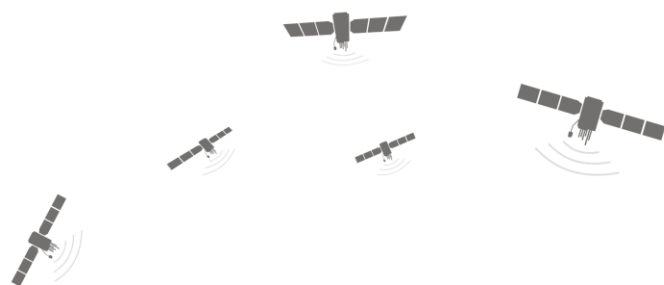




# PORADNIK UŻYTKOWNIKA



*Wydanie 2, poprawione i uzupełnione*

*Poradnik opracował zespół w składzie:*

*Wiesław Graszka, Artur Oruba, Marcin Ryczywolski, Szymon Wajda*

## SPIS TREŚCI

Spis treści.....	3
Tytułem wstępu.....	5
Rozdział 1. Pomiary różnicowe GNSS – podstawy.....	7
Czym są pomiary różnicowe GNSS? .....	7
Techniki pomiarów kinematycznych .....	8
Techniki pomiarów statycznych .....	13
Przygotowanie do pomiarów GNSS.....	13
Analiza obszaru projektu .....	14
Źródła danych referencyjnych do pomiaru GNSS.....	16
Dobór i konfiguracja zestawów pomiarowych .....	17
Konstelacja satelitów GNSS.....	20
Bezpośrednio przed wyjściem w teren .....	20
Rozdział 2. System ASG-EUPOS .....	25
Ogólny opis systemu ASG-EUPOS.....	25
Segment odbiorczy .....	25
Segment Centrum Zarządzającego .....	26
Segment użytkowników .....	27
Wybór sprzętu pomiarowego przez użytkownika .....	27
Monitorowanie systemu .....	29
Rozdział 3. Serwisy systemu ASG-EUPOS .....	31
Opis serwisów.....	31
Dokładności serwisów .....	32
Serwis NAWGEO .....	33
Sieciowe dane obserwacyjne i korekcyjne serwisu NAWGEO .....	33
Dane korekcyjne typu VRS® (Virtual Reference Station®).....	33
Dane korekcyjne typu MAC (Master – Auxiliary Concept) .....	33
Parametry dostępu do sieciowych danych korekcyjnych serwisu NAWGEO.....	34
Parametry dostępu do danych obserwacyjnych z pojedynczych stacji referencyjnej .....	35
Raport z pomiarów NAWGEO.....	36
Serwis KODGIS.....	38
Serwis NAWGIS.....	39
Serwis POZGEO .....	40
Serwis POZGEO D .....	46
Fizyczna Stacja referencyjna (CORS) .....	46
Wirtualna Stacja referencyjna (VRS) .....	48
Serwis POZGEO DF.....	49

Serwis wsparcia technicznego.....	51
Porady techniczne .....	51
Pomoc techniczna .....	51
Szkolenia.....	52
Rozdział 4. Strona internetowa systemu ASG-EUPOS.....	53
Ogólny opis.....	53
Rejestracja użytkowników systemu ASG-EUPOS.....	54
Informacje o systemie .....	55
Aplikacje monitoringu współrzędnych stacji.....	56
Informacje o stanie sieci.....	57
Informacje o koncie użytkownika.....	59
Rozdział 5. Układ odniesienia systemu ASG-EUPOS.....	61
Rozdział 6. Przepisy a system ASG-EUPOS .....	65
Przepisy prawne .....	65
Zalecenia techniczne .....	65
Regulamin korzystania z systemu ASG-EUPOS.....	66
Wykaz akronimów .....	67
Źródła .....	69

## TYTUŁEM WSTĘPU

Na rynku wydawniczym istnieje wiele publikacji opisujących teorię satelitarnych systemów nawigacyjnych GNSS (ang. Global Navigation Satellite Systems) czy też satelitarnych technik pomiarowych używanych w geodezji i nawigacji, zarówno w języku polskim jak i angielskim. Nie brakuje również standardów technicznych wydanych przez międzynarodowe organizacje tj. EUPOS, EUREF, czy RTCM 104, dotyczących wspomnianej tematyki. W odniesieniu do geodezyjnych pomiarów GNSS w Polsce dodatkowo występują rozporządzenia, które weszły w życie w latach 2011-2012. Doświadczenie zespołu administratorów *systemu wspomagania pomiarów satelitarnych i nawigacji ASG-EUPOS* wskazuje jednak, że brakuje w obiegu pozycji stanowiącej kompendium wiedzy na temat praktycznych aspektów pomiarów GNSS, w tym dotyczących wykorzystania serwisów systemu ASG-EUPOS.

Jednakże wiedza teoretyczna dotycząca budowy systemów GNSS, a także podstaw technik pomiarowych, zarówno w pomiarach absolutnych jak i różnicowych, nie jest przedmiotem tej publikacji. Czytelnika zainteresowanego poszerzeniem wiedzy we wspomnianych wyżej zakresach odsyłamy do polsko- i anglojęzycznej literatury. Godnymi polecenia pozycjami kompleksowo opisującymi teorię systemów GNSS i pomiarów satelitarnych są:

- w języku polskim:
  - K. Czarnecki „Geodezja współczesna w zarysie”, Warszawa: Gall, 2010,
  - J. Januszewski „Systemy satelitarne GPS Galileo i inne”, PWN, 2010,
  - J. Lamparski i K. Świątek „GPS w praktyce geodezyjnej”, Olsztyn: Gall, 2007,
  - J. Narkiewicz „GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne”, WKiŁ, 2007,
  - C. Specht „System GPS”, Pelpin: Bernardinum Sp. z o. o., 2007,
- w języku angielskim:
  - B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger i E. Wasle “GNSS - Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo and more”, Wien: Springer, 2008,
  - E. D. Kaplan i C. J. Hegarty “Understanding GPS: Principles and Applications”, Norwood: Artech House Inc., 2006.

Niniejszy poradnik ma na celu usystematyzowanie oraz uszczegółowienie tych aspektów pracy z systemem ASG-EUPOS, które mają bezpośredni wpływ na osiągnięte w terenie wyniki pomiaru. Aby system ASG-EUPOS można było wykorzystać w pełnym zakresie dostosowanym do rodzaju wykonywanych prac geodezyjnych, czy innych zadań związanych z systemami GNSS, warto poszerzyć swoją wiedzę w tym zakresie. Podstawowym źródłem wiedzy o systemie ASG-EUPOS mogą być informacje zamieszczone na stronie [www.asgeupos.pl](http://www.asgeupos.pl), na której oprócz bieżących wiadomości związanych z pracą systemu ASG-EUPOS znajdują się także informacje techniczne dotyczące poszczególnych serwisów systemu, materiały szkoleniowe i prezentacje wygłaszane przez pracowników GUGiK.

Wierzmy, że dzięki tej publikacji wielu użytkowników systemu ASG-EUPOS zacznie w sposób bardziej świadomy korzystać z posiadanego sprzętu pomiarowego, a pomiar wykonywany w terenie oraz jego późniejsze opracowanie będą w pełni kontrolowane przez wykonawców.

*Zespół administratorów systemu ASG-EUPOS*



## ROZDZIAŁ 1. POMIARY RÓŻNICOWE GNSS – PODSTAWY

Pomimo istnienia regulacji prawnych dotyczących sposobu wykonywania pomiarów GNSS, zarówno w czasie rzeczywistym jak i w trybie statycznym, niejednokrotnie w praktyce pomiarowej spotkamy się z utrudnieniami, które skutecznie mogą zmniejszyć efektywność naszej pracy, a niekiedy również powodować powstawanie grubych błędów, spowodowanych np. błędnym skonfigurowaniem czy też niepoprawną inicjalizacją odbiornika. Niniejszy rozdział poświęcony jest podstawowym zasadom wykonywania pomiarów GNSS, z położonym naciskiem na przygotowanie do pracy sprzętu pomiarowego przed rozpoczęciem obserwacji w terenie.

Zakładając, że użytkownik systemu ASG-EUPOS posiada już pewną wiedzę z zakresu pomiarów satelitarnych przedstawione zostały jedynie skrócone, podstawowe informacje charakteryzujące najpopularniejsze techniki pomiarowe, w jakich wykorzystać można system ASG-EUPOS.

### Czym są pomiary różnicowe GNSS?

W celu rozwiązania przez odbiornik GNSS zadania pomiarowego jakim jest wyznaczenie współrzędnych musi on śledzić *co najmniej 4 „zdrowe” satelity* GNSS. Związane jest to z faktem, że oprócz samych współrzędnych niewiadomą w równaniach obserwacyjnych jest tzw. poprawka zegara odbiornika umożliwiająca synchronizację czasu w odbiorniku z nominalnym czasem danego systemu GNSS. Taki, podstawowy tryb pomiaru nazywany jest *autonomicznym*.

*Obserwacje wykonywane przez odbiornik GNSS, ze względu na błędy pomiarowe spowodowane głównie: wpływem atmosfery ziemskiej (troposfery i jonosfery), błędami orbit satelitarnych oraz błędami zegara satelitów GNSS, mają ograniczoną dokładność. Czynniki te często grupowane są w 2 kategorie: czynników **dyspersyjnych** (czyli takich, których wpływ zależy od częstotliwości sygnału pomiarowego, np. jonosfera) i **niedyspersyjnych** (lub geometrycznych, które są niezależne od częstotliwości, np. troposfera, orbity czy zegary satelitów).*

*W zależności od śledzonego sygnału pomiarowego, czynników środowiskowych i klasy sprzętu dokładność pomiaru autonomicznego waha się w granicach od kilku decymetrów do kilku (w skrajnie niekorzystnych warunkach obserwacji kilkunastu) metrów.*

Do wielu zastosowań systemów GNSS w zupełności wystarczają dokładności pomiaru autonomicznego, np. nawigacja. Niemniej jednak istnieje szeroka gama aplikacji użytkowych, w których dokładności takie nie będą wystarczające. Aby umożliwić znaczny wzrost dokładności stosuje się, tzw. *pomiary różnicowe (względne)* GNSS. Tryb pomiarów różnicowych wymaga zastosowania co najmniej dwóch odbiorników śledzących sygnały z tych samych satelitów GNSS, z których jeden pracuje na punkcie o znanych współrzędnych, a drugi wykonuje pomiar na punkcie wyznaczanym. W przypadku, gdy odbiorniki znajdują się w niewielkiej odległości od siebie można założyć, że sygnał satelitarny docierający do każdego z odbiorników jest zakłócany niemal identycznie, a co za tym idzie błędy pomiarowe również są identyczne. Dzięki uwzględnieniu poprawionych obserwacji bądź poprawek do obserwacji obliczonych na punkcie o znanych współrzędnych na punkcie wyznaczanym redukowane są błędy śledzonego sygnału satelitarnego, ale należy mieć na uwadze, że na punkt wyznaczany przenoszone są błędy pomiaru na punkcie o znanych współrzędnych takie jak błąd centrowania anteny GNSS, błąd współrzędnych punktu, błędy wielotorowości sygnału GNSS, błędy pochodzące z niekorzystnych wa-

## ROZDZIAŁ 1. POMIARY RÓŻNICOWE GNSS - PODSTAWY

runków pomiaru (przeszkody terenowe, wpływ promieniowania elektromagnetycznego) oraz błędy pochodzące od samego odbiornika. Z tego powodu odbiorniki instalowane na punktach o znanych współrzędnych (punkty odniesienia) bardzo często mają wymuszone centrowanie, a jako punkty odniesienia powinny być wybierane miejsca o doskonałych warunkach do pomiaru GNSS pozbawione zakłóceń elektromagnetycznych oraz przeszkód terenowych.

Ze względu na występowanie lub nie ruchu anteny podczas pomiaru, różnicowe pomiary GNSS możemy podzielić na dwie grupy: pomiary kinematyczne oraz pomiary statyczne.

### Techniki pomiarów kinematycznych

Ze względu na czas niezbędny do uzyskania wyników końcowych pomiary kinematyczne możemy podzielić na pomiary w czasie rzeczywistym oraz pomiary w trybie postprocessingu.

Techniki pomiarów w czasie rzeczywistym to szczególny typ pomiarów różnicowych, w którym współrzędne punktu wyznaczanego są dostępne bezpośrednio w terenie w każdej epoce pomiarowej. Żeby możliwe było ciągłe wyznaczanie pozycji z wysoką dokładnością konieczne jest zapewnienie nieprzerwanej komunikacji pomiędzy odbiornikiem ustawionym na punkcie o znanych współrzędnych (lub z siecią takich odbiorników), a odbiornikiem na punkcie wyznaczanym. Odbiorniki umieszczone na punktach o znanych współrzędnych najczęściej nazywane są odbiornikami (stacjami) bazowymi lub referencyjnymi, a stacje pracujące w trybie ciągłym noszą również nazwę stacji permanentnych. Odbiorniki, które wykonują pomiar na punkcie wyznaczanym nazywane są odbiornikami ruchomymi lub mobilnymi albo określane są angielskojęzycznym terminem „*rover*”.

Ze względu na wykorzystywany do pomiaru sygnał GNSS, w różnicowych pomiarach w czasie rzeczywistym wyróżniamy techniki **RTK** (ang. *Real-Time Kinematic*) oraz **DGNSS** (ang. *Differential GNSS*).

*W literaturze naukowej i technicznej traktującej o pomiarach różnicowych niejednokrotnie można spotkać się z podwójnym znaczeniem określenia DGNSS: jako szeroki zbiór wszystkich technik różnicowych pomiarów GNSS lub jako wąski podzbiór kodowych pomiarów różnicowych w czasie rzeczywistym. W niniejszym opracowaniu przyjęto drugie, węższe ze znaczenie skrótu DGNSS.*

Technika **DGNSS** wykorzystuje stację bazową (referencyjną), na której prowadzone są ciągle lub okresowe *obserwacje kodowe* (pomiaru *pseudoodległości*) do satelitów na przynajmniej jednej częstotliwości pomiarowej (np. GPS L1). Odbiornik satelitarny stacji referencyjnej dysponuje informacją o współrzędnych centrum fazowego anteny stacji, a także, na podstawie almanachu satelitarnego, współrzędnymi (efemerydami) satelitów na orbicie. Możliwe jest zatem wyznaczenie – dla uproszczenia prawidłowej, bezbłędnej – odległości satelita-stacja referencyjna. Z różnicy zaobserwowanych i wyznaczonych ze współrzędnych pseudoodległości powstają residua, osobno dla każdego satelity i sygnału pomiarowego w danej epoce pomiarowej. Wystanie tych residuów w postaci poprawek DGNSS umożliwia bieżące poprawianie pomiarów wykonywanych przez każdy inny odbiornik ruchomy (*rover*) znajdujący się w pobliżu stacji referencyjnej. Wraz ze wzrostem odległości do stacji referencyjnej założenie identyczności sygnałów odbieranych przez obydwa odbiorniki – stacjonarny i ruchomy coraz bardziej odbiega od rzeczywistości, zatem rosną błędy określenia pseudoodległości.

*W zależności od odległości do stacji referencyjnej, a także parametrów samych odbiorników (klasy sprzętu pomiarowego), liczby śledzonych sygnałów pomiarowych, geometrii konstelacji satelitarnej i lokalnych czynników środowiskowych dokładność techniki DGNSS*



*mieści się w granicach od kilkunastu cm do ok. 1 m. Należy jednak pamiętać, że przy znacznych odległościach od stacji referencyjnej (rzędu kilkuset km) dokładność pomiaru DGNSS może być nawet niższa od pomiaru autonomicznego.*

Termin **RTK** odnosi się do techniki fazowych pomiarów satelitarnych, w których pozycja wyznaczona przez odbiornik ruchomy poprawiana jest w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem fazowych danych obserwacyjnych (lub w niektórych przypadkach poprawek korekcyjnych) wysyłanych ze stacji bazowej. Zazwyczaj nie mamy tutaj do czynienia z poprawkami w znaczeniu takim, jak w przypadku DGNSS – tego rodzaju rozwiązanie stosowane jest jedynie w odbiornikach starszych typów przy znacznym ograniczeniu transmisji danych. Odbiornik ruchomy otrzymuje ze stacji referencyjnej *obserwacje fazowe* (na min. 2 częstotliwościach<sup>1</sup>) oraz współrzędne centrum fazowego anteny, do którego odniesione są te obserwacje. Następnie tworzone są *kombinacje liniowe* obserwacji z wielu częstotliwości (np. *widelane*, *narrow-lane* lub *iono-free*) i odejmowane od siebie (różnice dwóch obserwacji dla tego samego satelity ze stacji referencyjnej i odbiornika ruchomego lub dla tego samego odbiornika różnica obserwacji do 2 satelitów). Dwukrotne zróżnicowanie obserwacji tworzy tzw. *podwójne różnice*, które są podstawą do obliczeń, tj. wyznaczenia tzw. *nieoznaczoności fazy* i rozwiązania zadania pomiarowego (wyznaczenia współrzędnych punktu i poprawki zegara odbiornika).

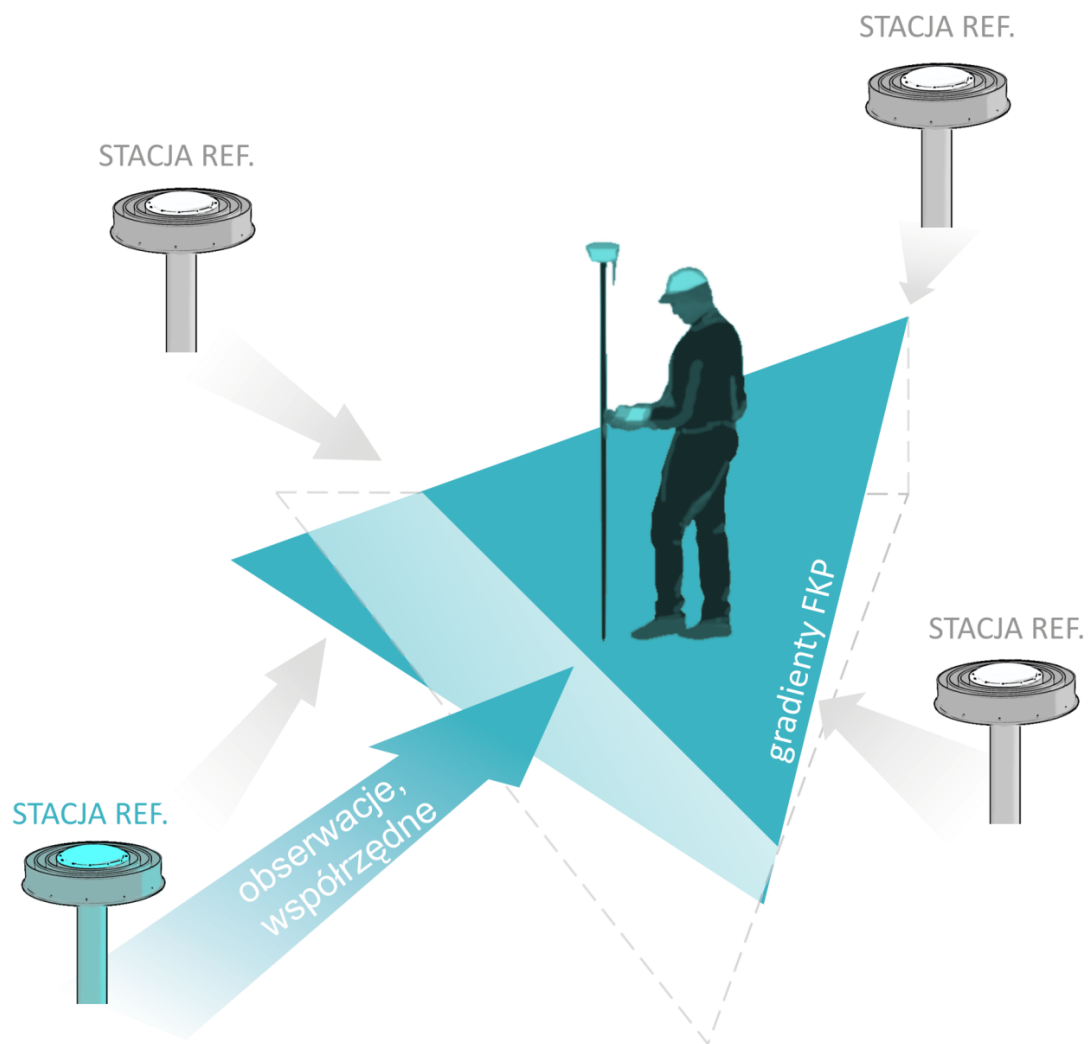
*Prawidłowe wyznaczenie nieoznaczoności fazy przez odbiornik ruchomy oznacza, że od tego momentu dokładność pomiaru odległości pomiędzy satelitą GNSS i roverem mieści się w granicach dokładności wyznaczenia fazy sygnału (zwykle ok. kilku cm). Stan obliczeń, gdy dla co najmniej 5 satelitów odbiornik ruchomy wyznaczy nieoznaczoność fazy, określany jest zazwyczaj jako **fixed** lub **tryb precyzyjny**. Warto pamiętać, że w technice RTK (lub RTN) prawidłowość wyznaczenia nieoznaczoności fazy skontrolować możemy jedynie na punkcie o znanych, prawidłowych współrzędnych.*

Podobnie jak w przypadku DGNSS, także w technice RTK błędy pomiarowe rosną wraz z odległością do stacji referencyjnej aż do momentu kiedy utrudnione lub wręcz niemożliwe staje się uzyskanie statusu fixed. Tutaj z pomocą przychodzi nam technika **RTN** (lub **NETWORK RTK**), oznaczająca *sięciowe pomiary RTK*, tj. z wykorzystaniem więcej niż jednej stacji referencyjnej. Aby możliwe było wykorzystanie danych obserwacyjnych z wielu stacji referencyjnych jednocześnie konieczna jest ich synchronizacja czasowa. Takie zsynchronizowane dane są następnie poddawane obliczeniom na serwerach centrum obliczeniowego w celu zamodelowania rzeczywistych parametrów wpływających na dokładność pomiaru, m. in. dotyczących jonosfery i troposfery.

Istnieje wiele podejść do sposobu obliczania zestawu danych RTN, które są transmitowane z centrum obliczeniowego (zarządzającego) do odbiornika ruchomego w terenie. Trzy najbardziej rozpowszechnione z nich to: FKP, MAC i VRS lub PRS (niefizyczna stacja referencyjna). Podane poniżej ogólne opisy charakteryzujące poszczególne podejścia do sieciowych rozwiązań RTN opracowane zostały na podstawie części opisowej standardu RTCM 10403.2.

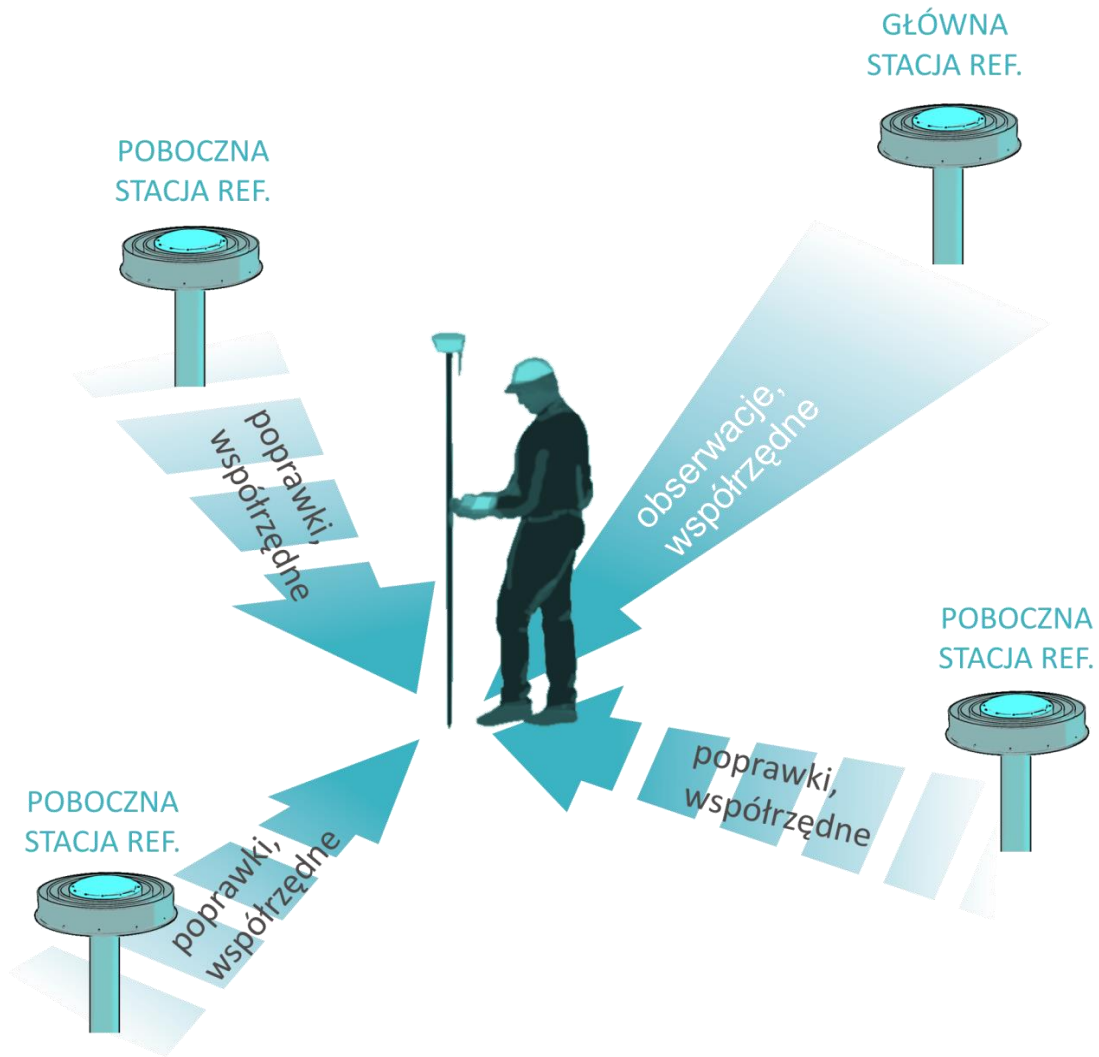
W koncepcji **FKP** (niem. Flächenkorrekturparameter) wykorzystuje się obliczone w centrum obliczeniowym na podstawie danych obserwacyjnych z sieci stacji referencyjnych, gradienty wpływu jonosfery, troposfery i błędów orbit (tzw. geometryczne i jonosferyczne poprawki powierzchniowe) na obserwacje GNSS. Gradienty te pozwalają skorygować obserwacje z wybranej stacji referencyjnej w zależności od położenia względem niej odbiornika ruchomego.

<sup>1</sup> Pewne modyfikacje techniki RTK umożliwiają korzystanie z obserwacji jednoczęstotliwościowych.



