

Obszar badawczy i zadania geodezji satelitarnej



dr hab. inż. Paweł Zalewski, prof. AM
Centrum Inżynierii Ruchu Morskiego
<http://cirm.am.szczecin.pl>

Literatura:

1. Curtis H. : „Orbital Mechanics for Engineering Students”, 3rd Ed., Elsevier, 2014.
2. Kaplan E., Hegarty C.: „Understanding GPS - Principles and Applications”, 2nd Ed., Artech House, London 2006.
3. Narkiewicz J.: „GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne”, WKŁ 2007.
4. Osada E., „Geodezja” rozdz. 6.3, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2001.
5. Seeber Günter, „Satellite Geodesy”, 2nd Ed., Walter de Gruyter · Berlin · New York 2003.
6. Specht C., „System GPS”, Biblioteka Nawigacji nr 1, Wydawnictwo „Bernardinum”, Pelplin 2007.
7. Śledziński J.: „Alfabet GPS”, cykl artykułów w „NAWI” dodatku do miesięcznika „GEODETA” od stycznia 2005.
8. Śledziński J.: „Geodezja satelitarna”, PPWK, Warszawa, 1978

Literatura:

9. Zalewski P.: „Real-time GNSS spoofing detection in maritime code receivers”, Zeszyty naukowe AMS nr 38 (110), str. 118-124, Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2014.
10. „Global Positioning System Standard Positioning Service, Performance Standard” 4th Ed., DoD Positioning, Navigation, and Timing Executive Committee, USA 2008.
11. Navstar GPS User Segment Interface Specification (IS): IS-GPS-200F, Global Positioning Systems Directorate, 2011.
12. International GNSS Service (IGS), RINEX Working Group and Radio Technical Commission for Maritime Services Special Committee 104 (RTCM-SC104): RINEX The Receiver Independent Exchange Format Version 3.02, 2013.

Obszar badawczy GS:

Według klasycznej definicji Helmerta (1880/1884), geodezja jest nauką o pomiarach i kartografii powierzchni Ziemi. Definicja ta obejmuje także określenie zewnętrznego pola grawitacyjnego Ziemi, jak również powierzchni dna mórz i oceanów.

Geodezja satelitarna obejmuje obserwacyjne i obliczeniowe techniki (metody), które pozwalają na rozwiązanie problemów geodezyjnych za pomocą precyzyjnych pomiarów do, z i pomiędzy sztucznymi satelitami Ziemi. Zajmuje się wyznaczaniem położenia (pozycji) punktów geodezyjnych i obiektów ruchomych; tworzeniem precyzyjnych globalnych, regionalnych (kontynentalnych), lokalnych przestrzennych sieci geodezyjnych (x , y , z); tworzeniem systemów nawigacyjnych; wyznaczaniem modeli pola grawitacyjnego Ziemi i funkcji tego pola (spłaszczenie Ziemi, kształt geoidy, odchylenia pionu itd.); pomiarem, monitorowaniem i modelowaniem zjawisk geodynamicznych (ruch bieguna, stabilność ruchu obrotowego Ziemi, pływy, ruchy skorupy ziemskiej).

Obszar badawczy GS:

Problemy geodezji satelitarnej można skategoryzować w sposób funkcjonalny. Obejmują one także analizę dokładności obserwacji i jej zmienność w czasie.

Podstawowe problemy:

1. wyznaczenie trójwymiarowych pozycji we współrzędnych absolutnych i względnych (np. tyczenie geodezyjne)
2. wyznaczenie ziemskiego pola grawitacyjnego i jego liniowych funkcji (np. modele geoidy)
3. pomiary i modelowanie zjawisk geodynamicznych (np. zmiany poziomu wód i pływów, ruchu lodów, obrotu Ziemi, ruchów skorupy ziemskiej).

