

# GEOMATYKA

studia stacjonarne  
program rozszerzony, wykład 4.  
2025



**dr inż. Paweł Strzeliński**

**Biuro Urządzania Lasu  
i Geodezji Leśnej  
Oddział w Brzegu**

**Katedra Urządzania Lasu  
Wydział Leśny i Technologii Drewna  
UP w Poznaniu**

# SYSTEMY NAWIGACJI SATELITARNEJ – HISTORIA

**SPUTNIK 1** (4 października 1957, ZSRR) – pierwszy sztuczny satelita.

# SYSTEMY NAWIGACJI SATELITARNEJ – HISTORIA

**MINITRACK** (1958, NAVSPASUR – 1961; USA) – pasywny system śledzący satelity, wykorzystujący emitowane przez nie sygnały; związany był do śledzenia orbit radzieckich satelitów.

**TRANSIT** (17.09.1959; USA) – pierwszy satelita nawigacyjny umożliwiający określenie pozycji obiektów (np. rakiet balistycznych) w dwóch wymiarach (długość i szerokość geograficzna). Od 1964 r. system 4 satelitów umożliwiał precyzyjne pozycjonowanie (m.in. łodzi podwodnych).

**CYKLON** (15.05.1967; ZSRR) – reakcja na system TRANSIT; początkowo dokładność wynosiła ok. 3 km; w 1969 – już 100 m; pełna operacyjność – od 27.02.1978.

# SYSTEMY NAWIGACJI SATELITARNEJ – HISTORIA

W **1968** roku Departament Obrony USA podjął decyzję o połączeniu istniejących programów, w celu stworzenia ogólnosiwiatowego, odpornego na warunki pogodowe, trójwymiarowego systemu nawigacyjnego, nazwanego **Navstar GPS** (Navigation System with Time And Ranging).

Pierwszy, eksperymentalny blok satelitów (**10 czynnych** i 1 uszkodzony) został był umieszczony na orbicie i działał w latach **1978-1985** (pierwszy umieszczony na orbicie 22.02.1978).

**17 stycznia 1994** na orbitach pojawiła się pełna konstelacja – **24 czynne satelity**.

System **w pełni operacyjny** (jako ogólnosiwiatowy) stał się w **kwietniu 1995**.

# SYSTEMY NAWIGACJI SATELITARNEJ (NSS)

**GPS** (Global Positioning System) – Globalny System Wyznaczania Pozycji lub System Globalnego Pozycjonowania, to system umożliwiający wyznaczenie pozycji dowolnego punktu na globie ziemskim.

**Systemy nawigacji satelitarnej (NSS - Navigation Satellite Systems)** – to systemy umożliwiające wyznaczanie pozycji oraz nawigację (z punktu do punktu). Ze względu na zasięg można je podzielić na:

- globalne,
- regionalne.

# SYSTEMY NAWIGACJI SATELITARNEJ (NSS)

**Globalne systemy nawigacji satelitarnej (GNSS** - Global Navigation Satellite Systems) – za początek jego „istnienia” przyjmuje się datę **15 października 1993** roku, gdy 68 delegatów z 11 państw (w tym Polski) zawarło wstępne porozumienie w sprawie uruchomienia GNSS.

**Regionalne systemy nawigacji satelitarnej (RNSS** - Regional Navigation Satellite Systems)

# GLOBALNE SYSTEMY NAWIGACJI SATELITARNEJ (GNSS)

GNSS stanowią ([24.02.2020](#)):

- **Navstar GPS (USA)** – 31 satelitów
- **BeiDou 2 (Chiny)** – 49 satelitów
- **GLONASS (Rosja)** – 24 satelity
- **Galileo (EU)** – 24 satelity

które obejmują swoim zasięgiem całą Ziemię; okrążając glob na średnich orbitach (MEO - Medium Earth Orbit).

# GLOBALNE SYSTEMY NAWIGACJI SATELITARNEJ (GNSS)



# NAVSTAR GPS – SKŁADOWE SYSTEMU

System składa się z trzech grup elementów:

- **część przekaźnikowa** - systemu 24 satelitów umieszczonych na 6 okołoziemskich orbitach na wysokości 20200 km nad powierzchnią Ziemi, z których każdy transmituje informację czasową oraz dane nawigacyjne. Czas obiegu orbit wynosi około 12 godzin, przy czym są one rozmieszczone w ten sposób, aby z każdego punktu na Ziemi było widocznych co najmniej 5 nadajników. Taka konfiguracja umożliwia, z małymi wyjątkami, wyznaczenie pozycji dowolnego miejsca na powierzchni Ziemi o dowolnej porze dnia lub nocy.
- **część naziemna** - Głównej Stacji Nadzoru (Master Control Station w Bazie Sił Powietrznych Falcon w Colorado Springs) i lokalnych stacji monitorujących,
- **część odbiorcza** - odbiorników, którymi posługują się użytkownicy systemu GPS.

# NAVSTAR GPS – POZIOMY DOKŁADNOŚCI

GPS zapewnia dwa poziomy dokładności:

- **Dokładny Serwis Pozycyjny** (PPS - Precise Positioning Service)
- **Standardowy Serwis Pozycyjny** (SPS - Standard Positioning Service).

Dokładny serwis pozycyjny - PPS dostępny jest tylko dla autoryzowanych użytkowników, zapewniając wysoką dokładność danych o pozycji i czasie.

Do autoryzowanych użytkowników należą: Siły Zbrojne USA i NATO (o autoryzacji użytkownika decyduje Departament Obrony USA).

# NAVSTAR GPS

Zespół satelitów stanowi przestrzenny ruchomy układ odniesienia wspólny dla całego globu ziemskiego.

Specjalnie dobrane parametry orbit zapewniają warunek widoczności **minimum czterech satelitów** ponad horyzontem w dowolnym momencie i w każdym miejscu na Ziemi, co jest niezbędne do pełnego (przestrzennego) wyznaczenia położenia anteny odbiornika GPS.

Każdy z satelitów emituje dwa sygnały – o czasie i odległości.

# GLONASS

System, o nazwie **GLONASS** (ГЛОНАСС, Глобальная навигационная спутниковая система), uruchomiony został w Związku Radzieckim. Pełna konstelacja satelitów GLONASS miała się składać z 24 obiektów rozmieszczonych na 3 płaszczyznach orbitalnych.

Na każdej płaszczyźnie powinno znajdować się 8 równomiernie rozmieszczonych satelitów. Orbity są kołowe i znajdują się na wysokości około 19100 km. Okres obiegu wynosi 11h15m.

Po skompletowaniu, na początku 1996 roku, pełen zestaw satelitów był dostępny przez okres około 40 dni. Pod koniec roku 1996 na orbicie znajdowało się 21 aktywnych obiektów. Na początku 2002 roku składał się już tylko z 6 satelitów, co czyniło je praktycznie bezużytecznymi.

Na początku 2004 roku segment kosmiczny składał się już z 13 aparatów, w 2009 z 20. Rozpoczęto także prace nad satelitami trzeciej generacji (K) i systemem wspomaganie satelitarne (SDCM).

# GLONASS

**08.12.2011** administratorzy systemu po włączeniu 24. aparatu generacji M oficjalnie ogłosili **pełną operacyjność systemu na całym świecie**.

Rosja pracuje obecnie nad nową generacją satelitów oznaczoną literą K, których czas życia będzie wynosił 10-12 lat, a waga 750 kg, podczas gdy aparaty serii M ważą 1415 kg i są zaprojektowane na 7 lat.

Wg stanu na 01.01.2012 to łącznie 31 satelitów, z czego 24 miało status operacyjny, a 3 rezerwowy. W dalszej kolejności planowane jest wystrzelenie kilku satelitów serii GLONASS-M jako rezerwa systemu oraz satelitów trzeciej generacji GLONASS-K (od 26.02.2011 satelity generacji K stopniowo zastępują serię M).

**GLONASS nie stosuje żadnych zakłóceń!**

Obecnie (**29.11.2022**) GLONASS to:

26 satelitów, z czego **22 satelity mają status operacyjny**

# GLONASS

# GALILEO

<http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>

# GALILEO

Pięć podstawowych kategorii sygnałów:

**Open Service** (Serwis Otwarty) - bezpłatny, powszechnie dostępny pomiar czasu i pozycji.

**Safety of Life Service** (Serwis Bezpieczeństwo Życia) - jw.; gwarancja jakości i pewności sygnału (dokładność lokalizacji jak w OS), odbiorniki z odpowiednim certyfikatem.

