



Satelitní navigace

2.1.2008

(c) Marek Med, Ondřej Žížka 2006

1

GPS

- ◆ **Specifikace, historie a vznik GPS**
- ◆ **Technická realizace**
 - Segmenty GPS systému
 - Signál a jeho zpracování
- ◆ **Satelity**
 - jejich počet, druhy a rozdíly
 - oběžné dráhy
- ◆ **Přijímače – uživatelská zařízení**
 - typické uspořádání přijímače
 - popis jednotlivých částí



- ◆ **Přesnost GPS**

- činitel zhoršení přesnosti
- diferenční GPS

- ◆ **GPS v praxi**

- aplikace systému
- dostupnost služby

- ◆ **Stav a budoucnost systému**

- Momentální stav a plánovaná zlepšení

Specifikace, historie a vznik

- ◆ **GPS** – **G**lobal **P**osition **S**ystém
- ◆ Nese též označení NAVSTAR (Navigation System usign Time And Range)
- ◆ vojenský navigační družicový systém provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických, který dokáže s několikametrovou přesností určit pozici kdekoliv na Zemi.
- ◆ Vývoj zahájen 1973
- ◆ Měl být zprovozněn 1987, z důvodu havárie Challengeru se vypouštění družic zpozdilo
- ◆ Plně funkční a dostupný 17. 1. 1994, vypuštěno všech 24 satelitů, z toho 3 záložní
- ◆ Provoz GPS stojí ročně asi 400 milionů dolarů

Technická realizace

- ◆ Segmenty GPS:
- ◆ *Kosmický segment*
 - Je tvořen 21 družicemi a 3 záložními
 - Jsou umístěny po 4 v 6 oběžných rovinách posunutých o 60 stupňů
 - Oběžné roviny mají sklon k rovníku – inklinaci 55 stupňů
 - Výška drah je přibližně 20.200km, rychlost družic 11 300 km/h
 - Oběžná doba je 11h 58min, pozemský pozorovatel vidí každý den stejnou dráhu, družice vychází vždy o 4min dříve.
 - U nás je zajištěno krytí alespoň 7 družicemi po 24h, při minimálním přípustném elevačním úhlu 5 stupňů může být vidět až 10 družic.

◆ *Řídící segment*

- Tři typy stanic:

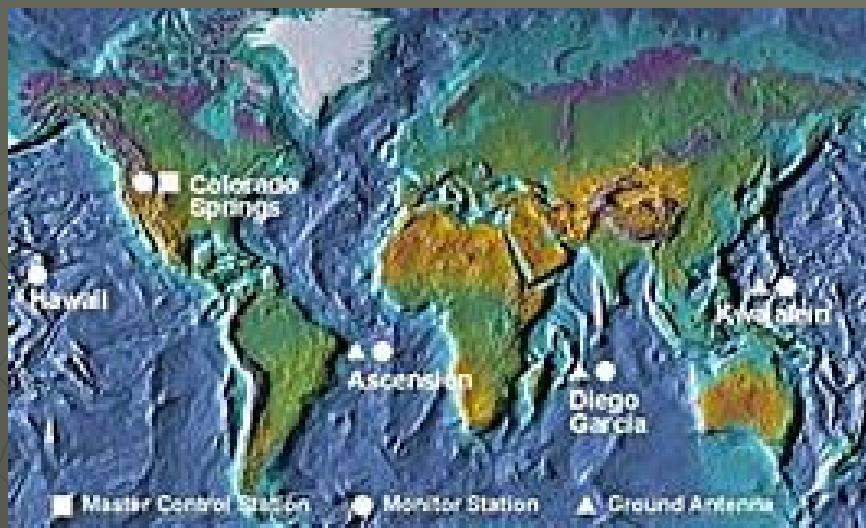
- Hlavní řídicí stanice MCS – Master Control Station
Nachází se na letecké základně v Colorado Springs, kde je též jedna monitorovací stanice

- Monitorovací stanice - pasivně sledují družice a předávají data, která předávají MCS, kde jsou vypočteny *efemeridy* – parametry drah a hodin družic, tyto parametry jsou pomocí komunikačních stanic předány družicím, které je vysílají uživatelům

Celkem 5 MS, další jsou Havaj, Kwajalein (v Pacifiku), Diego Garcia (Indický oceán), Ascension (Atlantik)

- Komunikační stanice

komunikaci s družicemi - Kwajalein, Diego Garcia, Ascension



- ◆ *Uživatelský segment*

Vlastní GPS přijímač = přijímač signálu s rozprostřeným spektrem (spread spectrum) přijímá

- signál z 3-12 satelitů, tím je dána přesnost
- Pro určení polohy 3 signály
- Pro určení výšky 4 signály
- Pro čas stačí 1 signál

Signál a jeho zpracování

- ◆ Družice vysílají na dvou kmitočtech 1575,42Mhz a 1227,6Mhz
- ◆ Modulace je BPSK, tj. kódy a data nabývají +1 a -1, binární fázový klíč
- ◆ Nosné vlny jsou modulovány kódy umožňujícími měření vzdálenosti a vzájemné oddělení signálů jednotlivých družic C(t), P(t) a daty D(t)
- ◆ Minimální výkon na Zemi na lineárně polarizované anténě se ziskem 3dB je -160 dBW
- ◆ Ztráty v atmosféře jsou 2dB
- ◆ Maximum výkonu je -153dBW
- ◆ Výkon závisí na elevaci družice
- ◆ Kódy C(t) a P(t) jsou pseudonáhodné posloupnosti +1 a -1
- Modulace těmito kódy znamená přenos s rozprostřeným spektrem => lepší odolnost proti rušení
- S rychlostí kódu roste přesnost měření
- Díky použití kódu mohou družice pracovat na stejné frekvenci = kódový multiplex
- Kód C(t) – Goldův kód, rychlost je 1,023Mb/s, kód pro hrubé měření – C/A kód (Coarse Acquisition)
- Kód P(t) – Precision, perioda je asi 266 dnů, využívá se jen 7 dnů, kódy se nulují o půlnoci ze soboty na neděli, rychlost 10,23Mb/s

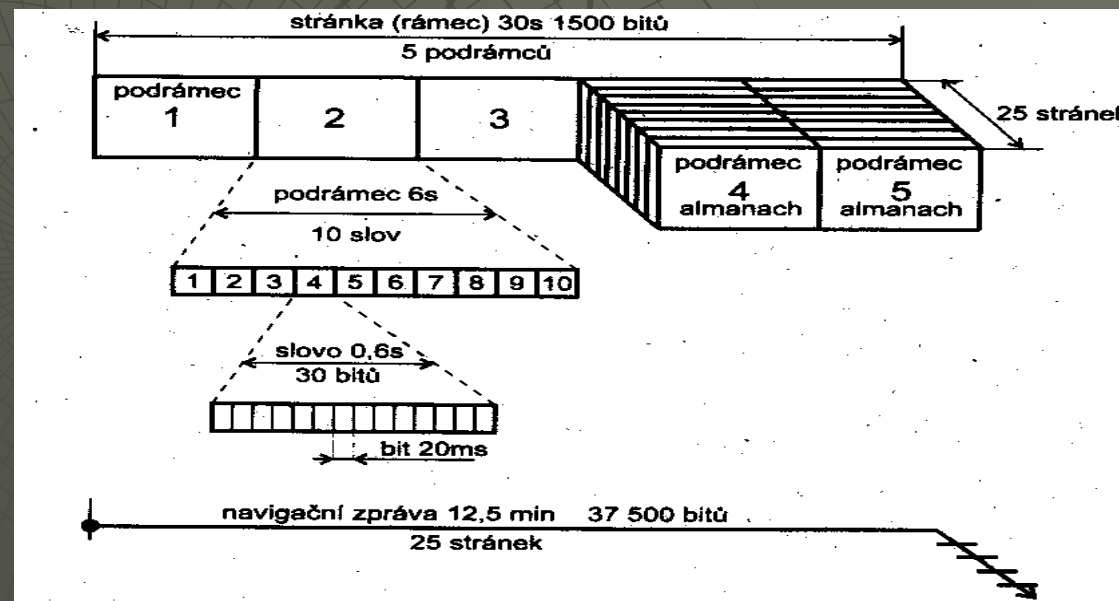
- Kód P je přesnější ze 2 důvodů:

- 1) Rychlejší a delší kód vede k většímu kmitočtovému rozprostření a zvyšuje přesnost měření
- 2) Uživatel může měřit na obou kmitočtech => podstatné omezení vlivu ionosferické refrakce

Tabulka jednotlivých zdrojů
chyb zdánlivé vzdálenosti
Kódu C/A i kódu P

Segment	Zdroj chyby	Podíl na UERE (1σ) [m]	
		kód C/A	kód P
Kosmický	Stabilita kmitočtového normálu družice	3,0	3,0
	Predikce perturbací družice	1,0	1,0
	Jiný	0,5	0,5
Řídicí	Chyba modelu predikce efemerid	4,2	4,2
	Jiný	0,9	0,9
Uživatelský	Ionosférická refrakce	5,0 - 10,0	2,3
	Troposférická refrakce	2,0	2,0
	Šum a rozlišovací schopnost přijímače	7,5	1,5
	Vícecestné šíření signálu	1,2	1,2
	Jiný	0,5	0,5
UERE (1σ) celkem [m]		10,8 - 13,9	6,6