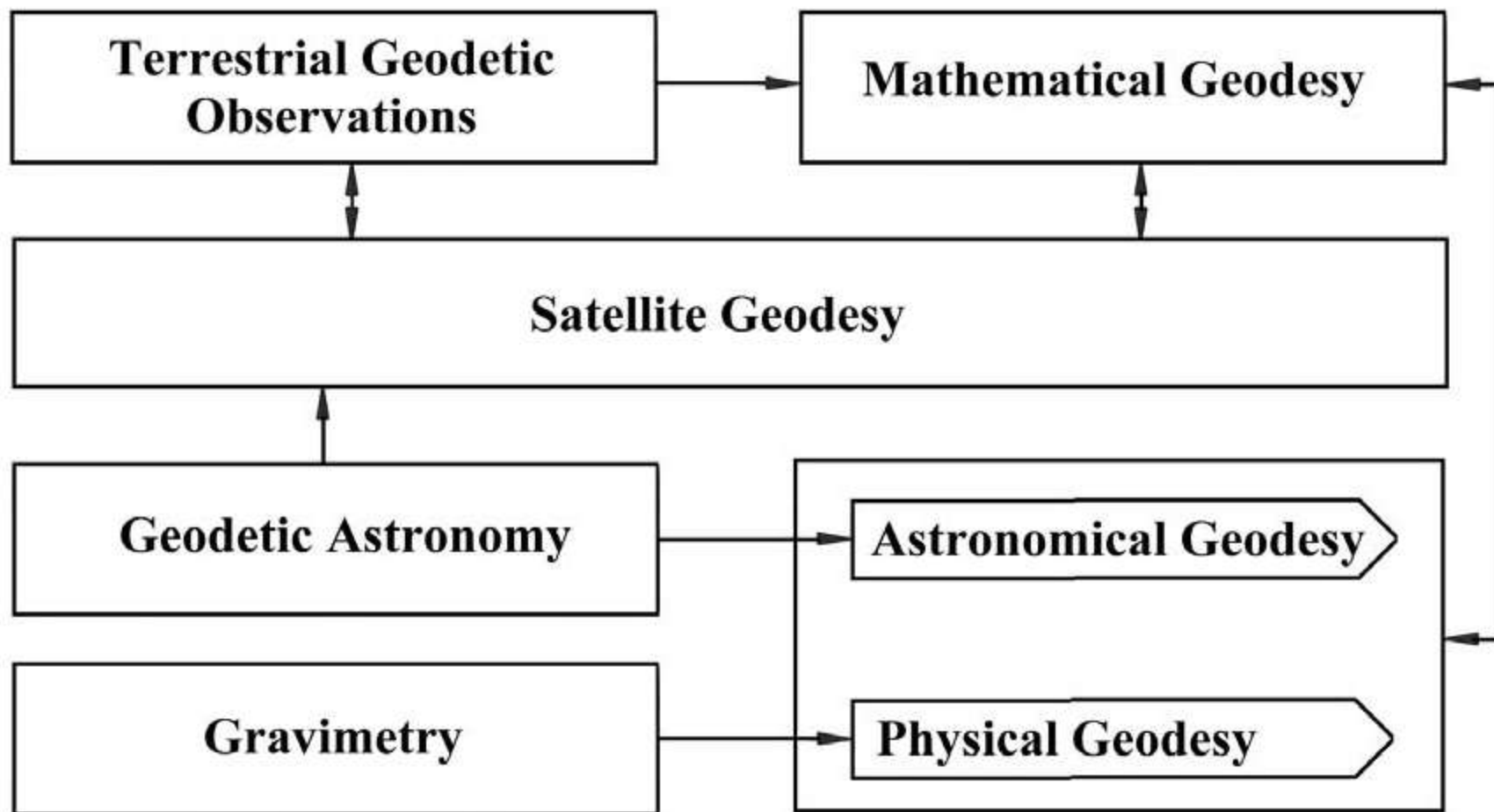
Obszar badawczy GS:

Wykorzystanie sztucznych satelitów Ziemi w geodezji wymaga pewnych założeń. Są nimi: wiedza o ruchu satelitów pod wpływem wszystkich oddziałujących sił oraz przedstawienie pozycji satelitów i stacji naziemnych (odbiorników) w odpowiednich systemach odniesienia.

Geodezję satelitarną ze względu na wykorzystanie obserwacji satelitarnych do różnych problemów pomiarowych można zaliczyć do nauk stosowanych.

