

Powstała na Śląsku sieć ASG-PL jest obecnie udostępniona geodetom do testów. Na razie wyniki otrzymane z serwisu nie mogą być zamieszczane jako dokument w sprawozdaniach. Jednak docelowo sieć będzie służyć geodetom pomocą, a rezultaty jej pracy mają być urzędowo uznawane. W poprzednim artykule opisaliśmy, w jaki sposób pracować z serwisem internetowym [GEODETA 10/2003]. Dziś – konkretne przykłady zastosowań ASG-PL.

Dla geodetów Śląsk jest rejonem szczególnie trudnym. Działalność przemysłu wydobywczego powoduje duże i częste dyslokacje gruntu, a tym samym przemieszczanie się osnowy. Wychodząc w pole, nigdy nie można być pewnym, czy współrzędne punktów wybranych jako nawiązanie są jeszcze aktualne. W rozwiązaniu tego właśnie problemu pomóc ma sieć ASG-PL. Położenie jej punktów jest dzień po dniu monitorowane w nawiązaniu do odległych punktów zlokalizowanych na terenach o dużej stabilności, pracujących w serwisach międzynarodowych. Współrzędne są więc pewne, a każda ich zmiana jest natychmiast kontrolowana pod kątem możliwości wystąpienia przemieszczenia punktu i ewentualnych błędów jego wyznaczenia. Dlatego ASG-PL będzie mogła służyć każdemu geodecie wykorzystującemu technikę GPS do sprawdzenia użytych w pomiarach punktów nawiązania.

● Wylizanie współrzędnych punktów w nawiązaniu do osnowy państwowej

Wyobraźmy sobie, że trzeba założyć kilka par punktów osnowy III klasy dla celów ewidencji gruntów. Obszar prac znajduje się w rejonie znacznych szkód górniczych, a dodatkowo sąsiedztwo granicy państwa powoduje, że dostęp do punktów osnowy państwowej mogących stanowić nawiązanie sieci jest bardzo ograniczony. Z uwagi na szkody górnicze punkty sieci POLREF na Śląsku zostały tak zlokalizowane, by omijać rejon przemieszczeń. Dlatego dowiązanie do najbliższych punktów POLREF-u, nawet dla małego powierzchniowo obiektu, wiąże się z koniecznością przejechania dodatkowych kilkuset kilometrów. Jak znaleźć najbardziej ekonomiczne rozwiązanie tego zadania?

■ Wariant I – dowiązanie do osnowy klasycznej

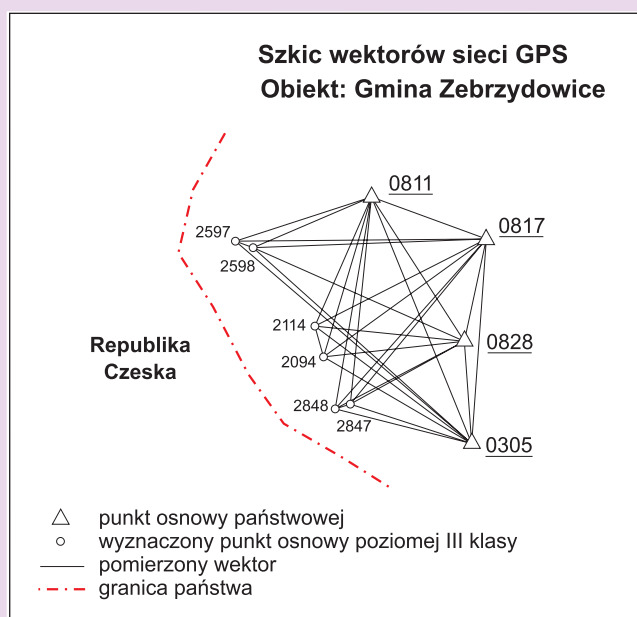
Przykładem mogą być prace przeprowadzone na obiekcie zlokalizowanym na południu gminy Zebrzydowice (rys. 1), dla którego wyznaczono współrzędne x, y par punktów osnowy III klasy dla celów ewidencji gruntów.

Wykonawca ze względu na koszty zdecydował się na nawiązanie do 4 najbliższych punktów osnowy poziomej II klasy usytuowanych, siłą rzeczy, po jednej stronie obiektu. Sieć złożoną z 10 punktów pomierzono za pomocą dwuczęstotliwościowych

Praktyczne wykorzystanie

Pewniej

**MACIEJ ANTOSIEWICZ,
LESZEK JAWORSKI,**



Rys. 1. Gmina Zebrzydowice – szkic wektorów

odbiorników GPS, uzyskując w wyniku pomiaru 45 wektorów o długościach od 180 do 4400 m, które poddano wyrównaniu w układzie geocentrycznym XYZ. Przeciętna wartość poprawki w wyrównaniu swobodnym wyniosła 0,0013 m, a maksymalna 0,0050 m. Istotniejsza jest jednak analiza nawiązania poziomego sieci do układu państwowego, która jednoznacznie potwierdza występowanie szkód górniczych w tym rejonie (wyniki w tab. poniżej).

