

Spojrzenie na ASG-EUPOS od strony użytkownika serwisu POZGEO, cz. III

## RAPORT POZGEO

Jest jeszcze trochę do zrobienia, aby system ASG-EUPOS wyczełować i aby był bardziej przyjazny dla użytkowników. Nie będzie to wymagało jakiegoś specjalnego wysiłku, więc rokowania są optymistyczne. Problem jednak w popularyzacji systemu i doskonaleniu metod pomiarowych, aby były dostępne dla większej rzeszy geodetów.

RYSZARD PAŻUS

**A**SG-EUPOS z serwisem POZGEO jako internetową aplikacją, która umożliwia użytkownikom przesłanie obserwacji z odbiornika satelitarnego do automatycznego postprocesingu, jest oryginalnym rozwiązaniem, rzadko używanym przez służby geodezyjne poszczególnych krajów. A system pomiarów kinematycznych RTK i RTN na taką skalę to już ewenement, bo chyba żadna z zagranicznych służb nie pozwoliła sobie na luksus finansowania takiego rozwiązania z kieszeni podatnika. Najbardziej zaawansowany system CORS (amerykański) nie ma takiego przedsięwzięcia nawet w planach.

Oryginalność ASG-EUPOS polega też na tym, że odpowiedzialność za jakość produktu finalnego, którym jest wyznaczenie współrzędnych, dzieli się między wykonawcę pomiaru i realizatora postprocesingu, czyli Głównego Geodetę Kraju (Główny Urząd Geodezji i Kartografii). Przyjrzyjmy się więc z pozycji użytkownika, co oferuje druga strona i jak to się ma do obowiązujących standardów technicznych.

### ● NA PRZYKŁADZIE RAPORTU

Najlepiej to zrobić na przykładzie raportu, tutaj w wersji 1.61 (patrz na s. obok). Raport ten jest w przypadku pomiaru statycznego jedynym niezbędnym dokumentem wymaganym dla przyjęcia dokumentacji do zasobu bazowego. Musi on być transparentny, czyli jasny i przejrzysty dla wszystkich, a to oznacza też użytkowników i pracowników ODGiK-ów. Załóżmy, że raport ten oglądamy za dwadzieścia lat, np. przy okazji badania dokumentacji pomiaru dla rozgraniczenia nieruchomości gruntowej. Jasne, że nie może być w nim informacji banalnych. Dla uła-

twienia podzielmy raport na części zaznaczone numeracją w kolorze czerwonym i spróbujmy go skomentować.

### ● CZĘŚCI OD 1 DO 4, CZYLI JAKIE ANTENY I ORBITY

Ze względów formalnoprawnych w raporcie powinno pojawiać się nazwisko wykonawcy. Chyba najlepiej w pozycji „użytkownik”, a login (w przykładzie gd1) można by pozostawić w tym miejscu w nawiasie.

W części 3. zamieszcza się informację z nagłówka pliku tekstowego RINEX. Zbyt szczegółowe dane dotyczące anteny są zbyteczne, bo po wykonanym postprocesingu nie mają żadnego znaczenia praktycznego. Te pozycje w nagłówku RINEX-a są dla potrzeb wysokodokładnych pomiarów. Warto chyba skorzystać z doświadczeń innych systemów. Na przykład w amerykańskim CORS w raporcie jest po prostu uwaga, że jeżeli model anteny występuje w zbiorze anten, to wysokość odnosi się do ARP (*antenna reference point*), a jeśli nie, to zakłada się, że wysokość została podana do centrum fazowego anteny. Przypadek ten dotyczy zwykle anteny jednoczęstotliwościowej, bo w dwuczęstotliwościowych centra fazowe się nie pokrywają. Wystarczy więc podawać nazwę anteny i informację, czy dane kalibracyjne są wzięte z systemu, czy nie.

Ale należy tu dodać, że w raporcie CORS na końcu jest uwaga, która – przetworzona do naszych potrzeb – mogłaby brzmieć następująco: „Współrzędne i wektory zostały obliczone bez wiedzy o użytym wyposażeniu technicznym i polowych procedurach pomiarowych, za które odpowiada wykonawca”. Gdyby taka uwaga została wprowadzona do naszego protokołu, to po złożeniu podpisu przez wykonawcę raport stawałby się dokumentem formalnoprawnym.

