

Aktywna Sieć Geodezyjna dla województwa śląskiego
(założenia techniczne i porównania zagraniczne)

Start ASG

RYSZARD PAZUS

Na wstępie warto przypomnieć, że GUGiK w swoich działaniach związanych z technologią GPS kieruje się głównie jej użytecznością dla krajowej służby geodezyjnej i kartograficznej. Idea budowy Aktywnej Sieci Geodezyjnej (ASG-PL) na terenie Polski jest realizacją tej polityki. P o burzliwych i niekiedy nazbyt gwałtownych dyskusjach nad techniczno-ekonomicznym badaniem wykonalności systemu geodezyjnych stacji permanentnych GPS i projektem technicznym ASG-PL nadeszła pora na realizację tego zamierzenia.

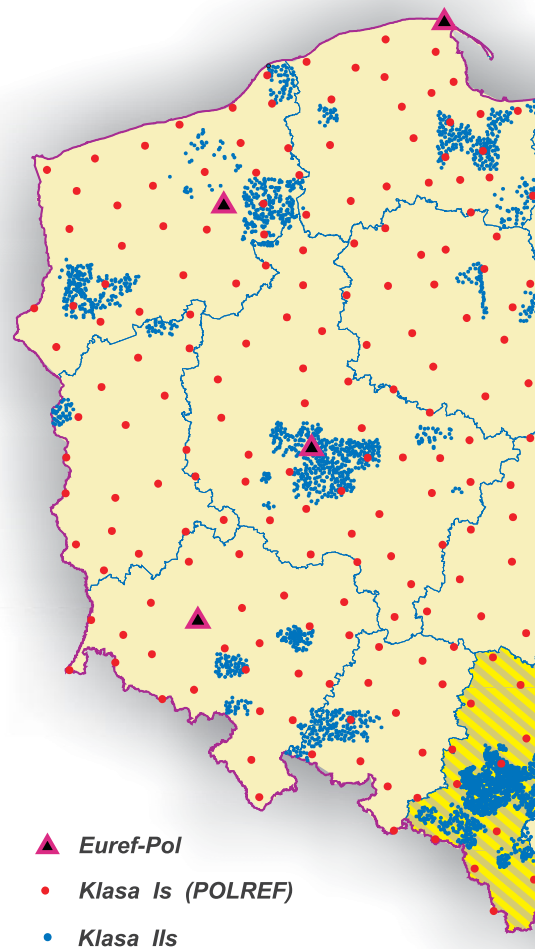
Projekt ASG będzie w swej pilotażowej fazie realizowany z budżetu GUGiK. W końcowych warunkach technicznych do projektu znalazła się znaczna część propozycji wysuwanych przez środowisko, chociaż nie wszystkie mogły być uwzględnione (dotyczy to zwłaszcza tych, które rzutowały na wzrost kosztów). Wobec bardzo różnych opinii i wyobrażeń o tym, jak ten system powinien wyglądać, do jego wykonania należy przystąpić ze szczególną rozważą. Stąd też GUGiK podjął decyzję o ograniczeniu pilotażu do obszaru jednego województwa. Zakłada się, że ASG-PL będzie wykonana w bardzo popularnej ostatnio technologii informatycznej, tzw. otwartego standardu. Stąd ogromne zainteresowanie tym projektem ze strony Śląskiego Urzędu Marszałkowskiego, który zamierza wkrótce po uruchomieniu ASG-PL rozbudować sieć omodułu przetwarzania w czasie rzeczywistym. W tej sprawie zostało już nawet zawarte porozumienie między głównym geodetą kraju i marszałkiem województwa śląskiego o wspólnym finansowaniu projektu. W czasie, kiedy ukaże się ta publikacja, uruchomiona już będzie procedura zamówienia publicznego.

● Technologia otwartego standardu

Zastosowanie otwartego standardu w technologii geodezyjnej nie jest tylko marketingowym sloganem. Warto w tym miejscu posłużyć się przykładem takiego standardu w informatyce. W dużym skrócie polega on na tym, że rozwiązanie opracowane za pomocą jednej technologii (np. systemu operacyjnego Windows) funkcjonuje również w innych środowiskach technicznych. Przykładem standardu otwartego jest np. stosowany w Internecie protokół transmisji danych TCP/IP. Dzięki niemu w globalnej sieci mogą porozumiewać się zarówno komputery MacIntosh, pecety, jak i stacje robocze pracujące w systemie operacyjnym Unix.

