

*Marek Plewako*

**WPŁYW DŁUGOŚCI CZASU POMIARU TECHNIKĄ RTK  
GPS W SYSTEMIE ASG-EUPOS NA DOKŁADNOŚĆ  
WYZNACZANIA WSPÓLRZĘDNYCH PUNKTU**

---

***THE EFFECT OF PROLONGED MEASURING TIME ON  
ACCURACY OF POINT POSITION FIXED WITH RTK GPS  
TECHNIQUE IN ASG-EUPOS SYSTEM***

**Streszczenie**

Rozważane są skutki wydłużenia czasu obserwacji w przypadku wyznaczenia współrzędnych pojedynczego punktu techniką RTK GPS przy współpracy z systemem ASG-EUPOS. Wnioski oparte są na analizie wyników 2 prac badawczych, jakie niezależnie prowadzono celem ustalenia takiej zależności.

**Summary**

*The paper deals with effects of prolonged measuring time of observation in case of fixing single point position with RTK GPS in co-operation with active geodetic network ASG-EUPOS. The conclusions are based on 2 independent research works done specially to solve this problem.*

*Both investigations show clear dependence between the time of measurement and the accuracy of positioning in case of single reference ASG-EUPOS station at the distance less than 5 km.*

*For distances longer than 10 km; when the impact of distance dependent errors prevails, it is not recommended to extend measuring time over 10 seconds.*

*Further investigations should be done to show more precisely to what extent (between 5 and 10 km) is it worth to extend the time of measurement.*

## WPROWADZENIE

Rozwój globalnych systemów nawigacji satelitarnej (GNSS) doprowadził w latach '80 ubiegłego wieku do utworzenia pierwszych sieci stacji referencyjnych (WADGPS), których głównym celem było pozyskiwanie poprawek DGPS na jak największym obszarze (państwo, kontynent, cały glob). Miało to duże znaczenie ze względu na aktywność systemu SA (Selective Availability), który skutecznie fałszował uzyskiwane pojedynczym odbiornikiem wyniki lokalizacji.

Następnym krokiem w rozwoju tych systemów było tworzenie przez poszczególne państwa aktywnych sieci geodezyjnych. Końcowym efektem postępu techniki i technologii w tym zakresie są aktywne sieci geodezyjne obejmujące swym zasięgiem obszary wielu państw, a poszczególne stacje referencyjne prowadzą dystrybucję poprawek RTK, które mogą być wykorzystane w wybranej wersji sieciowej (VRS, MAC czy FKP).

Polska stworzyła sieć blisko 100 stacji referencyjnych w ramach struktury EUPOS, jaką objęto obszary 15 państw Europy Środkowej i Wschodniej. Odległości między stacjami referencyjnymi są dość duże, średnio wynoszą 70 km. Oprócz sieci ASG-EUPOS, swoje niezależne sieci założyły też w Polsce czolowe firmy komercyjne – Leica, Topcon i Trimble.

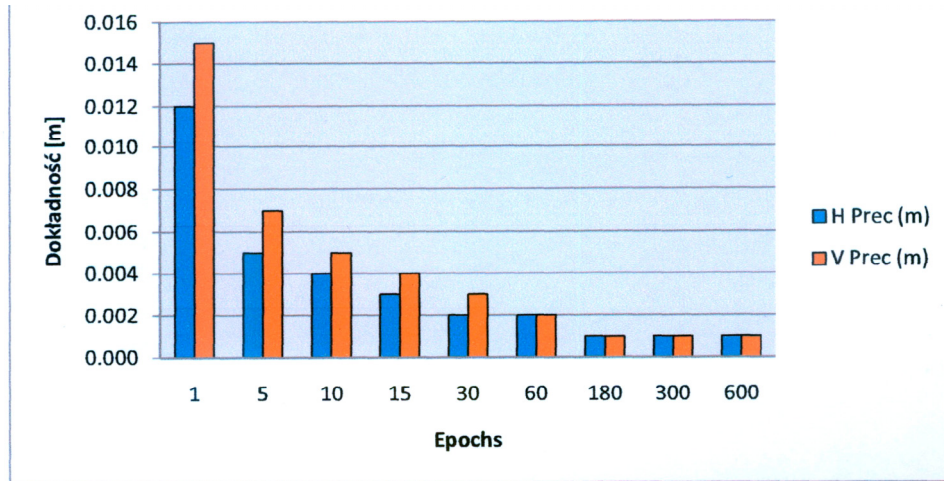
## POMIARY BADAWCZE I ICH REZULTATY

### Obiekt I

Bazową stacją, z której odbiornik Topcon GR3 odbierał poprawki, była tu stacja referencyjna systemu ASG-EUPOS znajdująca się w Krośnie (woj. podkarpackie). Jej identyfikator to DOMES 12265M001. W terenie oznaczono 6 punktów pomocniczych odległych od stacji referencyjnej o 0,1 km, 5 km, 10 km, 15 km, 20 km, 25 km. Nad każdym z tych punktów ustawiano odbiornik GR3 i przeprowadzano pomiary techniką RTK-GPS. Każdy pomiar (poprzedzony wyłączeniem i włączeniem odbiornika) charakteryzował się innym czasem jego trwania: 1 s, 5 s, 10 s, 15 s, 30 s, 60 s, 180 s, 300 s i 600 s. W czasie wykonania pomiarów (05.03.2011) przewidywany wpływ jonosfery wynosił dla obszaru Polski maksymalnie 3 cm, a wpływ geometrii układu satelitów – około 1 cm [Żychowski, 2011].

