

Badania dokładnościowe systemu monitorowania ruchu statków powietrznych – analizy wstępne

ADAM CIEĆKO¹, GRZEGORZ GRUNWALD¹, STANISŁAW OSZCZAK¹, MAREK GRZEGORZEWSKI², JANUSZ ĆWIKLAK²

- ¹UNIWERSYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE, WYDZIAŁ GEODEZJI I GOSPODARKI PRZESTRZENNEJ, KATEDRA GEODEZJI SATELITARNEJ I NAWIGACJI
- ² WYŻSZA SZKOŁA OFICERSKA SIŁ POWIETRZNYCH W DĘBLINIE, WYDZIAŁ LOTNICTWA

STRESZCZENIE

W artykule zaprezentowano wstępne wyniki badań dotyczące dokładności oraz ciągłości powstającego w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie systemu monitorowania ruchu statków powietrznych i pojazdów użytkowanych przez służby porządku publicznego z wykorzystaniem GNSS. Prezentowane dane pochodzą z lotów testowych przeprowadzonych w roku 2010 na lotniskach w Dęblinie oraz Chełmie. Uzyskane rezultaty są dość optymistyczne, jednocześnie ujawniając drobne wady i niedociągnięcia, które powinny zostać wyeliminowane w trakcie dalszych prac związanych z budową systemu.

Accuracy tests of monitoring system for aircrafts – preliminary results

ABSTRACT

The article presents preliminary results of the research concerning determination of accuracy and continuity of the monitoring system for aircrafts and vehicles of public order services with the use of GNSS. System is currently under development at Air Force Academy in Deblin, Poland. Presented results are coming from the tests which were carried out in 2010 in Deblin and Chelm. Obtained conclusions are quite optimistic, however there are still some disadvantages which should be eliminated and cleared up during further work on the system.

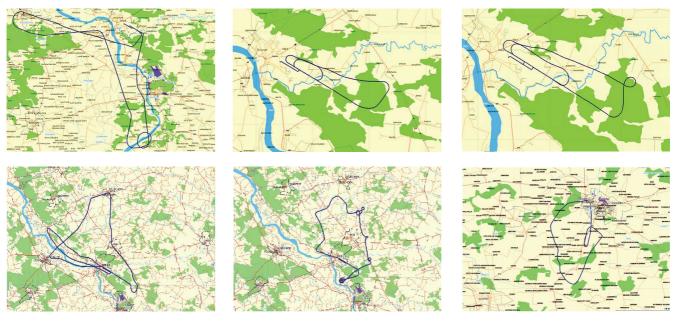
1. WSTĘP

Systemy nawigacji satelitarnej są obecnie najbardziej nowoczesnym sposobem wyznaczania pozycji na świecie. Techniki te są dzisiaj powszechnie wykorzystywane zarówno w systemach nawigacyjnych jak i monitorujących. Nowoczesne systemy telekomunikacji umożliwią monitorowanie pozycji i ruchu pojazdów czy statków powietrznych, jak również pozwalają na dwustronną komunikację pomiędzy pojazdem/statkiem powietrznym i centrum monitorowania. Powstający w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie system monitorowania ruchu statków powietrznych i pojazdów służb porządku publicznego z wykorzystaniem GNSS wykorzystuje najnowsze światowe rozwiązania technologiczne w dziedzinie nawigacji i monitoringu. W sytuacji kryzysowej operator centrum monitorującego widząc na ekranie monitora (na tle mapy numerycznej) aktualne pozycje poszczególnych pojazdów służb porządku publicznego może sprawnie i efektywnie koordynować akcją ratowniczą wykorzystując optymalnie wszystkie jednostki biorące udział w działaniach [1, 2]. W obecnej (2010/2011) fazie projektu główne założenia techniczne są wstępnie wdrożone, a prace skupione są na szczegółowych badaniach i analizach aktualnych rozwiązań oraz na poszukiwaniu ewentualnych ulepszeń istniejącego systemu.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BADAŃ