Technologię otwartego standardu można też zastosować w ASG-PL. Uniknie się w ten sposób strat wynikających z szybkich zmian technologicznych. Z tego typu problemem borykają się zagraniczne systemy geodezyjnych stacji permanentnych. W swych pierwotnych założeniach były one dalekie od stosowania standardu otwartego. Dzi-

siaj, chociaż ciągle są w fazach wdrożeniowych, muszą być modernizowane przy sporych nakładach finansowych. Mówiąc o systemach zagranicznych, mamy przede wszystkim na myśli: brytyjski (Active GPS Network), amerykański (CORS), szwajcarski (AGNES), niemiecki (SAPOS), szwedzki (SWEPOS) i system japoński. Zostały one wymienione w kolejności wykorzystania doświadczeń służb geodezyjnych tych

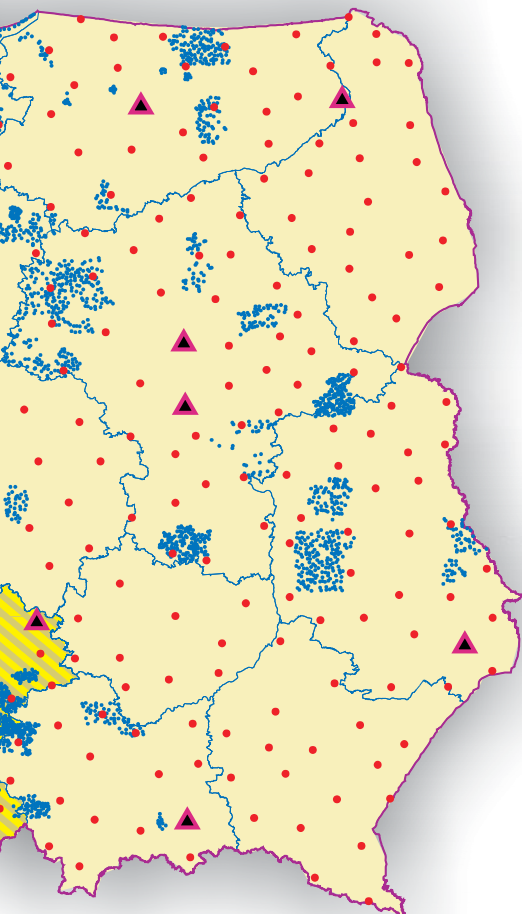


Rys. 1. Punkty sieci pasywnej GPS klasy I_s i II_s

krajów przy przygotowywaniu założeń systemu polskiego. Należy jednak podkreślić oryginalność polskiego projektu uwzględniającego właśnie zastosowanie technologii otwartego standardu.

● Postprocessing a czas rzeczywisty

W wielu publikacjach dotyczących systemów pracujących w czasie rzeczywistym (*real time*) brak istotnych informacji powoduje często dezorientację czytelnika. Zasadniczą różnicą dla użytkownika GPS jest moment otrzymania wyniku pomiaru. Załóżmy, że tym wynikiem są współrzędne określonych punktów. W postprocessingu uzyskuje się je po powrocie z terenu. Wtedy obliczenia mogą być odpowiednio przetworzone, a co najważniejsze, właściwie skontrolowane. Kontrolę taką można wykonać na wiele sposobów. W geodezji bowiem, jak w ruchu drogowym, obowiązuje zasada ograniczonego zaufania. Stąd wywodziło się klasyczne wykonywanie kontroli sumowych czy też „sprawdzanie na drugą rękę”. Tego komfor-



tu nie daje system pracujący w czasie rzeczywistym, chociaż i w tym przypadku można projektować pomiar z wystarczającym prawdopodobieństwem niepopelnienia błędów grubych (omyłek). Jednakże od wykonawcy takich pomiarów wymaga się większych umiejętności i zaangażowania. Pomiar taki wymaga zdecydowanie droższego wyposażenia niż w przypadku postprocessingu. Dodatkowo dochodzą do tego koszty transmisji w sieci GSM, którymi obarcza się użytkowników. W ASG-PL nie bierze się pod uwagę użycia sieci radiowej (konwencjonalnej) z uwagi na bardzo wysoki koszt takiej inwestycji i późniejszej konserwacji systemu. Takie przedsięwzięcie byłoby całkowicie nieopłacalne.