**Commercial Service** (Serwis Komercyjny) - płatny, zwiększona precyzja (dwa dodatkowe kodowane sygnały) i gwarancja jakości sygnału.

**Public Regulated Service** (Serwis Publiczny Regulowany) - przeznaczony dla administracji państwowej, sygnał kodowany oddzielony od innych dla zapewnienia jakości i pewności usługi.

**Search and Rescue Service** (Serwis Poszukiwanie i Ratownictwo) – do precyzyjnej lokalizacji i komunikacji pomiędzy wysyłającym sygnał ratunkowy a operatorem usługi.



# GALILEO (PLAN BUDOWY)

Od 1999 roku trwają intensywne prace nad utworzeniem satelitarnego systemu nawigacyjnego Galileo, który jest wspólnym przedsięwzięciem Unii Europejskiej i Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). Budowę Galileo podzielono na cztery fazy. Pierwsza, obejmująca definiowanie systemu, została zakończona (1999-2001).

Druga, zaplanowana na lata 2002-06, związana jest z opracowaniem ram instytucjonalnych systemu, ich zatwierdzeniem i umieszczeniem na orbicie testowych satelitów. Została ona oszacowana na **1,1 mld euro**, a kosztami podzielią się Komisja Europejska i ESA.

Faza kolejna obejmująca budowę i wystrzelenie satelitów oraz rozwój infrastruktury naziemnej przewidziana jest na lata 2006-07. Jej koszty (**2,1 mld euro**) zostaną pokryte głównie przez przyszłych koncesjodawców.

Pierwszego testowego satelitę (GIOVE-A) wystrzelono **28 grudnia 2005 r.**

Następny satelita (GIOVE-B), został wystrzelony **27 kwietnia 2008 r.**

**Plan – ostatni etap rozpocznie się w 2008 r.**, kiedy system będzie w pełni operacyjny. Zakłada się, że **roczne** wydatki na jego utrzymanie wyniosą ok. **220 mln euro**.

źródło: <http://galileo.kosmos.gov.pl> oraz [http://pl.wikipedia.org/wiki/Galileo\\_\(system\\_nawigacyjny\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Galileo_(system_nawigacyjny))

# GALILEO

Blok	Lata uruchomienia	Umieszczone na orbicie	Liczba aktywnych
DAJ	2005 - 2008	2	0
IOW	2011 - 2012	4	3
FOC	2014 - 2024	22	21
G2G	od 2024		
Razem (07.12.2021)		28	<b>24</b>

Stan na **31.04.2023**:

**Liczba użytecznych satelitów: 23**

Liczba nieużywalnych/niedostępnych satelitów: 5

Całkowita liczba satelitów: 28

# BEIDOU-1 / BEIDOU-2 / BEIDOU-3 – CHINY

BeiDou/ Compass:

1. faza = BeiDou-1; pierwszy satelita (BeiDou-1A) wystartował 31.10.2000; 2000-2006 – 4 satelity (program zamknięty w 2012)
2. faza = Beidou-2/ Compass; 2007-2019 – 20 satelitów
3. faza = BaiDou-3; 2015-...; – 35 satelitów

Obecnie (**23.06.2020**) na orbitach funkcjonują **42 satelity** (12 z BeiDou-2 i 30 z BeiDou-3)

# REGIONALNE SYSTEMY NAWIGACJI SATELITARNEJ (RNSS)

**Regionalne systemy nawigacji satelitarnej (RNSS** - Regional Navigation Satellite Systems) – obejmują swoim zasięgiem tylko ograniczony obszar, z reguły fragment kontynentu.

Ich głównym zadaniem jest lokalne zwiększanie dostępności i dokładności systemów GNSS; zazwyczaj nie są systemami samodzielnymi.

Obecnie funkcjonują następujące systemy regionalne:

- **QZSS** (Japonia): 4 satelity (2019),
- **IRNSS** (Indie): jest – 4 (od 07.04.2015); plan – 7 lub 11 satelitów (planowany od 2016); typ orbity: geostacjonarna i geosynchroniczna

# REGIONALNE SYSTEMY NAWIGACJI SATELITARNEJ (RNSS)

- **IRNSS** (Indie)
- **QZSS** (Japonia)

# SATELITARNE SYSTEMY WSPOMAGAJĄCE

Satelitarne Systemy Wspomagające (SBAS – Satellite Based Augmentation System) – rozwiązanie transmitujące poprawki dla sygnałów GNSS za pomocą jednego lub kilku satelitów geostacjonarnych (z reguły są to wielofunkcyjne aparaty telekomunikacyjne).

Korekty obliczane są na podstawie danych z kilkunastu do kilkudziesięciu stacji pomiarowo-obszernych, transmitowane do satelity SBAS, a następnie retransmitowane na Ziemię.

Niektóre rozwiązania SBAS oferują także informacje o wiarygodności systemów nawigacji. Jest to szczególnie przydatne np. w lotnictwie, żegludze czy podczas operacji służb ratunkowych.

# SATELITARNE SYSTEMY WSPOMAGAJĄCE (SBAS)

Istniejące lub planowane systemy SBAS to obecnie:

- EGNOS (UE, 3 satelity, od 2005/2009)
- WAAS (USA, 1(2) satelity, od 1999/2003)
- MSAS (Japonia, 2 satelity, od 2007)
- QZSS (Japonia, 1(3) satelity, od 2013)
- GAGAN (Indie, 3 satelity, od 2014)
- SDCM (Rosja, 3 satelity, od 2013)
- OmniSTAR (ogólnoświatowy, 7 satelitów, od ?)

# SATELITARNE SYSTEMY WSPOMAGAJĄCE – EGNOS

**EGNOS** (European Geostationary Navigation Overlay Service)

- Kraje rozwijający system: Unia Europejska
- Aktualna liczba satelitów: 3 (Inmarsat AOR-E, Inmarsat IOR-W, Artemis)
- Docelowa liczba satelitów: bd. (w budowie: Sirius 5, Astra 5B)
- Typ orbity: geostacjonarna
- Działanie: od 1996 r. (pierwszy satelita)
- Ogłoszenie operacyjności: 2009 r. (dla usługi otwartej), 2011 r. (dla usługi bezpieczeństwa życia)



# SATELITARNE SYSTEMY WSPOMAGAJĄCE – EGNOS

Rozmieszczenie stacji pomiarowo-obszaryjnych (RIMS), stacji kontrolnych (MCC) oraz stacji transmitujących (NLES)

Źródło: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:EGNOS\\_map.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:EGNOS_map.svg)

# SATELITARNE SYSTEMY WSPOMAGAJĄCE – OMNISTAR

Firma rozwijająca system: Fugro NV

Aktualna liczba satelitów: 7

Docelowa liczba satelitów: 7

Typ orbity: geostacjonarna

System opracowała firma Thales Geosolutions (część grupy Thales); pierwotnie nazywał się LandStar. Nazwę zmieniono z końcem 2004 roku, gdy spółkę kupiło holenderskie przedsiębiorstwo Fugro NV.

OmniSTAR to pierwsze i jedyne – komercyjne rozwiązanie SBAS. Od 2010 roku jest to także pierwszy tego typu system oferujący poprawki dla GLONASS.

OmniSTAR ma rekordowy zasięg – poprawki dostępne są dla większości obszarów lądowych świata.

Segment naziemny systemu składa się z około 100 stacji referencyjnych (najbliżej Polski znajdują się w Wiedniu i Charkowie) i dwóch stacji kontrolnych.

# SATELITARNE SYSTEMY WSPOMAGAJĄCE – OMNISTAR

# NAZIEMNE SYSTEMY WSPOMAGANIA SATELITARNEGO (GBAS)

Naziemne systemy wspomaganie satelitarne (GBAS – Ground Based Augmentation Systems) – charakteryzuje je dużo mniejszy zasięg działania oraz większa dokładność pomiarów i elastyczność.

Systemy te oferują usługi w czasie rzeczywistym lub w trybie postprocessingu.

