

Maciej Antosiewicz*

System pozycjonowania precyzyjnego o przeznaczeniu ogólnopolskim dla województwa małopolskiego

1. Wprowadzenie

Projekt „Budowa regionalnego systemu pozycjonowania w województwie małopolskim” nazwany MSPP czyli Małopolskim Systemem Pozycjonowania Precyzyjnego został zrealizowany ze środków Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego działanie 1.5 – Infrastruktura Społeczeństwa Informacyjnego wchodzącego w skład Europejskiego Funduszu Rozwoju Europejskiego.

System MSPP został uruchomiony w pierwszych dniach września 2006 r. Udostępnienie systemu dla użytkowników jest przewidywane na koniec listopada 2006 r., a zakończenie całości prac związanych z realizacją zadania (m.in. przekazanie sprzętu, pomiary testowe) – na koniec marca 2007 r. We wskazanym w kalendarium (tab. 1) postępowaniu przetargowym został wybrany wykonawca – konsorcjum firm z Krakowa: Getronics Polska Sp. z o.o. oraz Geotronics s.c.

Kalendarium obejmuje tylko zadania związane bezpośrednio z realizacją tego projektu. Prace związane ze stacjami referencyjnymi w Małopolsce trwały od dawna i są powiązane z realizowanym w województwie śląskim projektem Aktywnej Sieci Geodezyjnej ASG-PL. Przeprowadzone już w 1999 roku prace koncepcyjne obejmowały w testowym projekcie ASG-PL także województwo małopolskie. Szkoda, że z różnych przyczyn – głównie finansowych nie udało się zrealizować pierwotnych planów.

Dopiero po sześciu latach zostały urzeczywistnione w postaci MSPP czyli:

- trzech dodatkowych stacji referencyjnych,
- systemu obliczeniowego do generowania powierzchniowych poprawek RTK/DGPS,
- ośmiu odbiorników GPS przeznaczonych do pomiarów RTK.

Należy zaznaczyć, że warunki techniczne budowy MSPP dostosowywane były do założeń projektu ASG/EUPOS.

* Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego

Tabela 1. Kalendarium projektu MSPP

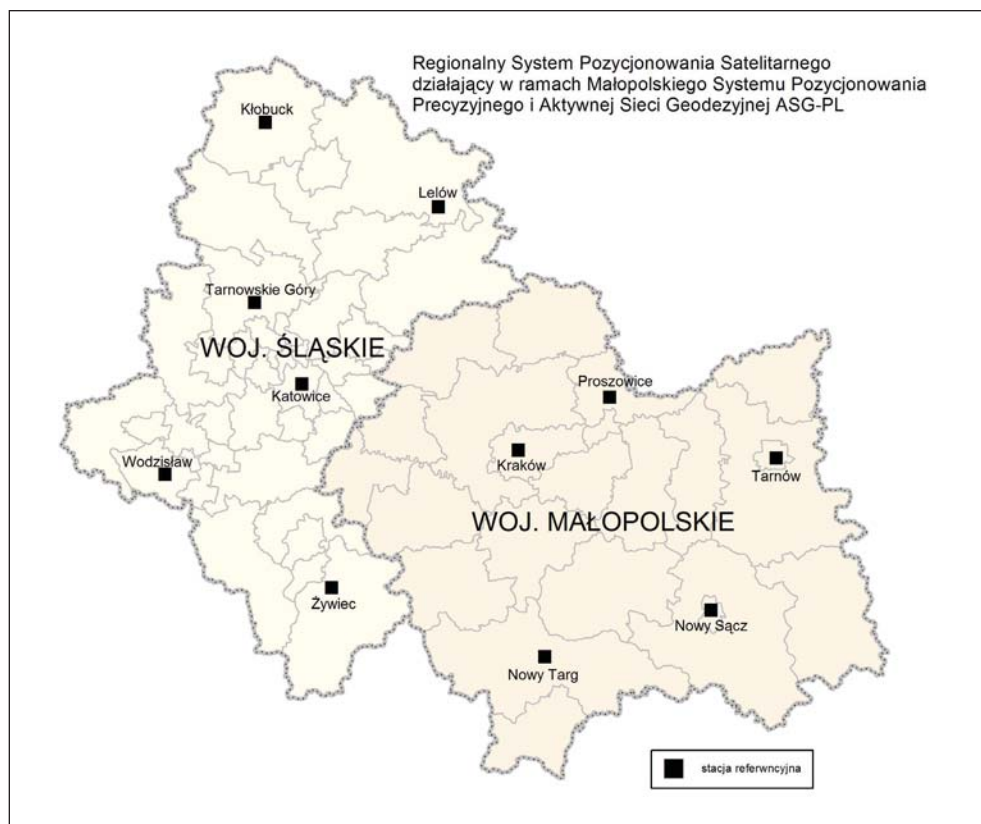
Opis zadania	miesiące	XII 04–V 05	VI 05–XI 05	XII 05–I 06	II 06–VII 06	VIII 06–X 06	IX 06–XI 06	XII 06–III 07
Złożenie wniosku, RKS, przyznanie dofinansowania ze środków UE	6							
Podpisanie umowy o dofinansowanie	6							
Przygotowanie procedury przetargowej,	2							
Procedura przetargowa, podpisanie umowy z wykonawcą	6							
Realizacja umowy na MSPP	4							
Podpisanie umów o współpracę	3							
Testy systemu, przekazanie odbiorników dla starostw	4							
Suma	31							

2. Stacje referencyjne w województwie małopolskim

W projektowanej lokalizacji stacji referencyjnych w Małopolsce uwzględniono dwa warunki istotne z punktu widzenia budowy powierzchniowych systemów pozycjonowania precyzyjnego:

- 1) równomierne, powierzchniowe rozmieszczenie lokalizowanych stacji referencyjnych, tak aby obszar objęty systemem położony był maksymalnie wewnątrz figur utworzonych przez te stacje;
- 2) lokalizacja sąsiednich stacji w odległościach nie przekraczających 70 km. Jest to zalecenie mające gwarantować niezawodność otrzymywanych poprawek RTK/DGPS.

Wybór lokalizacji stacji w Małopolsce był przedmiotem opracowania [1] wykonanego na przełomie 2003 i 2004 roku przez Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie. Szczegółowe wskazania zawarte w opracowaniu prof. W. Górala i dr. A. Bałuta zostały w trakcie realizacji zweryfikowane (powstanie nowej infrastruktury na dachach budynków i wzrost drzewostanu powodujący wystąpienie ograniczeń horyzontu nad punktem antenowym). Tym niemniej rozplanowanie stacji w skali województwa nie uległo zmianie.



