

Navigační systémy pro určení polohy na Zemi

Definice globálních navigačních polohových systémů

- je systémem umožňující uživatelům určit polohu na Zemi s celosvětovým pokrytím za pomoci družic .
- Uživatelé této služby používají malé elektronické radiové přijímače, které na základě odeslaných signálů z družic umožňují vypočítat jejich polohu s přesností na desítky až jednotky metrů. Přesnost ve speciálních nebo vědeckých aplikacích může být až několik centimetrů až milimetrů.

Globální navigační systémy

- světové

- GPS - armáda USA, jediný plně funkční systém
- GLONASS - Rusko
- Galileo - EU,
- Compass - Čína

- regionální

- čínský Beidou
- indický IRNSS
- japonský QZSS.

Princip fungování

- Systém pracuje na principu **jednosměrného dálkoměru**.
- Měřenou veličinou je doba šíření signálu z družicové antény k přijímací anténě.
- Naměřený čas je pomocí rychlosti šíření signálu převáděn na vzdálenost.

Pozn.

- *dokonalá synchronizace času družic a přijímačů není možná, vzniká chyba v určení vzdálenosti, měřená vzdálenost se označuje jako pseudovzdálenost. (chyba 1 ns v šíření signálu odpovídá chybě 0,3m v měřené vzdálenosti)*
- *Proměření času se používají atomové hodiny určující tzv. atomový čas z kmitočtů atomů, tedy zcela nezávisle na rotaci Země*
- *Obecně existují dva základní způsoby odvozování času: z pohybu Země (astronomický čas) a z kmitočtu atomů (atomový čas)*

Určování polohy

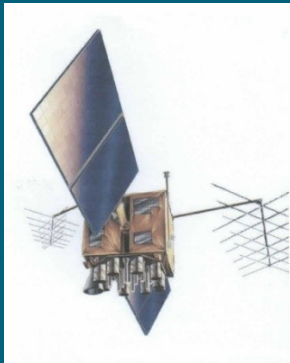
- Pro 3D souřadnice nutné alespoň 4 družice (X,Y,Z + čas)

Časový systém – základ měření vzdáleností

- Čas je řízen hlavními kontrolními hodinami (umístěné v hlavní řídicí stanici), kterými jsou synchronizovány hodiny jednotlivých družic tak, aby odchylka nepřekročila 1ms.
- Družicový čas si udržuje každá družice samostatně – je vybavena několika atomovými hodinami. Ty jsou v případě potřeby pozemní monitorovací stanice resetovány tak, aby se udržel rozdíl menší než 1ms

Složení navigačního systému

1. **Kosmický segment – systém družic**
2. **Řídící segment:** - řídicí stanice, řídicí segment monitoruje kosmický segment, zasílá povely družicím, provádí jejich manévry a údržbu atomových hodin.
3. **Uživatelský segment – uživatel s přístrojem,** přijímač tvoří anténa, radiofrekvenční jednotka, mikroprocesor, komunikační jednotka, paměť a zdroj napětí



Faktory přesnosti GPS

- počet viditelných družic a jejich poloha
- synchronizace hodin
- vliv atmosféry - ionosférická refrakce , troposférická refrakce
- poměr signálu /šum

Výhody navigace:

- 24h denně
- nezávisle na počasí,
- kdekoliv na zemském povrchu,
- přesnost až cm,
- 3D souřadnice,
- rychlost --->efektivnost

Nevýhody:

- nutná přímá viditelnost na družice ---> problémy s měřením v hustých porostech, zástavbách,
- nemožnost měření v podzemí,
- baterky

Druhy přijímačů

- podle využití:
 - letecké, lodní, mapovací, časové, měřické, kosmické, navigační, turistické,
- podle přijímaných signálů:
 - kódové, fázové
- podle počtu přijímaných družic:
 - jedno a více kanálové
- podle přesnosti

GPS

- Global Position System



Kosmický segment GPS:

- pův. 24 družic na 6 drahách,
- 20200km,
- doba oběhu 12h,
- dráhy skloněny 55° k polární rovině,
- viditelnost 4-12 z každého místa na Zemi

Řídící segment GPS:

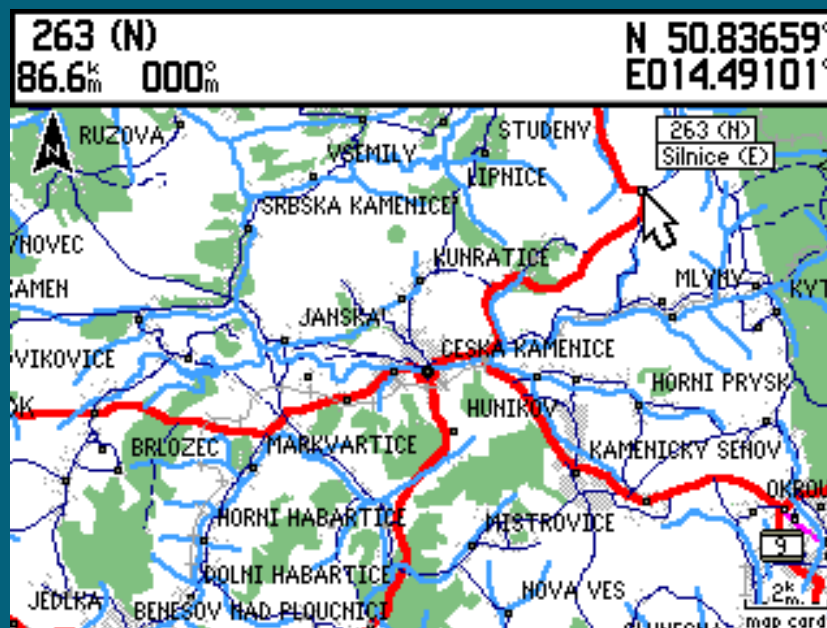
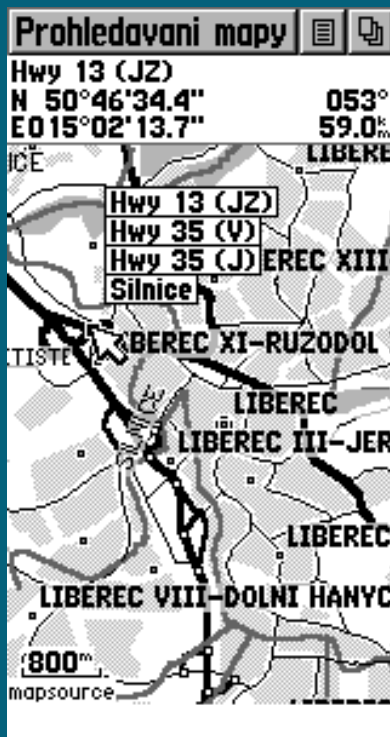
- hlavní řídicí stanice (Colorado Springs), 5 monitorovacích a 3 řídicí, řízení, monitorování družic - nastavení přesných efemerid (oběžných drah), uchovávání přesného GPS času

Řídící segment GPS

1. **velitelství** - Navstar Headquarters na letecké základně Los Angeles v Californii v USA.
2. **řídící středisko** na letecké základně v Colorado Springs, Záložní řídící středisko přebírá cvičně 4x do roka řízení systému, v nouzi je připravena do 24hodin.
3. **3 povelové stanice** , které jsou umístěny na základnách : Kwajalein, Diego Garcia, Ascension Island případně i Cape Canaveral.
4. **18 monitorovacích stanic**, které jsou umístěny na základnách USAF: Havaj, Colorado Springs, Cape Canaveral, Ascension Island, Diego Garcia, Kwajalein a dále stanice spravující NGA: Fairbanks (Aljaška), Papeete (Tahiti), Washington DC (USA), Quitto (Ekvádor), Buenos Aires (Argentina), Hermitage (Anglie), Pretoria (Jižní Afrika), Manama (Bahrain), Osan (Jižní Korea), Adelaide (Austrálie) a Wellington (Nový Zéland).

