



SATELITNÍ NAVIGACE

GPS

(**G**lobal **P**ositioning **S**ystem)



Autoři:

- Martin Čermák
martin@cermis.net
- Pavel Kolín
pksoft@centrum.cz
- Martin Šrotýř
srotyr@klfree.net

Družicové navigační systémy



Jsou to **globální navigační systémy**, které umožňují určovat **polohu** a **přesný čas** kdekoliv na zemi, díky souřadnému systému společnému pro celou zeměkouli.

Základní principy metody



1. Úhloměrná metoda
2. Dopplerova metoda
3. **Dálkoměrná metoda (GPS)**
4. Interferometrické měření
5. Interferometrické měření fáze nosné

Systemy

historie, současnost, budoucnost 1/3



1. TRANSIT, CIKAD

- Od r.1957, využíval vysílání sputníků. Jediný družicový systém, který byl v plném nasazení. Založen na dopplerovském systému. Projekt ukončen v r. 1996. CIKAD je ruská obdoba amerického systému TRANSIT.

2. NAVSTAR – GPS

- (**N**avigation **s**ystem using **t**ime and **r**ange) – GPS viz. dále

3. GLONASS (**G**lobalnaja **N**avigacionnaja **s**putnikovaja **s**istema)

- Pasivní celosvětový dálkoměrný systém ruské armády. Družice mají kruhové dráhy, vysílají na frekvencích cca 1,2 a 1,6GHz. Přihlášen jako civilní od r.1988. V současnosti není z ekonomických důvodů zabezpečena 3D navigace na celé planetě, jelikož nepracuje potřebný počet družic.

4. GEOSTAR

- Měl být aktivní dálkoměrný systém, jeho provozovatelem měla být americká soukromá společnost. Zkrachovala v roce 1991. Byli vypuštěny pouze tři družice.

Systemy

historie, současnost, budoucnost 2/3



5. LOCSTAR

- Projekt západoevropských zemí (cca 50 podílníků), především Francie. Vycházel z GEOSTAR, zaručena kompatibilita. Plánován jako aktivní systém. Vlivem úpadku skupiny LOCSTAR projekt končí v r. 1991 zánikem skupiny.

6. GRANAS (Global Radio Navigation Satellite)

- Německá firma Standart Elektrik Lorenz. Vymyšlen jednodušeji než GPS, pouze na papíře, nikdy ani částečně nerealizováno.

7. NAVSAT

- Civilní systém, nezávislý na vojenských systémech GLONASS a GPS. Pokusy o sloučení NAVSAT a GRANAS do evropského systému – nerealizováno. Pro zajímavost: Dráhy byly velmi excentrické (1500 až 36000km).

Systemy

historie, současnost, budoucnost 3/3



8. STARFIX

- Soukromá společnost - navigační systém na území severní ameriky. Systém pracoval v letech 1986 – 1994. Využíval dálkoměrný systém.

9. OMNITRACS

- Určen pro mobilní komunikace na území amerického kontinentu. Pracuje na 12-14GHz. Na komerční bázi pracuje od roku 1988. Přesnost je okolo 300m od dvou družic. Systém vhodný pro sledování pohybu dopr. prostř.

10. EUTELTRACS

- Evropská mutace OMNITRACS. Pro mobilní komunikace. Budován třemi společnostmi. Využívá jednoduchých telekomunikač. satelitů EUTELSAT.

11. GALILEO - budoucí navigační projekt evropské unie - viz dále.

GPS

co to je



- Globální poziční systém – pro určení polohy kdekoliv na zemi
- Pasivní systém
- Systém vyvíjený od roku 1973 Ministerstvem obrany Spojených států
- Původně pouze pro vojenské účely
- 27.4.1995 plný operační stav (FOC)
- Uvolnění pro civilní účely – přidání umělé chyby SA (Selected Availibility) – SA zrušena 1.5.2000
- Pro určení **2D** polohy je třeba informace alespoň od **3 družic**
- Pro určení **3D** je nutno mít informace minimálně od **4 družic**

GPS

historie



- Fáze první (1973-79)
 - Koncem roku 1978 vypuštěny první dvě testovací družice, obíhaly na nižších drahách a testovaly jednotlivé subsystemy družic projektu. Do r. 1979 jich bylo vypuštěno 11 a s některými z nich bylo dosaženo počátečního provozního stavu systému IOC (Initial Operational Capability). Družice (Blok I) byly projektovány s životností 3 – 4 roky, některé sloužily i 10 let.
- Fáze druhá (1979-85)
 - Budovala se řídicí a monitorovací střediska. V prosinci 1980 byla vybrána firma Rockwell pro vývoj 28 družic bloku II. Pro vývoj zařízení byly vybrány firmy Magnavox, Rockwell-Collins, Texas Instrument a Teledyne. Prototypy přijímačů byly testovány na polygonu Yuma a při námořním použití.
- Fáze třetí (1985-3.3.1994)
 - Třírozměrné určení polohy v libovolném místě na Zemi po 24 hodin, bylo možné od počátku roku 1993. Od r. 1998 jsou v nasazení družice bloku IIR. Výhody spočívají ve vzájemné komunikaci mezi družicemi – sdělování polohy. Počátečního stavu (24 družic, které poskytovali službu SPS) bylo dosaženo 3.3.1994.
- Plného operačního stavu FOC (Full Operational Capability) bylo dosaženo 27.4.1995 po důkladném testování systému.

GPS

jak to funguje



- Užívá dálkoměrné metody (porovnání času vyslání a příjmu dat)
- Družice si nese **3 atomové** hodiny
- Neustále odesílají **časové značky a almanach**, což je seznam poloh ostatních družic
 - Vše slouží pro určení pseudovzdálenosti a výsledně určení polohy
- Známe-li
 - **souřadnice družic** (X_i, Y_i, Z_i)
 - vzdálenost alespoň ke 3 družicím (**pseudovzdálenost**)

Pak polohu přijímače (X_k, Y_k, Z_k) určíme řešením tří rovnic pro tři neznámé

$$D_i^k = \sqrt{(x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2 + (z_i - z_k)^2}, i = 1, 2, 3$$

- Výpočet polohy družic z Keplerovských parametrů jejich drah (efemerid) – jsou obsahem navigační zprávy

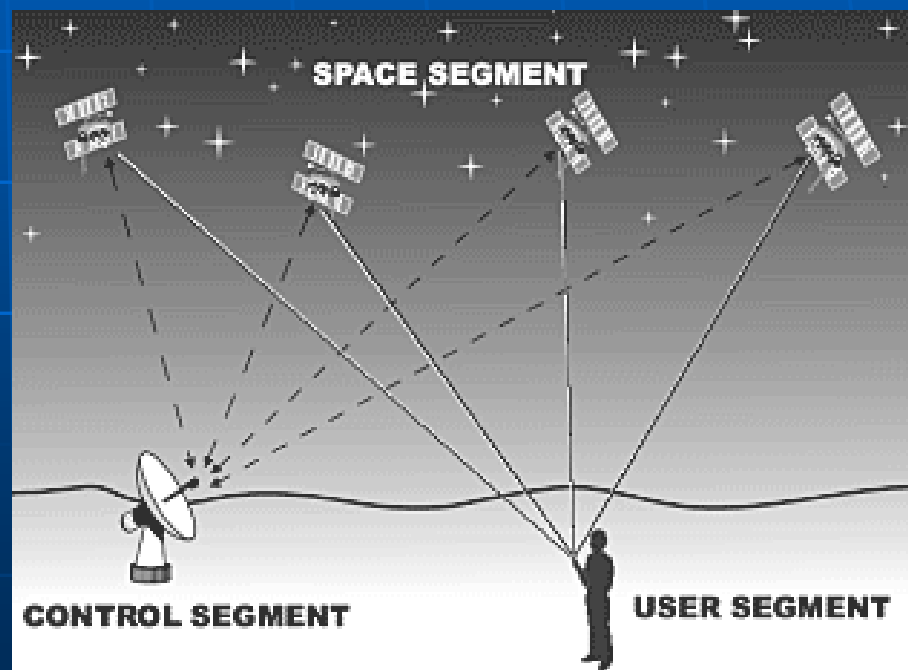
GPS

system



Celý systém je tvořen třemi podsystemy:

- **Kosmický**
 - satelity
- **Řídící (kontrolní)**
 - pozemní stanice
- **Uživatelský**
 - přijímače GPS



GPS

kosmický subsystém



- 24 družic - 3 záložní
- Výška 20 200 m
- 6 oběžných drah
- 60° vzájemný sklon drah
- Oběžná doba 11:58h
- Současně je vidět **6-8** družic po celých 24h

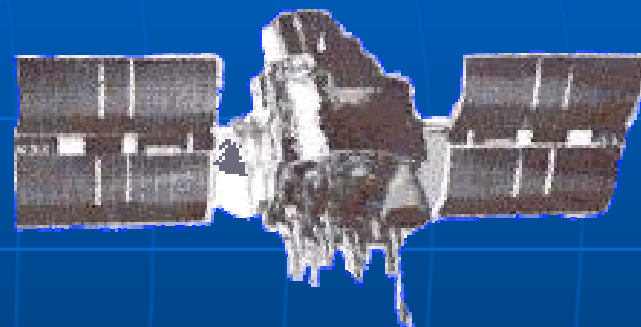


GPS

kosmický subsystém – Blok I



- Výrobce Rockwell
- Družice vypouštěny v letech 1978 - 1989
- Počet atomových hodin $1 \times \text{Cs}$, $2 \times \text{Rb}$
- Celkem vypuštěn 11 družic
- Hmotnost před startem 759 kg
- Nosič na oběžnou dráhu raketa Atlas E, F
- Plánovaná životnost 3-4 roky - většina sloužila dvojnásobnou dobu
- Poslední družice tohoto bloku dosloužila v roce 1995
- Vysílané signály L1 s kódem C/A a P, L2 s kódem P
- Funkčnost bez kontaktu s OCS 3 - 4 dny

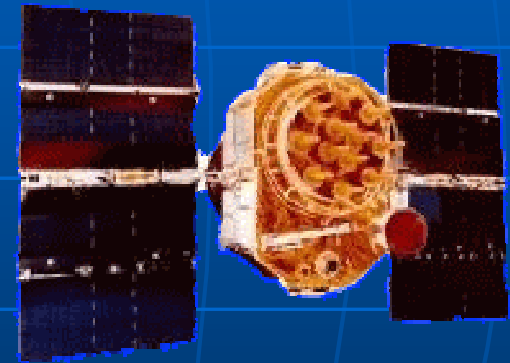


GPS

kosmický subsystém – Blok II + IIa



- Výrobce Rockwell
- Družice vypouštěny v letech 1989 – 90 (blok II)
1990 – 97 (blok IIa)
- Počet atomových hodin $2 \times \text{Cs}$, $2 \times \text{Rb}$
- Celkem vypuštěno 28 družic
9 blok II a 19 blok IIa
- Hmotnost před startem 1 816 kg
- Nosič na oběžnou dráhu raketa Delta II
- Životnost 7 let
- Vysílané signály L1 s kódem C/A a P, L2 s kódem P
- Funkčnost bez kontaktu s OSC je **14 dní (blok II)** a **180 dní (blok IIa)**

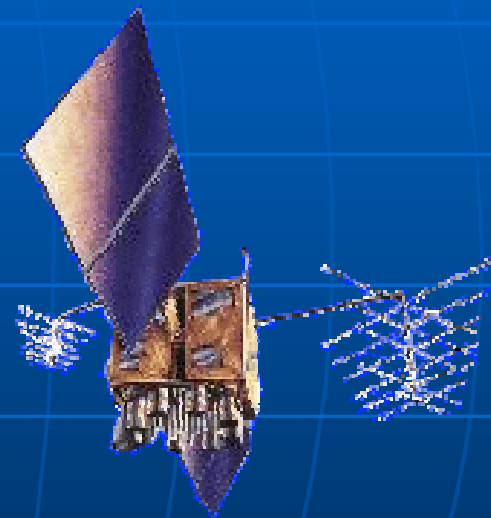


GPS

kosmický subsystém – Blok IIr



- Výrobce General Electric
- Družice vypouštěny v letech 1997 – 2004
- Počet atomových hodin $3 \times Rb$
- Celkem vypuštěno 12 družic
- Hmotnost před startem 2 032 kg
- Nosič na oběžnou dráhu raketa Delta II
- Životnost 10 let, dosud všech 12 v oběhu
- Vysílané signály L1 s kódem C/A a P, L2 s kódem P(Y)
- Funkčnost bez kontaktu s OSC je **>180** dní



GPS

kosmický subsystém – Blok IIr - M



- Výrobce Lockheed Martin
- Téměř identické s blokem IIR
- Zvyšují výkon vysílacích signálů
- Zavádějí kód M - vojenský kód s lepšími šifrovacími způsoby
- Kód pro civilní uživatele **C/A bude** nově **vysílán** i **na** frekvenci **L2** což zpřesní výsledky pro **civilní sektor** na **1-3m** (zpřesnění se dosáhne měřením C/A kódu na obou frekvencích a tím lepším korekcí ionosférické refrakce)
- První družice vypuštěna v září 2005
- Plné modernizace by mělo být dosaženo v letech 2010 - 2014
- Vysílané signály L1 s kódem C/A, P(Y) a M, L2 s kódem C/A, P(Y) a M

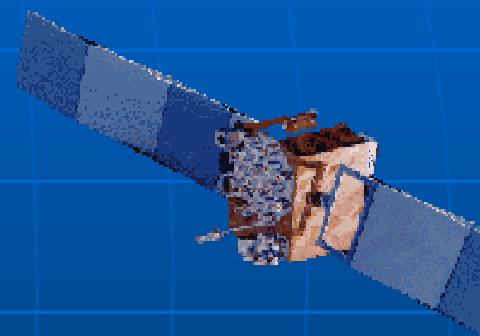


GPS

kosmický subsystém – Blok II



- Vývoj zajišťuje Boeing
- Celkem v plánu 33 družic
- Plánovaná životnost 15 let
- Vysílány budou všechny předchozí signály + zavedou novou civilní frekvenci L5
- Budou obsahovat digitální atomové hodiny
- Předpokládaný start vypouštění družic tohoto bloku je konec roku 2006

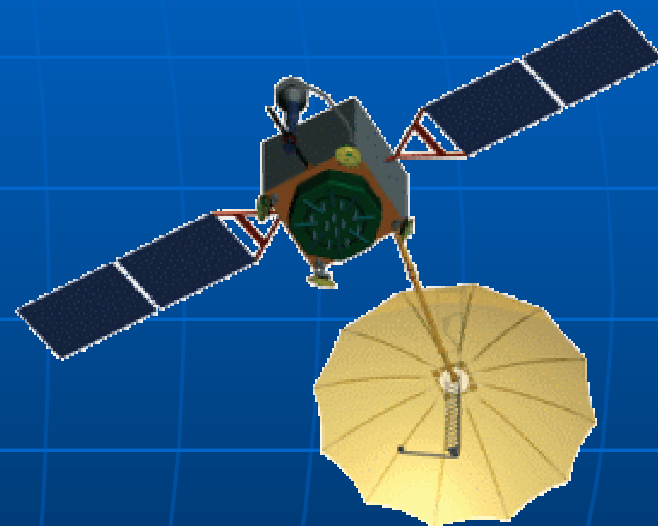


GPS

kosmický subsystém – Blok III



- Návrhy družic zpracovávají firmy Boeing a Lockheed Martin
- Plná operační schopnost by měla být dosažena po roce 2020
- Důraz bude kladen na zesílení výkonu a šifrování vysílaných signálů, delší životnost a spolehlivost
- První satelity by měly být vypouštěny v roce 2009

