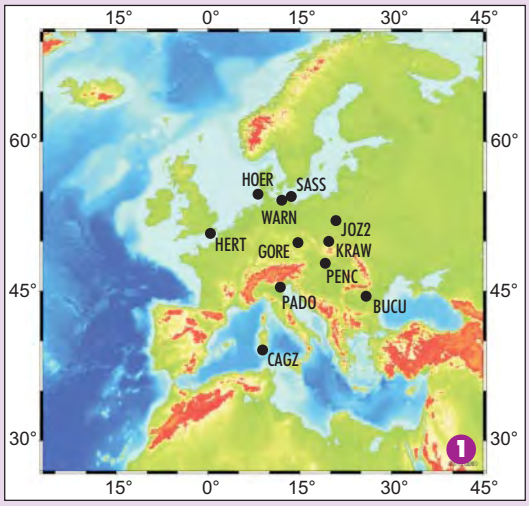
Internet i telefon komórkowy w pomiarach DGPS/RTK



JERZY ROGOWSKI, ANDRZEJ ROGOWSKI,
MICHAŁ LESZCZYŃSKI

Jacek Blezień w GEODECIE 6/2004 opisuje protokół internetowy EUREF (EUREF-IP). Eksperymenty pomiarowe RTK i DGPS z wykorzystaniem transmisji danych przez internet i telefonię GSM prowadzone są już od jakiegoś czasu, m.in. w Instytucie Geodezji Wyższej i Astronomii Geodezyjnej Politechniki Warszawskiej oraz Instytucie Geodezji i Kartografii w Warszawie. Wyniki tych prac prezentowane były na czerwcowym Sympozjum EUREF w Bratysławie (GEODETA 7/2004).

Praktyczne zapotrzebowanie na określanie położenia za pomocą systemów GNSS w trybie rzeczywistym przyczyniło się do rozwoju różnych sposobów transmisji danych. Na przykład poprawki DGPS mogą być transmitowane na falach długich (testy z radiostacją w Solcu Kujawskim wskazują na zasięg rzędu kilkuset kilometrów). Technika RTK wymaga jednak łączy radiowych o większej prędkości przepływu danych oraz mniejszej odległości pomiędzy stacjami bazowymi. Dane RTK mogą być transmitowane ze stacji bazowych w systemie DARC przez lokalne radiostacje UKF, ale nadawcy radiowi nie są zainteresowani rozpowszechnianiem danych w formacie RTCM.

Pilotowy projekt EUREF-IP

Wraz ze wzrostem przepustowości internetu popularne stały się aplikacje transmitujące strumienie danych w czasie rzeczywistym za pomocą pakietów IP, np. radio internetowe. W porównaniu z aplikacjami przesyłającymi obraz i dźwięk transmisja danych w trybie rzeczywistym dla GNSS wymaga dużo mniejszej szybkości. Podkomisja EUREF Międzynarodowej Asocjacji Geodezji (IAG) zdecydowała w czerwcu 2002 r. o utworzeniu i utrzymywaniu infrastruktury do transmisji danych dla GNSS w trybie rzeczywistym za pomocą internetu i przy wykorzystaniu stacji EPN. Obecnie głównym przedmiotem zainteresowania jest rozpowszechnianie przez internet poprawek w formacie RTCM (http://www.rtcm.org) do precyzyjnego określania położenia i nawigacji. Aplikacje innego rodzaju (np. do wyznaczania w czasie rzeczywistym parametrów orbit, jonosfery i troposfery) są w trakcie opracowywania. Działania te koordynuje IGS RTWG.

Serwis EUREF-IP, który podkomisja EUREF chce uruchomić, wykorzystuje standard transmisji Ntrip oparty na protokole HTTP wersja 1.1 (http://igs/ifag/de/index-ntrip.htm). Standard ten został zaprojektowany do rozpowszechniania po-





Rys.1. Mapa stacji uczestniczących w pilotowym projekcie EUREF-IP (nie ma na niej stacji BOGI, która pracuje jako stacja kandydująca do projektu)
Rys. 2. Zestaw do pomiarów DGPS wykorzystujący odbiornik GPS Garmin 12XL i notebook
Rys. 3. Zestaw do pomiarów R TK wykorzystujący odbiornik GPS Trimble 4700
Rys. 4. Zestaw do pomiarów R TK z odbiornikiem GPS Trimble 4700 i kontrolerem pracującym w systemie Windows CE