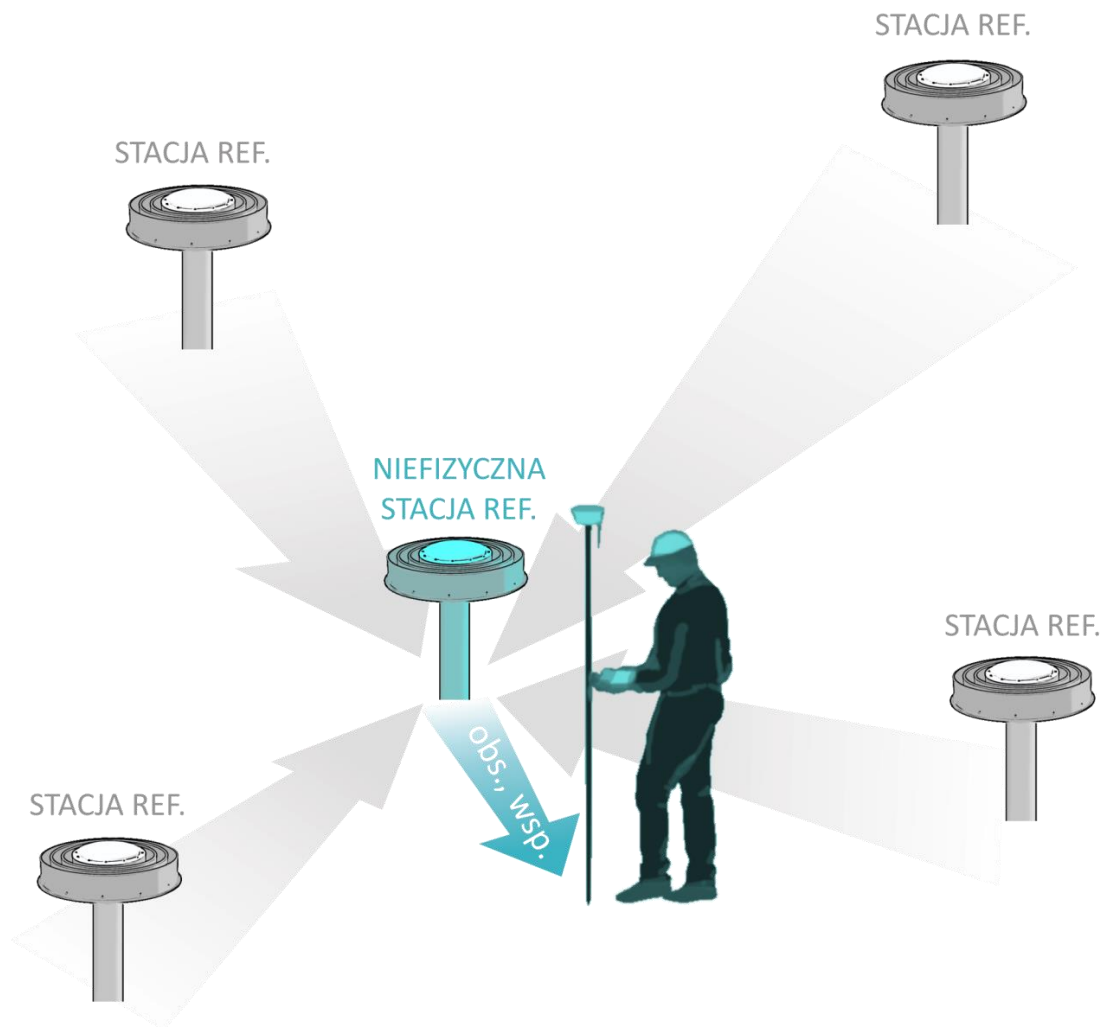
Rys. 1. Uproszczona ilustracja koncepcji FKP, gdzie odbiornik ruchomy otrzymuje obserwacje i parametry z jednej fizycznej stacji referencyjnej oraz geometryczne i jonosferyczne gradienty tych obserwacji w jej najbliższym otoczeniu. Istnieje również zmodyfikowana koncepcja FKP, gdzie zarówno obserwacje jak i gradienty odniesione są do niefizycznej stacji referencyjnej (patrz poniżej). Niniejszy rysunek pomija aspekt komunikacji z centrum obliczeniowym.

Koncepcja **MAC** (ang. Master and Auxiliary Concept) zakłada, że dla wszystkich obserwacji uczestniczących w rozwiązaniu sieciowym wyznaczona oraz zredukowana zostaje do jednego poziomu nieoznaczoność fazy. Dla pewnej grupy stacji (zwykle od 5 do 8), zwanej *komórką*, wybierana jest jedna *stacja główna* (ang. master), a pozostałe stanowią tzw. *stacje poboczne* (ang. auxiliary). Dane ze stacji pobocznych przesyłane do odbiornika ruchomego w terenie zredukowane są o wartość obliczoną z danych geometrycznych (współrzędne satelitów i stacji, stąd mowa tu o „poprawkach”), zróżnicowane względem stacji głównej i rozdzielone na część dyspersyjną (lub *jonosferyczną*) i niedyspersyjną (lub *geometryczną*). Poprawki przesyłane dla stacji pobocznych, wraz z obserwacjami dla stacji głównej mogą np. posłużyć do odtworzenia pełnych obserwacji fazowych również na każdej stacji pobocznej. Dodatkowo, ponieważ obserwacje na wszystkich stacjach zredukowane są do jednego poziomu nieoznaczoności, możliwe jest zachowanie ciągłości rozwiązania fixed w odbiorniku ruchomym nawet w przypadku przeskoku rozwiązania z jednej stacji referencyjnej na inną.



Rys. 2. Uproszczona, z pominięciem komunikacji z centrum obliczeniowym, ilustracja koncepcji MAC, w której odbiornik ruchomy, poza parametrami wszystkich stacji referencyjnych w jego otoczeniu, otrzymuje obserwacje z tzw. głównej stacji referencyjnej oraz poprawki geometryczne i jonosferyczne do obserwacji teoretycznych dla tzw. stacji pobocznych.

Trzecia koncepcja, związana z utworzeniem **NIEFIZYCZNEJ STACJI REFERENCYJNEJ**, zakłada obliczenie teoretycznych obserwacji GNSS dla punktu o zadanych współrzędnych w sieci stacji referencyjnych. Punkt ten tworzony jest w niewielkiej odległości od odbiornika ruchomego pracującego w terenie. Takie wirtualne obserwacje, wraz ze współrzędnymi punktu, dla którego zostały obliczone, przesyłane są następnie do rovera. Mogą one zostać fakultatywnie uzupełnione o charakterystykę dokładnościową modelowania części dyspersyjnej i niedyspersyjnej obserwacji, czy współrzędne najbliższej fizycznej stacji referencyjnej.



Rys. 3. Uproszczona ilustracja koncepcji niefizycznej stacji referencyjnej, gdzie odbiornik ruchomy otrzymuje obserwacje i parametry stacji obliczonej dla użytkownika przez centrum obliczeniowe.

Na przestrzeni lat powstało wiele sposobów obliczania obserwacji w niefizycznych punktach sieci, wiele z nich zostało opatrzonych znakami towarowymi poszczególnych producentów sprzętu i oprogramowania pomiarowego GNSS. Najbardziej rozpowszechnione z nich to: *VRS* (ang. Virtual Reference Station), *PRS* (ang. Pseudo Reference Station), czy *Individual Reference Station*. Ze względu na swoją prostotę i kompatybilność właściwie z każdym typem odbiornika ruchomego RTK, koncepcja ta – pomimo swych ograniczeń – cieszy się prawdopodobnie największym zainteresowaniem w przypadku użytkowników usług sieciowych RTN.

W technice RTN, w odróżnieniu od RTK, co do zasady niezbędne jest zapewnienie dwukierunkowej komunikacji pomiędzy odbiornikiem ruchomym i centrum obliczeniowym. Centrum obliczeniowe generuje dane obserwacyjne bądź korekcyjne dla użytkownika dopiero po otrzymaniu od rovera jego przybliżonych współrzędnych. Wyjątkiem są opisane powyżej podejścia FKP i MAC, gdzie dla niewielkich sieci (do kilku stacji referencyjnych) dane korekcyjne ważne są dla całego obszaru sieci, zatem nie jest potrzebne wskazywanie w jakim miejscu znajduje się rover.

W przypadku, gdy pomiar kinematyczny w terenie polega jedynie na rejestracji surowych danych obserwacyjnych od satelitów, tj. fazy i/lub kodu sygnału satelitarne, wraz z metadanymi opisują-

cymi obiekty mierzone odbiornikiem ruchomym w określonym czasie zarejestrowane dane muszą zostać później opracowane w trybie *post-processingu* (patrz rozdział *Techniki pomiarów statycznych*). Taką technikę nazywamy Post-Processingiem Kinematycznym (**PPK**) – pojęcie to obejmuje szerokie spektrum technik obliczeniowych wykonywanych już po zakończeniu pomiaru terenowego przy użyciu odrębnego oprogramowania. Zaletą tej techniki jest brak wymogu transmitowania w terenie danych pomiędzy stacją bazową, a odbiornikiem ruchomym. Wymogiem jest jedynie synchroniczne śledzenie satelitów przez obydwa odbiorniki. Wadą tej techniki jest brak pewności, że zarejestrowane obserwacje pozwolą prawidłowo wykonać obliczenia i uzyskać zakładane dokładności pomiaru. Obliczenia PPK mogą być wykonane analogicznie do tradycyjnych, wymienionych wcześniej koncepcji pomiarowych wykorzystywanych w czasie rzeczywistym, tj. używając tych samych algorytmów obliczeniowych jakie wykorzystywane są w technice RTK bądź koncepcjach RTN, np. FKP, MAC, VRS, bądź innych.

### Techniki pomiarów statycznych

Pomiary statyczne charakteryzują się tym, że odbiornik GNSS, którym wyznaczamy współrzędne interesującego nas punktu, nie zmienia swojego położenia przez dłuższy czas, jednocześnie z określonym przez nas interwałem zapisuje wyniki pomiarów fazowych i kodowych. Takie surowe obserwacje wymagają wykonania obliczeń po zakończeniu pomiarów (tzw. *post-processing*, czyli opracowanie pomiarów po ich wykonaniu).

Różnicowe pomiary statyczne polegają na pozostawieniu przynajmniej dwóch odbiorników bez ruchu przez cały okres pomiaru i synchronicznej rejestracji obserwacji do tych samych satelitów GNSS. Wynikiem obliczeń takiego pomiaru są wektory pomiędzy punktami, które mogą tworzyć sieć wektorów, podlegającą dalszemu wyrównaniu zgodnie z zasadami statystyki matematycznej.

*Typowe pomiary statyczne trwają od kilkunastu minut do nawet wielu dni na punkcie (sesja obserwacyjna). W zależności od użytego sprzętu, warunków obserwacyjnych, długości wektorów oraz czasu trwania sesji, dokładność względna (precyzja) osiągnięta ze statycznych pomiarów różnicowych waha się w granicach od kilku cm do nawet pojedynczych mm.*

Poza klasyczną definicją pomiarów statycznych, w geodezji znany jest termin pomiarów szybkich statycznych, zwanych *Fast Static* lub *Rapid Static* związany z krótszymi czasami obserwacji na punktach. Obecnie rozróżnianie tych pomiarów od klasycznych pomiarów statycznych nie jest już zasadne, albowiem współczesne algorytmy obliczeniowe sprawdzają się przy opracowywaniu zarówno krótkich jak i długich sesji obserwacyjnych.

### Przygotowanie do pomiarów GNSS

W dobie zautomatyzowania procedur pomiarowych w nowoczesnych urządzeniach, a przez to znaczącego skrócenia czasu potrzebnego na wykonanie prac terenowych, szczególnego znaczenia nabiera odpowiednie przygotowanie do pomiaru poprzez:

- dobranie technik pomiarowych do wymagań danego projektu pod względem dokładnościowym,
- analizę możliwości zastosowania satelitarnych technik pomiarowych w obszarze projektu,

## ROZDZIAŁ 1. POMIARY RÓŻNICOWE GNSS - PODSTAWY

- analizę dostępnych w obszarze projektu źródeł danych: osnowy geodezyjnej (stacji referencyjnych) DGNSS/RTK/RTN,
- dobranie i dostosowanie ustawień zestawów pomiarowych do wymogów projektu,
- bieżącą aktualizację oprogramowania odbiorników ruchomych i kontrolerów pomiarowych,
- zaplanowanie pomiaru w okresie występowania optymalnej konstelacji satelitów,
- sprawdzenie warunków pogodowych przed wyjściem w teren (spodziewane fronty atmosferyczne lub zaburzenia jonosfery).

Niniejszy rozdział opisuje poszczególne wymienione wyżej aspekty przygotowania i planowania pomiarów GNSS.

### Analiza obszaru projektu

Satelitarne techniki pomiarowe, pomimo swej powszechnej dostępności i łatwości użytkowania, podatne są niestety na wiele czynników otoczenia pomiarowego, które mogą skutecznie obniżyć dokładność lub też całkowicie uniemożliwić wykonanie prac terenowych. Stąd, przed ich rozpoczęciem, zaleca się przeanalizowanie obszaru projektu pod kątem występowania takich czynników tj.:

#### 1. Przeszkody terenowe zasłaniające horyzont

Obecność wysokich budynków lub infrastruktury technicznej na obszarze pomiaru może utrudniać lub całkowicie eliminować z pomiaru miejsca, gdzie znaczna część nieba przysłonięta jest przez takie obiekty. Jeśli planujemy pomiary satelitarne w pobliżu budynków pamiętajmy, że na obszarze Polski najmniej satelitów widocznych jest po północnej stronie nieba. Planujmy pomiar tak, aby potencjalna przeszkoda w miarę możliwości znajdowała się po północnej stronie względem mierzonego punktu.

Sygnał satelitarny docierający do powierzchni Ziemi jest na tyle słaby, że nawet występowanie naturalnych przesłon horyzontu w postaci liści drzew może również istotnie utrudnić lub uniemożliwić pomiar. W przypadku czynności pomiarowych wykonywanych w miejscach zadrzewionych należy liczyć się ze znacznym spadkiem dokładności wyznaczenia współrzędnych mierzonych punktów i wzrostem prawdopodobieństwa wystąpienia błędów grubych (obniżenie wiarygodności pomiaru).

#### 2. Źródła odbić sygnałów satelitarnych

Należy zachować szczególną ostrożność przy wykonywaniu pomiaru w pobliżu obiektów, których powierzchnie mogą odbijać sygnał satelitarny w kierunku anteny odbiornika. Zaliczamy do nich m. in.:

- a. duże, gładkie powierzchnie (np. ściany budynków),
- b. szyby i karoserie samochodów,
- c. spokojne lustro wody.

Do odbiornika GNSS w normalnych warunkach trafiają zarówno bezpośrednie, jak i odbite sygnały satelitarne – efekt ten jest zwany to wielodrożnością sygnału (ang. multipath). Jeśli sygnał odbity jest znacznie słabszy od odbieranego bezpośrednio, konstrukcja anteny satelitarnej i oprogramowanie odbiornika powinno skutecznie zablokować lub odfiltrować taki niepożądany sygnał (szum). Problem pojawia się w momencie, gdy docierający sygnał odbity jest podobnej mocy co ten bezpośredni lub bezpośredni sygnał jest niedostępny (np. satelita jest zasłonięty). W takim

przypadku mogą pojawić się problemy z prawidłowym określeniem fazy sygnału przychodzącego do odbiornika ruchomego powodujące w konsekwencji błędy wyznaczenia pozycji dochodzące w skrajnych przypadkach do kilkunastu cm.

Powierzchnie odbijające sygnały satelitów GNSS powodują szczególnie uciążliwy dla oprogramowania odbiornika tzw. „near-field multipath effect” oznaczający dodatkowe wzmocnienie działające wielodrożności dla powierzchni znajdujących się bliżej niż ok. 1 m od urządzenia pomiarowego.

Zmniejszenie wpływu odbić sygnałów satelitarnych na wynik pomiaru obserwuje się w przypadku pomiarów statycznych ze względu na zastosowanie kilkunastu sesji pomiarowych. .

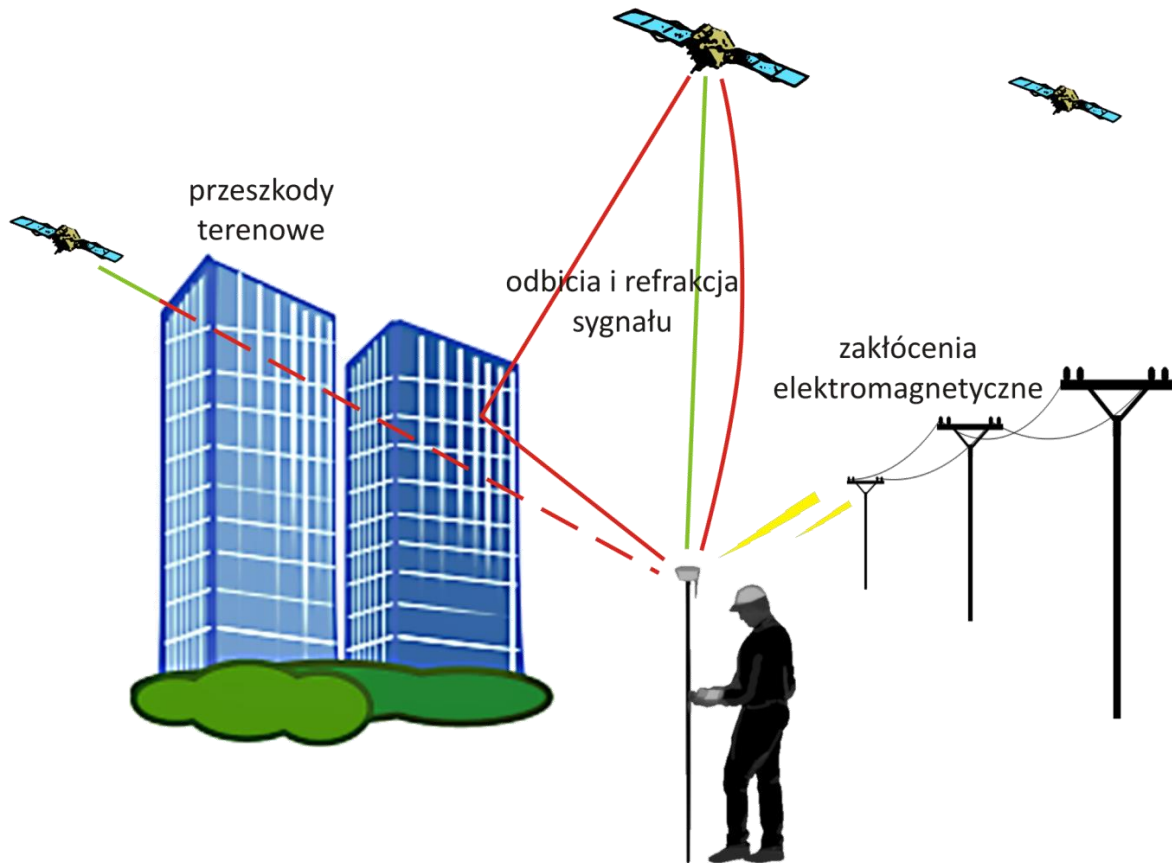
### 3. Zakłócenia elektromagnetyczne

Nośnikiem sygnału pomiarowego w systemach GNSS są fale elektromagnetyczne na częstotliwościach z zakresu 1,1 – 1,6 GHz. Źródła fal elektromagnetycznych o tych samych lub bliskich częstotliwościach, a także ich wielokrotności mogą powodować zagłuszanie (tzw. jamming) sygnałów GNSS lub oszukiwanie odbiornika GNSS (w przypadku fal o modulacji zgodnej z sygnałem konkretnego satelity GNSS, tzw. spoofing). Dodatkowo urządzenia emitujące fale elektromagnetyczne na innych częstotliwościach mogą wpływać na pracę samych układów elektronicznych w odbiorniku GNSS.

Poza wizualną oceną otoczenia pomiarowego w kontekście występowania pobliskich źródeł zakłóceń możliwa jest analiza poziomu sygnału pomiarowego na poszczególnych częstotliwościach GNSS, np. poprzez obserwację wartości *SNR* (stosunek sygnału do szumu, ang. *Signal-to-Noise Ratio*). Sygnał zakłócający typu jamming będzie w takim przypadku powodował znaczne podniesienie poziomu szumów, a co za tym idzie spadek wartości SNR. W przypadku planowania długotrwałych pomiarów lub przy krytycznych zastosowaniach GNSS, gdzie wymagana jest niezakłócona praca odbiornika zalecane jest również wykonanie skanowania pola elektromagnetycznego specjalnymi, przeznaczonymi do tego celu urządzeniami pomiarowymi.

Występujące w terenie czynniki utrudniające pomiar są tym bardziej istotne, im wyższej dokładności wyników oczekujemy. W przypadku pomiarów wymagających najwyższej dokładności (np. RTK lub precyzyjne pomiary statyczne) zalecane jest unikanie/minimalizacja wpływu wszystkich powyżej wymienionych czynników środowiskowych.

Odpowiedzialność za prawidłowe wykonanie pomiarów, w tym zastosowanie technik pomiarowych odpowiednich do warunków panujących w terenie i wymogów projektu, spoczywa na wykonawcy prac. Dlatego istotne jest wcześniejsze oszacowanie czynników środowiskowych i analiza dokładności wyników pomiaru osiągniętych poszczególnymi technikami (w tym także klasycznymi, np. niwelacja geometryczna czy tachimetria) w danym otoczeniu pomiarowym.



Rys. 4 Do lokalnych czynników wpływających na pomiar GNSS zaliczamy: przeszkody terenowe blokujące sygnał satelitarne na drodze satelita-odbiornik, źródła wielodrożności sygnału (tzw. multipath) oraz źródła zakłóceń elektromagnetycznych zniekształcających czy zaszumiających docierający do odbiornika sygnał lub wpływających na pracę samego urządzenia pomiarowego.

### Źródła danych referencyjnych do pomiaru GNSS

Równie istotnym co otoczenie pomiarowe czynnikiem, mającym wpływ na wybór techniki pomiaru i osiągnięte dokładności, jest położenie sieci stacji referencyjnych względem obszaru projektu. W przypadku techniki RTK lub DGNS (w oparciu o pojedynczą stację referencyjną) dokładność wyznaczonych współrzędnych spada wraz z odległością od stacji, więc kluczowe znaczenie ma tutaj położenie najbliższej sprawnej stacji referencyjnej. W przypadku pomiarów RTN lub sieciowych DGNS poza deklarowanym przez operatora średnim błędem pomiaru zależnym od stopnia zagęszczenia stacji referencyjnych bardzo istotne jest, aby obszar projektu znajdował się w całości wewnątrz sieci (wieloboku zbudowanego przez stacje referencyjne). Jakość danych obserwacyjnych ekstrapolowanych poza obszar sieci stacji drastycznie spada i ich wykorzystanie w pomiarze może skutkować wystąpieniem błędów grubych.

Przy pomiarach statycznych dobór odpowiednich punktów nawiązania (a co za tym idzie określenie długości wektorów pomiędzy punktami wyznaczanymi a punktami nawiązania) związany jest z klasą zastosowanego sprzętu pomiarowego, wymaganymi dokładnościami wyznaczenia współrzędnych punktów mierzonych oraz długością planowanych sesji pomiarowych.

Planując pomiary różnicowe GNSS w czasie rzeczywistym niezbędne jest zapewnienie sprawnego medium przesyłu danych pomiarowych ze stacji referencyjnych (lub centrum zarządzania) w obszarze projektu. Większość sieci stacji referencyjnych, w tym system ASG-EUPOS, udostępnia swoje usługi



wykorzystując Internet. Warto przed wyjściem w teren określić, czy na obszarze projektu dostępne są bezprzewodowe sieci umożliwiające dostęp do Internetu (np. wi-fi) lub czy pokrycie usługą GPRS (lub nowszą) danego operatora sieci telefonii komórkowej obejmuje interesujący nas obszar. W celu podniesienia poziomu dostępności usługi dostępu do Internetu warto przed wyjściem w teren wyposażyć swój zestaw pomiarowy w przynajmniej 2 alternatywne punkty dostępowe (np. wi-fi + karta SIM lub 2 karty SIM różnych operatorów). Gdy obszar naszego projektu znajduje się poza zasięgiem bezprzewodowego Internetu, istnieje możliwość instalacji we własnym zakresie nadajnika, który na ograniczoną do kilkuset metrów (pojedynczych km) odległość retransmitować będzie dane obserwacyjne ze stacji referencyjnych wykorzystując fale radiowe.

Mając do dyspozycji w interesującej nas okolicy pomiaru więcej niż jedną sieć stacji referencyjnych (lub wielu usługodawców wspomagających pomiary DGNS/RTK/RTN) warto zastanowić się nad możliwością wykorzystania jednej sieci do faktycznej realizacji zadań pomiarowych, jednocześnie korzystając z drugiej do wykonania niezależnej kontroli wyników pomiaru.

### Dobór i konfiguracja zestawów pomiarowych

Pomimo zróżnicowanej oferty rynkowej urządzeń pomiarowych GNSS, niezależnie od konkretnego modelu sprzętu czy wersji oprogramowania, istnieją pewne wspólne cechy i czynności konfiguracyjne, które w istotny sposób mogą ułatwić pomiar w terenie.

W przypadku planowania prac wymagających pomiaru większej liczby punktów w ograniczonym czasie warto rozważyć skorzystanie z kilku zestawów pomiarowych jednocześnie. Jest to również istotne gdy planujemy pomiary statyczne celem założenia osnowy geodezyjnej lub pomiarowej. Dostosowanie liczby odbiorników jednocześnie pracujących w terenie do rozmiarów sieci ma tutaj szczególne znaczenie, podobnie jak odpowiednie zaplanowanie sesji pomiarowych tak, aby możliwe było obliczenie wektorów GNSS w interesujących nas obszarach sieci, pomiędzy punktami wyznaczanymi (jak największa liczba obserwacji synchronicznych).

Ze względu na wprowadzanie nowych standardów wymiany danych obserwacyjnych, formatów tych danych, a także zmiany w konstelacjach systemów GNSS zalecana jest systematyczna aktualizacja oprogramowania wewnętrznego odbiornika GNSS (tzw. *firmware*), niezwłocznie po opublikowaniu nowej wersji przez producenta sprzętu.