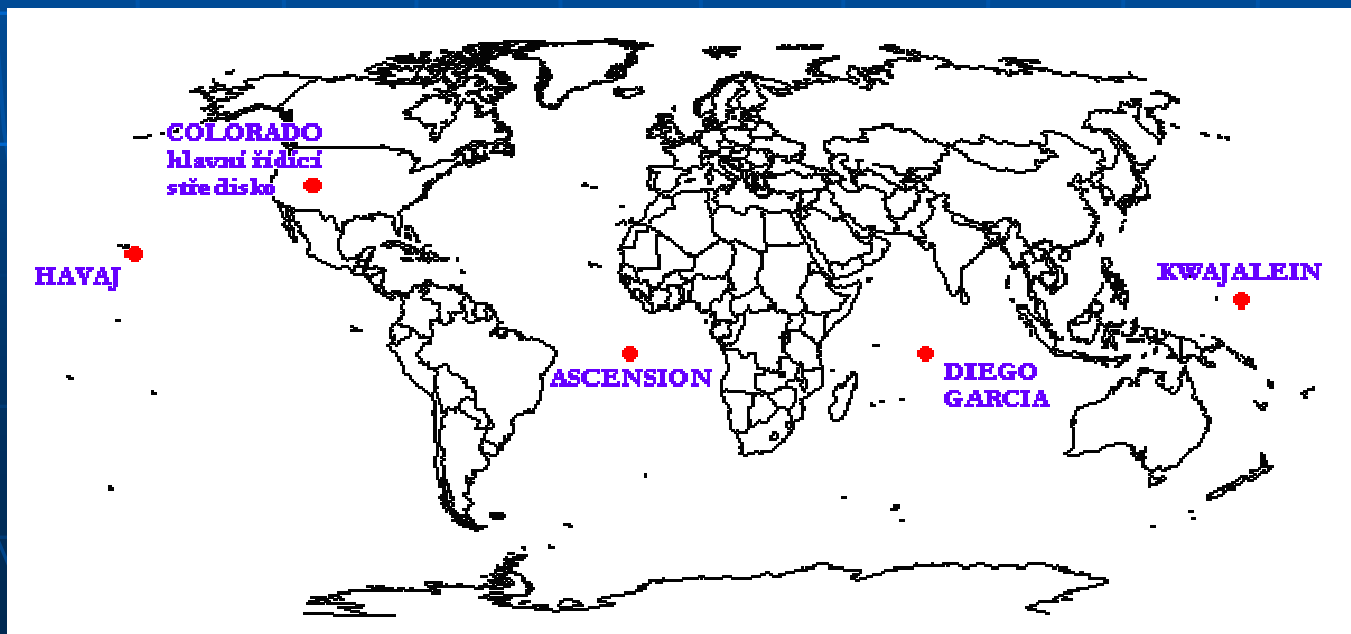


GPS

řídící subsystém



- Hlavní řídící středisko - MCS v Colorado Springs
- Monitorovací stanice - Kwajalein, Diego Garcia, Ascension, Cape Canaveral, Hawai
- Při každém průletu družice nad těmito stanicemi se měří signál a matematicky se modeluje přesná poloha. Korekce dráhy letu jsou poslány zpět k družicím.



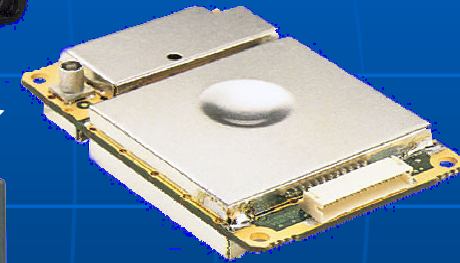
GPS

uživatelský subsystém



- **Přijímače GPS**

- Ruční
 - Mapové
 - Nemapové
- Námořní
- Aplikační
- Letecké
- Pro PDA
- Automobilové



SPS

standart positioning service



- Základní služba GPS – pro civilní sektor
- Používání GPS je bezplatné hrazeno vládou USA, která dovoluje využívat systém pro vojenské a civilní používání
- Využívá signál L1 (1575,42 MHz) modulovaný C/A kódem s navigačními daty
- Průměrná odchylka se liší především v závislosti na typu přístroje a pozici umístění přístroje/satelitů
- Odchylka je průměrně:
 - Vertikální směr: 5 – 16 m (max. 40 m)
 - Horizontální směr: 3 – 8 m (max. 19 m)
- Po přidání S/A odchylka až 100 m

PPS

precision positioning service



- Určené pro armádní a autorizované uživatele
- Využívá signál L1 (1575,42 MHz) a P-kód a dále signál L2 (1227,60 MHz) a modulovaný šifrovaným P-kódem (nazývaný jako Y-kód) s navigačními daty
- Odchylka je průměrně:
 - Vertikální směr: 1 – 4 m (max. 7 m)
 - Horizontální směr: 1 – 3 m (max. 5 m)

GPS

parametry signálu



- Každá družice vysílá signály na dvou základních frekvencích:
 - L1 = 1575,42 MHz (vlnová délka cca 19 cm)
 - L2 = 1227,60 MHz (vlnová délka cca 24,4 cm)

- Lze je popsat vztahem:

$$s(t) = C(t) \cdot D(t) \cdot \sin(2\pi L_1(t)) + P(t) \cdot D(t) \cdot \cos(2\pi \cdot L_1(t)) + P(t) \cdot D(t) \cdot \cos(2\pi L_2(t))$$

- Signál obsahuje nosné vlny modulované kódy **C(t)**, **P(t)** a navigační zprávu **D(t)**
- Kódy a data nabývají hodnot +1, -1 a jedná se tedy o modulaci s binárním fázovým klíčováním (**BPSK**)
- Data D(t) slouží k přenosu parametrů drah družic (efemerid) z nichž se v přijímačích určuje poloha družic (x,y,z)
- Efemeridy jsou dvojího druhu:
 - broadcast (přibližné) - vysílané v kódu D(t)
 - precise (přesné) - poskytuje je IGS (inerciální systém) a jsou nutná pro přesná geodetická měření na větších územích

GPS

parametry signálu – C/A kód



- C/A kód - Coarse Acquisition (kód pro hrubé měření)
- C/A - Clear Access (volný přístup) – V přijímači jej lze generovat bez spolupráce se správcem systému a je tedy přístupný všem
- Ostré minimum autokorelační funkce zajišťující měření vzdáleností. Vzájemné korelační funkce dvou různých kódů mají malé hodnoty čímž je docíleno dobré oddělení signálů družic
- Perioda kódu je 1ms a obsahuje 1023bitů (1,023 Mbps)
- Jeho přesnost ve vodorovné rovině činí 53 m (důvod zavedení výběrové dostupnosti – SA)

GPS

parametry signálu – P kód



- P kód = přesný kód (Precision nebo Protected)
- 10x vyšší bitová rychlost než u kódu C/A tj. 10,23Mbps
- Pseudonáhodná posloupnost maximální délky s periodou přibližně 266 dnů (23 017 555,5 s)
- Perioda obsahuje 235,46959.10¹² bitů, ale využívá se z ní pouze sedmidenní část
- Kód se nuluje do výchozího stavu o půlnoci ze soboty na neděli
- Rychlejší a delší P kód umožňuje větší kmitočtové rozprostření signálu a tudíž i přesnější měření
- Měří se na obou frekvencích L1 a L2 a tím se podstatně omezí vliv ionosférické refrakce
- Chyba měření polohy v horizontální rovině je max. 21 m