Skoro tak, to należy zapytać, kiedy niezbędne są pomiary w czasie rzeczywistym? Okazuje się, że taka potrzeba nie występuje zbyt często. Najczęściej zdarza się to w ramach geodezyjnej obsługi inwestycji. Nasuwa się więc wątpliwość, czy takie pomiary powinny być wykonywane w ramach systemu finansowanego z kieszeni podatnika. Czy nie powinien tego zapewniać typowy system komercyjny?

Zostawiając ten wątek na uboczu, należy jedynie podkreślić bezzasadność wykonywania tą metodą pomiaru w terenie, gdy otrzymane w czasie rzeczywistym (a więc bezpośrednio na stanowisku pomiarowym) współrzędne punktów są i tak wykorzystywane i przetwarzane w biurze. Przypadek ten występuje prawie zawsze, kiedy część pomiaru musi być wykonana metodami klasycznymi.

W wymienionych wcześniej rozwiązaniach zagranicznych wprowadzanie systemu w czasie rzeczywistym nie następowało od razu z systemem pracującym w postprocessingu. Przykładem może być szwajcarski AGNES, w którym eksperymentalnie wprowadzono taką możliwość w kwietniu bieżącego roku (system nazwano Swipos). Takich planów nie mają jak na razie służby geodezyjne USA i Wielkiej Brytanii. Nic w tym dziwnego, gdyż koszty jednokierunkowego przesyłania danych ze stacji referencyjnych do centrum zarządzania dla potrzeb postprocessingu są bardzo niskie. Do tego celu wystarcza ISDN (W. Brytania, Szwajcaria, Japonia) lub lepiej – nowa usługa GPRS w telefonii komórkowej GSM.

● Stacje referencyjne ASG-PL

Zrezygnowanie z budowy monumentów jest istotną cechą projektu ASG-PL. Wymóg taki istniałby, gdyby stacje referencyjne wchodziły do sieci punktów przeznaczonych do badań przemieszczeń ruchów skorupy ziemskiej i płyt tektonicznych.

Najważniejsze cechy Aktywnej Sieci Geodezyjnej ASG-PL

1. ASG-PL odgrywa rolę osnowy podstawowej, szczegółowej i pomiarowej, innymi słowy: jest to sieć dla potrzeb geodezji wyższej i niższej (jeśli użyć zarzuconego już, ale wiernie oddającego sens, podziału). Tej cechy nie posiada żaden z systemów zagranicznych.
2. Stacje referencyjne ASG-PL mogą obsługiwać systemy postprocessingu i czasu rzeczywistego równocześnie (w tym również kodowego DGPS).
3. W razie potrzeby stacje referencyjne mogą być przenoszone w inne miejsce przy minimalnych kosztach instalacji. Stacje są bezobsługowe, a ich anteny nie wymagają kalibracji, tzn. nie ma potrzeby związywania geodezyjnego centrum fazowego anteny, innego niż samo wyznaczenie poprzez nawiązanie do stacji permanentnych EUREF.

Należy się tutaj dodatkowe wyjaśnienie: ASG-PL nie nadaje się bezpośrednio do monitorowania ruchów skorupy ziemskiej (choć jest to możliwe w sposób pośredni). Jednak obszar Polski takiego dodatkowego monitorowania, poza istniejącymi stacjami IGS (International Geodynamic Service), nie wymaga. Nie ma więc potrzeby zakładania kosztownych, monumentalnych stacji referencyjnych (np. wzorem USA i Japonii, gdzie problemy ruchów skorupy ziemskiej mają istotne znaczenie).