Pamiętajmy, że sprawdzenie opcji konfiguracyjnych odbiornika GNSS i kontrolera pomiarowego powinno odbywać się każdorazowo przed wyjściem w teren, nawet jeśli zazwyczaj korzystamy z tych samych opcji i nie mamy w zwyczaju ich zmieniać. Często przy aktualizacji oprogramowania dochodzi do ustawienia domyślnych wartości wybranych opcji, czyli de facto zmiany interesujących nas ustawień. Typowymi ustawieniami, których wartość należy wziąć pod uwagę przy sprawdzaniu zestawu pomiarowego, są:

- **układ odniesienia w pomiarach w czasie rzeczywistym**

Pomiary geodezyjne, których wyniki ewidencjonowane są w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym powinny być wykonywane w obowiązującym<sup>2</sup> układzie odniesienia i układzie współrzędnych. Przed rozpoczęciem pomiaru należy upewnić się, że układ odniesienia zdefiniowany w ustawieniach odbiornika / kontrolera pomiarowego odpowiada wymogom rozporzą-

---

<sup>2</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 listopada 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. z 2012 r. poz. 1247)

dzenia i specyfikacji technicznej projektu jaki wykonujemy. Należy również wziąć pod uwagę układ odniesienia jaki realizowany jest przez sieć stacji referencyjnych, z której korzystamy, a także czy udostępnia ona w swych serwisach parametry transformacji (umożliwia to np. format RTCM 10403.x) do obowiązującego układu odniesienia. Stacje referencyjne systemu ASG-EUPOS, mają wyznaczone współrzędne w układzie PL-ETRF2000-XYZ (epoka 2011,0) i takie dys-trybuowane są do użytkowników systemu (w jego poszczególnych serwisach), przy czym nie są stosowane żadne parametry transformacji.

- **ustawienia śledzenia sygnałów satelitarnych**

Gdy odbiornik na to pozwala, a sieć stacji referencyjnych wyposażona jest w odpowiednie odbiorniki, warto skorzystać ze wszystkich sygnałów satelitarnych dostępnych na stacjach referencyjnych (np. włączyć śledzenie satelitów GLONASS, Galileo, etc.).

- **maska elewacji**

Ponieważ sygnał pomiarowy docierający do odbiornika od satelitów znajdujących się nisko nad horyzontem jest trudniejszy do prawidłowego zamodelowania w odniesieniu do czynników takich, jak wpływ atmosfery (refrakcja, opóźnienia troposferyczne) czy wielotorowość, w pomiarach w czasie rzeczywistym zaleca się stosowanie tzw. *maski elewacji* polegającej na wyłączeniu z obliczeń satelitów znajdujących się poniżej określonej wysokości nad horyzontem. Wartość ta zależy również od charakterystyki bezpośredniego otoczenia pomiarowego (występowanie przeszkód terenowych), natomiast z reguły nie powinna być niższa niż  $10^\circ$  (taka jest również maska elewacji stosowana w serwisach sieciowych RTN i DGNS w systemie ASG-EUPOS).

Opracowanie pomiarów statycznych w post-processingu daje możliwość weryfikacji materiału obserwacyjnego, również pod kątem przydatności satelitów niskich, zatem mając możliwość późniejszego opracowania obserwacji warto zebrać w terenie również obserwacje od satelitów będących poniżej  $10^\circ$  nad horyzontem.

- **ograniczenia wartości PDOP i liczby satelitów**

Nowoczesne odbiorniki RTK czy DGNS dają użytkownikowi możliwość zdefiniowania progowych wartości PDOP (lub innego pochodnego względem DOP parametru) oraz minimalnej liczby obserwowanych satelitów, po przekroczeniu których odbiornik nie zapisuje wyznaczonej pozycji lub powiadamia o tym fakcie użytkownika. Co do zasady pomiary różnicowe powinny być wykonywane w oparciu o *min. 5 satelitów jednego systemu lub 6 satelitów w przypadku dwóch systemów* (np. dla GPS i GLONASS potrzeba min. dwóch satelitów z jednego systemu, a łącznie nie mniej niż 6). Zaleca się również, aby parametr *PDOP* był *nie większy niż 6*.

- **typy rozwiązań pozycji i parametry QC**

Podobnie, w przypadku nowoczesnych odbiorników RTK istnieje możliwość ograniczenia zapisu pozycji do wartości osiąganych np. wyłącznie w trybie precyzyjnym (status *fixed*, *network fixed*, *precyzyjny*, etc. – nazewnictwo różni się w zależności od producenta sprzętu) oraz dla wybranych wartości parametrów *QC* (ang. *Quality Check* – ogólny termin określający parametry dokładności i wiarygodności pomiaru, m. in. RMS).

- **ustawienia połączenia z casterem NTRIP (lub innym źródłem danych korekcyjnych)**

Należy upewnić się, że dane takie jak: adres IP lub URL castera NTRIP, port TCP, wersja protokołu NTRIP, nazwa źródła danych, identyfikator użytkownika i hasło zgodne są ze specyfikacją wybranego systemu stacji referencyjnych (w przypadku stosowania innego sposobu komunikacji z serwerem wymagane ustawienia podaje dostawca usługi). W przypadku zamiaru skorzystania z tzw. rozwiązań powierzchniowych (np. VRS lub MAC w systemie ASG-EUPOS) konieczne jest również zapewnienie komunikacji dwukierunkowej i wysłanie do castera danych o swoim przybliżonym położeniu w terenie (w systemie ASG-EUPOS protokołem NMEA 0183, wiadomość GGA).

W systemie ASG-EUPOS ustawienia te są następujące:

***Adres URL:** [system.asgeupos.pl](http://system.asgeupos.pl) lub **adres IP:** 91.198.76.2*

***Port TCP:** w zależności od usługi z zakresu 2101-2105 lub 8080-8089*

***Wersja NTRIP:** 2.0 (caster oferuje również wsteczną kompatybilność z niezalecanym już do stosowania protokołem NTRIP 1.0)*

***Źródło danych NTRIP:** w zależności od usługi, istnieje możliwość wyboru źródła z tzw. tabeli źródeł danego castera NTRIP*

***Identyfikator użytkownika:** składa się z nazwy firmy i nazwy użytkownika podanych podczas rejestracji, np. gugik/administrator*

***Hasło:** zgodne z podanym przy rejestracji konta*

- **ustawienia rejestracji surowych danych obserwacyjnych**

Parametry te odnoszą się właściwie wyłącznie to pomiarów przeznaczonych do późniejszego opracowania (post-processingu). Należy jednak zwrócić uwagę, że niektóre odbiorniki równocześnie z pracą w trybie RTK/RTN/DGNSS dają możliwość zapisu surowych obserwacji (kodowych i fazowych) w pamięci. Jeśli pomiar wykonujemy w trudnych warunkach lub potrzebna jest dodatkowa kontrola tego typu, można tak zgromadzone obserwacje poddać post-processingowi i uzyskać w wyniku niezależnych obliczeń współrzędne punktów techniką PPK.

Interwał rejestracji należy dostosować do techniki pomiarowej (np. PPK, czy pomiar statyczny) i planowanego czasu pomiaru na punkcie (np. im dłuższa sesja pomiarowa w technice statycznej, tym większy interwał można zastosować). Należy pamiętać, że przy obliczeniu wektora wezmą tylko udział obserwacje wspólne dla dwóch punktów wykonane w tej samej epoce pomiarowej. W przypadku gdy zarejestrowaliśmy więcej danych niż jest nam potrzebne istnieją narzędzia do pre-processingu obserwacji, np. darmowe oprogramowanie *teqc*, pozwalające wykonać filtrowanie pliku obserwacyjnego, w tym rozrzedzić interwał zarejestrowanych obserwacji, czy też podzielić plik na części. Narzędzia do decymacji plików oraz ich podziałów są także częścią dostępnych na rynku oprogramowania do opracowania obserwacji. Zatem jeśli nie ogranicza nas pojemność pamięci wewnętrznej odbiornika, służącej do rejestracji danych, w wielu przypadkach warto zastanowić się nad wykonaniem w terenie obserwacji z mniejszym interwałem, aby zapewnić sobie późniejszą swobodę opracowania danych pomiarowych.

### Konstelacja satelitów GNSS

Aby zapewnić podczas pracy w terenie jak najwyższy komfort pomiaru oraz optymalne pod względem konstelacji satelitów warunki pomiarowe należy każdorazowo przed rozpoczęciem pomiaru zapoznać się z prognozowanym układem satelitów w czasie dnia w miejscu, gdzie planujemy wykonać prace. Pozwoli to uniknąć sytuacji, kiedy to niepotrzebnie tracimy w terenie czas czekając na poprawę rozłożenia satelitów na niebie lub wzrost liczby satelitów uczestniczących w rozwiązaniu. Zarówno w przypadku pomiarów w czasie rzeczywistym, jak i zaplanowanych do późniejszego post-processingu optymalizacja konstelacji satelitarnej leży u podstaw osiągnięcia zadowalających wyników.

Na rynku istnieje wiele programów do wizualizacji parametrów konstelacji satelitarnej GPS, GLONASS, Galileo i innych systemów GNSS, bazujących na danych z almanachu satelitarne. Zasada obsługi wszystkich tego typu programów jest podobna:

- 1) *aktualizujemy almanachy poszczególnych systemów satelitarnych, które nas interesują,*
- 2) *wyberamy, które systemy i satelity będą brane pod uwagę w prognozie,*
- 3) *podajemy współrzędne przybliżone miejsca, w którym planujemy wykonywać pomiar (najczęściej wystarczy znajomość współrzędnych  $\varphi$  i  $\lambda$  z dokładnością ok.  $0,1^\circ$ ),*
- 4) *ustawiamy maskę elewacji w miejscu obserwacji (jeśli posiadamy obraz horyzontu to możemy uwzględnić lokalne przeszkody terenowe, jeśli nie to najczęściej wybieramy maskę taką jak w ustawieniach odbiornika, np.  $10^\circ$ ),*
- 5) *ustawiamy interesujący nas okres czasu,*
- 6) *po wykonaniu przez program obliczeń otrzymujemy wykresy, diagramy lub tabele z wartościami parametrów tj. DOP, liczba satelitów, planowane rozłożenie satelitów na niebie, etc.*

Poniżej prezentujemy listę wybranych, w większości darmowych programów tego typu:

- **Javad Justin** (<http://www.javad.com/jgnss/products/software/justin.html>),
- **Leica Geo Office** ([http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-Geo-Office\\_4611.htm](http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-Geo-Office_4611.htm)),
- **Navcom Satellite Predictor Tool** (<http://satpredictor.navcomtech.com/>),
- **Topcon Mission Planning** (<http://www.topconpositioning.com/products/software/updaters-and-utilities/utilities>),
- **Trimble Planning Online** (<http://www.trimble.com/GNSSPlanningOnline/>).

### Bezpośrednio przed wyjściem w teren

Wszystkie wcześniej wymienione czynności przygotowawcze można wykonać zawczasu, dzień lub kilka dni przed rozpoczęciem pomiaru. Istnieje jednakże grupa czynników mogąca wpływać na wyniki, a czasem nawet fizyczną możliwość wykonania pomiarów, których nie sposób przewidzieć z dużym wyprzedzeniem. Dlatego bezpośrednio przed wyjściem w teren warto wykonać rutynowe sprawdzenie poniższych informacji.

#### 1. Jaki jest stan jonosfery w miejscu wykonywania pomiarów?

Jonosfera jest głównym dyspersyjnym czynnikiem środowiskowym mającym wpływ na obserwowaną przez odbiornik GNSS pseudoodległość do satelity. Jeśli np. w wyniku zwiększonej aktywności słońca, zmienność opóźnienia jonosferycznego jest większa niż w okresie „spokojnym”, modelowanie jej wpływu na obserwacje w niefizycznych punktach sieci jest obciążone większymi błędami. Do oszacowania wpływu błędów modelowania jonosfery na pomiar pseudoodległości służą m. in. wartości indeksu jonosferycznego I95 lub residuów czę-

ści dyspersyjnej, tzw. IRIM (patrz *Rozdział 4. Strona internetowa systemu, podrozdział „Informacje o stanie sieci”*).

Z kilkudniowym lub kilkudziesięciogodzinnym wyprzedzeniem istnieje możliwość predykcji stopnia zaburzenia jonosfery poprzez obserwację zjawisk bezpośrednio zachodzących na Słońcu. Jednakże tego typu prognoza wiąże się z dużą dozą niepewności co do faktycznego wpływu takiego zjawiska na opóźnienia jonosferyczne sygnałów GNSS. Zjawiskami tzw. pogody kosmicznej i ich predykcją zajmują się m. in. serwisy:

- British Geological Survey <http://www.geomag.bgs.ac.uk>,
- Centrum Badań Kosmicznych PAN <http://rwc.cbk.waw.pl>,
- European Space Weather Portal <http://www.spaceweather.eu>,
- German Aerospace Center <http://swaciweb.dlr.de>,
- NASA Jet Propulsion Lab <http://iono.jpl.nasa.gov>,
- MIT Haystack <http://madrigal.haystack.mit.edu>,
- Space Weather Prediction Center <http://www.swpc.noaa.gov>.

*Temat wpływu jonosfery i prognozowania jej stanu został przedstawiony ogólnie na potrzeby opracowania niniejszego poradnika. Osoby zainteresowane poszerzeniem wiedzy z tego zakresu zachęcamy do sięgnięcia po specjalistyczną literaturę naukową.*

### **2. Czy podczas pomiaru prognozowane jest przejście frontu atmosferycznego nad interesującym nas obszarem?**

Podobnie jak jonosfera również troposfera, a zwłaszcza zawarta w niej para wodna, stanowi jeden z głównych czynników wpływających na obserwacje GNSS. Skokowe zaburzenia zawartości pary wodnej, temperatury i ciśnienia powietrza powodują, że zaobserwowane na stacji referencyjnej wartości opóźnienia troposferycznego będą znacznie różniły się od wartości opóźnienia występującego w miejscu pomiaru odbiornikiem ruchomym.

*Jeśli planujemy w danym miejscu i czasie pomiar GNSS, starajmy się unikać frontów atmosferycznych oraz innych gwałtownych zjawisk atmosferycznych, niosących za sobą skokowe zmiany zawartości pary wodnej w troposferze. Informacje o przemieszczaniu się frontów atmosferycznych możemy uzyskać z ogólnodostępnych np. w telewizji lub Internecie serwisów pogodowych, np. <http://pogodynka.pl/> (serwis pogodowy IMiGW).*

### **3. Czy wybrane przez nas do pomiaru źródło danych referencyjnych jest dostępne i czy pracują wszystkie okoliczne stacje referencyjne?**

Serwisy internetowe systemów stacji referencyjnych dostarczają zazwyczaj dla zalogowanych użytkowników szczegółowe informacje o dostępności danych obserwacyjnych ze stacji referencyjnych i ich ewentualnym udziale w serwisach powierzchniowych oferowanych przez system. Jeżeli w otoczeniu miejsca zaplanowanego pomiaru jedna lub więcej stacji referencyjnych nie dostarcza danych musimy liczyć się z utrudnieniami związanymi z:

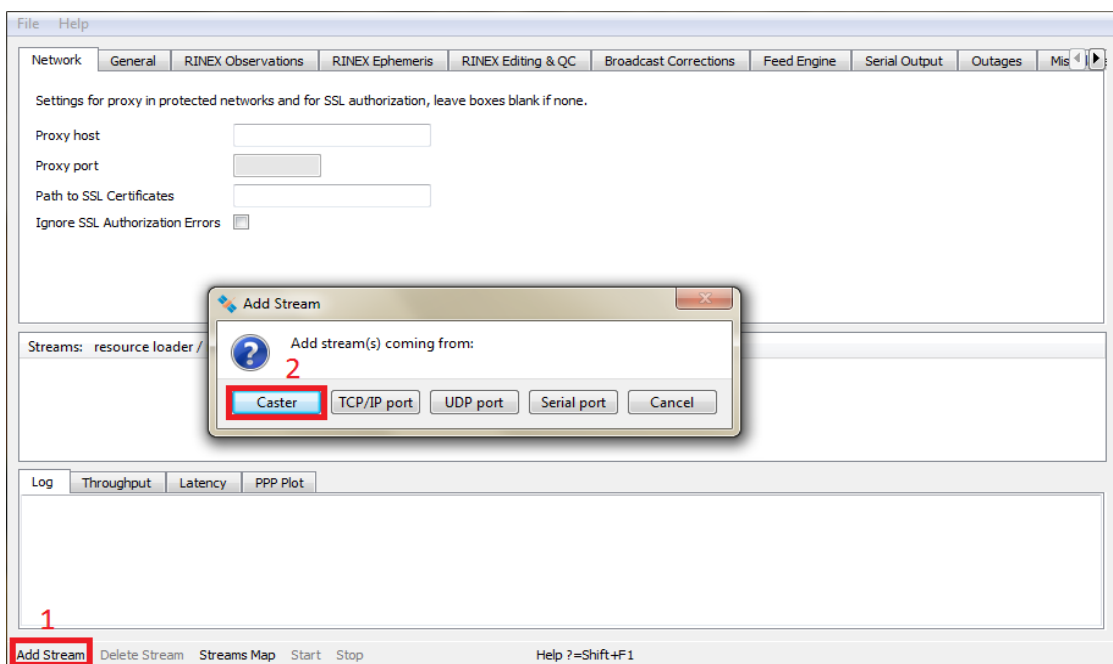
- wydłużonym czasem inicjalizacji odbiornika i zwiększonym ryzykiem wystąpienia błędnej inicjalizacji (RTK, RTN),
- spadkiem dokładności pomiarów (wszystkie techniki),

## ROZDZIAŁ 1. POMIARY RÓŻNICOWE GNSS - PODSTAWY

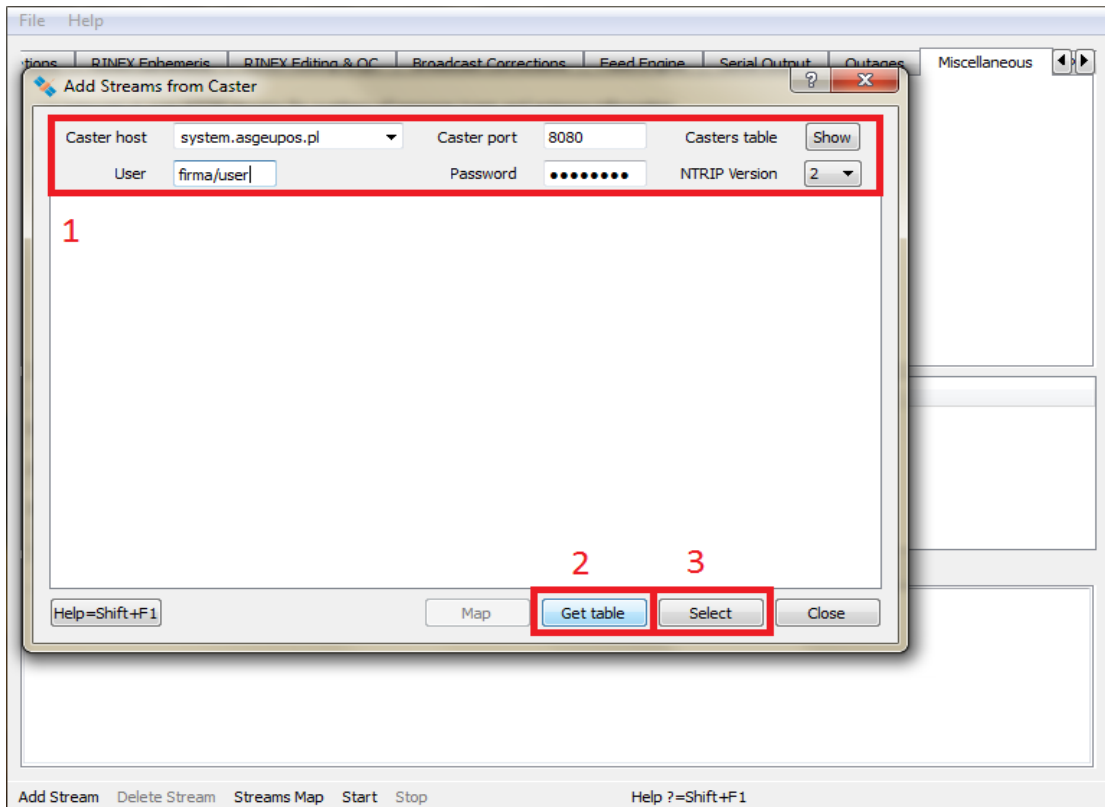
- wydłużonym czasem pomiaru na punkcie (techniki statyczne).

Jeżeli do wykonania prac terenowych zaplanowaliśmy jedno lub więcej konkretnych źródeł danych obserwacyjnych, warto również przed wyjściem w teren sprawdzić dostępność tych źródeł dla projektowanego miejsca pomiaru. W tym celu możemy wykorzystać np. darmowe oprogramowanie typu klient NTRIP, np. *BKG Ntrip Client (BNC)*, dostępne na stronie <http://igs.bkg.bund.de/ntrip/download>. Konfiguracja oprogramowania jest analogiczna do ustawień logowania do NTRIP w odbiorniku lub kontrolerze GNSS, dodatkowo w przypadku źródła danych typu RTN najprawdopodobniej wymagane będzie ręczne podanie przybliżonych współrzędnych pomiaru.

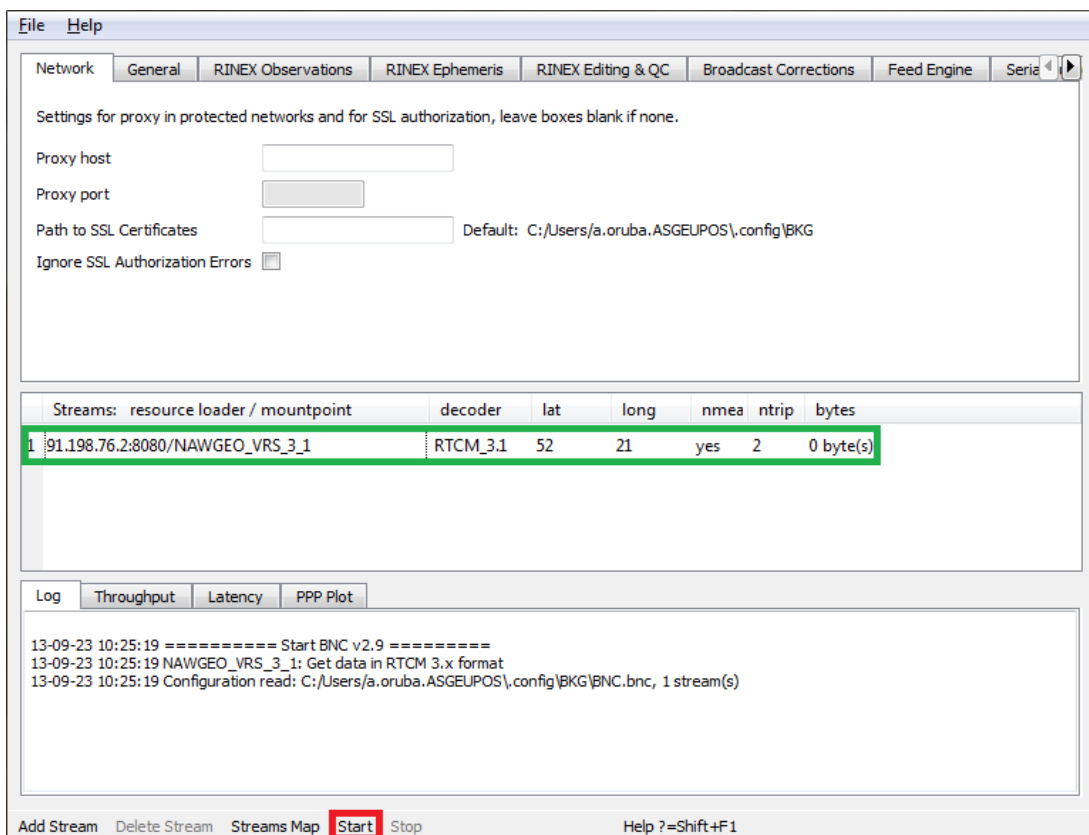
Poniżej (*rys. 5 a-c*) przykładowa konfiguracja i opis podstawowej funkcjonalności programu BNC w zakresie umożliwiającym sprawdzenie dostępności danych korekcyjnych z wybranego źródła NTRIP systemu ASG-EUPOS.



Rys. 5a. Podstawowa konfiguracja programu BNC do sprawdzania dostępności źródeł NTRIP. Krok 1 – Dodanie nowego źródła danych przyciskiem „Add Stream” i potem „Caster”.



Rys. 5b. (Krok 2) Wpisanie danych castera NTRIP, wybranie „Get table” i następnie – po wybraniu konkretnego źródła z tabeli źródeł, np. NAWGEO\_VRS\_3\_1 – wciśnięcie przycisku „Select”, a na końcu „Close”.



Rys. 5c. (Krok 3) Wpisanie współrzędnych przybliżonych w polu oznaczonym kolorem zielonym w miejscu „lat” i „long”, a następnie wciśnięcie przycisku „Start” – po udanym połączeniu dane powinny być pobierane z serwera NTRIP.





## ROZDZIAŁ 2. SYSTEM ASG-EUPOS

### Ogólny opis systemu ASG-EUPOS

System ASG-EUPOS jest to system wspomagający wyznaczanie pozycji za pomocą globalnych nawigacyjnych systemów satelitarnych (GNSS). Pojedynczy odbiornik GNSS bez systemu wspomagania takiego jak ASG-EUPOS (tryb autonomiczny) jest w stanie wyznaczyć pozycję z dokładnością od kilku do kilkunastu metrów (w zależności od klasy odbiornika i parametrów sygnału satelitarnego). Wykorzystując odpowiednie serwisy systemu ASG-EUPOS można zwiększyć precyzję wyznaczonej pozycji nawet do pojedynczych milimetrów (z odpowiednim odbiornikiem GNSS i przy zachowaniu warunków określonych w rozdziale 1). System ASG-EUPOS, podobnie jak wszystkie tego typu systemy można podzielić na trzy segmenty: segment odbiorczy, segment centrum zarządzającego oraz segment użytkowników.

### Segment odbiorczy

Rolą segmentu odbiorczego jest zbieranie danych obserwacyjnych do satelitów GNSS i przekazywanie ich w czasie rzeczywistym do centrum zarządzającego. Składa się on z równomiernie rozłożonych na obszarze Polski i państw sąsiednich stacji referencyjnych GNSS. Zgodnie ze Standardem Technicznym EUPOS, przy budowie segmentu odbiorczego przyjęto następujące założenia:

- średnia odległość pomiędzy stacjami wynosi 70 km,
- do sieci stacji referencyjnych włączone zostały istniejące stacje EPN i IGS,
- współrzędne stacji wyznaczone zostały w europejskim systemie odniesienia ETRS89,
- na stacjach referencyjnych wykorzystano precyzyjne dwuczęstotliwościowe odbiorniki GNSS.
- miejsca zainstalowania stacji referencyjnych wybrano tak, aby zapewnić dogodne warunki obserwacji satelitów GNSS.

Aktualnie segment ten składa się ze 124 stacji, które można podzielić na następujące grupy:

ze względu na funkcję:

- 15 stacji włączonych do EPN i wyznaczających układ odniesienia,
- 86 stacji na obszarze Polski konserwujące układ odniesienia,
- 23 stacje zagraniczne przekazujące dane na potrzeby serwisu RTN.

ze względu na wyposażenie stacji:

- 78 stacji wyposażonych jest w odbiornik GPS (na obszarze Polski znajduje się 75 stacji),
- 46 stacji wyposażonych jest w odbiornik GPS/GLONASS, w tym część ma możliwość odbioru sygnałów Galileo (na obszarze Polski znajduje się 26 takich stacji).