GPS

parametry signálu – Y kód



- V 90. letech uvolněn algoritmus P kódu
- S P kódem šlo dosáhnout přesnosti až 3 m – utajováno
- Přegenerování P kódu na Y kód z bezpečnostních důvodů
- Kódování je označováno A-S (Anti-Spoofing)
 - A-S byl zaveden 31.1.1994
 - znemožňuje i imitování družice nepřitelem
- Dekódování je možné pouze při znalosti šifry (W kód) a je dostupné jen autorizovaným uživatelům

GPS

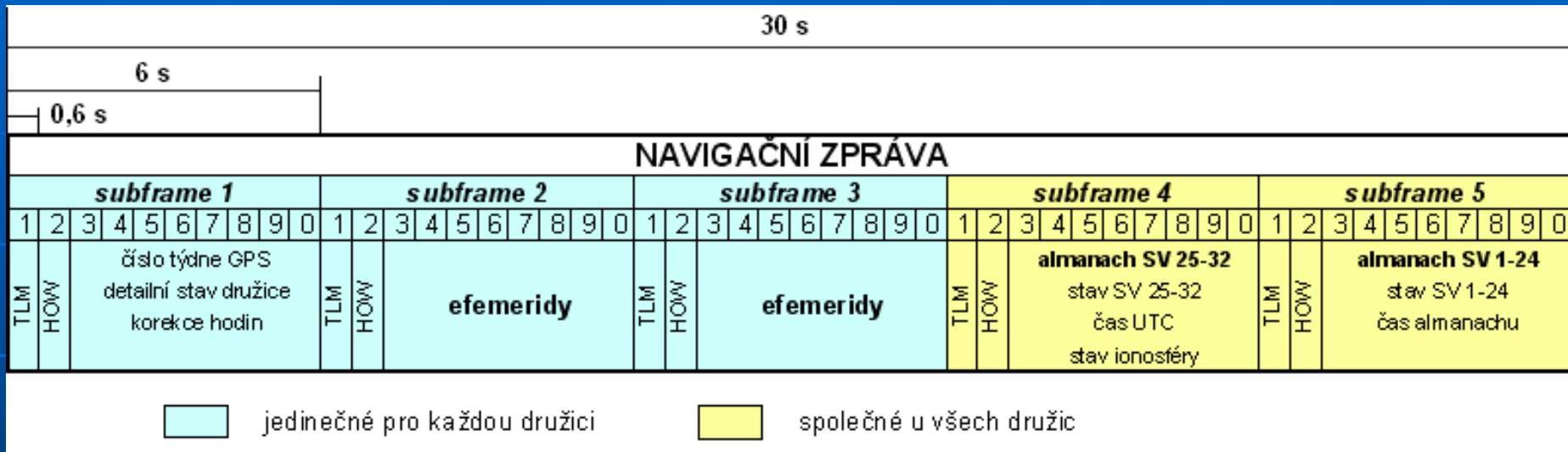
parametry signálu – D kód



- D kód – Navigační zpráva
- Obsahuje informace o telemetrii, dráze jednotlivých družic a nejrůznější korekční data
- Je vysílána frekvencí 50 Hz, její délka je 1 500 bitů a skládá se z pěti částí (subframů), každé po 300 bitech
- Jednotlivé subframy jsou tvořeny desítkou třicetibitových slov
- Slova jsou určena především pro navigační data, ale najdeme zde i nejrůznější vojenská data, kontrolní údaje, telemetrické údaje, data o stavu družic, informace o stavu ionosféry a další údaje.

GPS

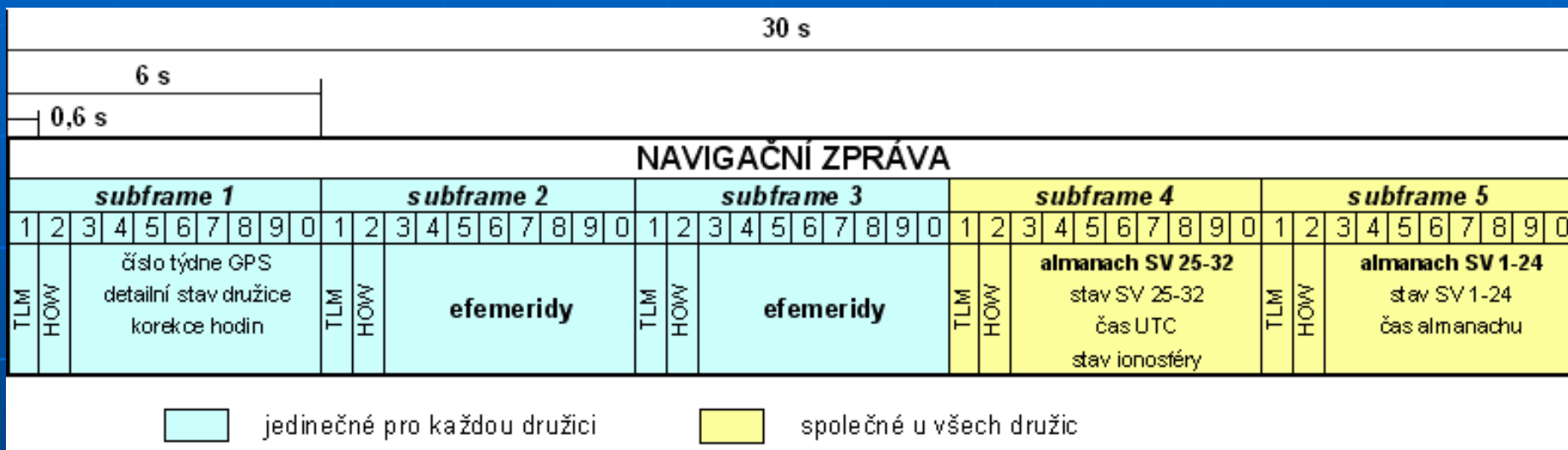
parametry signálu – struktura navig. zprávy



- **TLM** – telemetrické slovo - nese synchronizační vzor a diagnostické zprávy
- **HOW** (hand-over word) - kromě identifikačních údajů subframu a nejrůznějších indikátorů nese i časovou hodnotu **TOW** (time of week) platnou pro začátek dalšího subframu
- **TOW** hodnota představuje počet časových úseků dlouhých 1,5 s uplynulých od začátku týdne GPS

GPS

parametry signálu – struktura navig. zprávy



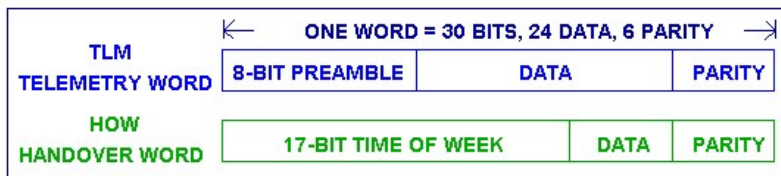
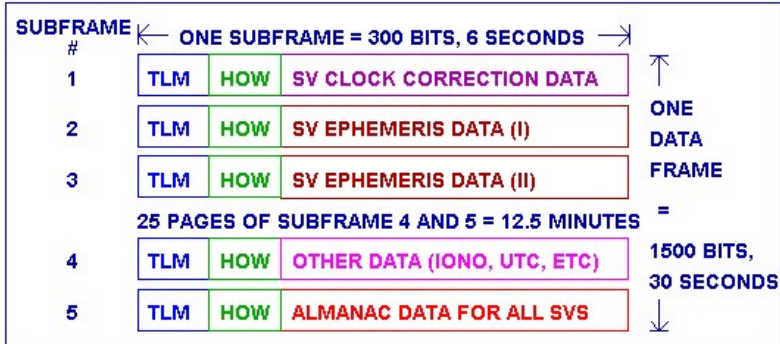
- Čtvrtý subframe je rezervován pro vojenské údaje
 - Řeší problém almanachu nových typů družic
- Efemeridy – parametry drah družic z kontrolního segmentu
- Almanach – data o drahách a polohách ostatních družic