Wykonane badania zostały przeprowadzone w ramach realizacji projektu badawczego dotyczącego budowy "Systemu monitorowania ruchu statków powietrznych i pojazdów użytkowanych przez służby porządku publicznego z wykorzystaniem GNSS". Głównym celem badań było przetestowanie poprawności działania systemu monitorowania samolotów i pojazdów. Stroną techniczną systemu monitorowania zajmuje się w projekcie firma Samset z Warszawy, która ma bogate doświadczenie z zakresu bieżącego śledzenia i monitorowania pojazdów zarówno w trakcie normalnej eksploatacji, jak i w trakcie prób kradzieży. Firma Samset jest producentem zarówno autorskiego oprogramowania służącego monitorowaniu, jak i specjalistycznego urządzenia GNSS. Współpraca z przedsiębiorstwem produkującym systemy monitorujące, pozwala na profesjonalne modyfikacje istniejącego oprogramowania i urządzeń oraz dopasowanie aplikacji do wymagań budowanego systemu. Podczas prowadzonych badań szczególnie istotne było dokładne sprawdzenie łącza radiowego oraz wyznaczenie dokładności, ciągłości i dostępności tworzonego systemu. Podczas prac badawczych zarejestrowano trajektorie samolotu podczas testowych lotów, a pozyskane materiały posłużyły do analiz dokładnościowych budowanego systemu monitorowania ruchu statków powietrznych. Analizom poddano w sumie 6 niezależnych lotów wykonanych różnymi samolotami na lotniskach w Deblinie oraz Chełmie w dniach:

- 01.06.2010 Deblin, 1 lot, samolot Cessna 172 RG,
- 16.06.2010 Dęblin, 2 loty, samolot Cessna 172 N,
- 26.07.2010 Dęblin, 2 loty, samolot Cessna 172 RG,
- 10.09.2010 Chełm, 1 lot, samolot Cessna 152 II. Wykorzystanie w pracach badawczych różnych typów samolotów na lotniskach w Dęblinie i Chełmie miało na celu przebadanie systemu w różnorakich



Rysunek 1. Trajektorie sześciu lotów eksperymentalnych zarejestrowane podczas badań

38 ABiD 3/2011

warunkach, ustawieniach i konfiguracjach. Trajektorie analizowanych lotów na tle podkładu mapowego zaprezentowano na Rysunku 1.

3. POZYCJA ODNIESIENIA SAMOLOTU

Po zarejestrowaniu surowych danych pomiarowych przystąpiono do szczegółowych analiz zarejestrowanego materiału badawczego. Pierwszym etapem obliczeń,

w celu określenia dokładności wyznaczenia pozycji statku powietrznego za pomocą odbiornika GNSS firmy Samset było wyznaczenie dokładnej i wiarygodnej – pozycji odniesienia ("prawdziwej") samolotu. Pozycję taką dla każdej sekundy lotu wyliczono jako średnią arytmetyczną z trzech niezależnych wy-

nie dla każdej współrzędnej B, L, h (wys. elipsoidalna) przy użyciu następujących wzorów:

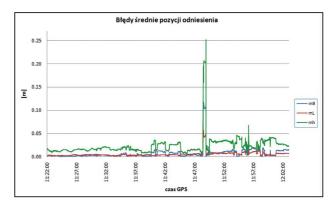
VirA, VirB. Trzy autonomiczne pozycje OTF umożliwiły

wyznaczenie błędu średniego uśrednionej pozycji dla

każdej sekundy lotu. Błędy średnie policzono oddziel-

$$m_B = \sqrt{\frac{\sum (B_{sr} - B_i)^2}{n-1}}$$
 $m_L = \sqrt{\frac{\sum (L_{sr} - L_i)^2}{n-1}}$ $m_h = \sqrt{\frac{\sum (h_{sr} - h_i)^2}{n-1}}$

Średnie błędy współrzędnych B, L, h dla pozycji odniesienia samolotu wyniosły średnio kilka centymetrów dla współrzędnych horyzontalnych oraz kilka-kilkanaście centymetrów dla współrzędnej wertykalnej. Uzyskane przykładowe rezultaty na każdą sekundę lotu prezentuje Rysunek 2.