4. System jest otwarty i może współpracować z zainteresowanymi instytucjami, które mogą podłączać się do niego ze swoimi aplikacjami, bądź też rozszerzać sieć na swoje obszary działania przy minimalnych kosztach własnych (jest to w zasadzie koszt stacji referencyjnych i łączy telekomunikacyjnych).
5. Koszty założenia systemu muszą być najniższe z możliwych, a system (mimo to) nowoczesny i uniwersalny, co oznacza: atrakcyjny dla możliwie największego grona użytkowników.
6. Nie zakłada się potrzeby specjalnego przygotowania technicznego ze strony użytkowników systemu. We wszystkich wątpliwych przypadkach powinien wystarczyć dział FAQ (*frequently asked questions*) dobrze prowadzonej strony internetowej systemu.

7. Nie zakłada się pełnej umiejętności wykonawcy przeprowadzania (zgodnie ze standardami technicznymi) przeliczeń między obowiązującymi układami współrzędnych. Prace te powinny być wykonywane przez autoryzowane Centrum Przetwarzania. Obliczenia mogą być zdecentralizowane jedynie przy zagwarantowaniu spełnienia obowiązujących wymagań i standardów technicznych.
8. Przetwarzanie danych użytkownika musi być wykonywane automatycznie, z wyjątkiem sytuacji nietypowych, w których należy zastosować przetwarzanie interaktywne.
9. Rezultaty otrzymane poprzez ASG-PL muszą być zgodne z obowiązującymi standardami technicznymi w geodezji i kartografii (nie dotyczy to aplikacji funkcjonujących poza służbą geodezyjną i kartograficzną).
10. Dla pomiarów sytuacyjno-wysokościowych zakłada się wykorzystanie technologii sieci modularnych, przy zastosowaniu specjalnie wyprodukowanego odbiornika (dedykowanego dla systemu ASG-PL) w postaci małej puszki na końcu typowej tyczki geodezyjnej lub masztu teleskopowego montowanego z dostępnych na rynku elementów. Odbiornik byłby zabezpieczony przed kradzieżą i niepowołanym wykorzystaniem.
11. Odległości pomiędzy stacjami referencyjnymi muszą gwarantować otrzymanie określonych w standardach dokładności osnowy pomiarowej bez potrzeby stosowania odbiorników dwuczęstotliwościowych. Dokładności te mają być zapewnione przy nawiązaniu do trzech najbliższych stacji i rozsądnym czasie obserwacji (w zasadzie nie przekraczającym pół godziny). Tej cechy nie posiada żaden system zagraniczny, z niej też wynika początkowe założenie projektu, aby odległości między sąsiednimi stacjami nie przekraczały 50 km.
12. W systemie ASG-PL model geoidy niwelacyjnej musi zapewniać redukcję do obowiązującego układu wysokości z dokładnością jak dla III klasy osnowy wysokościowej. Do obowiązków inwestora (GUGiK) należy przygotowanie procedur kalibracji anten użytkowników na specjalnie przygotowanych punktach odniesienia (w bliskim otoczeniu stacji referencyjnych). Kalibracje te wykonywałby użytkownik odbiornika GPS (stacje referencyjne takiej procedury nie wymagają). ■

Zakłada się, że w ASG-PL stacje referencyjne będą całkowicie bezobsługowe, a ich lokalizacja nie będzie wymagać kosztownych adaptacji i wydzielonego terenu. Najlepszym miejscem dla nich byłyby stabilne budynki. Nie zakłada się również specjalnego markowania położenia anteny i prób określenia położenia centrum fazowego anteny innymi metodami niż za pomocą GPS. Położenie tych stacji byłoby monitorowane w cyklu dobowym w nawiązaniu do polskich stacji permanentnych. Do tego celu planuje się użycie oprogramowania Bernese (wzorem międzynarodowej służby geodynamicznej IGS). Tak projektowane stacje referencyjne dają bardzo duże oszczędności, szczególnie widoczne w przypadku rozszerzania systemu na dalsze obszary. Dla przykładu warto zapoznać się z kosztami stabilizacji stacji referencyjnej CORS. Stacja taka jest ustawiana na monument w kształcie walca ze zbrojonego betonu; walec ten w części podziemnej ma średnicę 45 cm i sięga na głębokość 3 m, a w części nadziemnej ma wysokość 1,5 m i średnicę 30 cm. Koszt instalacji takiej stacji ocenia się na około 19-29 tys. dolarów (geodezyjny odbiornik GPS z dokładnym sensorem meteorologicznym i anteną typu choke-ring, chroniącą przed wpływem odbić sygnału – 14-20 tys. dolarów, monument dla posadzenia anteny – 1-3 tys. dolarów, kabel antenowy z kanałem podziemnym – 0,5-3 tys. dolarów, komputer z podtrzymaniem napięcia, połączeniem do Internetu i akcesoriami – około 3 tys. dolarów). Do tego dochodzą jeszcze niemałe koszty wydzielenia działki i jej zabezpieczenia.