GPS

parametry signálu



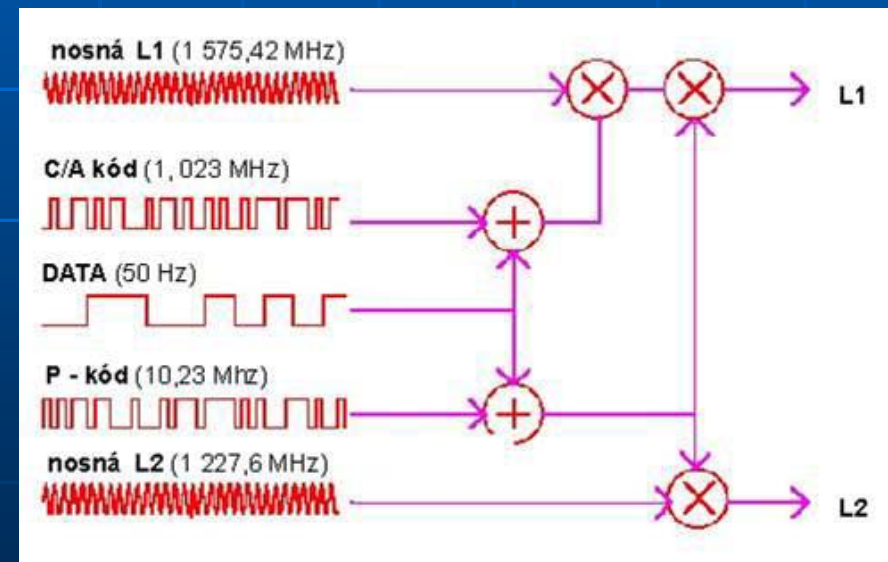
- Datové rámce GPS



GPS NAVIGATION DATA FORMAT

P HDANA 10/92

- Vznik signálu

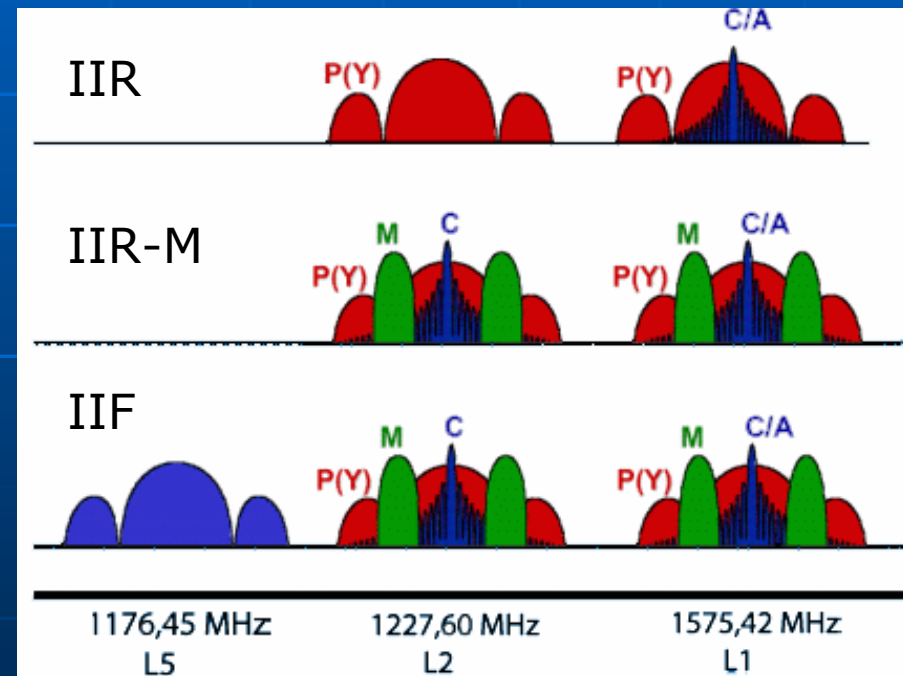


GPS

budoucnost kódů



- Zavedení nového civilního C kódu, který bude modulován na frekvenci L2 společně se stávajícím P kódem
 - Kmitočet L2 umožňuje korigovat ohyb v ionosféře a tím snížit chybu až na 5 m
- Pro oblast vojenskou je zaveden nový kód M (Military), který je silněji šifrován
- Vytvoření nové frekvence L5 = 1176,45 MHz – určena především pro využití v oblasti bezpečnosti letecké dopravy



GPS

budoucnost kódů



- M kód při využití systému DPGS má mít chybu kolem 1 m až 30 cm
- Zvýšení vysílacího výkonu (od IIR-M)
- Uvažovalo se o rozšíření družic na 30–36 - nepravděpodobné
- Částečná operační schopnost (alespoň 18 družic nové technologie) bude nejdříve v r.2008
- Úplná operační schopnost (24 družic s podporou nových technologií) po roce 2010

GPS

budoucnost kódů – L5 - kód F



- Frekvence L5 bude zavedena nástupem družic bloku IIF to budou léta 2012-2013 a 2015
- Měla by být modulována kódem F (Fine) s bitovou rychlostí jako P - 10,23Mbps, měl by mít však podstatně kratší periodu – 1ms
- Rychlý kód F bude mít lepší korelační vlastnosti, které povedou k redukci chyb způsobených mnohacestným šířením signálu
- Ve fázové kvadratuře by měla být na kmitočtu L5 vysílána nemodulovaná nosná vlna, která by umožnila přesná fázová měření
- Přesnost měření polohy na L5
 - 50 cm při kódových měřeních
 - 5 cm při fázových měřeních
 - Speciálními přijímači s dodatečným zpracováním korekcí (postprocessing) by se mělo dosáhnout chyb kolem 5 mm

GPS

vznik nepřesnosti



- Ohybem v ionosféře 4,0-10 m
- Ohybem v troposféře 0,7 m
- Chodem hodin 2,0 m
- Šum 0,5 m
- Efemeridy 2,1 m
- Vlastní přijímač 0,5 m
- Odražené signály 1,0 m
- Celková max. chyba je tedy cca **15 m**

GPS

metody zpřesnění



- Průměrování
- Výběrová dostupnost (Selective Availability)
- AGPS (Assisted GPS)
- DGPS (Different GPS)
- WAAS, EGNOS (ESTB), MSAS