- ◆ Data $D(t)$ = navigační zpráva obsahuje:
 - Čas vysílání počátku zprávy
 - Keplerovské efemeridy družice
 - Údaje umožňující korigovat přesně čas vysílání družice
 - Almanach (informace o poloze dalších družic a o jejich stavu)
 - Koeficienty ionosferického modelu
 - Stav družice
- ◆ Struktura navigační zprávy:



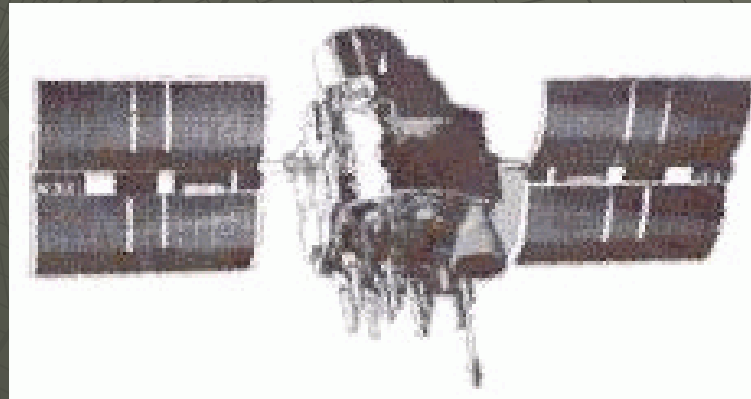
- Nav. zpráva umožňuje stanovit přesný čas, polohu družice, korekce na ionosférickou refrakci a stav družice, případně omezení
- Data v navigační zprávě jsou za normálních okolností platná 4 hod.
- Pro zabezpečení opravy chyb se využívá Hammingova kódu, který umožňuje opravu jedné chyby a indikaci maximálně 3 chyb, pro toto zabezpečení se využívá 6 bitů z každého slova

Satelite

◆ První družice byla vypuštěna v roce 1978

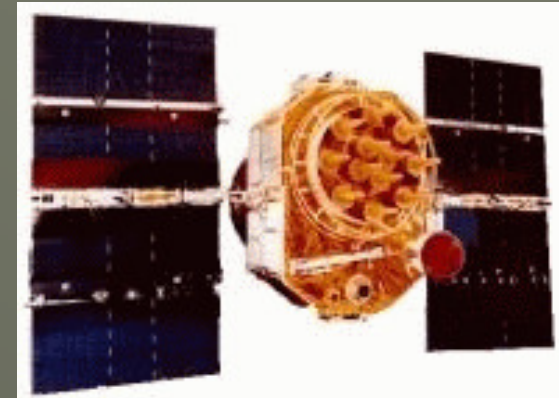
Blok 1

- výrobce Rockwell
- počet atomových hodin 3
- celkem vypuštěno 11 družic
- 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



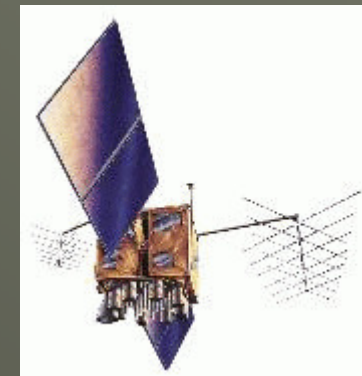
Blok 2 a 2a

- výrobce opět firma Rockwell - uzavřen kontrakt na výrobu 28 družic - z toho 9 blok II a zbylých 19 blok IIa
- vypouštěny v letech 1989 - 1997
- počet atomových hodin 4
- životnost 7 let
- rozdíl mezi blokem II a IIa je v délce práce bez zásahu pozemního střediska, která u bloku II dosahuje 14 dnů a u bloku IIa 180 dnů
- do dnešních dnů fungují na oběžné dráze 2 družice bloku II a 16 družic bloku IIa - nejstarší dosud funkční družice byla vypuštěna v roce 1989
- vysílané signály L1 s kódem C/A a P, L2 s kódem P



Blok 2R

- výrobce General Electric
- vypuštěny v letech 1997 - 2004 v počtu 12ks
- zlepšení spočívá hlavně ve vzájemné komunikaci družic - předávají si navzájem svoji polohu a korigují své dráhy tzn. jsou schopny provozu bez pozemního řízení
- počet atomových hodin 3
- životnost 10 let
- současně v provozu 12
- vysílané signály L1 s kódem C/A a P, L2 s kódem P(Y)



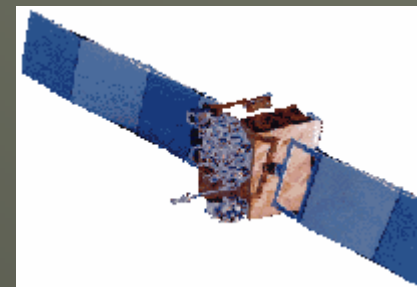
Blok IIR-M

- 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 lepší 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

Blok 2F

- vývoj zajišťuje Boeing - kontrakt na 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



Dráhy družic:

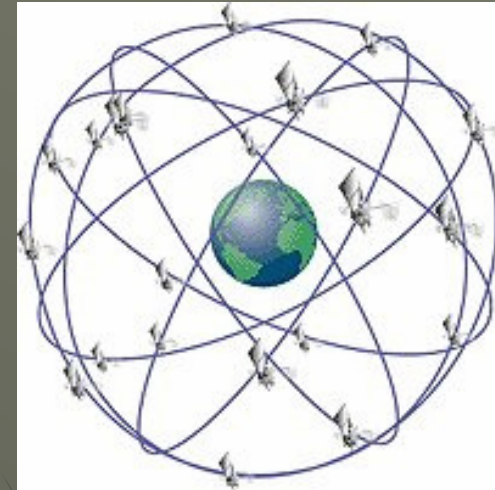
Celkový počet drah je 6, posunutých o 60 stupňů. V každé dráze může být umístěno 5 družic.

Ve skutečnosti obíhají v každé dráze 4 družice.

Oběžné roviny mají sklon k rovníku – inklinaci 55 stupňů

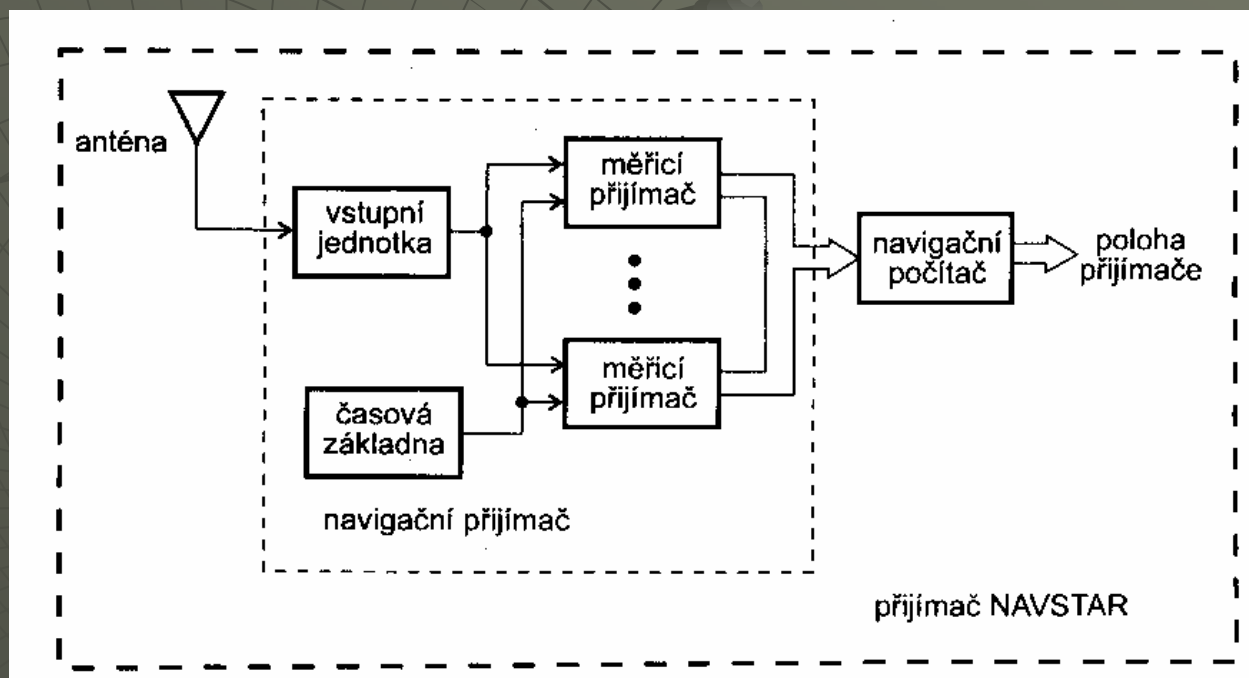
Výška drah je 20.190 km, rychlost družic činí 11 300 km/h

Oběžná doba je 11h 58min, pozemský pozorovatel vidí každý den stejnou dráhu, družice vychází vždy o 4min dříve.



