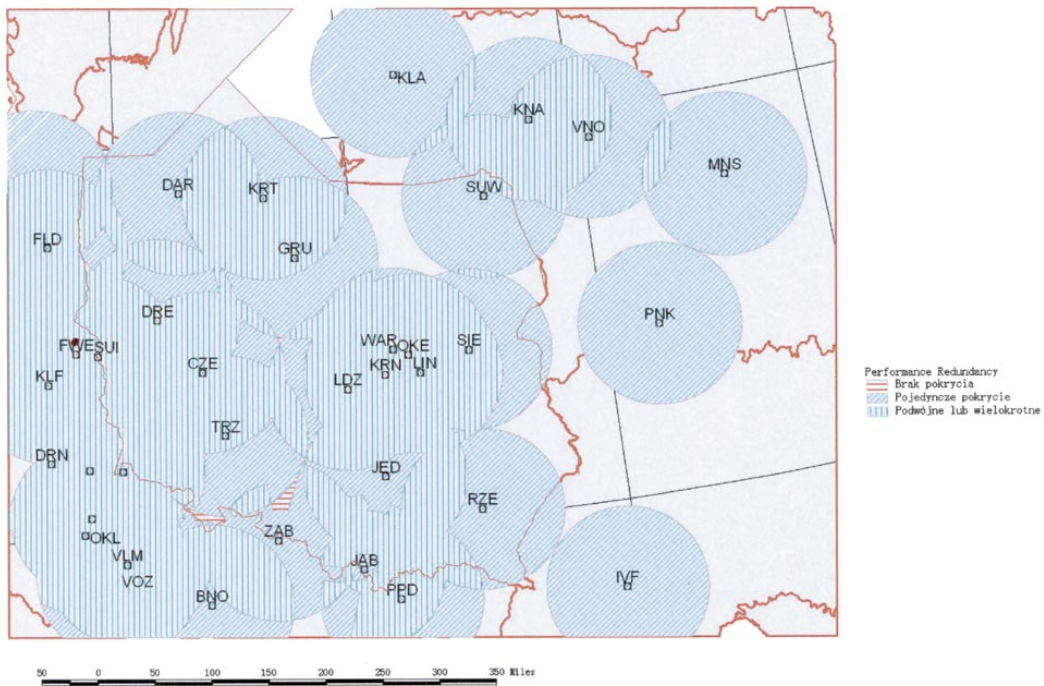
prof. dr hab. Józef Zając
rektorat@pwsz.chelm.pl



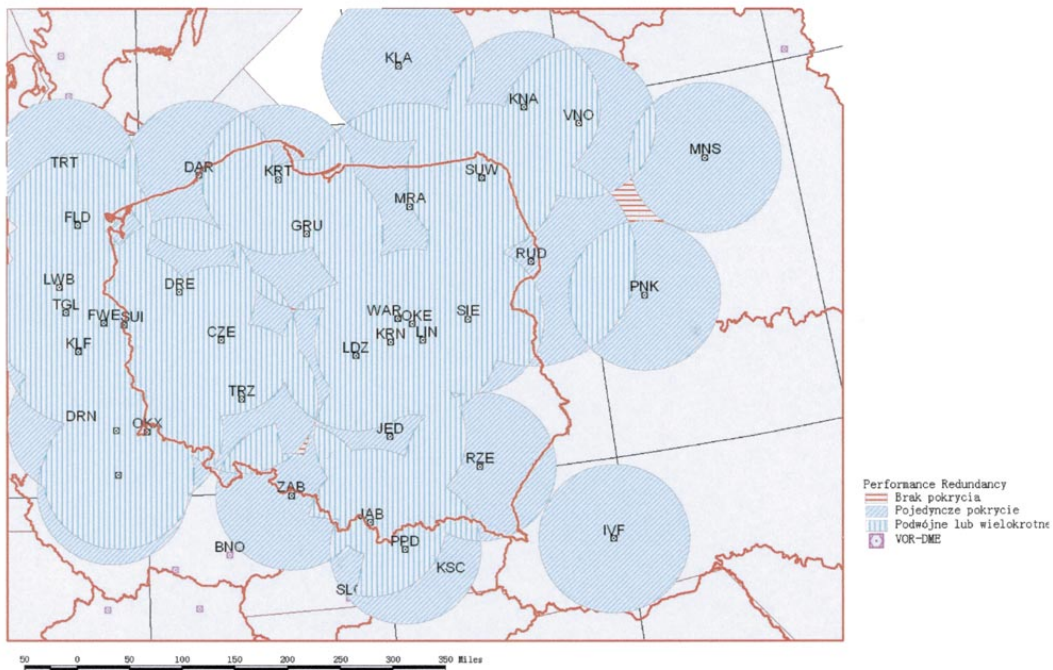
Rys. 4. Teoretyczne pokrycie VOR/DME z lokalizacją stacji w Chełmie



Rys. 5. Teoretyczne pokrycie VOR/DME na poziomie FL50



Rys. 6. Teoretyczne pokrycie VOR/DME dla RNP5 na poziomie FL195



Rys. 7. Pokrycie VOR/DME dla RNP5 na poziomie FL285