Stosowane skróty

DARC – Data Radio Channel
DGPS – Differential Global Positioning System
EDGE – Enhanced Data Rates for Global Evolution
EPN – EUREF Permanent Network
EUREF-IP – EUREF-Internet Protocol
GNSS – Global Navigation Satellite System (praktycznie GPS i GLONASS)
GPRS – General Packet Radio Service
GSM – Global System for Mobile Communications
HTTP – Hypertext Transfer Protocol
IANA – Internet Assigned Numbers Authority
IGS RTWG – IGS Real-Time Working Group
IP – Internet Protocol
Ntrip – Networked Transport of RTCM via Internet Protocol
RTK – Real Time Kinematic
RTCM – Radio Technical Commission for Maritime Services
SSL – Secure Socket Layer
UMTS – Universal Mobile Telecommunications System ■

prawek różnicowych (np. w formacie RTCM-104) lub innego rodzaju danych GNSS dla stacjonarnych i będących w ruchu użytkowników internetu. Umożliwia on jednoczesne podłączenie komputerów stacjonarnych i przenośnych lub odbiornika GPS do komputera nadającego poprawki.


4

Ntrip wykorzystuje protokół TCP/IP i dostosowany jest do bezprzewodowego dostępu do internetu za pomocą sieci GSM, GPRS, EDGE i UMTS. System został już wdrożony jako: NtripClient (serwer HTTP) oraz NtripServer i NtripCaster (pracują jako klienci HTTP).
W przyszłości, wraz ze wzrostem liczby transmitowanych danych i użytkowników korzystających jednocześnie z systemu, zostanie on zmodyfikowany z wykorzystaniem oprogramowania radia internetowego. Nadawcy danych oraz ich odbiorcy nie muszą się bezpośrednio kontaktować, a więc strumienie danych nie są blokowane przez firewalle i serwery proxy chroniące sieci lokalne.
Projekt EUREF-IP wykorzystuje permanentne stacje GPS EPN pokazane na rysunku 1 (http://www.epncb.oma.be/gif/IP-map.jpg).

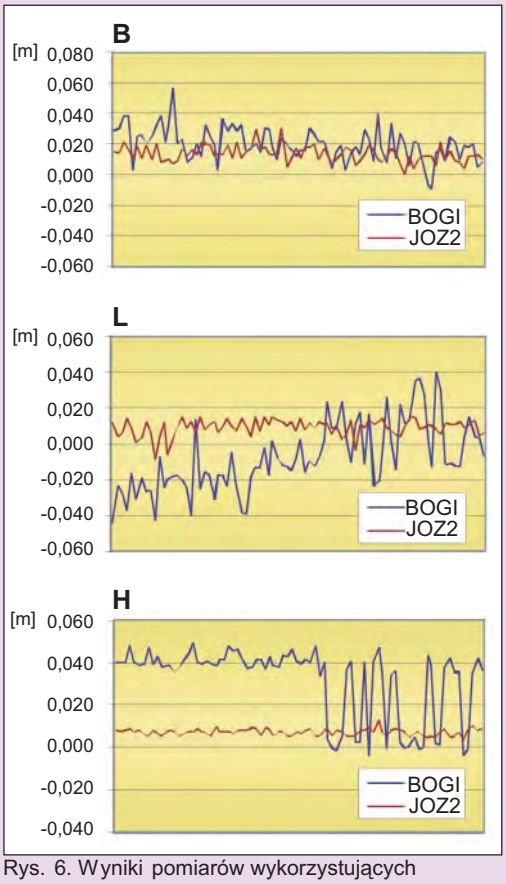
Eksperymenty pomiarowe

W Instytucie Geodezji Wyższej i Astronomii Geodezyjnej Politechniki Warszawskiej prowadzone są eksperymenty (pomiary DGPS i RTK) nad praktycznym wykorzystaniem transmisji poprawki RTCM dostarczanej użytkownikowi przez internet i telefon GSM. Zestawy urządzeń potrzebnych do pomiarów przedstawione są na rysunkach 2, 3 i 4.
Połączenia z internetem prowadzone były w sieci IDEA z wykorzystaniem technologii GPRS opartej na protokole IP.
W przeciwieństwie do rozwiązań wykorzystujących połączenia komutowane (*dial-up*), opłaty naliczane są tu w zależności od ilości przesłanych danych, a nie czasu połączenia. Ma to kluczowe znaczenie w przypadku transmisji poprawek GPS, gdzie w stosunkowo długim czasie przesyłane są niewielkie ilości danych. Pomiar DGPS i RTK jest możliwy w każdym punkcie będącym w zasięgu sieci GSM. Dokładność wyznaczenia pozycji zależy od odległości od stacji bazowej. W pomiarach RTK może być ona ograniczona możliwościami wewnętrznego oprogramowania odbiornika. Pomiary testowe przeprowadzono z wykorzystaniem stacji JOZ2 (Józefosław k. Warszawy) wyposażonej w odbiornik Ashtech Z-12 odbierający sygnały GPS i GLONASS (rys. 5).