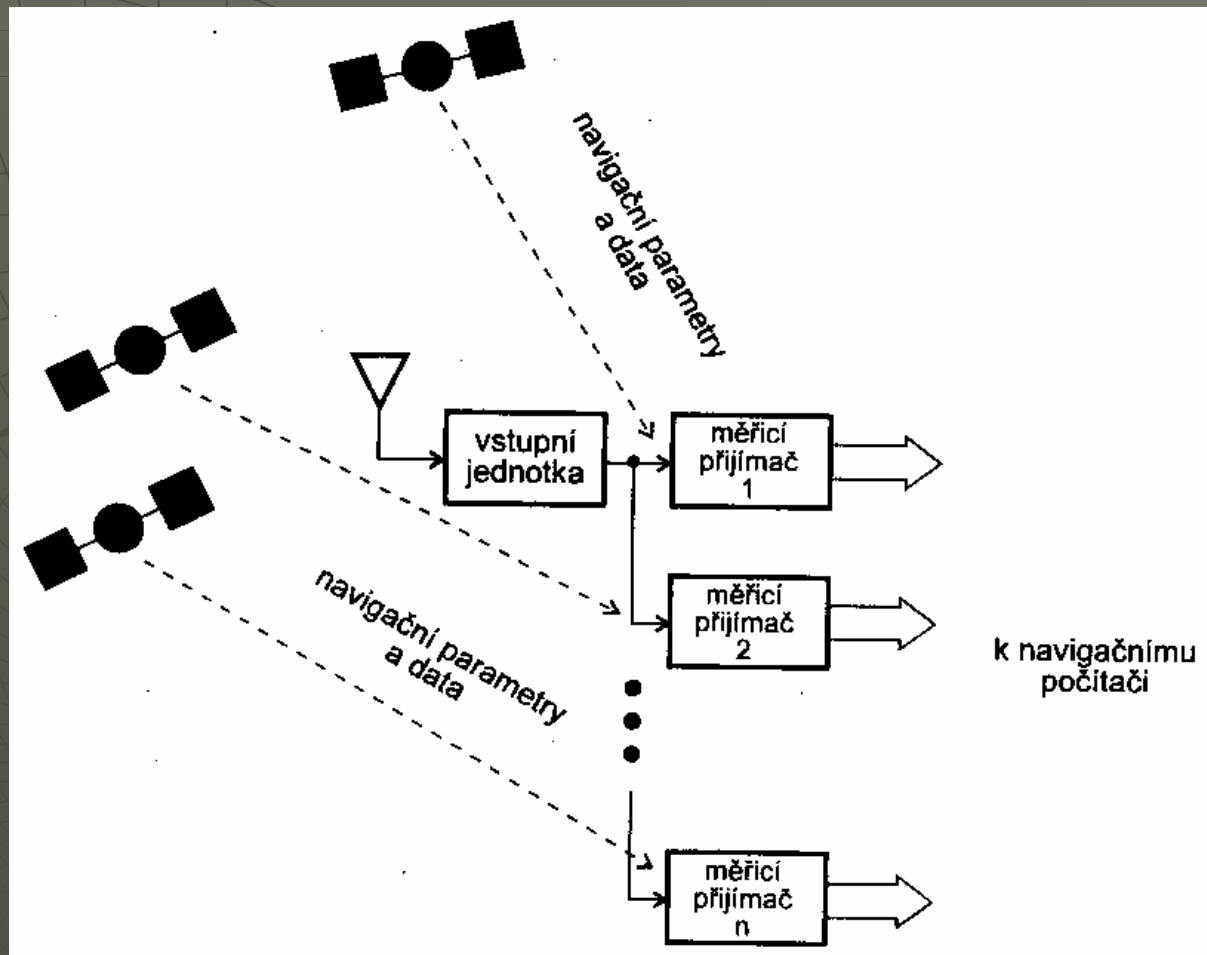
Přijímače – uživatelská zařízení

- ◆ Přijímač GPS je zařízení, které zpracovává signály družic a na jeho výstupu získáváme polohové souřadnice.
- ◆ Je tvořen: anténou, navigačním přijímačem, navigačním počítačem



- ◆ Na výstupu navigačního přijímače dostáváme zdánlivé vzdálenosti a další signály.
- ◆ V navigačním počítači z těchto signálů získáme polohu.
- ◆ Navigační přijímač má 3 možné konfigurace:
 - Několikanálový navigační přijímač
 - Sekvenčně měřící navigační přijímač
 - Multiplexní navigační přijímač
- ◆ **Několikanálový navigační přijímač** – je tvořen vstupní VF jednotkou a nejméně čtyřmi stejnými měřícími přijímači, každý provádí měření k jiné družici a přijímá od ní data.
 - mnoha kanálový přijímač je nejvýhodnější, nejpřesnější, vhodný pro hodně pohyblivého uživatele

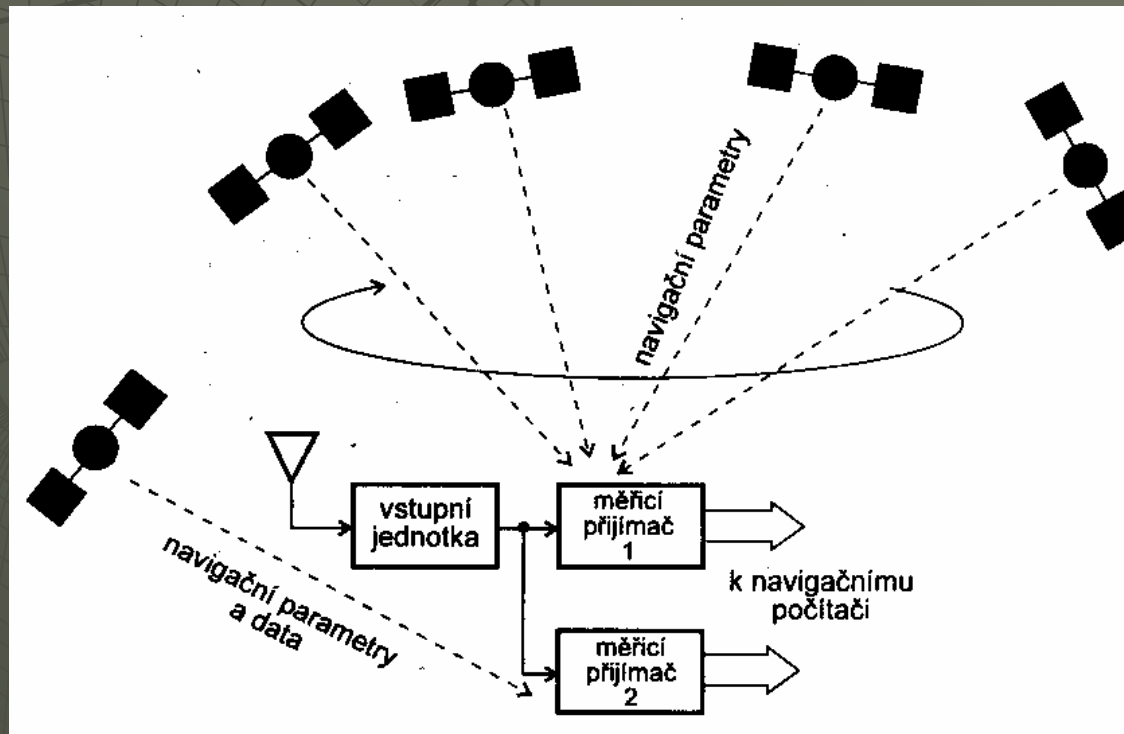
Uspořádání několikakanálového přijímače:



- ◆ **Sekvenčně měřící navigační přijímač**

- Neprovádí měření ke všem družicím současně, ale postupně během krátkého časového intervalu
- Jelikož příjem jedné relace dat trvá 30s a doba měření k jedné družici je kratší, jsou sekvenční přijímače dvoukanálové, jeden kanál přijímá data a druhý zdánlivou vzdálenost.
- Je vhodný pro pomaleji manévrovací uživatele.

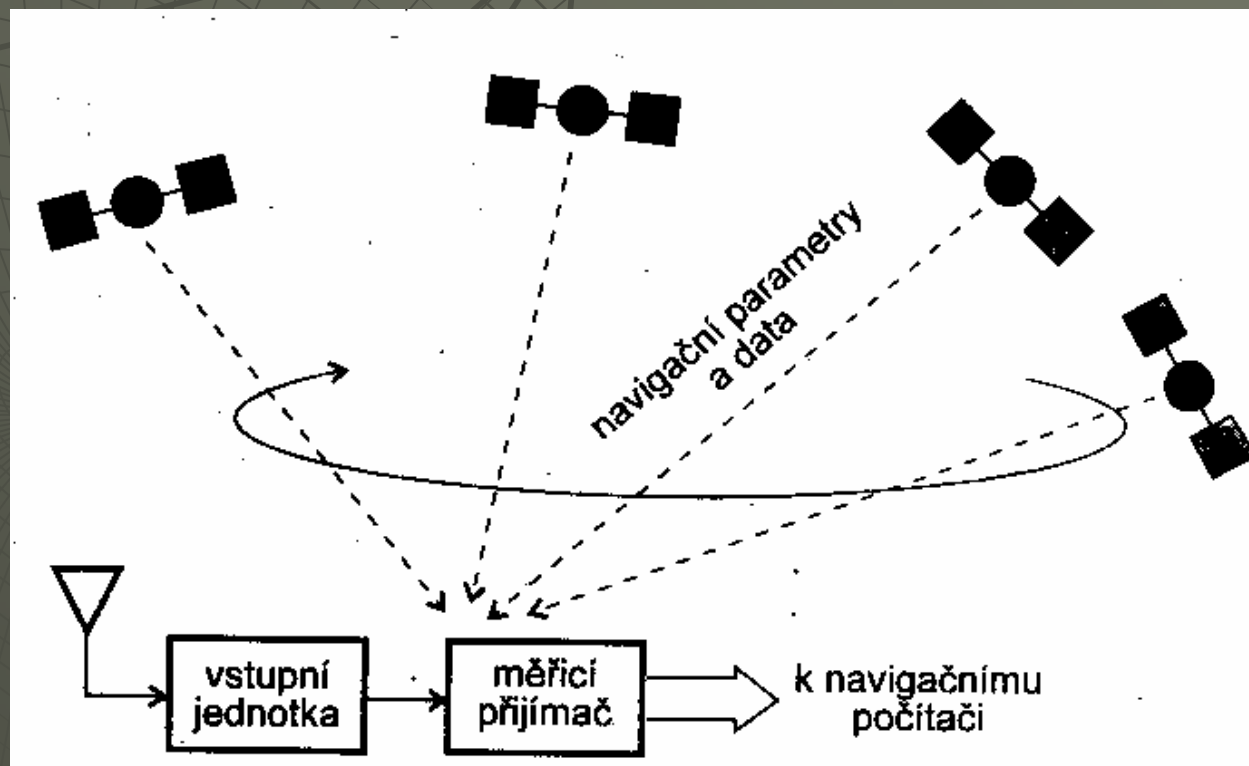
- ◆ Uspořádání:



- ◆ *multiplexní navigační přijímač*

- Má zkrácený měřicí cyklus na dobu kratší, než je doba trvání jednoho bitu dat.
- Lze se při konstrukci omezit na jediný kanál
- Měření probíhají v krátkém časovém intervalu, tudíž je možné měřené parametry zpracovávat obdobně jako u mnohakanálového navigačního přístroje.
- Používá se však $1/n$ energie signálu, n – počet přijímaných družic, to způsobuje nižší přesnost a vyšší chybovost dat

- ◆ Uspořádání:



Přesnost GPS

- ◆ Systém nabízí dvě třídy přesnosti:
- ◆ **PPS** (přesná polohová služba), která autorizovaným uživatelům poskytuje plnou přesnost systému. Mezi autorizované uživatele patří armáda USA a armády NATO a některých dalších států (dnes cca 27 zemí) - 22 m horizontálně, 27 m vertikálně, 100 ns čas
- ◆ **SPS** (standardní polohová služba), která je dostupná všem uživatelům po celém světě - při původním vlivu SA - 100 m horizontálně, 156 m vertikálně, 340 ns čas, v dnešní době kdy je SA vypnuto dosahuje přesnosti PPS
- ◆ Při určení polohy se nejprve změří vzdálenost k družicím, dále se vypočtou polohy družic a nakonec je vypočítána poloha přijímače. Z uvedeného postupu vyplývá, že přesnost polohy ovlivňuje:
 - přesnost měření vzdálenosti
 - přesnost určení polohy družic
 - vlastní výpočet polohy
- ◆ Přesnost měření vzdáleností
 - je ovlivněna zejména atmosférickým šumem (7,5m v SPS a 1,5m v PPS)
 - nepřesností určení rychlosti šíření radiových vln způsobené průchodem vln ionosférou a troposférou, změna rychlosti není konstantní, závisí na poloze Slunce, ročním období...V civilním sektoru činí směrodatná odchylka způsobená touto chybou 5-10m, ve vojenském je eliminována díky použitím 2 frekvencí
 - posledním faktorem je vícecestné šíření signálu, vzniklé odrazem od budov, či jiného terénu

- ◆ Přesnost určení polohy družice
 - algoritmus výpočtu polohy je dán efemeridy (parametry dráhy družice)
 - efemeridy zjišťují pozemní stanice a odesílají je na družici, z tohoto vyplývají 2 typy chyb: chyba predikce a chyba pohybu družice – vychýlení
 - ◆ Vlastní výpočet polohy
 - je poměrně jednoduchou matematickou operací, řešením soustavy rovnic
 - efektivní chyba je dána součinem směrodatné odchylky určení vzdálenosti a koeficientu (DOP - dilution of precision, rozptyl přesnosti), který charakterizuje rozmístění družic na hemisféře
 - horizontálně HDOP
 - vertikálně VDOP, má minimum v ± 56 stupních zeměpisné šířky, s dalším zvyšováním z.š. výrazně roste
- V našich zeměpisných šířkách lze očekávat průměrné hodnoty $DOP = 1,87$, přičemž $VDOP = 1,55$ a $HDOP = 1,05$.

Diferenční GPS

- ◆ Diferenční GPS představuje podstatné zvýšení přesnosti určení polohy
- ◆ Spočívá v opravě naměřených vzdáleností
- ◆ Do bodu se známými souřadnicemi umístíme speciální přijímač GPS – referenční stanici a porovnáme skutečnou a naměřenou polohu, z porovnání získáme opravy měřených zdánlivých vzdáleností
- ◆ Opravené hodnoty se přenáší komunikační linkou (VKV, Dlouhé vlny) k navigačnímu přístroji
- ◆ Přesnost se zvětší až na 5m horizontálně a 8m vertikálně
- ◆ Funguje asi v okruhu 400km od referenční stanice
- ◆ Korekce jsou platné asi 15s od jejich získání

- ◆ Do 1.5.2000 byl uživatelům k dispozici pouze C/A kód a to ještě s úmyslně zaváděnou chybou, přesnost činila horizontálně asi 100m
- ◆ 1. 5. 2000 prezident Clinton zrušil zavádění SA - chyby do signálu a tím došlo k velkému zpřesnění signálu na
- ◆ úroveň DGPS se také zlepšila, ovšem rozdíl v určení polohy pomocí GPS a DGPS již není tak podstatný
- ◆ Přesnost v oblasti geodetických měření GPS se v rámci omezeného prostoru pohybuje v mm, ale zde nejde o měření v reálném čase, ale o měření na známých i nově měřených bodech a následné zpracování údajů (postprocesing) speciálními softwary.

GPS v praxi

- ◆ Aplikace systému jsou široké
- ◆ V civilním letectví – sledování letadel
- ◆ vojenské aplikace - navigace vojenského letectva, koordinace přesunů živé síly a techniky v terénu, navádění vojenského námořnictva, řízené střely naváděné na cíl s přesností 20 cm
- ◆ Použití v námořní dopravě – navigace lodí
- ◆ V geodézii, přesnost 1-3mm do vzdálenosti bodů 100km, sledování deformací ing. staveb
- ◆ V pozemní dopravě, při mapování dopravních značek, mostů apod., pro sledování pohybů vlaků, automobilová navigace, měření rychlosti, monitoring pohybu vozidel
- ◆ Pro měření úhlů – použití 4 antén s 6 kanálovými přijímači
- ◆ Pro měření času – abs. odchylka <100ns
- ◆ V zemědělství – na sklízecích strojích se zaznamená výnos obilí a posléze se tento záznam použije při hnojení
- ◆ turistika

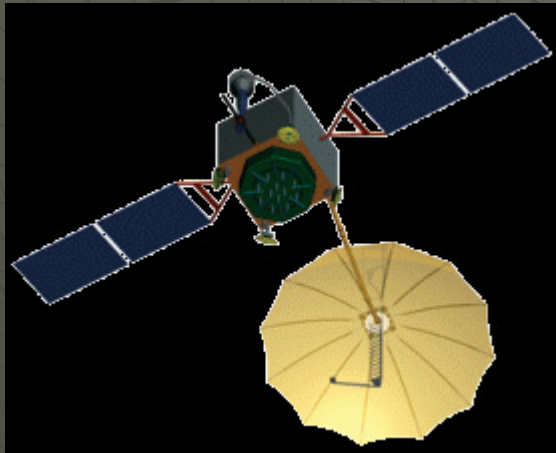
Dostupnost služby:

- ◆ Služba GPS je dostupná všude na Zemi a to zdarma
- ◆ Přesnost služby GPS pro uživatele je od 1. 5. 2000 neomezená a je pro všechny uživatele stejná, záleží pouze na užívaném přístroji



Stav systému a plánovaná zlepšení

- ◆ **Blok III**
- ◆ plná operační schopnost by měla být dosažena po roce 2020
- ◆ důraz bude kladen na zesílení výkonu a šifrování vysílaných signálů, delší životnost a spolehlivost
- ◆ návrhy družic zpracovávají firmy Boeing a Lockheed Martin
- ◆ první satelity by měly být vypuštěny v roce 2009