Te pierwsze bazują na obliczeniach DGNSS (Differential GNSS) lub bardziej dokładnych RTK (Real-Time Kinematic). Transmisja danych odbywa się przez radio (fale UHF lub VHF) lub internet (także przez sieci GSM).

# GPS – METODY POMIARÓW

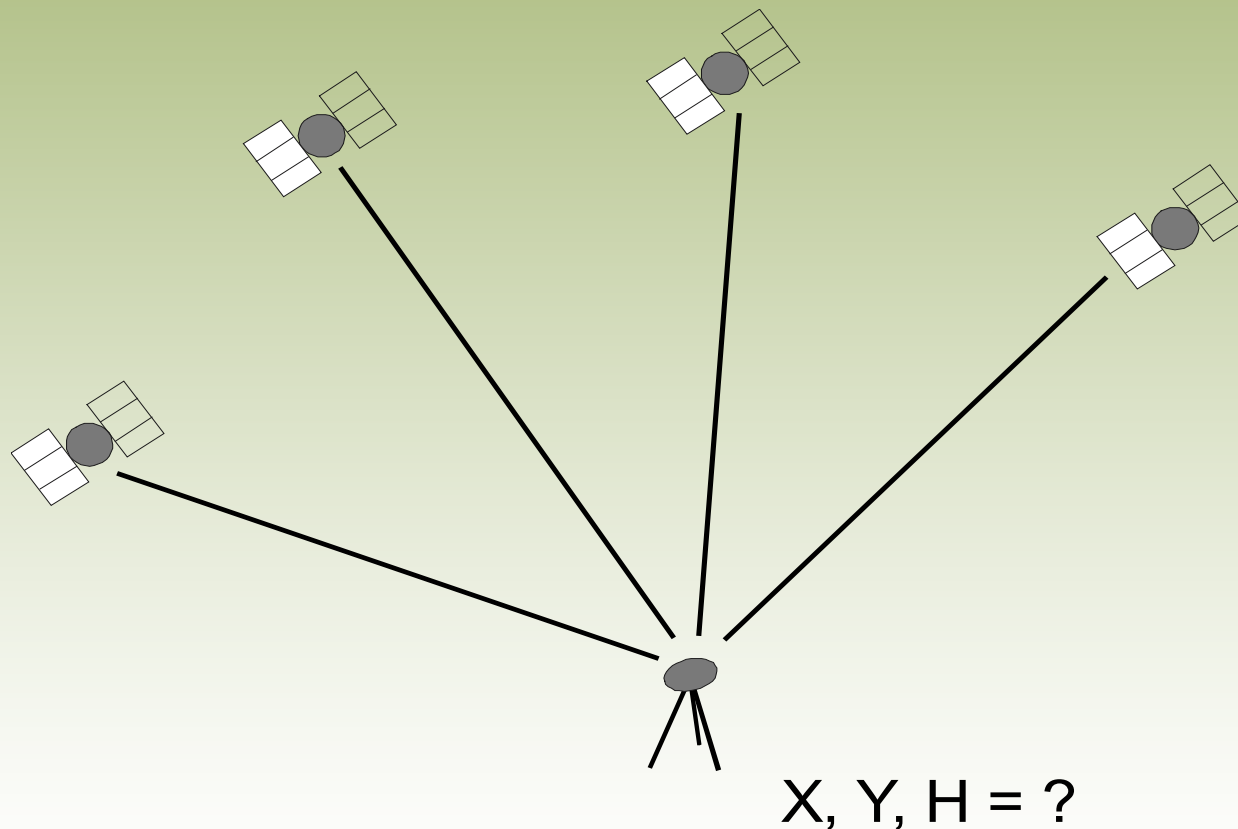
Wyznaczenie pozycji anteny odbiornika może odbywać się w dwojaki sposób:

- na zasadzie **pomiarów absolutnych**
- w **sposób różnicowy**

**Absolutne wyznaczenie współrzędnych przestrzennych** odbywa się na zasadzie rejestracji jednym odbiornikiem sygnałów pochodzących z minimum czterech satelitów.

Ze względu na duży wpływ środowiska na właściwości propagacji fal radiowych (jonosfera, troposfera, sygnały odbite), niedokładności parametrów orbit satelitów wyznaczone tą metodą współrzędne osiągają **dokładność od kilku do kilkunastu metrów**.

# METODA POMIARÓW ABSOLUTNYCH



Bezwzględne wyznaczenie przestrzennej pozycji anteny odbiornika GPS

# METODA POMIARÓW RÓŻNICOWYCH

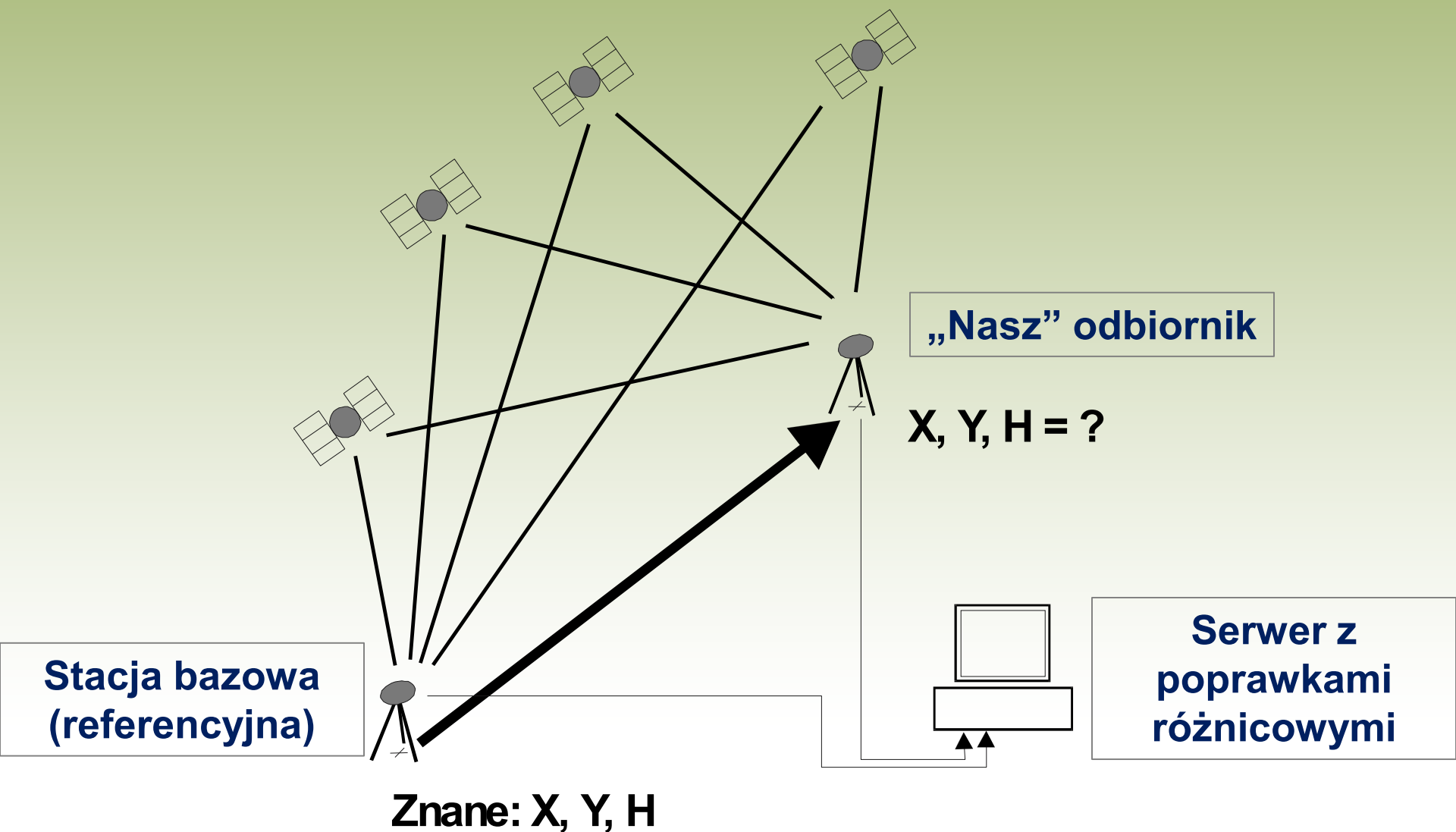
**Metoda różnicowa** wymaga synchronicznych obserwacji przy zastosowaniu co najmniej dwóch odbiorników GPS, gdzie:

1. jeden z nich traktowany jest jako **stacja bazowa (referencyjna)**
2. drugi – jako **stacja ruchoma („nasz” odbiornik)**.

Wymagane jest, aby dla stacji bazowej znane były współrzędne przestrzenne wyznaczone w tym samym układzie odniesienia, w którym funkcjonuje system GPS. W tym przypadku wyznaczane są różnice współrzędnych pomiędzy stacją bazową a odbiornikiem ruchomym. Ze względu na niewielkie odległości (do 50-100 km) pomiędzy odbiornikami w stosunku do odległości satelitów od powierzchni Ziemi przyjmuje się, że sygnały docierające do obydwu anten przechodzą przez jednorodne środowisko. Założenie to pozwala usunąć w procesie obliczeniowym prawie cały wpływ wspomnianych źródeł błędów na wyznaczane pozycje anteny odbiornika ruchomego.

Wyznaczane tą drogą współrzędne względne osiągają **dokładności rzędu od 1 m do kilku centymetrów** (w zależności od typu odbiorników i stosowanych metod pomiarowych).

# METODA POMIARÓW RÓŻNICOWYCH





# GPS – RODZAJE POMIARÓW

- Pomiar **statyczne** (Static relative positioning)
- Pomiar **kinematyczne** (Kinematic relative positioning)
- Pomiar **pół-kinematyczne** (Semi-kinematic relative positioning), pomiar **"STOP & GO"**
- Pomiar **pseudo-statyczne/pseudo-kinematyczne** (Pseudo-static = pseudo-kinematic relative positioning, intermittent static positioning, reoccupation)
- Pomiar **szybkie statyczne** (Fast/rapid static relative positioning)
- Pomiar **dyferencjalne** (DGPS – Differential GPS)

# GPS – NA CO ZWRACAĆ UWAGĘ PRZY POMIARACH?

1. Przed przystąpieniem do prac terenowych z wykorzystaniem odbiorników GPS należy zaplanować sesje pomiarowe. Na dokładność wyznaczanych współrzędnych bardzo istotny wpływ (poza czynnikami środowiskowymi, np.: warstwy atmosfery, przesłonięcie horyzontu, fale odbite) mają: **liczba i konstelacja satelitów**. Ponieważ satelity GPS poruszają się po swych orbitach, ich rozmieszczenie na nieboskłonie ulega ciągłej zmianie.
2. Liczba i rozmieszczenie satelitów na nieboskłonie (wsp. **PDOP**)
3. Moc odbieranego sygnału GPS (wsp. **SNR**)
4. Wysokość i zwarcie drzewostanu, a szczególnie występowanie w bezpośrednim sąsiedztwie dużych pni drzew

# GPS – NA CO ZWRACAĆ UWAGĘ PRZY POMIARACH?

# GPS – NA CO ZWRACAĆ UWAGĘ PRZY POMIARACH?

miejsce pomiaru: Polska  
liczba satelitów: min 5  
maska horyzontalna:  $20^\circ$   
współczynnik PDOP:  $< 8$

Przykład zaplanowanej  
sesji pomiarowej dla  
Warszawy, dnia  
17.01.2001 r.

# GPS – PLANOWANIE POMIARÓW

# GPS – PLANOWANIE POMIARÓW

# GPS – PLANOWANIE POMIARÓW

# GPS – METODY POMIARÓW



# ASG-EUPOS

**ASG-EUPOS** (Aktywna Sieć Geodezyjna EUPOS) – sieć składająca się z 127 polskich stacji permanentnych (127 stacji z modułem GPS, 125 stacji z dodatkowym modułem GLONASS, 87 z GALILEO, 48 z BeiDou2), zlokalizowanych w instytucjach naukowych oraz w Ośrodkach Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznych na obszarze Polski, ze średnią wzajemną odległością 70 km. W ramach systemu funkcjonują 22 stacje zagraniczne.

System służy do generowania i wysyłania do odbiorców poprawionego sygnału GNSS (czyli GPS i GLONASS), dzięki czemu można znacznie zwiększyć dokładność lokalizacji punktu na powierzchni ziemi za pomocą urządzeń GPS.

System umożliwia, **przy wykorzystaniu pomiaru GPS-RTK**, lokalizację z dokładnością **3 cm** (składowa **pozioma**) i **5 cm** (składowa **pionowa**). Natomiast w systemie **POZGEO** i **POZGEO-D** dokładność wyznaczenia pozycji w **postprocessingu** może być rzędu **1 mm**. Wcześniej podobny system, ASG-PL, istniał jedynie dla Województwa Śląskiego (od 2004) i umożliwiał porównywalne dokładności dla całego obszaru województwa.

System ASG-EUPOS jest w pełni funkcjonalny **od czerwca 2008**.

Źródło: <http://pl.wikipedia.org/wiki/ASG-EUPOS>

# ASG-EUPOS

## ASG-EUPOS

**Operator:** Główny Urząd Geodezji i Kartografii

**Rok uruchomienia:** 2008

**Liczba stacji referencyjnych:** **126** (w tym 23 zagraniczne)

**Zasięg:** cały kraj

**Korekty nadawane dla sygnałów:** GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou (3 stacje odbierają tylko GPS i GLONASS, 2 kolejne GPS + GLONASS + Galileo)

**Współrządne stacji przyjęte do PZGiK:** tak, na podstawie rozporządzenia *ws. osnów...*

**Usługi:** • czasu rzeczywistego – NAWGEO (metoda RTK/RTN), KODGIS (DGPS, dokładność do 0,25 m), NAWGIS (DGPS, dokładność do 3 m); • postprocessingu – POZGEO i POZGEO D

**Dostępność:** dla użytkowników wszystkich kompatybilnych odbiorników poprzez Portal PZGiK

**Abonamenty:** roczny (RTN: 1500 zł, RTK: 700 zł, KODGIS/NAWGIS: 300 zł, POZGEO D: 1000 zł), półroczny (810-162 zł), miesięczny (180-36 zł), tygodniowy (54-10,80 zł)

**Informacje dodatkowe:** W planach GUGiK jest rozbudowa systemu o 19 nowych stacji referencyjnych oraz modernizacja pozostałych do obsługi również sygnałów Galileo oraz BeiDou.

Więcej: <http://www.asgeupos.pl/>

# STACJE REFERENCYJNE – NADOWSKI (2022)

## NadowskiNET

**Operator:** Instrumenty Geodezyjne Tadeusz Nadowski Sp. J.

**Rok uruchomienia:** 2013

**Liczba stacji referencyjnych:** 49

**Zasięg:** województwo opolskie, śląskie, małopolskie, podkarpackie, świętokrzyskie

**Korekty nadawane dla sygnałów:** GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou

**Współrzędne stacji przyjęte do PZGiK:** w większości przypadków (szczegóły)

**Usługi:** czasu rzeczywistego RTN i RTK, dostęp do satelitarnych obserwacji stacji referencyjnych

**Dostępność:** dla użytkowników wszystkich kompatybilnych odbiorników

**Abonamenty:** roczny – 1000 zł netto, 6 miesięczny – 600 zł netto, 3 miesięczny – 400 zł netto, 7-dniowy bezpłatny dostęp testowy, abonamenty obejmują wszystkie dostępne usługi

**Informacje dodatkowe:** stacje NadowskiNET zostały oddane do PZGiK jako punkty szczegółowej wielofunkcyjnej osnowy geodezyjnej

Więcej: [nadowski.pl/nadowski-net/czym-nadowski-net/](http://nadowski.pl/nadowski-net/czym-nadowski-net/), tel. 32 227 11 56

# STACJE REFERENCYJNE – RTK-NET (2022)

## RtkNet

**Operator:** Art-Geo

**Rok uruchomienia:** 2018

**Liczba stacji referencyjnych:** 40

**Zasięg:** południowa część kraju

**Korekty nadawane dla sygnałów:** GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou

**Współrzędne stacji przyjęte do PZGiK:** obecnie dla niektórych stacji, docelowo dla wszystkich

**Usługi:** RTK, RTN

**Dostępność:** dla użytkowników wszystkich kompatybilnych odbiorników

**Abonamenty:** W okresie obowiązywania okresu testowego korzystanie z sieci RtkNet jest bezpłatne. W pierwszej kolejności dostęp do niej mają użytkownicy, którzy zakupili sprzęt w firmie Art-Geo

**Informacje dodatkowe:** W przyszłości planowana jest rozbudowa systemu na północy kraju oraz włączenie jego stacji do PZGiK

# STACJE REFERENCYJNE – SMARTNET (2022)

## SmartNet Poland

**Operator:** Leica Geosystems Sp. z o.o.

**Rok uruchomienia:** 2011

**Liczba stacji referencyjnych:** **178** (w tym 6 zagranicznych)

**Zasięg:** cały kraj

**Korekty nadawane dla sygnałów:** GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou

**Współrzędne stacji przyjęte do PZGiK:** w większości przypadków (szczegóły)

**Usługi:** RTK, RTN, DGNSS, postprocessing, dostęp do satelitarnych obserwacji stacji referencyjnych

**Dostępność:** dla użytkowników wszystkich kompatybilnych odbiorników

**Abonamenty:** roczny – 1800 zł netto, półroczny – 930 zł netto, kwartalny – 480 zł netto, miesięczny – 180 zł netto, godzinny – 99 zł netto, darmowy tygodniowy abonament testowy. Wszystkie abonamenty zawierają dostęp do korekt RTN, RTK, dostęp do serwisu postprocessingu oraz danych statycznych

**Informacje dodatkowe:** w cenie dostęp do aplikacji SmartNet Mobile (Android, iOS) służącej do administrowania kontem, podgląd dostępności stacji referencyjnych, sprawdzenie pozycji własnego urządzenia, kontrola logów z połączeń z systemem, sprawdzanie stanu jonosfery. Zakup subskrypcji realizowany przez sklep on-line

Więcej: [www.smartnetleica.pl](http://www.smartnetleica.pl)

# STACJE REFERENCYJNE – TPI NETPRO (2022)

## TPI NETpro

**Operator:** TPI Sp. z o.o.

**Rok uruchomienia:** 2012

**Liczba stacji referencyjnych:** **136** (w tym 19 zagranicznych)

**Zasięg:** cały kraj

**Korekty nadawane dla sygnałów:** GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou

**Współrzędne stacji przyjęte do PZGiK:** dla wszystkich krajowych stacji (szczegóły)

**Usługi:** RTK, RTN, DGNSS, postprocessing

**Dostępność:** dla użytkowników wszystkich kompatybilnych odbiorników, przy czym klienci TPI mogą liczyć na dłuższy czas dostępu do usług

**Abonamenty:** roczny (13/14 miesięczny – 1800 zł netto), ratalny (5 + 8/7 miesięcy – 2 x 900 zł netto), 4-miesięczny (800 zł netto), miesięczny (250 zł netto), tygodniowy (99 zł netto), godzinowy (115 + 10 godz. oraz 115 godz – 999 zł netto), minutowy (630 + 60 oraz 630 minut – 99 zł netto), darmowy 2-tygodniowy abonament testowy. Wszystkie abonamenty zawierają dostęp do korekt RTN, RTK i dostęp do danych statycznych

**Informacje dodatkowe:** W cenie dostęp do aplikacji TopNET Live Manager służącej do administrowania kontem, sprawdzania stanu jonosfery, dostępności stacji referencyjnych itp. Obecnie system jest w trakcie przygotowania do obsługi sygnałów Galileo.

Więcej: [tpinet.pl](https://tpinet.pl)

# STACJE REFERENCYJNE – VRSNET.PL (2022)

## VRSnet.pl

**Operator:** VRSNet Sp. z o.o.

**Rok uruchomienia:** 2011

**Liczba stacji referencyjnych:** **86** (w tym 6 zagranicznych)

**Zasięg:** cała Polska, w tym podsieci dla województw zachodniopomorskiego, mazowieckiego, świętokrzyskiego i śląskiego

**Korekty nadawane dla sygnałów:** w podsięciach zachodniopomorskiej, mazowieckiej, świętokrzyskiej i śląskiej – GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou, pozostała część kraju – GPS/GLONASS (wybrane stacje również Galileo i BeiDou)

**Współrzędne stacji przyjęte do PZGiK:** w większości przypadków (**szczegóły**)

**Usługi:** RTK, RTN, Postprocessing, iScope

**Dostępność:** dla użytkowników wszystkich kompatybilnych odbiorników (niższe ceny dla klientów firmy Geotronics Dystrybucja)

**Abonamenty:** roczny (od 0, 500 lub 1000 zł netto), czasowe (300 zł netto za 100 godzin na 3 miesiące i 500 zł netto za 100 godzin na 6 miesięcy)

**Informacje dodatkowe:** monitorowanie stanu jonosfery i troposfery, usługa iScope Live, dla nowych użytkowników miesięczny okres testowy, monitorowanie współrzędnych stacji referencyjnych, planowanie sesji pomiarowych przed pomiarem GNSS Planning Online.

Więcej: [vrsnet.pl](http://vrsnet.pl)

# ODBIORNIKI GPS

Jest rok 1995 **Oldsmobile Eighty Eight** jest pierwszym autem na rynku w Stanach Zjednoczonych z urządzeniem do nawigacji.



# ODBIORNIKI GPS

Jest rok **1989**, **Magellan Corporation** twierdzi, że jest pierwszą firmą na rynku w Stanach Zjednoczonych z urządzeniem do ręcznej nawigacji.

**Magellan NAV 1000**

# ODBIORNIKI GPS – TELEFONY

Pierwszy telefon z wbudowanym modułem lokalizacji satelitarnej GPS wypuściła na rynek firma **Benefon** z Finlandii (obecnie **Twig Com Ltd.**) w roku **1999**:

**Benefon Esc!**

# ODBIORNIKI GPS – TELEFONY

*Nokia wprowadza telefony **N95**. **Marzec 2007** roku – to ważna premiera Nokii bowiem to pierwszy telefon z wbudowanym modułem lokalizacji satelitarnej GPS*

# ODBIORNIKI GPS (2012)

Źródło: <http://www.bbc.com/news/science-environment-18959633>

Źródło: <http://www.environmental-studies.de/>

# ODBIORNIKI GPS (2012)

Źródło: <http://www.telemetrysolutions.com/>

Źródło: <http://www.gps4us.com/>

# ODBIORNIKI GPS (2012)

# ODBIORNIKI GPS (2012)

Źródło:

<http://www.environmental-studies.de/>

# ODBIORNIKI GPS



# ODBIORNIKI GPS (2012)

# ODBIORNIKI GPS (2012)

# ODBIORNIKI GPS (2012)

# ODBIORNIKI GPS (2012)

Źródło: <http://www.bbc.co.uk/nature/13559202>

Źródło: <http://www.telemetrysolutions.com/>

# ODBIORNIKI GPS (2012)

# ODBIORNIKI GPS (2022)

# ODBIORNIKI GPS (2022)

# ODBIORNIKI GPS? (2012)



# ODBIORNIKI GPS ! (2022)

Źródło:

<http://glimpsesoflawrence.blogspot.com/2009/05/radio-tagging-monarch-butterflies.html>

Źródło:

[https://www.youtube.com/watch?v=n\\_8W8z8olwY](https://www.youtube.com/watch?v=n_8W8z8olwY)

# ODBIORNIKI GPS ! (2022)

# **Odwzorowania kartograficzne map topograficznych**

**materiały przygotowane w oparciu o rozdział  
„Odwzorowania kartograficzne współczesnych map  
topograficznych”**

**autorstwa W. Karaszkiewicza  
z publikacji**

**„SYSTEM INFORMACJI PRZESTRZENNEJ W LASACH  
PAŃSTWOWYCH. PODRĘCZNIK UŻYTKOWNIKA LEŚNEJ  
MAPY NUMERYCZNEJ” – pod redakcją K. Okły (Warszawa,  
2000)**

# ODWZOROWANIA KARTOGRAFICZNE MAP TOPOGRAFICZNYCH

Zasadniczą cechą każdej mapy jest jej **kartometryczność**.

Cecha ta oznacza, że obraz mapy może być wykorzystywany do przeprowadzania pomiarów w celu określenia cech ilościowych prezentowanych zjawisk i obiektów (liczebność, rozmiar, odległość, powierzchnia).

Odróżnia to mapę od planów, które na ogół nie posiadają tej właściwości.

Kartometryczność mapy uzyskuje się poprzez zastosowanie ścisłych formuł matematycznych odzwierciedlających nieregularną bryłę Ziemi na płaszczyźnie mapy.

Zestaw formuł matematycznych opisujących wymienione zadanie nosi nazwę **odwzorowania kartograficznego**.

# ODWZOROWANIA KARTOGRAFICZNE MAP TOPO A KSZTAŁT GLOBU ZIEMSKIEGO

„Zwykła” fotografia lotnicza powierzchni terenu, która ze względu na przesunięcia radialne wywołane deniwelacjami terenu (właściwość rzutu środkowego) nie jest materiałem kartometrycznym i bez specjalnej obróbki geometrycznej obrazu **nie może pełnić roli mapy.**

W celu ujednoczenia wyników pomiarów geodezyjnych, a co za tym idzie – umożliwienia tworzenia definicji odwzorowań kartograficznych – wprowadza się pojęcie dwóch powierzchni odniesienia: ... *jaki kształt ma glob ziemski?*

# ZIEMIA

# ZIEMIA

# ZIEMIA







Rekonstrukcja mapy świata anonimowego geografa z Ravenny, VII w. n.e.

źródło: <http://dawnemapy.com.pl>





*XIX-wieczna mapa „płaskiej Ziemi”*

Voliva's flat earth map. *Modern Mechanics and Invention*, October, 1931.

# ZIEMIA



# „WSCHÓD ZIEMI” Z POKŁADU APOLLO 8

# ZIEMIA Z POKŁADU APOLLO 17



# ELIPSOIDA



# GEOIDA – MISJA GOCE

Satelita GOCE

Orbita: ok. 260 km

Czas misji: listopad – grudzień 2009

Pierwszy globalny model grawitacji (30-06-2010)

Przyspieszenie:  $9,788 \text{ m/s}^2$  –  $9,838 \text{ m/s}^2$

# ODWZOROWANIA KARTOGRAFICZNE MAP TOPO A KSZTAŁT GLOBU ZIEMSKIEGO

W celu ujednoczenia wyników pomiarów geodezyjnych, a co za tym idzie – umożliwienia tworzenia definicji odwzorowań kartograficznych – wprowadza się pojęcie dwóch powierzchni odniesienia: **geoida** i **elipsoida**.

**Geoida** to w przybliżeniu powierzchnia, którą utworzyłyby wody mórz otwartych rozciągnięte nad lądami wirującej Ziemi, z uwzględnieniem sił grawitacyjnych otaczających je, niejednorodnych pod względem gęstości mas.

Przemieszczając się po powierzchni geoidy, ~~przyśpieszenie ziemskie~~ **potencjał siły ciężkości** miałby stałą wartość, niezależnie od szerokości geograficznej.

Gdyby zrzutować wszystkie szczegóły sytuacyjne po liniach pionu na taką właśnie powierzchnię, powstały obraz byłby wiernym odwzorowaniem fizycznej powierzchni Ziemi.





# ELIPSOIDA

Ze względu na różnorodność mas otaczających geoidę oraz ich wpływ na jej przebieg w danym obszarze, określenie matematyczne tej powierzchni (wyznaczenie jej równania matematycznego) jest rzeczą niemożliwą, a jest to wymaganym warunkiem w przypadku odwzorowań kartograficznych.

W zamian jako zastępczą powierzchnię odniesienia wprowadza się pojęcie **elipsoidy obrotowej** (powierzchni powstałej w wyniku obrócenia elipsy wokół jednej z osi).

Powierzchnia ta nie spełnia warunku stałego przyśpieszenia ziemskiego. Jest jednak stosunkowo prosta do określenia analitycznego oraz w wystarczająco dużym stopniu przybliża kształt i wymiary globu ziemskiego.

# ELIPSOIDA

W celu zminimalizowania zniekształceń obrazu rzeczywistego wymiary i kształt elipsoidy są tak dobierane, aby na danym obszarze powierzchnia elipsoidy najlepiej przylegała do powierzchni geoidy. Istnieje wiele elipsoid, których parametry zostały wyznaczone z uwzględnieniem położenia obszaru dopasowania oraz ich przeznaczenia.

Na uwagę zasługuje **elipsoida WGS '84**, która jest elipsoidą geocentryczną (jej środek geometryczny pokrywa się ze środkiem masy Ziemi), stanowiącą uniwersalny model dla całej bryły Ziemi. Elipsoida ta wykorzystywana jest między innymi jako podstawowa powierzchnia odniesienia współrzędnych GPS.

# ELIPSOIDA

## Parametry wybranych elipsoid stosowanych w kartografii polskiej

Nazwa	Rok określenia	Półoś $a$ [m]	Półoś $b$ [m ]	Splaszczenie $f$
Bessela	1841	6 377 397	6 356 079	1 : 299,2
Hayforda	1910	6 378 388	6 356 912	1 : 297,0
Krasowskiego	1940	6 378 245	6 356 863	1 : 298,3
WGS '84	1984	6 378 137	6 356 749	1 : 298,257

$$f = \frac{a - b}{a}$$

# GEOIDA A ELIPSOIDA

# GEOIDA A ELIPSOIDA

# UKŁADY WSPÓŁRZĘDNYCH

**Układ współrzędnych** – funkcja przypisująca każdemu punktowi danej przestrzeni (w szczególności przestrzeni dwuwymiarowej – płaszczyzny, powierzchni kuli itp.) skończony ciąg (krotkę) liczb rzeczywistych zwanych współrzędnymi punktu.

Z definicji funkcji takie przyporządkowanie pozwala jednoznacznie określić punkt na podstawie znajomości jego współrzędnych, jednak bywa, że danemu punktowi odpowiadać może kilka współrzędnych.

Źródło: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Układ\\_współrzędnych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Układ_współrzędnych)

# RODZAJE UKŁADÓW WSPÓŁRZĘDNYCH

1. Układ współrzędnych **kartezjańskich** (prostokątnych)
2. Układ współrzędnych **biegunowych** (polarnych)
3. Układ współrzędnych **walcowych** (cylindrycznych)
4. Układ współrzędnych **sferycznych**
  - 4.1. Układ współrzędnych **astronomicznych**
    - 4.1.1. Układ współrzędnych **horyzontalnych**
    - 4.1.2. Układ współrzędnych **równikowych**
      - 4.1.2.1. Układ współrzędnych **równikowych godzinnych**
      - 4.1.2.2. Układ współrzędnych **równikowych równonocnych**
    - 4.1.3. Układ współrzędnych **galaktycznych**
    - 4.1.4. Układ współrzędnych **supergalaktycznych**
  - 4.2. Układ współrzędnych **geograficznych**
  - 4.3. Układ współrzędnych **geodezyjnych**
    - 4.3.1. Układ współrzędnych **Borowa Góra**
    - 4.3.2. Układ współrzędnych **1942**
    - 4.3.3. Układ współrzędnych **1965**
    - 4.3.4. Układ współrzędnych **GUGiK 80**
    - 4.3.5. Układ współrzędnych **1992**
    - 4.3.6. Układ współrzędnych **2000**



# GEODEZYJNE WSPÓŁRZĘDNE ELIPSOIDALNE A WSPÓŁRZĘDNE PŁASKIE

Współrzędne geodezyjne na elipsoidzie obrotowej (B, L) to miary kątowe:

- **L (długość geodezyjna)** – kąt zawarty pomiędzy płaszczyzną zawierającą południk zerowy  $L_0$  a płaszczyzną zawierającą południk wyznaczanego punktu P – LP,
- **B (szerokość geodezyjna)** – kąt zawarty pomiędzy płaszczyzną równika elipsoidy a normalną (prostopadłą) do powierzchni elipsoidy w punkcie P.

# GEODEZYJNE WSPÓŁRZĘDNE ELIPSOIDALNE A WSPÓŁRZĘDNE PŁASKIE

Linie stałych wartości B i L na elipsoidzie tworzą **siatkę geograficzną**. Jej obraz na płaszczyźnie mapy to **siatka kartograficzna**, której linie z reguły są krzywymi.

Dla ułatwienia posługiwania się mapami każdy arkusz mapy oprócz siatki kartograficznej posiada linie stałych współrzędnych X i Y.

Siatka utworzona przez te linie to **siatka topograficzna (kilometrowa)**.

# RODZAJE ODWZOROWAŃ KARTOGRAFICZNYCH

Każda mapa jest wykonana w pewnym odwzorowaniu, przyjętym dla danego obszaru i typu mapy. Przekształcenie „obłej” powierzchni elipsoidy na płaszczyznę mapy powoduje zmianę relacji geometrycznych odwzorowywanego obrazu.

Zmianom mogą ulegać: kąty, kierunki, odległości, powierzchnie.

Istnieją odwzorowania kartograficzne, które zachowują w niezmięnionej postaci wymienione wielkości:

**Konforemne** – zachowują w niezmięnionej postaci wartości kątów pomiędzy dwoma kierunkami. Odwzorowania tego typu stosowane są do opracowania map wielko- i średnioskalowych oraz map nawigacyjnych. Linie siatki kartograficznej przecinają się na mapie pod kątem prostym.

**Równopolowe** – odwzorowanie zachowujące wartości pól powierzchni. Stosowane do kartograficznych opracowań drobnoskalowych (głównie do sporządzania map szkolnych i małoskalowych map ogólnogeograficznych).

# RODZAJE ODWZOROWAŃ KARTOGRAFICZNYCH

**Równoodległościowe** – zachowują niezmiennione wartości odległości pomiędzy punktami położonymi np. na tym samym równoleżniku, na tym samym południku itp. Nie ma takiego odwzorowania, które zachowywałoby tę samą skalę długości pomiędzy dwoma dowolnymi punktami odwzorowywanego obszaru;

**Azymutalne** – zachowujące kierunki.

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „BOROWA GÓRA”

Układ „Borowa Góra” został opracowany przez Wojskowy Instytut Geograficzny (WIG) w 1936 roku i obowiązywał do lat 50. - czyli do wprowadzenia układu „1942”.

Podstawę do obliczeń geodezyjnych i prac kartograficznych stanowiła elipsoida Bessela z punktem odniesienia Borowa Góra.

Do sporządzania map topograficznych dla obszaru Polski w układzie "Borowa Góra" zastosowane zostało odwzorowanie M.H. Roussilhe`a. Jest to siatka azymutalna równokątna, uwzględniająca elipsoidalny kształt Ziemi.

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „BOROWA GÓRA”

Skorowidz arkuszy mapy 1:100 000 w układzie Borowej Góry

Źródło: <http://www.gisplay.pl/geodezja/uklady-wspolrzednych.html>

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „1942” – POWIERZCHNIA ODNIESIENIA

W 1952 roku układ współrzędnych geodezyjnych „1942” został wprowadzony we wszystkich krajach socjalistycznych (w tym i w Polsce) jako podstawa do wszystkich prac geodezyjnych i kartograficznych.

Za matematyczną powierzchnię odniesienia przyjęto **elipsoidę obrotową Krasowskiego** z punktem przyłożenia do geoidy w obserwatorium astronomicznym w Pułkowie (dzielnica Leningradu), z azymutem orientacji Pułkowo-Bugry.

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „1942” – ODWZOROWANIE KARTOGRAFICZNE

W celu odwzorowania powierzchni elipsoidy na płaszczyznę mapy przyjęto metodę Gaussa-Krügera (1912 r.).

Jest to odwzorowanie stosowane do przedstawienia na płaszczyźnie wąskich pasów południkowych, spełniające następujące warunki:

- południk środkowy pasa odwzorowuje się na odcinek linii prostej,
- elementarna skala długości na południku środkowym jest stała i równa się jedności.

Pozostałe linie siatki kartograficznej (poza obrazem równika) są liniami krzywoliniowymi i symetrycznymi względem południka osiowego (pozostałe południki strefy) oraz względem równika (pozostałe równoleżniki).

Definicja płaskiego układu współrzędnych geodezyjnych przyjmuje, że oś X skierowana jest wzdłuż południka osiowego strefy na północ, oś Y pokrywa się z obrazem równika i jest skierowana na wschód.



# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „1942” – ODWZOROWANIE KARTOGRAFICZNE

Ogólne założenia odwzorowania Gaussa-Krügera

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „1942” – ODWZOROWANIE KARTOGRAFICZNE

Pasy południkowe 3-stopniowe w odwzorowaniu Gaussa-Krügera dla  
obszaru Polski

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „1942” – PODZIAŁ MAP TOPOGRAFICZNYCH NA ARKUSZE

Podział map na arkusze w odwzorowaniu Gaussa-Krügera oparty jest na podziale Międzynarodowej Mapy Świata 1 : 1 000 000. Sześciostopniowe strefy odwzorowawcze pokrywają się ze słupami podziału tej mapy.

Na terytorium Polski przypadają dwa słupy: 33, 34 oraz dwa pasy M i N.

Część wspólna pasa i słupa daje w odwzorowaniu Gaussa-Krügera arkusz mapy 1 : 1 000 000 i stanowi bazę do podziału na arkusze map w skalach 1 : 500 000, 1 : 200 000 oraz 1 : 100 000.

Podział na arkusze map w skalach 1 : 50 000, 1 : 25 000 i 1 : 10 000 oraz 1 : 5 000 opiera się na arkuszu mapy 1 : 100 000.

# **UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „1942” – PODZIAŁ MAP TOPOGRAFICZNYCH NA ARKUSZE**

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „1965”

W latach 70. wydano rozporządzenie w sprawie opracowania edycji map topograficznych dla celów cywilnych (mapy układu „1942” były tajne) i udostępnienia ich użytkownikom gospodarki narodowej. Osnowa matematyczna tych map opiera się na opracowanym układzie **współrzędnych geodezyjnych „1965”**.

Za powierzchnię odniesienia obliczeń geodezyjnych przyjęto elipsoidę Krasowskiego.

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „1965”

W celu zminimalizowania zniekształceń odwzorowawczych terytorium Polski zostało podzielone na pięć niezależnych stref. W czterech strefach zastosowano konforemne odwzorowanie płaszczyznowe, skośne, obejmujące obszary Polski:

I strefa – część południowo-wschodnia,

II strefa – część północno-wschodnia,

III strefa – część północno-zachodnia,

IV strefa – część południowo-zachodnia.

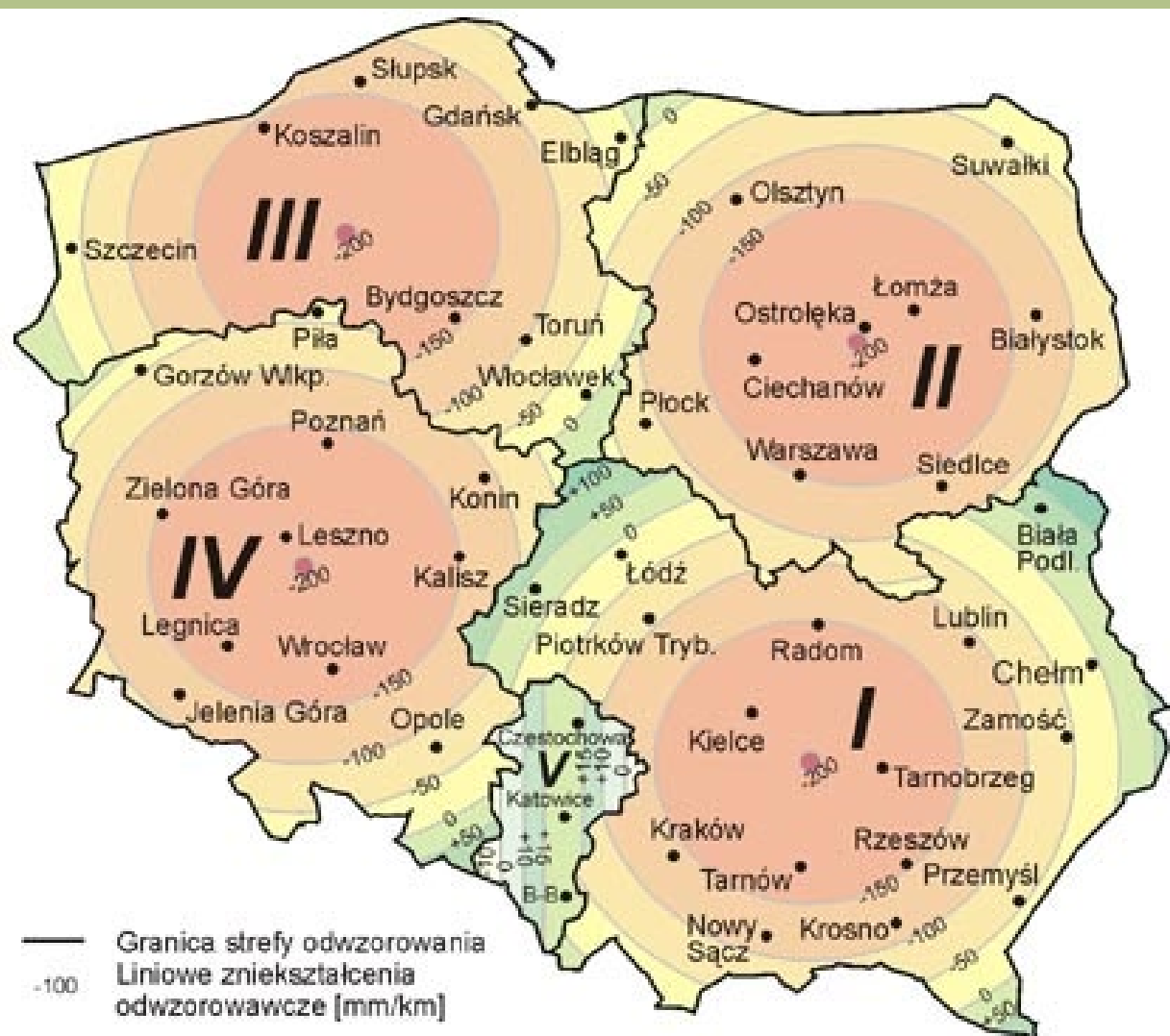
V strefa – obejmuje dawne województwa częstochowskie i katowickie.

