

ochrony środowiska naturalnego i inne. W sytuacjach kryzysowych wiarygodna informacja o pozycji może uratować kogoś życie bądź uchronić mienie przed zniszczeniem. Dlatego każda stacja czy sieć stacji referencyjnych powinna spełniać podstawowe, wcześniej zdefiniowane parametry nawigacyjne serwisu czasu rzeczywistego (*real-time*) w zakresie dokładności, wiarygodności (*integrity*), dostępności i ciągłości. Serwis taki powinien być wszechstronnie przetestowany i uzyskać certyfikat jakości, a następnie w sposób ciągły musi być przez centrum (centra) kontrolne monitorowany w celu dostarczenia użytkownikom natychmiastowej informacji o poprawnym działaniu lub awarii systemu (*integrity messages*). Informacja o dokładnej pozycji użytkownika jest niezwykle istotna we wszelkiego rodzaju usługach transportowych (wodnych, powietrznych, kolejowych i drogowych) – jest to potencjalnie jedna z największych grup odbiorców usług nawigacyjnych.

#### • GEODECI I UKŁAD ODNIESIĘŃ PRZESTRZENNYCH

Jedną z szczególnych grup użytkowników są geodeci, którzy wykorzystują najbardziej zaawansowaną technikę pozycjonowania RTK (Real Time Kinematic) z dokładnościami: poziomą w granicach od 1 do 3 cm oraz pionową do 5 cm. Uzyskiwana tego rzędu dokładność wyznaczania pozycji w czasie rzeczywistym może być z powodzeniem wykorzystywana do tworzenia aplikacji i systemów sterowania automatami, maszynami i pojazdami pracującymi na otwartym terenie, takimi jak: maszyny drogowe, dźwigi, pojazdy samobieżne, koparki ziemne i wodne, samoloty bezzałogowe itp.

Tworzenie nowoczesnych stacji referencyjnych GNSS oraz połączenie ich w jednolity w skali kraju i Europy system pozwoli na praktyczną realizację układu odniesień przestrzennych, dostępnego w czasie rzeczywistym. Poprzez wdrażanie i wykorzystywanie nowych technologii oczekuje się przede wszystkim poprawy bezpieczeństwa w ruchu lądowym, lotniczym i żegludze, usprawnienia i unowocześnienia technik pomiarów geodezyjnych oraz zrationalizowania wydatków ponoszonych przez budżet państwa na tworzenie systemów informacji geograficznej.

# POPRAWKI WYGODNE I DOKŁADNE

Uruchomienie własnej permanentnie pracującej stacji referencyjnej nie powinno sprawić dużego kłopotu przeciętnemu geodecie ze smykałką informatyczną. A własna działająca stacja może przynieść dużo frajdy z pomiarów RTK czy DGPS.

**P** przed rozpoczęciem prac nad uruchomieniem stacji referencyjnej trzeba odpowiedzieć sobie na kilka podstawowych pytań. Przede wszystkim, w jakim trybie pomiarów będziemy najczęściej działać. Zapewne pod uwagę brane będą RTK i DGPS, rzadziej postprocessing surowych obserwacji. Odbiornik musi więc pracować co najmniej na dwóch częstotliwościach GPS, a coraz bardziej przydatny staje się sygnał GLONASS. Bezpośrednio z technologią pomiaru związany będzie wybór standardu dystrybucji poprawek oraz typu wiadomości. Oprogramowanie sterujące stacją umożliwia wysyłanie korekt w ogólnosięciowym standardzie RTCM, a także plików w firmowych formatach producentów sprzętu (np. Leica, CMR+, JPS). W przypadku zapisu przez stację surowych obserwacji będą one archiwizowane przeważnie w formacie RAW lub RINEX.