● Rozmieszczenie stacji referencyjnych

Żaden z działających systemów zagranicznych nie przewiduje zastosowania tanich odbiorników jednoczęstotliwościowych lub specjalnie dedykowanych konstrukcji odbiorników. Są to więc systemy nastawione na użytkownika, któremu potrzebne są nawiązania równoważne z naszą osnową podstawową. W Polsce, gdzie osnowa pozioma I klasy składa się z 6886 równomiernie rozmieszczonych punktów, których położenie jest określone z najwyższą dokładnością (na dodatek wyrównanych w obowiązującym w Europie układzie EUREF-89), taki system nie miałby racji bytu. Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że nasza osnowa pozioma II klasy składa się z 64 322 punktów (wyrównanych w tym układzie), z błędem położenia punktu nie większym niż 5 cm względem punktów I klasy, to wręcz narzuca się odmienne podejście do tego zagadnienia w projekcie ASG-PL.

Musi to być system umożliwiający prawie bezpośrednio wykonywanie pomiarów sytuacyjno-wysokościowych, a więc system głównie dla zakładania osnowy pomiarowej. Nie można też przyjmować, że geodeta czy też firma geodezyjna zainwestuje w tym celu w dwuczęstotliwościowe odbiorniki geodezyjne GPS (z wszystkimi dodatkowymi uciążliwościami wynikającymi z organizacji pomiaru, chociażby koniecznością pilnowania instrumentów w terenie). Te założenia narzucają z kolei warunek, aby punkty stacji referencyjnych nie były oddalone od siebie więcej niż o 50 km. Takie rozmieszczenie pozwala na otrzymanie wymaganych dokładności w sesji pomiarowej trzech wektorów do najbliższych stacji (np. w sesji 30-minutowej z obserwacjami co 10 sekund). Należy podkreślić, że w tym czasie geodeta wykonywałby zwykłe czynności pomiarowe, nawiązując się do wyznaczonego w tym czasie punktu lub punktów. Potwierdza to konieczność zwracania uwagi na koszty stacji referencyjnych, których po prostu musi być więcej.

● Systemy zagraniczne a polski

W amerykańskim CORS (Continuously Operating Reference Stations) wymaga się od użytkownika wykonywania pomiarów na punkcie przy użyciu geodezyjnego odbiornika dwuczęstotliwościowego przez minimum 2 godziny. Na rys. 2 pokazano zestawienie wyników otrzymanych z przykładowej obserwacji. Należy dodać, że odległości do stacji referencyjnych w CORS dochodzą do 400 km. W Polsce nie ma sensu budowanie takiego systemu, bo odpowiednie dane można otrzymać bez problemu z dostępnych poprzez Internet obserwacji prowadzonych na stacjach permanentnych EUREF. Oczywiście pozostaje problem przetwarzania, które wymaga dość wyrafinowanego oprogramowania. Oprogramowanie takie będzie wykorzystywane do monitorowania stabilności punktów referencyjnych ASG-PL – można więc zakładać, że założenie ASG-PL otworzy równocześnie możliwości przetwarzania obserwacji dla użytkowników na obszarze całego kraju. W tym przypadku wymagane byłyby oczywiście znacznie dłuższe sesje pomiarowe i dwuczęstotliwościowe geodezyjne odbiorniki GPS.