W momencie publikacji tego poradnika 4 dodatkowe (w tym 1 krajowa) stacje referencyjne są w fazie testów przed uruchomieniem ich w systemie ASG-EUPOS.

Krajowe stacje referencyjne w większości zlokalizowane są na budynkach administracji publicznej szczebla wojewódzkiego i powiatowego, placówkach badawczych i budynkach oświaty.

## ROZDZIAŁ 2. SYSTEM ASG-EUPOS



Rys. 6 Rozmieszczenie stacji referencyjnych systemu ASG-EUPOS

### Segment Centrum Zarządzającego

Główną funkcją centrum zarządzającego jest obliczanie i udostępnianie danych dla poszczególnych serwisów świadczonych przez system ASG-EUPOS oraz nieprzerwane monitorowanie stanu systemu. Serwisy udostępniane dla użytkowników zostały opisane w *Rozdziale 3*.

Stacje referencyjne wysyłają w sposób ciągły swoje obserwacje GNSS prosto do centrum zarządzającego za pomocą łącz teleinformatycznych. Obserwacje te trafiają do oprogramowania *Trimble Pivot Platform*, które jest odpowiedzialne za obliczenia i przygotowanie produktów dla użytkowników. Oprogramowanie ma strukturę modułową, a dla uzyskania większej niezawodności pracy oraz dla uzyskania lepszej wydajności moduły zostały umieszczone na oddzielnych, współpracujących ze sobą serwerach. Cały proces obliczeń i dostarczenia danych do użytkownika odbywa się automatycznie. Pracownicy centrum zarządzającego odpowiedzialni są



Rys. 7. Serwerownia w Centrum Zarządzającym w Warszawie.

za zapewnienie ciągłości obserwacji satelitarnych oraz testowanie poprawności działania całego systemu. Dla zwiększenia bezpieczeństwa i zapewnienia ciągłości pracy serwisów systemu ASG-EUPOS centrum zarządzające zostało ulokowane w dwóch miejscach: w Warszawie i w Katowicach. Dzięki temu przy poważnej awarii centrum w Warszawie można udostępnianie usług przełączyć na będące w stałej gotowości centrum w Katowicach.

Poza zapewnieniem usług związanych z wyznaczaniem pozycji centrum zarządzające pełni funkcję nadzorcą związaną z konserwacją państwowego układu odniesienia (*Rozdział 5*). Cotygodniowe obliczenie współrzędnych stacji referencyjnych pozwala na bieżącą kontrolę stałości położenia stacji EPN, które definiują układ odniesienia. Pracownicy centrum zarządzającego służą również pomocą w ramach prowadzonego serwisu wsparcia technicznego, który został opisany w dalszej części poradnika.

### Segment użytkowników

Prócz stacji referencyjnych i centrum zarządzającego w skład struktury systemu ASG-EUPOS wpisują się także użytkownicy.

Użytkownicy systemu mają możliwość wyboru sprzętu pomiarowego z szerokiego wachlarza urządzeń satelitarnych dostępnych na rynku. Poszczególne serwisy świadczone przez system ASG-EUPOS mogą być wykorzystane zarówno przez jedno, jak i dwuczęstotliwościowe odbiorniki GPS wyposażone w moduł komunikacyjny, a w niektórych rejonach kraju także w odbiorniki dwusystemowe GPS/GLONASS. Rozwiązania przyjęte w systemie dają możliwość korzystania z niego także użytkownikom nie posiadającym kosztownej aparatury pomiarowej, a wyposażonych w prosty odbiornik turystyczny GPS.

Dzięki ciągłej dostępności na obszarze całej Polski oferowanych serwisów użytkownik, który zdecyduje się na korzystanie z systemu ASG-EUPOS dysponuje możliwością precyzyjnego określenia swojej pozycji w ciągu całej doby w każdym miejscu<sup>3</sup>.

### Wybór sprzętu pomiarowego przez użytkownika

Jednym z najtrudniejszych etapów jakie na samym początku musi przejść przyszły użytkownik, który chce pracować z ASG-EUPOS jest określenie dokładności pomiarów jakie chce się uzyskać i co jest z tym bezpośrednio związane wybór rodzaju serwisu systemu ASG-EUPOS oraz typu odbiornika satelitarnego, który będzie wykorzystywany do pracy z systemem. Jeżeli użytkownik posiada już jakiś odbiornik to należy sprawdzić czy jest on w stanie współpracować z systemem ASG-EUPOS lub ewentualnie jakie niezbędne modyfikacje trzeba będzie przeprowadzić, żeby było możliwe połączenie ze strumieniem danych z ASG-EUPOS lub wykorzystanie odbiornika w serwisach post-processingu. Najczęściej wystarczy odpowiednie przekonfigurowanie odbiornika, chociaż w przypadku starszych odbiorników może być konieczna aktualizacja oprogramowania wewnętrznego odbiornika lub kontrolera, a czasem konieczne będzie dokupienie odpowiedniego modułu zapewniającego połączenie odbiornika z Internetem (np. wykorzystując pakietową transmisję danych GPRS, sieć wi-fi, etc.). Szczegółowych informacji w tym zakresie udzielą dystrybutorzy sprzętu GNSS, którzy w swojej ofercie mają również niezbędny dodatkowy sprzęt, o który trzeba będzie uzupełnić zestaw pomiarowy.

---

<sup>3</sup> Należy mieć na uwadze, że ze względu na przesyłanie danych korekcyjnych poprzez GPRS w rejonach kraju ze słabiej rozwiniętą strukturą GSM mogą występować okresowe lub ciągłe trudności z połączeniem się z centrum zarządzającym ASG-EUPOS.

## ROZDZIAŁ 2. SYSTEM ASG-EUPOS

Podstawowym pytaniem związanym z wykorzystaniem serwisu jest sposób pracy oraz rodzaj wykonywanych pomiarów. Przykładowo, jeżeli użytkownik będzie chciał wykorzystać system ASG-EUPOS do zakładania osnowy geodezyjnej wówczas będzie wykorzystywał serwisy post-processingu: POZGEO D lub POZGEO DF. Serwis POZGEO posłuży także do wyznaczenia osnowy pomiarowej, w miejscach gdzie nie jest możliwe skorzystanie z pomiarów metodą RTK lub RTN. W przypadku wykonywania pomiarów, których wyniki (współrzędne) są wymagane bezpośrednio w terenie (np. sytuacyjnych i wysokościowych lub realizacyjnych) użytkownik będzie mógł wykorzystać serwisy czasu rzeczywistego NAWGEO, a w niektórych przypadkach także KODGIS. Serwis NAWGIS został zaprojektowany dla wspomagania nawigacji ale może być używany z powodzeniem także do kontroli terenowej map topograficznych.

Podczas budowy systemu ASG-EUPOS położono szczególny nacisk na wykorzystanie międzynarodowych standardów w zakresie formatów i protokołów transmisji danych, co powinno znacznie rozszerzyć listę modeli odbiorników kompatybilnych z ASG-EUPOS. Zgodnie z założeniami projektu technicznego systemu ASG-EUPOS, w przypadku serwisów czasu rzeczywistego poprawki RTK/DGNSS generowane przez system są zgodne z powszechnie stosowanymi międzynarodowymi standardami opracowanymi przez komisję RTCM S.C.-104. Obecnie na świecie i w Polsce najczęściej wykorzystywany jest format RTCM w wersji 10403.1, który zapewnia pełne wykorzystanie możliwości systemu ASG-EUPOS. Zaletą tej wersji formatu jest jej skompresowana forma (względem np. standardu RTCM 10402.3), która nie wymaga tak dużej przepustowości łącza, co jest istotne jeżeli przesyłamy dane wykorzystując transmisję GPRS. W trosce o użytkowników posiadających odbiorniki starszych typów, które nie potrafią rozpoznać standardu RTCM w wersji 10403.1, w systemie zostały utrzymane wcześniejsze formaty danych w wersji RTCM 10402.x.

Przed oddaniem systemu ASG-EUPOS do użytkowania czołowi dystrybutorzy sprzętu GNSS oraz wybrane firmy zewnętrzne przeprowadziły szereg testów, które miały potwierdzić zgodność generowanych danych korekcyjnych RTK/DGNSS z formatami obsługiwanymi przez odbiorniki. Dlatego w przypadku wątpliwości dotyczących współpracy odbiornika z systemem najlepszą pomoc techniczną można uzyskać u dystrybutorów sprzętu satelitarnego. Adres i informacje potrzebne do kontaktu można znaleźć na stronach internetowych dystrybutorów lub na łamach pism branżowych. Można również skontaktować się ze specjalistami serwisu wsparcia technicznego ASG-EUPOS, którzy wskażą jakie wymagania musi spełnić odbiornik, żeby mógł korzystać z serwisów ASG-EUPOS lub wskażą miejsce gdzie można znaleźć potrzebne informacje.

Należy pamiętać, że im wyższej dokładności oczekujemy od pomiarów tym bardziej zaawansowany odbiornik satelitarny musimy posiadać. Jeżeli interesują nas dokładności na poziomie kilku metrów, to można szukać na rynku tańszych odbiorników kodowych, które z odpowiednimi modemami GSM/GPRS (z wbudowanym protokołem NTRIP) mogą współpracować z serwisem NAWGIS przeznaczonym dla mniej precyzyjnych pomiarów np. na potrzeby aktualizacji baz danych GIS. Natomiast żeby zastosować system ASG-EUPOS w geodezyjnych pracach realizacyjnych oraz innych pracach wymagających wysokiej dokładności uzyskiwanej trzeba rozejrzeć się za bardziej zaawansowanymi odbiornikami geodezyjnymi. Niestety ze zwiększoną funkcjonalnością odbiorników idzie w parze również wyższa cena. Jeżeli firma planuje zakup nowego odbiornika to decyzję o wyborze typu należy przemyśleć pod kątem obecnych i przyszłych prac geodezyjnych, a także dalszego rozwoju technologii satelitarnych (rozwój systemów GLONASS, GALILEO, COMPASS). System ASG-EUPOS jest systematycznie rozwijany i jego modernizacja w 2011 roku umożliwiła generowanie poprawek dla serwisu KODGIS, które uwzględniają również satelity systemu GLONASS.

Po wymianie sprzętu odbiorczego na wybranych stacjach referencyjnych udało się uruchomić dwie podsieci regionalne mające możliwość generowania poprawek sieciowych do pomiarów RTK, które obejmują swoim zasięgiem: aglomerację warszawską oraz części województw śląskiego i małopolskiego. Wraz z wymianą kolejnych odbiorników i anten na stacjach referencyjnych zasięg sieci GPS i GLONASS będzie systematycznie rozszerzany, a użytkownicy będą mogli korzystać z połączonej konstelacji satelitów. W czwartym kwartale 2013 r. planowane jest uruchomienie jeszcze jednej podsieci dla części woj. pomorskiego (aglomeracja trójmiejska). Dlatego wykonując często pomiary w rejonach objętych działaniem tych podsieci warto rozważyć zakup odbiornika ruchomego, który będzie mógł w pełni wykorzystywać korekty sieciowe obejmujące obydwa systemy.

### Monitorowanie systemu

Mając na uwadze niezawodność pracy systemu planowane jest uruchomienie stałych i okresowych stacji monitorujących serwisu czasu rzeczywistego. Stacje monitorujące będą wyznaczały swoje współrzędne w trybie RTK/RTN i transmitowały je do centrum zarządzającego, gdzie oprogramowanie aplikacyjne będzie analizowało różnice współrzędnych wyznaczonych metodą RTK/RTN od ich precyzyjnych odpowiedników pochodzących z pomiaru statycznego. W założonych interwałach czasu odbiorniki stacji monitorujących będą restartowane co pozwoli na analizę czasu potrzebnego na inicjalizację pomiaru RTK/RTN (z ang. Time-To-Fix) w odbiorniku. Okresowe, mobilne stacje monitorujące rozmieszczane będą w miejscach, w których użytkownicy będą zgłaszać problemy z uzyskaniem dostępu do poprawek sieciowych i w ten sposób będzie można zweryfikować dany obszar pod względem dostępności i dokładności serwisów.

Oprogramowanie obliczeniowe Trimble Pivot Platform wyposażone jest w moduły monitorowania współrzędnych stacji referencyjnych i automatycznego alarmowania administratorów w przypadku przekroczenia przez którąkolwiek ze stacji progów dokładnościowych. Dodatkowo w systemie ASG-EUPOS uruchomione są zewnętrzne moduły kontroli sieci stacji referencyjnych. Rezultaty monitoringu współrzędnych stacji, opartego na oprogramowaniu Bernese GNSS Software 5.0 widoczne są w zakładkach poszczególnych stacji referencyjnych na stronie informacyjnej ([ASG-EUPOS](#) → [Opis systemu](#) → [Stacje referencyjne](#) → [wybrana stacja](#)), w postaci wykresów (więcej w rozdziale poświęconym witrynie internetowej ASG-EUPOS).



## ROZDZIAŁ 3. SERWISY SYSTEMU ASG-EUPOS

### Opis serwisów

Serwisy systemu ASG-EUPOS wykorzystywane przez użytkowników do pomiarów lub obliczeń dzielą się na dwie grupy: serwisy czasu rzeczywistego oraz serwisy post-processingu.

Serwisy czasu rzeczywistego wykorzystują zasadę pomiarów różnicowych DGNSS oraz RTK wykonywanych w oparciu o stacje referencyjne. W celu uzyskania danych korekcyjnych do pomiarów GNSS odbiorniki wykonujące pomiary w terenie komunikują się z centrum zarządzającym. Cały proces wymiany danych odbywa się w czasie rzeczywistym poprzez wykorzystanie połączenia internetowego w sieci GSM (GPRS/EDGE/HSDPA/UMTS), w związku z czym użytkownik otrzymuje wyniki bezpośrednio w terenie.

W zależności od metody pomiarów (DGNSS/RTK/RTN) oraz rodzaju sprzętu pomiarowego (L1 lub L1/L2) dokładności uzyskiwane w pomiarach wahają się od pojedynczych metrów do ok. 3 cm. Serwisy NAWGIS i KODGIS znajdują zastosowanie głównie w pomiarach GIS oraz nawigacji. Serwis NAWGEO jest najdokładniejszym serwisem wykorzystywanym w szerokim spektrum prac geodezyjnych. W ramach NAWGEO użytkownika ma do wyboru szereg formatów poprawek tj. VRS, MAC, CMR itp.

Wszystkie serwisy czasu rzeczywistego systemu ASG-EUPOS dostępne są pod adresem URL: [system.asgeupos.pl](http://system.asgeupos.pl), na odpowiednich portach TCP. Dla klientów NTRIP nieposiadających możliwości skorzystania z adresu URL istnieje możliwość uzyskania dostępu do castera NTRIP pod adresem IP: [91.198.76.2](http://91.198.76.2).

Serwisy post-processingu przeznaczone są dla użytkowników pracujących z pomiarami statycznymi. Wysoka dokładność jaką charakteryzują się te pomiary uwarunkowana jest doбором otoczenia pomiarowego, klasy sprzętu GNSS, czasem pomiarów a także oprogramowaniem użytym do opracowania takich obserwacji.

W ręce użytkowników oddane zostały trzy serwisy: POZGEO, POZGEO D oraz POZGEO DF. Pierwszy z nich umożliwia wysłanie pliku obserwacyjnego do automatycznych obliczeń. Po pozytywnej weryfikacji przesłanego pliku i wykonaniu obliczeń, użytkownik otrzymuje raport z obliczeń ze współrzędnymi wyznaczonego punktu. Serwisy POZGEO D i POZGEO DF przeznaczone są dla użytkowników obeznanym z metodyką opracowania obserwacji satelitarnych. Ich zadaniem jest udostępnianie plików obserwacyjnych ze stacji referencyjnych systemu ASG-EUPOS oraz utworzonych wirtualnych stacji referencyjnych, na podstawie parametrów zadanych przez użytkownika.

Serwisy post-processingu, pod względem otrzymywanych dokładności, mogą być alternatywą dla serwisu NAWGEO w terenach o niewystarczającym zasięgu sieci GPRS (patrz opisana wcześniej technika PPK).

Serwisy post-processingu systemu ASG-EUPOS dostępne są na stronie internetowej <http://system.asgeupos.pl/> (POZGEO, POZGEO D) oraz w przypadku serwisu POZGEO DF na serwerze FTP <ftp://system.asgeupos.pl/> (POZGEO DF).

**Dokładności serwisów**

System ASG-EUPOS oferuje serwisy o różnych parametrach dokładnościowych, które we współpracy z odpowiedniej klasy odbiornikami GNSS pozwolą uzyskać wysoką precyzję wyznaczonych współrzędnych. Podczas uruchamiania systemu ASG-EUPOS na wybranych punktach dawnej sieci POLREF zostały przeprowadzone testy dokładnościowe wszystkich serwisów. W toku funkcjonowania systemu ASG-EUPOS prowadzone były również podobne testy sprawdzające dokładność poszczególnych usług. Wyznaczone podczas testowania różnymi metodami i różnymi odbiornikami współrzędne potwierdziły dokładności zakładane na etapie projektu systemu ASG-EUPOS. Należy zwrócić uwagę, że punkty POLREF zazwyczaj ulokowane są w miejscach dogodnych do obserwacji GNSS i przedstawione dokładności dotyczą optymalnych warunków pomiaru natomiast niekorzystne warunki otoczenia mogą obniżyć dokładność wyznaczonych współrzędnych.

**Tabela 1. Dokładność poszczególnych serwisów systemu ASG-EUPOS.**

Serwis	Metoda pomiaru	Dokładność (poz. ufn. 67%)	Minimalne parametry odbiornika
<b>NAWGEO</b>	Kinematyczna (RTK)	0.03 m (poz.) 0.05 m (pion.)	Odbiornik L1/L2 GPS RTK, moduł komunikacyjny
<b>KODGIS</b>	Kinematyczna (DGPS)	0.2 – 0.5 m	Odbiornik L1 GPS DGPS, moduł komunikacyjny
<b>NAWGIS</b>		1.0 - 3.0 m	Odbiornik L1 GPS DGPS, moduł komunikacyjny
<b>POZGEO</b>	Statyczna/ kinematyczna (post-processing)	0.01-0.10 m	Odbiornik L1 GPS
<b>POZGEO D/DF</b>			

Omawiając dokładności systemu ASG-EUPOS należy zwrócić uwagę na serwis NAWGEO, który oferuje dwa rodzaje danych korekcyjnych, dla których jest ona liczona w różny sposób. Deklarowana dokładność serwisu 0,03 m w poziomie i 0,05 m w pionie dotyczy rozwiązań sieciowych RTN, w których nie odgrywa tak wielkiej roli odległość od fizycznej stacji referencyjnej. Dokładność serwisu NAWGEO z wykorzystaniem strumieni danych z fizycznych stacji (RTK) zależy wprost proporcjonalnie od odległości od stacji i jest określona w specyfikacji każdego odbiornika satelitarnego jako suma dwóch składników: parametru stałego zależnego od typu odbiornika i parametru zmiennego zależnego od odległości do stacji referencyjnej, np. 10 mm+1 ppm (dla odległości od stacji 22 km teoretyczny błąd położenia punktu wyniesie 32 mm). Jeżeli odbiornik ruchomy korzysta z danych korekcyjnych z pojedynczej stacji to przy odległościach powyżej 20-30 km od stacji (a w niekorzystnych warunkach pomiarowych nawet powyżej 5 km) może on mieć problemy z rozwiązaniem nieoznaczoności fazy i wejściem w precyzyjny tryb RTK.





### Serwis NAWGEO

Jest to serwis czasu rzeczywistego udostępniający fazowe dane obserwacyjne i korekcyjne do pomiarów RTK/RTN, które mogą być wykorzystane przez fazowy odbiornik RTK i pozwalają uzyskać najwyższą dokładność współrzędnych wyznaczanych w czasie rzeczywistym. Dane korekcyjne możemy podzielić na dwie grupy: dane obserwacyjne i korekcyjne sieciowe (RTN) oraz dane obserwacyjne z pojedynczej stacji (RTK). Zalecane jest stosowanie przede wszystkim rozwiązań sieciowych

ze względu na większą wiarygodność, a dane z pojedynczych stacji powinny być stosowane tylko w przypadku braku dostępu do korekt sieciowych lub przy niewielkich odległościach do stacji do stacji referencyjnej (5-7 km).

### Sieciowe dane obserwacyjne i korekcyjne serwisu NAWGEO

W systemie ASG-EUPOS dostępne są obecnie 2 rodzaje rozwiązań sieciowych. Odbiorniki dostępne na rynku współpracują z obydwojema rodzajami danych korekcyjnych, a dokładności uzyskiwane z pomiarów RTK są bardzo zbliżone, także wykorzystanie zależy wyłącznie od indywidualnych preferencji użytkownika. Poniżej w skrócie scharakteryzowane zostały obydwa rodzaje generowania i udostępniania sieciowych danych korekcyjnych w systemie ASG-EUPOS.

### Dane korekcyjne typu VRS® (Virtual Reference Station®)

Jest to typ rozwiązania sieciowego opracowany przez firmę Trimble, który opiera się na koncepcji nie fizycznej stacji referencyjnej (ang. Non-Physical Reference Station). Zasada pomiaru jest z punktu widzenia użytkownika identyczna z klasyczną metodą RTK (z wykorzystaniem pojedynczej fizycznej stacji bazowej), natomiast obserwacje i korekty przesyłane są z interpolowanej przez system stacji wirtualnej. Dodatkowo do użytkownika wysyłana jest wiadomość zawierająca współrzędne najbliższej stacji fizycznej oraz residua lub poprawki jonosferyczne i geometryczne, pomagające w rzeczywistej ocenie dokładności pomiaru. W systemie ASG-EUPOS dane korekcyjne VRS przesyłane są w formacie CMR oraz w dwóch wersjach formatu RTCM: w wersji 10403.1 dla współczesnych odbiorników oraz w wersji 10402.3 dla odbiorników starszych generacji, które nie rozpoznają wersji 10403.1.

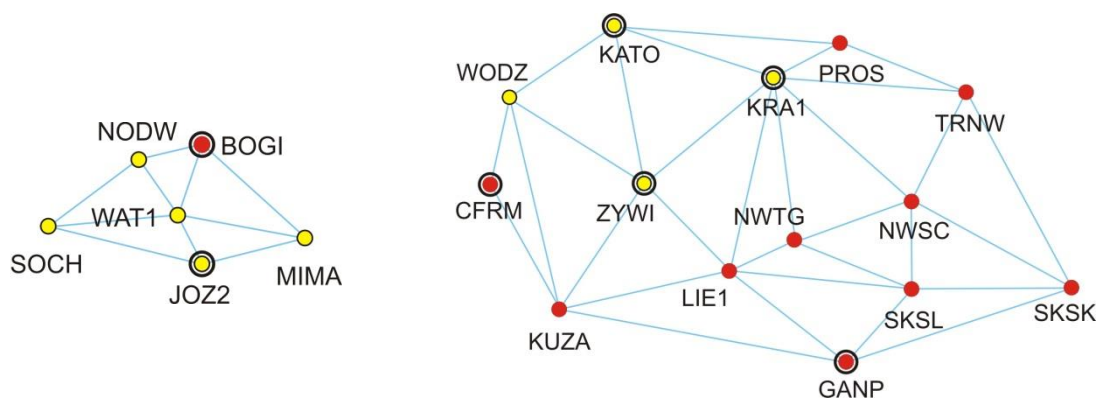
### Dane korekcyjne typu MAC (Master – Auxiliary Concept)

Format zatwierdzony przez komisję RTCM (RTCM 10403.1) jako standard wyliczania i transmisji danych do sieciowych pomiarów RTN. Polega na przesyłaniu do odbiornika ruchomego fazowych obserwacji z jednej fizycznej stacji (master) oraz poprawek do obserwacji dla kilku stacji w pobliżu. Odbiornik samodzielnie modeluje sobie błędy zegara satelity, wpływ jonosfery i troposfery oraz dokonuje interpolacji tych wartości do terenu pomiaru. Ze względu na wymaganą większą moc obliczeniową poprawka jest w pełni wykorzystywana tylko przez nowocześniejsze odbiorniki. Odbiorniki starszej generacji będą rozpoznawały obserwacje ze stacji głównej (master), natomiast nie będą pracowały trybie sieciowym, a jedynie tak jak z pojedynczą stacją referencyjną.

W obydwu formatach system ASG-EUPOS generuje i udostępnia na terenie całego kraju sieciowe dane korekcyjne dla systemu GPS, a dodatkowo dla dwóch podsieci regionalnych, które wykorzystują do obliczeń i generowania korekt łącznie systemy GPS i GLONASS. Większa liczba satelitów z obydwu systemów ułatwia pomiary w miejscach, gdzie przeszkody terenowe ograniczają odbiór sygnału satelitarnego (tereny miejskiej zabudowy, tereny leśne, itp.). W momencie przygotowania niniejszego

## ROZDZIAŁ 3. SERWISY SYSTEMU ASG-EUPOS

poradnika trwają prace nad uruchomieniem trzeciej podsięci GPS+GLONASS w województwie pomorskim.



Rys. 8. Mazowiecka (po lewej) i śląsko-małopolska (po prawej) podsieć GPS+GLONASS w systemie ASG-EUPOS.

Zgodnie z zaleceniami producenta oprogramowania (co zgodne jest również z ogólnymi zasadami prowadzenia pomiarów DGNSS) pomiary w oparciu o rozwiązanie sieciowe powinny być wykonywane jedynie wewnątrz obszarów ograniczonych przez stacje włączone do danej sieci.

Obecnie w systemie ASG-EUPOS do wygenerowania korekty sieciowej dla danego miejsca pomiaru konieczne jest przesłanie przybliżonej pozycji odbiornika ruchomego w formacie NMEA 0183 (depe-sza GGA). Współczesne odbiorniki po połączeniu się z centrum zarządzającym automatycznie wysyłają swoją pozycję i użytkownik nie musi wykonywać żadnych dodatkowych czynności z tym związanych. Jeżeli przesłana pozycja pochodzi z terenu objętego siecią stacji referencyjnych oprogramowanie zaczyna transmitować dane korekcyjne do użytkownika.

Dane korekcyjne z serwisu NAWGEO są dostępne pod jednym adresem IP: [91.198.76.2](http://91.198.76.2) lub adresem URL [system.asgeupos.pl](http://system.asgeupos.pl), natomiast należy wybierać różne porty TCP w zależności od preferowanego źródła danych.

### Parametry dostępu do sieciowych danych korekcyjnych serwisu NAWGEO

Podstawowa konfiguracja klienta NTRIP do komunikacji z systemem ASG-EUPOS w ramach serwisu NAWGEO dla sieci ogólnopolskiej obejmuje:

Tabela 2. Parametry dostępu do sieciowych danych korekcyjnych serwisu NAWGEO dla sieci ogólnopolskiej.