ODCHYLEKI, BŁĄD ŚREDNI JEDNOSTKOWY I BŁĄD TRANSFORMACJI:

Wykaz odchyłek na punktach łącznych:

Nr punktu	dx	dy	[x,y dane minus x,y obliczone]
305	0.0646	-0.0145	
811	0.0834	-0.0101	
817	-0.0508	-0.0532	
828	-0.0972	0.0778	

Średniokwadratowe odchyłki współrzędnych:

dxs = 0.0761 dys = 0.0480

Ilość elementów nadwymiarowych układu	lu = 4
Błąd średni jednostkowy (dla współrzędnej)	mo = 0.0900
Błąd transformacji (dla punktu)	mt = 0.1272

systemu ASG-PL

i taniej

**JAROSŁAW WAWRZYN,
ANNA ŚWIĄTEK**

Otrzymane w wyniku transformacji metodą Hausbrandta błędy położenia punktów wyniosły od 0,07 m do 0,12 m, czyli jak na warunki tak dokładnego pomiaru GPS były bardzo duże.

Wariant II – dowiązanie do ASG-PL

Z uwagi na metodę pomiaru (statycznie w układzie: 4 odbiorniki na punktach bazowych oraz 2 odbiorniki ruchome) dostępna była dość duża liczba obserwacji wykonanych na punktach nawiązania. Dane dla punktów osnowy poziomej II klasy „przepuszczono” przez system obliczeniowy ASG-PL, wykorzystując do tego 7 stacji obszaru śląsko-krakowskiego, przy czym odległości do nich wynosiły od 24 km (stacja WODZ w Wodzisławiu Śląskim) do 125 km (stacja KLOB w Kłobucku). Błędy położenia punktów zmieściły się w granicach 0,003-0,007 m.

Różnice pomiędzy współrzędnymi katalogowymi a wartościami otrzymanymi w systemie ASG-PL pokazuje tab. poniżej.

Nr pkt.	dx	dy
=====		
305	0.130	-0.070
811	-0.280	-0.030
817	-0.110	-0.020
828	0.130	-0.190

Analiza nawiązania poziomego sieci wykonana z wykorzystaniem współrzędnych osnowy II klasy uzyskanych z ASG-PL dała zupełnie nowe rozwiązanie, a błędy położenia punktów wyznaczone na drodze transformacji metodą Hausbrandta zmieściły się w przedziale 0,001-0,01m (tab. poniżej), a więc były o rząd mniejsze niż w wariantcie I.

ODCHYLEKI, BŁĄD ŚREDNI JEDNOSTKOWY I BŁĄD TRANSFORMACJI:

Wykaz odchyłek na punktach łącznych:

Nr punktu	dx	dy	[x,y dane minus x,y obliczone]
305	-0.0013	-0.0053	
811	-0.0003	-0.0012	
817	-0.0009	-0.0036	
828	0.0025	0.0101	

Średniokwadratowe odchyłki współrzędnych:

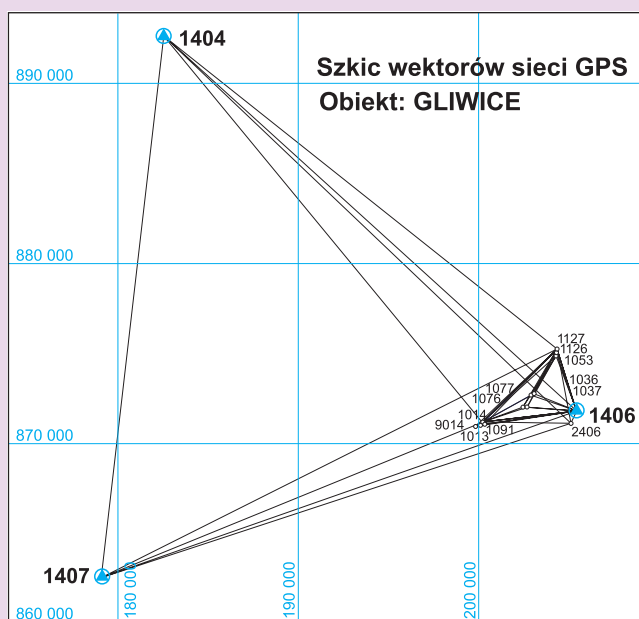
dxs = 0.0015, dys = 0.0060

Ilość elementów nadwymiarowych układu	lu = 2
Błąd średni jednostkowy (dla współrzędnej)	mo = 0.0087
Błąd transformacji (dla punktu)	mt = 0.0124