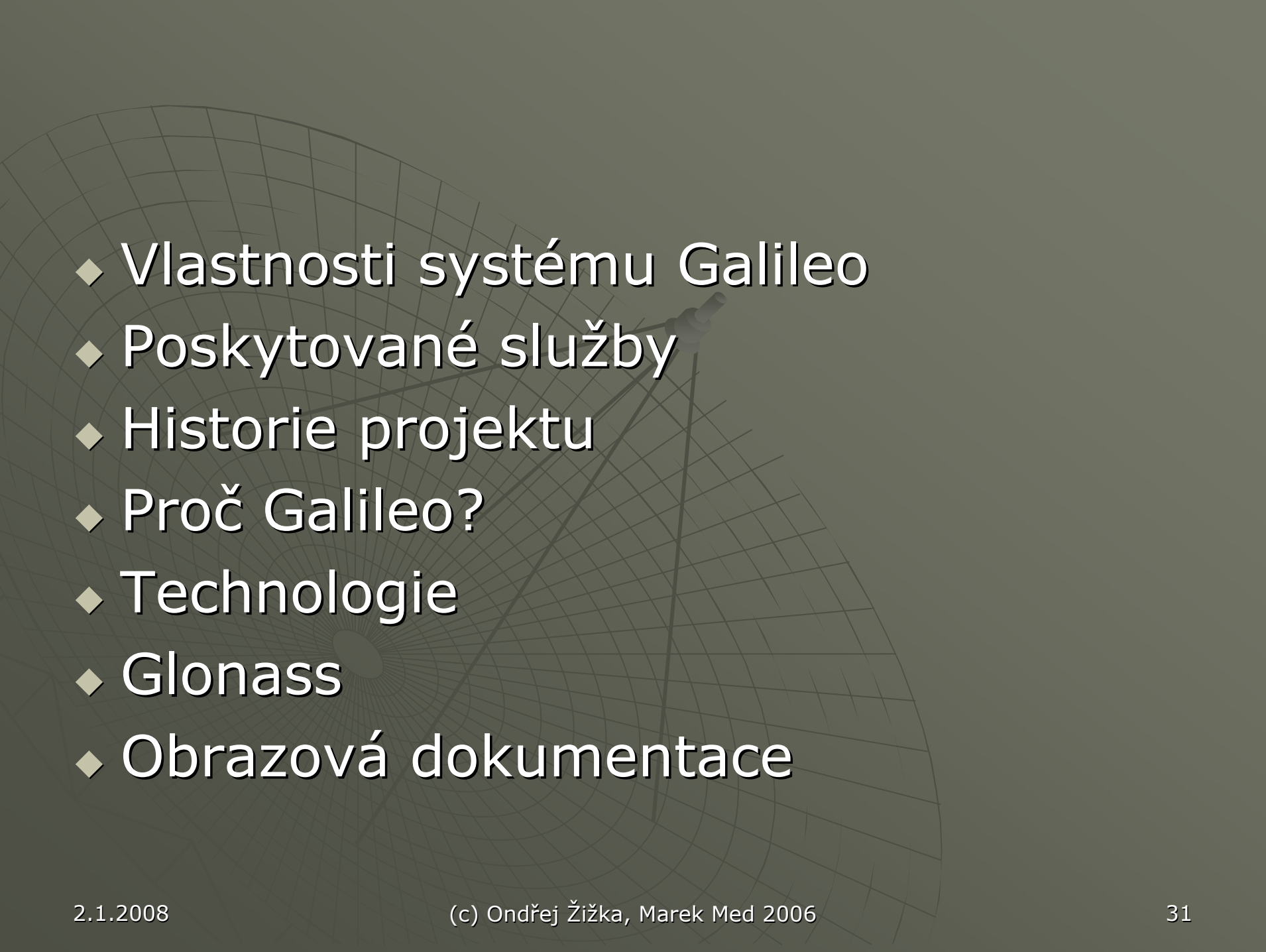


◆ Rozšíření vysílacích kódů

Družice bloku IIR-M jejichž vypuštění začalo v září 2005 rozšiřují systém GPS pro civilní sektor. Civilní kód C/A je vysílán též na frekvenci L2. Pro oblast vojenskou je zaveden nový kód M, který je lépe šifrován. Zlepšení výsledků ovšem nepříjde s vypuštěním první družice. Částečné operační schopnosti (doba kdy je na oběžné dráze 18 družic podporujících nové technologie) bude dosaženo nejdříve v roce 2008 a úplné operační schopnosti (na oběžné dráze je 24 družic s podporou nových technologií) po roce 2010. V případě frekvence L5 která bude zavedena nástupem družic bloku IIF to budou léta 2012-2013 a 2015.

GALILEO

Evropský navigační systém

- 
- ◆ Vlastnosti systému Galileo
 - ◆ Poskytované služby
 - ◆ Historie projektu
 - ◆ Proč Galileo?
 - ◆ Technologie
 - ◆ Glonass
 - ◆ Obrazová dokumentace

Evropský navigační systém GALILEO

- ◆ Plánovaný civilní družicový navigační systém
- ◆ Alternativa ke GPS a GLONASSu
- ◆ Výstavbu realizuje Evropská unie
- ◆ Systém by měl být provozuschopný od roku 2010

Co tvoří Galileo

- ◆ 27 operačních družic, obíhajících ve výšce 23 222 km nad povrchem Země po drahách se sklonem 56° k zemskému rovníku ve třech rovinách, vzájemně vůči sobě posunutých o 60° (tzv. uzlové přímky).
- ◆ Další 3 družice (po jedné na každém orbitě), které jsou projektovány jako záložní.
- ◆ Výpadek jedné družice by neměl být uživatelsky pozorovatelný.

Co přináší GALILEO

- Vyšší přesnost (ve srovnání se stávajícími navigačními systémy) dostupnou všem uživatelům
- Větší pokrytí signálem družic obíhajících na vyšších oběžných drahách. Výhoda pro Skandinávi. Funkce i za 75° s. š. (j. š.)
- Měl by být dostupný pro všechny a to jak pro vojenské tak nevojenské účely.

Galileo – Open service (OS)

- Bude služba pro každého zdarma.
- Signály budou využívat pásma: 1164–1214 MHz a 1563–1591 MHz.
- Horizontální přesnost < 4 (15) m
- Vertikální < 8 (35) m
- Přijímače kompatibilní s GPS

Galileo – Commercial service (CS)

- Zpoplatněn
- Přesnost < 1 m. V kombinaci s pozemními stanicemi až 10 cm.
- Tři pásma - dvě použítá OS a navíc 1260–1300 MHz.

Galileo – Public Regulated Service (PRS)

- Šifrované
- *Public Regulated Service (PRS) a Safety of Life Service (SoL)*
- Přesnost podobnou CS.
- Odolnější proti rušení, detekce problémů do 10 sekund.
- Pro ozbrojené složky a dopravce, u kterých by ztráta přesnosti mohla ohrozit lidské životy (řízení letového provozu...).

Galileo – signály v nouzi

- ◆ Implementován systém Sarsat/Cospas (Search and Rescue)
- ◆ Družice poskytují zpětnou interakci.

Výstavba Galilea

- ◆ První družice (Giove – A) vypuštěna 28.12.2005 z Bajkonuru raketou Sojuz
- ◆ Galileo System Test Bed (GSTB) – zjištění chyb metod používaných ESA
- ◆ Stádium příprav 2001-2005
- ◆ Testovací provoz 2006-2007
- ◆ Komerční fáze od roku 2008

Výstavba Galilea - pokračování

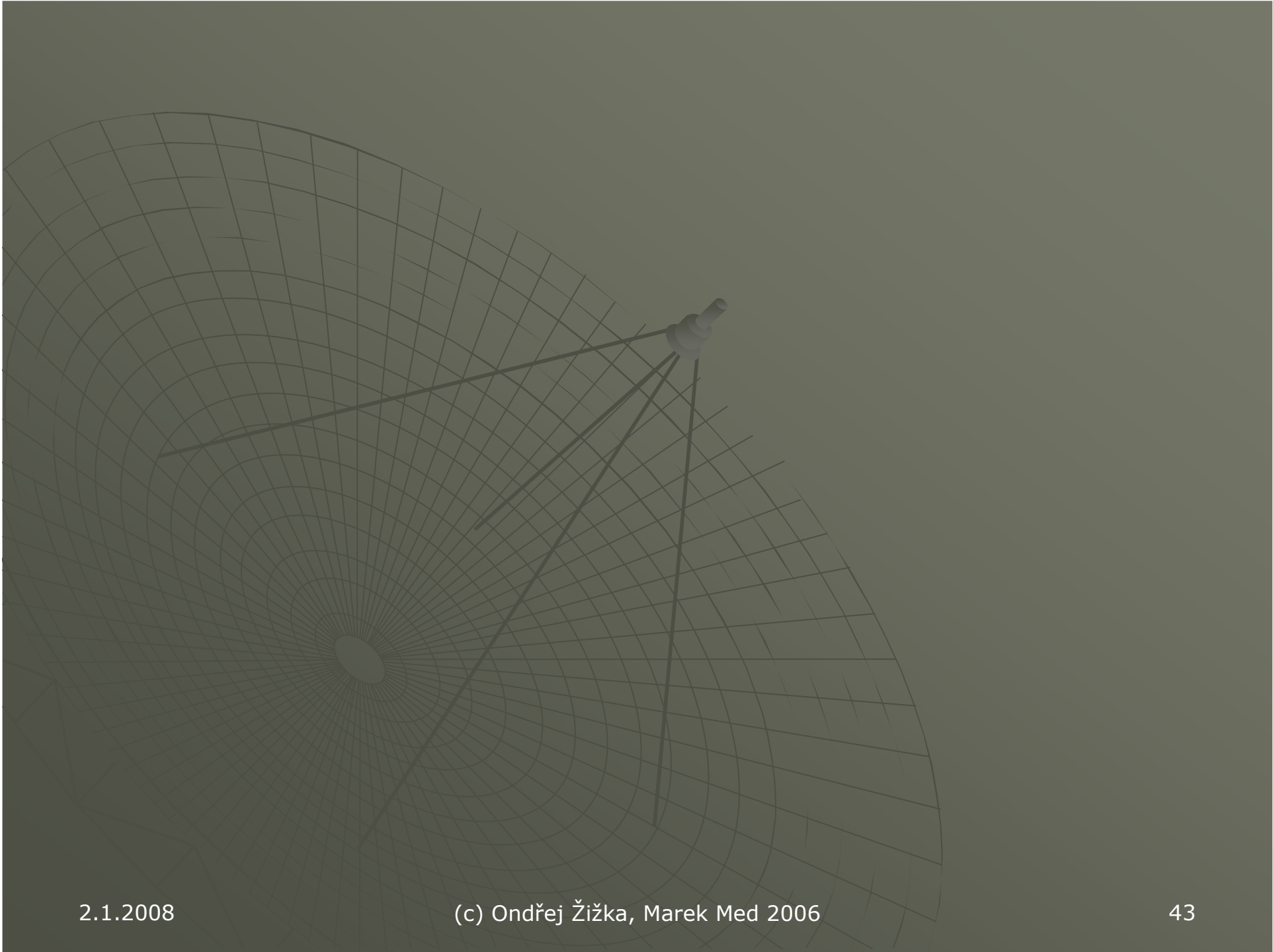
- ◆ Během dvouletého testovacího provozu se braly v úvahu všechny možné aspekty jak vesmírného prostředí, tak záření které se vyskytují na těchto oběžných drahách.
- ◆ Nejprve 2 zkušební satelity, které 2,5 roku sledovali tyto činnosti a pak další dva po jednom na každou orbitální dráhu.
- ◆ Další testy (simulace běžného provozu)
- ◆ Poté budou další dva vypuštěny na třetí orbit.
- ◆ Po stabilizaci systému zbytek velmi rychle.