**D** druga kwestia konieczna do rozpatrzenia to obszar, na którym ma działać zespół pomiarowy dysponujący pojedynczym odbiornikiem GPS. Jeśli nie przekroczy on 3-5 km (w terenie niezabudowanym), to korekty można dystrybuować za pomocą radiomodemów. Bardziej prawdopodobne jednak jest, że odbiornik będzie działał w większej odległości od stacji. Do 30 km możliwe będą pomiary RTK z dokładnością 5-10 cm, gdy zastosujemy internetowy sposób przesyłania korekt w technologii NTRIP pakietem GPRS. Komunikacja radiowa, oprócz ograniczonego zasięgu, ma jeszcze jedną wadę – poprawki dystrybuowane są na ogólnodostępnej częstotliwości i mogą być odbierane przez każdego użytkownika z odpowiednio ustawionym radiomodemem. Technologia internetowa umożliwia

precyzyjne wskazanie źródła poprawek (IP serwera stacji referencyjnej) odbiorcy (poprzez nadanie mu loginu i hasła) oraz typu wiadomości w przesyłanej poprawce. Technologia ta ma jednak inną wadę – trzeba płacić za transmisję danych przez GPRS. Na szczęście poprawki mają niewielką objętość i koszty będą małe.

**B**ardzo istotne jest oprogramowanie sterujące. Powinno ono umożliwiać obsługę stacji, generowanie plików obserwacyjnych i poprawek w różnych formatach, obsługę wbudowanego w odbiornik serwera FTP czy też dawać dostęp do parametrów pracy stacji poprzez stronę internetową. Taka forma dostępu jest bardzo wygodna, ponieważ administrator stacji może każdy z jej parametrów zmienić w dowolnym miejscu i czasie (nawet w terenie).

Na koniec kilka słów o warunkach technicznych instalowania całej aparatury pomiarowej. Antena wyposażona w element *choke-ring* (chroniący przed sygnałami odbitymi) musi być zamontowana w jak najbardziej stabilnym miejscu, najlepiej na dobrze posadowionym betonowym monumencie, a także w miejscu o dobrej widoczności horyzontu (dach wysokości budynku). Współrzędne stacji powinny być wyznaczone z kilkunastominutowej sesji pomiarowej. Odbiornik GPS musi współpracować z komputerem o odpowiednim zasobie pamięci na obserwacje, a cały sprzęt, by zapewnić ciągłość pracy, powinien być zabezpieczony przed utratą zasilania.

Na kolejnych stronach w tabeli zostały zamieszczone referencyjne odbiorniki GPS oferowane na naszym rynku.

PROF. STANISŁAW OSZCZAK,  
DR ADAM CIEĆKO i MGR INŻ. BARTŁOMIEJ OSZCZAK  
są pracownikami Katedry Geodezji Satelitarnej  
i Nawigacji Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego  
w Olsztynie