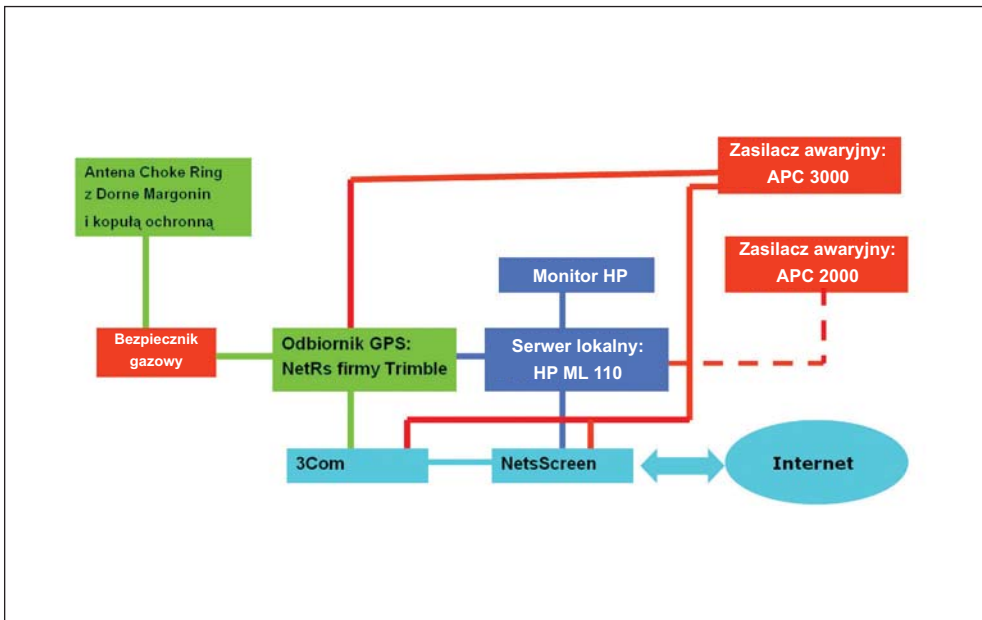
Rys. 1. Szkic lokalizacji stacji w Małopolsce i na Śląsku

Analiza szkicu lokalizacji stacji (rys. 1) wskazuje na uwzględnienie podstawowych warunków budowy systemów powierzchniowych, a także na pełną korelację lokalizacji stacji w sąsiednich województwach.

Na wyposażenie stacji referencyjnych zbudowanych w ramach MSPP (Tarnów, Nowy Targ, Proszowice) składa się sprzęt firmy Trimble – antena Choke Ring z Dorne Margolin i kopułą ochronną oraz odbiornik NetRs podłączony do lokalnego serwera (HP ML 110 z systemem operacyjnym Windows XP Professional SP2) oraz modułu komunikacji (NetScreen 5GT ADSL) łączącego w sobie funkcje:

- ściany ogniowej,
- przełącznika,
- routera,
- filtra zawartości.

Podwójny system zasilania awaryjnego zapewnia w przypadku awarii 48 godzinną pracę odbiornika i modułu komunikacyjnego (rys. 2).

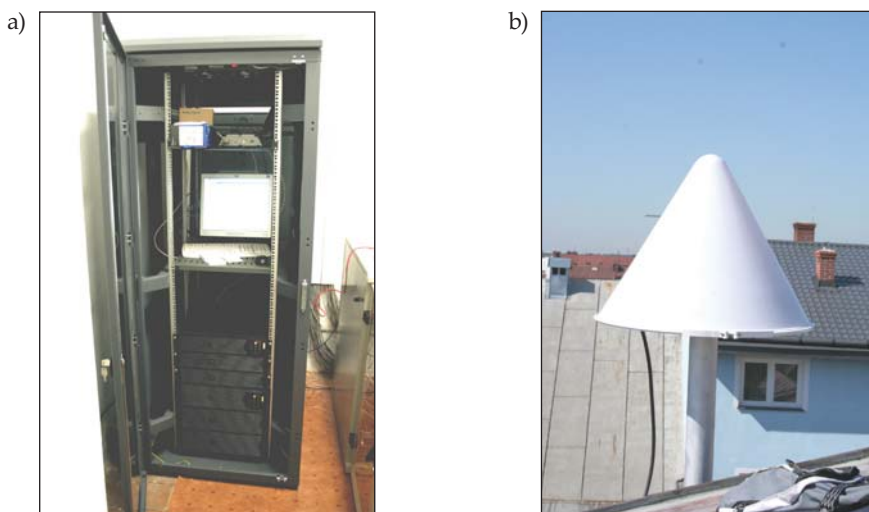


Rys. 2. Schemat stacji referencyjnej zbudowanej w ramach MSPP

Anteny umieszczone na stacjach zostały zamontowane na specjalnej konstrukcji metalowej zapewniającej stałość stabilizacji. Ochronę przed wpływem warunków atmosferycznych stanowi specjalna pokrywa antyśniegowa oraz specjalna instalacja odgromowa podłączona do instalacji odgromowej budynku wraz z bezpiecznikiem gazowym zamontowanym na kablu antenowym.

Wszystkie stacje MSPP zbudowano i wyposażono w podobny sposób. Na rysunku 3 przedstawiono jako przykład stację referencyjną w Nowym Targu.

Oprogramowanie stacyjne – GPSBase v. 2.500 – umożliwia pełne sterowanie odbiornikiem GPS, zestawianie połączeń z centrami obliczeniowymi, transmisję i tworzenie dowolnych zbiorów, analizę funkcjonowania stacji oraz jakości gromadzonych i przesyłanych danych, w tym analizy: położenia stacji, analizy jakości obserwacji z podaniem wskaźników fazy (*cycle slips*), efektu wielodrożności (*multi-path*). Sterowanie stacjami odbywa się poprzez Internet i jest możliwe poprzez serwer lokalny lub bezpośrednie połączenie z odbiornikiem GPS.



Rys. 3. Stacja referencyjna w Nowym Targu: a) szafa rackowa wraz odbiornikiem GPS, modułem komunikacyjnym oraz zasilaniem awaryjnym; b) antena GPS zamontowana na konstrukcji metalowej

W projekcie wykorzystano dwie istniejące na terenie województwa stacje referencyjne: KRAW – stacja Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie oraz SACZ – stacja Politechniki Warszawskiej w Nowym Sączu. Stacje wyposażono w oprogramowanie stacyjne GPSBase a na stacji referencyjnej w Nowym Sączu zainstalowano serwer wraz z modułem komunikacyjnym. Oprogramowanie stacyjne zostało zainstalowane także na stacjach ASG-PL oraz na stacji Centrum Badań Kosmicznych w Warszawie (CBKA), co pozwoliło na ujednoczenie i pełną kompatybilność przesyłanych danych obserwacyjnych w systemie MSPP.

Na 2007 rok zaplanowano wyposażenie stacji w Małopolsce w moduł meteo (za wyjątkiem stacji KRAW posiadającej już taki moduł).

3. System obliczeniowy generujący powierzchniowe poprawki RTK/DGPS

Coraz popularniejsze pomiary w czasie rzeczywistym RTK posiadają dwie podstawowe cechy:

- 1) szybkość,
- 2) dokładność.