Dokument taki powinien również koniecznie funkcjonować w formie cyfrowej z podpisem elektronicznym. Jest to istotne w sytuacji, kiedy odpowiedzialność za jakość jest dzielona między wykonawcę a właściciela systemu ASG-EUPOS.

I wreszcie część 4. – w zależności od upływu czasu między pomiarem a postprocessingiem obliczenia wykonuje się na podstawie dostępnych orbit: *broadcast*, *rapid* lub *precise*. Różnice w wynikach mogą być kilkumilimetrowe, zwłaszcza jeżeli do wyrównania przyjęto długie wektory. Nie ma w tej sprawie wytycznych, czyli wykonawca sam powinien zdecydować o wyborze dokładności orbit, biorąc pod uwagę cel, dla którego jest realizowany pomiar.

### ● CZĘŚĆ 6, CZYLI CZARNA SKRZYNIKA

Jest to najważniejsza część raportu, z której można wyciągnąć sporo wniosków o jakości całego postprocesingu. Na podstawie tego krótkiego wykazu punktów referencyjnych nasuwają się wątpliwości, czy naprawdę mamy do czynienia z technicznie poprawną procedurą obliczeniową.

● Punkt został wyznaczony w nawiązaniu do sześciu stacji referencyjnych, co na pierwszy rzut oka wygląda poprawnie, ale – jak wiadomo – diabeł tkwi w szczegółach.

● Zgodnie z obowiązującymi standardami technicznymi wyznaczenie punktu powinno odbywać się w taki sposób, aby można było wydzielić w konstrukcji geometrycznej dwa niezależne wyznaczenia, oczywiście z odpowiednią, wymaganą dla danej klasy dokładnością. A więc dwa najkrótsze wektory spełniają taki warunek, jeżeli są mierzone w osobnych sesjach obserwacyjnych. Tutaj mamy pomiar w jednej sesji, więc wymagane jest dodatkowe nawiązanie, czyli trzeci punkt. Takie nawiązanie, nie do sześciu stacji referencyjnych, ale trzech najbliższych, jest zdecydowanie poprawniejsze. Daje ono lepszą dokładność lokalną i pozwala uniknąć wpływów błędów refrakcyjnych.

\*\*\*\*\*

ASG-EUPOS Serwis POZGEO wersja 1.61

\*\*\*\*\*

UŻYTKOWNIK :gd1  
 PLIK :145\_05\_3380.080 [1]  
 CZAS POBRANIA :2008-12-03 22:33:30  
 CZAS OBLICZEŃ :2008-12-03 23:20:42

#### RINEX - INFORMACJE

Nazwa punktu : SPYC  
 Numer punktu : 1  
 Wersja RINEX : 2.11  
 Program : teqc 2008Feb15 [2]  
 Instytucja : GeoDigitalGPS  
 Data : 20081203 22:34:05UTC  
 Model anteny : AINFO  
 Numer seryjny ant. : 0  
 Wysokość anteny: 0.0575  
 Początek obserwacji:  
 2008-12-3 9:19:27.0000 Tydzień GPS: 1508 sek. GPS: 292767.0000  
 Koniec obserwacji:  
 2008-12-3 10:17:58.0000 Tydzień GPS: 1508 sek. GPS: 296278.0000

#### ANTENA - INFORMACJE

MODEL WYKORZYSTANY: NONE Numer seryjny: [3]  
 BRAK MODELU ANTENY W BAZIE  
 Info antena L1: DeltaE : 0.00000 DeltaN : 0.00000 DeltaUp : 0.00000  
 Info antena L2: DeltaE : 0.00000 DeltaN : 0.00000 DeltaUp : 0.00000

Wykorzystano orbitę BROADCAST [4]

Lista satelitów w pliku RINEX  
 G29 G30 G24 G31 G5 G2 G12 G21 G10 G16 [5]

#### WYKORZYSTANE STACJE REFERENCYJNE:

Nazwa	Odległość[m]
CBKA	13567.854
NODW	23121.094
SOCH	43537.217
MIMA	47209.310 [6]
RWMZ	69129.059
CCHN	72900.930

#### WYNIKI OSTATECZNE:

Współrzędne kartezjańskie  
 X: 3656147.022 Y: 1394518.625 Z: 5020012.982 [7]  
 mx: 0.0126 my: 0.0126 mz: 0.0126 mp: 0.0218