Rysunek 2. Przykładowe błędy średnie pozycji odniesienia

znaczeń OTF (On-the-Fly) w trybie post-processing [3, 4]. W tym celu wykorzystano dane zarejestrowane przez odbiornik geodezyjny firmy Topcon HiPerPro, który rejestrował surowe pomiary satelitarne z interwałem 1 sekundy. Odbiornik geodezyjny w każdym z lotów testowych umieszczano na pokładzie samolotu Cessna w możliwie najbardziej odsłoniętym miejscu, czyli na kokpicie za szybą. Naziemnymi stacjami referencyjnymi były w rozpatrywanych lotach 3 punkty rozmieszczone równomiernie wzdłuż tras lotów: Ref1, VirA, VirB. Przy czym stacja Ref1 była stacją fizyczną umieszczoną na lotnisku, na której pracował odbiornik geodezyjny firmy Topcon HiPerPro, natomiast stacje VirA oraz VirB były wirtualnymi punktami, których obserwacje wygenerowano w serwisie POZGEO-D, systemu ASG-EUPOS. Dane wszystkich stacji bazowych zapisano z interwałem 1 sekundy. Precyzyjne współrzędne punktów referencyjnych (wyznaczone z dokładnością centymetrową) wykorzystano do dalszych obliczeń, których dokonano przy użyciu programu AOSS v.2.0 (Ashtech Office Suite for Survey), wyznaczając pozycję samolotu dla każdej epoki lotu w trybie OTF (On-the-Fly), w odniesieniu do trzech niezależnych stacji bazowych – Ref1,

4. WYZNACZENIE DOKŁADNOŚCI SYTEMU MONITOROWANIA

Mając obliczone dokładne pozycje samolotu (dokładność centymetrowa) na każdą sekundę lotu możliwe było określenie dokładności systemu monitoringu Samset zainstalowanego na pokładzie samolotów Cessna. Testom poddano system Samset zainstalowany na trzech różnych samolotach, w różnych konfiguracjach i z różnorodnym umiejscowieniem anteny GNSS oraz anteny radiomodemu.

W przypadku lotów w Dęblinie odbiorniki GNSS firmy Samset podczas testów pracowały w trybie różnicowym DGNSS, odbierając poprawki z lokalnej stacji referencyjnej zlokalizowanej na terenie Szkoły Orląt w Dęblinie. Poprawki były przesyłane drogą radiową za pomocą łącza UHF, z wykorzystaniem radiomodemów firmy Satel. Szczegółowe dane dotyczące trajektorii lotu samolotu zarejestrowane zostały na serwerze systemu dyspozytorskiego. System dyspozytorski do celów testowych zainstalowany został na terenie Wydziału Lotnictwa WSOSP w Dęblinie. Docelowo system dyspozytorski (stacjonarny lub

mobilny) będzie znajdował się w siedzibach służb porządku publicznego, na stanowiskach kierowania poszczególnych służb oraz w centrum dowodzenia akcją ratowniczą (centrum kryzysowe gminy, powiatu, itp.). Anteny GNSS systemu monitorującego w samolotach Cessna 172 RG oraz Cessna 172 N zostały zamontowane na stałe i umiejscowione są w tylnej części kadłuba. Przed bezpośrednim porównaniem pozycji dane, ze względu na różne rozmieszczenie anten odbiorników GNSS, należało przeliczyć do wspólnego punktu odniesienia. Odległość pomiędzy antenami GNSS systemu Samset, a anteną geodezyjną Topcon była stała dla danego statku powietrznego i wynosiła 2,90 metra dla Cessny 172RG oraz 2,40 metra dla Cessny 172N. Rozmieszczenie anten GNSS zaprezentowano na Rysunku 3.