Nazwa hosta	system.asgeupos.pl
Port	8080 lub 2101
Źródło danych NTRIP	NAWGEO_VRS_2_3
Format danych	RTCM 10402.3 (VRS), wiadomości nr 3(6), 16(59), 18(1), 19(1), 22(6), 23(5), 24(5), 59(9)
Źródło danych NTRIP	NAWGEO_VRS_3_1
Format danych	RTCM 10403.1 (VRS), wiadomości nr 1004(1), 1005(5), 1007(5), 1030(5), 1032(10), 4094(10)
Źródło danych NTRIP	NAWGEO_VRS_CMR
Format danych	CMR (VRS), wiadomości Obs(1), PBS_CMR(10), PBS_VRS(11)
Źródło danych NTRIP	NAWGEO_MAC_3_1

Format danych	RTCM 10403.1 (MAC), wiadomości nr 1004(1), 1005(5), 1007(5), 1014(1), 1015(1), 1016(1)
Źródło danych NTRIP	NAWGEO_POJ_3_1
Format danych	RTCM 10403.1 (RTK), wiadomości nr 1004(1), 1005(5), 1007(5), 1012(1), 1033(5)

Podstawowa konfiguracja klienta NTRIP do komunikacji z systemem ASG-EUPOS w ramach serwisu NAWGEO dla podsieci regionalnych GPS+GLONASS:

Tabela 3. Parametry dostępu do sieciowych danych korekcyjnych serwisu NAWGEO dla sieci regionalnych GPS+GLONASS.

Nazwa hosta	system.asgeupos.pl
<b>Port</b>	<b>2103</b>
Źródło danych NTRIP	SLASK_VRS_3_1
Format danych	RTCM 10403.1 (VRS), wiadomości nr 1004(1), 1005(5), 1007(5), 1030(5), 1032(10), 4094(10)
Źródło danych NTRIP	SLASK_VRS_CM Rx
Format danych	CM Rx (VRS), wiadomości Obs(1), PBS(8), VRS(24)
<b>Port</b>	<b>2104</b>
Źródło danych NTRIP	MAZ_VRS_3_1
Format danych	RTCM 10403.1 (VRS), wiadomości nr 1004(1), 1005(5), 1007(5), 1030(5), 1032(10), 4094(10)
Źródło danych NTRIP	MAZ_VRS_CM Rx
Format danych	CM Rx (VRS), wiadomości Obs(1), PBS(8), VRS(24)

### Parametry dostępu do danych obserwacyjnych z pojedynczych stacji referencyjnych

Dane obserwacyjne z pojedynczych stacji referencyjnych udostępniane są w czasie rzeczywistym na dwa sposoby.

Pierwszy z nich wymaga wysłania przez odbiornik ruchomy swojej przybliżonej pozycji i oprogramowanie z centrum zarządzającego automatycznie wybiera najbliższą pracującą stację referencyjną i z niej transmituje dane do użytkownika ([NAWGEO\\_POJ\\_3\\_1](#)). Należy zwrócić uwagę, że w przypadku braku danych z najbliższej użytkownikowi stacji, automatycznie wybrana zostanie przez serwer NTRIP stacja kolejna, niekoniecznie znajdująca się w optymalnej odległości pozwalającej na dokładny pomiar RTK.

Drugim sposobem jest udostępnienie obserwacji z fizycznych stacji jako osobnego źródła w tabeli źródeł castera NTRIP do samodzielnego wyboru przez użytkownika. Na portach [8082-8085](#) dostępne są obserwacje ze wszystkich krajowych stacji<sup>4</sup> podzielone na część północną i południową Polski oraz na formaty RTCM 10403.1 oraz 10402.3. W tym przypadku użytkownik sam musi zdecydować, z której stacji referencyjnej dane chce uzyskać. Nazwy źródeł danych obserwacyjnych ze stacji fizycz-

<sup>4</sup> Dane GNSS z zagranicznych stacji referencyjnych na mocy zawartych porozumień mogą być używane tylko do generowania korekt sieciowych.

## ROZDZIAŁ 3. SERWISY SYSTEMU ASG-EUPOS

nych zawierają czteroliterowe oznaczenia stacji, które są zgodne z mapą stacji, dostępną na stronie internetowej systemu ASG-EUPOS w zakładce [ASG-EUPOS](#) → [Opis systemu](#).

Tabela 4. Parametry dostępu do danych obserwacyjnych z pojedynczych stacji serwisu NAWGEO.

<b>Nazwa hosta</b>	<b>system.asgeupos.pl</b>
<b>Port</b>	<b>8080, 2101</b>
Źródło danych NTRIP	NAWGEO_POJ_3_1
Format danych	RTCM 10403.1 (RTK, automatyczny wybór stacji), wiadomości nr 1004(1), 1005(5), 1007(5)
<b>Port</b>	<b>8082, 8083</b>
Źródło danych NTRIP	XXXX_RTCM_3_1
Format danych	RTCM 10403.1 (RTK, ręczny wybór stacji), wiadomości nr 1004(1), 1005(5), 1007(5)
<b>Port</b>	<b>8084, 8085</b>
Źródło danych NTRIP	XXXX_RTCM_2_3
Format danych	RTCM 10402.3 (RTK, ręczny wybór stacji), wiadomości nr 3(6), 16(59), 18(1), 19(1), 22(6), 23(5), 24(5)

### Raport z pomiarów NAWGEO

Głównym zadaniem jakie ma spełniać dziennik pomiaru (raport) z geodezyjnego pomiaru metodą RTK/RTN jest przedstawienie danych obserwacyjnych<sup>5</sup> wraz z ich parametrami dokładnościowymi, które są podstawą do wyznaczenia współrzędnych pomierzonych punktów. Współczesne oprogramowanie odbiorników i kontrolerów wykorzystywanych do pomiarów geodezyjnych ma znacznie większe możliwości niż jedynie rejestracja obserwacji pomiarowych i najczęściej od razu w kontrolerze wyliczane są współrzędne mierzonych punktów. Dodatkowo w oprogramowaniu kontrolera odbiornika GNSS, mogą być realizowane bardziej zaawansowane zadania geodezyjne jak wyznaczenie punktów niedostępnych do bezpośredniego pomiaru, transformacja, realizacje projektów drogowych, itp., co sprawia, że raporty z różnych zadań pomiarowych mogą się od siebie znacznie różnić zawartymi informacjami. Jednakże niezmiennie podstawowym zadaniem jest przedstawienie danych obserwacyjnych wraz z parametrami pozwalającymi na ocenę dokładności wykonanego pomiaru. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym standaryzację raportów z pomiarów GNSS są różne możliwości techniczne odbiorników w zakresie ich tworzenia. Część raportów jest generowana bezpośrednio z oprogramowania kontrolera pomiarowego, a niektóre odbiorniki wymagają zewnętrznego oprogramowania do obróbki danych pomiarowych i wygenerowania raportu.

Rozpatrując zakres informacji przekazywanych do Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego należy uwzględnić obowiązujące przepisy prawne, które określają skład dokumentacji z pomiaru geodezyjnego, a w szczególności:

---

<sup>5</sup> Zgodnie z definicją zawartą w § 2 pkt 6 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

- a) rozporządzenia Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 5 września w sprawie organizacji i trybu prowadzenia państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (w publikacji) – w zakresie metadanych zbiorów danych przestrzennych, identyfikatorów materiałów,
- b) rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. z 2012 r, poz. 1247) – w zakresie nazewnictwa oraz parametrów układów odniesienia i układów współrzędnych wykorzystywanych w opracowaniach geodezyjnych,
- c) rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 14 lutego 2012 r. w sprawie osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych (Dz. U. z 2012 r., poz. 352) – w zakresie klas osnów, numeracji punktów osnów, katalogu obiektów i atrybutów, schematu aplikacyjnego GML,
- d) rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. Nr 263, poz. 1572)– w zakresie sposobu wykonywania pomiarów dla poszczególnych zadań geodezyjnych, zakładania osnowy pomiarowej, kontroli pomiarów z uwzględnieniem pomiarów RTK/RTN, wykonywania transformacji, minimalnej zawartości dokumentacji geodezyjnej.

Szczególnie istotne jest zwrócenie uwagi na zawarcie w raporcie pomiarowym informacji o wynikach pomiaru kontrolnego (niezależny pomiar kontrolny lub pomiar na punkcie kontrolnym). Dodatkowo warto pamiętać, że szereg informacji, takich jak nazwa zastosowanego układu odniesienia, źródeł danych satelitarnych itp. powinien znaleźć się w operacie technicznym, natomiast nie jest wymagane umieszczanie ich w samym raporcie (powinny się jednak znaleźć w zbiorze meta danych lub w sprawozdaniu technicznym).

Z punktu widzenia czytającego raport istotne jest również precyzyjne określenie rodzaju pomiaru, bowiem opisywany w raporcie tryb pracy odbiornika, w zależności od producenta sprzętu może mieć różne nazwy, np.:

- pomiar autonomiczny (niezależny, bez wykorzystania danych korekcyjnych), np.: auto, SPP, single itp.,
- pomiar różnicowy zgrubny (odbiornik nie osiągnął inicjalizacji w trybie RTK), np.: float, zgrubny, DGPS, DGNSS,
- pomiar różnicowy precyzyjny (osiągnięto inicjalizację), np.: fixed, prec., RTK.

Jeżeli odbiornik wyświetla (zapisuje) inne parametry dokładnościowe punktu niż wymagane błędy średnie położeniu punktu lub pomiaru należy przeliczyć je w raporcie do wartości wymaganych przepisami prawa. W praktyce wartości *RMS* (ang. *Root Mean Square*) podawanej przez odbiorniki RTK jako charakterystykę dokładnościową pomiaru, zakładając brak wpływu błędów systematycznych oraz bezbłądność nawiązania, można utożsamiać z wartością błędu średniego położenia punktu (pomiaru).

Ze względu na powyższe uwarunkowania w niniejszym poradniku odstąpiono od przedstawiania wzoru bądź przykładu raportu pomiarowego.



### Serwis KODGIS

Jest to serwis czasu rzeczywistego umożliwiający pomiary różnicowe w technice DGNS, wykorzystujący poprawki sieciowe VRS dla obserwacji kodowych. Do wykorzystania tego serwisu najczęściej stosowane są odbiorniki kodowe jednoczesotliwościowe ze wspomaganie wyznaczania pozycji fazą fali nośnej, dla których dokładność współrzędnych DGNS kształtuje się na poziomie około 0.5 m. Dużą zaletą tego serwisu jest wykorzystanie do generowania poprawek obserwacji z systemów

GPS oraz GLONASS przez co zwiększa się liczba satelitów, które mogą służyć do wyznaczenia pozycji. Jest to szczególnie istotne w terenach zurbanizowanych i leśnych gdzie występują przeszkody terenowe, które znacznie ograniczają liczbę śledzonych satelitów. Warunkiem korzystania z serwisu jest przesłanie do centrum zarządzającego przybliżonej pozycji odbiornika ruchomego, tak żeby oprogramowanie mogło wygenerować poprawkę odpowiednią dla danego obszaru.

Podstawowa konfiguracja klienta NTRIP do komunikacji z systemem ASG-EUPOS w ramach serwisu KODGIS obejmuje:

Tabela 5. Dostęp do danych korekcyjnych serwisu KODGIS.

Nazwa hosta	system.asgeupos.pl
Port	8080 lub 2101
Źródło danych NTRIP	KODGIS
Format danych	RTCM 10402.3 Wiadomości nr 1 (1 s), 3 (6 s), 16 (59 s), 31 (1 s), 59 (9 s)



### Serwis NAWGIS

Jest to serwis, w ramach którego udostępniane są poprawki do obserwacji kodowych (podobnie jak w serwisie KODGIS) z tą różnicą, że odbiornik nie musi wysyłać do centrum zarządzającego swojej pozycji początkowej. W konsekwencji dokładności współrzędnych uzyskiwanych w terenie zależą wprost proporcjonalnie od odległości do punktu, dla którego generowane są poprawki w danym źródle (*NAWGIS\_Polnoc: 53,2° N, 18,0° E, NAWGIS\_Poludnie: 51,2° N, 20,2° E*). Dodatkowo, serwis

NAWGIS udostępnia jedynie poprawki dla systemu GPS, zatem korzysta z formatu RTCM 10402.1, kompatybilnego z większą liczbą urządzeń dostępnych na rynku. Poprawki przeznaczone są dla prostych kodowych odbiorników, które mogą pracować w trybie DGNS. Często ograniczeniem do korzystania z systemu ASG-EUPOS jest konieczność komunikacji za pomocą protokołu NTRIP, który jest wymagany do połączeń z serwisami.

Podstawowa konfiguracja klienta NTRIP do komunikacji z systemem ASG-EUPOS w ramach serwisu NAWGIS obejmuje:

Tabela 6. Dostęp do danych korekcyjnych serwisu NAWGIS.

Nazwa hosta	system.asgeupos.pl
Port	8080 lub 2101
Źródło danych NTRIP	NAWGIS_Polnoc NAWGIS_Poludnie
Format danych	RTCM 10402.1 Wiadomości nr 1 (1 s), 3 (6 s), 16 (59 s), 59 (9 s)

### Serwisy post-processingu

Do dyspozycji użytkownika oddane zostały dwa rodzaje serwisów post-processingu. Pierwszy z nich, o nazwie POZGEO, wykonuje obliczenia dla zbiorów obserwacyjnych przesłanych przez użytkownika wykorzystującego formularz internetowy. Drugi rodzaj stanowią serwisy POZGEO D oraz POZGEO DF – są to serwisy udostępniania danych obserwacyjnych do wykorzystania w obliczeniach wykonywanych samodzielnie przez użytkownika.



#### Serwis POZGEO

Serwis ten przeznaczony jest do automatycznych obliczeń w trybie postprocessingu obserwacji GPS wykonywanych metodą statyczną. Do obliczeń wykorzystywane są obserwacje kodowe i fazowe z odbiorników jedno i dwuczęstotliwościowych zapisane w formacie danych obserwacyjnych RINEX (ang. *Receiver Independent Exchange Format*). W ramach prac geodezyjnych serwis przeznaczony jest do pomiarów związanych z wyznaczeniem punktów osnowy pomiarowej lub wybranych szczegółów sytuacyjnych. Ze względu na fakt, że przy jego użyciu nie można wyrównać sieci, serwis ten nie jest przeznaczony do zakładania osnowy geodezyjnej.

Prace z serwisem POZGEO należy rozpocząć od poprawnego przygotowania pliku obserwacyjnego. Najczęściej wykonywane jest to przy pomocy oprogramowania dostarczonego razem ze sprzętem pomiarowym, które umożliwia konwersję pliku zranego z odbiornika (rejestratora), tzw. surowego pliku obserwacyjnego, do formatu RINEX (POZGEO współpracuje z plikami RINEX w wersji 2.x). Format RINEX jest otwartym formatem zapisu obserwacji satelitarnych niezależnym od programów komercyjnych. Ta cecha sprawia, że dane w tym formacie mogą być swobodnie wymieniane pomiędzy użytkownikami pracującymi na różnego typu sprzęcie oraz oprogramowaniu. Pliki w formacie RINEX są plikami tekstowymi, dlatego można je otworzyć w zwykłej przeglądarce tekstowej oraz zweryfikować ich zawartość. W części nagłówkowej zbioru obserwacyjnego znajdują się informacje dotyczące pomiaru będące pewną formą dziennika pomiarowego. Przykładowy nagłówek pliku RINEX został przedstawiony na rys. 9.

2.11	OBSERVATION DATA	G	RINEX VERSION / TYPE	
teqc	GUGiK	21-OCT-13 10:24	PGM / RUN BY / DATE	
PKT-01			MARKER NAME	
J.Kowalski	GUGiK		OBSERVER / AGENCY	
12345678	SOKGRX1	NONE	ANT # / TYPE	
12345678	SOKGRX1		REC # / TYPE / VERS	
3840336.5024	1534053.8532	4840009.3784	APPROX POSITION XYZ	
1.2150	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N	
4	C1	L1	P2	L2
1.000			# / TYPES OF OBSERV	
			INTERVAL	
2013	10	12	09	06
			12.0000000	GPS
				TIME OF FIRST OBS
				END OF HEADER

Rys. 9. Przykładowy nagłówek pliku RINEX, kolorem zielonym zaznaczono pola obowiązkowe, które muszą wystąpić w poprawnym nagłówku.

Nagłówek na pierwszy rzut oka można podzielić na dwie części. Pierwszą znajdującą się po lewej stronie (zaznaczoną kolorem czarnym), zawierającą wpisy odnośnie naszego pomiaru oraz drugą znajdującą się po prawej stronie (oznaczoną kolorem zielonym) stanowiącą opis (nazwę) danych jakie



zostały wpisane po stronie lewej. Przedstawiony nagłówek jest tylko przykładem z jakim możemy się spotkać, w rzeczywistości w sekcji nagłówkowej może wystąpić dużo więcej wpisów zawierających dodatkowe informacje pomiarowe, aczkolwiek nie są one istotne z punktu widzenia serwisu POZGEO. Przygotowywany przez użytkownika plik, przeznaczony do obliczenia w serwisie POZGEO, powinien zawierać głównie wpisy przedstawione powyżej, pozostałe wpisy (wiersze) mogą pozostać lub mogą być usunięte. Z informacji przedstawionych w przedstawionym nagłówku możemy wyróżnić:

- pole „MARKER NAME” zawierające informacje odnośnie nazwy punktu pomiarowego. Taka sama nazwa pojawi się w raporcie końcowym, zalecane jest stosowanie krótkich nazw zawierających znaki od a do z oraz od 1 do 9, bez znaków polskich oraz znaków specjalnych,
- pole „ANT # / TYPE” zawierające informacje o antenie GNSS wykorzystanej do pomiarów. Informacja jest istotna ze względu na potrzebę zastosowania w obliczeniach modelu kalibracyjnego anteny. Wpis odnośnie oficjalnej nazwy anteny powinien zostać umieszczony od 21 znaku wiersza i nie powinien być dłuższy niż 20 znaków. Jeżeli użytkownik nie jest jeszcze na tyle doświadczony aby wprowadzić nazwę anteny samodzielnie, to miejsce może pozostać puste, a wybór anteny zostanie dokonany na późniejszym etapie (w trakcie wysyłania pliku przez formularz internetowy),
- pole „APPROX POSITION XYZ” zawierające przybliżone współrzędne kartezjańskie miejsca wykonywania obserwacji. Na podstawie tych współrzędnych oprogramowanie serwisu POZGEO dobiera stacje referencyjne, które będą służyć do nawiązania geodezyjnego. Jeżeli w tym miejscu, po użyciu konwertera wpisane są zera istnieje potrzeba wpisania współrzędnych ręcznie. W tym celu można odczytać współrzędne  $\varphi$ ,  $\lambda$  z mapy lub internetowego serwisu mapowego np. <http://www.geoportal.gov.pl> i przeliczyć je do współrzędnych kartezjańskich. Współrzędne mogą mieć dokładność nawet do kilkunastu kilometrów, chodzi jedynie o zidentyfikowanie położenia punktu wobec otaczających go stacji referencyjnych (najbliższych 3 stacji),
- pole „ANTENNA: DELTA H/E/N” zawierające informacje odnośnie wysokości anteny GNSS nad punktem pomiarowym (w naszym przypadku 1.215 m). Wysokość podawana w tym miejscu jest wysokością pionową mierzoną od głowicy punktu pomiarowego do tzw. punktu ARP (ang. *Antenna Reference Point*) stanowiącego punkt odniesienia wysokości dla anteny GNSS.

Kwestia pomiaru wysokości anteny oraz dobrania odpowiedniego modelu kalibracji anteny jest istotna, ponieważ pozwala nam uniknąć błędu systematycznego w określeniu wysokości punktu, który z tego tytułu może sięgać do kilku do kilkunastu cm. Tak jak wspomnieliśmy w serwisie POZGEO wymagana jest odległość pionowa od punktu do punktu ARP. Zazwyczaj punktem ARP jest spód mocowania anteny i nie pokrywa się on ze znacznikiem pomiaru wysokości na antenie (nazywanym czasem „zderzakiem”). Do poprawnego określenia wysokości powinniśmy uwzględnić redukcję pomierzonej odległości skośnej do pionu oraz odjęcie różnicy wysokości pomiędzy znacznikiem pomiaru wysokości na antenie, a spodem mocowania anteny (ARP). Modele kalibracyjne wymagane w obliczeniach, opisują zależności geometryczne pomiędzy miejscem pomiaru sygnałów satelitarnych, a punktem ARP. Miejsce pomiaru sygnałów satelitarnych jest inne dla każdego kierunku tj. jest zależne od kierunku do satelity oraz jego wysokości nad horyzontem. Reasumując do poprawnego określenia wysokości anteny nad punktem należy wykonać jej redukcję z uwzględnieniem różnicy pomiędzy miejscem pomiaru wysokości, a punktem ARP.

## ROZDZIAŁ 3. SERWISY SYSTEMU ASG-EUPOS

Modele kalibracyjne anten poza składową wysokością opisują także zmienność centrum fazowego w płaszczyźnie poziomej. Aby wykorzystać wartości modelu kalibracyjnego istotnym czynnikiem jest orientowanie kierunku odniesienia anteny (punktu) zgodnie z kierunkiem północy. Przy pomiarach inżynierskich, gdzie dokładność pozioma pomiaru jest mniejsza niż 10 mm to wymaganie może być pominięte.

Sekcja nagłówka zakończona jest wpisem „END OF HEADER”. Ze względu na fakt, że serwis został przygotowany z przeznaczeniem do opracowania obserwacji z pojedynczych punktów pomiarowych, podczas weryfikacji pliku RINEX, należy sprawdzić czy poza nagłówkiem nie pojawiają się wpisy sygnalizujące rozpoczęcie pomiaru na innych punktach lub przejścia odbiornika w tryb pomiarów kinematycznych. Przykład takiej informacji umieszczonej pomiędzy epokami pomiarowymi został przedstawiony na *rys. 10*.

20886075.667	-28688.027	9	-22354.535	20886082.101
20611072.689	18247.789	9	14219.770	20611078.410
	2			1
	*** FROM NOW ON KINEMATIC DATA! ***			COMMENT
05 3 24 13 11 48.0000000	0	4G16G12G09G06		-.123456789
21110991.756		16119.980	7	12560.510
23588424.398	-215050.557	6	-167571.734	23588439.570

Rys. 10. Przykładowy wpis sygnalizujący rozpoczęcie pomiaru na nowym punkcie (kolor czerwony).

Jeżeli w zbiorze obserwacyjnym pojawiają się takie wpisy wymagana jest interwencja obserwatora. Możemy mówić o dwóch przypadkach:

1. Jeżeli jesteśmy pewni, że w pliku RINEX znajdują się obserwacje wyłącznie z jednego punktu po prostu usuwamy linie zaznaczone na powyższym rysunku kolorem czerwonym;
2. W przypadku gdy w pliku obserwacyjnym znajdują się obserwacje z dwóch lub kilku punktów, należy takie obserwacje porozdzielać do osobnych plików, pamiętając o dodaniu do każdego zbioru nagłówka oraz poprawnym wypełnieniu jego wpisów odnośnie nazwy punktu, wysokości oraz modelu anteny oraz czasu rozpoczęcia pomiaru. Linie najlepiej wyszukać poprzez słowo *COMMENT* znajdujące się poza nagłówkiem pliku RINEX.

Informacje zawarte w tym poradniku odnośnie plików RINEX zostały ograniczone do najistotniejszych. Ze względu na duży zakres informacji jakie można zapisać w tym formacie, powyższe wyjaśnienia nie wyczerpują tematu. Dostęp do pełnej specyfikacji formatu RINEX można uzyskać poprzez odnośniki ze strony [ASG-EUPOS → Do pobrania → Akty prawne i standardy techniczne](#).

Dostęp do serwisu POZGEO realizowany jest przez stronę internetową systemu <http://system.asgeupos.pl>. Po wybraniu z menu, zakładki [POZGEO → Wysyłanie pliku](#) klikamy na przycisk [Przeglądaj...](#), a następnie wybieramy zbiór obserwacyjny do obliczeń. Do listy zleceń dodajemy go przyciskiem [Dodaj](#). Powtarzamy poprzednie czynności w przypadku chęci dodania większej (maksymalnie 5) liczby plików w jednej sesji obliczeniowej.

Po załadowaniu plików przechodzimy do opcji wyboru anteny z listy znajdującej się po prawej stronie okna. Dla użytkowników zaznajomionych już z formatem RINEX zalecane jest wprowadzenie poprawnych nazw anten bezpośrednio do plików i zaznaczenie opcji RINEX. Wówczas program odczyta dane odnośnie anteny ze zbioru obserwacyjnego. Jeżeli nazwa anteny nie została wprowadzona do pliku obserwacyjnego mamy możliwość wybrania anteny z dostępnych na liście modeli anten. Należy pamiętać, że wybrana antena zostanie zastosowana do wszystkich przesyłanych w danym momencie plików. Jeżeli nasza antena nie występuje na liście rozwijalnej, należy zgłosić się do dystrybutora

sprzętu z prośbą o udostępnienie modelu anteny (w formacie zapisu danych kalibracyjnych *ANTEX*) oraz przesłanie go do administratorów systemu ASG-EUPOS. Przesłany model kalibracyjny zostanie dodany do serwisu POZGEO. Po zakończeniu obliczeń należy zwrócić uwagę czy w końcowym raporcie faktycznie widnieje antena jaką wprowadziliśmy.

W przypadku przesłania pliku z opcją *NONE* lub nazwą anteny (wpisaną w pliku RINEX) która nie jest dostępna w serwisie POZGEO do obliczeń zostanie wykorzystany tzw. model zerowy. Efektem wykorzystania modelu zerowego jest przede wszystkim nieuwzględnienie różnicy wysokości pomiędzy punktem ARP, a punktem do którego odnoszą się rejestrowane obserwacje.

### POZGEO Wysyłanie pliku

Kolejka zleceń: 0

Przeglądaj

BRSK304S00.11o [Usuń/Delete](#)

Dodaj    Usuń    **Prześlij**

Maksymalna liczba plików: 5

- TRM39105.00
- TRM41249.00
- TRM41249.00 SCIT
- TRM41249.00 TZGD**
- TRM41249USCG SCIT
- TRM4600SL
- TRM4800
- TRM55971.00
- TRM55971.00 SCIT
- TRM55971.00 TZGD
- TRM57970.00

Rys. 11. Formularz wysyłania pliku do obliczeń serwisu POZGEO.