Galileo – kontrola ze země

- ◆ Na povrchu 2 Galileo Control Centers
- ◆ 20 Galileo Sensor Stations (GSS) – lepší určení polohy (CS a PRS), synchronizace času
- ◆ Výměna těchto dat bude probíhat pomocí 5 tzv. S-band up-link station a 10 C-band up-link station, které budou umístěné okolo celé Země

Technologie Galilea

- ◆ Rubídiové atomové hodiny
- ◆ Vodíkové hodiny (poprvé použito).
- ◆ Odchylna v řádech desetitisícin sekundy
- ◆ Přesnost určení polohy až 45 cm.



Jak Galileo precuje

- ◆ Družice oběhne orbit za 14 h
- ◆ Pravděpodobnost, že kdekoliv na světě budou k dosažení 4 družice > 90%
- ◆ Z mnoha míst současně 6-8 satelitů.
- ◆ Ve spojení s 24 satelity GPS lze rychle a přesně určit současnou polohu.

Výhody Galilea

- ◆ Galileo jako civilní služba má neustále zajištěnou dostupnost a kvalitu služeb.
- ◆ Díky schématu a zemskému kontrolnímu centru vyšší kvalita služeb
- ◆ Poskytuje uživateli informace o stavu integrity systému. Garantovaná kontinuita služeb.

Výhody Galilea - pokračování

- ◆ Pracuje i v odhlehých oblastech.
- ◆ Služba na rozdíl od GPS nevypadne bez předchozího upozornění.
- ◆ Doplnuje GPS vyžitím double sourcing. Koordinovaná forma infrastruktury

EGNOSS

- ◆ Požíván v GPS i GLONASSu
- ◆ Vyvinut v roce 1993 (od 2004 u GPS)
- ◆ Zvyšuje počet signálů na Evropou
- ◆ Přidává diferenciální korekce a zprávy o stavu sítě
- ◆ Z politických důvodů implementován I do Galilea

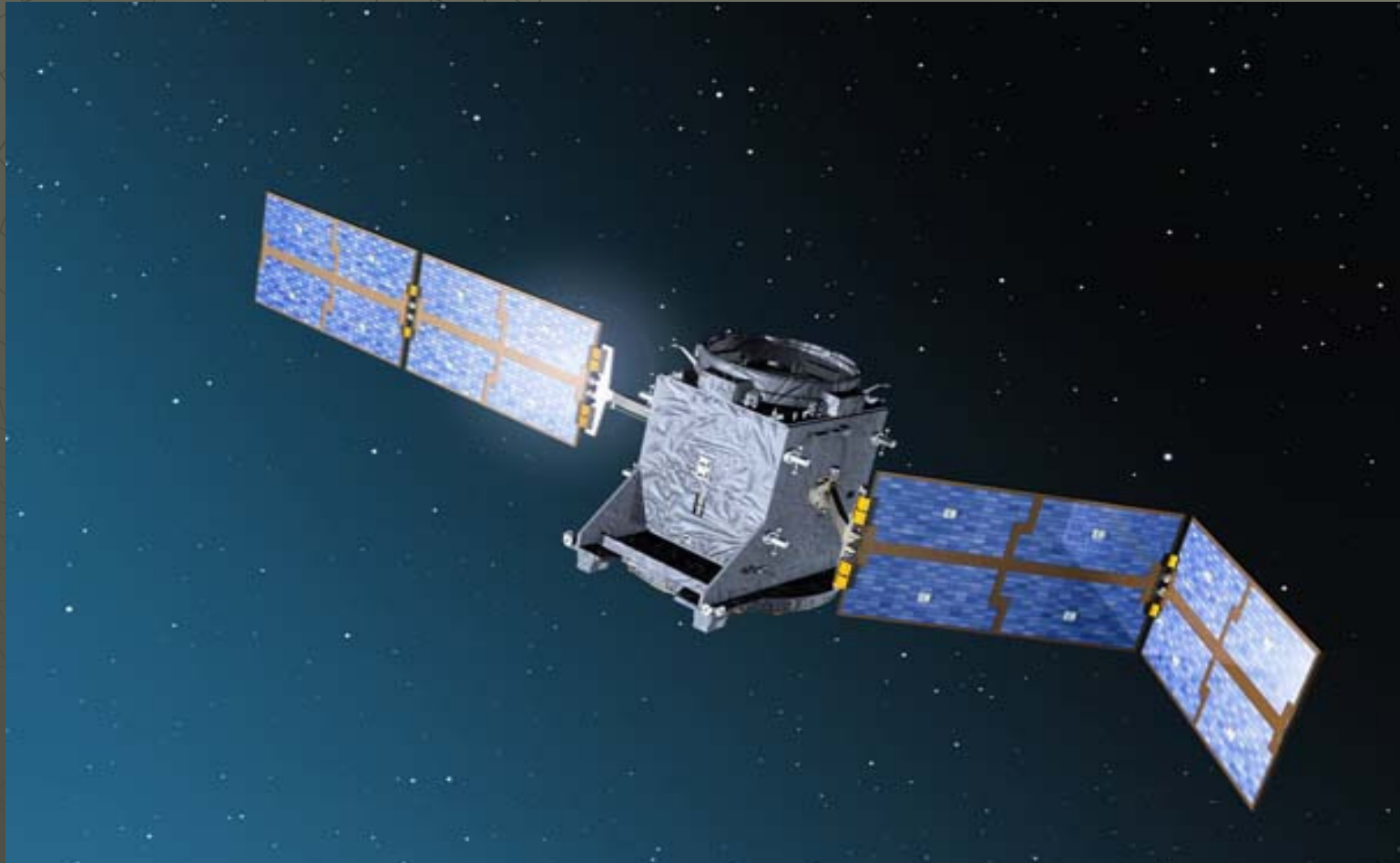
Budoucnost GNSS

- ◆ Galileo + GPS
- ◆ Velké úsilí o jejich integraci přes rozdílność některých technologií
- ◆ Začlenění služby TCAR (měření plochy s přesností na cm^2 i na velkých územích)

GLONASS

- ◆ ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система, Globální navigační družicový systém
- ◆ Ruský vojenský systém
- ◆ Pro úplný operační stav potřeba 24 družic (21 aktivních a 3 záložní)
- ◆ Nyní 16 družic (poslední 3 vypuštěny 27.12.2005) – 12 ativních 4 neativní