Rysunek 4. Rozmieszczenie anten GNSS na pokładzie samolotu Cessna 152 II

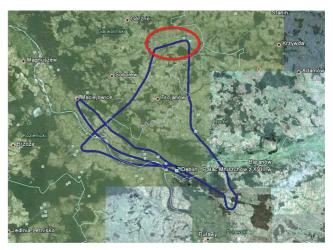




Rysunek 3. Rozmieszcenie anten GNSS podczas lotów testowych

Podczas badań w Chełmie, odbiornik GNSS firmy Samset pracował w trybie autonomicznym – nie odbierał poprawek ze stacji referencyjnej. Szczegółowe dane dotyczące trajektorii lotu samolotu zarejestrowane zostały na serwerze systemu dyspozytorskiego. "Przenośny" system dyspozytorki do celów testowych został założony w hangarze lotniczym Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie. Ze względu na ograniczony czas nie uruchomiono opcji wysyłania poprawek DGNSS przez odbiornik bazowy. Antenę radiową systemu dyspozytorskiego umożliwiającą łączność z jednostką ruchomą umieszczono na dachu hangaru. Czas potrzebny na uruchomienie przenośnego centrum dyspozytorskiego wyniósł ok. 2-3 godzin. Samolot Cessna 152 II biorący udział w testach został wyposażony w jednostkę mobilną systemu, której instalacja na pokładzie samolotu trwała ok. 2 godzin. Antena mobilnego systemu Samset oraz odbiornika geodezyjnego została umieszczona w tym samym miejscu, za przednią szybą samolotu, co ułatwiło dalsze porównania – Rysunek 4.

Po geodezyjnym ujednoliceniu współrzędnych systemu monitorującego oraz współrzędnych odniesienia dokonano porównania. W trakcie porównań okazało się, że dane z systemu dyspozytorskiego monitoringu we wszystkich rozpatrywanych lotach posiadają liczne braki (Rys. 6). W danych występują często przerwy aktualnych pozycji samolotu, które wynoszą od 1 do nawet 275 sekund, przy czym średnia długość przerwy wynosiła kilka sekund. Dokładna analiza wykazała, że najdłuższa zarejestrowana przerwa, trwająca ok. 4,5 minuty była spowodowana granicą



Rysunek 5. Trajektoria lotu nr 1 z zaznaczonym fragmentem braku wyznaczonych współrzędnych (kolor białv) z systemu dyspozytorskiego firmy Samsel

40 ABiD 3/2011

zasięgu łącza UHF. Przerwa ta wystąpiła na najdalej na północ wysuniętym fragmencie lotu 1 w dniu 26.07.2010 w Dęblinie. Fragment ten zaznaczono na Rysunku 5.

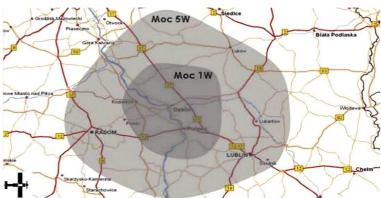
Oprócz epok, dla których system dyspozytorski nie zarejestrował współrzędnych samolotu zdarza się, że jedna pozycja (epoka) jest powtarzana kilkukrotnie – na Rysunku 6 przedstawiono przykładowy fragment porównania, w którym pozycja z godziny 14:17:20 została powtórzona aż sześciokrotnie, brak jest natomiast epok 14:17:21 – 14:17:25.

W Tabeli 1 zestawiono informacje dotyczące ilości epok zarejestrowanych przez system dyspozytorski systemu monitorowania.

Analizując dane z Tabeli 1 można zauważyć, że braki w wyznaczeniu pozycji przez system monitorujący sięgają ok. 50 %, a w lotach z dnia 26.07.2010 osiągnęły aż 63-65%. Przerwy w transmisji pozycji statku powietrznego trwają średnio kilka sekund, co skutkuje w skokowych zmianach pozycji samolotu na ekranie systemu dyspozytorskiego. Biorąc pod uwagę prędkość samolotu, trwające kilka – kilkanaście sekund braki w pozycjo-

nowaniu podczas sytuacji kryzysowej mogą znacznie utrudniać koordynację i zarządzanie akcją ratunkową. Znalezienie rozwiązania tego problemu jest przedmiotem dalszych prac badawczych związanych z budową systemu.

Przy instalacji systemu należy wykonać szczegółowe analizy zasięgu pracy systemu dla danej lokalizacji. Dla obecnie funkcjonującego systemu w Dęblinie przybliżony zasięg działania przedstawiono na Rysunku 7 [1].