Współrzędne geograficzne  
 B: 52° 15' 0.95893" L: 20° 52' 39.82351" H\_el: 143.226

Układ 1992  
 X: 488797.331 Y: 628142.814 [8]  
 mx: 0.0051 my: 0.0072 mp: 0.0089

Układ 2000 strefa 3  
 X: 5790751.744 Y: 7491650.206  
 mx: 0.0051 my: 0.0072 mp: 0.0089

Układ 1965 strefa 2 [9]  
 X: 5722581.480 Y: 4560443.884  
 mx: 0.0304 my: 0.0309 mp: 0.0433

Układ UTM strefa 2  
 X: 5788881.187 Y: 4491652.904  
 mx: 0.0051 my: 0.0072 mp: 0.0089

#### WYZNACZONE WYSOKOŚCI PUNKTU:

Wysokość elipsoidalna: 143.2259 mh: 0.0199  
 Undulacja : 31.4338 [10]  
 Kronsztadt 86 : 111.7921 mh: 0.0249

● Dokładność pomiaru wektora spada gwałtownie przy odległościach większych od 40 km, bo wtedy dochodzą dodatkowe błędy niewystępujące w wektorach krótszych – np. błędy refrakcji, błędy orbit (większa różnica między *broadcast a precise*), na dodatek niektóre z nich mogą mieć charakter błędów grubych (*float solution i fixed solution*), co zniekształca ocenę dokładności, która jest ważnym kryterium dla akceptacji pomiaru.

● Na dowód niespójności tej procedury obliczeniowej można zacytować fragment projektu Wytycznych Technicznych G-1.12 (§ 16 pkt 2) dla opracowań autonomicznych, czyli z wykorzystaniem stacji referencyjnych serwisu POZGEO D: *Niezależnie od wybranej metody pomiarów do obliczeń należy przyjąć:*

- 1) dane obserwacyjne z co najmniej dwóch najbliższych stacji ASG-EUPOS,
- 2) dane obserwacyjne z co najmniej trzech najbliższych stacji ASG-EUPOS w przypadku pomiaru poziomych osnów geodezyjnych III klasy oraz osnów realizacyjnych w pomiarach inżynierskich.

Wygląda więc na to, że autorzy post-processingu POZGEO zaserwowali zadanie geodezji wyższej nie bardzo pasujące do celu, jakiemu ten serwis powinien służyć. Widać to na przykładzie raportu, gdzie: do stacji MIMA mamy 47,2 km, do stacji RWMZ – 69,1 km i do CCHN – 72,9 km.

I jeszcze jedna uwaga krytyczna wobec takiej procedury obliczeniowej. Wynik może być niezgodny z dokładnością lokalną na obszarze obiektu mierzzonego.

Moim zdaniem część 6. raportu powinna być rozszerzona o tabelę wektorów do punktów nawiązania z ich składowymi i, co najbardziej istotne, z różnicą wysokości elipsoidalnych otrzymanych z każdego wektora jako oddzielnej obserwacji. Pozwoliłoby to na wykorzystanie systemu do wyznaczania wysokości punktów w sposób znacznie dokładniejszy niż uwzględnianie tylko undulacji, co jest rozwiązaniem przybliżonym, do tej pory nieakceptowanym przez standardy techniczne. Gdyby na dodatek, jako element kontroli wstępnej pomiarów, obliczono z każdego pojedynczego wektora w układzie 1992 współrzędne punktu wyznaczanego, każdy mógłby upewnić się, że „czarna skrzynka” wykonująca post-processing nie zawiera procedur obliczeniowych ignorujących podstawowe zasady i poprawności. A ograniczenie

nawiązań do trzech najbliższych stacji referencyjnych okaże się rozwiązaniem optymalnym.

## • CZĘŚCI 9 I 10, CZYLI TRANSFORMACJE I WYSOKOŚCI

W części 9. już na pierwszy rzut oka uwagę zwraca niedokładne przeliczenie współrzędnych punktu do układu 1965. Wynika to z nieuwzględnienia kryterium dokładności lokalnej, do którego dołożono abstrakcyjną, niepoprawną technicznie „korektę ogólną” [17]. Przeliczenie to jest wykonane niezgodnie z projektem standardu na ten temat (Instrukcja techniczna G-2: Szczegółowa pozioma i wysokościowa osnowa geodezyjna i przeliczenia współrzędnych między układami, GUGiK, Warszawa 2001). Dla raportu tutaj zamieszczonego poprawnie wykonana transformacja daje w wyniku błąd położenia punktu równy 0,019 m, a nie jak w raporcie 0,043 m.