Jeżeli szybkość wykonywania pomiarów metodą RTK wynika z samej ich idei (pomiar w czasie rzeczywistym), to dokładność otrzymywanych rozwiązań jest uzależniona w dużej mierze od czynników zewnętrznych, takich jak wpływ jonosfery czy troposfery powodujący powstawanie błędów systematycznych. Aby minimalizować wpływ tych błędów na wyniki pomiarów, powinniśmy je wykonywać odbiornikiem położonym w bliskiej odległości od stacji referencyjnej. Biorąc pod uwagę obecną a nawet projektowaną w ramach ASG/EUPOS liczbę stacji referencyjnych, byłoby niezwykle trudno spełnić ten warunek w każdym miejscu, w którym wypadło geodecie wykonać pomiary RTK. Rozwój technik transmisji danych za pomocą GSM/GPRS pozwolił uniezależnić się od odległości od stacji bazowej i mocy posiadanego nadajnika radiowego. W pojawiających się opracowaniach wskazuje się dużą dokładność wyników w pomiarach RTK wykonywanych na podstawie danych otrzymywanych z pojedynczej stacji (transmisja GSM/GPRS) nawet w dużych odległościach od stacji (35–50 km). Tym niemniej należy zwrócić uwagę na niepewność pomiarów wykonywanych w tej technologii. Szczególnie może mieć to istotne znaczenie w okresach zwiększonej aktywności słonecznej, w których wpływ błędów jonosferycznych i troposferycznych bywa szczególnie duży. Dlatego w przypadku zakładania sieci stacji permanentnych tworzy się także systemy obliczeniowe zajmujące się wykonywaniem obliczeń na podstawie danych zbieranych ze stacji bazowych. Minimalizowanie tym sposobem wpływu błędów systematycznych na wyniki pomiarów osiągnięto przy zachowaniu pełnej kontroli nad rezultatami końcowymi. Niewątpliwie korzyści to zwiększenie odległości pomiędzy stacjami referencyjnymi, podniesienie wiarygodności pomiarów, a w przypadku nowszego sprzętu pomiarowego także znaczne skrócenie czasu inicjalizacji odbiornika RTK. Oczywiście użytkownik może wykonywać pomiary tylko jednym odbiornikiem GPS, a nie jak dotychczas – co najmniej dwoma.

Pomiary RTK to pomiary o centymetrowej dokładności, które nie są konieczne w przypadku opracowań wymagających mniejszej dokładności lub nawigacji. Same dane obserwacyjne z systemu satelitarnego GPS nie zapewniają na pewno dokładności, których życzyłyby sobie wymagający użytkownik. Oczywiście można się spierać, czy dla nawigacji lądowej dokładności rzędu od 3 do 15 metrów, są dokładnościami wystarczającymi. Jedno pozostaje bezsporne – dokładność powinna być dostosowana do obecnych potrzeb lub potrzeb, które mogą się pojawić w najbliższych latach, a które powinniśmy przewidzieć za pomocą systemów do zarządzania opartych o nawigację satelitarną, bez względu na to czy będą to systemy dla służb ratowniczych, czy też transportowych.

Z drugiej strony należy rozważyć podnoszony bardzo często aspekt związany z budową europejskiego systemu Galileo. Po pierwsze – powstający nie bez trudności system Galileo osiągnie gotowość operacyjną najszybciej w latach 2010–2012. Po drugie – zastosowane Galileo prawdopodobnie wymusi zmianę obecnie dzia-

łającego sprzętu. Jeśli niektóre typy odbiorników GPS można będzie przystosować poprzez aktualizację np. oprogramowania wewnętrznego, to na pewno wymiany wymagać będą anteny GPS, nie dostosowane do odbioru nowych częstotliwości. A po trzecie i chyba najważniejsze – mamy dopiero 2006 rok i trudno czekać z decyzjami kolejne lata.

W MSPP zastosowano rozwiązanie, opracowane w firmie Trimble/Terrasat w oparciu o technologię *Virtual Reference Stations* (VRS) – wirtualnych stacji referencyjnych. Systemy VRS stosuje się z powodzeniem w dziesiątkach jeśli nie setkach sieci założonych na całym świecie. Koncepcja VRS została zaprezentowana po raz pierwszy przez firmę Trimble/ Terrasat we wrześniu 2000 roku na konferencji ION GPS 2000 w Salt Lake City USA, zorganizowanej przez Amerykański Instytut Nawigacji. Jest ona oparta o utworzoną sieć stacji referencyjnych połączonych z centrum obliczeniowych, sprawującym stałą kontrolę nad siecią i przetwarzającym otrzymywane dane obserwacyjne. Użytkownik systemu po przesłaniu do centrum obliczeniowego pozycji nawigacyjnej swojego odbiornika otrzymywał z centrum precyzyjną poprawkę DGPS. Na podstawie ponownie obliczonej i przesłanej pozycji, centrum obliczeniowe udostępniało poprawki wygenerowane dla wirtualnej stacji położonej w bezpośrednim sąsiedztwie odbiornika. w rozwiązaniu VRS – jest to zazwyczaj odległość 1 m, w innych np. generowanych przez Geo++ korektach typu PRS – w odległości 5 km. Odbiornik GPS przetwarza otrzymywane dane, tak jakby pochodziły z rzeczywistej stacji referencyjnej. Ponowne przeliczenie wirtualnej stacji następuje w przypadku przemieszczenia odbiornika ruchomego na odległość większą niż 5 km od wirtualnej stacji.

Ogólne cechy funkcjonalne systemu obliczeniowego MSPP:

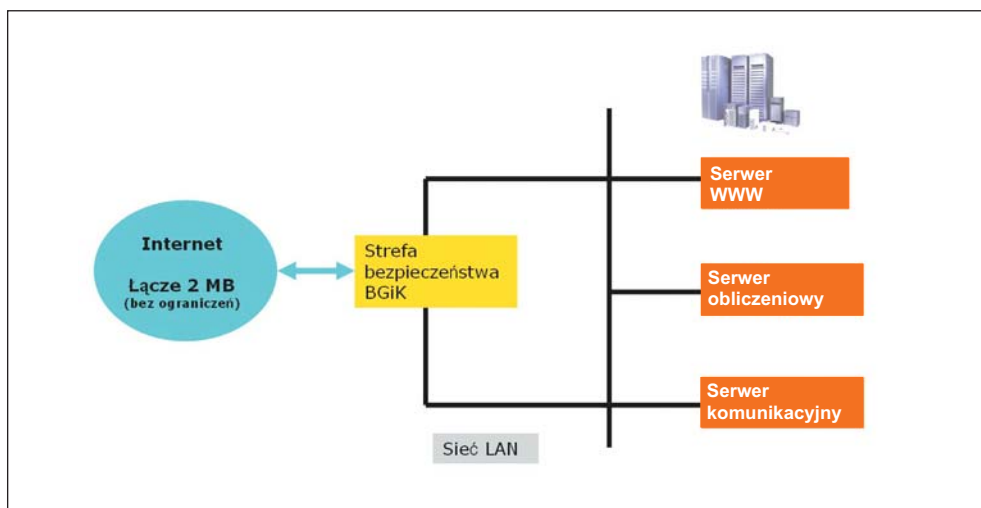
- otwartość systemu, a tym samym możliwość rozbudowy systemu, dołączania kolejnych stacji, wprowadzanie nowych formatów udostępnianych danych;
- wysoka dokładność wyznaczania pozycji (tab. 2) przy zachowaniu 99% poziomu ufności wyznaczenia (oczywiście dla punktów położonych wewnątrz figur utworzonych przez stacje);
- udostępnianie danych w trybie 24h/365 dni (24 godziny na dobę przez 365 dni w roku);
- szybkość i prostota obsługi przy zapewnieniu automatycznego wznawiania działania w przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnych;
- możliwość dystrybucji poprawek RTK/DGPS poprzez transmisję GSM/GPRS, Internet lub FM w ramach osobnych pakietów transmisji: dla całej sieci, dla każdej stacji; ze względu na minimalizację kosztów utrzymania systemu, nie jest przewidywane udostępnianie korekt poprzez GSM (Access Serwer) i emisję na falach radiowych;
- generowanie i prezentacja wyników, raportów, analiz działania systemu w postaci opisowej i graficznej;

- automatyczne sygnalizowanie sytuacji awaryjnych za pośrednictwem dodatkowych komunikatów przekazywanych mailem lub SMS-em;
- pełna kontrola dostępu użytkowników do systemu oraz biling pobieranych danych.