Družice Giove - A

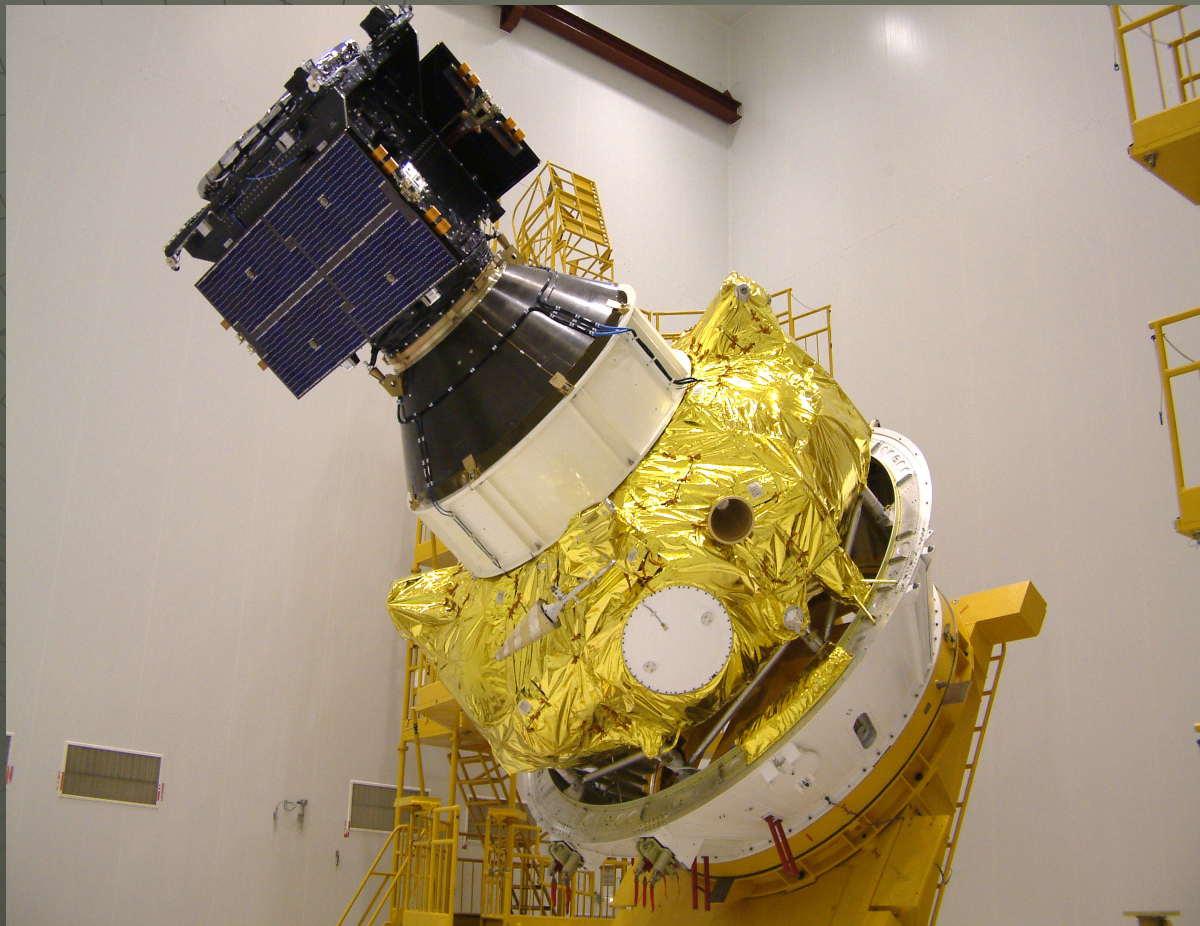


2.1.2008

(c) Ondřej Žížka, Marek Med 2006

50

Družice Giove – A (pokračování)

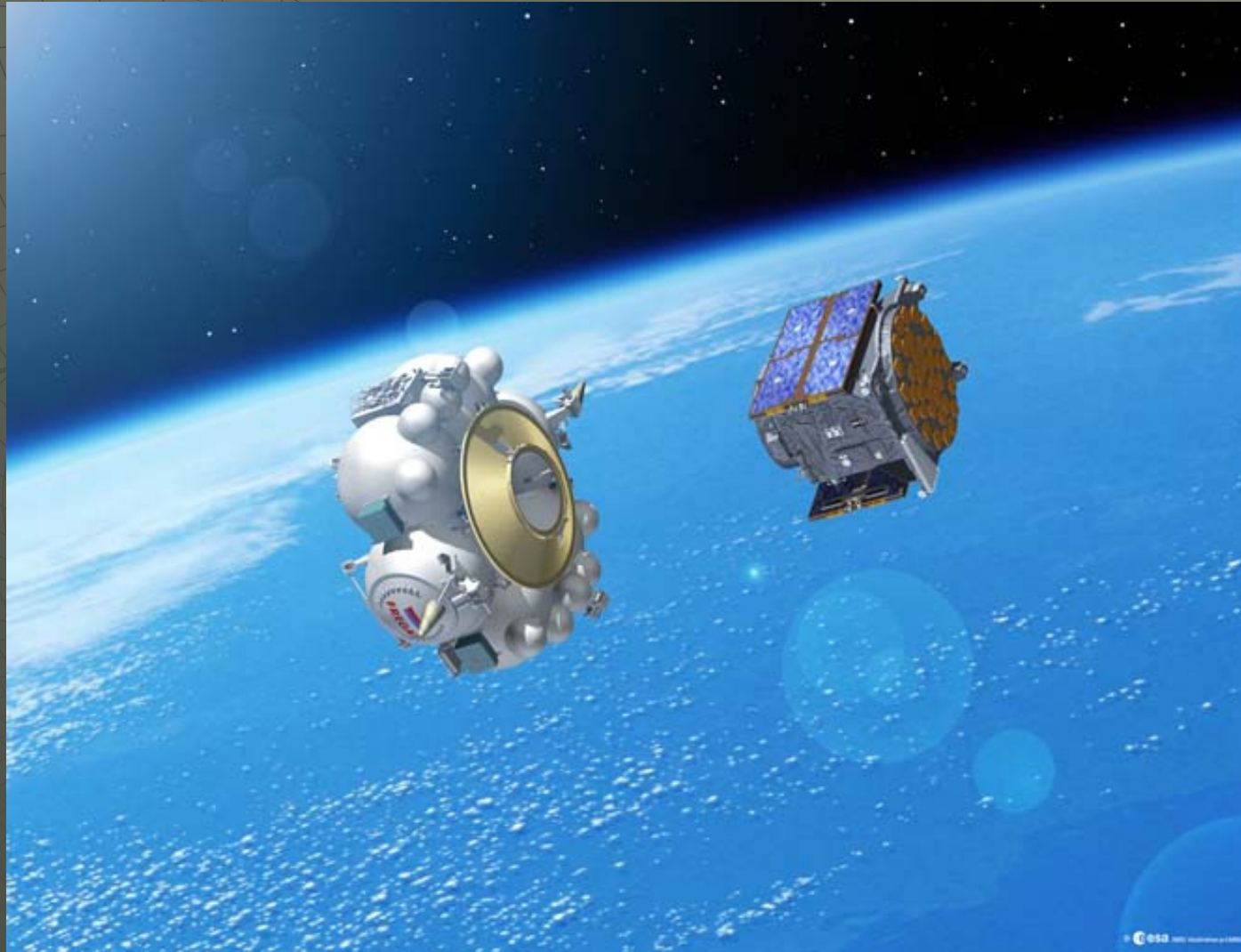


2.1.2008

(c) Ondřej Žižka, Marek Med 2006

51

Cesta Giove - A

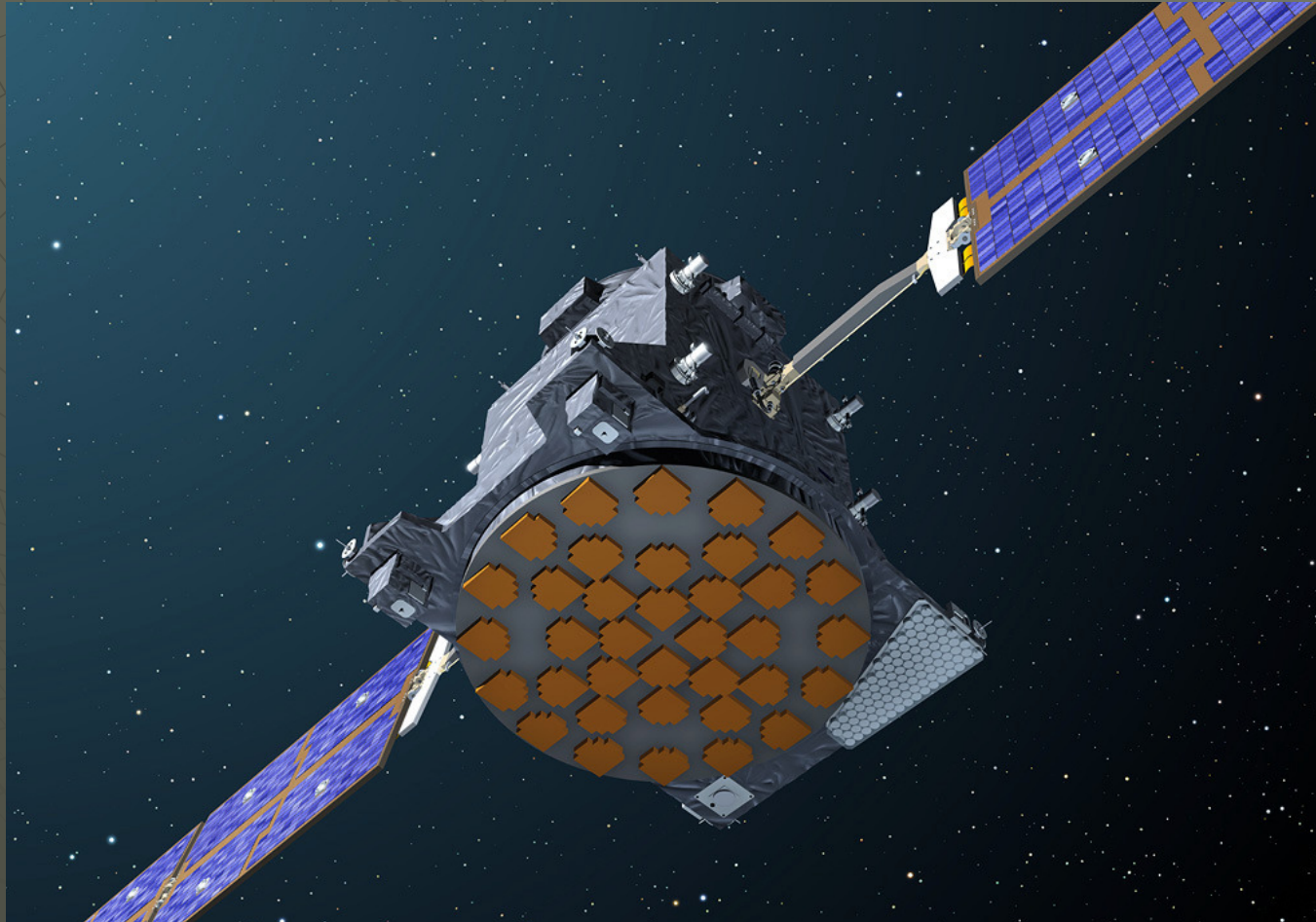


2.1.2008

(c) Ondřej Žížka, Marek Med 2006

52

Družice Giove – A (pokračování)