Průměrování



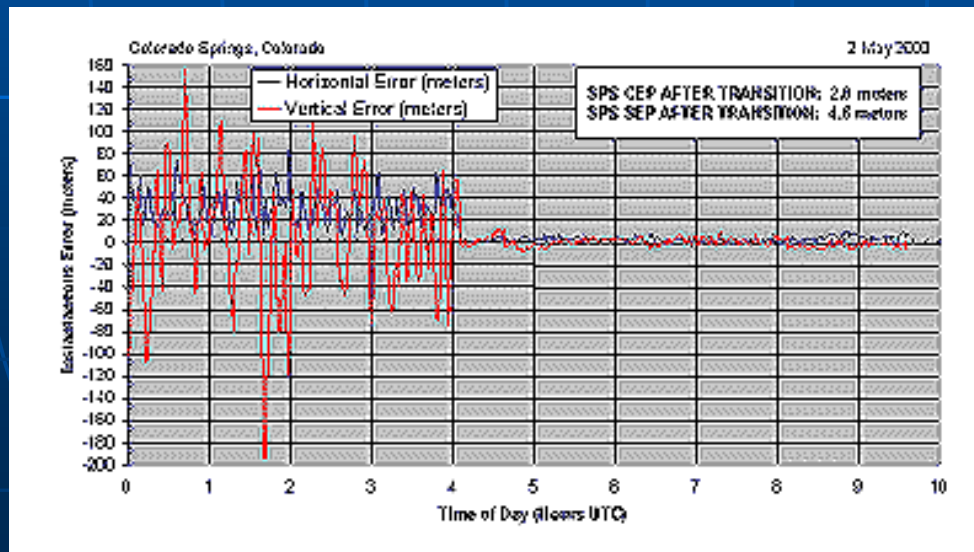
- Opakované měření a vytvoření průměru
 - Vyšší dosažitelná přesnost
 - Pomalost – nevhodné pro vozidla

Výběrová dostupnost

selective availability



- Chyba byla záměrně vyvolána zhoršováním přesnosti měření manipulováním se signálem družic
- Pokud byste určovali po delší dobu jeden bod, bude se jeho poloha měnit s přesností 64 až 100 m
- 1.5.2000 byl vliv SA zrušen

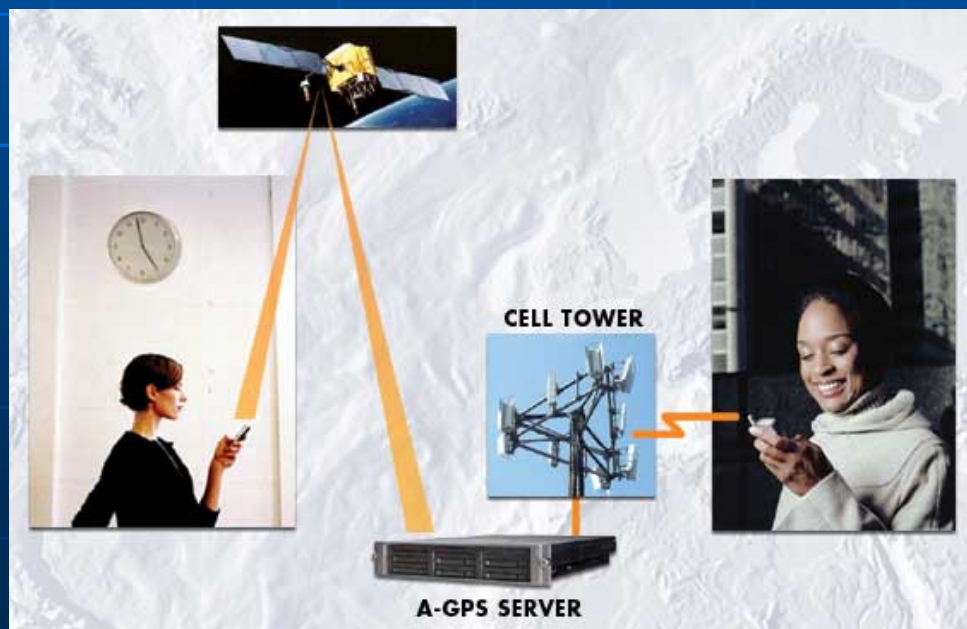


A-GPS

assisted GPS



- Verze GPS použitelná v mobilních zařízeních
- Rychlejší zjištění polohy
- Dostupnost i v místech kde není signál GPS
- Komunikace s lokalizačním serverem přes IP – např. přes GPRS
- Nové služby
 - Napojení na systém záchranné služby
 - Lokalizace spojená s textovými službami



DGPS



Příjem diferenčních korekcí vysílaných stacionárním vysílačem

- Vysíláno pomocí terestrických vysílačů, majáků, atd...
- Nutnost dalšího přijímače
- Časté zpoplatnění služeb
- Dnes již překonáno (**WAAS-EGNOS**)
- Vyšší přesnost **1-5m**

DGPS

WAAS, EGNOS, MSAS



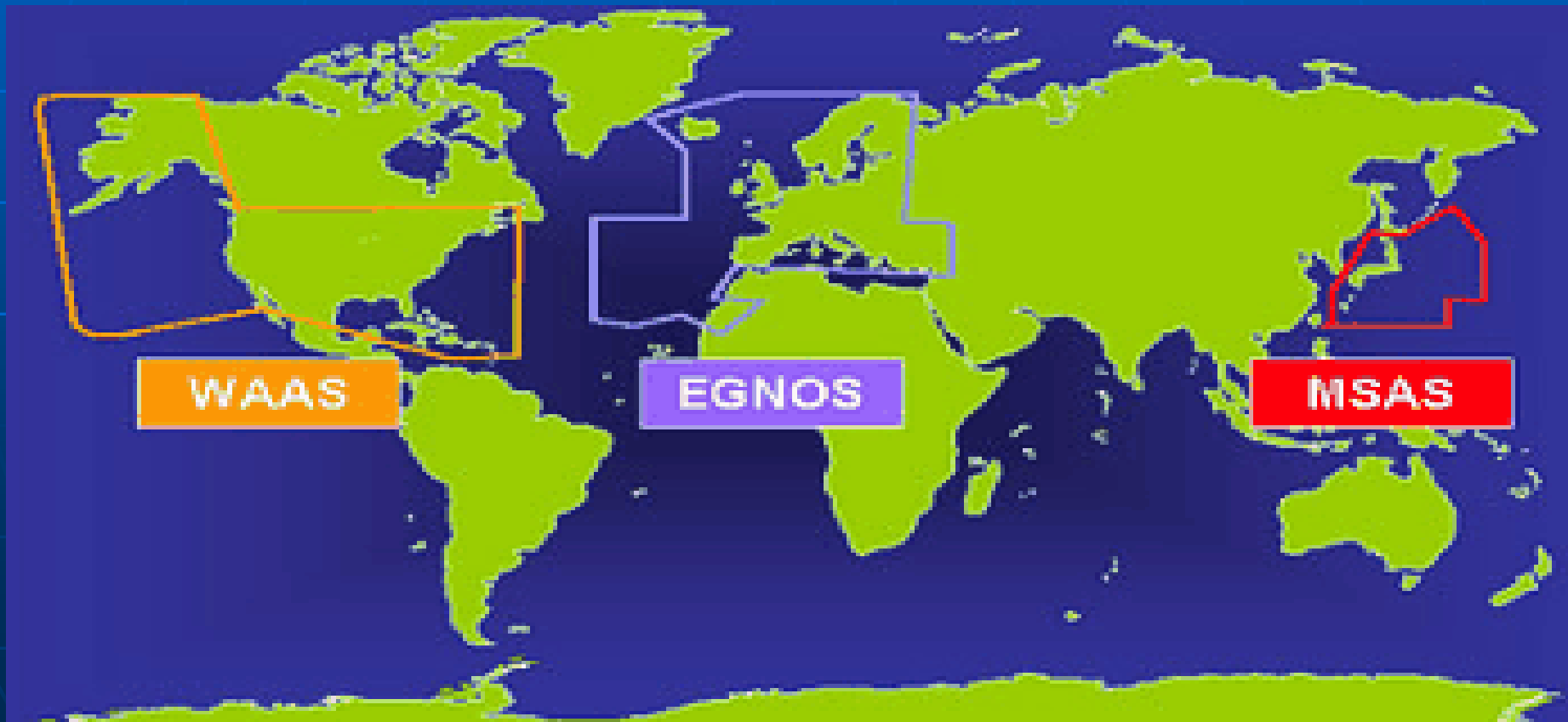
- Družicový vysílač diferenčních korekcí (modernější varianta DGPS)
- **Bezplatné**
- Kompatibilní s přijímači GPS
 - Není potřeba dalšího zařízení
- Plánováno je několik systémů
- **3 základní družicové systémy**
 - WAAS – Amerika
 - Wide Area Augmentation Service
 - EGNOS – Evropa
 - European Geostationary Navigation Overlay Service
 - MSAS – Asie
 - Multi-Functional Satellite Augmentation Service