Z ciekawszych systemów zagranicznych na uwagę zasługuje angielski Active GPS Network. Ma on najbardziej przejrzyste prowadzony portal internetowy, na dodatek Ordnance Survey (angielski odpowiednik GUGiK) podkreśla, że narodowa osnowa GPS,

to nie tylko stacje aktywne, ale również pasywne. Do stacji pasywnych zalicza się wyznaczone przy użyciu GPS punkty osnowy geodezyjnej. Na uwagę zasługuje fakt bezpłatnego udostępniania wszystkich współrzędnych punktów osnowy w Internecie. Angielską osnowę GPS tworzą: 30 punktów sieci aktywnej i ponad 1000 punktów sieci pasywnej. Na wszystkich punktach aktywnych obserwacje rejestrowane są przez 24 godziny w cyklu 15-sekundowym. Codzienny pakiet jest przesyłany przez ISDN

triangulacyjnej, którą zdegradowano z uwagi na niespełnianie kryteriów dokładności, podczas gdy w Polsce wszystkie punkty osnowy I i II klasy przywrócono do obowiązującego standardu dokładności (łącznie 67 556 punktów)! To oczywiście powoduje, że nasz projekt – ASG-PL – znacznie różni się od angielskiego.

W systemie angielskim do osiągnięcia dokładności poziomej 1 cm (błąd położenia punktu), potrzebna jest co najmniej jednogodzinna sesja pomiarowa (z cyklem 15-se-

planów na przyszłość, które dokument opisuje następująco:

„Postęp technologiczny wpływa na potrzebę dogęszczania sieci CORS. Jeśli przyjmie się, dla przykładu, że naszym ewentualnym celem ma być dostarczanie centymetrowej dokładności w czasie rzeczywistym, to cel ten mógłby być osiągnięty rok temu poprzez sieć CORS, składającą się ze stacji rozmieszczonych w odległościach około 10 km. Jednakże dzisiaj ten cel osiągnęła Szwajcaria w sieci punktów referencyjnych odległych od siebie mniej więcej o 50 km (dane GPS ze szwajcarskich stacji referencyjnych są transmitowane do centrum, gdzie systematyczne błędy wpływające na przetwarzanie – podobnie jak w przypadku refrakcji atmosferycznej – są określone, poprzez modelowanie i interpolację, w celu dostarczenia poprawek korekcyjnych dla odbiorników ruchomych). Przypuszczalnie w ciągu kilku lat technologia pozwoli na otrzymywanie w czasie rzeczywistym dokładności centymetrowej przy stacjach referencyjnych odległych od siebie o więcej niż 100 km. Już teraz NASA Jet Propulsion Laboratory ogłosiła możliwość otrzymania w czasie rzeczywistym dokładności decymetrowej przy użyciu jedynie 18 globalnie rozmieszczonych stacji referencyjnych GPS. Stąd » potrzebę dogęszczania« prawdopodobnie lepiej oddaje fraza » potrzeba nowej wersji« sieci CORS gwarantującej utrzymanie postępu technologicznego”.

Mając m.in. to na uwadze, zakłada się, że projektowanie ASG w technologii standardu otwartego powinno ograniczyć w znacznym stopniu koszty zmian i modernizacji systemu wynikające z postępu technologicznego.

dr **Ryszard Pazus** jest dyrektorem Departamentu Geodezji GUGiK

Literatura:

1. Brockmann E., Grunig S., Hug R., Schneider D., Wüger A., Wild U., *National Report of Switzerland – Introduction and first applications of a Real Time Precise Positioning Service using the Swiss Permanent Network „AGNES”*, Sympozjum EUREF, 16-18 maja 2001, Dubrownik, Chorwacja
2. Chin M. & CORS Data Management and Site Installation Team, *CORS Information*, CORS Industry Forum, National Geodetic Survey, March 26, 2001
3. Soler T. & CORS Team, *NGS Products for Accurate GPS Positioning*, CORS Industry Forum, National Geodetic Survey, March 26, 2001
4. Cruddace P., Greaves M., *National Report of Great Britain*, Sympozjum EUREF, 16-18 maja 2001, Dubrownik, Chorwacja
5. *Initial Response to Forum Feedback*, CORS Industry Forum, National Geodetic Survey, March 26, 2001

```

NGS OPUS SOLUTION REPORT
=====
USER: gerry@mozart.gdln.noaa.gov      DATE: March 10, 2000
RINEX FILE: 0008322x.99a             TIME: 18:55:54 UTC

SOFTWARE: page5 0003.09              START: 1999/11/18 13:32:00
EPOCHS: igs10364.eph (SP3AP)         STOP: 1999/11/18 18:05:00
RAW FILE: brdc3220.99n               ORS USED: 9302 / 9447
ANT NAME: ASH700936C.H              # FIXED ANTS: 20 / 31
ANT HEIGHT: 2.0091                  OVERALL RMS: .0188 (m)

REF FRAME: ITRF96                    REF FRAME: WAD83

X (m): 855240.5411 0.0192            855250.0502 0.0320
Y (m): -5488771.0160 0.1068          -5488772.5734 0.0891
Z (m): 3123538.3983 0.0054          3123538.6595 0.0329

LAT: 29 30 48.37447 0.0473          29 30 48.35598 0.0385
E LON: 278 51 23.39245 0.0323        278 51 23.40223 0.0179
W LON: 81 8 36.60755 0.0323         81 8 36.59777 0.0179
EL HGT: -29.5803 0.0916              -24.0442 0.0863

BASELINE LENGTH (m)
0008 TO cev3 130479.3953
0008 TO chs1 380400.4523
0008 TO ekyl 264510.5766

This position was computed without any knowledge by the National Geodetic
Survey regarding equipment characteristics or field operating procedures.

OPUS                                     G. L. Mader, N. D. Weston
    
```

Rys. 2. Zestawienie wyników przykładowej obserwacji. Współrzędne punktu otrzymano z wyrównania do trzech najbliższych punktów odniesienia odległych od punktu wyznaczonego o 130, 380 i 265 km. W wyniku obserwacji trwającej 4 godziny i 33 minuty otrzymano błąd położenia punktu po wyrównaniu równy 0,0188 m

do centrum w Southampton (siedziba Ordnance Survey), gdzie jest dodawany do danych na serwerze do natychmiastowego wykorzystania. Dane przechowuje się przez miesiąc. Rozmieszczenie stacji aktywnych jest zróżnicowane i zależy od regionu; na terenach najbardziej zainwestowanych odległości między stacjami wynoszą około 75 km, jedynie w zachodniej Szkocji znajdują się obszary, gdzie punkty oddalone są od siebie o 100-130 km. Dla porównania system CORS składa się z 216 stacji (dane na koniec marca br.). Polska ma obecnie 3652 punkty sieci pasywnej GPS klasy I_s i II_s, według najnowszego standardu technicznego instrukcji G-2 (na rys. 1 pokazano rozmieszczenie tych punktów – widać wyraźnie, że na obszarze województwa śląskiego będzie można dodatkowo łatwo sprawdzić pomiary na punktach sieci pasywnej). Nie należy zapominać, że powierzchnia Wielkiej Brytanii stanowi około 2/3 powierzchni Polski.

Interesujący jest fakt wykluczenia w Wielkiej Brytanii dawnej podstawowej osnowy

kundowym), dobry odbiornik dwuczęstotliwościowy i odpowiednie oprogramowanie, bo przetwarzanie danych pozostawiono (odmiennie niż w CORS) użytkownikowi.

Z tego krótkiego porównania widać, jak znaczne są różnice pomiędzy ASG-PL a systemami zagranicznymi.

● Kierunki rozwoju

26 marca br. amerykański National Geodetic Survey (NGS) zorganizował „CORS Industry Forum” poświęcone, między innymi, ocenie działania systemu CORS w trzy lata po jego wprowadzeniu. Ciekawe jest końcowe podsumowanie zespołu NGS. Stwierdza się w nim, że w ciągu trzech lat opinia użytkowników na temat CORS zmieniła się z „trudny do pracy” na „przyjazny”. Wymienia się też cztery podstawowe zadania wymagające dopracowania. Są to: doskonalenie standardów i wytycznych technicznych, edukacja użytkowników, zagęszczanie osnowy CORS i kooperację z zainteresowanymi tym systemem instytucjami w celu rozszerzenia sieci. Na uwagę zasługuje omówienie