Całość systemu obliczeniowego MSPP została wykonana w postaci trzech funkcjonalnych modułów umieszczonych w strukturze sieci Biura Geodezji i Kartografii (BGiK) Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego (rys. 4). Poszczególne moduły systemu działają na osobnych serwerach (HP ProLiant DL380 G4 X3 z systemem operacyjnym Windows 2003 R2 SP1).

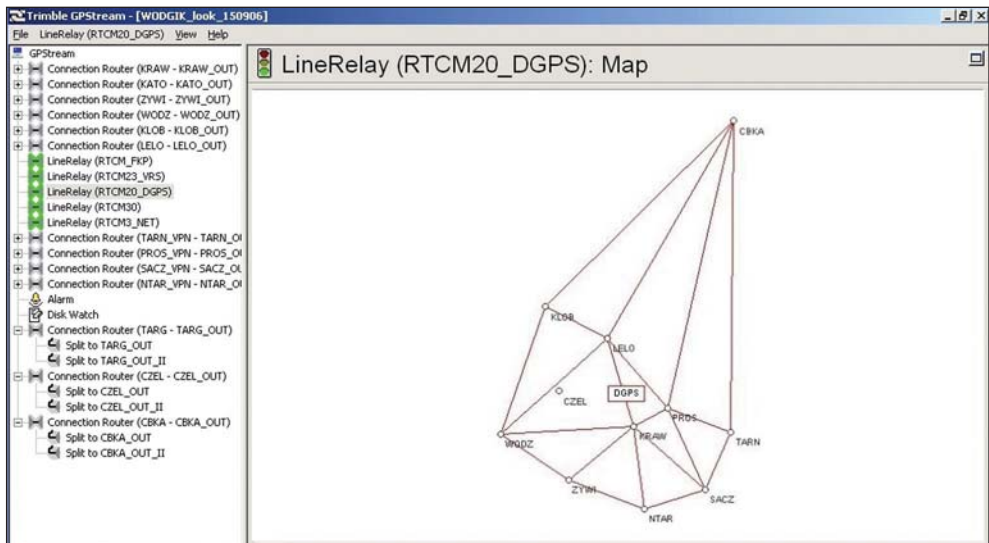
Tabela 2. Dokładności wyznaczania pozycji w MSPP

Serwis	Dokładność (średnie błędy)	Uwagi
RTK	w poziomie: do 0,03 m w pionie: do 0,05 m	wewnątrz figur utworzonych przez stacje położone w odległościach do 70 km od siebie
DGPS	w poziomie: do 0,5 m	wewnątrz figur utworzonych przez stacje położone w odległościach do 70 km od siebie
	od 0,5 do 3 m	dla danych z pojedynczej stacji, w zależności od odległości do użytkownika
Post-processing	do 1 cm	przy zachowaniu zaleceń dla pomiarów statycznych



Rys. 4. Schemat systemu obliczeniowego MSPP działającego w technologii VRS

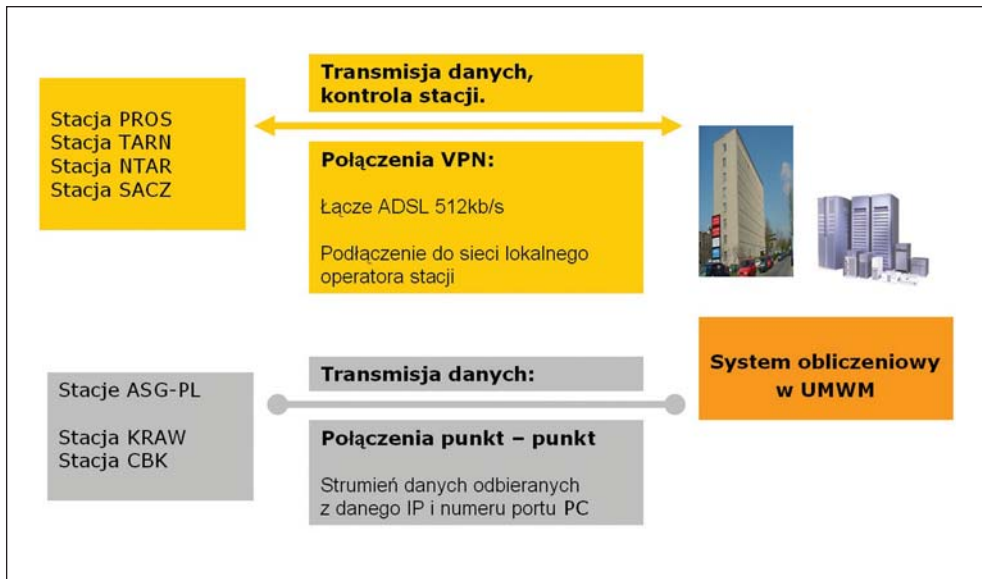
Moduł komunikacyjny – program GPStream v. 2.500 (rys. 5) odpowiada za zestawienie połączeń ze stacjami referencyjnymi sieci. Połączenia mogą być zestawiane z odbiornikami różnych producentów. Zapewnia on jednocześnie przekazywanie danych do wszystkich modułów systemu przy wykorzystaniu różnych metod: sieci transmisji danych czy Internetu. Wersja działająca w MSPP jest dostosowana do obsługi co najmniej 12 stacji referencyjnych choć w innych systemach ilość zestawianych połączeń zależy jedynie od możliwości serwera. w przypadku utraty łączności ze stacją, moduł zapewnia automatyczne przełączanie transmisji na linię zapasową.



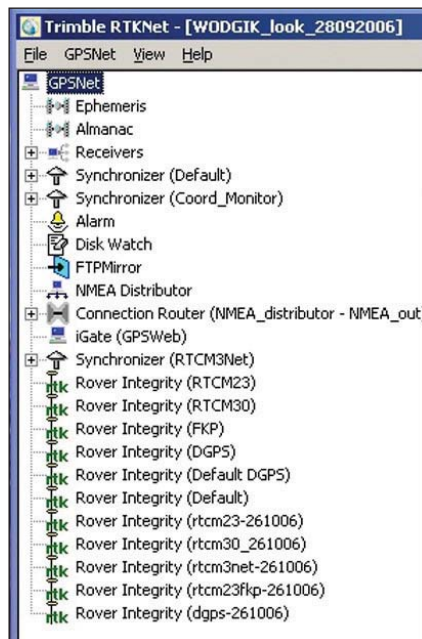
Rys. 5. Panel modułu komunikacyjnego MSPP – GPStream

W systemie MSPP sterowanie stacjami oraz transmisja danych do systemu obliczeniowego odbywa się na dwa sposoby (rys. 6). Dla stacji referencyjnych z bezpośrednią kontrolą w ramach MSPP, zestawione są połączenia VPN przy wykorzystaniu łącz ADSL (512 kb/s) lub łącz lokalnego operatora w danej lokalizacji. W przypadku stacji referencyjnych, z których otrzymuje się tylko dane obserwacyjne, zestawione jest połączenie punkt – punkt, pozwalające na odbiór strumienia danych z danego adresu IP i portu PC.

Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że wykorzystane w MSPP łącza internetowe zapewniają stabilność połączeń oraz właściwą jakość transmisji danych. Ze względu na ograniczanie kosztów utrzymania systemu, nie instalowano dodatkowych łącz internetowych.



Rys. 6. Schemat transmisji danych obserwacyjnych oraz sterowania stacjami w ramach systemu MSPP



Rys. 7. Moduł obliczeniowy MSPP – GPSNet

Moduł obliczeniowy systemu MSPP jest zarządzany przez oprogramowanie GPSNet (rys. 7) umożliwiające:

- pełną kontrolę sieci stacji referencyjnych,
- gromadzenie danych ze stacji dla potrzeb post-processingu,
- przetwarzanie i przechowywanie danych obliczeniowych,
- transmisję wygenerowanych poprawek do użytkowników.

Kontrola nad siecią stacji zapewnia pełną sterowalność odbiorników. w systemie podane są modele odbiorników i anten GPS dostępnych najczęściej na rynku. Istnieje także możliwość zdefiniowania ich parametrów w przypadku wystąpienia innego sprzętu.

GPSNet posiada dwa generatory obliczeniowe: RTKNet i DGPSNet służące do obsługi trybu pomiarowego RTK i DGPS oraz generujące poprawki RTCM. Poprawki mogą być odbierane przez każdy odbiornik RTK lub DGPS obsługujący komunikaty NMEA GGA. Wykonywana analiza danych obserwacyjnych pozwala na ciągłe obliczenia parametrów takich jak:

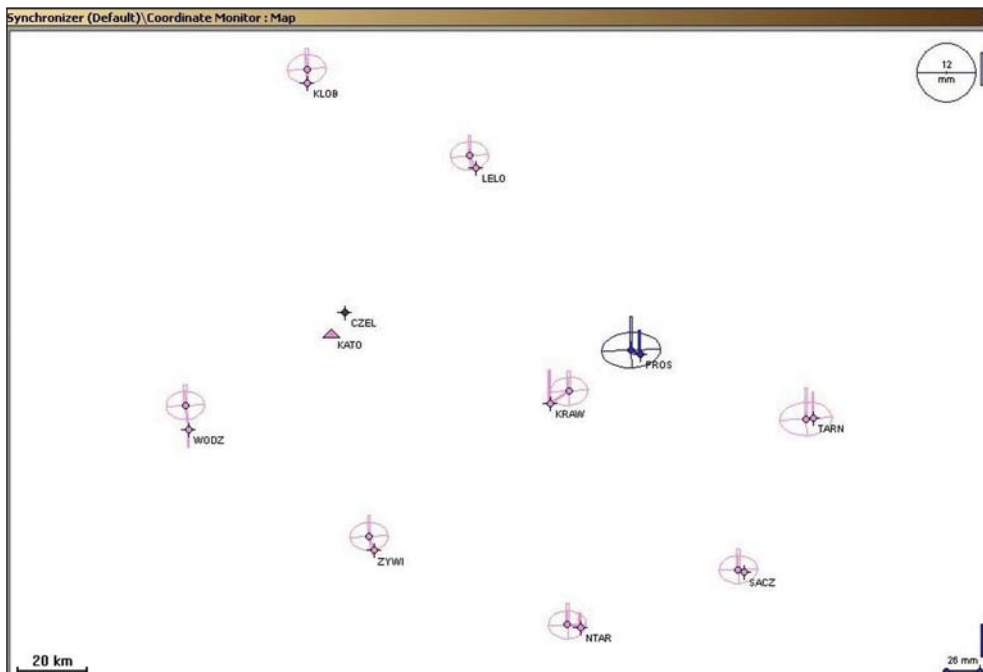
- błędy jonosfery,
- błędy troposfery,
- błędy efemeryd,
- dwuznaczność fazy dla L1 i L2.

Tworzone modele troposferyczne i jonosferyczne dla obszaru całej sieci pozwalają na weryfikację obliczeń i na monitoring sieci obejmujący analizę stałości i dokładności sieci w postaci opisowej i graficznej (rys. 8 i 9).

Serwer WWW z oprogramowaniem: GPSTServer 2.500, Trimble NTRIP Caster 1.0, Trimble Ephemeris Download 1.0, GPSNET 2.500 odpowiada za obsługę strony WWW, pobieranie i generowanie danych dla post-processingu, udostępnianie poprawek RTK/DGPS za pośrednictwem protokołu NTRIP.

ID	Station	North Offset	East Offset	Height Offset	3D Offset	North 3-Sigma	East 3-Sigma	Heig
1004	CZEL	--	--	--	--	--	--	--
10	KATO (reference)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	KLOB	0.0110	-0.0011	0.0092	0.0144	0.0053	0.0070	
101	KRAW	0.0095	0.0147	0.0259	0.0313	0.0052	0.0070	
13	LELO	0.0096	-0.0057	0.0017	0.0113	0.0053	0.0070	
1002	NTAR	0.0018	-0.0098	0.0117	0.0154	0.0053	0.0071	
1001	PROS	0.0034	-0.0069	0.0190	0.0205	0.0066	0.0110	
1000	SACZ	0.0015	-0.0044	-0.0011	0.0047	0.0053	0.0071	
1003	TARN	-0.0007	-0.0059	0.0201	0.0210	0.0062	0.0096	
12	WODZ	0.0189	-0.0030	-0.0143	0.0239	0.0053	0.0070	
11	ZYWI	0.0108	-0.0037	-0.0043	0.0122	0.0053	0.0070	

Rys. 8. Monitoring sieci w MSPP – część opisowa



Rys. 9. Monitoring sieci w MSPP – graficzna analiza sieci

Oczywiście przytoczony opis modułów systemu jest z konieczności skrótowy i pobieżny, natomiast bardziej szczegółowy będzie przedmiotem kolejnych publikacji i analiz.

4. Dostępne w MSPP serwisy

Wykorzystany w MSPP system VRS pozwala na otrzymanie nie tylko korekt VRS. Jest to zresztą cecha wspólna wszystkich oferowanych na rynku systemów powierzchniowych. Otrzymywane dane można zgrupować w 3 serwisach (tab. 3), odnoszących się do danej metody pomiarowej: RTK, DGPS, Post-processing.

Korekty RTK/DGPS dostępne są dla użytkowników poprzez Internet pod numerem IP: 62.233.151.28 z wykorzystaniem protokołu NTRIP oraz korekty ze stacji referencyjnej pod osobnym numerem portu PC.

Dla grupy pomiarów statycznych, system MSPP umożliwia pobieranie danych obserwacyjnych (tab. 4) z fizycznych lub wirtualnych (wygenerowanych dla dowolnych współrzędnych geograficznych) stacji referencyjnych.