Ze względu na problematykę, geodezja satelitarna zalicza się zarówno do technicznych nauk geodezyjnych, jak i inżynierskich.

Obszar badawczy GS:



Główne związki pomiędzy dziedzinami badań geodezyjnych

Obszar badawczy GS:

Ze względu na wzrastającą dokładność i niską czasochłonność pomiarów, metody geodezji satelitarnej są stosowane w takich dziedzinach, jak: geofizyka, oceanografia i nawigacja oraz obejmują znaczną część geoinformatyki.

Od czasu wystrzelenia na orbitę pierwszego sztucznego satelity Ziemi, SPUTNIKa-1, 4 października 1957, geodezja satelitarna ewoluowała w samodzielny dział nauk i badań geodezyjnych, ściśle powiązany z pozostałymi działami geodezji.



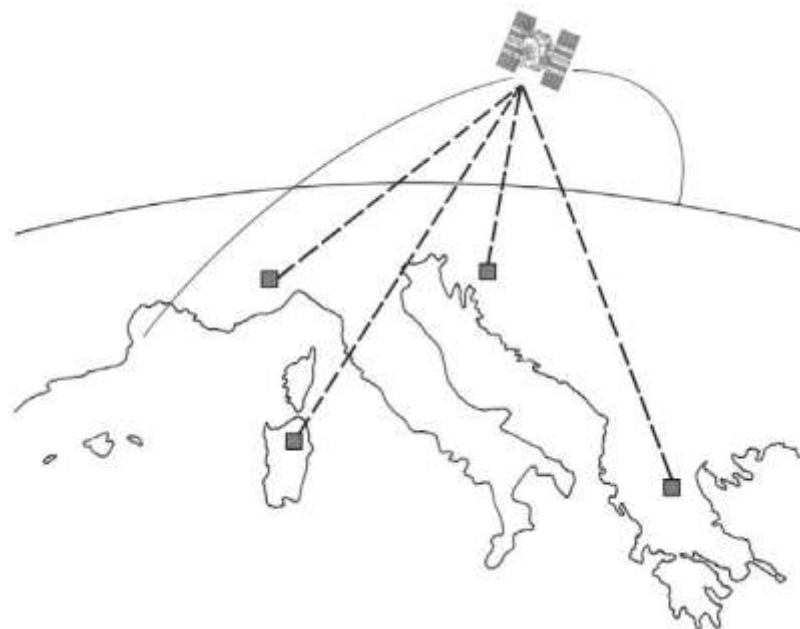
Klasyfikacja metod GS:

Metody podstawowe:

(1) Geometryczne lub bezpośrednie:

Satelity wykorzystuje się jako **umieszczone wysoko cele**, które są widoczne z dużych odległości.

Satelity mogą być uznane, jako „stałe” punkty odniesienia w ramach regionalnej lub globalnej przestrzennej (3D) sieci. Jeżeli obserwacje satelitarne prowadzone są równocześnie z różnych stacji naziemnych nie wymagane jest modelowanie orbit satelitów (stosowanie praw grawitacji) w celu ustalenia położenia satelity w przestrzeni. **Wykorzystywana jest jedynie cecha geometryczna - synchroniczna obserwacja z kilku punktów w jednym momencie czasu.**



**Wcięcie przestrzenne
kątowe**

Klasyfikacja metod GS:

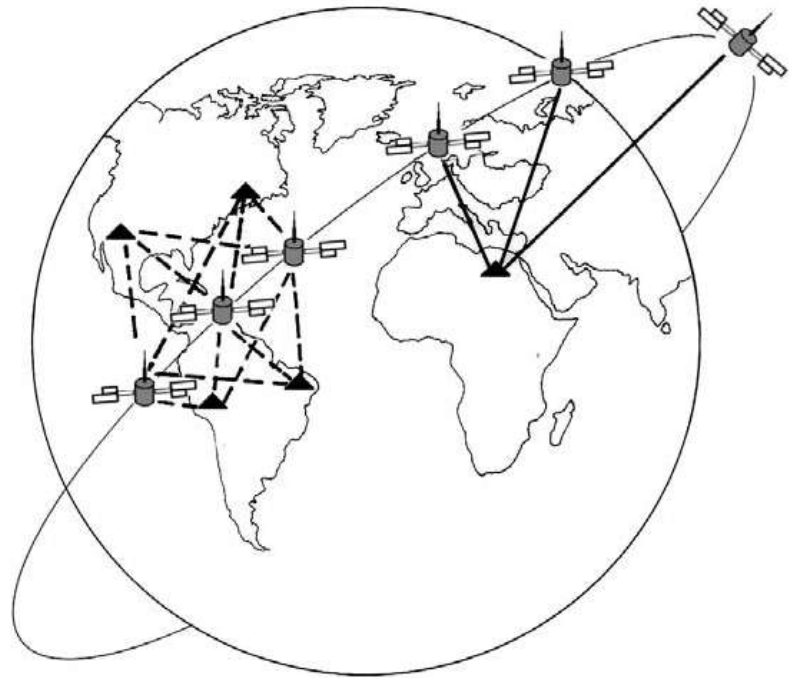
Metody podstawowe:

(2) **Dynamiczne (orbitalne) lub pośrednie:**

Satelity uznaje się za czujniki (sensory) umieszczone w ziemskim (słonecznym, planetarnym itd.) polu grawitacyjnym.

Obserwacja ruchu i zmienności parametrów orbitalnych satelitów prowadzi do ustalenia oddziaływujących sił (stworzeniu modelu ruchu). W szczególności analizowana jest zależność pomiędzy cechami ziemskiego pola grawitacyjnego a odchyłkami rzeczywistych orbit satelitarnych od niezakłóconego ruchu Keplerowskiego.

Wykorzystywaną cechą satelity jest jego dynamika – ruch w ziemskim polu grawitacyjnym i wyliczana na tej podstawie chwilowa pozycja satelity.



Wcięcia przestrzenne liniowe
- trilateracja

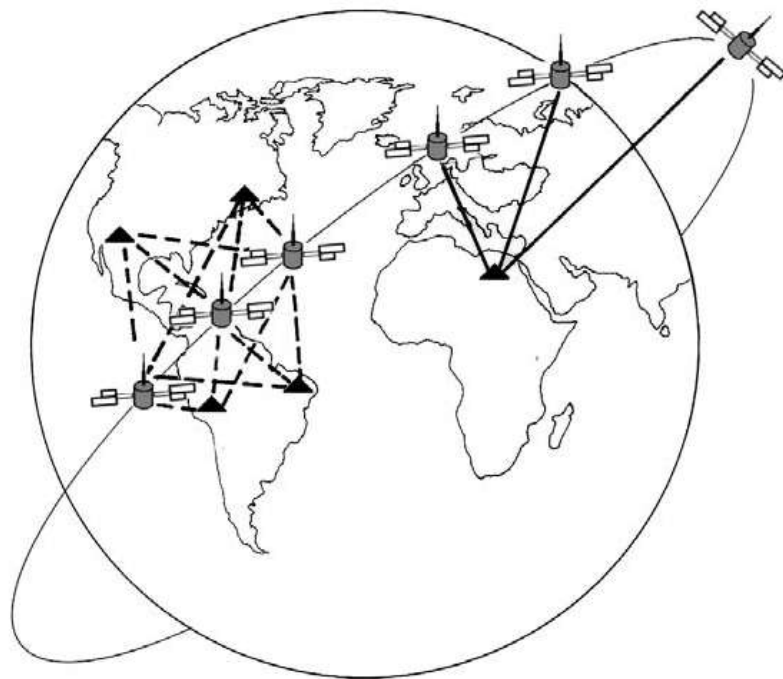
Klasyfikacja metod GS:

Metody podstawowe:

(3) Połączone – dynamiczne z geometrycznymi

Połączenie wyznaczenia parametrów pola grawitacyjnego i współrzędnych geocentrycznych jest obecnie ogólnym problemem estymacji parametrycznej w ramach geodezji satelitarnej.

Rozróżnienie metod geometrycznych i dynamicznych przez wiele lat charakteryzowało rozwój geodezji satelitarnej. Obecne techniki pomiarów satelitarnych są w większości oparte na kombinacji obu metod.