Rysunek 7. Zasięg transmisji danych w relacji samolot-stacja naziemna, moc 1 i 5 W

- 1 1 4 11 1		1 1 1		
lahela 1 liczba e	epok zarejestrowana i	nrzez moduł dysnoży	itorski svstemii	monitorowania

Data	Miejsce	Całkowita liczba epok	•	z wyznaczoną ozycją	Liczba epok bez wyznaczonej pozycji			
Data	Wilejsce	w trakcie lotu	wartość liczbowa	wartość procentowa	wartość liczbowa	wartość procentowa		
01.06.2010	Dęblin	2400	1070	45%	1330	55%		
16.06.2010	Dęblin – 1	771	406	53%	365	47%		
16.06.2011	Dęblin – 2	1019	600	59%	419	41%		
26.07.2010	Dęblin – 1	3598	1273	35%	2325	65%		
26.07.2010	Dęblin – 2	2461	913	37%	1548	63%		
10.09.2010	Chełm	1295	581	45%	714	55%		

UTC	SV P	DOP	śr B	śr L	śr H	datetime	latitude	longitude a	ltitude ta	tus_gp	speed	ourse	UTC	topcon-2,4m	topcon-2,4m	norm	datetime	samset	samset	norm	status GPS
11:49:38				23.38481249				23.38486	456	247		140	12:17:10	5713181,283	7562142.071	118.746	2010-06-16 14:17:10	5713179.962	7562144.151	122	247
11:49:39				23.38515586			51.0151	23.3852	455	247	134	140	12:17:11	5713185,295	7562134.884	118,756	2010-06-16 14:17:11	5713184 066	7562137 941	126	247
11:49:40				23.3855065	482.94								12:17:12	5713190.171	7562126.033	118.756	2010-06-16 14:17:14	5713202.276	7562104 553	118	247
11:49:41				23.38586549			51.0146	23.3859	455	247	136	138	12:17:13	5713196.072	7562115.677	118.776		5713202.276	7562104.553	118	247
11:49:42				23.38623371	483.10								12:17:14	5713203.091	7562103.936	118.826	2010-00-10 14:17:14	5713210.086	7562090.717	116	247
11:49:43				23.38661117	483.35 483.42								12:17:14	5713210.949	7562090.706	118.875	2010	5713210.086	7562090.717	116	247
11:49:45				23.38738794	483.10																
11:49:46			51.01338836		482.35								12:17:16	5713219.57	7562076.013	118.915	2010-06-16 14:17:17		7562060.522	118	247
11:49:47				23.38818713	481.82								12:17:17	5713228.884	7562059.905	118.985	2010-06-16 14:17:20		7562006.938	124	247
11:49:48				23.38859474	481.63								12:17:18	5713238.979	7562042.526	119.04	2010-06-16 14:17:20		7562006.938	124	247
				23.38900836			51.0127	23.38901	452	247	140	130	12:17:19	5713249.805	7562023.905	119.14	2010-06-16 14:17:20		7562006.938	124	247
11:49:50	9	1.6	51.01244146	23.38942666	481.73								12:17:20	5713261.375	7562004.201	119.26	2010-06-16 14:17:20	57 3261.498	7562006.938	124	247
11:49:51	9	1.6	51.01221102	23.38984821	482.17								12:17:21	5713273.36	7561983.306	119.34	2010-06-16 14:17:20	5 3261.498	7562006.938	124	247
				23.39027426	482.85								12:17:22	5713285.656	7561961.264	119.364	2010-06-16 14:17:20	13261.498	7562006.938	124	247
11:49:53				23.3907057	483.49								12:17:23	5713298.507	7561938.268	119.473	2010-06-16 14:17:26	713336.905	7561865.303	125	247
11:49:54				23.39114329	484.38								12:17:24	5713311.653	7561914.234	119.583	9-06-16 14:17	5713349.874	7561838.258	125	247
11:49:55				23.39158742	485.30								12:17:25	5713324.643	7561889.028	119.973	2001		7561810.976	127	247
11:49:56				23.3920358	486.21	40.40.57	51.0109	23.3925	459	247	138	404	12:17:26	5713337.482	7561862.806	120.632	2010-06-16 14:17:30	5713393.675		122	247
11:49:57				23.39248756	486.93	13:49:57	51.0109	23.3925	459	241	138	124	12:17:27	5713350.558	7561835.772	121.042	2010-06-16 14:17:32		7561694.596	121	247
11:49:59				23.3934052	487.77								12:17:28	5713364.371	7561808.211	121.401	2010-06-16 14:17:33	5713462.156		124	247
11:50:00				23.39386973	487.98																
11:50:01				23.39433804	488.34								12:17:29	5713379.058	7561780.262	121.721	2010-06-16 14:17:33	5713462.156		124	247
11:50:02				23.39480947	488.95								12:17:30	5713394.481	7561751.829	122		5713462.156		124	247
11:50:03	9	1.6	51.00975527	23.39528444	489.54								12:17:31	5713410.687	7561722.922	122.27		5713501.694		125	247
11:50:04	9	1.6	51.00957046	23.39576537	489.87								12:17:32	5713427.562	7561693.541	122.51	2010-06-16 14:17:39	5713565.146	7561479.958	129	247
11:50:05	9	1.6	51.00939357	23.39625661	490.13								12:17:33	5713445.138	7561663.769	123.059	2010-06-16 14:17:39	5713565.146	7561479.958	129	247
11:50:06				23.39675851	490.78								12:17:34	5713463.446	7561633.799	124.089	2010-06-16 14:17:39	5713565.146	7561479.958	129	247
11:50:07				23.39726612	491.72								12:17:35	5713482.301	7561603.519	124.919	2010-06-16 14:17:42	5713620.938	7561380.505	133	247
11:50:08				23.39777684	492.37								12:17:36	5713501.659	7561572.953	126.058	2010-06-16 14:17:45	5713681 204	7561273 774	133	247
11:50:09			51.00874387		493.17								12:17:37	5713521.594	7561542.19	126.748	2010-06-16 14:17:45			133	247
11:50:10				23.39880858	494.09								12:17:38	5713542.037	7561511.044	127.677	2010-06-16 14:17:46	5713699.015		136	247
11:50:11				23.39932885	495.23 496.56								12:17:39	5713562.583	7561479.416	129.497	2010-06-16 14:17:48			147	247
11:50:12				23.39984891	496.56								12:17:40	5713582.716	7561447.101	131.207	2010-06-16 14:17:49			147	247
11:50:14				23.40089783	499.11																
11:50:15				23.40142809	500.06								12:17:41	5713602.288	7561413.922	132.156		5713825.193		157	247
11:50:16				23.40196152	500.71								12:17:42	5713621.475	7561379.911	132.626		5713846.846		167	247
11:50:17				23.40250021		13:50:17	51.0077	23,40305	473	247	140	102	12:17:43	5713640.778	7561345.208	132.915		5713846.846		167	247
11:50:18	9	1.6	51.00770071	23.40304624	500.58								12:17:44	5713660.393	7561309.841	132.745	2010-06-16 14:17:55	5713901.667	7560933.226	188	247