MAREK PUDEŁO



## STACJE REFERENCYJNE

MARKA	Leica	Leica	Leica	Topcon
MODEL	GRX1200 Pro/GRX1200GG Pro	GRX1200 Classic	GRX1200 Lite	GB-1000
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2003/2006	2003	2003	brak danych
ŚLEDZONE SYGNAŁY	L1/L2 faza, kod C/A i P/L1/L2 faza, kod C/A i P (L2C), GLONASS	L1/L2 faza, kod C/A i P	L1/L2 faza, kod C/A i P	L1/L2 faza, kod C/A i P; GLONASS; WAAS/EGNOS
LICZBA KANAŁÓW	24/72	24	24	40
CZĘSTOTLIWOŚĆ OKREŚLANIA POZYCJI/INTERWAŁ REJESTRACJI DANYCH [Hz]	do 20	do 20	do 20	1-20
DOKŁADNOŚĆ WYZNACZANIA pozycji/wysokości statyczna [mm + ppm] RTK [mm + ppm] DGPS [m]	3 + 0,5/6 + 0,5 brak danych 0,25	3 + 0,5/6 + 0,5 brak danych 0,25	3 + 0,5/6 + 0,5 brak danych 0,25	3 + 0,5/5 + 0,5 10 + 1,5/15 + 2 brak danych
TRANSMISJA DANYCH radiomodem modem GSM (GPRS) internet TCP/IP internet NTRIP	tak tak tak tak	tak tak nie nie	tak tak nie nie	tak tak tak tak
FORMATY TRANSMISJI DANYCH	Leica, CMR/CMR+, RTCM 2.x, 3.0, 3.1	Leica, CMR/CMR+, RTCM 2.x, 3.0, 3.1	Leica	RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, CMR, CMR+, JPS
FORMATY ZAPISU PLIKÓW OBSERWACYJNYCH	Leica MDB, RINEX, BINEX	Leica MDB, RINEX, BINEX	Leica MDB, RINEX, BINEX	JPS, RINEX
PORTY WEJŚCIA-WYJŚCIA	4 x RS-232, 2 x zasilanie, antena, PPS, Event, zewnętrzny oscylator, Ethernet	4 x RS-232, 2 x zasilanie, antena	4 x RS-232, 2 x zasilanie, antena	3 x RS-232, USB, ethernet, zasilanie zewnętrzne, antena, opcja: pps, event marker, I/O frequency
ODBIORNIK pamięć wewnętrzna [MB]/karty pamięci (rodzaj) [MB] klawiatura (liczba klawiszy) sterowanie z poziomu przeglądarki internetowej [tak/nie]  wbudowany serwer FTP wymiary (dł. x szer. x wys.) [mm] waga [kg] stacja bazowa (z anteną)	nie dotyczy/64 MB-1 GB (CF) 1 tak  tak 212 x 166 x 79 1,7	nie dotyczy/64 MB-1 GB (CF) 1 tak  nie 212 x 166 x 79 1,65	nie dotyczy/64 MB-1 GB (CF) 1 tak  nie 212 x 166 x 79 1,65	do 1 GB (CF) 2 opcja  tak 150 x 257 x 63 1,2
ANTENA (model)  wymiary (dł. x szer. x wys.) [mm]  waga [kg]	AX1202GG; AT504 (GG)  170 x 62 (śr. x wys.), 380 x 140 (śr. x wys.) 0,44; 4,3	AX1202GG; AT504 (GG)  170 x 62 (śr. x wys.), 380 x 140 (śr. x wys.) 0,44; 4,3	AX1202GG; AT504 (GG)  170 x 62 (śr. x wys.), 380 x 140 (śr. x wys.) 0,44; 4,3	Choke Ring z elementem Dorne & Margolin CR-3 lub CR-4 380 x 410 (śr. x wys.)  4,4