Wyniki pomiarów analizowano tak pod kątem zależności od odległości odbiornika od stacji referencyjnej jak i od wpływu długości sesji pomiarowej. Tu zajmujemy się tylko czasem trwania pomiaru na punkcie.

Jak wspomniano wyżej pomiar na każdym z punktów pomocniczych przynosił 9 rezultatów, każdy z nich uzyskano w innym czasie trwania pomiaru, od 1s do 10 minut.



**Rysunek 1.** Dokładność wyznaczenia współrzędnych punktu w odległości 15 km od bazy

**Figure 1.** Coordinate precision at 15 km from reference station. Observation times 1<sup>s</sup> ...300<sup>s</sup>

Dokładność wyznaczenia współrzędnych punktu zależy od wielu czynników. Ryc. 1 ilustruje wyraźną zależność dokładności poziomej (H Prec) i pionowej (V Prec) tego wyznaczenia od czasu pomiaru w odległości 15 km od stacji referencyjnej. Wykresy dla innych odległości kształtują się podobnie.

Wartości H Prec i V Prec odzwierciedlają tylko wewnętrzną zgodność wyników pomiaru na stanowisku. Inny obraz zależności można uzyskać porównując współrzędne poziome i pionowe punktów.

Gdy przyjmie się jako referencyjne współrzędne otrzymane z pomiaru trwającego 10 minut, można zestawić dla każdej odległości 8 odpowiednich różnic współrzędnych  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$ . Różnice takie zestawiono dla punktu oddalonego 15 km od stacji referencyjnej w tabeli 1.

Jak można zauważyć nie występuje zależność zmniejszania się różnic współrzędnych dla rosnącej liczby epok pomiarowych. Jednakże gdyby analizować tabele różnic współrzędnych dla wszystkich 6 punktów pomocniczych, położonych w różnych odległościach od stacji referencyjnej, to zależność taka występuje na pierwszych 2 punktach czyli do 5 km. Dla dalszych punktów bezwzględna wartość różnic współrzędnych rośnie a zależność od czasu pomiaru nie występuje [Żychowski, 2011].

**Tabela 1.** Różnice współrzędnych poziomych i pionowych dla punktu oddalonego 15 km od stacji referencyjnej. [Źródło: Żychowski M., 2011]**Table 1.** Coordinate differences at 15 km from reference station. Observation times 1<sup>s</sup> ... 300<sup>s</sup>

Point	Epoch s	X	Y	H	A <sub>x</sub>	A <sub>x</sub>	A <sub>h</sub>
E1	1	5513636.439	7543994.613	257.398	0.019	-0.019	0.059
E2	5	5513636.439	7543994.614	257.395	0.019	-0.018	0.056
E3	10	5513636.440	7543994.615	257.394	0.020	-0.017	0.055
E4	15	5513636.442	7543994.614	257.390	0.022	-0.018	0.051
E5	30	5513636.440	7543994.614	257.384	0.020	-0.018	0.045
E6	60	5513636.443	7543994.614	257.365	0.023	-0.018	0.026
E7	180	5513636.449	7543994.617	257.385	0.029	-0.015	0.046
E8	300	5513636.449	7543994.606	257.389	0.029	-0.026	0.050
E9	600	5513636.420	7543994.632	257.339			

**Obiekt II**

Podobne badania testowe prowadzono też w Poznaniu [Wyczałek in., 2012]. Aby określić zależność błędu pomiaru RTK GPS od czasu jego trwania wykonano trwające kilkadziesiąt minut obserwacje odbiornikami Topcon GR3(T) i Leica Viva GS15(L) w 2 wersjach nawiazania: do pojedynczej stacji referencyjnej ASG-EUPOS oraz VRS (Virtual Reference Station). Obliczono średnie wartości współrzędnych dla przedziałów czasowych 5 s, 10 s, 20 s, 30 s, 45 s, i 60 s. Dalej pokazano procentowy wzrost dokładności w związku z wydłużaniem czasu obserwacji na stanowisku. Wyniki zgrupowano w tabeli 2. Pogrubiono uśrednione wyniki.