Zlecenie zatwierdzamy przyciskiem *Prześlij*. Po odebraniu plików przez system, poniżej formularza pojawi się informacja z wykazem wszystkich przesłanych plików oraz o wyborze modelu anteny. Jest to element kontroli, potwierdzający przyjęcie przez system przesłanych plików. W lewym górnym rogu formularza znajduje się informacja o aktualnej kolejce zleceń oczekujących na obliczenie automatyczne. W zależności od czasu i liczby obserwacji w pliku, czas obliczeń dla pojedynczego pliku wynosi przeważnie od 5 do 15 min. W przypadku gdy obserwacje użytkownika zostały przesłane w ciągu 3 godzin od zakończenia pomiaru, taki plik nie jest dodawany do kolejki, aż do upływu tego czasu. Okres 3 godzin wybrany został z uwagi na ewentualną konieczność uzupełnienia zbiorów obserwacyjnych ze stacji referencyjnych, które z różnych powodów nie zostały w 100% zarejestrowane w czasie rzeczywistym.

Pierwszą czynnością wykonywaną przez oprogramowanie serwisu POZGEO (ang. *Automatic Postprocessing Software for Trimble Application - APPS*) jest weryfikacja przesłanego pliku RINEX. W przypadku znalezienia błędu, w raporcie pojawi się informacja o numerze linii w pliku w której został on znaleziony. Jeżeli linia nie została podana, oznacza to że oprogramowanie nie było w stanie wskazać miejsca błędu automatycznie. Kolejna kontrola pliku dotyczy następujących parametrów:

- *minimalna liczba satelitów*: minimum 4 satelity GPS, warunek wynika z matematycznego zagadnienia wyznaczania pozycji w systemie GPS, wyznaczeniu podlegają: współrzędne XYZ oraz poprawki do czasu dla zegara odbiornika,
- *liczba epok pomiarowych*: minimum 720 epok liczonych na podstawie liczby poprawnych epok do min. 4 satelitów (nie jest to równoważne z czasem 720 sekund, gdyż obserwacje mogą być wykonywane co 1, 5, 10, 30 itd. sekund). W przypadku plików obserwacyjnych posiadających więcej niż 3600 epok, obserwacje są rozrzedzane tzn. pozostawiane są obserwacje z większym interwałem czasu rozłożone równomiernie w przedziale czasu obserwacji.

### ROZDZIAŁ 3. SERWISY SYSTEMU ASG-EUPOS

- *minimalny czas obserwacji*: od 15 minut do 24 godzin,
- *okres obserwacji*: pliki nie starsze niż 120 dni,
- *rozmiar pojedynczego pliku*: mniejszy niż 17 MB.

Podczas konfiguracji sesji pomiarowych w odbiorniku zaleca się wykorzystanie interwału rejestracji *1 s* dla plików nie przekraczających 2 godzin obserwacji, *5 s* dla czasów obserwacji z przedziału od 2 do 4 godzin oraz odpowiednio rzadziej dla dłuższych sesji aż do *30 s* dla obserwacji powyżej 12 godzin. Jeżeli plik obserwacyjny przeznaczony jest wyłącznie do serwisu POZGEO zaleca się wyłączenie obserwacji w systemie GLONASS powodujące zwiększenie rozmiaru pliku, a obserwacje te zostaną później usunięte. Tak skonfigurowany odbiornik powinien spełnić wymagania czasowe stawiane zbiorom obserwacyjnym.

Po udanej weryfikacji zbioru obserwacyjnego program POZGEO przystępuje do wykonywania obliczeń. Do opracowania wchodzi obserwacje z satelitów GPS powyżej 10° nad horyzontem obserwacyjnym (obserwacje do satelitów GLONASS nie są brane pod uwagę). W obliczeniach wykorzystywane są współrzędne satelitów oraz modele jonosfery dostarczane przez służbę IGS. W obliczeniach mogą być wykorzystane trzy rodzaje orbit: transmitowana (*Broadcast*), *IGS-Rapid* oraz *IGS-Final*. Orbitsy satelitów różnią się między sobą dokładnością. W przypadku orbity transmitowanej współrzędne satelitów pochodzą z predykcji i niekoniecznie muszą się pokrywać z rzeczywistą pozycją satelitów. Produkty *IGS-Rapid* oraz *IGS-Final*, które możemy nazwać tutaj precyzyjnymi, pochodzą z faktycznie wykonanych obserwacji do satelitów i charakteryzują się centymetrową dokładnością. Ze względu na odległości pomiędzy stacjami, a wyznaczanym punktem rzadko przekraczającymi 100 km nie jest istotne czy korzystamy z orbity *IGS-Rapid* czy *IGS-Final* (w obliczeniach przyjmowane są za równoważne). Orbita *IGS-Rapid* jest dostępna następnego dnia po wykonaniu pomiarów. Obliczenia serwisu POZGEO, które zostały zrealizowane w oparciu o orbity transmitowane można skontrolować w późniejszym terminie, gdy dostępna jest orbita *IGS-Rapid*.

Po zakończeniu obliczeń w zakładce **POZGEO** → **Raporty** znajduje się wykaz wszystkich zbiorów obserwacyjnych przesłanych do opracowania oraz ich aktualny status:

- **Oczekuje na obliczenie** – plik nie został jeszcze obliczony, a czas oczekiwania uzależniony jest od aktualnej kolejki,
- **Obliczony** – można pobrać raport w formacie *.rap* (plik tekstowy ASCII)
- **Nie obliczony** – nie udało się wykonać obliczeń wskutek nie spełnienia warunków formalnych przez przesłany plik, braku możliwości jego obliczenia poprzez oprogramowanie serwisu POZGEO lub przekroczenia granicznych wymagań dokładnościowych po wyrównaniu, w tym przypadku o przyczynie błędu informuje treść raportu.

Raport z obliczeń przygotowany został w taki sposób aby udostępnić następujące informacje:

- dane użytkownika,
- istotne zapisy uzyskane na podstawie nagłówka pliku RINEX,
- model kalibracji anteny wykorzystany w obliczeniach,
- listę stacji referencyjnych wykorzystanych w wyrównaniu jako punkty nawiązania,
- współrzędne wyznaczonego punktu wyrażone w układzie PL-ETRF2000 we współrzędnych kartezyjskich oraz geodezyjnych,
- przeliczenie współrzędnych do odwzorowań PL-ETRF2000-1992, PL-ETRF2000-2000 oraz PL-ETRF2000-UTM,

- wysokości punktu wyrażone jako wysokość elipsoidalna oraz wysokość normalna w układzie wysokościowym PL-KRON86-NH.

Końcowym pytaniem jest dokładność jaka może być osiągnięta przez serwis POZGEO. Odpowiedź nie jest prosta, ponieważ dokładność jest uzależniona od użytego sprzętu pomiarowego, warunków obserwacyjnych, liczby obserwowanych satelitów, możliwości oprogramowania oraz dostępności obserwacji ze stacji referencyjnych. Zalecenia dla oprogramowania serwisu POZGEO mówią o 40 minutowym czasie obserwacji. Dla takiego okresu w większości przypadków dokładność pomiaru powinna być lepsza niż 5 cm. Dotychczasowe wyniki otrzymywane w serwisie POZGEO wykazują, że dokładności wyników nie można w pełni uzależnić tylko od długości sesji obserwacyjnej, dla niektórych obserwacji o długości 20 minut otrzymywane są dokładności w granicach 2 cm, podczas, gdy dla innych sesji trwających ponad 1h dokładność taka nie może zostać osiągnięta. Najistotniejszym czynnikiem pozostaje wybór właściwych warunków obserwacyjnych oraz zapewnienie wystarczającej liczby satelitów. Użytkownik serwisu przed przystąpieniem do realizacji pomiarów powinien wykonać własnym sprzętem kilka pomiarów testowych oraz zweryfikować osiągnięte przez niego dokładności.



### Serwis POZGEO D

Jest to serwis przeznaczony jest dla użytkowników obeznanych z metodyką opracowania obserwacji satelitarnych GNSS oraz ze znajomością formatu RINEX. Zadaniem serwisu jest udostępnianie plików obserwacyjnych ze stacji referencyjnych systemu ASG-EUPOS oraz utworzonych na zlecenie użytkownika wirtualnych stacji referencyjnych. Dostęp do serwisu realizowany jest przez stronę internetową systemu. Po wybraniu z menu zakładki **POZGEO D** klikamy na przycisk **Dodaj nowe**

**zlecenie**. W pierwszej kolejności użytkownik musi zdecydować czy interesują go dane z fizycznej stacji referencyjnej czy obserwacje interpolowane dla wskazanej pozycji, które uwzględniają modelowane błędy jonosfery i troposfery.

**POZGEO-D - Typ Stacji**

Proszę wybrać typ stacji referencyjnej do wygenerowania danych GNSS

- [Fizyczna Stacja Referencyjna \(CORS\)](#)
- lub
- [Wirtualna Stacja Referencyjna \(VRST<sup>™</sup>\)](#)

Rys. 12. Część formularza dotyczącego zlecenia dla serwisu POZGEO D.

### Fizyczna Stacja referencyjna (CORS)

Wybór poszczególnych stacji odbywa się poprzez zaznaczenie na przygotowanej liście nazw stacji (zaznaczenie wielu stacji odbywa się z wciśniętym klawiszem *Ctrl*) oraz kliknięciu przycisku **Dalej: wybór czasu**. W następnym formularzu należy określić przedział czasowy dla którego chcielibyśmy wygenerować dane. Do określenia mamy: datę, czas rozpoczęcia, czas obserwacji oraz interwał rejestracji danych. W tym miejscu należy zwrócić uwagę, że czas podawany w formularzu jest czasem uniwersalnym dla strefy południka Greenwich (*UTC*, w przybliżeniu pokrywający się z czasem GPS), który w okresie zimowym różni się o 1 godzinę, natomiast w okresie letnim o 2 godziny od czasu lokalnego używanego w Polsce. Czas można określić odejmując odpowiednią ilość godzin lub odczytując go z pliku obserwacyjnego, który będzie poddawany wyrównaniu – czas w pliku RINEX podawany jest w czasie GPS.

Jeżeli na następnym ekranie przy dodawaniu stacji do zlecenia pojawi się komunikat o błędzie, oznacza to, że obserwacje dla wybranej stacji referencyjnej mogą być niedostępne. Może to mieć miejsce, gdy dana stacja nie rejestrowała danych ze względu na jej awarię lub obserwacje ze stacji referencyjnych pobierane są przez użytkownika zaraz po zakończeniu pełnej godziny rejestracji danych na stacji referencyjnej. W drugim przypadku, mogła zajść sytuacja kiedy obserwacje ze stacji referencyjnej mogły nie zostały pobrane w czasie rzeczywistym, ale są dostępne do pobrania z pamięci wewnętrznej odbiornika i będą dodane do archiwum serwisu POZGEO D w czasie późniejszym (od 1 do 3 godzin po przywróceniu komunikacji ze stacją referencyjną).

**POZGEO-D - Wybór daty i czasu**

Wybrano następujące stacje referencyjne:  
**BPDL, CCHN**

Proszę wprowadzić żądany okres obserwacji:

Okres obserwacji	
Data:	2011-11-04
Czas początkowy:	10 h 0 m 0 s
Czas trwania:	3 h 45 m
Interwał obserwacji:	5 sek
Układ czasu:	Czas systemu GPS: [czas GPS = czas lokalny - 2 godz. (czas letni - CEST)] [czas GPS = czas lokalny - 1 godz. (czas zimowy - CET)]

<< Wstecz: Stacje Referencyjne      Dalej: Dodaj do Zamówienia >>

Rys. 13. Formularz przygotowania zlecenia dla serwisu POZGEO D (definicja okresu pomiarowego).

W następnym kroku pojawia nam się ekran podsumowujący zdefiniowane przez nas zlecenie. Na tym etapie możliwe jest jeszcze kasowanie a także dodawanie danych do zlecenia. Po przejściu do opcji dostarczenia zlecenia, poza docelowym formatem danych (wersją formatu RINEX – 2.x lub 3.x), wybieramy jedną z dwóch opcji pobrania danych:

- pobranie danych bezpośrednio ze strony po zakończeniu generowania danych (informacja taka może zostać przesłana na e-mail)
- przesłanie danych na podany adres e-mail, automatycznie po zakończeniu generowania danych. Ta opcja może nie zadziałać w przypadku generowania plików o dużych rozmiarach. Powodem jest najczęściej zbyt mała pojemność skrzynki pocztowej odbiorcy nie pozwalająca na odbiór wiadomości z załącznikami których wielkość w Mb przekracza zadaną wartość.

**POZGEO-D - Generowanie danych**

Generowane są żądane pliki danych referencyjnych.  
Proszę czekać...

Status przetwarzania	
Wygenerowane pliki:	0 / 2
Postęp bieżącego pliku:	<div style="width: 0%;"></div> 0 %
Postęp Całkowity:	<div style="width: 0%;"></div> 0 %

Nie musisz pozostawać na tej stronie na cały proces generowania. Możesz powrócić do przeglądu lub innej strony i wrócić później do pobranych danych.

<< Wstecz: Widok ogólny      Anulowanie generowania

Rys. 14. Status zlecenia w serwisie POZGEO D (stacje fizyczne).

Status generowania plików jest wyświetlany na bieżąco, ale nie jest konieczne pozostawanie na stronie podczas tworzenia plików. Zbiory można pobrać w późniejszym terminie lub czekać na powiadomienie e-mail (jeżeli taka opcja została wybrana). Moduł odpowiedzialny za przygotowanie plików obserwacyjnych opracowuje dane w kolejności wpływu zamówień, dlatego w przypadku większej ilości zleceń w serwisie POZGEO D (zlecenia wszystkich użytkowników), generowanie danych może przez dłuższy czas pozostawać na poziomie 0%. Jest to sytuacja normalna – na tym etapie zlecenie zostało dodane do kolejki, w której czeka na realizację.

## ROZDZIAŁ 3. SERWISY SYSTEMU ASG-EUPOS

Dostęp do zbiorów (zleceń) zrealizowanych przez serwis POZGEO D możliwy jest poprzez wybranie z menu strony systemowej zakładki **POZGEO D**. Na stronie pojawia się tabela, w której przedstawione są zlecenia razem z ich statusem **Zakończono** lub jeżeli zlecenie nie zostało jeszcze zamknięte **W toku**. Przy zleceniach zakończonych pojawia się ikona do pobrania danych (strzałka skierowana do dołu, umieszczona w niebieskim kółku). Po kliknięciu obserwacje skompresowane w folderze ZIP można zapisać na dysku. Po pobraniu danych zlecenie jest przenoszone automatycznie do sekcji **Już pobrane zlecenia**, gdzie mamy dostęp do zleceń archiwalnych.

### Wirtualna Stacja referencyjna (VRS)

Drugim wariantem zamówienia danych w serwisie POZGEO D jest złożenie zlecenie na obserwacje ze stacji wirtualnych nazywanych także stacjami nie fizycznymi. Proces składania takiego zlecenia jest praktycznie identyczny ze złożeniem zlecenia dla stacji fizycznej. W przypadku stacji wirtualnych ekran, w którym były wybierane nazwy stacji referencyjnych z rozwijalnej listy jest zastąpiony formularzem służącym do wprowadzenia współrzędnych wirtualnej stacji w układzie współrzędnych kartezjańskich lub geodezyjnych (rys. 15). Należy pamiętać, że wpisywane współrzędne muszą być wyrażone w układzie odniesienia PL-ETRF2000.

**POZGEO-D - Wirtualne Stacje Referencyjne**

Wprowadź współrzędne wirtualnej stacji referencyjnej. Możesz zmieniać między geograficznym, a geocentrycznym układem współrzędnych.

**Wirtualna Stacja Referencyjna – Pozycja Kartezjańska Geocentryczna**

X:  m

Y:  m

Z:  m

<< Poprzedni: Wybór Typu Stacji      Dalej: Wybór Czasu >>

Rys. 15. Formularz przygotowania zlecenia dla serwisu POZGEO D (stacje wirtualne)

Zarówno w przypadku wyboru danych z fizycznej stacji referencyjnej jak i stacji wirtualnej, poza plikami obserwacyjnymi, dostępne są raporty z przygotowania poszczególnych plików, informacje zawarte w raporcie dotyczą:

- identyfikacji zlecenia,
- opisu parametrów zlecenia (informacja o czasie, interwale rejestracji itp.),
- liczby przygotowanych epok w stosunku do liczby epok zamawianych,
- określenia efektywnego czasu pomiaru.





### Serwis POZGEO DF

Poza serwisem POZGEO D działającym poprzez przeglądarkę internetową uruchomiony został serwis POZGEO DF, którego zadaniem jest udostępnianie danych obserwacyjnych poprzez serwer *FTP* (ang. *File Transfer Protocol*). Dużą zaletą tego serwisu jest możliwość szybszego pobierania danych, a także wykorzystania go do zautomatyzowania procesu pobierania danych bezpośrednio przez programy do post-processingu. Serwis udostępnia jedynie obserwacje ze stacji fizycznych, dlatego w

przypadku potrzeby wygenerowania stacji wirtualnej należy skorzystać z serwisu POZGEO D. W przypadku korzystania tylko z danych ze stacji fizycznych zalecane jest stosowanie serwisu POZGEO DF.

Dostęp do serwera FTP realizowany jest pod adresem <ftp://system.asgeupos.pl>. Aby uzyskać połączenie wystarczy wpisać powyższy adres do przeglądarki internetowej (razem z przedrostkiem *ftp://* definiującym rodzaj protokołu komunikacji) lub poprzez użycie dedykowanego programu do komunikacji z serwerem ftp (np. *FileZilla*). W przypadku wymogu uwierzytelnienia w polu identyfikatora użytkownika należy wpisać nazwę użytkownika *anonymous* a pole związane z hasłem zostawić puste lub uzupełnić adresem e-mail.

Na serwerze FTP przechowywane są dane obserwacyjne ze stacji fizycznych ASG-EUPOS (tych samych co w serwisie POZGEO D) z okresu ostatniego roku. Dane z poprzedniego dnia dostępne są w dniu następnym od godziny 3:00 UTC. Formatem zapisu danych jest format RINEX 2.10 z zastosowaniem kompresji *ZIP* lub *CompactRINEX/ZIP* (w przypadku użytkowników systemów Unix pliki nie mogą być rozpakowane programem *GnuZIP*). Format *CompactRINEX* jest formatem bezstratnej kompresji formatu RINEX obsługiwanym przez większość programów obliczeniowych. Dane przechowywane są w plikach zawierających godzinne obserwacje GNSS z interwałem jednosekundowym z poszczególnych stacji referencyjnych. W zależności od wybranego formatu ścieżka dostępu do konkretnego pliku, składa się z następujących członów:

- dla plików w formacie RINEX z kompresją ZIP:  
[/pozgeo\\_df/yyyy/mm/dd/aaaabbbc.yyd.zip](#)
- dla plików w formacie CompactRINEX z kompresją ZIP  
[/pozgeo\\_df\\_crx/yyyy/mm/dd/aaaabbbc.yyd.Z](#)

gdzie:

*pozgeo\_df pozgeo\_df\_crx* – katalogi określające typ danych,

*yyyy* – rok, np. 2012,

*mm* – dwucyfrowe oznaczenie miesiąca w roku, np. 07,

*dd* – dwucyfrowe oznaczenie dnia w miesiącu, np. 16,

*aaaa* – czteroznakowy identyfikator stacji, np. BILG;

*bbb* – trzycyfrowe oznaczenie kolejności dnia w roku, np. 198,

*c* – sesja obserwacyjna, oznaczana kolejnymi literami alfabetu, A,B,C ..., przy czym sesja A zawiera obserwacje z godziny 0:00:00 – 0:59:59, itd.,

*yy* – dwucyfrowe oznaczenie kolejności roku w stuleciu, np. 12,

*d* – rodzaj pliku RINEX: *o* – obserwacyjny, *d* - obserwacyjny Compact RINEX,

*zip* lub *Z* – oznaczenie pliku poddanego kompresji ZIP.

### ROZDZIAŁ 3. SERWISY SYSTEMU ASG-EUPOS

Przykładowy adres pliku: [/pozgeo\\_d/2012/07/16/BILG198K.12o.zip](#) – oznacza plik zawierający godzinne obserwacje ze stacji BILG (Biłgoraj) z dnia 16 lipca 2012 roku, od godziny 10:00:00 do 10:59:59 UTC.

W odpowiednich katalogach zostały także umieszczone pliki nawigacyjne. Dla plików RINEX są to pliki o takiej samej nazwie jak plik obserwacyjny z oznaczeniem n (GPS) lub g (GLONASS) zamiast oznaczenia "o - obserwacyjny" (np. [BILG198K.12n.zip](#)). W przypadku plików w formacie CompactRINEX został utworzony jeden zbiorczy plik nawigacyjny o nazwie [brdcbbb0.yyd.zip](#) (np. [brdc1980.12n.zip](#)).

W przypadku problemów z przeliczaniem poszczególnych dat na dni roku, potrzebnym do poprawnego określenia nazwy pliku, można do tego celu wykorzystać udostępniony na stronie internetowej systemu kalendarz, gdzie po wskazaniu daty otrzymamy takie informacje jak dzień roku i tydzień GPS. Dodatkowo podczas korzystania pojawia się opcja pobrania orbit nawigacyjnych typu *IGS-Rapid* i *IGS-Final* (jeżeli są one już dostępne na serwerach służby IGS <http://igsceb.jpl.nasa.gov/>).



### Serwis wsparcia technicznego

Dla wygody użytkowników systemu ASG-EUPOS uruchomiony został bezpłatny serwis techniczny, w ramach którego w systemie ASG-EUPOS istnieje punkt konsultacyjny.

Serwis techniczny ma na celu umożliwić użytkownikom z jednej strony jak najlepsze wykorzystanie możliwości systemu a z drugiej posiadanego przez nich sprzętu pomiarowego. W przypadku wystąpienia jakichkolwiek problemów z dostępem do systemu, administratorzy służą swoją wiedzą i doświadczeniem. Z serwisu technicznego mogą korzystać nie tylko wykonawcy pomiarów satelitarnych, ale również osoby, które chcą otrzymać fachową informację na temat satelitarnych systemów nawigacyjnych, sprzętu pomiarowego, literatury fachowej itp.

W momencie, gdy opisane w poradniku metody rozwiązywania problemów z działaniem lub korzystaniem z serwisów ASG-EUPOS zostały wyczerpane, zalecane jest właśnie skorzystanie z serwisu wsparcia technicznego.

### Porady techniczne

Chcąc uzyskać w punkcie konsultacyjnym informację nt. funkcjonowania serwisów ASG-EUPOS lub statusu konkretnego użytkownika w systemie, prosimy o wcześniejsze przygotowanie następujących informacji:

- identyfikatora użytkownika systemu,
- nazwy serwisu/produktu jakiego dotyczy problem lub zapytanie,
- nazwy strumienia danych (format, typ), jeśli problem dotyczy serwisów czasu rzeczywistego.

Użytkownik systemu, a także osoba zainteresowana korzystaniem z usług ASG-EUPOS w przyszłości dowie się, w jaki sposób skonfigurować sprzęt i oprogramowanie do pracy z systemem, jak wykonywać i opracowywać pomiary GNSS oraz jak postępować w przypadku pojawienia się problemów w terenie.

### Pomoc techniczna

Pomoc techniczną można uzyskać na kilka sposobów, każdy użytkownik ma do wyboru między innymi:

- stały dostęp do informacji zamieszczonych na stronie systemu [www.asgeupos.pl](http://www.asgeupos.pl), gdzie znajdują się ogólne informacje o systemie oraz wszystkie ustawienia konfiguracyjne, niezbędne do połączenia z ASG-EUPOS. Planowane jest również udostępnienie na stronie internetowej zbioru procedur „krok po kroku”, które w szczegółowy sposób będą opisywały proces korzystania z serwisów ASG-EUPOS i prawidłowej konfiguracji odbiorników GNSS,
- dostęp do modułu **Najczęściej Zadawanych Pytań (FAQ)** (poprzez Forum lub link w stopce strony internetowej [www.asgeupos.pl](http://www.asgeupos.pl)). Warto odwiedzać ten dział, gdyż bardzo często podnoszone problemy zostały już wcześniej zgłoszone przez innych użytkowników i wyjaśnione przez administratorów systemu;
- bezpośredni kontakt z pracownikami centrum zarządzającego poprzez: e-mail, faks, telefon, pocztę tradycyjną (szczegółowe dane kontaktowe znajdują się w zakładce Kontakt strony internetowej <http://www.asgeupos.pl/>).

## ROZDZIAŁ 3. SERWISY SYSTEMU ASG-EUPOS

### Szkolenia

W ramach wsparcia technicznego użytkowników systemu ASG-EUPOS Główny Urząd Geodezji i Kartografii organizuje corocznie szkolenia i seminaria dotyczące wykorzystania serwisów systemu, metod i technik pomiarowych, sposobu przygotowania i kontrolowania dokumentacji i innych aktualnych tematów związanych z pomiarami satelitarnymi. Szkolenia skierowane są do użytkowników systemu, ale także w znaczącej części do pracowników komórek Służby Geodezyjnej i Kartograficznej szczebla wojewódzkiego i powiatowego.

Na zaproszenie jednostek zewnętrznych administratorzy systemu ASG-EUPOS uczestniczą w szkoleniach i konferencjach w Polsce i Europie, przedstawiając rozmaite zagadnienia związane z pracą systemu oraz jego użytkowaniem.

Ponadto, na stronie internetowej <http://www.asgeupos.pl> w dziale **Do pobrania** → **Materiały szkoleniowe i konferencyjne** znajdują się opisy prowadzonych szkoleń, a także udostępnione materiały, w tym programy, prezentacje i zdjęcia.

## ROZDZIAŁ 4. STRONA INTERNETOWA SYSTEMU ASG-EUPOS

### Ogólny opis

W przypadku serwisów post-processingu, a także wszelkich innych informacji na temat systemu ASG-EUPOS, interfejsem komunikacji użytkownika z systemem jest witryna internetowa. Również rejestracja osób zamierzających korzystać z serwisów czasu rzeczywistego, odbywa się poprzez stronę internetową. Funkcjonalnie witryna ASG-EUPOS podzielona jest na dwie strony:

- informacyjną – <http://www.asgeupos.pl>
- użytkową (serwisów) – <http://system.asgeupos.pl>

Na stronie informacyjnej znajdziemy aktualności i bieżące informacje o dostępności usług (w tym zawiadomienia o awariach, planowanych wyłączeniach, modernizacjach systemu itp.), szczegółowy opis struktury systemu ASG-EUPOS i poszczególnych stacji referencyjnych, opis sposobu działania serwisów i ich zastosowań, porady i narzędzia przydatne w pomiarach GNSS, materiały promocyjne, publikacje i najpotrzebniejsze dane kontaktowe (krajowe i zagraniczne).

Strona użytkowa służy do uzyskania dostępu do serwisów POZGEO i POZGEO D, a także podglądu i edycji danych kontaktowych użytkowników oraz śledzenia na żywo parametrów pracy systemu takich, jak dostępność danych ze stacji referencyjnych, stan jonosfery i troposfery, etc.

Dodatkowo, dla użytkowników potrzebujących w terenie wybranych, skróconych informacji o bieżącym działaniu systemu, uruchomiono serwis WAP dla telefonów komórkowych dostępny pod adresem <http://wap.asgeupos.pl>.