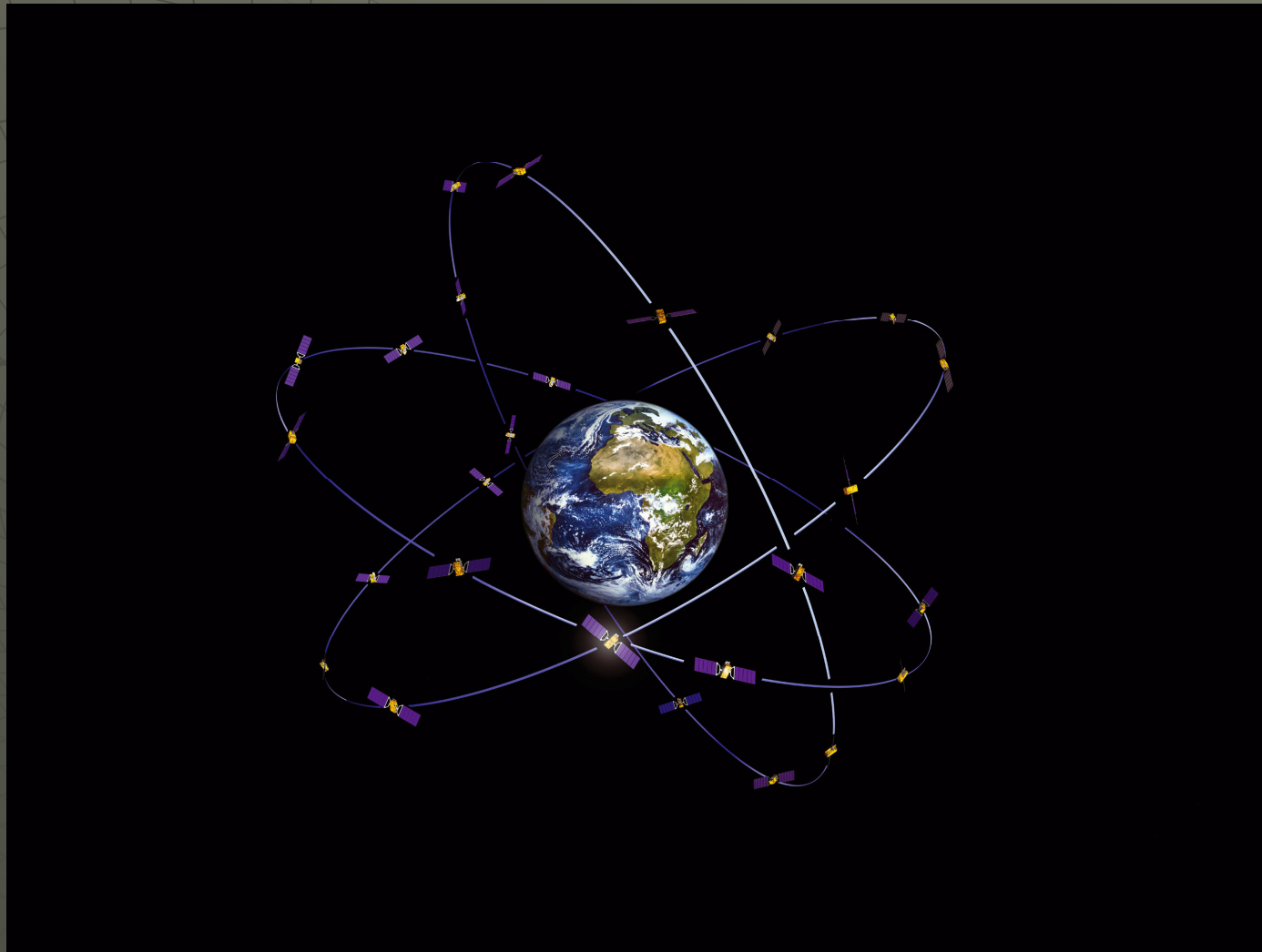


2.1.2008

(c) Ondřej Žížka, Marek Med 2006

53

Orbity Galilea



GLONASS constellation status for 04.11.06 under the analysis of the almanac accepted in IANC 12:00 04.11.06 (UTC)

Plane	Slot	Frequency Channel	GLONASS Number	Cosmos Number	Launch date	Input date	Outage date	Active life (months)	Notes
I	1	7	796	2411	26.12.2004	6.2.2005		20.3.2006	
	2	1	794	2402	10.12.2003	2.2.2004		32.8	
	3	12	789	2381	1.12.2001	4.1.2002		55.9	
	4	6	795	2403	10.12.2003	29.1.2004		33.1	
	5	7	711	2382	1.12.2001	13.2.2003	9.7.2006	36.1	Temporarily is switched off
	6	1	701	2404	10.12.2003	8.12.2004		18.6.2006	
	7	4	712	2413	26.12.2004	7.10.2005		11.3.2006	
	8	6	797	2412	26.12.2004	6.2.2005		20.0	
II									
III	17	5	787	2375	13.10.2000	4.11.2000	12.9.2006	68.7	Temporarily is switched off
	18	10	783	2374	13.10.2000	5.1.2001	24.9.2006	61.7	Temporarily is switched off
	19	3	798	2417	25.12.2005	22.1.2006		9.3.2006	
	20	11	793	2396	25.12.2002	31.1.2003	23.9.2006	41.7	Temporarily is switched off
	21	5	792	2395	25.12.2002	31.1.2003		43.6	
	22	10	791	2394	25.12.2002	21.1.2003		44.1	
	23	3	714	2419	25.12.2005	31.8.2006		1.8.2006	
	24	2	713	2418	25.12.2005	31.8.2006		1.8.2006	

GPS constellation status for 04.11.06 under the analysis of the almanac accepted in IAC

<i>Plane</i>	<i>SVN</i>	<i>PRN</i>	<i>NORAD</i>	<i>Type SC</i>	<i>Launch date</i>	<i>Input date</i>	<i>Outage date</i>	<i>Active life (months)</i>	<i>Notes</i>
A	1	9	22700	II-A	26.6.1993	20.7.1993		158.8	
	2	25	21890	II-A	23.2.1992	24.3.1992		172.8	
	3	8	25030	II-A	6.11.1997	18.12.1997		106.6	
	4	27	22108	II-A	9.9.1992	30.9.1992		168.7	
	7	31	29486	IIR-M	25.9.2006	13.10.2006		0.7	
B	1	16	27663	II-R	29.1.2003	18.2.2003		44.4	
	2	30	24320	II-A	12.9.1996	1.10.1996		120.3	
	3	28	26407	II-R	16.7.2000	17.8.2000		74.6	
	4	5	22779	II-A	30.8.1993	28.9.1993		157.0	
C	1	6	23027	II-A	10.3.1994	28.3.1994		150.7	
	2	3	23833	II-A	28.3.1996	9.4.1996		125.9	
	3	19	28190	II-R	20.3.2004	5.4.2004			30.9.2006
	4	17	28874	IIR-M	26.9.2005	13.11.2005			10.5.2006
	5	7	22657	II-A	13.5.1993	12.6.1993		160.4	
D	1	24	21552	II-A	4.7.1991	30.8.1991		182.2	
	2	11	25933	II-R	7.10.1999	3.1.2000		82.1	
	3	21	27704	II-R	31.3.2003	12.4.2003		42.6	
	4	4	22877	II-A	26.10.1993	22.11.1993		155.5	
	5	15	20830	II	1.10.1990	15.10.1990	21.8.2006	190.3	Temporarily is switched off

Děkuji za pozornost!

◆ Zdroje:

- ESA - <http://www.esa.int>
- Wikipedia - <http://www.wikipedia.cz>

◆ Použitá literatura:

Rádiové určování polohy (družicový systém GPS), Ing. Zdeněk Hrdina, CSc., Ing. Petr Pánek, CSc., Doc. Ing. František Vejražka, CSc.

GPS od A do Z, Ivo Steiner, Jiří Černý

Internet: <http://www.skyfly.cz/gpspraxe/>
<http://www.gpsweb.cz/>
<http://gps.slansko.cz/>
<http://www.beruna.cz/>