**Tabela 2.** Zmiany dokładności wyników pomiarów RTK w funkcji czasu rejestracji  
**Table 2.** The changes of accuracy in RTK results as the function of registration time

	Syntetyczny czas pomiaru RTK na stanowisku (s)							Wzrost dokładności (%)				
	5	10	20	30	45	60		10	20	30	45	60
<b>Pomiar sytuacyjny</b>												
T_poj.	0,039	0,037	0,035	0,035	0,033	0,031	mm	5	10	12	17	20
T_VRS	0,033	0,03	0,028	0,026	0,024	0,022	mm	10	18	23	29	34
L_poj.	0,021	0,017	0,016	0,015	0,014	0,013	mm	17	23	29	33	39
L_VRS	0,04	0,037	0,035	0,034	0,031	0,026	mm	7	13	16	22	35
	<b>0,033</b>	<b>0,031</b>	<b>0,029</b>	<b>0,027</b>	<b>0,025</b>	<b>0,023</b>	<b>mm</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>32</b>
<b>Wysokości</b>												
T_poj.	0,049	0,045	0,042	0,042	0,041	0,037	mm	7	14	14	16	23
T_VRS	0,061	0,058	0,054	0,05	0,044	0,045	mm	5	12	18	28	26
L_poj.	0,032	0,03	0,026	0,023	0,022	0,019	mm	7	19	28	33	40
L_VRS	0,049	0,047	0,042	0,041	0,034	0,034	mm	4	14	16	30	31
	<b>0,048</b>	<b>0,045</b>	<b>0,041</b>	<b>0,039</b>	<b>0,035</b>	<b>0,034</b>	<b>mm</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>27</b>	<b>30</b>

Źródło: Wyczałek i in., 2012

Autorzy zauważają 10% wzrost dokładności przy przedłużeniu czasu pomiaru z 5 do 10 sekund i 30% wzrost gdy czas wydłuża się do 60 sekund. Przypominają też, że oznacza to "12-krotne wydłużenie czasu prac polowych". Inne wnioski konstruuje w oparciu o wymagane przez zalecenia GUGiK (i inne przepisy) dokładności pomiaru szczegółów I klasy dokładnościowej, które to dokładności zazwyczaj są zapewnione.

## WNIOSKI KOŃCOWE

W oparciu o pełne teksty przytoczonych tu dwóch prac źródłowych oraz własne spostrzeżenia związane z tytułowym tematem, przedstawić można następujące wnioski:

1. Występuje wyraźny związek między czasem pomiaru a dokładnością wyznaczenia współrzędnych punktu w przypadku nawiązania do pojedynczej stacji referencyjnej ASG-EUPOS w odległości do 5 km od tej stacji.

2. Dla odległości większych od 10 km, gdy dominują wpływy błędów zależnych od odległości, wydłużanie czasu pomiaru ponad 10 sekund nie wydaje się być uzasadnionym.

3. Dalsze badania powinny wykazać z większą precyzją granicę (między 5 a 10 km), kiedy wnioski 1 i 2 mają zastosowanie.

4. Techniki RTK GPS dają pewne i wystarczająco dokładne wyniki dla pomiaru szczegółów I klasy dokładnościowej w zakresie 0÷25 km od stacji referencyjnej ASG-EUPOS

5. Czas pomiaru na stanowisku powinien być dobierany zależnie od rodzaju prac geodezyjnych, jakim służyć ma ten pomiar. Na przykład gdy zagęszczamy osnowę poziomą III klasy wydłużenie czasu pomiaru będzie uzasadnione, pomiar szczegółów sytuacyjnych zazwyczaj nie będzie tego wymagał.

Przytoczony wyżej cytat o „12-krotnym wydłużeniu czasu prac polowych” nie ma w rzeczywistości uzasadnienia. Prace polowe to także dojazdy, przejazdy z punktu na punkt, czynności wstępne na każdym stanowisku. Zatem czas prac polowych nie jest tożsamy z czasem sesji pomiarowych RTK na stanowisku.

6. Jak utrzymują niektórzy praktycy, długie sesje pomiarowe RTK GPS prowadzą do końcowych wyników bardzo bliskich (lub nawet identycznych) z wynikami metody statycznej GPS. Teza ta wymaga jeszcze weryfikacji.

## BIBLIOGRAFIA

Wyczałek I. i in. 2012; Badania nad wykorzystaniem pomiarów satelitarnych w trybie RTK nawiązanych do sieci ASG oraz lokalnych stacji referencyjnych. ZN Politechniki Rzeszowskiej, s. Budownictwo i Inżynieria Środowiska

Żychowski M., 2011; Analiza wpływu długości sesji obserwacyjnej i odległości od stacji referencyjnej ASG-EUPOS na wyniki wyznaczania współrzędnych punktu techniką RTK-GPS. Praca magisterska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, niepublikowana.

*Marek Plewako*

---

Dr inż. Marek Plewako  
Wyższa Szkoła Inżynieryjno-Ekonomiczna z siedzibą w Rzeszowie  
ul. Miłocińska 40, 35-232 Rzeszów  
email: [rmplewak@cyf-kr.edu.pl](mailto:rmplewak@cyf-kr.edu.pl)  
tel. 607 384 620