ZAAWANSOWANE FUNKCJE POMIAROWE (np. redukcja sygnałów odbitych, wzmacnianie sygnału, wykorzystanie niskich satelitów) nazwa/funkcja	SmartTrack+/redukcja multipath, śledzenie satelitów niskich	SmartTrack/redukcja multipath, śledzenie satelitów niskich	SmartTrack/redukcja multipath, śledzenie satelitów niskich	multipath, co-op tracking, anti-jamming
OPROGRAMOWANIE DO OBSŁUGI DZIAŁANIA STACJI REFERENCYJNEJ (nazwa, funkcje)	Leica Spider (NET)/pełna automatyczna obsługa stacji, generowanie plików danych w różnych formatach i poprawek RTK (w tym sieciowych), sterowanie stacją przez internet	Leica Spider (NET)/pełna automatyczna obsługa stacji, generowanie plików danych w różnych formatach i poprawek RTK (w tym sieciowych), sterowanie stacją przez internet	Leica Spider/pełna automatyczna obsługa stacji, generowanie plików danych w różnych formatach i poprawek RTK (w tym sieciowych), sterowanie stacją przez internet	TopNET (obsługa GPS/ GLONASS, obsługa via internet, pełna konfiguracja i obsługa odbiornika, wgrzywanie firmware, automatyczna obsługa FTP, funkcje alarmowe
ZASILANIE STACJI BAZOWEJ (rodzaj baterii, liczba, rodzaj, zasilanie zewnętrzne, sieciowe itp.)	2 niezależne źródła przełączane automatycznie: sieciowe i akumulator, bateria wewnętrzna	2 niezależne źródła przełączane automatycznie: sieciowe i akumulator, bateria wewnętrzna	2 niezależne źródła przełączane automatycznie: sieciowe i akumulator, bateria wewnętrzna	zasilanie wewnętrzne (2 x Li-Ion) oraz dowolne zasilanie zewnętrzne oraz sieciowe
TEMPERATURA PRACY [°C] odbiornik/antena	-40 do +65/-40 do +70	-40 do +65/-40 do +70	-40 do +65/-40 do +70	-40 do +55
NORMA PYŁO- I WODOSZCZELNOŚCI odbiornik/antena	IP67/IP67	IP67/IP67	IP67/IP67	IP66
WYPOSAŻENIE STANDARDOWE	odbiornik, antena standard, zasilacz, karta CF, kable, oprogramowanie Spider	odbiornik, antena standard, zasilacz, karta CF, kable, oprogramowanie Spider	odbiornik, antena standard, zasilacz, karta CF, kable, oprogramowanie Spider	w zależności od konfiguracji
GWARANCJA [lata]	1	1	1	1
CENA NETTO ZESTAWU STANDARDOWEGO [zł] (odbiornik + antena + oprogramowanie)	od 100 000	od 90 000	od 60 000	w zależności od konfiguracji
DYSTRYBUTOR	Leica Geosystems Sp. z o.o., Czerski Trade Polska Ltd., IG T. Nadowski s.j.	Leica Geosystems Sp. z o.o., Czerski Trade Polska Ltd., IG T. Nadowski s.j.	Leica Geosystems Sp. z o.o., Czerski Trade Polska Ltd., IG T. Nadowski s.j.	TPI Sp. z o.o.