Wyznaczenie współrzędnych punktów w nawiązaniu do stacji referencyjnych

Wariant I – dowiązanie do sieci POLREF

Innym przykładem mogą być prace prowadzone w rejonie Gliwic. Zadanie, podobnie jak poprzednio, polegało na wyznaczeniu par punktów osnowy poziomej III klasy (rys. 2). W tym przypadku wykonawca zdecydował się na wariant droższy – dowiązanie do najbliższych punktów POLREF. Pomierzona sieć składała się z 15 punktów połączonych wektorami o długości od 0,2 do 31 km. Do wyrównania przyjęto łącznie 57 wektorów, przeciętna wartość poprawki do wektora po wyrównaniu wyniosła 0,0132 m, a wartość maksymalna 0,0504 m (dla wektora o długości 31 km).



Rys. 2. Obiekt Gliwice – szkic wektorów sieci dowiązanej do punktów POLREF

Analiza nawiązania poziomego do sieci wykonana z wykorzystaniem punktów sieci POLREF wskazała na dość dobre wpasowanie w osnowę państwową (tab. poniżej). Wartość przeciętna liczona z wartości bezwzględnych dla współrzędnej X wyniosła 0,0004 m i tyle samo dla współrzędnej Y. Błędy położenia punktów otrzymane w wyniku transformacji metodą Hausbrandta nie przekroczyły 0,01 m.

ODCHYLEKI, BŁĄD ŚREDNI JEDNOSTKOWY I BŁĄD TRANSFORMACJI:

Wykaz odchyłek na punktach łącznych:

Nr punktu	dx	dy	[x,y dane minus x,y obliczone]
1404	-0.0003	0.0005	
1406	0.0006	0.0001	
1407	-0.0003	-0.0005	

Średniokwadratowe odchyłki współrzędnych:

dxs = 0.0004, dys = 0.0004

Ilość elementów nadwymiarowych układu	lu = 2
Błąd średni jednostkowy (dla współrzędnej)	mo = 0.0007
Błąd transformacji (dla punktu)	mt = 0.0010

Wysokości punktów w sieci zostały określone na podstawie punktów sieci POLREF oraz punktów położonych na obiekcie, których wysokości wyznaczono metodą niwelacji geometrycznej. W tabeli poniżej przedstawiono otrzymane wartości nawiązania wysokościowego sieci. Maksymalny błąd określenia wysokości nie przekroczył 0,015 m (tab. poniżej).

ODCHYLEKI, BŁĄD ŚREDNI JEDNOSTKOWY I BŁĄD TRANSFORMACJI:

Wykaz odchyłek na punktach łącznych:

Nr punktu	dH	[DH dane minus DH obliczone]
1404	-0.0000	
1406	-0.0010	
1407	-0.0000	
1127	-0.0033	
1053	0.0150	
1126	-0.0107	

Średniokwadratowa odchyłka:

dHs = 0.0076

Ilość elementów nadwymiarowych lu = 2

Błąd średni jednostkowy mo = 0.0132

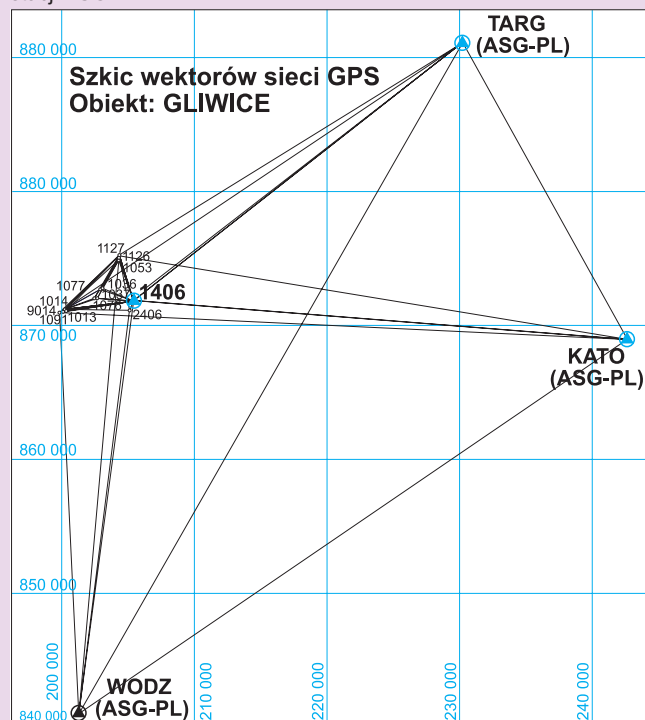
Wariant II – dowiązanie do sieci ASG-PL

Zastosowane w wariantcie I dowiązanie do dwóch punktów sieci POLREF wymagało pomiaru wektorów o długości 31 km (sesje nawiązujące na wszystkich punktach POLREF trwały około 2 godzin przy interwale rejestracji 5 sekund). Pociągnęło to za sobą konieczność pokonania łącznie kilkuset kilometrów (chodzi o rzeczywiste wartości przejechane przez obserwatorów, a nie odległości w linii prostej). Przy 12 punktach wyznaczanych na obiekcie jest to w kosztorysie pozycja dość znacząca.