Tabela 3. Format danych udostępnianych w MSPP w zakresie pomiarów RTK/DGPS

Serwis	Format danych	Interwał [s]	Wiadomości
RTK	Dane generowane przez system obliczeniowy MSPP		
	RTCM SC 104 v. 2.30 FKP	1	3, 16, 20/21, 22, 23, 24 typ 59 SAPOS
	RTCM SC 104 v. 2.30 VRS	1	3, 16, 18/19, 22, 23, 24, typ 59 VRS
	RTCM SC 104 V. 3.0 VRS	1	1004, 1005/ 1007
	RTCM 3Net	1	1004, 1005/1007, 1014, 1015, 1016
	Dane ze stacji działających w MSPP		
	RTCM SC 104 V. 2.30	1	8, 19, 22 i 20, 21, 22
	RTCM SC 104 v.3.0	1	1004, 1005, 1007
DGPS	Dane generowane przez system obliczeniowy MSPP		
	DGPSNET RTCM v.2.1		3, 16, typ 59 VRS
	Dane ze stacji działających w MSPP		
	RTCM SC 104 V. 2.0		Wiadomość: typ 1, 2, 3

Tabela 4. Format danych udostępnianych w MSPP w zakresie pomiarów statycznych

Serwis	Format danych	Interwał [s]	Wiadomości
Dane dla post-processingu	RINEX 2 Compact Rinex (Hatanaka)	1, 5, 30, 60	Dane z fizycznych stacji referencyjnych oraz wygenerowane przez system obliczeniowy dla dowolnego punktu o zadanych współrzędnych.

Dane dostępne są poprzez stronę internetową systemu: <http://www.gps.malopolska.pl> po uzyskaniu bezpłatnego loginu i hasła.

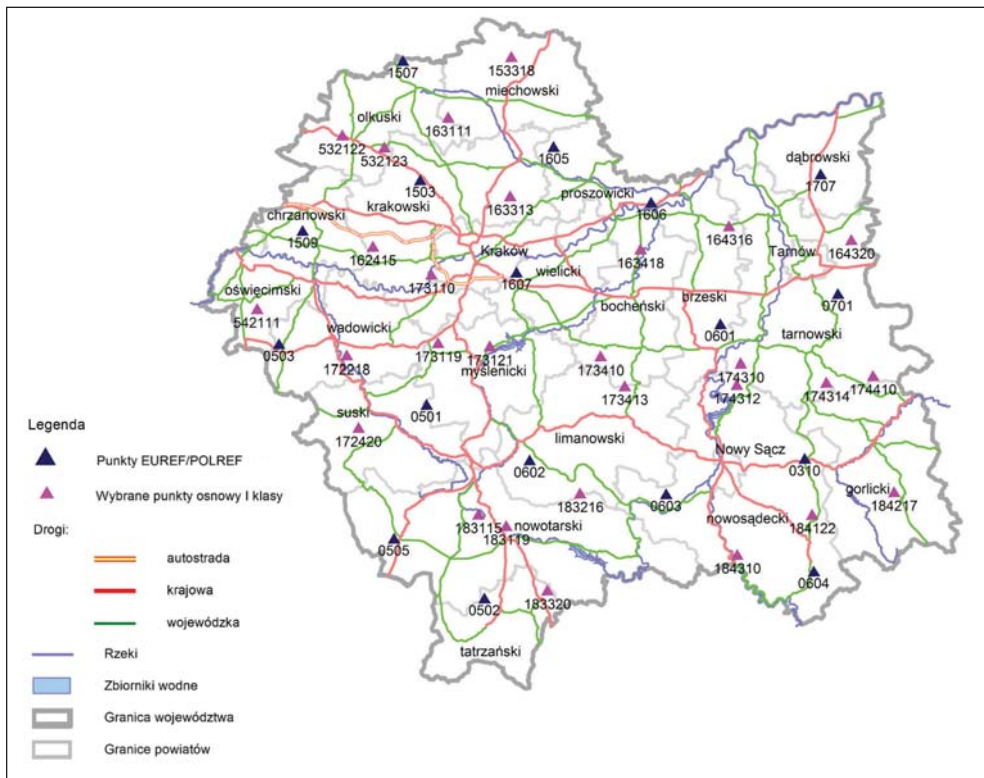
Strona zawiera także szczegółowe informacje w zakresach niezbędnych dla funkcjonowania i korzystania z systemu. w ramach MSPP zakupiono także oprogramowanie Trimble Total Controle v. 2.73 mogące wykonywać obliczenia w trybie post-processingu.

Zarówno przy korektach RTK, jak i danych dla post-procesingu (a szczególnie danych dla wirtualnych stacji) należy pamiętać, że zakładane dokładności systemu są gwarantowane wewnątrz figur utworzonych przez fizyczne stacje referencyjne

położone w odległościach do 70 km. Jak wynika z informacji zawartych w powyższych tabelach – serwisy MSPP są zbieżne z serwisami usługami, zaprojektowanymi dla systemu ASG/EUPOS.

5. Dokładność i pomiary testowe systemu MSPP

System MSPP zapewnia otrzymanie dokładności przedstawionych szczegółowo w tabeli 2, choć należy podkreślić, że korzystając z systemów typu MSPP, nie jesteśmy automatycznie zwolnieni z uwarunkowań wynikających ze stosowania technologii satelitarnych i opracowanych dla nich metod pomiarowych.



Rys. 10. Rozmieszczenie punktów sieci POLREF i osnowy podstawowej I klasy w Małopolsce

Należy pamiętać, że nawet najnowocześniejszy system generowania poprawek nie poradzi sobie z przypadkami, w których pomiary wykonano przy ograniczonym przez przeszkody horyzoncie (np. budynki, drzewa) i małej liczbie dostępnych sate-

litów, błędnie ustawionej antenie nad wyznaczanym punktem czy też w przypadku „zmory” wszystkich pomiarów GPS, a mianowicie błędnym odczycie wysokości anteny. Niewiadomym elementem jest też możliwość i ciągłość odbioru poprawek za pomocą transmisji GSM/GPRS. W miastach mogą występować problemy związane z opóźnieniem transmisji GPRS (przeciążenie sieci) a na obszarach rolniczych możemy spotkać się z jej brakiem.

Uruchomienie systemu MSPP poprzedziło wykonanie pomiarów testowych, potwierdzających zakładane dla systemu dokładności wyznaczeń punktów. Dodatkowo do marca 2007 roku zostanie wykonany dla województwa małopolskiego dwukrotny pomiar 24 punktów sieci POLREF oraz wybranych punktów osnowy poziomej I klasy (rys. 10).

Wszystkie pomiary zostaną wykonane odbiornikami jedno i dwuczęstotliwościowymi tak, aby sprawdzić wyznaczalność punktów przy wykorzystaniu wszystkich rodzajów poprawek generowanych przez system MSPP. Podobny cykl pomiarowy zostanie wykonany w województwie śląskim przez pracowników Centrum Zarządzania ASG-PL w Katowicach.

6. Odbiorniki RTK dla powiatowych ośrodków dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej w małopolsce

W ramach MSPP zakupiono 8 zestawów GPS do precyzyjnych pomiarów RTK. Zakupione zestawy to odbiorniki GPS firmy Trimble 5800 (rys. 11) z pełnym wyposażeniem.