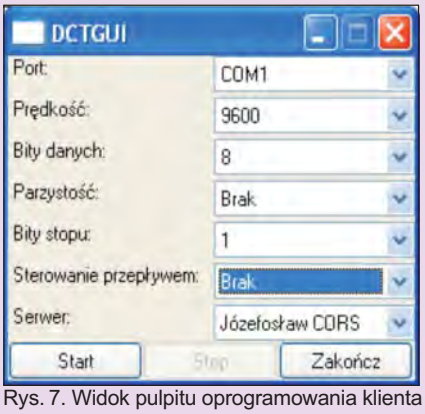
Wyniki pomiarów

Przedstawione na wykresach (rys. 6) wyniki pomiarów wykorzystujących technologię EUREF-IP ze stacji JOZ2 i BOGI obejmują okres jednej godziny, odległość od stacji BOGI (Borowa Góra) wynosiła około 20 km, zaś od stacji JOZ2 (Józefo-


Rys. 5. Stacja EPN JOZ2 i JOZ3 (ASG)

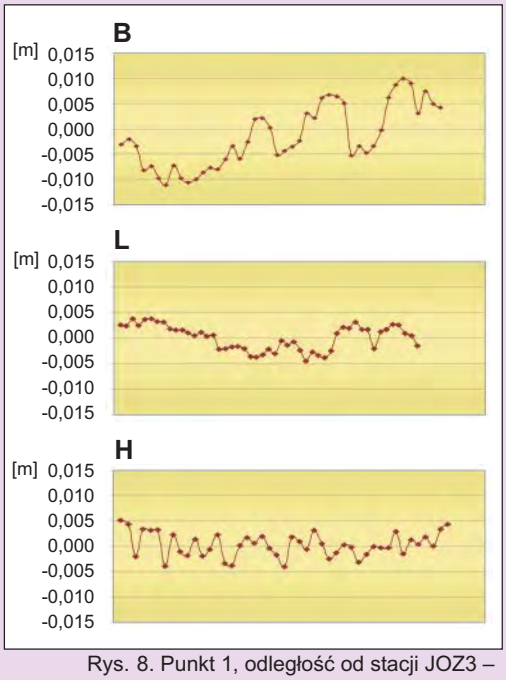


Rys. 6. Wyniki pomiarów wykorzystujących technologię EUREF-IP ze stacji JOZ2 iBOGI

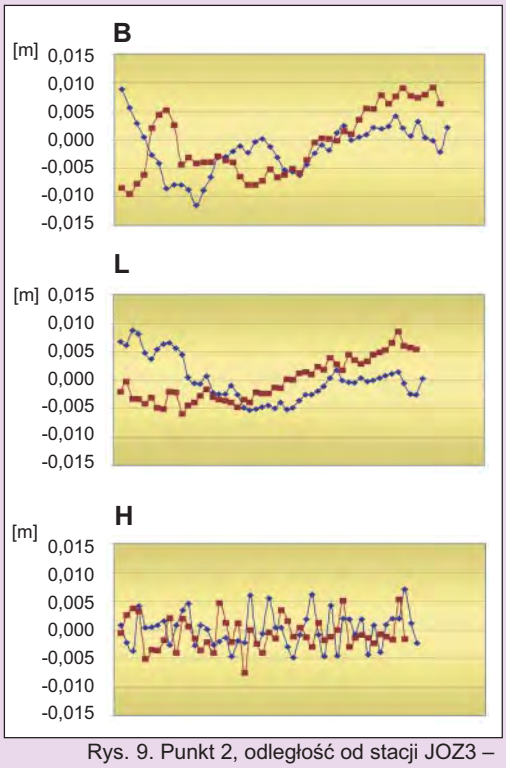


Rys. 7. Widok pulpitu oprogramowania klienta

sław) około 5 km. Wybrano najgorsze z uzyskanych wyników. Błędy w otrzymywanych wysokościach w czasie około 0,5 godziny wskazują na konieczność wykonywania obserwacji w kilku sesjach pomiarowych. Ich powodem mogły być zakłócenia w łączności internetowej, ponieważ dane ze stacji referencyjnych wysyłane są do serwera we Frankfurcie n. Menem, a dopiero stamtąd poprzez łącze internetowe i telefon komórkowy transmisją pakietową GPRS przesyłane do będącego w ruchu użytkownika. Dlatego niezależnie od badań nad efektywnością systemu EUREF-IP prowadzone są prace nad własną technologią. Wykorzystano w nich oprogramowanie klienta oraz wielodostępnego serwera poprawek GPS firmy ARMIKRO, który jest odpowiednikiem programu NtripCaster wykorzystywanego w systemie EUREF-IP. Program DCTGUI pełniący funkcję klienta, którego pulpit przedstawiony jest na rysunku 7, pozwala użytkownikowi łatwo sterować dopływem danych do odbiornika stacji ruchomej. Programy wykorzystują własny protokół transmisji i mogą pracować na dowolnym porcie TCP. Domyślnie korzystają z wybranego do tego celu przez organizację standaryzacyjną IANA (http://www.iana.org) portu TCP o numerze 2101 (http://www.iana.org/assignments/port-numbers).



