

Dlaczego akurat 30 km?

Jak napisaliśmy w artykule obok, zalecenia GUGiK z 2011 r. rekomendują wykonywanie pomiarów RTK w odległości nie większej niż 30 km od stacji referencyjnej. Skąd taka wartość i czy mimo upływu lat jest ona wciąż aktualna? O komentarz poprosiliśmy administratorów ASG-EUPOS.

Zalecenia techniczne „Pomiary satelitarne GNSS oparte na systemie stacji referencyjnych ASG-EUPOS” zostały przygotowane w 2011 roku przez zespół administratorów ASG-EUPOS na podstawie literatury fachowej, doświadczeń własnych w zakresie pomiarów GNSS oraz informacji i zaleceń przekazanych przez wykonawcę systemu. Była to pierwsza krajowa próba opracowania rekomendacji dla pomiarów RTK i RTN, które według wstępnych założeń miały przybrać formę dawniej stosowanych instrukcji i wytycznych technicznych. Wśród zagranicznych publikacji trudno było wówczas znaleźć podobne praktyczne zalecenia. Analogiczne opracowania zostały wydane jedynie przez administrację geodezyjną Kanady, Stanów Zjednoczonych i Australii.

Ostatecznie zalecenia nie weszły w życie w planowanej formie. Zostały natomiast opublikowane na stronie internetowej systemu jako materiał zalecany do stosowania, niestanowiący przepisów prawa. W następnych latach wytyczne te zostały poprawione, zaktualizowane i zmieniono ich formę na „Poradnik użytkownika systemu ASG-EUPOS”. W momencie publikacji poradnika pierwotna wersja zaleceń technicznych została opatrzona klauzulą „Dokument ma charakter archiwalny i może być sprzeczny z obecnie obowiązującymi przepisami dotyczącymi standardów wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych”.

Ostatnia wersja poradnika pochodzi z 2014 roku i jest dostępna na witrynie internetowej systemu ASG-EUPOS. Tam, na stronie 32, została przedstawiona analiza dotycząca wpływu odległości od stacji referencyjnej na dokładność pomiaru przy korzystaniu z poprawek z pojedynczej stacji. Poniższa opinia jest z nią spójna.

Wczesne odbiorniki RTK miały blokadę w oprogramowaniu, która uniemożliwiała wykonywanie pomiarów z wykorzystaniem pojedynczej stacji oddalanej o więcej niż 40 km.



Fot. Jerzy Przywara

W miarę rozwoju algorytmów RTK blokada ta została zniesiona, co umożliwiała pomiary w trybie precyzyjnym w większej odległości. Testy przeprowadzone przez administratorów ASG-EUPOS pokazały, że odbiornik pomyślnie rozwiązał inicjalizację nawet przy wektorze o długości 500 km, jednak wiarygodność takiego wyznaczenia pozycji należy uznać za wątpliwą ze względu na zasadę, że warunki obserwacyjne powinny być takie same dla stacji bazowej oraz dla odbiornika ruchomego. W przypadku tak długich wektorów wpływy jonosfery i troposfery mogą znacząco różnić się dla obserwacji GNSS nad stacją referencyjną i nad odbiornikiem ruchomym, a spowodowane tym błędy inicjalizacji odbiornika mogą znacznie przekraczać wartości prezentowane w kontrolerze i zostać wychwycone dopiero przy kolejnym pomiarze.

Rozważając dokładność wyznaczenia pozycji w trybie RTK z wykorzystaniem

pojedynczej stacji bazowej, należałoby uwzględnić parametry odbiornika ruchomego, dla którego każdorazowo producent określa precyzję pomiaru RTK. Współczesne instrumenty mają określoną precyzję pomiaru np. na poziomie $8 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$, co jest wyznaczone na bazie normy ISO17123-8. Niektórzy producenci (np. Trimble) w dalszym ciągu definiują maksymalną odległość od stacji referencyjnej dla spełnienia tego parametru dokładnościowego jako 30 km.

Analizując wzrost błędu wyznaczenia pozycji wg powyższego parametru dokładnościowego wraz ze wzrostem odległości od stacji referencyjnej, zakładana dla ASG-EUPOS dokładność wyznaczenia współrzędnych poziomych (tj. $\pm 3 \text{ cm}$) będzie osiągnięta właśnie dla odległości ok. 30 km od stacji referencyjnej. Dla pomiarów dopuszczających wyznaczenie pozycji o mniejszej dokładności wydaje się, że odległość ta mogłaby być większa. Należy tu jednak podkreślić, że źródłem błędów wpływających na dokładność pomiarów GNSS jest opóźnienie przejścia sygnału satelitarnego poprzez warstwy atmosfery (jonosfery i troposfery). W algorytmach obliczeń pozycji w trybie RTK wykorzystuje się założenie, że m.in. błędy opóźnień troposferycznych i jonosferycznych sygnałów rejestrowanych przez stację bazową i odbiornik ruchomy są jednakowe, co na etapie obliczeń powoduje ich wzajemne zniesienie się. Wzrost odległości między odbiornikiem ruchomym a stacją bazową/referencyjną zwiększa prawdopodobieństwo niejednorodnego wpływu atmosfery na sygnały odbierane przez poszczególne urządzenia, co w konsekwencji ma wpływ na zwiększenie błędu wyznaczenia pozycji RTK.

Uwzględnić trzeba więc: zmiany aktywności słonecznej, zmiany dokładności wyznaczanych orbit satelitów oraz ich rozmieszczenia nad horyzontem, możliwości wykorzystania różnych systemów GNSS, a także różnice warunków występujących w miejscach obserwacji sygnałów. Trudno zatem precyzyjnie określić warunki pomiaru pozwalające na jednoznaczne określenie granicznej odległości odbiornika od stacji referencyjnej, dla której zawsze będzie możliwe osiągnięcie zakładanej dokładności.

Administratorzy ASG-EUPOS