Topcon	Topcon	Trimble	Trimble	Trimble	Trimble
<b>Odyssey RS</b>	<b>NET-G3</b>	<b>Net RS</b>	<b>Net R5</b>	<b>SPS 750</b>	<b>SPS 850</b>
brak danych	2007	brak danych	2006	brak danych	brak danych
L1/L2 faza, kod C/A i P; GLONASS, WAAS/EGNOS	L1/L2 faza, kod C/A i P; GLONASS, Galileo, WAAS/EGNOS	L1/L2 faza, kod C/A i P L2C; WAAS/EGNOS	L1/L2 faza, kod C/A i P, L2C, L5; GLONASS, WAAS/EGNOS	L1/L2 faza, kod C/A i P; WAAS/EGNOS	L1/L2 faza, kod C/A i P, L2C, L5C, L5; GLONASS, WAAS/EGNOS
40	72	24	72	24	72
1-20	1-20	1, 2, 5, 10	1, 2, 5, 10	10	2, 5, 10, 20
3 + 1/5 + 1 10 + 1,5/15 + 2 brak danych	3 + 0,5/5 + 0,5 10 + 1,5/15 + 2 brak danych	5 + 0,5/5 + 1 nie dotyczy nie dotyczy	5 + 0,5/5 + 1 10 + 1/20 + 1 0,25/0,50	5 + 0,5/5 + 1 10 + 1/20 + 1 0,25/0,50	5 + 0,5/5 + 1 10 + 1/20 + 1 0,25/0,50
tak tak tak tak	tak tak tak tak	tak tak tak tak	tak tak tak tak	tak tak tak tak	tak tak tak tak
RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, CMR, CMR+, JPS	RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, CMR, CMR+, JPS	CMR, CMR+, BINEX, RTCM 2.1, 2.3	CMR, CMR+, BINEX, RTCM 2.1-2.3, 3.0	CMR, CMR+, RTCM 2.1-2.3, 3.0	CMR, CMR+, RTCM 2.1-2.3, 3.0
JPS, RINEX	JPS, RINEX	DAT, RINEX	DAT, RINEX	DAT, RINEX	DAT, RINEX
3 x RS-232, USB, ethernet, zasilanie zewnętrzne, antena, opcja: pps, event marker, I/O frequency	4 x RS-232, USB, Ethernet, PPS, event marker, zasilanie, antena, I/O frequency	4 x RS-232, LAN	3 x RS-232, LAN, Bluetooth, USB	Lemo 7pin, RS-232, Bluetooth, USB	Lemo 7pin, RS-232, Bluetooth, USB
do 1 GB 2 opcja  tak 159 x 242 x 59 1,9	do 8 GB (karta pamięci) 1 opcja  tak 165 x 91 x 310 brak danych	150 lub 950 brak tak  nie 228 x 140 x 65 1,6	59, twardy dysk przez USB brak tak  nie 240 x 120 x 50 1,55	2 16 + 4 bezpośrednie podłączenie do komputera brak danych 240 x 120 x 50 1,55	27 16 + 4 bezpośrednie podłączenie do komputera brak danych 240 x 120 x 50 brak danych
Choke Ring z elementem Dorne & Margolin CR-3 lub CR-4 380 x 410 (śr. x wys.)	Choke Ring z elementem Dorne & Margolin CR-3 lub CR-4 380 x 410 (śr. x wys.)	Zephyr Geodetic lub EDO Dorne & Margolin brak danych	Zephyr Geodetic 2 EDO Dorne & Margolin brak danych	Zephyr Geodetic 2 brak danych	Zephyr Geodetic 2 brak danych
4,4	4,4	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
multipath, co-op tracking, anti-jamming	multipath, co-op tracking, anti-jamming	Trimble-R Track dla L2C, Maxwell - redukcja sygnałów odbitych, wzmacnianie sygnału	Trimble-R Track dla L2C, Maxwell - redukcja sygnałów odbitych, wzmacnianie sygnału	Trimble-R Track dla L2C, Maxwell - redukcja sygnałów odbitych, wzmacnianie sygnału	Trimble-R Track dla L2C, Maxwell - redukcja sygnałów odbitych, wzmacnianie sygnału
TopNET (obsługa GPS/GLONASS, obsługa via internet, pełna konfiguracja i obsługa odbiornika, wgrywanie firmware, automatyczna obsługa FTP, funkcje alarmowe)	TopNET (obsługa GPS/GLONASS, obsługa via internet, pełna konfiguracja i obsługa odbiornika, wgrywanie firmware, automatyczna obsługa FTP, funkcje alarmowe)	GPSBase, każdy odbiornik posiada własną stronę WEB	GPSBase, każdy odbiornik posiada własną stronę WEB	GPSBase, każdy odbiornik posiada własną stronę WEB	GPSBase, każdy odbiornik posiada własną stronę WEB
zasilanie wewnętrzne (2 x Li-Ion) oraz dowolne zasilanie zewnętrzne oraz sieciowe	dowolne zasilanie zewnętrzne oraz sieciowe	wewnętrzna Li-Ion	wewnętrzna Li-Ion	wewnętrzna Li-Ion	wewnętrzna Li-Ion
-40 do +55	-40 do +60	-40 do +65	-40 do +65	-40 do +65	-40 do +65
IP66	IP67	IPX5, 100% hermetyczny	IP67	IP67	IP67, MIL-STD 810F, Method 507.4
w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji	kable połączeniowe, transmisyjne, zasilające, oprogramowanie, przejściówki USB-RS, zasilacz 230 V			
1	1	do 6	do 6	do 6	do 6
w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
TPI Sp. z o.o.	TPI Sp. z o.o.	Geotronics	Geotronics	Geotronics	Geotronics