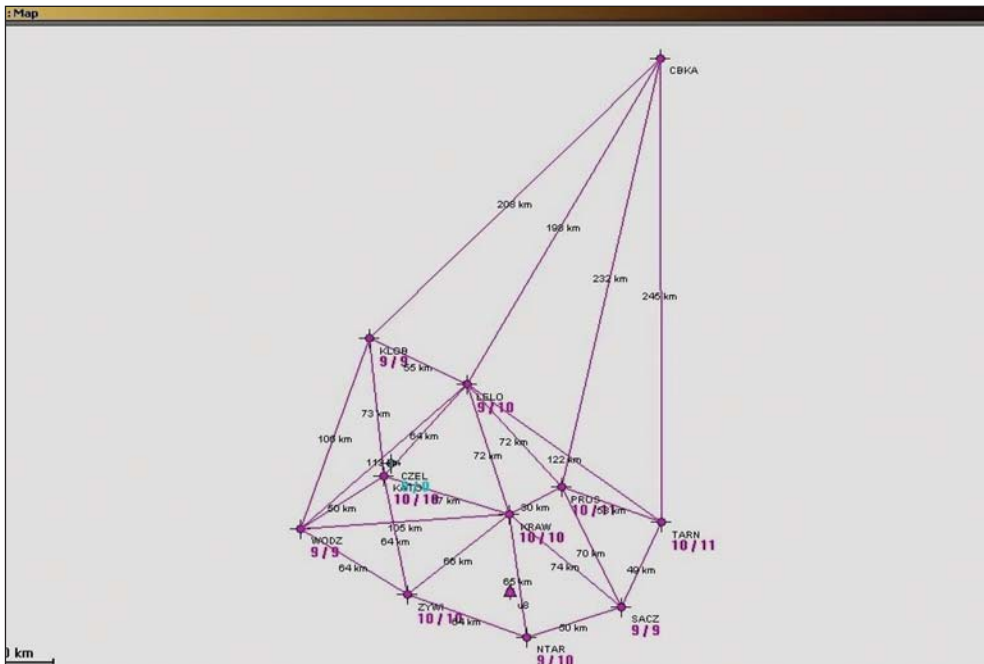


Rys. 11. Pomiary kontrolne na punkcie POLREF 1607 Biezanów

Co najmniej pięć takich zestawów zostanie przekazanych dla służby geodezyjnej i kartograficznej w powiatach, na terenie których zlokalizowane są stacje. Wybór ośrodków, do których trafią odbiorniki poprzedziły ustalenia z geodetami powiatowymi i WINGiK w Małopolskim Urzędzie Wojewódzkim. Odbiorniki trafią do PODGiK do końca marca 2007 r. Szkolenia z zakresu obsługi sprzętu, systemów satelitarnych i metod pomiarowych, obsługi stacji referencyjnych zostaną przeprowadzone do końca października 2006 r. w 2007 r. podobne szkolenia będą przeprowadzone także dla wszystkich powiatowych ośrodków dokumentacji w Małopolsce.

7. Zasięg systemu i współpraca w ramach MSPP i ASG-PL

W sierpniu 2006 r. został przygotowany projekt umowy o współpracy pomiędzy Głównym Geodetą Kraju, Województwem Śląskim i Województwem Małopolskim. Umowa pozwoli m.in. na wzajemne udostępnianie danych obserwacyjnych ze stacji i włączenie uruchomionych w Małopolsce stacji referencyjnych do systemu Aktywnej Sieci Geodezyjnej ASG-PL (punkty o dokładności osnowy poziomej klasy Is).



Rys. 12. Szkic stacji z generatora RTKNet systemu MSPP. Dla obszarów wewnątrz figur utworzonych ze stacji referencyjnych dostępne są powierzchniowe korekty DGPS

Jednocześnie umowa umożliwi rozszerzenie działania systemu pozycjonowania precyzyjnego na obszar województwa śląskiego. Także dzięki udostępnionej stacji Centrum Badań Kosmicznych w Warszawie, dane z tej stacji będą dostępne dla rejonu Warszawy a dla obszaru pomiędzy Warszawą, Katowicami i Krakowem będą dostępne precyzyjne poprawki DGPS (rys. 12). Planowane udostępnienie systemu dla użytkowników przewidywane jest na listopad 2006 r.

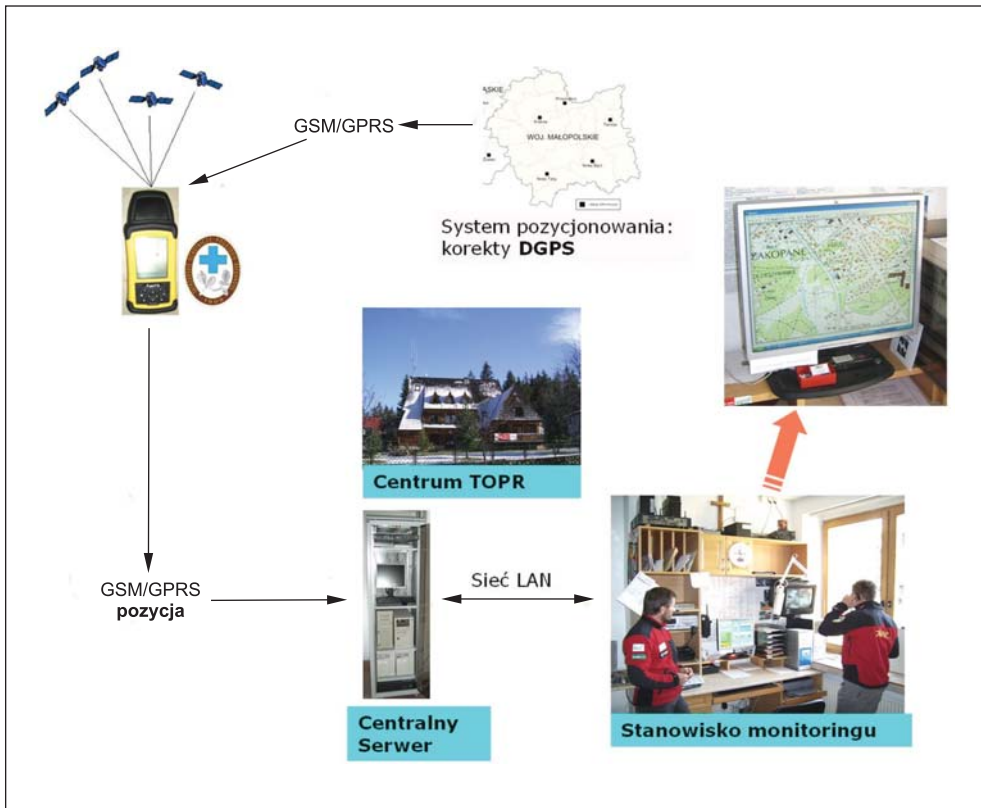
Obecnie trwają ostatnie ustalenia związane z podpisaniem umów o współpracy pomiędzy Województwem Małopolskim a Akademią Górniczo-Hutniczą, Politechniką Warszawską, Centrum Badań Kosmicznych w Warszawie, Wojskową Akademią Techniczną w Warszawie i Akademią Rolniczą we Wrocławiu zmierzające do nawiązania ścisłej współpracy przy wykorzystaniu Małopolskiego Systemu Pozycjonowania Precyzyjnego dla szerokiego zakresu zastosowań.