Uživatelský segment

- : uživatelé (autorizovaní a ostatní) + přístroje + software



autorizovaní uživatelé, aplikace

- vojenský sektor USA a vybrané spojenecké armády využívající službu *Precise Positioning Service* (PPS) mající k dispozici dekódovací klíče k P(Y) kódu na frekvencích L₁ a L₂. Tito uživatelé mají zaručenou vyšší přesnost systému.
- aplikace:
 - podpora velení a vojáků v poli
 - doprava
 - navádění zbraňových systémů
 - vojenská geodézie a mapování
 - přesný čas ($<10^{-7}s$)

ostatní uživatelé a aplikace

- (především civilní sektor) mohou využívat *Standard Positioning Service* (SPS) a mají k dispozici C/A kód na frekvencích L₁. Tyto limity vychází z prevence možného zneužití jako systému orientace v prostoru ve zbraních obdobných balistickým raketám nebo střelám s plochou dráhou letu.
- Typickými profesemi a odvětvími civilních uživatelů jsou:
 - doprava (pozemní doprava, letectví, námořnictvo, kosmické lety)
 - geologie a geofyzika
 - geodézie
 - geografické informační systémy
 - archeologie
 - lesnictví a zemědělství
 - turistika a zábava
 - přesný čas ($<10^{-6}$ s)

Další systémy

Galileo

- Systém má být tvořen 30 operačními družicemi (27+3), obíhajícími ve výšce přibližně 23 tisíc kilometrů nad povrchem Země po drahách se sklonem 56° k zemskému rovníku ve třech rovinách, vzájemně vůči sobě posunutých o 60° . Každá dráha bude mít 9 pozic pro družice a 1 pozici jako zálohu, aby systém mohl být při selhání družice rychle doplněn na plný počet.
- Dne 28. prosince 2005 byla do vesmíru vyslána první technologická navigační družice pro testování komponent tohoto systému Vynesla ji z kazašského kosmodromu Bajkonur , druhá družice, 27. dubna 2008.

Glonass

- Kosmický segment je projektován na 24 družic, které obíhají ve výšce 19 100 km nad povrchem Země na 3 kruhových drahách se sklonem 65° . Dráhy jsou vzájemně posunuty o 120° a na každé dráze je 8 symetrických pozic pro družice po 45° , které jsou číslovány
- **plná operační schopnost** (FOC, Full Operational Capability) - označení stavu, kdy je nejméně 24 družic plně funkčních, podporující novou technologii. Nebyl nikdy vyhlášen, ale koncem roku 1996 bylo krátce na orbitu 24 družic a od té doby klesal až na 9 v roce 2001. Opětovný stav 24 družic je plánován na rok 2012

Buducnost

- Budoucnost:
- zvyšování přesnosti, bezpečnosti - kombinace GPS, Glonass, Galileo,
- zvyšování počtu družic a jejich modernizace,
- přidání dalších nosných frekvencí.

Geocaching
hledání „pokladu“ s GPS
využití i v zeměpise

Geocaching

- Geocaching je hra na pomezí sportu a turistiky, která spočívá v použití navigačního systému GPS při hledání skryté schránky nazývané *cache* (v češtině psáno i *keš*), o níž jsou známy jen její zeměpisné souřadnice (v systému WGS 84).
- Při hledání se používají turistické přijímače GPS.
- Jednou ze základních myšlenek geocachingu je umístování keší na místech, která jsou něčím zajímavá a přesto nejsou turisticky navštěvovaná.
- V popisu cache (*listing*) jsou pak uvedeny informace o místě s jeho zvláštnostmi a zajímavostmi. Cache se ale umísťují i do zajímavých míst velmi frekventovaných.