Wcięcie przestrzenne kątowe może być zastąpione liniowym w przypadku SLR

Klasyfikacja metod GS:

Dalsza klasyfikacja technik obserwacyjnych bazuje na powiązaniu miejsca obserwacji z jej przedmiotem (celem). Można je pogrupować w:

(1) metody Ziemia – przestrzeń kosmiczna (Earth to Space):

- pomiary optyczne (z obserwacji teleskopami etc.),
- pomiary laserowe odległości do satelitów (satellite laser ranging SLR),
- pozycjonowanie dopplerowskie (TRANSIT, DORIS),
- Global Positioning System (GPS, GLONASS, ogólnie GNSS).

(2) metody przestrzeń kosmiczna – Ziemia (Space to Earth):

- satelitarna altymetria radarowa (radar altimetry RA),
- satelitarna altymetria laserowa (laser altimetry LA).

(3) metody przestrzeń kosmiczna – przestrzeń kosmiczna (Space to Space)

- śledzenie satelita - satelita (satellite-to-satellite tracking SST),
- grawimetria satelitarna (satellite gravity gradiometry SGG).

Zastosowania GS:

Zastosowania metod geodezji satelitarnej są zależne od osiągalnej dokładności, nakładów pracy i kosztów sprzętu oraz czasu obserwacji i łatwości użytkowania sprzętu pomiarowego.

Geodezja globalna:

- ogólny kształt Ziemi i parametry pola grawitacyjnego,
- wymiary średniej elipsoidy Ziemi,
- ustalenie globalnego terestrycznego systemu odniesienia,
- szczegółowa geoida jako powierzchnia odniesienia na lądzie i w wodzie,
- powiązania pomiędzy różnymi istniejącymi systemami odniesienia (geodetic datums),
- powiązania pomiędzy lokalnymi i globalnymi systemami odniesienia.

Zastosowania GS:

Osnowa i kontrola geodezyjna (Geodetic Control):

- osnowa geodezyjna dla sieci państwowych,
- tworzenie jednolitych sieci trójwymiarowych,
- analiza i rozbudowa istniejących sieci terestrycznych,
- ustanowienie powiązań geodezyjnych pomiędzy wyspami i kontynentami,
- zagęszczenie istniejących sieci.

Geodynamika:

- punkty kontroli ruchów skorupy ziemskiej,
- permanentna (stała) kontrola 3D w obszarach aktywności skorupy ziemskiej,
- ruch lodów,
- obrót Ziemi,
- pływy.

Zastosowania GS:

 **Geoida niwelacyjna 2001** 

 Katalog  Pomoc  Granica  Obliczenia  Drukuj  Firma

C:\GUGIK\Geoida niwelacyjna\Przykład

Tabela danych i wyników | Prezentacja graficzna | Granica

☐ Punkty GPS: ☒ N ☐ Ksi ☐ Eta  

°29.321

°34.169

°35.52

°29.369

°28.06

°30.792

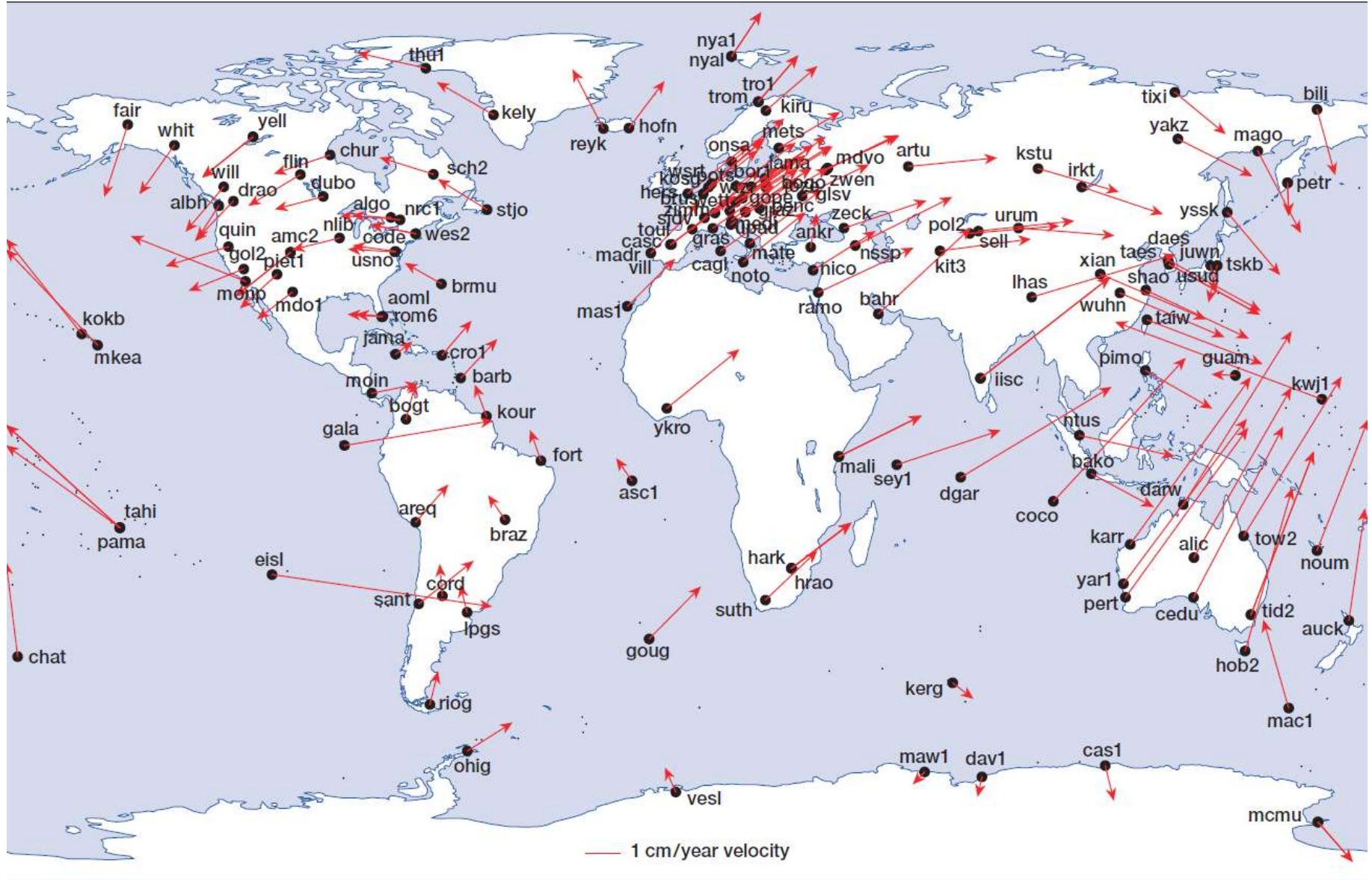
°31.569

O programie

 **Geoida niwelacyjna 2001**
EUVN 97 (ITRF-96, epoka 1997.4) - Kronsztad 86
© Główny Geodeta Kraju, 2000 r.
Autor: E.Osada, e-mail: osada@kgf.ar.wroc.pl

Obliczenia zakończone

Zastosowania GS:



Zastosowania GS:

Geodezja stosowana i powierzchniowa:

- szczegółowe pomiary powierzchniowe (gruntowe, miejskie, budowlane, GIS, planowanie miejskie, oznaczanie granic, etc.),
- budowa sieci dedykowanych zastosowaniom inżynierskim i sterowaniu,
- punkty osnowy dla fotogrametrii i zdalnego pomiaru,
- pozycja i orientacja sensorów w powietrzu np. kamer fotogrametrycznych,
- sterowanie i pozycjonowanie o różnym poziomie dokładności w leśnictwie, rolnictwie, archeologii, kartografii podróźniczej itp.

Nawigacja i geodezja morska:

- precyzyjna nawigacja dla pojazdów lądowych, morskich i powietrznych,
- precyzyjne pozycjonowanie dla kartografii morskiej, hydrografii, oceanografii, geologii morskiej, geofizyki, górnictwa morskiego,
- powiązanie i nadzór mierników pływów (ujednolicenie pomiaru wysokości).

Zastosowania GS:

