

G N S S



1119 AD



First reference to a compass being used for navigation at sea, by Chinese writer Zhu Yu.

1460



The quadrant, a tool subsequently developed into the sextant, first employed in marine navigation to measure latitude.

1610



Galileo Galilei discovers the first four moons of Jupiter. He realises their motion makes them a kind of clock that can be observed anywhere on Earth, and uses them to help establish longitude more accurately.

1773



Racklever

John Harrison's marine chronometer solves the problem of measuring longitude at sea.

1817



Otto Buchhegger

First gyroscope constructed by Johann von Bohnenberger.

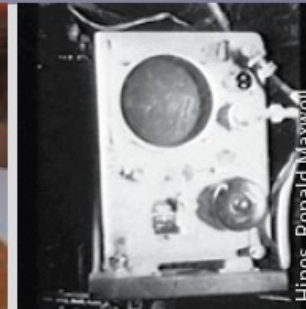
1908



Anschütz im Schnitt

Steel ships make traditional compasses less reliable; first gyrocompass developed.

1942



Hines, Ronald Maxwell

Radio navigation systems developed for aerial warfare during World War II, including the Long-Range Navigation (LORAN) system.

1957



1960



1978



1993



Sputnik launched; study of its signal shows that Doppler shift can be used to derive ground position.

US Transit satellite launched, first in a series delivering Doppler-based ranging.

Navstar 1, the first GPS satellite, is launched.

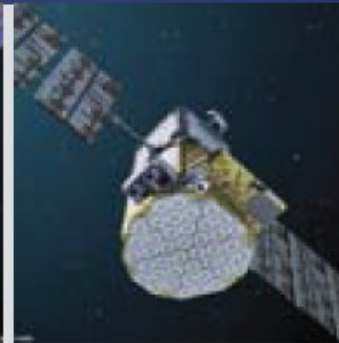
GPS becomes fully operational, with 24 satellites.

2005



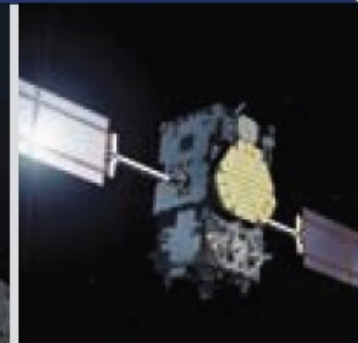
Launch of ESA's GIOVE-A satellite, securing radio frequencies for the upcoming constellation.

2008



Launch of ESA's GIOVE-B satellite, carrying the most accurate atomic clock ever used for satellite navigation.

2011



Launch of the first IOV satellites.

GNSS - Global Navigation Satellite Systems

- souhrnné pojmenování několika již funkčních i nově budovaných družicových navigačních systémů
- slouží zejména k určení polohy a k navigaci – určení směru a rychlosti pohybu
- globální (celosvětové, funkční 24 hod a za jakéhokoliv počasí, přístupné pro kohokoliv kdo má přijímač)

Stávající systémy

- již funkční: americký NAVSTAR-GPS a ruský GLONASS
- budované: evropský Galileo, čínský Beidou/Compass, resp. indický IRNSS a japonský QZSS.

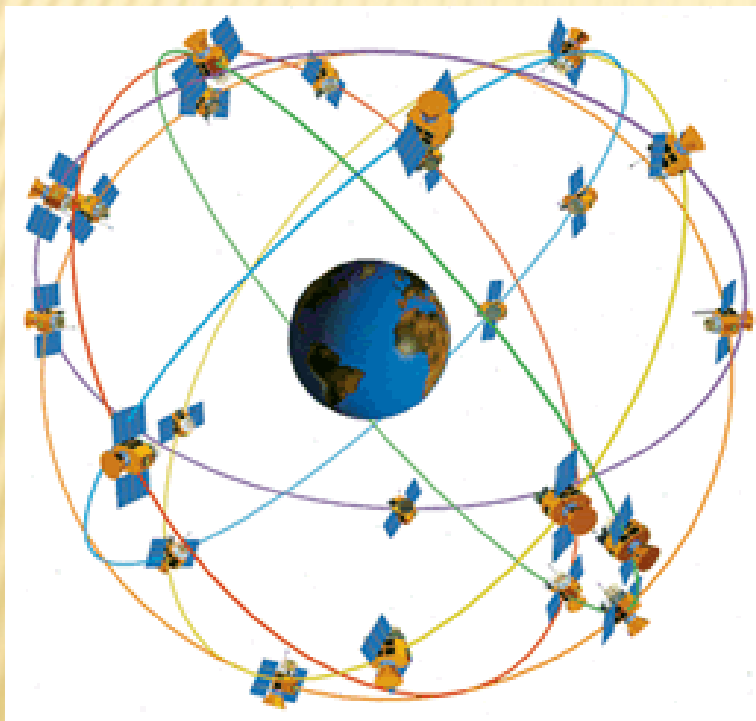
Součásti GNSS – tzv. segmenty

- kosmický segment
- řídicí segment
- uživatelský segment

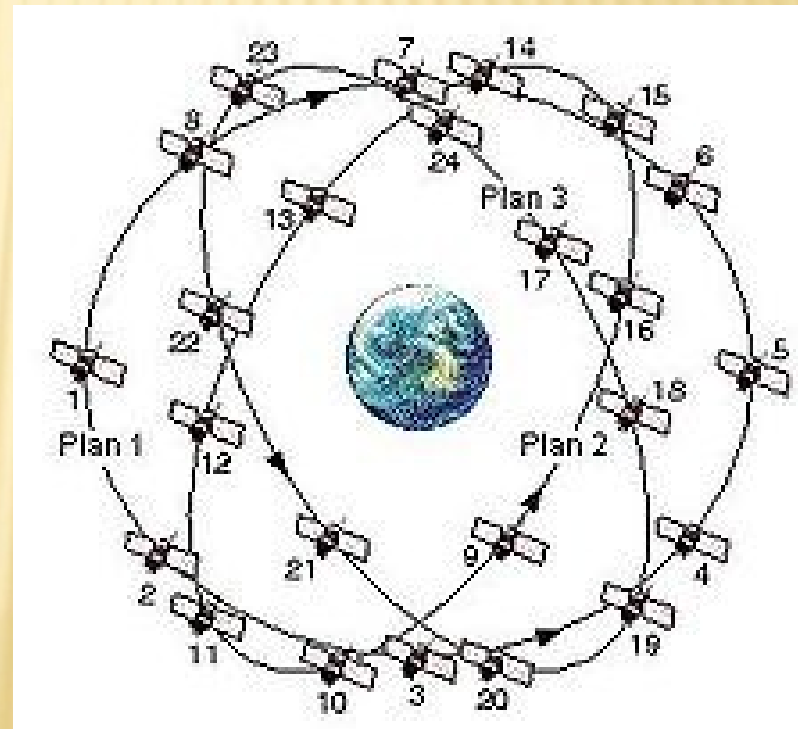
- podpůrný segment

Kosmický segment

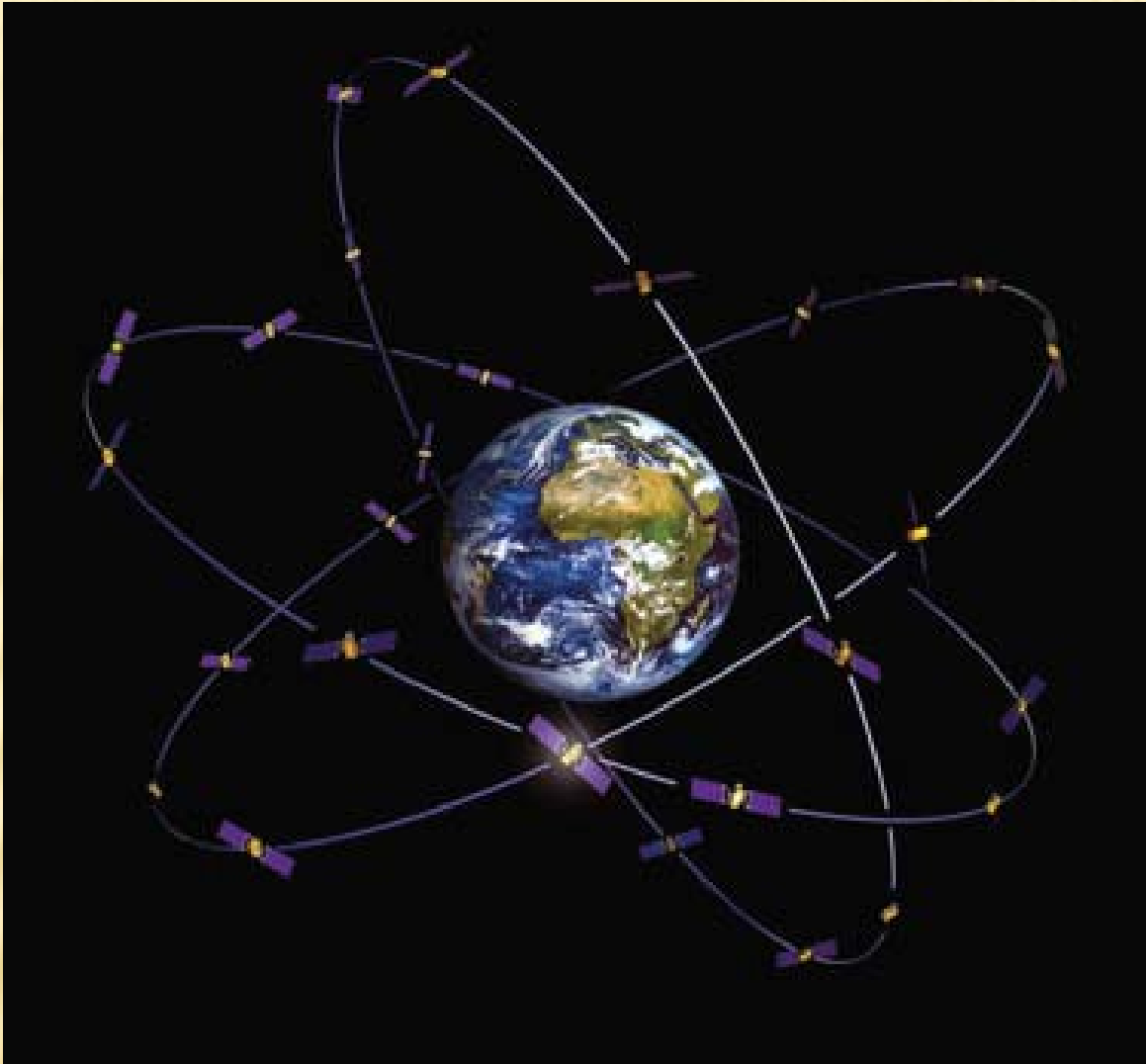
- družice GNSS obíhají Zemi v několika oběžných rovinách skloněných vůči rovníku o $55 - 65^\circ$
- obíhají na středně vysokých drahách 19 000 – 24 000 km nad Zemí (MEO-Medium Earth Orbit), dráhy jsou elipsy blízké kružnicím



GPS



Glonass



Galileo

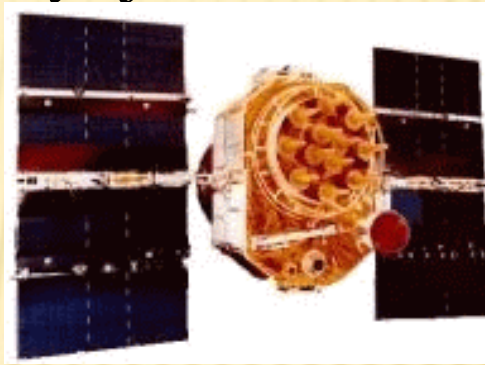
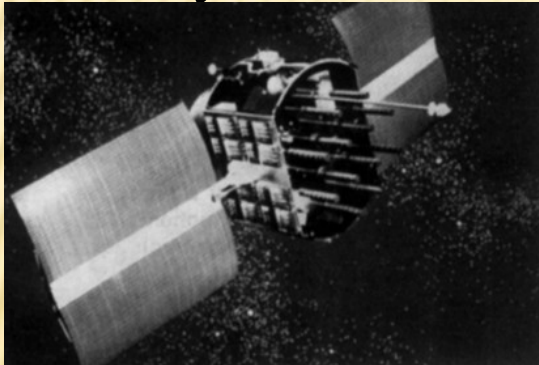
Porovnání vybraných parametrů kosmických segmentů

Parametr	NAVSTAR	ГЛОНАСС	Galileo
Počet oběžných rovin	6	3	3
Projektovaný počet satelitů	21+3	21+3	27+3
Poloměr drah [km]	26560	25510	30000
Sklon rovin k rovníku [°]	55	65	56
Doba oběhu [hh:mm]	11:58	11:15	14:00
Aktuální počet satelitů (4/2012)	31	24	2

-
- × <http://tycho.usno.navy.mil/gpsinfo.html>
 - × <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/>
 - × <http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>

Základní vybavení družice

- generátor frekvence (atomové hodiny, oscilátor, frekvenční standard) - césiové, rubídiové, vodíkový maser, až 4 na družici
- antény vysílací i přijímací,
- stabilizační setrvačníky, solární panely, baterie, raketové motorky, odrazné hranoly aj.



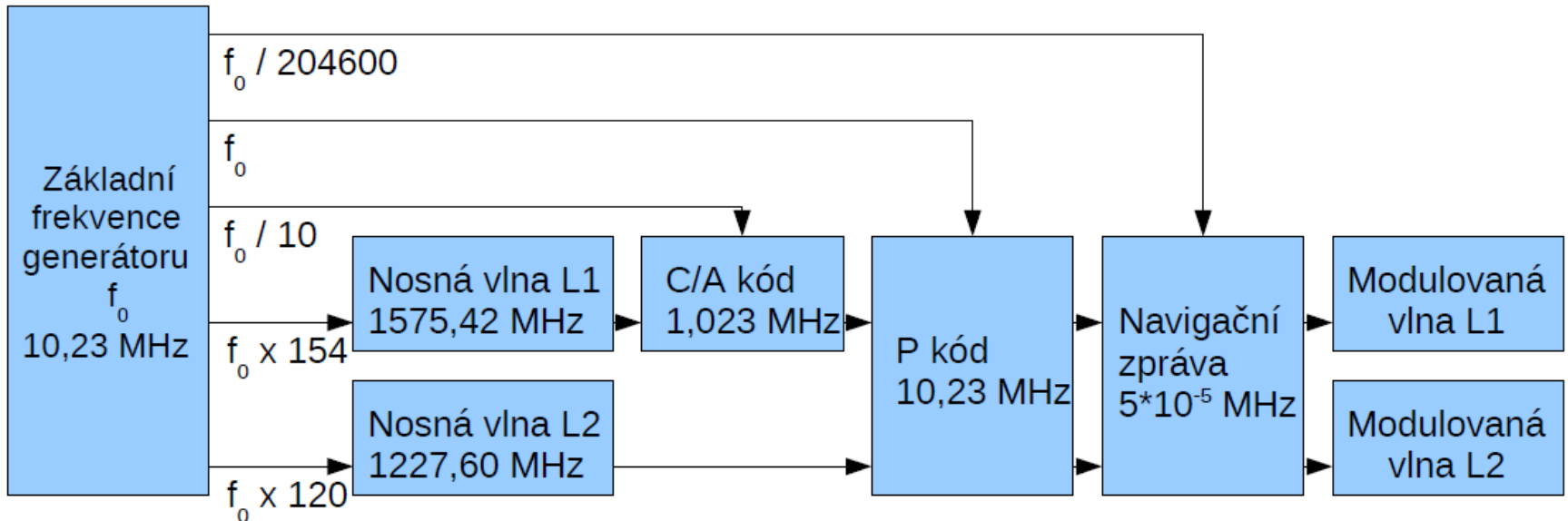
Ukázky GPS družic bloku I, II a IIa a bloku IIF

- blok I - (1978) – zkušební (sklon 63 stupňů)
- II + IIa - (1989) – civilní signál (L1C/A)
- II R - (1995) – přesnější hodiny, poz. mezi druž.
- II R-M - (2005) – 2. civilní signál (L2C)
- II F - (2007) – 3. civilní signál (L5)
- III - (2012) – zlepšení L1C

Vysílaný signál

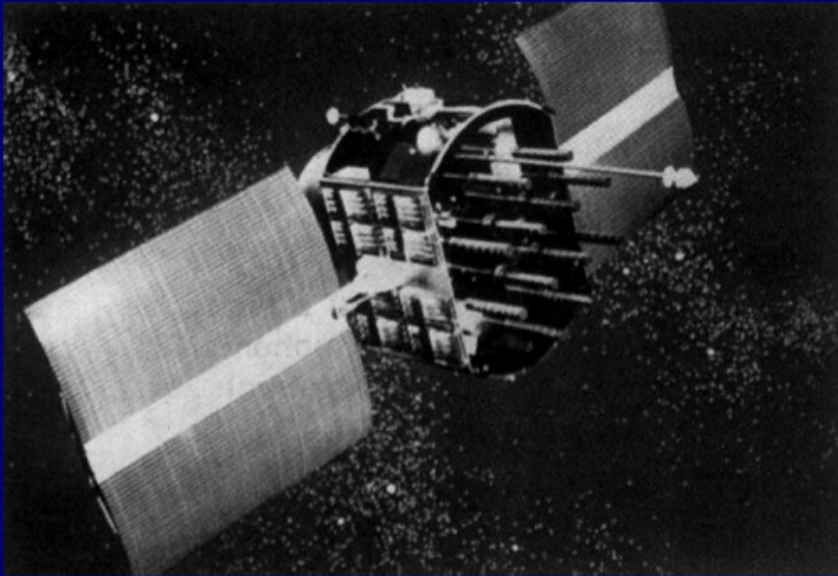
- dvě (v blízké budoucnosti více) nosné frekvence
 - radiové vlny ve frekvenčním rozsahu 1 – 2 GHz (vlnová délka 0,15 – 0,30 m)
- nosná vlna je fázově modulována
 - pseudonáhodnými šumovými kódy (časové značky)
 - navigační zprávou (parametry drah družic a jejich hodin)

Příklad modulace nosných vln – NAVSTAR GPS

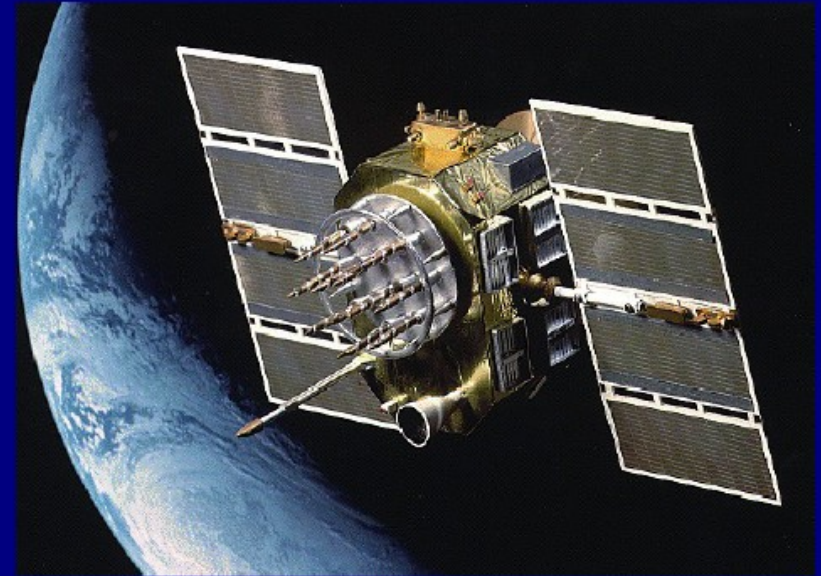


NAVSTAR GPS

- NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System
- v dnešní době téměř výhradně používaný
- první satelit vypuštěn v roce 1978
- systém spravován armádou USA
- v současné době 31 satelitů
- L1 – civilní C/A a vojenský P kód
- L2 – vojenský P kód
- nově vypouštěné družice IIR-M (dnes 7) vysílají i civilní kód na L2 (L2C) a nové vojenské kódy M na L1 i L2
- u další generace IIF je plánováno přidání frekvence L5



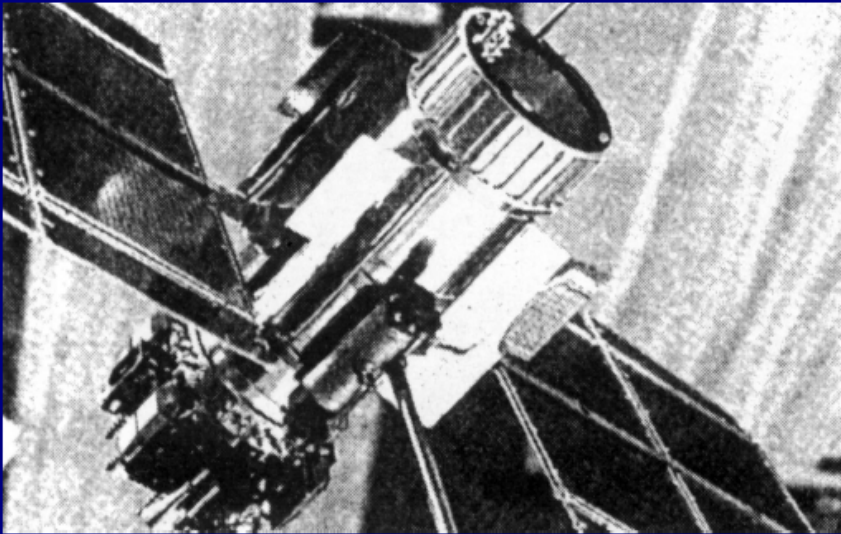
První generace „Block I“
na drahách 1978 - 95



Druhá generace „Block II/IIA/IIR/IIR-M“
na drahách od 1989

ГЛОНАСС (GLONASS)

- ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система (GLObal'naja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistema)
- první prototyp vyroben v roce 1982
- systém spravován Ozbrojenými silami Ruské federace a kosmickou agenturou Roskosmos
- ГЛОНАСС („Ураган“) : L1 – civilní a vojenský kód, L2 – vojenský kód
- ГЛОНАСС-М („Ураган-М“) : L1, L2 – civilní a vojenský kód
- v současné době v kosmu 19 satelitů novější generace ГЛОНАСС-М
- u další generace ГЛОНАСС-К je plánováno přidání frekvence L3



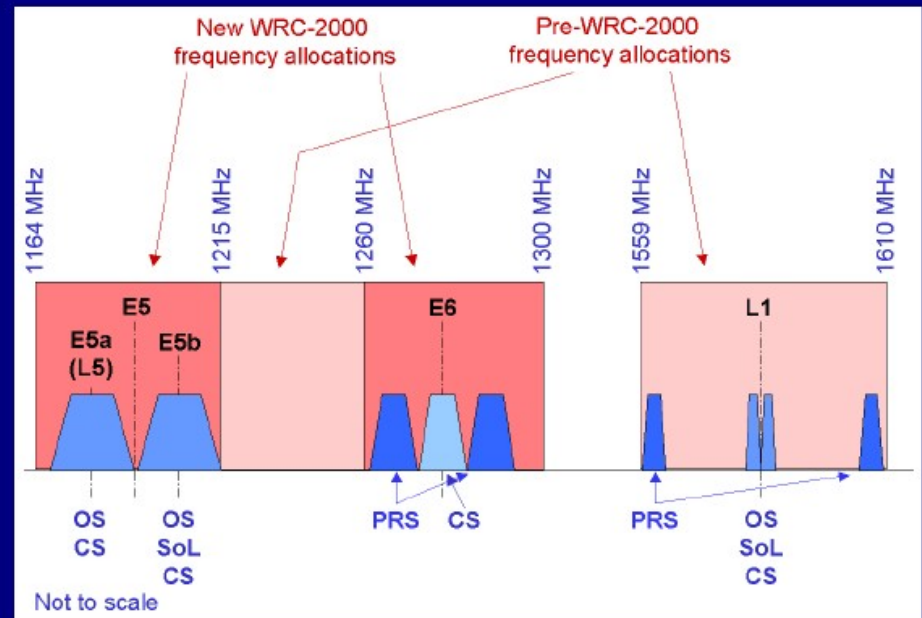
První generace „Ураган - bloky IIa, IIb a IIv“
na drahách 1985 - 2009



Druhá generace „Ураган-М“
na drahách od 2001

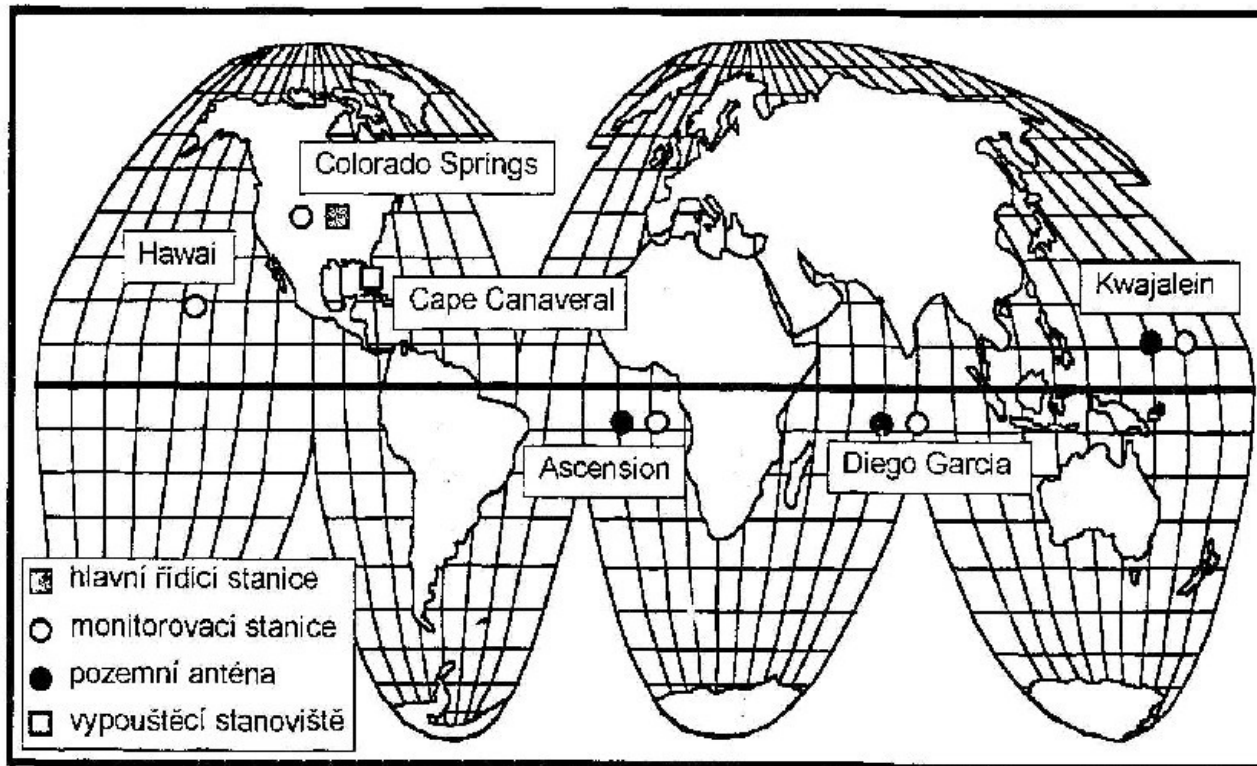
Galileo

- v roce 2005 byl vypuštěn první testovací satelit GIOVE-A (viz obr.), v roce 2008 druhý GIOVE-B
- 4 operační satelity do konce roku 2010, dalších 26 do roku 2013
- systém financuje EU a buduje ESA (European Space Agency)
- je civilním systémem
- vysíláno má být 10 kódových zpráv na 4 frekvencích



Řídící segment

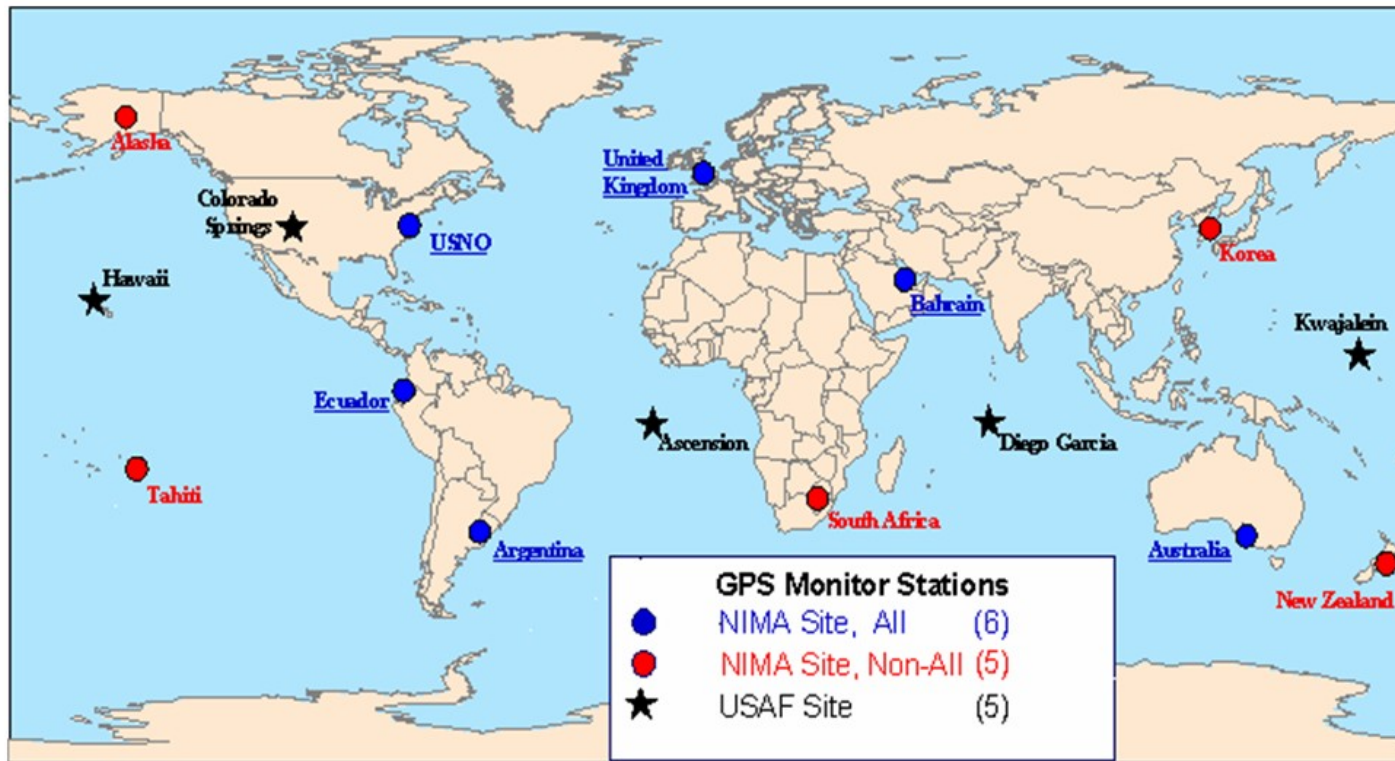
- sestává z monitorovacích a řídicích stanic
- uchovává časový normál (pozemní atomové hodiny)
- přijímá signály z družic
- provádí výpočet drah družic a chodu jejich hodin
- vysílá tyto informace na družice, odkud jsou šířeny v navigační zprávě



Původní řídicí
segment systému
NAVSTAR - GPS

GPS Monitoring Stations

Accuracy Improvement Initiative (AII)






Homeland Security



Řídící segment systému GLONASS

Схема размещения средств наземного сегмента СРНС ГЛОНАСС



-  – Центр управления системой (ЦУС)
-  – Квантово-оптические станции (КОС)
-  – Командные станции слежения (КСС)
(цифра – номер ОКИК дислокации КСС)

- СКФ – Система контроля фаз
- КС – Контрольная станция
- АКП – Аппаратура контроля поля
- ЦС – Центральный синхронизатор

Řídící segment systému Galileo



Galileo Control Centre,
Fucino, Italy



Galileo Control Centre,
Oberpfaffenhofen, Germany



Galileo ground
station, Kourou,
French Guiana



Galileo in-orbit testing facilities,
Redu, Belgium



TTC antenna, Kiruna, Sweden



Sensor station, Svalbard, Norway

New Caledonia, South Pacific, site of a Galileo
uplink and sensor station

Uživatelský segment

široka paleta typů zařízení sloužící koncovým uživatelům

- jejich přesnost a využití závisí na počtu přijímaných frekvencí (u GPS jednofrekvenční a dvoufrekvenční), přijímaných signálů (kódových, fázových) a korekčních údajů z podpůrného segmentu

- začínají se prosazovat a do budoucna poroste počet zařízení kombinujících více systémů NAVSTAR, GLONASS, Beidou a Galileo

Hlavní součásti zařízení

- anténa (samostatná, vestavěná)

- přijímač (oscilátor - křemenné hodiny, demodulátor, korelátor, fazový článek + čítač, paměť, napájení (baterie)

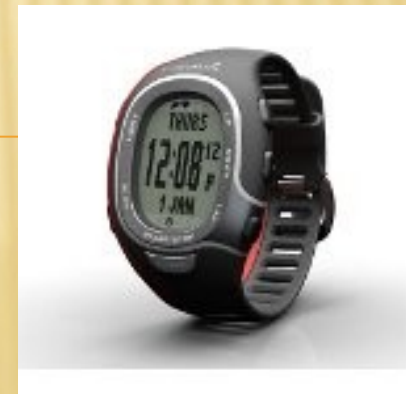
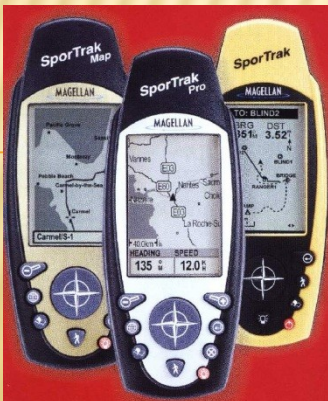
-zařízení pro mobilní připojení...

- speciální přijímače jsou jen pro příjem časového signálu

Geodetické družicové aparatury (Trimble, Leica, Topcon, Javad, ..)



Navigační GPS přijímače (Garmin,



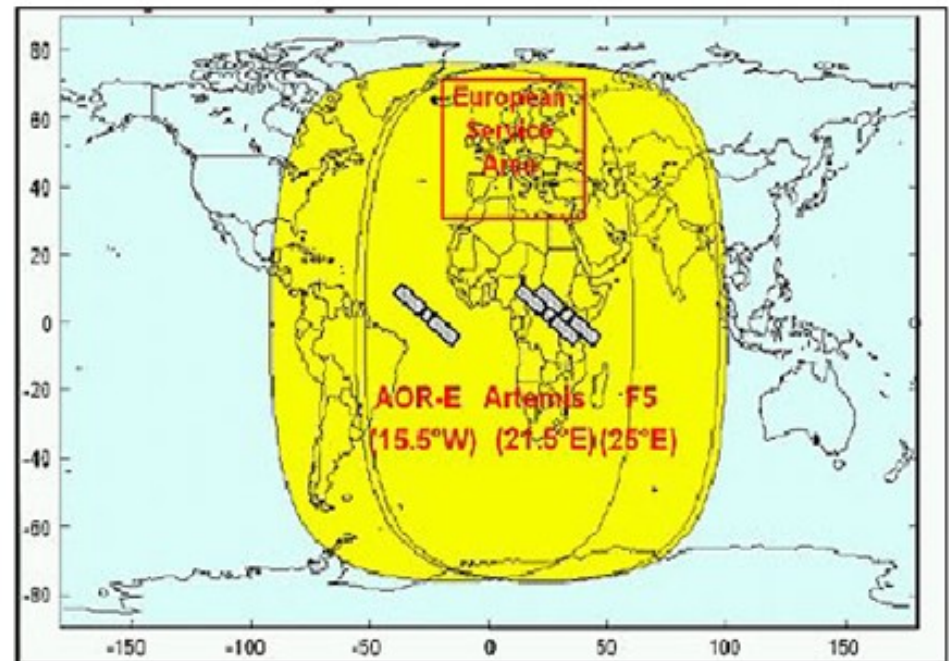
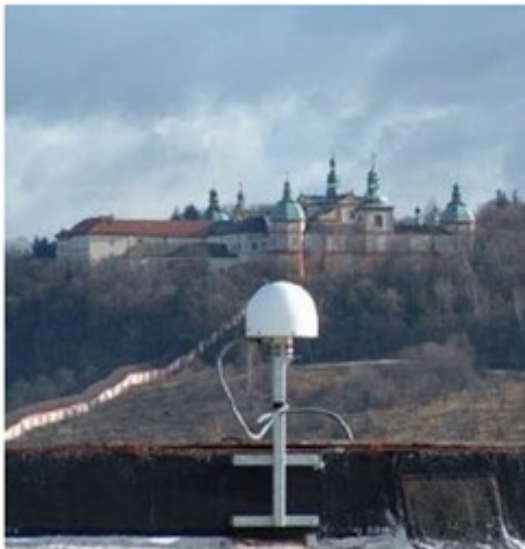
Podpůrný segment

systemy zvyšující v reálném čase základní přesnost GNSS:

- Družicové systémy - pomocí družic na geostacionárních drahách – SBAS (Satellite Based Augmentation Systems) např. EGNOS, WAAS, Omnistar, ...

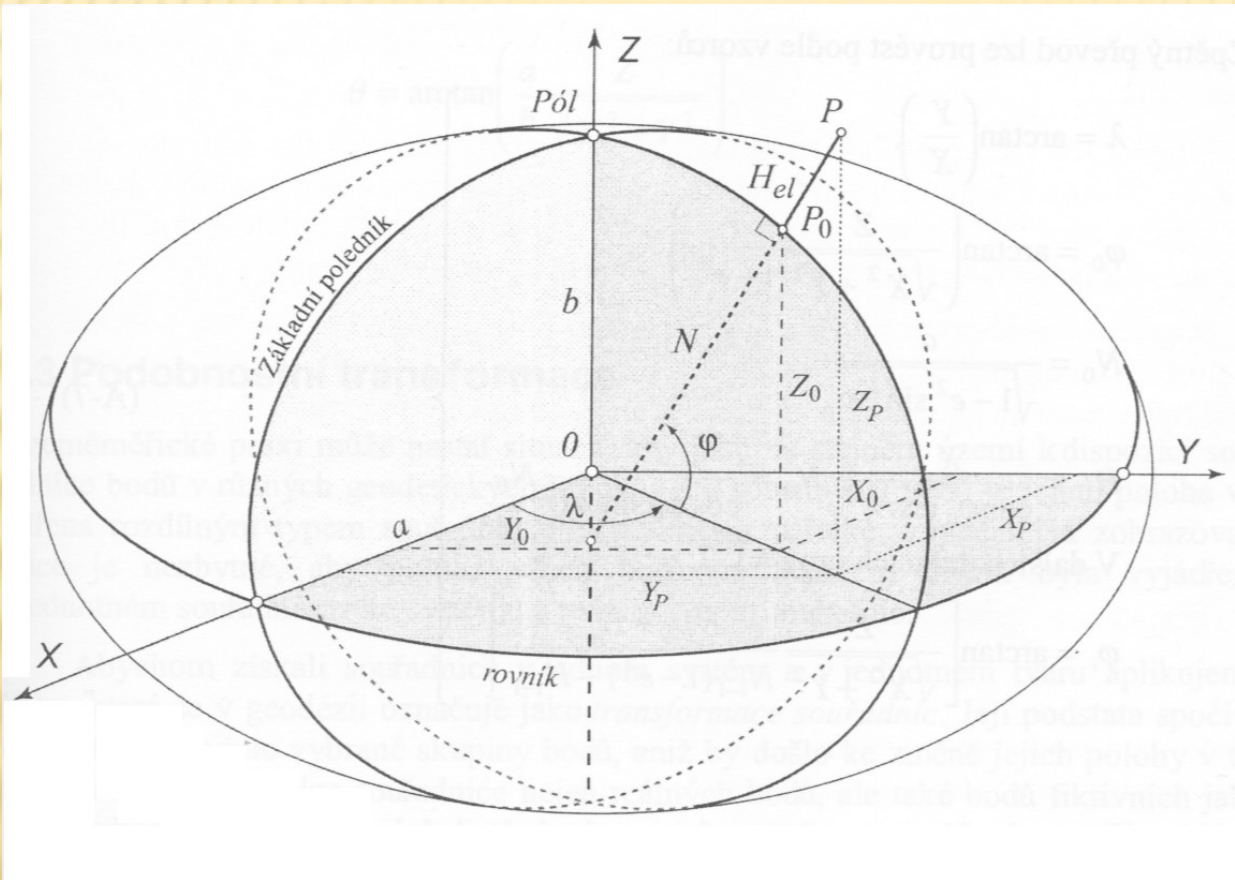
- Pozemní systémy - stanice permanentně provozovaných přijímačů či jejich sítě) např. CZEPOS, SAPOS, SKPOS, SWEPOS,Poskytují výpočet několika možných typů korekcí a distribuce těchto korekcí koncovému uživateli (radio, GSM, internet)

- systémy zvyšující v reálném čase základní přesnost GNSS
- stanice permanentně provozovaných přijímačů či jejich sítě
- výpočet několika možných typů korekcí
- distribuce korekcí koncovému uživateli
 - pozemní cestou (rádio, GSM, internet) – např. CZEPOS, SAPOS, SWEPOS, ...
 - pomocí družic na geostacionárních drahách – SBAS (Satellite Based Augmentation systems) – např. EGNOS, WAAS, Omnistar, ...



SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM WGS-84

- kartézský souřadnicový systém WGS-84 je definován geometrickými a dynamickými parametry



Geometrické parametry elipsoidu WGS-84:
 a ... hl. poloosa [m]
 f ... zploštění

Dynamické parametry:
 ω ... úhlová rychlost rotace Země [rad s⁻¹]

J_2 ... Stokesův zonální koeficient 2. stupně

GM ... geocentrická gravitační konstanta [m³s⁻²]

Ukázka číselných hodnot pravoúhlých souřadnic v [m]:

$X = 3\,920\,890,225$ $Y = 1\,182\,869,142$ $Z = 4\,874\,664,898$

PRINCIP URČENÍ POLOHY

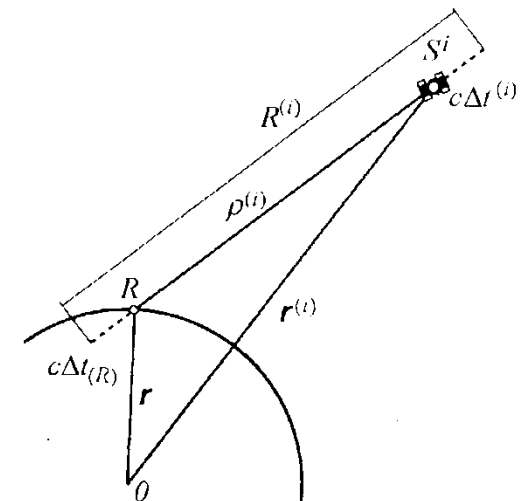
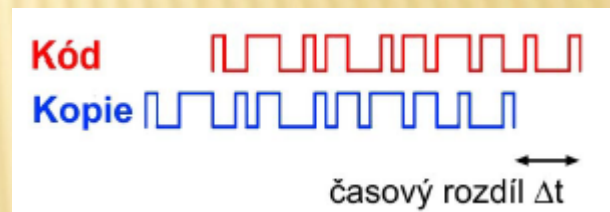
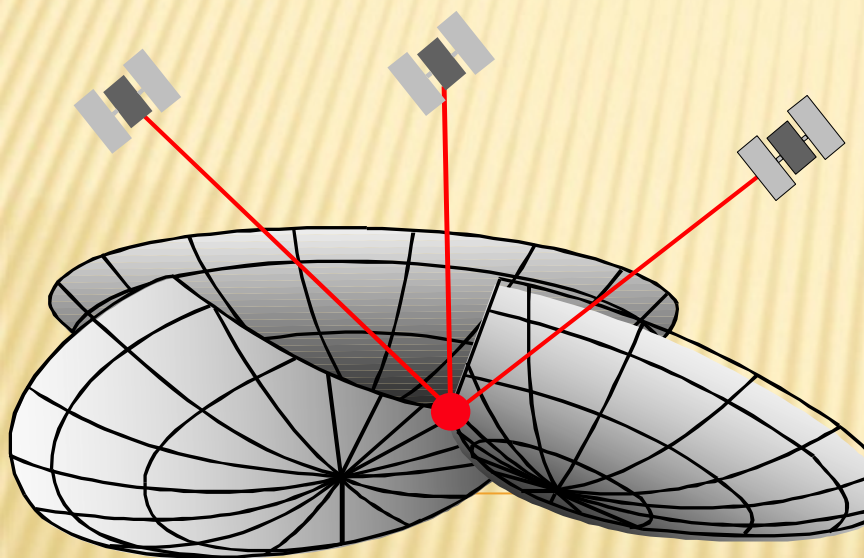
- zpracováním signálu současně z minimálně 4 satelitů je určena prostorová poloha ve světovém geocentrickém souřadnicovém systému WGS-84
- princip určení polohy založen na měření časového intervalu šíření signálu od satelitu po přijímací aparaturu

$$d = c \cdot t$$

kde d ... pseudovzdálenost

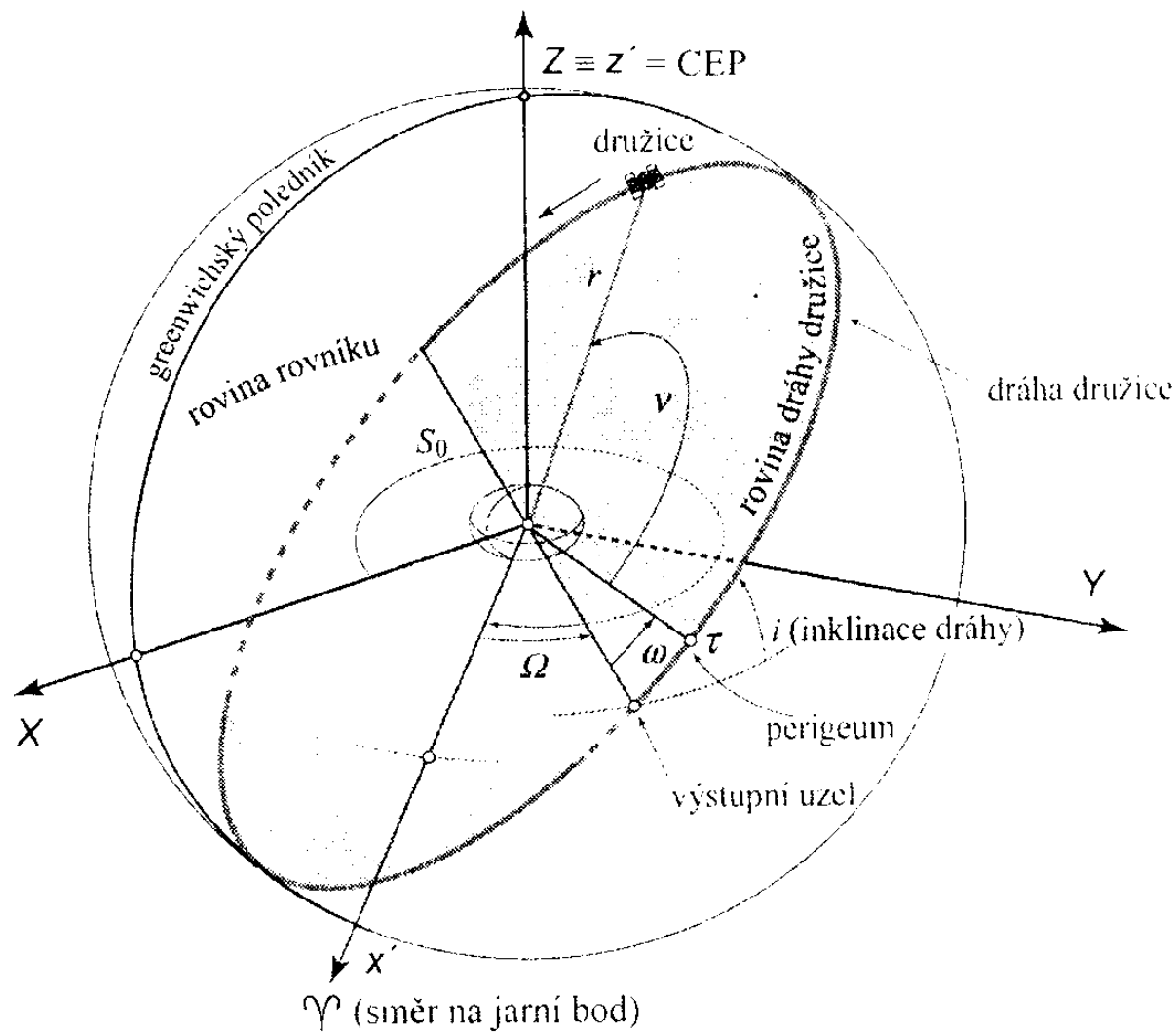
c ... rychlost šíření elektromag. vln

t ... tranzitní čas

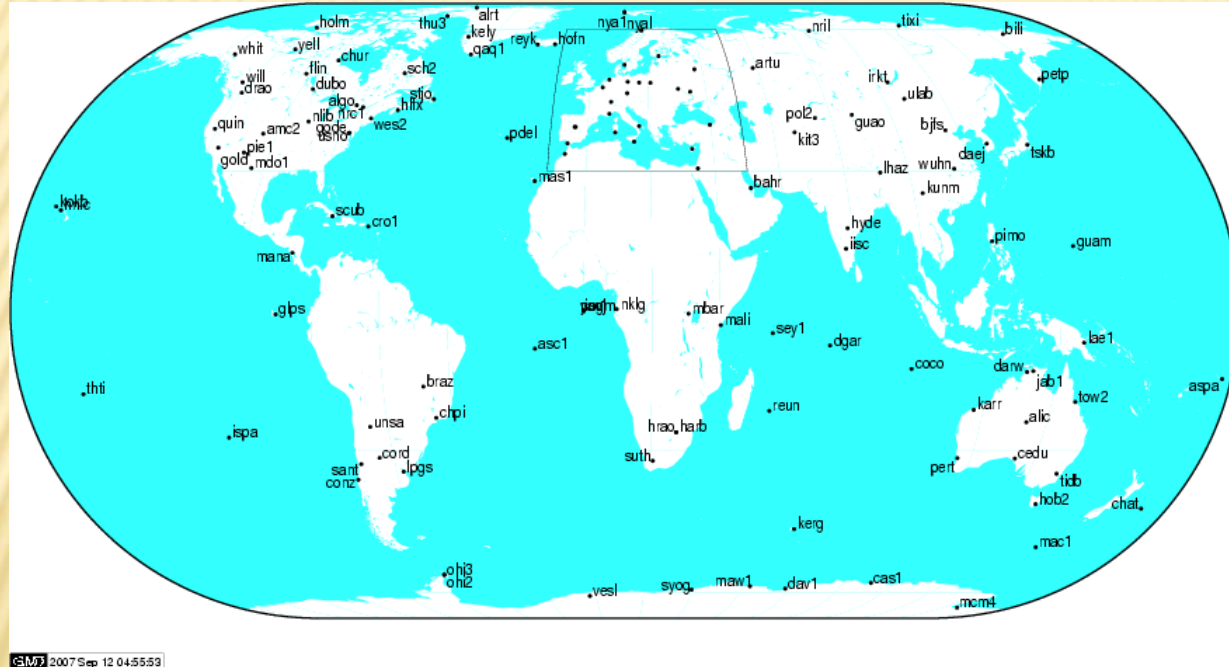


Obr. 3-16 Princip určení vzdálenosti mezi přijímačem a družicí GPS

DRÁHA DRUŽICE V SYSTÉMU WGS-84



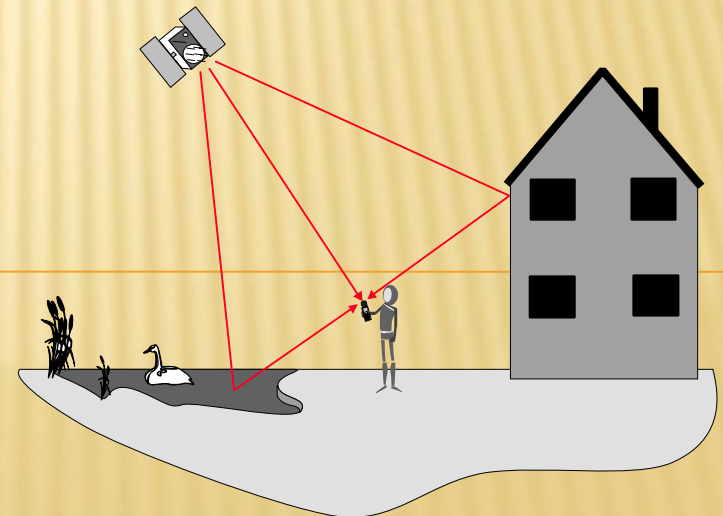
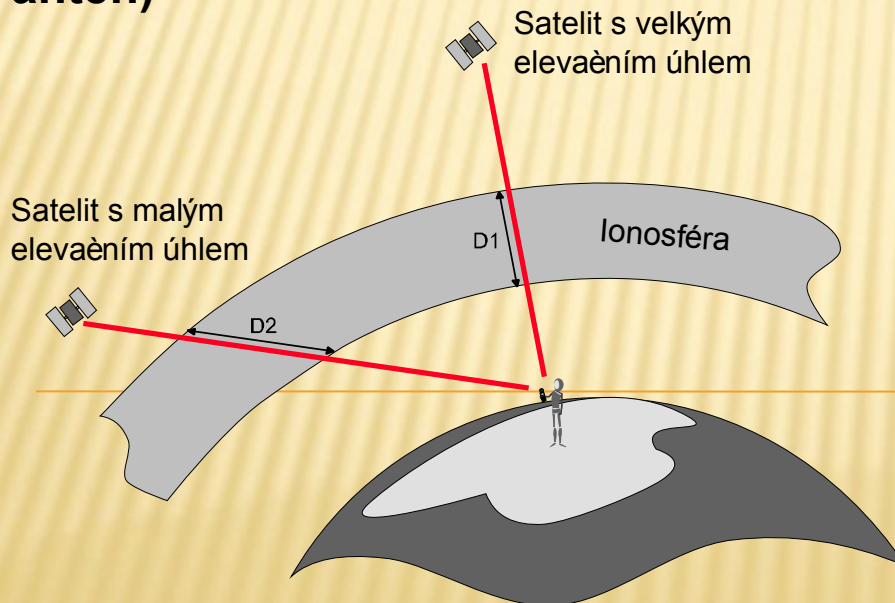
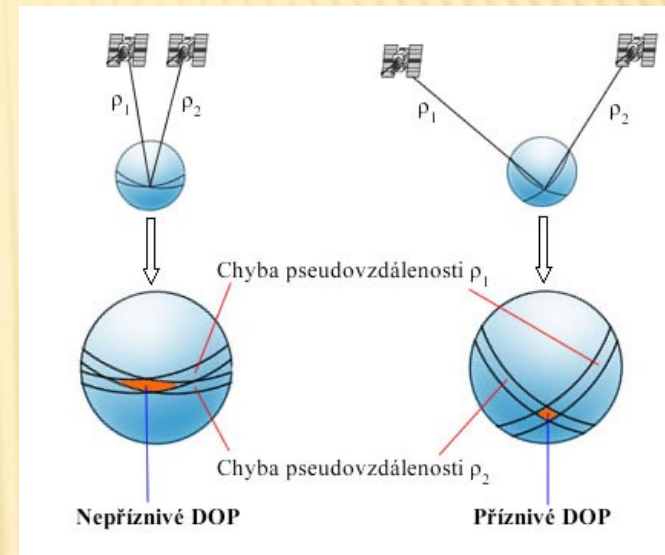
Obr. 2-13 *Dráha družice v prostoru*



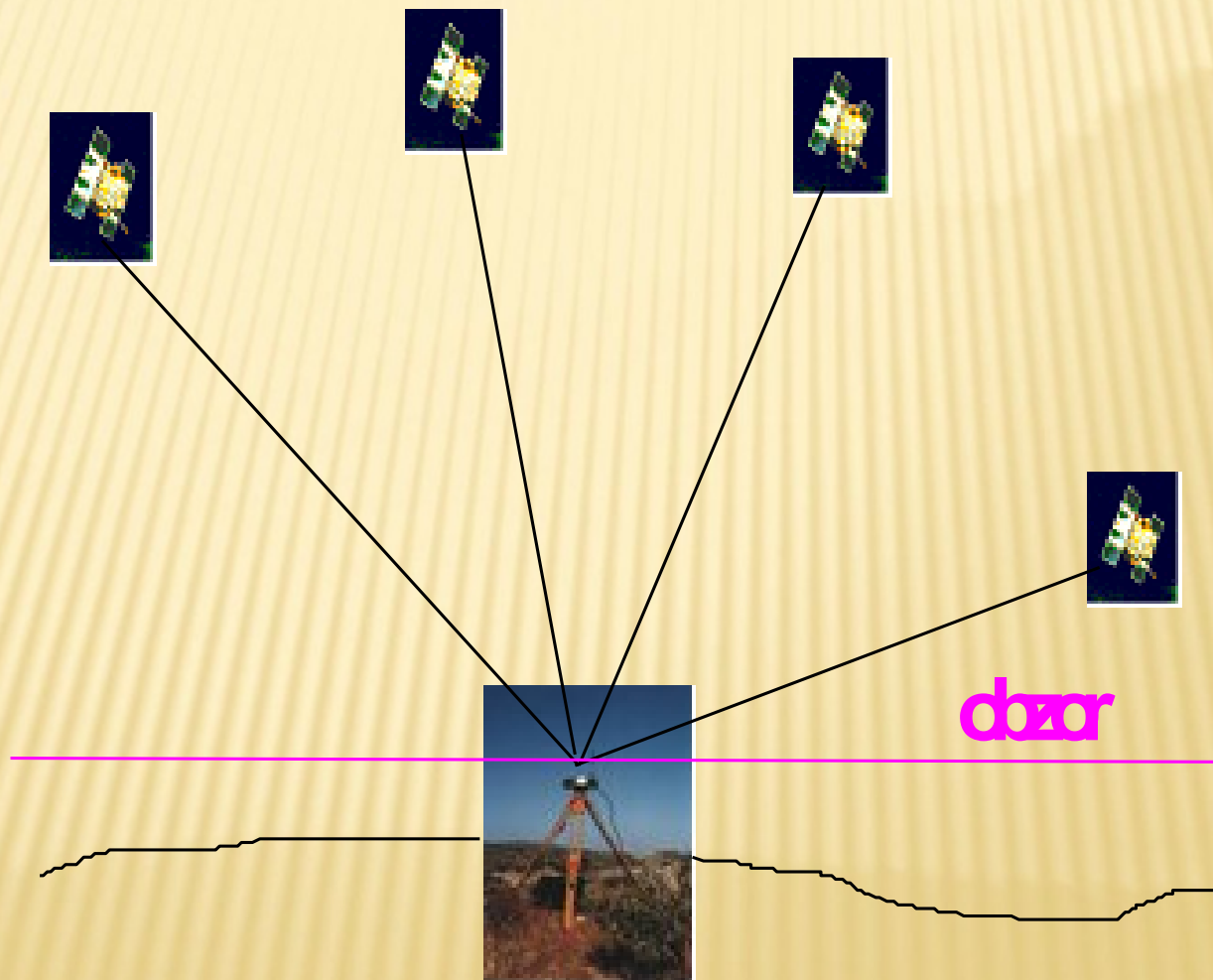
Stanice, z jejichž pozorování se určují přesné efemeridy v systému ITRS2008~IGS08 (IGS – Mezinárodní GNSS služba)

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ GPS MĚŘENÍ

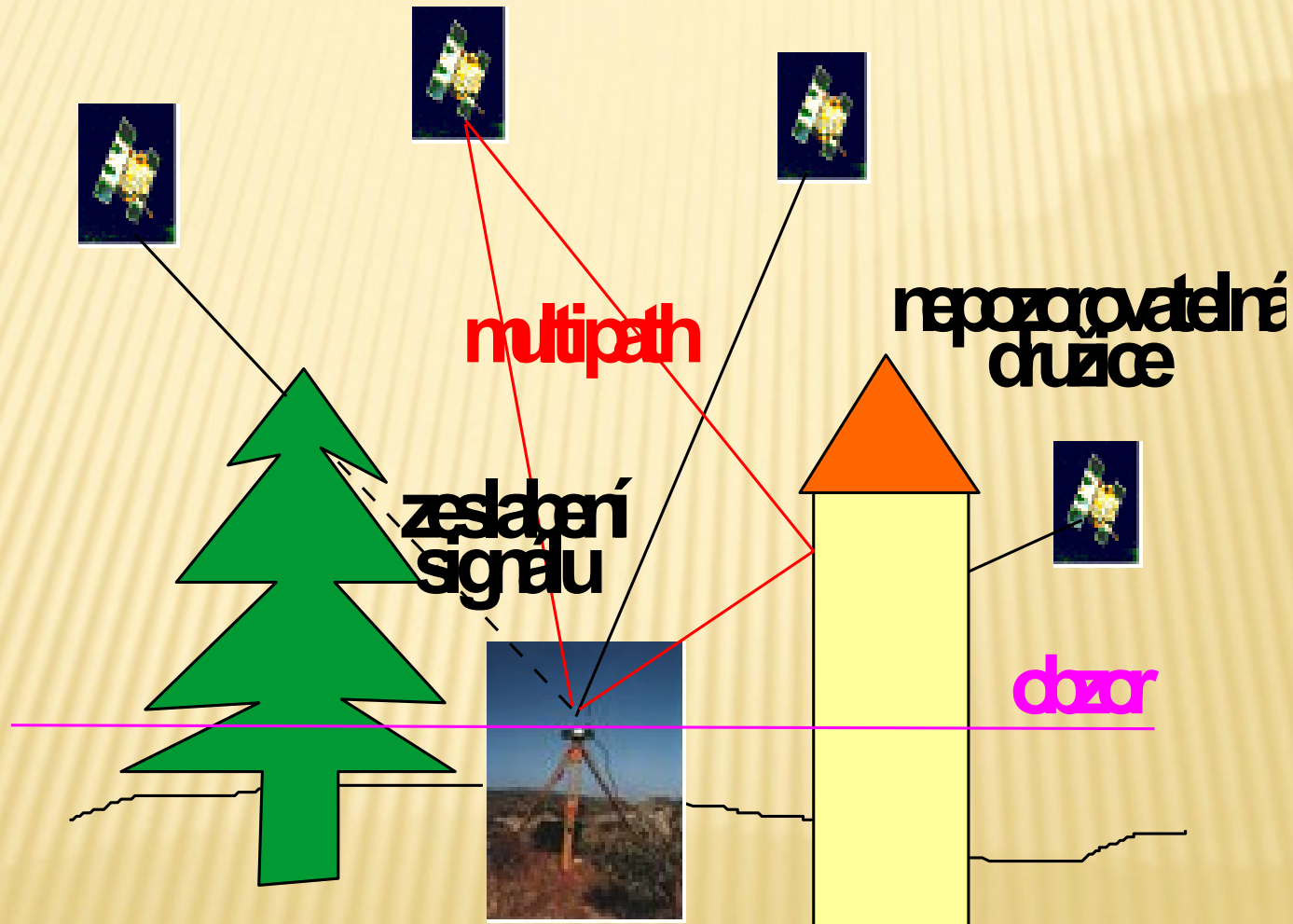
- vliv časové synchronizace družicového času
- geometrická konfigurace družic (DOP)
- vliv synchronizace času uživatelského přijímače
- vliv přesnosti určení parametrů drah satelitů
- vliv ionosféry (ionosférické modely)
- vliv troposféry (troposférické modely)
- vliv vícecestného šíření signálu (Multipath = vícecestné šíření signálu)
- vliv excentricit fázových center antén (kalibrace antén)



Podmínky pozorování družic GPS dobré



Podmínky pozorování družic GPS špatné



METODY URČOVÁNÍ POLOHY

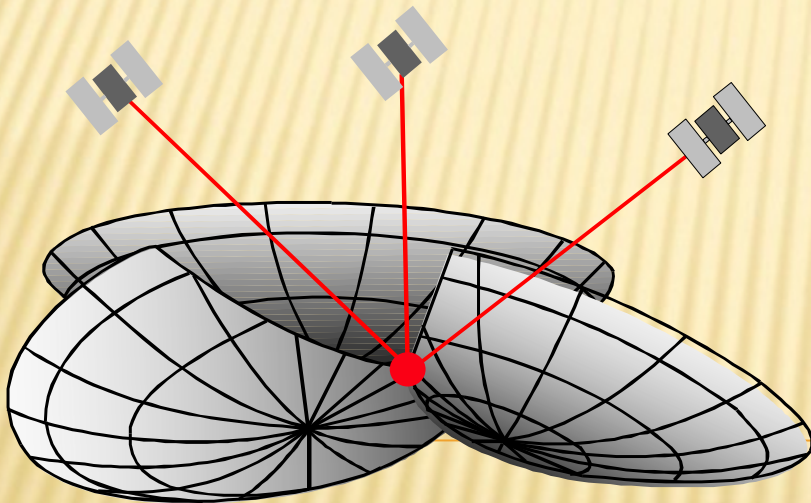
Absolutní

při použití 1 přijímací družicové
aparatury

Přesnost určení prostorové polohy

v reálném čase 3 m až 10 m

postprocessing 0,5 m – 2 m



Relativní

použití min. 2 a více současně
měřících družicových aparatur

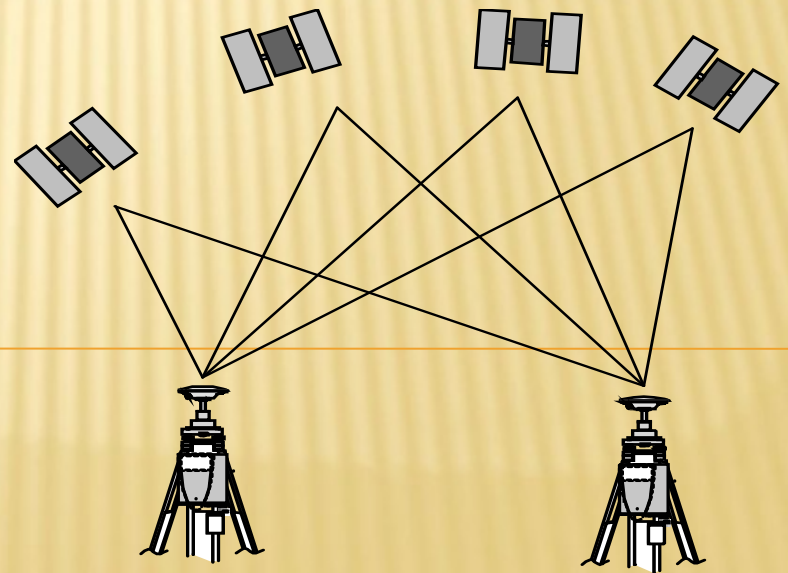
Přesnost určení prostorové polohy

v reálném čase

DGPS (kódově) 0,1 m až 1 m

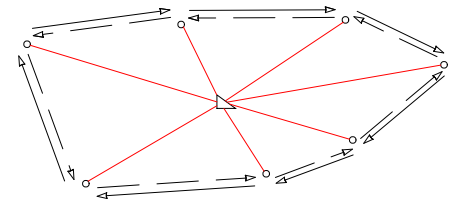
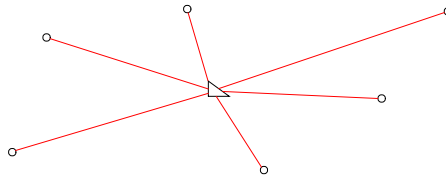
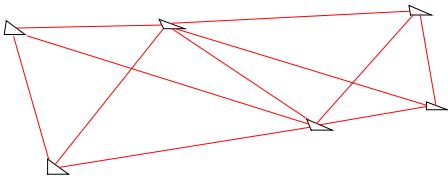
RTK (fázově) 20 mm až 5 mm

postprocessing 20 mm až 3 mm

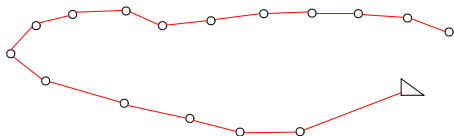


RELATIVNÍ METODY MĚŘENÍ V GEODETICKÝCH APLIKACÍCH

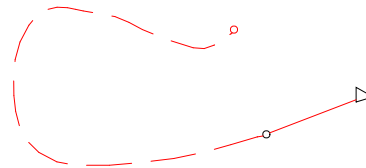
statická (Static, Rapid static) – interval příjmu dat 30 sec. (10, 15 sec.), dlouhé observační doby (více než 1hod.), přesnost 10 mm až 3mm



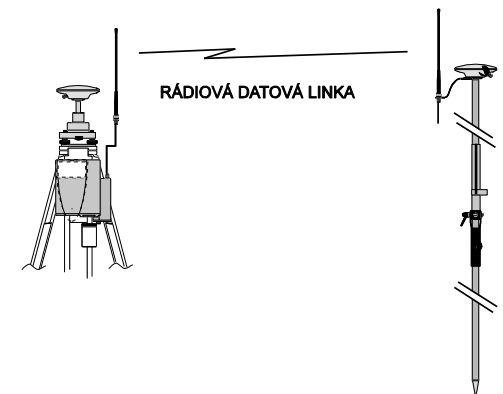
Stop & Go – počáteční inicializace cca 10 min, pak měření na bodě 3 epochy, interval záznamu dat 2-5 sec. přesnost 1-2 cm



Kinematická metoda (Kinematic, Kinematic on the fly) - okamžitá inicializace za chodu přesnost 2-5 cm



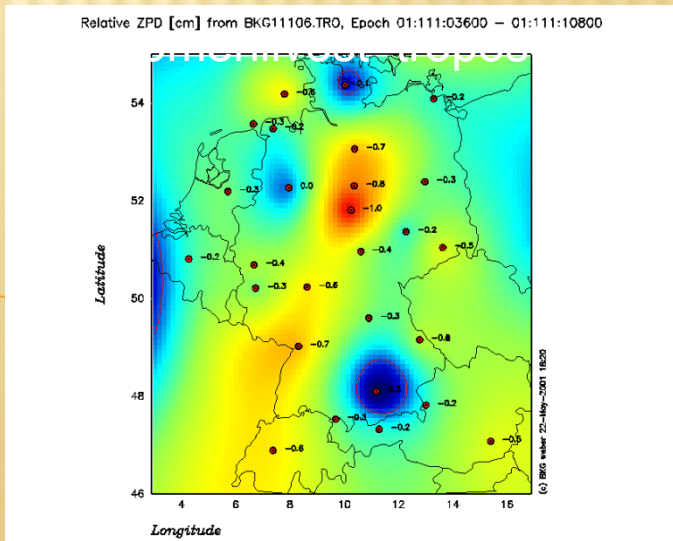
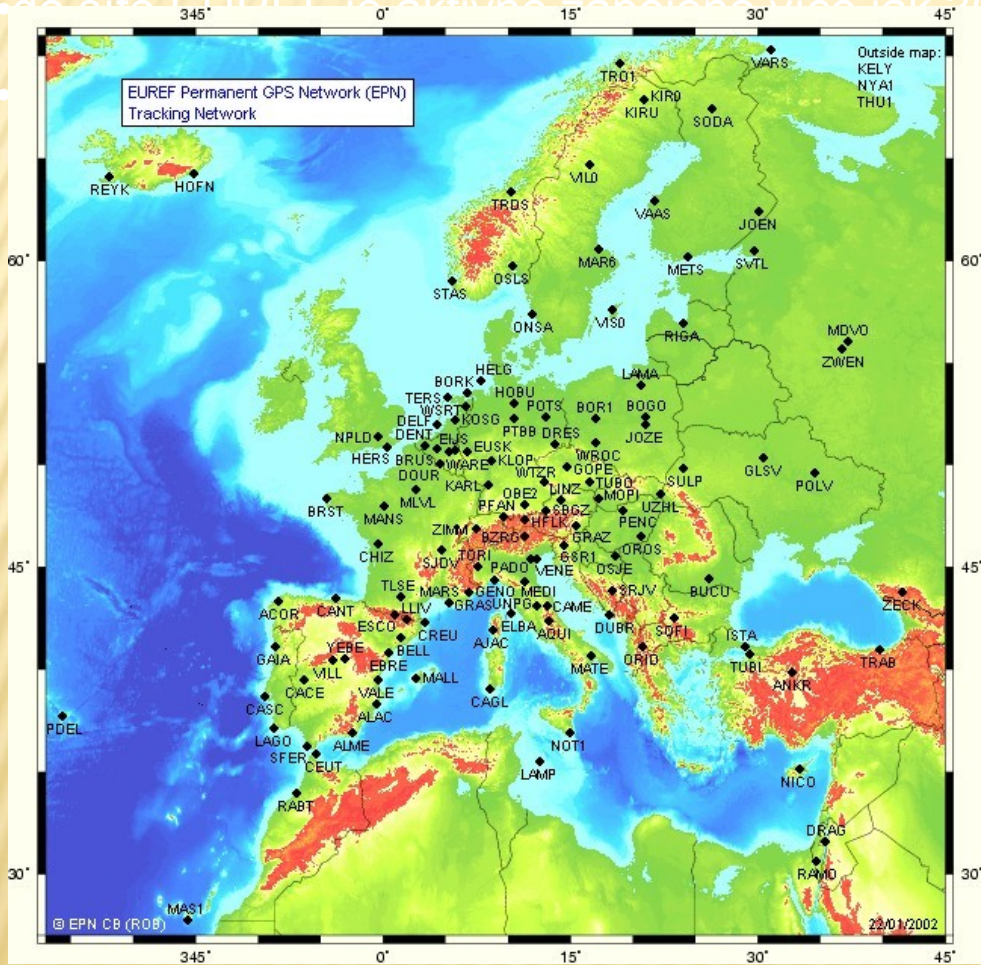
RTK - (Real time kinematic) – v reálném čase přesnost 20 až 5 mm



EVROPSKÁ SÍŤ PERMANENTNÍCH STANIC GPS - EUREF

• EPN - EUREF garantuje Evropský referenční systém (ETRS89)

• Tato síť EUREF je aktivně udržována v rámci 29 evropských zemí



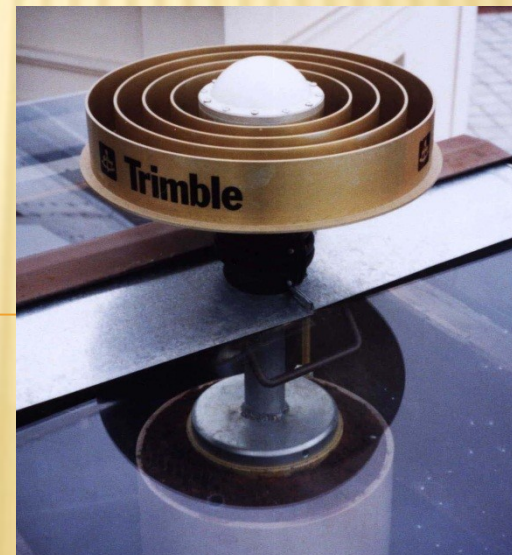


TUBO:

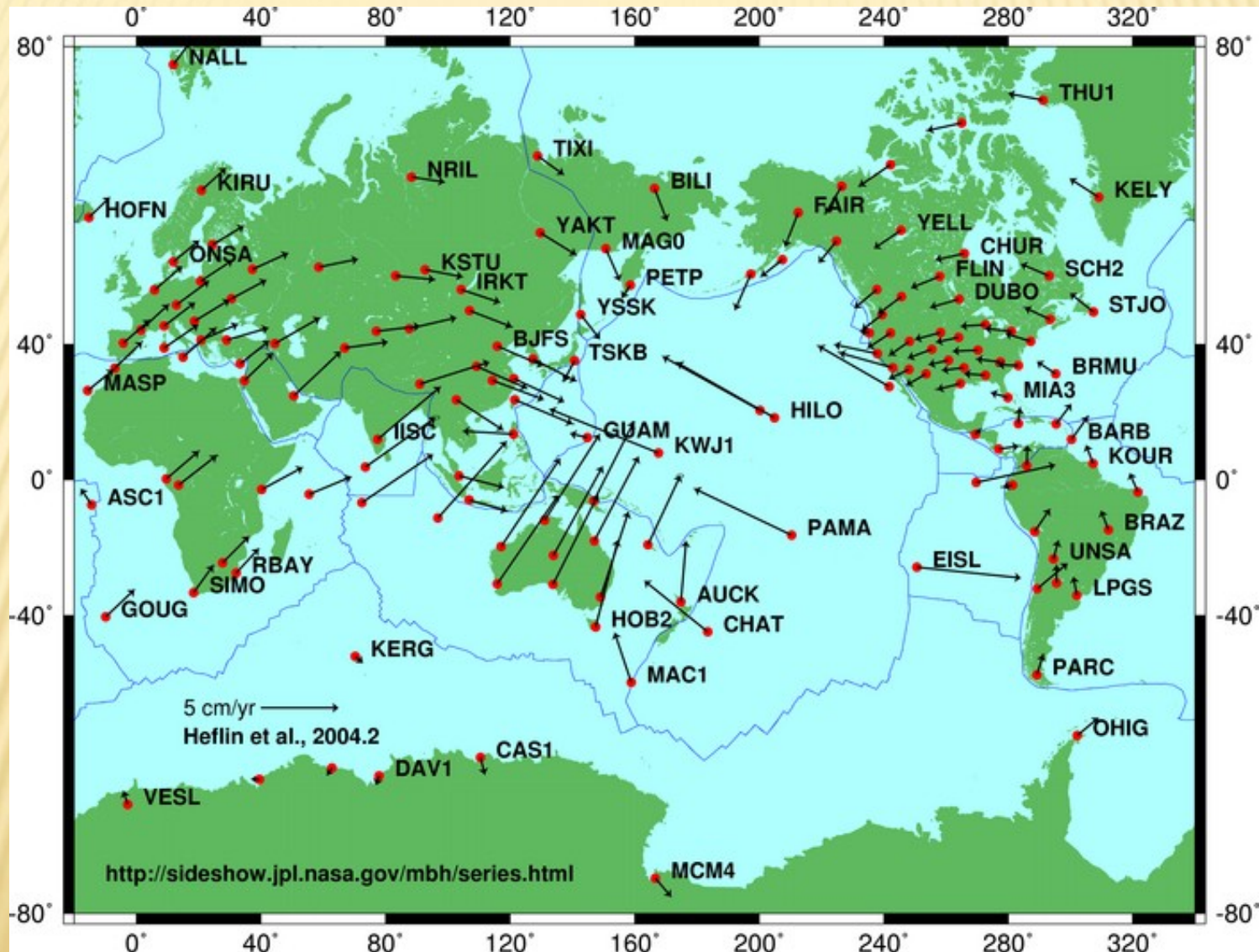
- 2. permanentní stanice sítě EUREF v ČR
- provoz zahájen 14.6.2001
- vybudováno ve spolupráci VÚGTK Zdiby – VUT v Brně

Analytická centra:

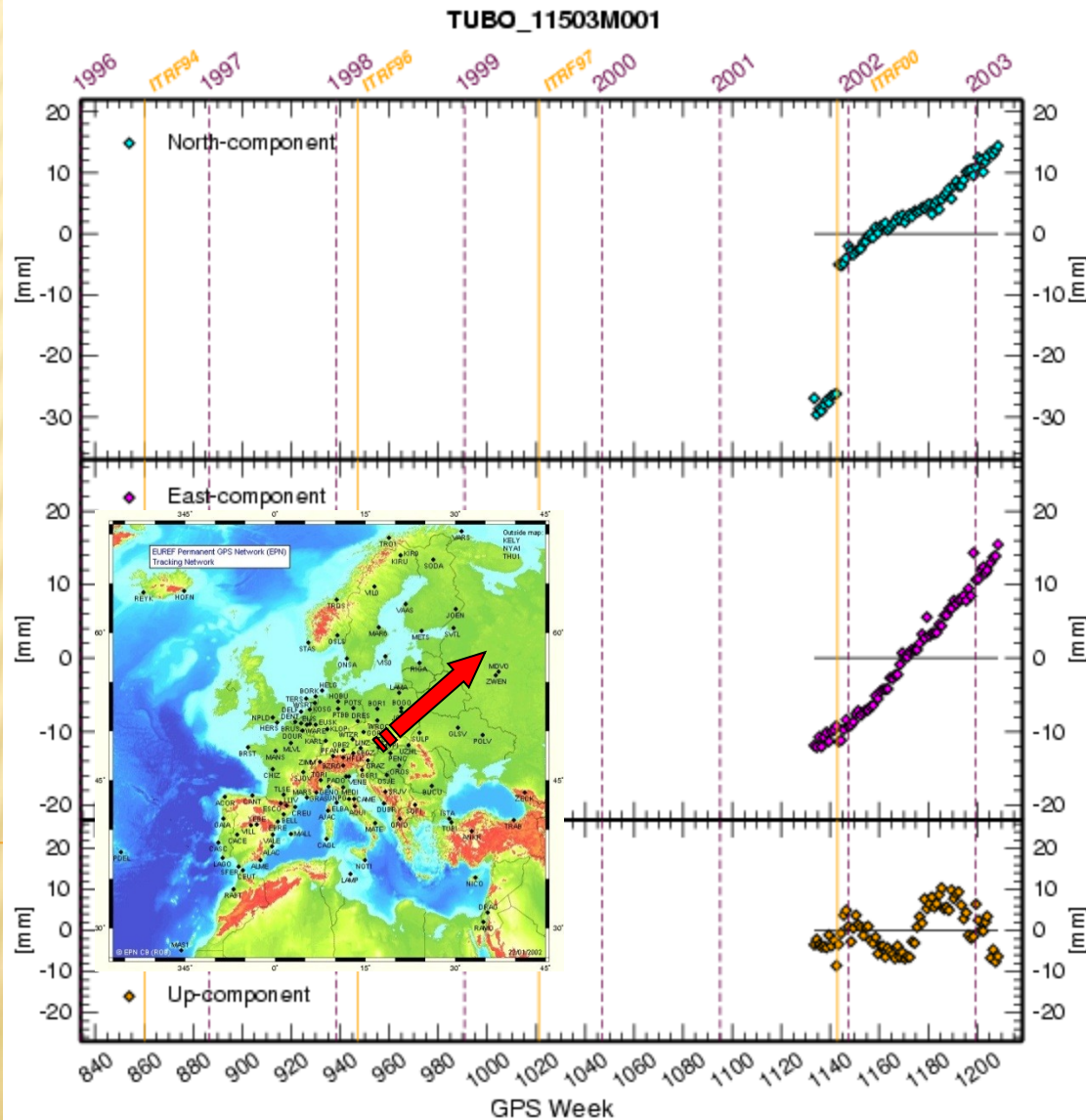
- GOP (Pecný - VÚGTK, ČR)
- OLG (Graz, Rakousko)
- SGO (Penc, FÖMI Maďarsko)
- SUT (Bratislava, Slovensko)



Global Tectonics from GPS



POHYB EVROPSKÉ KONTINENTÁLNÍ DESKY S BODEM TUBO



pohyb ve směru S – J
cca 20 mm / 1 rok

pohyb ve směru Z – V
cca 25 mm / 1 rok

pohyb ve výšce
osciluje +/- 10 mm

ZPŘÍSTUPNĚNÍ DAT PROSTŘEDNICTVÍM INTERNETU

<http://tubo.fce.vutbr.cz>

Poskytovaná data:
zdarma

- data GPS 30s/24h
- meteorologické údaje (T, P, e%) 1min/24h

za poplatek

- primární záznam dat 1s/24h (elevace 5°)
- možno vytrídit libovolná data



PERMANENTNÍ GPS STANICE
TUBO

ZÁKLADNÍ ÚDAJE DATA GPS METEOROLOGICKÉ ÚDAJE APLIKACE OSTATNÍ

Permanentní stanice GPS byla zprovozněna ve spolupráci VUT v Brně a VÚGTK Zdíby.

Ústav geodézie WWW VUT v Brně, Fakulta stavební Home

Permanentní stanice GPS na Fakultě stavební VUT v Brně byla uvedena do provozu dne 14. června 2001 ve spolupráci Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického ve Zdíbech - Geodetické observatoře Pecný a Ústavu geodézie Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně.



Permanentní GPS stanice je umístěna na pilíři bývalé astronomicko-geodetické observatoře Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně a nese označení TUBO. Stanice byla zařazena do mezinárodní sítě permanentních stanic EUREF. Vedle první GPS permanentní stanice GOPE provozované VÚGTK Zdíby – GO Pecný je to druhá permanentní stanice sítě EUREF v ČR. Bod TUBO je součástí sítě DOPNUL, Geodynamické sítě ČR a řady dalších sítí. Permanentní stanice je vybavena dvoufrekvenčním 12-ti kanálovým přijímačem Trimble 4700 CORS s anténou Dorne Margolin Trimble (Choke Ring).

Přijímačem jsou prováděna kódová a fázová měření pro všechny družice GPS nacházející se ve výšce alespoň 5° nad horizontem. Primární záznam dat je prováděn v intervalu 1 sekunda (1 Hz). Měřená data jsou zaznamenávána do připojeného počítače vybaveného operačním systémem Microsoft Windows 2000 Advanced server.

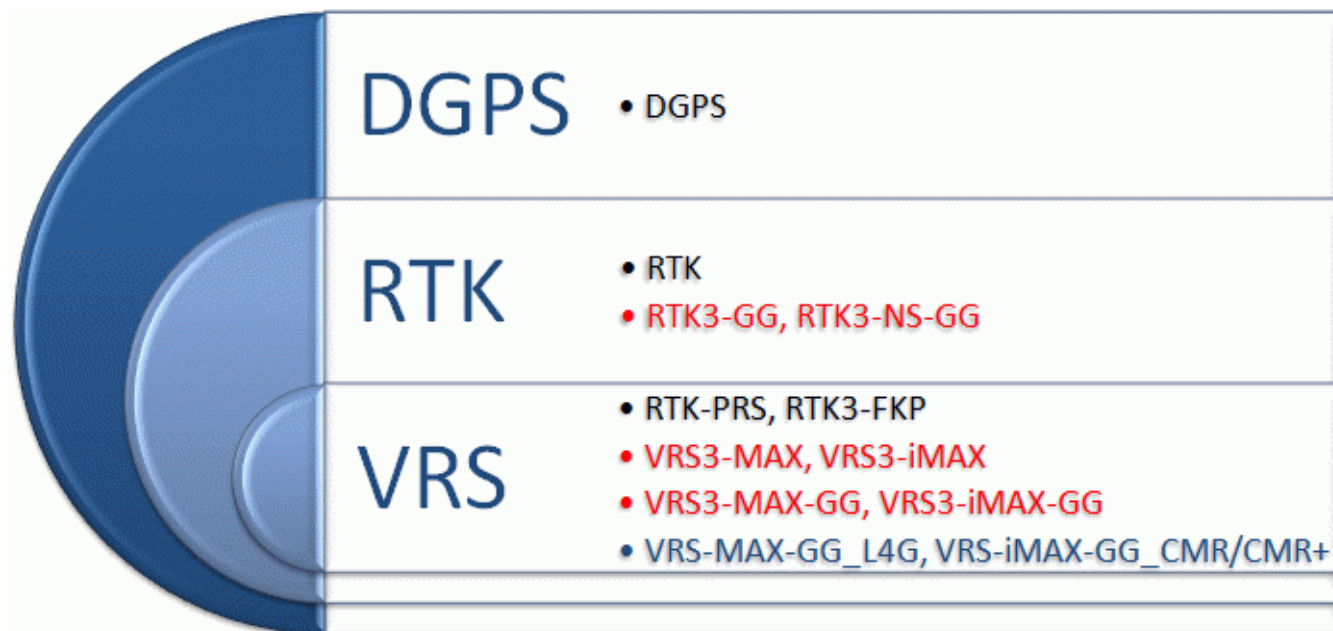
CZEPOS – Česká síť permanentních stanic



Služby CZEPOS a jejich rozdělení

Prostřednictvím služeb CZEPOS poskytujeme uživatelům korekční data v reálném čase. Korekce CZEPOS jsou poskytovány přes Internet, k jejich příjmu je zapotřebí mobilní internetové připojení.

Poskytujeme celkem 3 kategorie služeb: DGPS, RTK a VRS, v rámci kterých může uživatel zvolit mezi 13 službami (DGPS, RTK, RTK3-GG, RTK3-NS-GG, RTK-PRS, RTK-FKP, VRS3-MAX, VRS3-iMAX, VRS3-MAX-GG, VRS3-iMAX-GG a VRS-MAX-GG_L4G, VRS-iMAX-GG_CMR a VRS-iMAX-GG-CMR+):



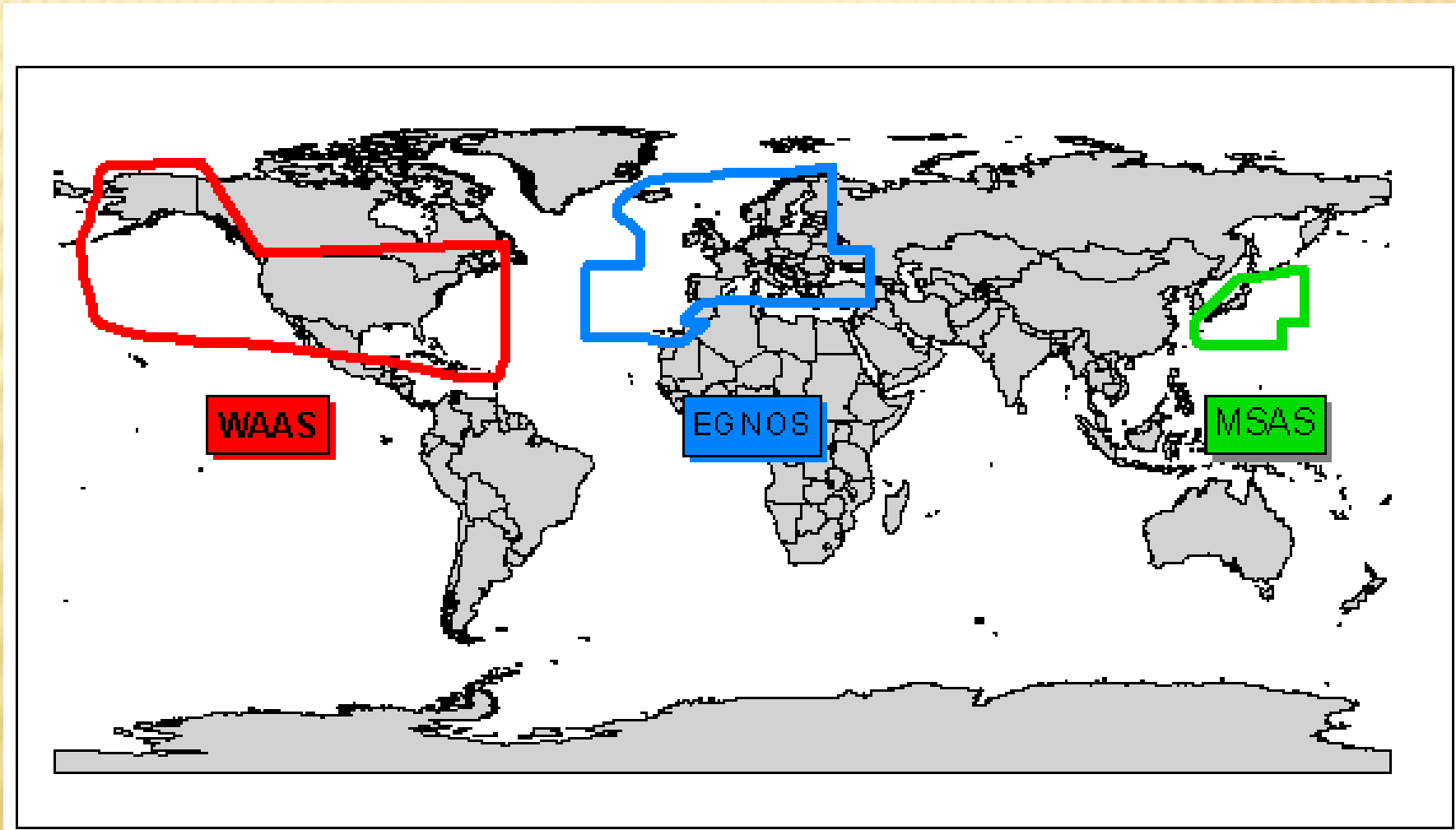
Služby DGPS, RTK, RTK-PRS a RTK-FKP (v obrázku černě) jsou poskytovány ve starším formátu korekcí RTCM2, služby RTK3-NS, RTK3-GG, VRS3-MAX resp. VRS3-iMAX a VRS3-MAX-GG resp. VRS3-iMAX-GG (v obrázku červeně) v novějším formátu RTCM3. Oproti RTCM2 zabírá novější formát RTCM3 menší objem dat, je proto úspornější na datové přenosy, zejména pak v rámci mobilního internetového připojení, které je využíváno pro příjem korekcí CZEPOS. Kromě standardu RTCM poskytujeme služby v proprietárních formátech (v obrázku modře), které jsou vhodné pro přijímače značek Leica Geosystemes (služba VRS-MAX-GG_L4G poskytovaná ve formátu Leica 4G) a Trimble / Topcon (služba VRS-iMAX-GG_CMR resp. služba VRS-iMAX-GG_CMR+ poskytovaná ve formátu CMR resp. CMR+).

EVROPSKÝ CIVILNÍ DRUŽICOVÝ NAVIGAČNÍ SYSTÉM GALILEO

5 druhů služeb:

- × **Základní služba (Open Service - OS)** – základní signál, poskytovaný zdarma;
- × **Služba "kritická" z hlediska bezpečnosti (Safety of Life service - SoL)** – je službou, která bude primárně zlepšovat základní službu OS tím, že během několika sekund varuje uživatele v případě, že z nějakého důvodu dojde k nedodržení garantovaných limitů systému (přesnost apod.). Jedná se rozšířený signál zahrnující integrovanou funkci a je předurčena především pro bezpečnostně-kritické aplikace, které vyžadují garanci signálu. Využití je předpokládáno především v kritických dopravních aplikacích (při řízení letového provozu, automatické systémy přistávání letadel apod.). Služba by měla být certifikována z hlediska mezinárodních standardů Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO) a pravidel Otevřeného nebe (Open Sky regulations);
- × **Komerční služba (Commercial Service - CS)** – na rozdíl od služby základní využívá ještě další dva signály. Tyto signály jsou chráněny díky komerčnímu kódování, které bude řízeno poskytovateli služeb a budoucím Galileo operátorem. Přístup je kontrolován na úrovni přijímače, kde se využívá přístupového klíče;
- × **Veřejně regulovaná služba (Public Regulated Service - PRS)** – dva šifrované signály, s kontrolovaným přístupem a dlouhodobou podporou, určené pro státem vybrané uživatele, především pro bezpečnostní složky státu;
- × **Vyhledávací a záchranná služba (Search And Rescue service - SAR)** - služba nouzové lokalizace v rámci celosvětové družicové záchranné služby COSPAS/SARSAT s možností oboustranné komunikace;
- × [Evropský globální navigační družicový systém GALILEO](http://www.esa.int/our_work/transport_and_navigation/galileo)
- × <http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10472202739-galileo/213452801380001>

Regiony s možností příjmu korekčních signálu z geostacionárních družic



EGNOS

(EUROPEAN GEOSTATIONARY NAVIGATION OVERLAY SERVICE)

- ✘ Systém **EGNOS** je evropský projekt, který formou diferenciálního signálu poskytuje korekce k signálu GPS. Korekce jsou poskytovány pro území Evropy a jsou důležité pro eliminaci chyb, jimiž jsou vysílané signály nevyhnutelně zatíženy (konkrétní chyby jsou uvedeny níže). Zpracováním diferenciálního signálu v GNSS přijímači dochází ke zpřesnění určení polohy.

EGNOS je aplikace systému SBAS (Satellite Based Augmentation System), který je vyvíjen společně Evropskou kosmickou agenturou (ESA), Evropskou komisí (EC) a Evropskou organizací pro bezpečnost leteckého provozu (EUROCONTROL).

V dubnu roku 2009 bylo převedeno veškeré vlastnictví systému EGNOS z Evropské kosmické agentury na Evropskou komisi a oficiálně byl systém spuštěn v říjnu 2009.

EGNOS je prvním dokončeným projektem EU v oblasti satelitní navigace a je současně předchůdcem projektu Galileo.

SLUŽBY POSKYTOVANÉ SYSTÉMEM EGNOS

- × **základní služba (Open Service - OS)** – základní signál, poskytovaný zdarma, spuštěno 1. října 2009. Volně dostupná služba pro podporu všeobecně volně rozšířených aplikací GNSS.
- × **služba "kritická" z hlediska bezpečnosti (Safety of Life service - SoL)** – rozšířený signál zahrnující informaci o integritě, která během několika vteřin oznámí uživateli snížení kvality signálu pod určitou mez. Tato služba byla certifikována 2. března 2011 a oficiálně zpřístupněna pro využití při navigaci především v letecké dopravě. Je certifikována z hlediska mezinárodních standardů Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO) a pravidel Otevřeného nebe (Open Sky Regulations) a byl k ní vydán Servis Definition Document (SDD). Tento dokument popisuje očekávaný výkon a schopnosti systému pro podporu SoL aplikací na bázi EGNOS.
- × **komerční služba "EGNOS Data Access Server" (EDAS)** – momentálně dostupná v testovací verzi a plně by měla být spuštěna do poloviny roku 2012. Služba EDAS šíří data EGNOS v reálném čase prostřednictvím internetu a rozšiřuje tak možnosti pro šíření signálu EGNOS. EDAS by měl být součástí komplexního systému CDDS (Commercial Data Distribution System). Návrh architektury CDDS není dosud uzavřen, stejně tak není jasný "byznys model" této služby.

VOJENSKÉ APLIKACE

- ✘ Systém byl zřízen primárně pro vojenské využití. Původně se jednalo hlavně o určení vlastní polohy, či navigaci lodí a letadel. Později přibyly další aplikace včetně řízení takzvané inteligentní munice – raket, leteckých bomb či dokonce dělostřeleckých granátů.

NAVIGACE

- ✘ Navigací rozumíme určení okamžité polohy dopravního prostředku a jeho vedení po vybrané trase do cíle.
- ✘ Určují se tedy:
 - + okamžitá poloha,
 - + rychlost a kurz (směr) pohybu,
 - + vzdálenost a směr do cíle, či k nejbližšímu waypointu (bodu obratu).
- ✘ Navigace pomocí GPS se používá ve dvou režimech:
 - + běžná navigace – lodě na moři, letadla ve větších výškách, turistika, automobily,
 - + přesná navigace – automobily, navádění lodí a letadel během manévrů v přístavech a na letištích.

BĚŽNÁ NAVIGACE

- ✘ Požadovaná přesnost je v řádu desítek až stovek metrů.
- ✘ Používají se vesměs jednofrekvenční kódové přijímače.
 - + Pro turistiku v provedení handheld (ruční). Pro rekreační sporty v kombinaci s nějakým druhem držáku na uchycení (cykloturistika, paragliding).

Přístroje jsou někdy doplněny barometrickým výškoměrem, či magnetickým kompasem.



- ✘ Navigace automobilů vyžaduje implementaci digitální mapy cestní sítě.
- ✘ U nás tuto mapu udržuje Silniční databanka Ostrava.



+ Na lodích a letadlech se používají speciální přijímače, umožňující připojení externí antény, externího napájení a propojení s ostatními navigačními přístroji pomocí datových kabelů. Pro přenos dat se vesměs používá protokol NMEA 0183.

Část aparatur umožňuje nahrání digitální mapy oblasti. Okamžitou polohu je potom možné zobrazit přímo v mapě na displeji aparatury.

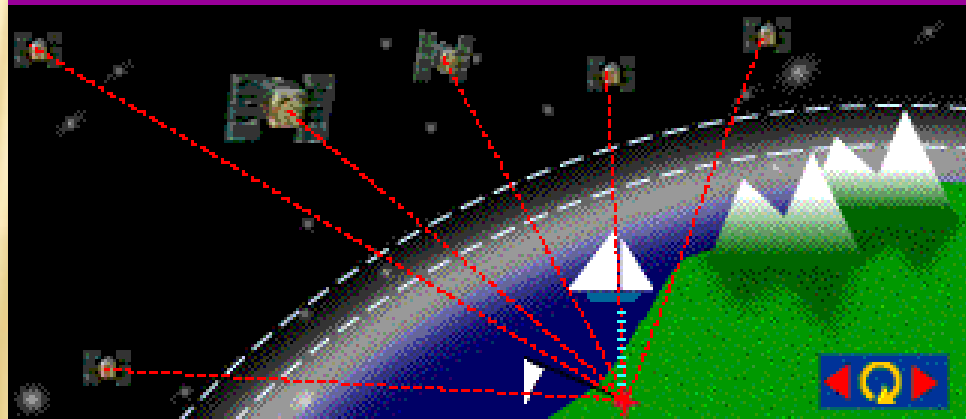


PŘESNÁ NAVIGACE

- ✘ Požadovaná přesnost je v řádu jednotek metrů.
- ✘ Přesná navigace využívá kódové přijímače v kombinaci s příjmem korekcí – metoda DGPS.
- ✘ Korekce jsou přijímány buď z pozemního vysílače (radiomodem, GSM, RDS) nebo z družice (WAAS, EGNOS,...).

How does Differential GPS work?

Error list is then transmitted to mobile receiver

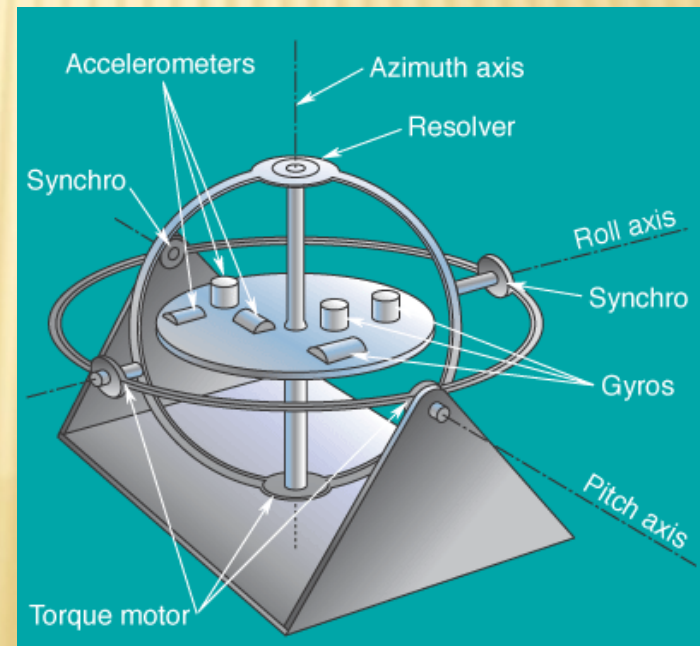


Ukázka vysílání korekcí z pozemního vysílače

PŘESNÁ NAVIGACE

- ✘ Pro některé aplikace přesné navigace je výhodná kombinace GPS s inerciálními systémy. Inerciální měřicí systémy (IMU) měří lineární a rotační úhlová zrychlení dopravního prostředku. To umožňuje zkvalitnit navigaci hlavně při špatném příjmu signálu GPS nebo u hodně dynamických pohybů (letadla, rakety, vozidla).

Schéma inerciálního měřicího systému



CO GNSS NEUMÍ

- ✘ Práce v zastíněných prostorech (husté lesy, interiéry budov, podzemní prostory),
- ✘ Problematické mohou být i body s omezeným obzorem – rohy budov, kraje lesa.
- ✘ GPS měří polohu 1 bodu. Měření úhlů či sklonů je časově náročné.
- ✘ Nelze určit polohu nepřístupného bodu

NA CO SI DÁT POZOR PŘI UŽÍVÁNÍ GNSS

- ✘ Dostupnost signálu, výběr vhodné technologie s ohledem na požadovanou přesnost
- ✘ Rušení signálu, vícecestné šíření signálu
- ✘ Různé souřadnicové systémy na přijímači x mapové podklady (WGS-84 x S-JTSK, BpV,) a jejich konverze při zpracování
- ✘ „Slepé“ digitální mapy (jednosměrky, typy komunikací, aktuálnost....)