DGPS

WAAS, EGNOS, MSAS



V současnosti je plně v provozu pro území Ameriky



Galileo

informace o projektu



- **Globální navigační satelitní systém (GNSS)** evropské unie
- Společný projekt EC a ESA + soukromého sektoru
- Vznik od roku 2004 ze systému EGNOS
- Civilní GNSS
- Největší projekt Evropské Unie

Galileo

členové projektu a financování



- Členové podniku „GALILEO“
 - EC – Právní odpovědnost
 - ESA – Technická odpovědnost
 - Komerční sektor + řešitelé projektů – technický vývoj, výstavba
- Finanční podílníci „GALILEA“
 - Rozpočet EU a ESA
 - Výstavba komerčním sektorem
- Provoz „GALILEA“
 - V komerčním sektoru – držitel koncese vydané EU

Galileo

vlastnosti systému



- Zaručená dostupnost signálu
Důvodem je provoz v civilním sektoru
- Přesnost systému
2m Galileo, 15m GPS
- Schopnost lokalizace v budovách, v těžko přístupných místech i v tunelech
- Kompatibilita a interoperabilita s GPS a GLONASS

Galileo

kosmický subsystém



- Ve výstavbě
- Celkem **27 družic + 3 záložní**
- Celkem 3 oběžné dráhy
- Pracovní frekvence 1,2 a 1,5 GHz
- Rok 2005 – vypuštění 1. testovací družice

Galileo

pozemní subsystém

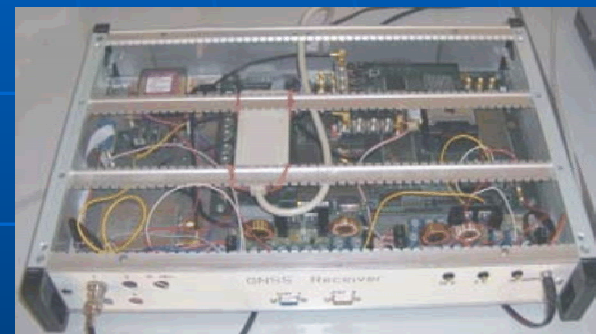


- Výstavba základen v letech 2006-8

- Rozvoj pozemské infrastruktury
- Doplnování kosmického sektoru

- Vize přijímačů

- 1. experimentální přijímač ČVUT FEL
- Duplexní provoz (záchranné funkce, vyhledávání)
- Přijímače komunikující se sítěmi GSM a UMTS
- Schopnost přijímat zároveň GPS



Galileo

služby



- Služby kosmického segmentu
 - Open Service (OS) – veřejně přístupná služba
 - Safety of Life (SoL) – služba se zárukou bezpečnosti
 - Commercial Service (CS) – komerční služba
 - Public Regulated Service (PRS) – vyhrazená služba
 - Search and Rescue (SAR) – služba pátrání a záchrany
- Služby EGNOS
- Služby s místní (lokální) podporou
- Kombinované služby

Galileo

projekty MD



- Experimentální přijímač GNSS – *ČVUT FEL*
- Řízení a zabezpečení železniční dopravy na nekoridorových tratích s využitím družicové navigace – *AŽD Praha*
- Informační systém pro přepravu nebezpečných věcí využívající systém GNSS – *CVUT FD*
- Optimalizace řízení silniční dopravy využitím družicových systémů – *Eltodo*
- Monitorování a řízení pohybu pohyblivých objektů po pohybové ploše letiště pomocí GNSS – *CVUT FD*

GNSS

aplikace a využití



- Dopravní systémy
- Navigační systémy
- Záchranářství
- Zabezpečení a informace
- GEO systémy
- Zeměměřičství
- Precizní zemědělství

Aplikace GNSS

dopravní systémy



- GPS přijímač pro zaměření polohy + datová komunikace GSM/GPRS/UMTS apod...
- Řízení a sledování MHD, preference křižovatek
- Spediční služby, přehled o poloze vozidel
- Elektronické mýtné
- Efektivita plánování logistických tras + kontrola projeté trasy řidiče
- Sledování polohy mobilních zařízení po letištní ploše

Aplikace GNSS

navigační systémy



- Turistické navigační přístroje
mapové/nemapové
- Navigační systém v automobilu
automatické plánování a navádění
po trase
- Letecké navigační přístroje
Sledování polohy, řízení autopilota,
automatické starty/přistání
nepilotovaných raket

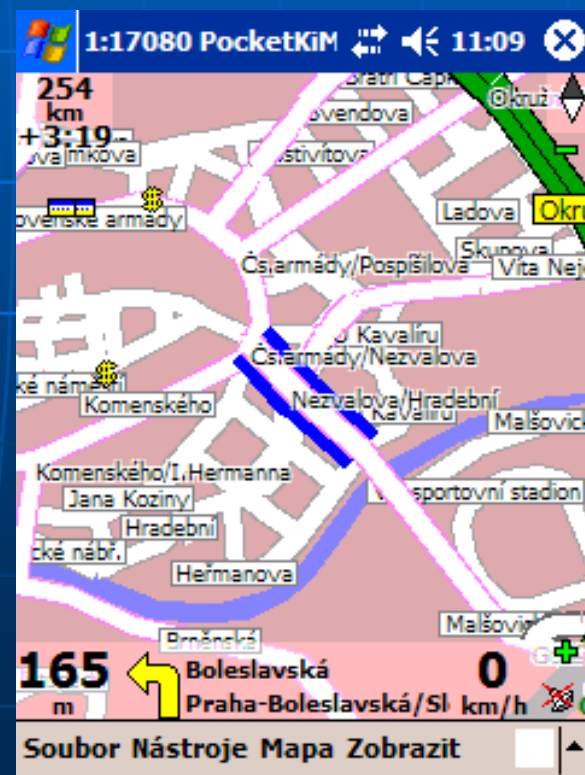


Aplikace GNSS

navigační systémy ve vozidlech



- Vestavěné přístroje kombinované s palubním počítačem
- PDA / notebook + GPS modul
- Grafická i hlasová navigace
- Přibližné sledování trasy ze senzorů vozidla při nedostupnosti družicového signálu



Aplikace GNSS

ukázka navigace v Infomapě 12



The screenshot displays a navigation application window titled "Satelitní navigace" overlaid on a map of Prague. The map shows a route in orange and a current position marked with a blue dot. A data box on the map provides the following information:

50°04'53.3" sš.; 14°35'42.7" vd.; Čas : 12:03:22;
Rychlost : 47.6 km/h; Nadm. výška : 235.2 m;

The navigation control panel includes the following elements:

- Zdroj dat:**
 - GPS přijímač
 - Soubor
- Cíl dat:**
 - Ukládat data do souboru
 - Zobrazovat data do mapy
- Aktuální pozice:**
 - Šířka +050°04'53.320" Rychlost 47.60km/h
 - Délka +014°35'42.641" Kurs 275.90
 - Výška 235.20 Čas 12:03:22
- Buttons:** Stop, Nastavení, Opust, Náповěda
- Options:**
 - Terminál
 - Okno vždy viditelné
- File Path:** ... \InfoMapa 12 \aaa.gps

At the bottom of the screen, a status bar shows: Katastr: Běchovice Obec: Praha 50°04'37.0" sš., 14°35'59.7" vd. 1 : 6000

Aplikace GNSS

ukázka nepřesné navigace



The screenshot shows a navigation application interface. A map displays a city area with a highlighted orange route. A dialog box titled "Satelitní navigace" is open, showing the following data:

Zdroj dat		Cíl dat	
<input type="radio"/>	GPS přijímač	<input type="checkbox"/>	Ukládat data do souboru
<input checked="" type="radio"/>	Soubor	<input checked="" type="checkbox"/>	Zobrazovat data do mapy
Aktuální pozice			
Šířka	+050°05'14.824"	Rychlost	35.74km/h
Délka	+014°26'30.416"	Kurs	272.20
Výška	208.00	Čas	12:20:31

Buttons in the dialog box include: Stop, Nastavení, Opust, Náповěda, Ulož značku, Terminál, and Okno vždy viditelné. The file path at the bottom is "...\InfoMapa 12\aaa.gps".

Aplikace GNSS

záchranářství



- Sledování a vysílání polohy, bez displaye
- Duplexní provoz přes GSM, UMTS
- V případě ohrožení automatické informování záchranných složek s udáním polohy



Aplikace GNSS

zabezpečení a informace



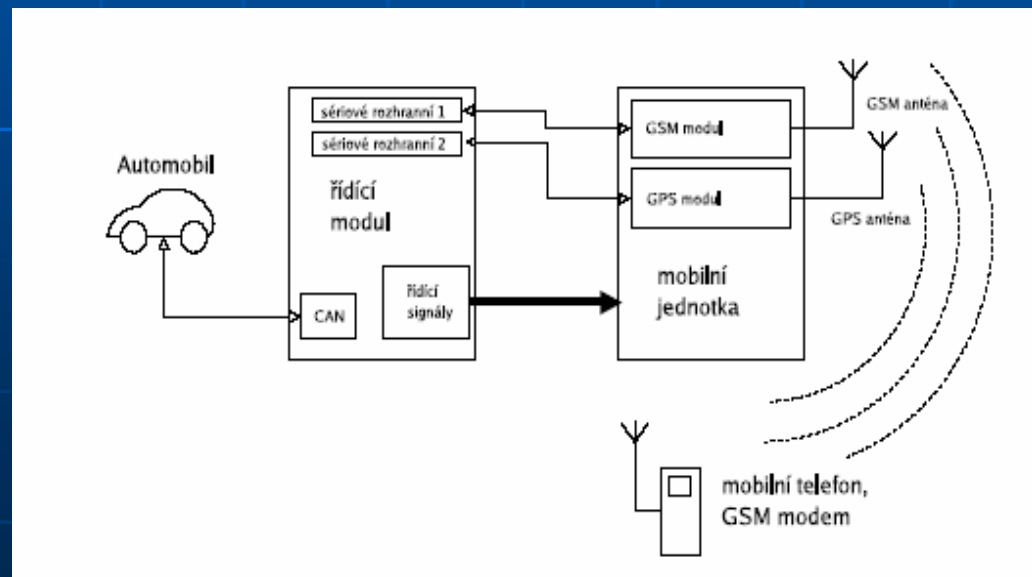
- Omezení elektronické komunikace na určitou oblast
- Lokální informační zprávy podle polohy GNSS přijímače
- Sledování pohybu nebezpečných nákladů
- Lokalizace a vyhledávání odcizených vozidel (Sherlock, ...)

Aplikace GNSS

sledování polohy



- Sledování polohy vzdáleného vozidla prostřednictvím mobilní sítě (datová komunikace, GPRS, SMS)
- Sledování vozidel v reálném čase
 - slouží k okamžitému přenosu informací o pohybu, umístění v čase např. policejních či záchranářských týmu
- Pasivní sledování vozidel
 - např. pro sledování firemního vozového parku současně se záznamem trasy do paměti zařízení a s dostatečnými kontrolními možnostmi, s výstupy pro knihy jízd



Aplikace GNSS

GEO systémy



- Sledování pohybu zemských těles
- Předcházení zemětřesení, měření pohybu zemské kůry
- Sledování směrů a pohybu ledovcové masy



Aplikace GNSS

zeměměřičství



- Zaměřování a nivelace pomocí GNSS
- Určení polohy triangulace
- Výstavba silnic a dálnic
- Úprava těles dopravních cest



Aplikace GNSS

precizní zemědělství



- Inteligentní půdní hospodaření
- Zvýšení výnosů
- Rozbor ornice, oblast vzorku
- Přídavné hnojení podle nedostatku živin ve vzorku dle oblastí
- Řízení chemického ošetřování
- Sledování osevu půdy





Přenos dat z GPS přijímače

- **Fyzická vrstva:**
 - RS-232
 - USB
 - Bluetooth
 - IrDA
- **Přenosové protokoly:**
 - GARMIN GPS interface
 - NMEA 0183
 - RTCM SC-104
 - RINEX (pro postprocessing)
 - TEXT
 - None (znemožňuje jakoukoli komunikaci)

GARMIN GPS interface



- Podporuje komunikaci s jiným **GPS** GARMIN nebo s **PC**
- Specifický formát používaný přijímači GARMIN k přenosu dat pomocí rozhraní RS-232
- Přenášená data:
 - Waypoint (traťový bod)
 - Route (cesta)
 - Tracklog (záznam prošlé trasy)
 - Proximity waypoints (10 nejbližších bodů)
 - Satellite almanach (parametry oběžných drah družic..)

NMEA



National Marine Electronics Association

- Standard pro rozhraní a komunikační protokol přístrojů užívaných v námořnictví
- RS-232
- Protokol
 - **Složený** – bloky 37bytů ASCII textu(NMEA 0182,0183)
 - **Jednoduchý** -jednotlivě vysílané byty (NMEA 0180)
- 4800bdps
- **Textové** informace ve větách
- Kompatibilita s mnoha mapovými softwary (Route 66, Infomapa, Geobáze, Quo Vadis,...)
- Data jsou přenášena po řetězcích (větách) v textovém ascii formátu

Příklad výstupu dat z GPS:

```
$GPRMC,080857.705,A,5002.2814,N,01545.3594,E,0.15,324.32,260105,,*05
```


TEXT



- Textový zjednodušený
- Nese:
 - Aktuální datum
 - Aktuální čas
 - Souřadnice
 - Výšku
 - Rychlost pohybu

RTCM SC-104

(Radio Technical Commission for Marine Services)



- Komunikační protokol pro příjem DGPS
- Standard pro přenos diferenčních korekcí v reálném čase (Real Time)

RINEX

(Receiver Independent Exchange format)

- Výměnný formát zaznamenaných dat
- Určeno pro postprocessing ze speciálních GPS aparatur pro mapování a geodezii.
- Umožňuje zpracovávat data z GPS různých výrobců

Zdroje



- Radiové určování polohy-systém GPS, FEL, 1986, Vejražka
- www.google.com
- www.morfeo.cz
- europa.eu.int
- radio.feld.cvut.cz
- www.popularis.cz
- www.skyfly.cz
- www.beruna.cz
- www.agroweb.cz
- www.leica-geosystems.com
- <http://www.cdesign.cz/h/Clanky/AR.asp?ARI=84>
- [http://dce.felk.cvut.cz/dolezilkova/diplomky/2005/dp_2005_cer
ny_miroslav/dp_2005_cerny_miroslav.pdf](http://dce.felk.cvut.cz/dolezilkova/diplomky/2005/dp_2005_cer
ny_miroslav/dp_2005_cerny_miroslav.pdf)

Dotazy



„Ptejte se nás na co
chcete, my Vám na co
chceme odpovíme.“ ☺

Poděkování



Doufáme, že Vás
prezentace zaujala

Děkujeme za pozornost