Rysunek 6. Przykładowe fragmenty porównań – braki epok pomiarowych oraz powtarzające się epoki pomiarowe

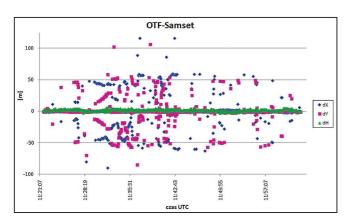
Analizując dokładność wyznaczenia pozycji przez system monitorowania okazało się, że w trakcie eksperymentów dla niektórych epok pomiarowych czas został błędnie przypisany. Wprawdzie błąd czasu w znacznej większości tych przypadków wynosił tylko 1 sekundę, ale w przypadku samolotu daje to błąd horyzontalny w granicach 20-60 metrów. W kilku przypadkach błąd ten wyniósł 2 sekundy, co przełożyło się na błąd pozycji wynoszący ok. 100 m. Przesunięcia czasowe podczas lotów w dniach 01.06.2010, 16.06.2010 oraz 10.09.2010 dotyczyły kilkunastu epok pomiarowych, natomiast podczas lotu nr 1 w dniu 27.07.201 epok z błędnie przypisanym czasem było aż 500, czyli ok. 39%! Obecnie trwają prace nad wyeliminowaniem tego problemu z systemu monitorowania.