W V strefie przyjęto odwzorowanie Gaussa-Krügera w pasach 3-stopniowych.

W literaturze brak dokładnych formuł matematycznych zastosowanych w tym systemie odwzorowań.

# Układ współrzędnych „1965”

Podział terytorium Polski na strefy odwzorowawcze w układzie „1965”



źródło: <http://www.geoforum.pl/>

za: Instrukcja O-1/O-2 z 2001 r.

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „1965”

Linie siatki topograficznej (kilometrowej) dzielą każdą strefę odwzorowania na słupy o szerokości 64 km oraz pasy o szerokości 40 km. Jest to zasięg jednego arkusza mapy 1 : 100 000.

Arkusz ten jest oznaczony trzema cyframi: np. 343 (pierwsza cyfra oznacza numer strefy, druga – numer pasa, a trzecia – numer słupa).

Arkusz 1 : 50 000 stanowi czwartą część arkusza mapy 1 : 100 000.

Arkusz mapy 1 : 25 000 to jedna czwarta arkusza 1 : 50 000, arkusz 1 : 10 000 to jedna czwarta arkusza 1 : 25 000, arkusz 1 : 5 000 to jedna czwarta arkusza 1 : 10 000.



# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „GUGIK 80”

Najważniejsze cechy:

- elipsoida: Krasowskiego
- punkt przyłożenia: Pułkowo
- azymut orientacji: Pułkowo-Bugry
- odwzorowanie quasi-stereograficzne (Roussilhe'a)

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH „PUWG 1992”

Od 1992 roku prowadzone są prace nad wprowadzeniem do użytku cywilnego nowego układu odniesień przestrzennych, który zastąpiłby układ „1965”. Instytucje gromadzące i przetwarzające dane przestrzenne są zobligowane do stosowania nowego układu odniesień przestrzennych.

Nowy układ posiada dwa warianty:

- dla map wielkoskalowych (skale 1 : 500 – 1 : 5 000) – cztery strefy odwzorowawcze,
- dla map średnio- i drobnoskalowych (skale 1 : 10 000 i drobniejsze) – jedna strefa odwzorowawcza.

Powierzchnią odniesienia jest geocentryczna, globalna **elipsoida GRS '80**, przyjęta przez podkomisję EUREF (IAG) w 1992 roku na sympozjum w Bernie do stosowania w pracach geodezyjnych i kartograficznych.

Parametry elipsoidy zostały wyznaczone za pomocą technik satelitarnych (pomiar dopplerowski i GPS).

Podstawowym arkuszem mapy w układzie „1992/19” jest arkusz Międzynarodowej Mapy Świata 1 : 1 000 000.

Granicami arkuszy są obrazy południków i równoleżników. Zasady podziału i oznaczeń arkuszy map są analogiczne do układu „1942”.

# UKŁAD WYSOKOŚCI KRONSZTAD „1986”

1. Układ wysokości tworzą wartości geopotencjalne podzielone przez przeciętne wartości przyspieszenia normalnego siły ciężkości, zwane dalej "wysokościami normalnymi", odniesione do średniego poziomu Morza Bałtyckiego w Zatoce Fińskiej, wyznaczonego dla mareografu w Kronsztadzie koło Sankt Petersburga (Federacja Rosyjska).
2. Wysokości normalne określa się z pomiarów geodezyjnych nawiązanych do punktów podstawowej osnowy geodezyjnej kraju.

# ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW Z DNIA 8 SIERPANIA 2000 R. W SPRAWIE PAŃSTWOWEGO SYSTEMU ODNIESIĘĆ PRZESTRZENNYCH

§ 3. Państwowy system odniesień przestrzennych tworzą:

- 1) geodezyjny układ odniesienia, określony w załączniku nr 1 do rozporządzenia,
- 2) układ wysokości, w którym wyznacza się wysokości punktów względem przyjętego poziomu powierzchni odniesienia, stosowany w pracach geodezyjnych i kartograficznych,
- 3) układ współrzędnych płaskich prostokątnych, oznaczony symbolem "2000", stosowany w pracach geodezyjnych i kartograficznych, związanych z wykonywaniem mapy zasadniczej,
- 4) układ współrzędnych płaskich prostokątnych, oznaczony symbolem "1992", stosowany w mapach urzędowych o skali mapy 1:10.000 i skalach mniejszych.

§ 4. Układ współrzędnych płaskich prostokątnych, oznaczony symbolem "1965", oraz lokalne układy współrzędnych mogą być stosowane do dnia 31 grudnia 2009 r.

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH PŁASKICH PROSTOKĄTNYCH "2000"

1. Układ współrzędnych płaskich prostokątnych "2000" jest utworzony na podstawie matematycznie jednoznacznego przyporządkowania punktów powierzchni Ziemi odpowiednim punktom na płaszczyźnie według teorii odwzorowania kartograficznego Gaussa-Krügera.
2. Obszar kraju dzieli się na cztery pasy południkowe o szerokości  $3^\circ$  długości geograficznej każdy i o południkach osiowych:  $15^\circ$ ,  $18^\circ$ ,  $21^\circ$  i  $24^\circ$  długości geograficznej wschodniej, ponumerowane odpowiednio numerami: 5, 6, 7 i 8.

# UKŁAD WSPÓLRZĘDNYCH PŁASKICH PROSTOKĄTNYCH "2000"

Podział terytorium Polski na 3-  
stopniowe pasy odwzorowania  
Gausa-Krügera w układzie  
„2000”

źródło: <http://www.geoforum.pl/>

za: Instrukcja O-1/O-2 z 2001 r.

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH A STANDARD LMN

Ustala się, że układami odniesień przestrzennych w standardzie LMN będą:

- układ współrzędnych płaskich prostokątnych „1992”,
- układ wysokości „Kronsztad 1986”,

o których mowa w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 8 sierpnia 2000 roku w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. nr 70 z dn. 24.08.2000 r., poz. 821).

# UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH A STANDARD LMN

Ustala się, że układami odniesień przestrzennych w standardzie LMN będą:

- układ współrzędnych płaskich prostokątnych „1992”
- układ wysokości „Kronsztad 1986”

o których mowa w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 8 sierpnia 2000 roku w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. nr 70 z dn. 24.08.2000 r., poz. 821).

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15.10.2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. z 2012 r., poz 1247) od 1 stycznia 2020 r. **układ PL-EVRF2007-NH** będzie obowiązującym systemem wysokości w Polsce