Dlatego postanowiono zastąpić obserwacje na punktach POLREF danymi pobranymi z 3 najbliższych stacji referencyjnych ASG-PL i rozwiązać tak utworzoną sieć wektorów (rys. 3).

Do wyrównania przyjęto łącznie 69 wektorów (o długości do 60 km), które w wyrównaniu swobodnym uzyskały średnią wartość poprawki 0,0115 m, a wartość maksymalna nie przekroczyła 0,0460 m. W wyrównaniu z przymusem nawiązania wartości te wyniosły odpowiednio: 0,0123 m oraz 0,0603 m (wartość maksymalna poprawki jest w pełni uzasadniona długością wektora).

Rys. 3. Obiekt Gliwice – szkic wektorów utworzonych po dołączeniu stacji ASG-PL



Analiza nawiązania poziomego wykazała, podobnie jak w poprzednim wariantcie, bardzo dobrą zgodność wyników wyrównania sieci w układzie 1992 ze współrzędnymi stacji ASG-PL (patrz tabela poniżej). Wysokości w sieci zostały w tym przypadku określone na podstawie modelu geoidy. Podkreślić należy, że ze względu na długość mierzonych wektorów istotne jest oprogramowanie, w którym prowadzone są obliczenia.

ODCHYLEKI, BŁĄD ŚREDNI JEDNOSTKOWY I BŁĄD TRANSFORMACJI:

Wykaz odchyłek na punktach łącznych:

Nr pkt.	dx	dy	[x,y dane minus x,y obliczone]
KATO	-0.0001	0.0000	
TARG	0.0000	-0.0000	
WODZ	0.0000	0.0000	

Punkt kontrolny:

1406 -0.0010 -0.0010

Średniokwadratowe odchyłki współrzędnych:

dxs = 0.0000, dys = 0.0000

Ilość elementów nadwymiarowych układu lu = 2

Błąd średni jednostkowy (dla współrzędnej) mo = 0.0001

Błąd transformacji (dla punktu) mt = 0.0001

Ciekawie wypada porównanie współrzędnych punktów na tym obiekcie wyznaczonych oboma metodami (tzn. z wykorzystaniem punktów POLREF oraz sieci ASG-PL – tab. poniżej):

Nr pkt.	dx	dy	dh
1013	0.0010	0.0040	0.0020
1014	0.0030	0.0060	0.0030
1036	0.0010	0.0040	-0.0320
1037	0.0010	0.0030	-0.0350
1053	0.0010	0.0040	-0.0750
1076	0.0010	0.0040	-0.0240
1077	0.0010	0.0030	-0.0230
1091	0.0010	0.0040	-0.0010
1126	0.0010	0.0030	-0.0520
1127	0.0010	0.0060	-0.0600
1406	-0.0010	-0.0010	-0.0340
2406	0.0000	0.0130	0.0050
9014	0.0010	0.0030	0.0030
KATO	0.0000	0.0000	0.0320
TARG	0.0000	0.0000	0.0420
WODZ	0.0000	0.0000	0.0220

Opisane tu przypadki pokazują, że sieć ASG-PL może służyć pomocą w przypadkach trudnych, wymagających od geodetów dużego nakładu pracy i środków. Może stanowić narzędzie kontroli stabilności osnowy istniejącej na danym terenie, a zatem podnosić pewność punktów nawiązania. Sama sieć daje dodatkowe punkty nawiązania, tym pewniejsze, że ich współrzędne są na bieżąco monitorowane. Kolejną zaletą to obniżenie kosztów wykonania pomiarów w przypadkach podobnych do omówionych.

Maciej Antosiewicz i Jarosław Wawrzyn – Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego w Katowicach; **Leszek Jaworski i Anna Świątek** – Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie

W artykule wykorzystano do obliczeń testowych dane obserwacyjne GPS uzyskane dzięki uprzejmości Przedsiębiorstwa Geodezyjno-Inżynierskiego Katowice Sp. z o.o. oraz Przedsiębiorstwa Geodezyjno-Kartograficznego Vertical Sp. z o.o.