**ASG-eupos**

GŁÓWNY URZĄD GEODEZJI I KARTOGRAFII

### System stacji referencyjnych ASG-EUPOS

- ▼ Strona główna
  - ▶ Mapa stacji
  - ▶ Przemieszczenia stacji
  - ▶ Aktualności
- ▼ Informacja o sieci
  - ▶ Jonosfera I95
  - ▶ IRIM/GRIM
- ▶ POZGEO D
- ▼ POZGEO
  - ▶ Wysyłanie Pliku
  - ▶ Raporty
- ▼ Moje konto
  - ▶ Dane kontaktowe
  - ▶ Zmiana hasła
  - ▶ Użytkownicy
  - ▶ Historia połączeń
- ▶ Aktywne subskrypcje
- ▶ Wyloguj

Zalogowany jako

**Serwisy systemu ASG-EUPOS**

Witamy na stronie poświęconej serwisom systemu stacji referencyjnych ASG-EUPOS. Dostęp do serwisów jest możliwy wyłącznie dla zarejestrowanych użytkowników.

WWW.ASGEUPOS.PL LOGOWANIE DO SYSTEMU FORUM

Rys. 16. Strona serwisów widoczna zaraz po zalogowaniu. Po lewej stronie widoczne jest menu nawigacyjne.

## Rejestracja użytkowników systemu ASG-EUPOS

Aby w pełni korzystać ze wszystkich usług oferowanych przez stronę internetową, użytkownik systemu ASG-EUPOS powinien zarejestrować się klikając zakładkę **Rejestracja** (dostępna na stronie informacyjnej oraz na stronie użytkowej) i wypełniając stosowny formularz (rys. 17). Do korzystania z forum dyskusyjnego wymagana jest oddzielna rejestracja w dziale Forum. Obecnie wszystkie serwisy ASG-EUPOS dostępne są wyłącznie dla zarejestrowanych użytkowników i przy każdym połączeniu z systemem celem odbioru poprawek, wykonania obliczeń lub pobrania obserwacji konieczne jest podanie nazwy użytkownika (firmy) oraz hasła dostępowego. Rejestracja upoważnia do nieodpłatnego korzystania z systemu ASG-EUPOS zgodnie z regulaminem usług.

Oprogramowanie aplikacyjne stosowane w centrum obliczeniowym wymaga podania **Nazwy firmy**, **Nazwy użytkownika** oraz **Hasła** do weryfikacji uprawnień użytkownika. Jedna firma może obejmować kilku użytkowników, dlatego też najlepiej byłoby, żeby każdy z pracowników danej firmy rejestrował się pod tą samą **Nazwą firmy**, dodając indywidualną **Nazwę użytkownika** i **Hasło**. W przyszłości planowane jest uruchomienie dodatkowych serwisów, które umożliwią wyświetlenie wszystkich połączonych z systemem ASG-EUPOS użytkowników należących do danej firmy.

Rys. 17. Pola formularza rejestracyjnego.

Przy podawaniu danych dostępowych pola **Nazwa użytkownika** oraz **Nazwa firmy** będą wykorzystywane do logowania się do systemu (również za pomocą odbiornika), w związku z czym zaleca się wpisywanych danych skróconych, ograniczonych do kilku znaków (maksymalnie 12). W danych dostępowych nie należy używać polskich znaków, znaków specjalnych i spacji.

Po zatwierdzeniu formularza na podany adres e-mail wysyłane jest automatyczne potwierdzenie z wykazem wprowadzonych danych. Rejestracja wykonywana jest rutynowo raz dziennie (w dni robocze), ze względu jednak na dużą liczbę zgłoszeń w niektórych dniach należy przyjmować okres oczekiwania 2-3 dni robocze na pełną aktywację konta dostępowego. Po aktywacji indywidualnego konta użytkownik otrzymuje powiadomienie e-mail o tym fakcie, a także wiadomość o przydzieleniu subskrypcji na dostęp do serwisów. Domyślna subskrypcja przyznaje dostęp do wszystkich otwartych usług systemu ASG-EUPOS na okres 5 lat z opcją automatycznego przedłużenia na kolejny analogiczny okres.

Jeśli konto jest już aktywne, można zalogować się do zastrzeżonej sekcji strony użytkowej, wpisując do formularza odpowiednie dane logowania. Istotne jest, żeby podana przy rejestracji **Nazwa firmy**, wprowadzana na stronie użytkowej podczas logowania, wykorzystywana była jako pierwszy człon loginu przy łączeniu się z serwerem NTRIP (usługami czasu rzeczywistego), tj.

login: **Nazwa firmy/Nazwa użytkownika**, np. **GUGiK/jnowak**

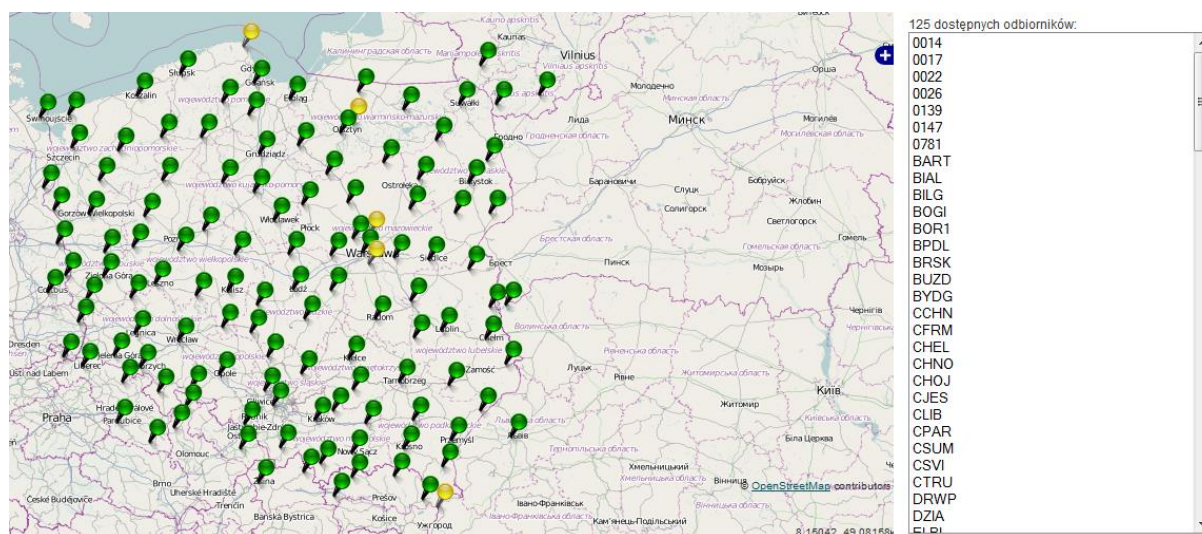
Bezpośrednio po otrzymaniu wiadomości potwierdzającej przydzielenie subskrypcji można połączyć się z systemem i w pełni korzystać ze wszystkich oferowanych serwisów. Należy zwrócić uwagę na ograniczenie, że w przypadku pięciokrotnego błędnego wpisania hasła system automatycznie zablokuje dostęp dla danego użytkownika. Dlatego najlepiej samodzielnie sprawdzić poprawność danych dostępowych za pomocą strony internetowej, gdyż to samo hasło umożliwia dostęp do serwisów post-processingu oraz do poprawek czasu rzeczywistego. Jeżeli na stronie wpisane zostaną prawidłowe dane dostępu zostanie wyświetlona zastrzeżona część strony, na której można znaleźć m.in. mapę stacji z informacjami na temat pracy każdej stacji referencyjnej, wykresy przemieszczeń stacji informację dotyczącą modelowanych błędów jonosfery i troposfery oraz formularze serwisów POZGEO i POZGEO D. Pięciokrotne błędne wpisanie hasła skutkuje zablokowaniem konta, a na adres e-mail przypisany do konta zostaje wysłane stosowne powiadomienie.

Pierwsze połączenie z serwisami czasu rzeczywistego najlepiej wykonać z komputera stacjonarnego podłączonego do Internetu, żeby uniknąć problemów wynikających z transmisją GPRS i ewentualnych błędów związanych z wprowadzaniem hasła dostępowego za pomocą ograniczonej klawiatury odbiornika GNSS. Do tego celu najlepiej wykorzystać darmowy program do połączeń wykorzystujący protokół NTRIP, który umożliwia połączenie ze wszystkimi strumieniami danych dostępnymi w ASG-EUPOS, np. BKG Ntrip Client (patrz *rys. 5* w *rozdziale 2*).

Po sprawdzeniu funkcjonowania hasła na stronie użytkowej i odbiorze danych poprzez NTRIP na komputerze stacjonarnym można rozpocząć konfigurację odbiornika mobilnego do pracy z wybranym serwisem ASG-EUPOS. Protokół NTRIP został zatwierdzony przez komisję RTCM jako standard udostępniania danych korekcyjnych DGNS/RTK. Głównymi zaletami protokołu NTRIP jest możliwość połączenia wielu użytkowników przez jeden port TCP, możliwość weryfikacji uprawnień użytkowników oraz ujednoczony sposób przekazywania informacji o dostępnych strumieniach danych.

## Informacje o systemie

Interaktywna mapa stacji referencyjnych widoczna również dla nie zalogowanych użytkowników pokazuje aktualny status wszystkich stacji systemu ASG-EUPOS. Kolory poszczególnych ikon wskazują na status danego elementu.



Rys. 18. Mapa stacji systemu ASG-EUPOS na stronie użytkowej.

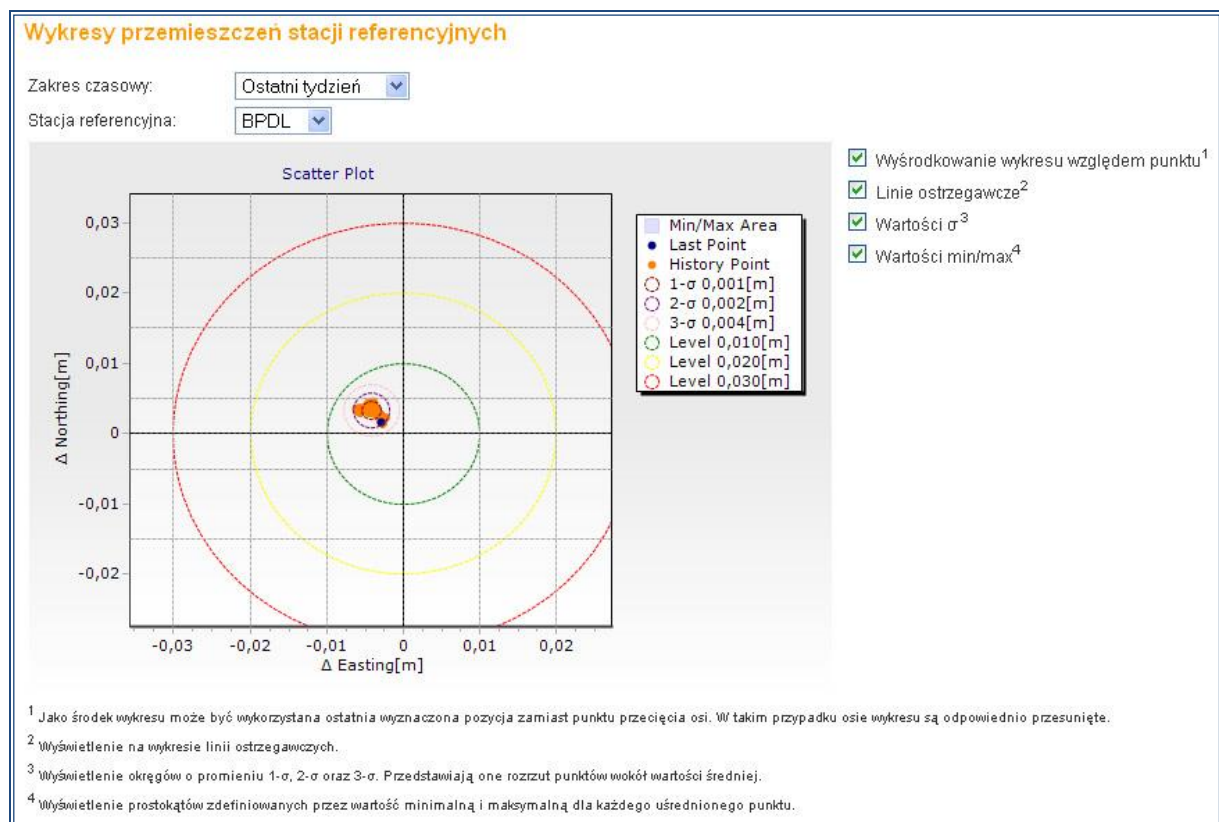
## ROZDZIAŁ 4. STRONA INTERNETOWA SYSTEMU ASG-EUPOS

Mapa stacji pozwala na zmianę tła (*OpenStreetMap, raster*), powiększanie i pomniejszanie, a także przesuwanie widoku. Szczegółowe informacje na temat wybranej stacji referencyjnej uzyskuje się poprzez kliknięcie jej identyfikatora na liście przesuwnej lub ikony na mapie.

Więcej szczegółowych informacji o aktualnie zainstalowanym na stacjach sprzęcie, a także ogólny opis każdej stacji znajduje się na stronie informacyjnej w zakładce [ASG-EUPOS](#) → [Opis systemu](#) → [Stacje referencyjne](#) → [wybrana stacja](#).

### Aplikacje monitoringu współrzędnych stacji

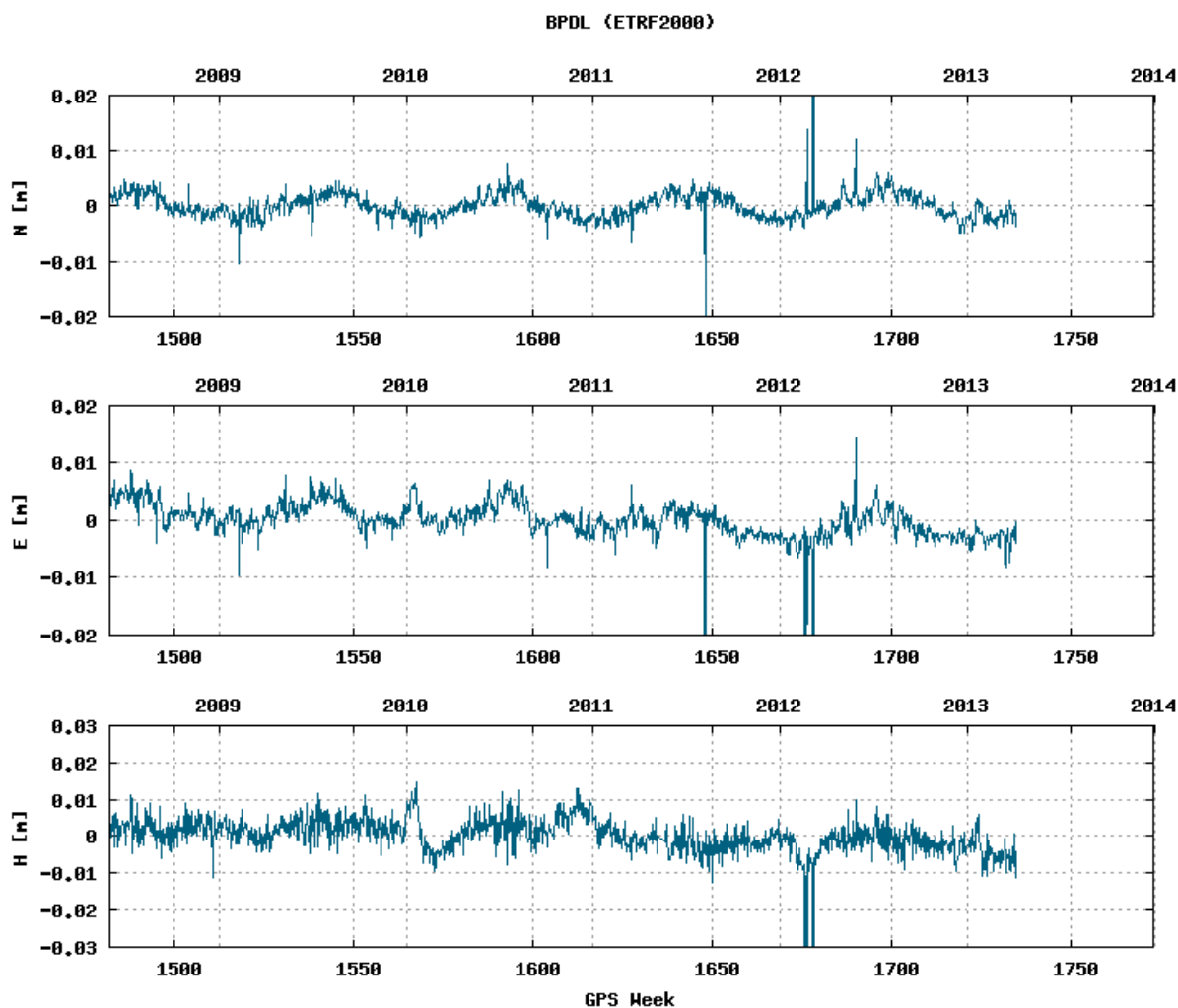
Moduł monitoringu sieci ASG-EUPOS stanowiący część oprogramowania Trimble Pivot Platform wykonuje ciągłe obliczenia współrzędnych stacji referencyjnych włączonych do systemu i alarmuje w przypadku, gdy te przemieszczenia przekraczają dopuszczalne wartości graniczne. Rezultat pracy modułu monitoringu można zobaczyć w zakładce [Przemieszczenia stacji](#) (rys. 19).



Rys. 19. Wykres przemieszczeń wybranej stacji dostępny na stronie internetowej.

Dodatkowo w systemie ASG-EUPOS uruchomione są zewnętrzne moduły kontroli sieci stacji referencyjnych. Rezultaty pracy modułu monitoringu współrzędnych stacji, opartego na oprogramowaniu *Bernese GNSS Software 5.0* widoczne są w zakładkach poszczególnych stacji referencyjnych strony informacyjnej ([ASG-EUPOS](#) → [Opis systemu](#) → [Stacje referencyjne](#) → [wybrana stacja](#)), w postaci wykresów.





Rys. 20. Wykresy zmian współrzędnych obliczonych w oprogramowaniu Bernese dostępne na stronie internetowej.

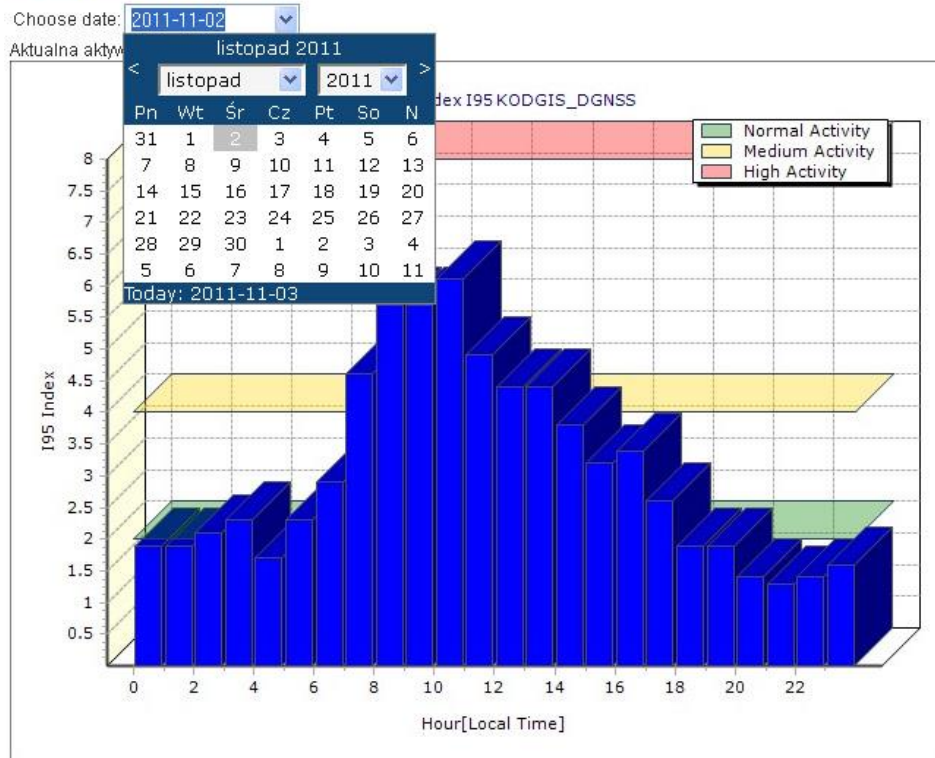
### Informacje o stanie sieci

W tej zakładce możemy znaleźć, uśrednione na podstawie obserwacji z całej sieci stacji referencyjnych, wykresy obrazujące stan atmosfery i jej potencjalny wpływ na pomiary GNSS. Wskaźnik *195* (tzw. *indeks jonosferyczny*) informuje o odchyleniach standardowych modelu jonosfery budowanego w oparciu o obserwacje z sieci. Wartości przekraczające 4 sugerują istotnie wzmoczoną aktywność jonosfery, co niejednokrotnie pociąga za sobą problemy z inicjalizacją odbiorników RTK w terenie. Użytkownik ma możliwość zdefiniowania dnia, dla którego wyświetlane są wykresy *195* z każdego procesora sieciowego w systemie ASG-EUPOS. Dla obszaru Polski najbardziej reprezentatywne będą wartości z procesorów *KODGIS\_DGNSS*, *RTK\_VRS* lub *RTK\_MAC*.

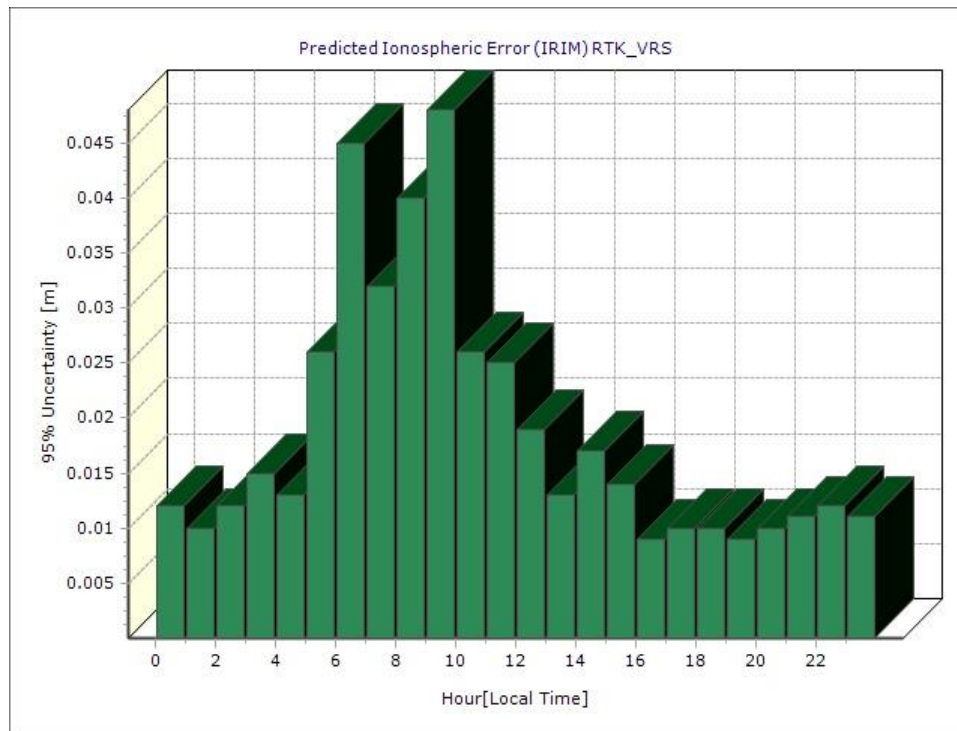
Również wykresy *IRIM/GRIM* z analogicznych procesorów sieciowych obrazują stan jonosfery (*IRIM*) i troposfery (*GRIM*). Wykres *IRIM* obrazuje poziom 95% wszystkich residuów opóźnień jonosferycznych na stacjach w taki sposób, że każda stacja znajdująca się wewnątrz obrysu sieci jest wyłączana z obliczeń, a wykonane na niej obserwacje są podstawą do wyznaczenia residuów. Z doświadczenia administratorów systemu ASG-EUPOS wynika, że poziom średnich residuów wynoszący 2-3 cm lub więcej powoduje już istotne problemy z inicjalizacją odbiorników ruchomych RTK, zwłaszcza znajdujących się w znacznej odległości od fizycznej stacji referencyjnej.

## ROZDZIAŁ 4. STRONA INTERNETOWA SYSTEMU ASG-EUPOS

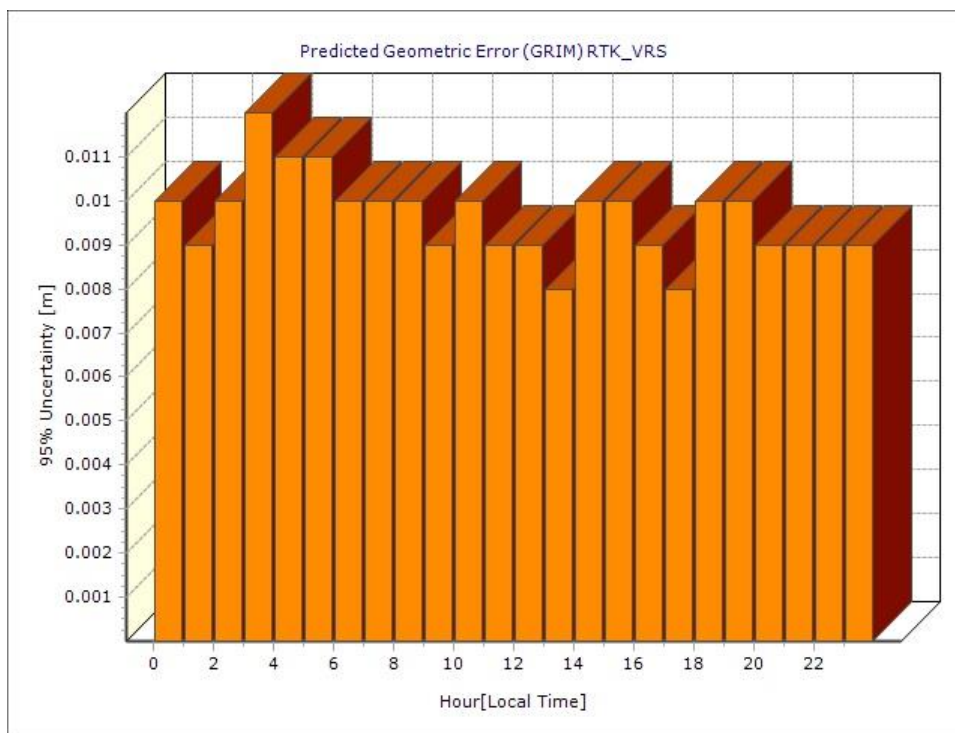
### Indeks jonosferyczny I95



Rys. 21. Wykres indeksu jonosferycznego dostępny na stronie internetowej.