Wzorem szkoleń dla PODGiK w Małopolsce, planuje się szkolenia dla użytkowników, choć przyjęte w MSPP rozwiązania nie powinny nastęrczać żadnych uciążliwości i problemów. Korzystanie z systemu będzie nieodpłatne, choć nie jest wykluczone wprowadzenie opłat wynikających, np. z konieczności dostosowania się do systemu ASG/EUPOS.

8. Zastosowania ogólnogospodarcze systemu MSPP

Możliwości związane z technologiami satelitarnymi GPS są szeroko opisywane i omawiane, więc nie ma potrzeby wymieniania ich wszystkich ponownie. Przygotowany przez Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego program „GPS w Małopolsce” związany z wykorzystaniem technologii GPS jako narzędzia wspierającego rozwój regionalny przyczynił się już do realizacji konkretnych projektów, w których istotnym elementem jest ogólnogospodarcze wykorzystanie MSPP, takich jak: system monitoringu satelitarnego zespołów ratowniczych Tatrzańskiego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego (planowane uruchomienie w listopadzie 2006 r.) czy system wspomaganie zarządzania zespołami ratownictwa medycznego w Krakowskim Pogotowiu Ratunkowym (planowane uruchomienie w grudniu 2006 r.).

System monitoringu satelitarnego dla Tatrzańskiego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego (TOPR) obejmuje utworzenie w centrali TOPR w Zakopanem stanowiska wspomaganie zarządzania zespołami ratowniczymi oraz wyposażenie zespołów ratowniczych w zintegrowane odbiorniki GPS (odbiornik, moduł komunikacji GSN/GPRS, rejestrator z mapą cyfrową). Na rysunku 13 pokazano schemat działania systemu dla potrzeb TOPR.

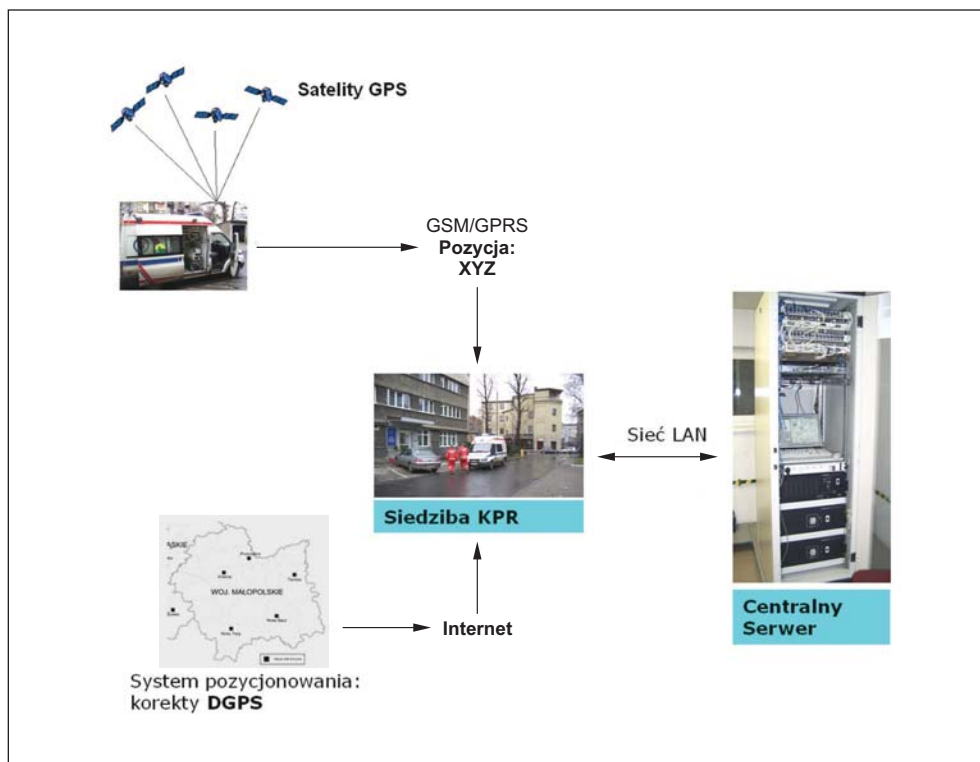


Rys. 13. Schemat działania systemu monitoringu dla TOPR

Pozycja ratownika będzie automatycznie przesyłana (transmisja GPRS) do centrum zarządzania i zobrazowana na podkładach cyfrowych (ortofotomapa, mapa wektorowa, mapa rastrowa) stanowiska zarządzania. Program wspomagający zarządzanie to nie tylko moduł mapowy, ale także kompletny system informatyczny pozwalający na cyfrową obsługę zgłoszeń, zarządzanie zespołami i ich wyposażeniem, magazyn i wiele innych cech funkcjonalnych wspomagających system wspomagania dowodzenia.

Zainstalowane w odbiornikach oprogramowanie umożliwi odbiór korekt z systemu MSPP. Odbierane są wszystkie rodzaje korekt DGPS (z pojedynczej, dowolnej stacji jak i korekty generowane przez system obliczeniowy).

Założenia związane z działaniem systemu monitoringu satelitarnego dla potrzeb Krakowskiego Pogotowia Ratunkowego są bardzo podobne jak dla systemu TOPR (rys. 14).



Rys. 14. Schemat działania systemu monitoringu satelitarnego dla potrzeb KPR

Monitoringiem objęto 30 pojazdów KPR – Zespołów Ratownictwa Medycznego. Zbudowany system wspomagania zarządzania obejmuje nie tylko 12 stanowisk w centrum dyspozytorskim w siedzibie KPR, ale także 11 oddziałów wyjazdowych rozlokowanych na terenie miasta Krakowa i powiatu krakowskiego, Szpitalny Oddział Ratunkowy oraz aptekę i magazyn.

9. Podsumowanie

Wykorzystanie systemów satelitarnych do zastosowań ogólnogospodarczych jest ogromne, a postęp techniczny w zakresie systemów komputerowych, transmisji danych GSM, rozwijanych i nowopowstających systemów nawigacyjnych stwarza coraz to nowe możliwości wykorzystania ich w codziennym życiu. MSPP jest właśnie takim narzędziem mającym wspierać rozwój zarówno nowoczesnych technik pomiarowych, jak i prowadzone w regionie przedsięwzięcia.

MSPP umożliwia:

- precyzyjne wyznaczania pozycji punktów (3D) w każdym punkcie województwa małopolskiego i śląskim,
- wykorzystanie pozycjonowania w różnych dziedzinach życia gospodarczego, nawigacji, służbach ratowniczych,
- zapewnienie jednolitego standardu dostępności do systemu pozycjonowania w celu integracji działań podejmowanych przez różne służby,
- narzędzie do integracji opracowań mapowych, katastralnych sporządzonych w różnych skalach,

a przede wszystkim realizuje jednolity układ odniesień przestrzennych.

Literatura

- [1] Góral W., Bałut A.: *Rozwój sieci ASG-PL w województwie małopolskim*. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie. Opracowanie na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego, 2003.