Wyznaczenie w części 10. wysokości punktu tylko poprzez odjęcie undulacji jest rozwiązaniem bardzo przybliżonym i powinno być opatrzone dodatkową informacją klasyfikującą. Brak takiej informacji może spowodować konsekwencje prawne dla operatora systemu, jeżeli wysokość byłaby użyta w pracach związanych z bezpieczeństwem (inwestycje budowlane, drogowe itp.). Dla wyznaczania wysokości punktów niezbędna jest znajomość modelu geoidy (quasigeoidy) z możliwie najwyższą dokładnością. Dlatego było to jednym z kluczowych zadań na początku tworzenia sieci aktywnej ASG-PL. W 2002 roku zakończono prace nad modelem geoidy nazwanej niwelacyjną 2001. Model opracował zespół pracowników Departamentu Geodezji GUGiK (Ryszard Pażus, Sławomir Olejnik) we współpracy z prof. Edwardem Osadą.

Na potrzeby ASG-EUPOS model geoidy niwelacyjnej 2001 został udoskonalony przez prof. E. Osadę w 2008 roku i używany jest obecnie w ASG-EUPOS do przejścia z wysokości elipsoidalnych  $h$  na wysokości normalne  $H$ . W modelu tym, nazywanym quasigeoidą 2001, uwzględniono punkty zagraniczne w pasie przygranicznym, które poprzednio, z braku danych, ekstrapolowano. Na podstawie dostępnych obecnie danych, dokładność modelu można oszacować na 4 mm/km, co stwarza możliwości wyznaczania wysokości punktów w standardzie szczegółowej osnowy wysokościowej IV klasy

(10 mm/km). Ale procedura takiego obliczenia jest inna i wymaga oddzielnego postprocessingu. Opisana została w literaturze – pozycje [3], [10], [11], [12].

## • CZEGO W RAPORCIE POZGEO ZABRAKŁO?

W protokole należałoby umieścić jeszcze kilka dodatkowych informacji. Podpatrując innych, przydałoby się uwzględnić dopiski, np.:

● „Punkt wyznaczony leży poza poligonem utworzonym przez stacje referencyjne” – to dla punktów np. przygranicznych.

● „Najbliższy punkt kontrolny znajduje się: *(tutaj współrzędne punktu, jego klasyfikacja itp.)*” – dane z banku osnów geodezyjnych CODGiK.

● Dla przypadku, kiedy błędy położenia punktu przekraczają określoną wielkość, powinno być też ostrzeżenie użycia punktu z odpowiednim zabezpieczeniem pomiarami kontrolnymi, co oznacza, że operator nie gwarantuje usunięcia wszystkich błędów grubych. Zdarzają się bowiem przypadki, kiedy ocena dokładności w sesji skróconej daje wynik np.  $m_p = 0,039$  m, a w sesji dłuższej poprawia się do wielkości np. 0,007 m, ale przy różnicy we współrzędnych np. o 30 cm, co świadczy o brakach w procedurze kontroli wstępnej obserwacji. A rozwiązanie jest banalnie proste. Wystarczy obliczyć przybliżone współrzędne z każdego oddzielnego wyznaczonego wektora i sprawdzić ich zgodności. Takie sprawdzenie zamieszczone w raporcie byłoby też cennym elementem kontroli jakości, zrozumiałym dla każdego geodety. Aż prosi się w raporcie o zestawienie (np. w układzie 1992) wektorów i ich składowych  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta h$  z obliczeniem odchylenia od średniej. To jest najprostsza i najbardziej zrozumiała kontrola wstępna jakości, mająca dodatkowy atut, bo wielkości  $\Delta h$  mogłyby być wykorzystywane do celów niwelacji satelitarnej.