Rys. 22. Wykres IRIM dostępny na stronie internetowej.



Rys. 23. Wykres GRIM dostępny na stronie internetowej.

### Informacje o koncie użytkownika

W tej sekcji użytkownik ma możliwość sprawdzenia lub zmiany [Danych kontaktowych](#), [Zmiany hasła](#), a także zajrzenia do historii połączeń ([Sesje](#)) z systemem ASG-EUPOS (dane o czasie połączeń przechowywane są przez okres min. 1 roku).

**Aktywne subskrypcje na korzystanie z systemu ASG-EUPOS**

Użytkownik dodatkowy

Przyszłe subskrypcje

Nazwa firmy	Użytkownik	Użytkownik dodatkowy	Kontrakt	Data rozpoczęcia	Wygasa w ciągu	Odnawianie	Numer zamówienia	Polecenie
			Pełny dostęp do ASG-EUPOS na okres 1 roku	2011-10-06	337 dni	Tak	[brak]	

Rys. 24. Informacja o przydzielonych dla danego użytkownika subskrypcjach.

Przydatna jest również informacja podana w zakładce [Aktywne subskrypcje](#), gdzie użytkownik może sprawdzić, jakie subskrypcje aktualnie posiada oraz jaki jest termin ważności każdej z nich. Aktualnie w systemie ASG-EUPOS każdy nowo zarejestrowany użytkownik otrzymuje domyślnie subskrypcję na „Pełny dostęp do systemu ASG-EUPOS na okres 5 lat”, która po 5 latach przedłużana jest automatycznie o kolejny analogiczny okres.



## ROZDZIAŁ 5. UKŁAD ODNIESIENIA SYSTEMU ASG-EUPOS

Pomiary w systemach GNSS realizowane są w globalnych układach geocentrycznych, dla których punkt środka układu z założenia pokrywa się ze środkiem masy Ziemi. Obecnie stosowanym układem odniesienia jest Międzynarodowy Układ Odniesienia *ITRF2008* (ang. *International Terrestrial Reference Frame 2008*), którego kontrolą i realizacją zajmuje się Międzynarodowa służba Ruchu Obrotowego Ziemi i Systemów Odniesienia *IERS* (ang. *International Earth Rotation and Reference System Service*). Odpowiednikiem tego układu jest układ *IGb08* realizowany i kontrolowany przez Międzynarodową Służbę GNSS *IGS* (ang. *International GNSS Service*). Obydwa układy są układami dynamicznymi, co oznacza że współrzędne punktów w nich wyrażone są przypisane do momentu czasu. Zmienność współrzędnych na obszarze Europy określona jest na około 2 cm rocznie, co w praktycznych zastosowaniach geodezyjnych może być niepożądane.

W celu wyeliminowania niedogodności związanych ze zmiennością współrzędnych w czasie, na obszarze Europy został przyjęty przez Międzynarodową Asocjację Geodezyjną *IAG* (ang. *International Association of Geodesy*), na jednym z sympozjów *EUREF*, Europejski System Odniesienia *ETRS89* (ang. *European Terrestrial Reference System 1989*). Kolejne realizacje systemu *ETRS89* miały zapewnić większą stałość współrzędnych w czasie ze względu na ich powiązanie ze stabilną częścią płyty euroazjatyckiej. Cel ten został osiągnięty poprzez wprowadzenie przez państwa europejskie narodowych układów odniesienia będących pochodną europejskiego układu odniesienia *ETRF* (ang. *European Terrestrial Reference Frame*).

W Polsce pierwsza kampania pomiarów GPS pod nazwą *EUREF-POL*, której celem była realizacja systemu *ETRS89*, została wykonana w 1992 roku. Sieć obejmowała 11 punktów fundamentalnych położonych równomiernie na terenie Polski, do których w przyszłości miały być nawiązywane sieci niższego rzędu, celem zagęszczenia Europejskiego Układu Odniesienia *ETRF89*. Zagęszczenie to zostało wykonane poprzez kampanie pomiarową *POLREF* zrealizowaną w latach 1994-1995. Podczas tej kampanii zostało założonych około 350 punktów, które miały stanowić podstawę do nawiązania osnowy szczegółowej. W wyniku kampanii *EUREF-POL* oraz *POLREF* w Polsce został wprowadzony geodezyjny układ odniesienia *EUREF-89* (obecnie *PL-ETRF89*).

Po uruchomieniu systemu ASG-EUPOS zaszła potrzeba uruchomienia kolejnej kampanii pomiarowej GNSS mającej na celu określenie relacji pomiędzy układem realizowanym przez sieć stacji referencyjnych ASG-EUPOS z dotychczasową osnową geodezyjną wyrażoną w układzie *EUREF-89*. Po zakończeniu pierwszego etapu prac pomiarowych i wykonaniu porównań współrzędnych okazało się, że układy te nie są ze sobą wystarczająco spójne aby można było przyjąć, że pomiary wykonane w systemie ASG-EUPOS są równoważne z pomiarami wykonanymi w układzie *EUREF-89*. Jednocześnie Podkomisja *EUREF* wycofała się z rekomendowania układu *ETRF2008* (w układzie tym pracowały stacje ASG-EUPOS) i zaleciła stosowanie układu *ETRF2000*. W związku z zaistniałą sytuacją postanowiono wprowadzić nowy układ odniesienia na obszarze Polski nazwany *PL-ETRF2000*, w którym wyznaczono zarówno nowe współrzędne stacji referencyjnych jak i współrzędne punktów sieci *EUREF-POL* i *POLREF*. Układ *PL-ETRF2000* został wprowadzony do systemu ASG-EUPOS jako podstawowy układ odniesienia wykorzystywany we wszystkich serwisach pomiarowych.

Pomiary wykonywane w systemie GPS realizowane są we wspomnianym układzie *IGb08*. Jak już wcześniej wspomnieliśmy współrzędne stacji wyrażone są w układzie *PL-ETRF2000* zatem ten układ jest przenoszony na wyznaczane przez użytkownika punkty poprzez nawiązanie pomiarów do stacji referencyjnych. W rezultacie użytkownik otrzymuje współrzędne przestrzenne wyrażone we współ-

## ROZDZIAŁ 5. UKŁAD ODNIESIENIA SYSTEMU ASG-EUPOS

rzędnych kartezjańskich  $XYZ$  lub geodezyjnych  $\varphi\lambda h$ , które mogą być następnie przeliczone do układów odwzorowanych  $PL-2000$ ,  $PL-1992$  lub  $PL-UTM$  (lub innych układów zdefiniowanych przez użytkownika). Przeliczenia są ściśle tzn. zastosowanie formuł odwzorowawczych nie powoduje obniżenia dokładności współrzędnych. Należy jednak zwrócić uwagę, że układ współrzędnych płaskich prostokątnych 2000 zrealizowany w oparciu o system ASG-EUPOS tj. układ  $PL-ETRF2000-2000$  nie jest tym samym co odwzorowanie  $PL-ETRF89-2000$ . Aby odtworzyć układ  $PL-ETRF89$  ( $EUREF-89$ ) należy wykonać transformację pomiędzy układami odniesienia, a następnie zastosować formuły odwzorowawcze. Oficjalne parametry transformacji pomiędzy układami  $PL-ETRF2000$  i  $PL-ETRF89$  zostały udostępnione w programie *Transpol 2*.

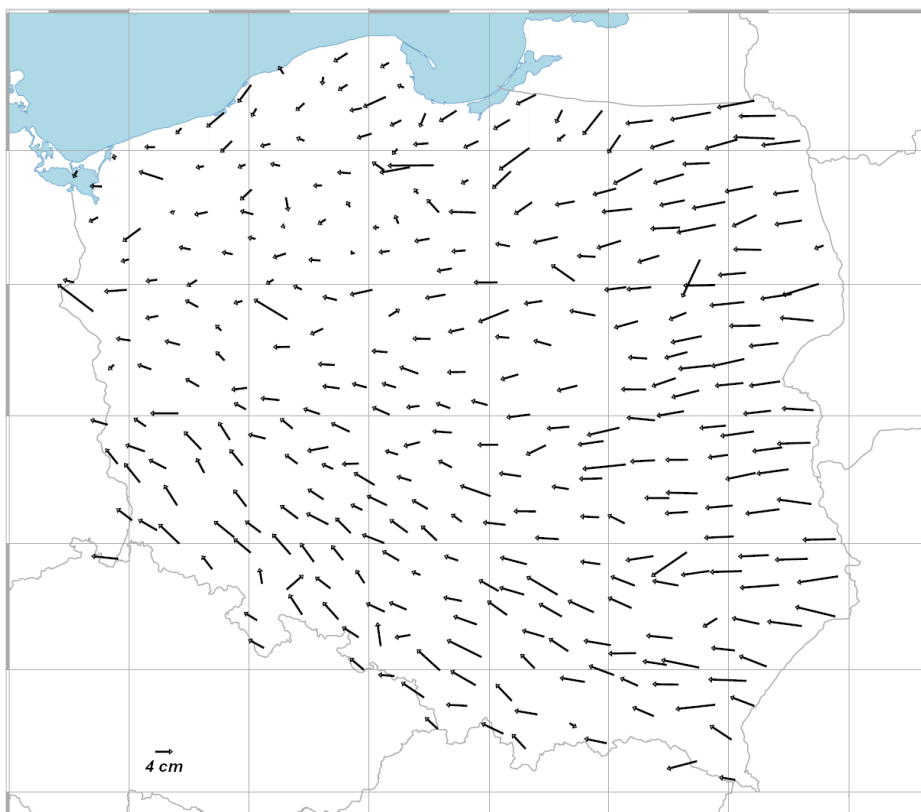
Przejście do układów „archiwalnych” np. 1965 odbywa się poprzez zastosowanie transformacji z wykorzystaniem punktów łącznych. Do tego celu w trakcie wykonywania prac pomiarowych należy wybrać co najmniej 4 punkty, dla których zostały określone współrzędne w dwóch układach, na podstawie których zostaną opracowane parametry transformacji (transformacja Helmerta z zastosowaniem poprawek post-transformacyjnych Hausbrandta).

Wysokości pochodzące z pomiarów wykonanych w systemie ASG-EUPOS odnoszą się do elipsoidy i wyrażone są jako wysokości elipsoidalne inaczej nazywane geodezyjnymi. Aby wyrazić je w systemie wysokości normalnych w obowiązującym układzie wysokościowym  $PL-KRON86-NH$ ) należy uwzględnić wysokość quasigeoidy nad elipsoidą w mierzonym punkcie. Do tego celu można wykorzystać dwie metody. Pierwsza opiera się na zastosowaniu precyzyjnego modelu quasigeoidy, z którego oblicza się wartość undulacji (odstępów od elipsoidy odniesienia). Druga metoda opiera się na wykonaniu transformacji wysokościowej na punktach łącznych (min. 4 repery). Celem uzyskania najdokładniejszych wyników zaleca się łączne zastosowanie obu powyższych metod.

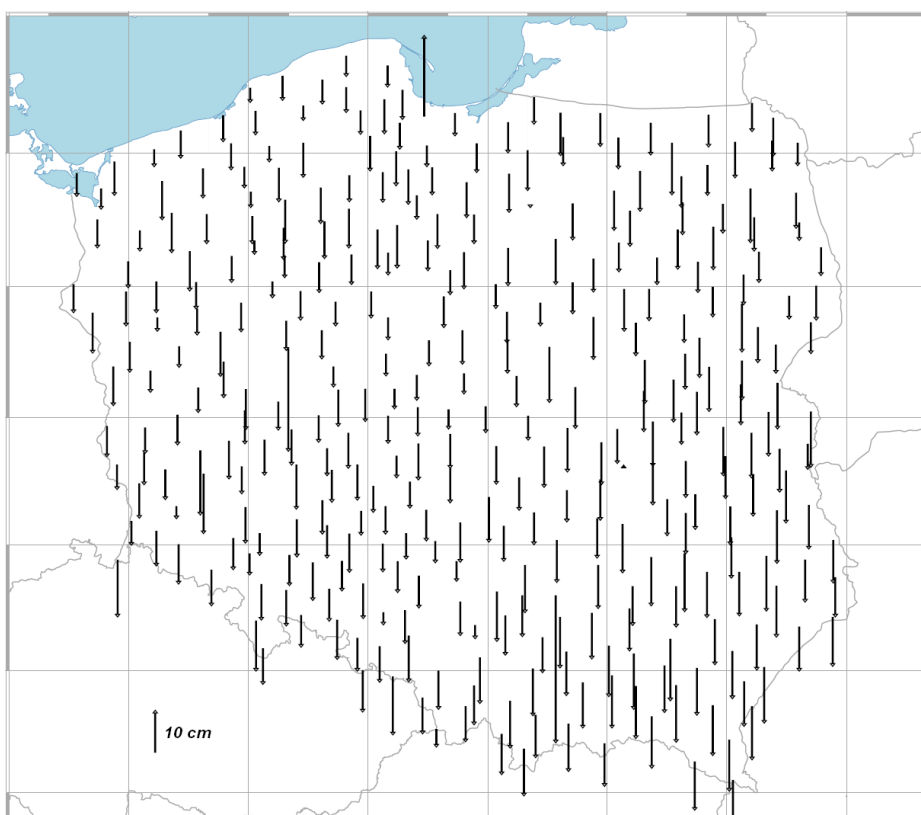
Należy pamiętać, że zarówno przy transformacji pomiędzy układami odniesienia czy transformacji wysokościowej większa liczba punktów dostosowania oraz ich równomierne rozłożenie w obszarze opracowania pozwoli nam na osiągnięcie bardziej wiarygodnych wyników.

Rodzaje układów odniesienia oraz ich parametry techniczne zostały przedstawione w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. z 2012 r, poz. 1247).

Różnice współrzędnych i wysokości pomiędzy układami odniesienia  $PL-ETRF89$  i  $PL-ETRF2000$  przed i po przeprowadzeniu transformacji zostały pokazane na *rys. 25-28*.

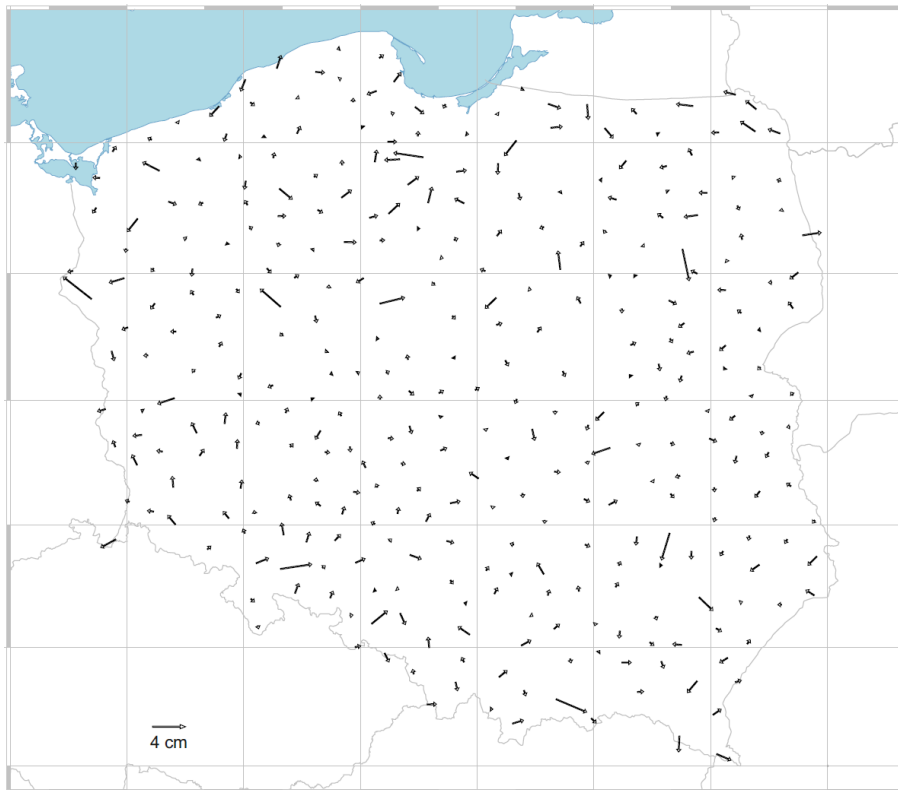


Rys. 25. Mapa różnic współrzędnych punktów POLREF  $\phi$  i  $\lambda$  pomiędzy układami PL-ETRF89-GRS80h oraz PL-ETRF2000-GRS80h.

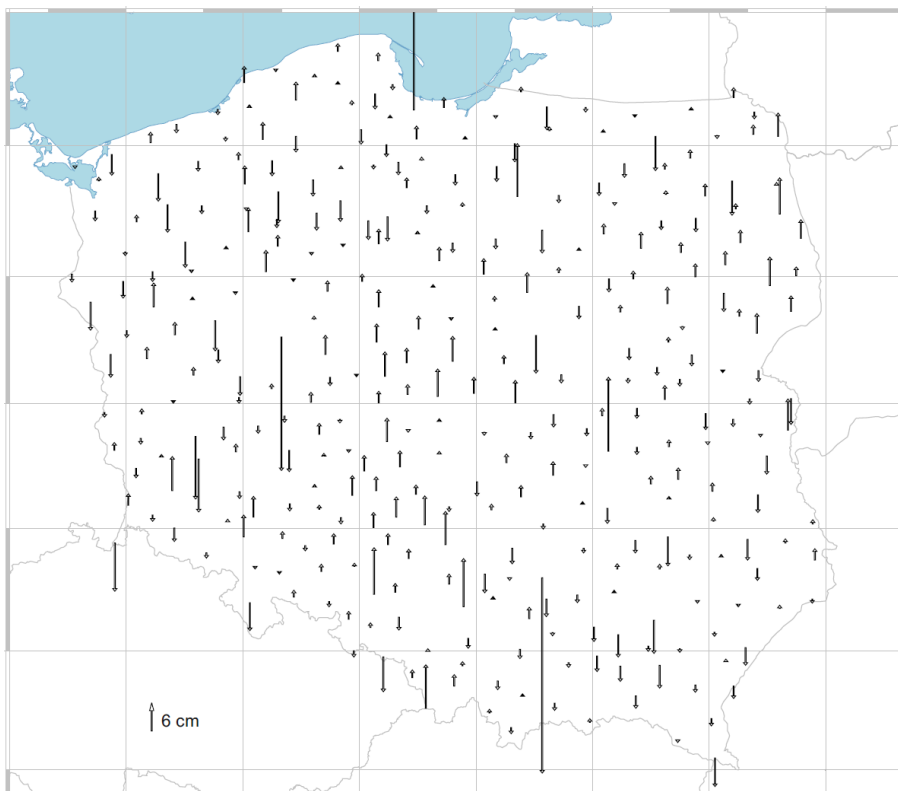


Rys. 26. Mapa różnic wysokości geodezyjnych punktów POLREF pomiędzy układami PL-ETRF89-GRS80h oraz PL-ETRF2000-GRS80h.

## ROZDZIAŁ 5. UKŁAD ODNIESIENIA SYSTEMU ASG-EUPOS



Rys. 27. Mapa różnic współrzędnych punktów POLREF  $\phi$  i  $\lambda$  pomiędzy układami PL-ETRF89-GRS80h oraz PL-ETRF2000-GRS80h po zastosowaniu 7 parametrowej transformacji Helmerta.



Rys. 28. Mapa różnic wysokości geodezyjnych punktów POLREF pomiędzy układami PL-ETRF89-GRS80h oraz PL-ETRF2000-GRS80h po zastosowaniu 7 parametrowej transformacji Helmerta.



## ROZDZIAŁ 6. PRZEPISY A SYSTEM ASG-EUPOS

### Przepisy prawne

Zgodnie z art. 87 Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz. U. Nr 78, poz. 483 z późn. zm.) prawo w Polsce stanowią:

- 1) w zakresie prawa powszechnie obowiązującego: konstytucja, ustawy, ratyfikowane umowy międzynarodowe oraz rozporządzenia, a
- 2) w zakresie prawa miejscowego: akty prawa miejscowego (zarządzenia, decyzje, postanowienia itd.) wydawane przez uprawniony organ na mocy ustawy.

Uwzględniając powyższe wykorzystanie systemu ASG-EUPOS regulowane jest ustawą z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz. U. z 2010 r. Nr 193, poz. 1287) oraz przepisami rozporządzeń do ustawy, w szczególności:

- a) rozporządzenia Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 5 września w sprawie organizacji i trybu prowadzenia państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (w publikacji) – w zakresie metadanych zbiorów danych przestrzennych, identyfikatorów materiałów geodezyjnych,
- b) rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. z 2012 r, poz. 1247) – w zakresie nazewnictwa, , roli stacji referencyjnych, wykonywania niwelacji satelitarnej, parametrów układów odniesienia i układów współrzędnych,
- c) rozporządzenia Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 14 lutego 2012 r. w sprawie osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych (Dz. U. z 2012 r., poz. 352) – w zakresie klas osnów, numeracji punktów osnów, pomiarów GNSS, katalogu obiektów i atrybutów, schematu aplikacyjnego GML,
- d) rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. Nr 263, poz. 1572)– w zakresie sposobu wykonywania pomiarów dla poszczególnych zadań geodezyjnych, zakładania osnowy pomiarowej, kontroli pomiarów z uwzględnieniem pomiarów RTK/RTN, wykonywania transformacji, minimalnej zawartości dokumentacji geodezyjnej,
- e) rozporządzenia Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 16 lipca 2001 r. w sprawie zgłaszania prac geodezyjnych i kartograficznych, ewidencjonowania systemów i przechowywania kopii zabezpieczających bazy danych, a także ogólnych warunków umów o udostępnianie tych baz (Dz. U. Nr 78, poz. 837) – w zakresie zgłaszania, kontroli wyników prac, przyjmowania materiałów do zasobu.

Przywołane powyżej standardy techniczne regulują większość zagadnień związanych z wykonaniem, kontrolą pomiarów GNSS i przekazaniem do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego dokumentacji geodezyjnej z pomiarów wykonanych przy użyciu systemu ASG-EUPOS.

### Zalecenia techniczne

Opublikowane przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii zalecenia techniczne pt. *Pomiary satelitarne GNSS oparte na systemie stacji referencyjnych ASG-EUPOS* zawierają postanowienia (wskazówki)

## ROZDZIAŁ 6. PRZEPISY A SYSTEM ASG-EUPOS

niezbędne do prawidłowego wykonania i opracowania pomiarów satelitarnych GNSS z zastosowaniem serwisów systemu ASG-EUPOS. Należy podkreślić jednak, że zalecenia te (dostępne na stronie internetowej <http://www.asgeupos.pl> w zakładce *Pliki do pobrania*) chociaż są zgodne z obowiązującymi przepisami prawa jednakże nie mogą być traktowane jako obowiązujący standard techniczny.

### Regulamin korzystania z systemu ASG-EUPOS

Zasady korzystania z systemu ASG-EUPOS określone są w *Regulaminie korzystania z systemu ASG-EUPOS*, który dostępny jest na stronie internetowej <http://system.asgeupos.pl> (zakładka *Regulamin*). Użytkownik powinien zapoznać się z zapisami regulaminu przed rozpoczęciem korzystania z serwisów. Wprowadzenie nazwy użytkownika i hasła w którymkolwiek serwisie systemu oznacza akceptację warunków określonych w regulaminie.

## WYKAZ AKRONIMÓW

ANTEX	ang. ANTenna EXchange format
APPS	ang. Automatic Post-Processing Software for Trimble application
ARP	ang. Antenna Reference Point
ASCII	ang. American Standard Code for Information Interchange
CMR	ang. Compact Measurement Record
DGNSS	ang. Differential GNSS
DOP	ang. Dilution of Precision
EUPOS	ang. European Position Determination System
ETRS / ETRF	ang. European Terrestrial Reference System / Frame
EUREF	ang. Regional Reference Frame IAG Sub-Commission for Europe
FKP	niem. Flächenkorrekturparameter
FTP	ang. File Transfer Protocol
GNSS	ang. Global Navigation Satellite System
GLONASS	ros. ГЛОНАСС, Глобальная навигационная спутниковая система
GPRS	ang. General Packet Radio Service
GPS NAVSTAR	ang. Global Positioning System, Navigation Satellites with Timing And Ranging
GRIM	ang. Geometric Residual Error
IAG	ang. International Association of Geodesy
IERS	ang. International Earth Rotation and Reference Systems Service
IGS	ang. International GNSS Service
IP	ang. Internet Protocol
IRIM	ang. Ionospheric Residual Error
ITRS / ITRF	ang. International Terrestrial Reference System / Frame
MAC	ang. Master and Auxiliary Concept
NMEA	ang. National Marine Electronics Association
NTRIP	ang. Networked Transport of RTCM via IP
PDOP	ang. Position DOP
PPK	ang. Post-Processing Kinematic
PRS	ang. Pseudo Reference Station
QC	ang. Quality Check
RINEX	ang. Receiver Independent Exchange Format
RTCM SC-104	ang. Real-Time Commission for Maritime Services, Special Committee 104
RTK	ang. Real-Time Kinematic
RTN	ang. Real-Time GNSS Network (inaczej Network RTK)
SNR	ang. Signal-to-Noise Ratio
TCP	ang. Transmission Control Protocol

## SPIS AKRONIMÓW

URL	ang. Uniform Resource Locator
UTC	ang. Coordinated Universal Time
VRS	ang. Virtual Reference Station

## ŹRÓDŁA

- 1) ASG-EUPOS [2013], strona internetowa [www.asgeupos.pl](http://www.asgeupos.pl), stan aktualny na 10-2013
- 2) E. D. Kaplan and C. J. Hegarty, Understanding GPS: Principles and Applications, Norwood: Artech House, Inc., 2006
- 3) J. Lamparski i K. Świątek, GPS w praktyce geodezyjnej, Olsztyn: Gall, 2007
- 4) K. Czarnecki, Geodezja współczesna w zarysie, Warszawa: Gall, 2010
- 5) C. Specht, System GPS, Pelpin: Bernardinum Sp. z o. o., 2007
- 6) J. Januszewski, Systemy satelitarne GPS Galileo i inne, PWN, 2010
- 7) J. Narkiewicz, GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne, WKiŁ, 2007
- 8) RTCM SC-104, RTCM Standard 10403.2: Differential GNSS Services - Version 3, Amendment 1, Arlington: RTCM, 2013
- 9) The Survey Association; Newcastle University, Guidance Notes for GNSS Network RTK Surveying in Great Britain, TSA, 2013
- 10) B. Donahue, J. Wentzel and R. Berg, Guidelines for RTK/RTN GNSS Surveying in Canada, NRCAN, 2012
- 11) B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger i E. Wasle, GNSS - Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo and more, Wien: Springer, 2008
- 12) NOAA NGS, Guidelines for Real Time GNSS Networks, NGS, 2011