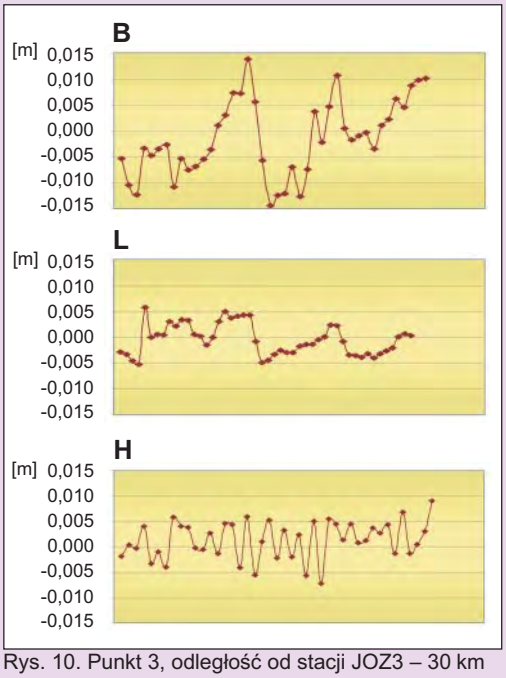
Rys. 8. Punkt 1, odległość od stacji JOZ3 – 5 km



Rys. 9. Punkt 2, odległość od stacji JOZ3 – 15 km (wykres niebieski), pomiary powtórzone w innym dniu (wykres brązowy)

Serwer poprawek współpracuje z serwerem WWW, udostępniając panel administracyjny pozwalający na konfigurację i nadzorowanie pracy systemu za pomocą przeglądarki internetowej. Dla zwiększenia bezpieczeństwa komunikacja między przeglądarką a serwerem WWW zabezpieczona jest protokołem szyfrowania i uwierzytelniania danych SSL. Ma to zapobiec dostępowi osób niepowołanych do panelu administracyjnego.

Rozpoczęto badania z wykorzystaniem stacji JOZ3 pracującej w ramach sieci ASG-PL (odbiornik GPS Trimble Corstation). Przeprowadzono pomiary testowe w odległości 5, 15 i 30 km od stacji JOZ3 z wykorzystaniem własnego oprogramowania (wyniki na rysunkach 8-10). Analizy dokładnościowe (rys. 11-12) są w pełni zadowalające i wskazują na możliwość zastąpienia technologią RTK większości prac geodezyjnych, w których stosowany był dotychczas tryb *fast-static*. Autorzy niniejszego artykułu zachęcają do prób zuproszczoną wersją demonstracyjną, którą można bezpłatnie pobrać ze strony http://www.armikro.pl. Obecnie umożliwia ona prace tylko z danymi ze stacji JOZ3 i na razie nie wymaga autoryzacji. Autorzy będą wdzięczni za wszelkie uwagi.

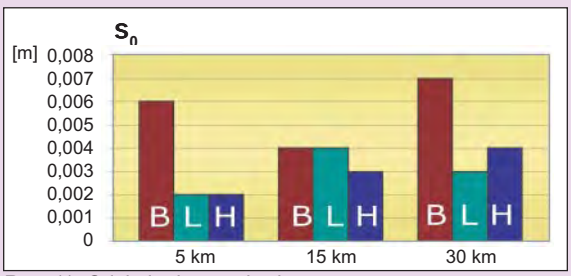


Rys. 10. Punkt 3, odległość od stacji JOZ3 – 30 km

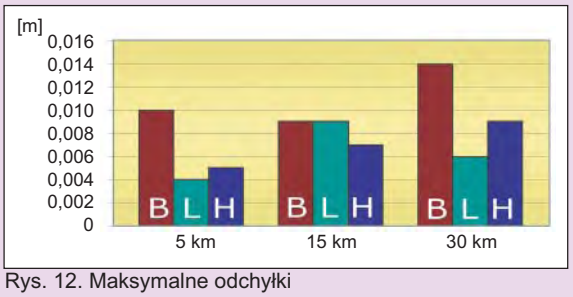
Literatura

Cisak J., Żak L., Mańk M., *The first results of EUREF-IP system in Warsaw Metropolitan using BOGI and JOZ2 EPN stations*, poster przedstawiony na Sympozjum EUREF 2004, Bratysława, 2-5 czerwca;

Rogowski J.B., Kujawa L., Leszczyński M., Rogowski A., *RTK and DGPS Measurements Using Internet and GSM Mobile-phone,* poster przedstawiony na Sympozjum EUREF 2004, Bratysława, 2-5 czerwca.



Rys. 11. Odchylenia standardowe



Rys. 12. Maksymalne odchyłki