## • OPTYMISTYCZNE ROKOWANIA

I na koniec jeszcze jedna uwaga ogólna dotycząca aspektów formalnoprawnych. W regulaminie korzystania z systemu ASG-EUPOS wydanym przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii znajduje się taki lapsus: „Wylączną odpowiedzialność za skutki wykorzystania systemu ASG-EUPOS ponosi Użytkownik”. Jest to próba przerzucenia na użytkownika odpowiedzialności za postprocessing wykonany przez właściciela systemu, czyli GUGiK. A więc nie dość, że mamy coś

w rodzaju czarnej skrzynki, to na dodatek jesteśmy za procedury obliczeniowe w tej skrzynce odpowiedzialni. Można porównać to do sytuacji, kiedy np. wzniesiono dom (za 29,9 mln zł, bo taki był koszt systemu ASG-EUPOS), ale budowniczy nie daje gwarancji, że założona wewnątrz infrastruktura techniczna będzie działać jak należy.

Jak widać, jest jeszcze trochę do zrobienia, aby system wyczelować i aby był bardziej przyjazny dla użytkowników. Nie będzie to wymagało jakiegos specjalnego wysiłku, więc rokowania są optymistyczne. Z całą pewnością możemy mówić o nowej jakości w pomiarach geodezyjnych. Problem jednak w popularyzacji systemu i doskonaleniu metod pomiarowych, aby były dostępne dla większej rzeszy geodetów.

DR RYSZARD PAŻUS

jest dyrektorem Departamentu Geodezji GUGiK był jednym z inicjatorów budowy w Polsce sieci ASG

### Literatura:

- [1] Adamczewski Z., 2007: Rachunek wyrównawczy w 15 wykładach, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej;
- [2] Czarnecki K., 1994: Geodezja współczesna w zarysie, Wydawnictwo Wiedza i Życie;
- [3] Instrukcja techniczna „G-2 Szczegółowa pozioma i wysokościowa osnowa geodezyjna i przeliczenia współrzędnych między układami”, GUGiK 2001, wyd. V zmienione (Instrukcja zawiera CD-ROM „Geoida niwelacyjna 2001 i zbiory identyfikatorów punktów I i II klasy”);
- [4] Kadaj R., Świętoń T., 2008: Automatyczny postprocessing w ASG-EUPOS, GEODETA 10 (161);
- [5] Lamparski J., 2001: NAVSTAR GPS od teorii do praktyki, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego;
- [6] Pażus R., 2001: Osnowa w zasięgu ręki, GEODETA 2 (69), [georum.pl/archiwum/2001/69text2.htm](http://georum.pl/archiwum/2001/69text2.htm);
- [6] Pażus R., 2001: Między układami, GEODETA 3 (70);
- [7] Pażus R., 2001: Start ASG, Aktywna Sieć Geodezyjna dla województwa śląskiego (założenia techniczne i porównania zagraniczne), GEODETA 6 (73), [georum.pl/archiwum/2001/73text4.htm](http://georum.pl/archiwum/2001/73text4.htm);
- [8] Pażus R., Osada E., Olejnik S., 2002: Geoida niwelacyjna 2001, GEODETA 5 (84), Magazyn zawiera CD-ROM „Geoida niwelacyjna 2001 i zbiory identyfikatorów punktów I i II klasy”, [georum.pl/archiwum/2002/84text1.htm](http://georum.pl/archiwum/2002/84text1.htm);
- [9] Pażus R., 2002: Supergeoida 2001, GEODETA 8 (87);
- [10] Pażus R., 2004: ASG-PL genetycznie zmodyfikowana, GEODETA 5 (108);
- [11] Pażus R., 2004: 2D+1D=2,5D!, GEODETA 8 (111);
- [12] Pażus R., 2006: Amerykanie nie mają obaw – modernizacja osnowy wysokościowej w USA, GEODETA 5 (132);
- [13] Schrock G., 2007: RTN 101 cykl 15 artykułów „The American Surveyor”, <http://www.amerisurv.com/content/view/3812/150/>;
- [14] Specht C., 2007: System GPS, Wydawnictwo Bernardinum;
- [15] Van Sickle J., 2008: GPS for Land Surveyors, 3rd ed. Taylor & Francis Group CRC Press;
- [16] Wardziak A., 2001: Płotka czy łosć, GEODETA 3 (70);
- [17] Kadaj R., 2009: Jak rachować pomiary GPS?, NAWI (dodatek do GEODETY 3/2009) nr 1(19).