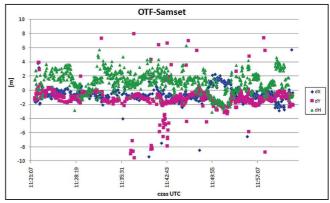
Uzyskane dokładności, w przypadku prawidłowego przypisania czasu do wyznaczonych współrzędnych są dość zadowalające i wynoszą dla rozwiązań DGNSS (loty w Dęblinie) ok 1-3 metrów dla współrzędnych poziomych oraz 2-5 metrów dla wysokości (Rys. 8). Szczególnie istotna dla zastosowań lotniczych jest wysoka dokładność oraz stabilność wyznaczenia

wysokości. Nieco gorsze wyniki uzyskano dla wyznaczeń autonomicznych (lot w Chełmie), ok 2-5 metrów dla współrzędnych poziomych oraz 2-10 metrów dla wysokości (Rys. 9).

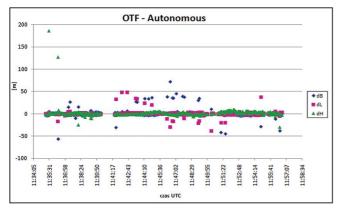
5. WNIOSKI

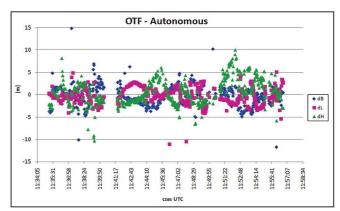
Budowany system monitorowania ruchu statków powietrznych i pojazdów służb porządku publicznego z wykorzystaniem GNSS jest wdrożony w wersji testowej w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie. Wykonane w roku 2010 loty testowe pozwoliły na wstępna ocenę wdrożonych rozwiązań. Główne założenia techniczne systemu zostały osiągnięte i system pracuje prawidłowo, jednak szczegółowe analizy zarejestrowanych pomiarów testowych ujawniły pewne niedociągnięcia w przesyłaniu i rejestrowaniu danych. Dotyczy to głównie przerw w przesyłaniu aktualnych pozycji samolotu, oraz błędnie przypisanego czasu do niektórych epok pomiarowych. Uzyskane dokładności systemu są zadawalające, szczególnie dla rozwiązań różnicowych (DGNSS) uzyskano dokładne i stabilne





Rysunek 8. Przykładowy wykres obrazujący różnicę pomiędzy pozycją odniesienia, a różnicową (DGNSS) pozycją systemu Samset (26.07.2010 – Dęblin)





Rysunek 9. Wykres obrazujący różnicę pomiędzy pozycją odniesienia, a autonomiczną pozycją systemu Samset (10.09.2010 – Chełm)

42 ABiD 3/2011

rozwiązania składowej wysokościowej, tak ważnej podczas wykonywania lotów. Dalsze prace nad rozwojem systemu są skupione przede wszystkim na rozwiązaniu zaistniałych problemów opisanych w niniejszym artykule.

LITERATURA

- [1] Ćwiklak J., (2010) *Monitorowanie ruchu statków powietrznych i pojazdów służb porządku publicznego z wykorzy-staniem GNSS cz. I*, Logistyka Czasopismo dla profesjonalistów, Nr 6/2010, CD-ROM paper, pp. 647-657.
- [2] Jafernik H., Oszczak S., Grzegorzewski M., Ćwiklak J., Waszczeniuk G., Ciećko A., (2010) *Wykorzystanie techniki satelitarnej do kontroli ruchu lotniczego i ruchu pojazdów na lotnisku*, Konferencja Naukowa "W przyszłość z lotniczą wiedzą i doświadczeniem 85 lat Deblińskiej Szkoły Orląt", 17-18. 06. 2010.
- [3] Ciećko A., Oszczak S., Grzegorzewski M., Ćwiklak J., (2011) *Nawigacja lotnicza z wykorzystaniem systemu EGNOS w Polsce wschodniej*, Drogi lądowe, powietrzne, wodne czasopismo specjalistyczne, Nr 2/2011 (33), pp. 46-51.
- [4] Grunwald G., Ciećko A., Oszczak S., (2010) *Wykorzystanie serwisów systemu ASG-EUPOS do wyznaczenia trajektorii lotu samolotu* Logistyka Czasopismo dla profesjonalistów, Nr 6/2010, CD ROM paper, pp. 1039-1048.