

GPS přijímač a jeho charakteristiky

GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ A POLOHOVÉ SYSTÉMY

Prezentace 10

David Vojtek

Institut geoinformatiky

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

- Konstrukce GPS přijímačů a jejich vlastnosti
- GPS přijímače pro cvičení
- Time to First Fix



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Obecné schéma příjemce a popis v čem se jednotlivé typů příjemců mohou od sebe lišit.

KONSTRUKCE GPS PŘIJÍMAČŮ A JEJICH CHARAKTERISTIKY

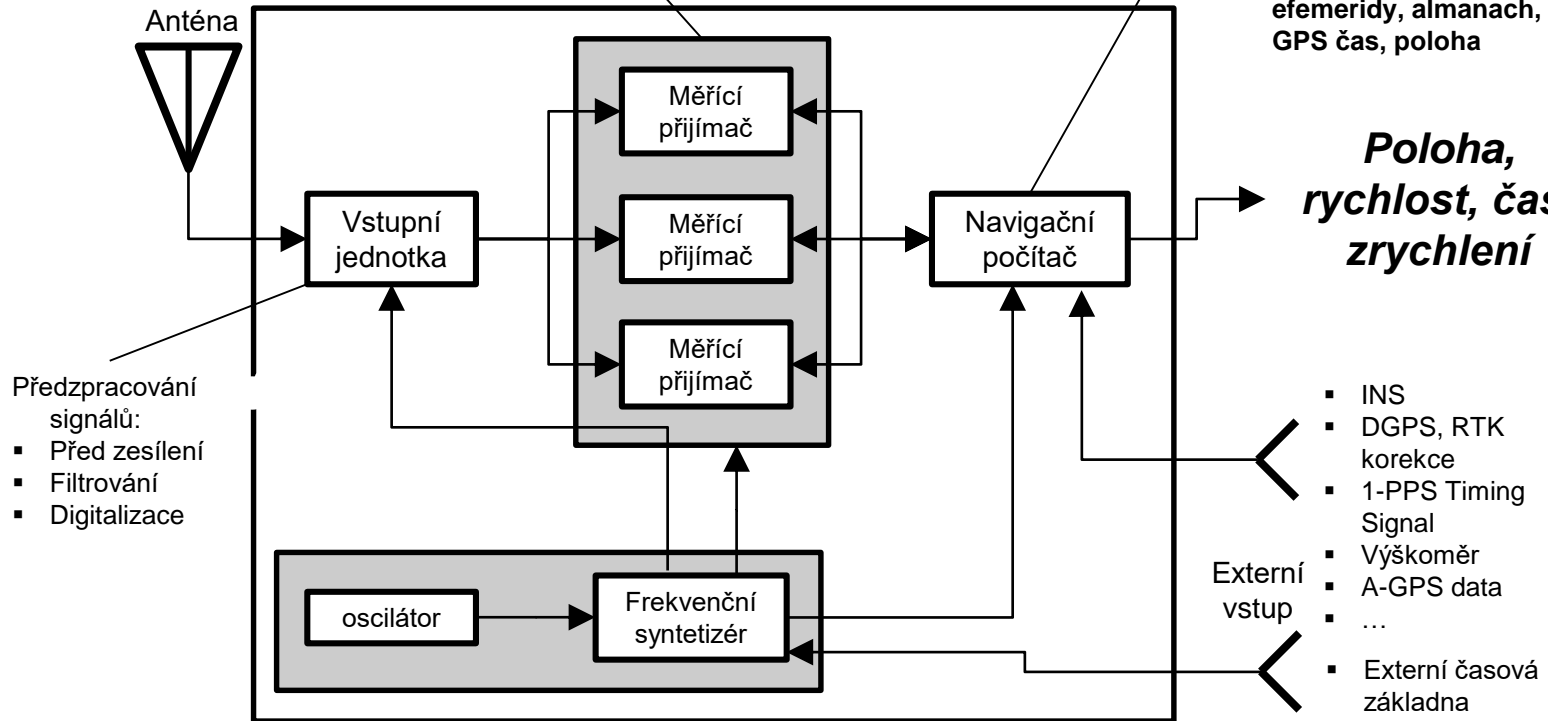
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.

- Získání/sledování kódu
- Získání/sledování nosné frekvence
- Synchronizace datových bitů
- Kódové/fázové pseudovzdálenosti
- Demodulace navigační zprávy
- Zpracování signálu

Zpracovává data získána měřícími přijímači:

- Poloha, čas, rychlost a zrychlení.
 - Aplikace real-time korekcí
 - Přepočet $h \rightarrow H$
 - Paměť s daty z posledních měření
- efemeridy, almanach, GPS čas, poloha**

Signály družic



- Předzpracování signálů:
- Před zesílením
 - Filtrování
 - Digitalizace

**Poloha,
rychlost, čas,
zrychlení**

- INS
- DGPS, RTK korekce
- 1-PPS Timing Signal
- Výškoměr
- A-GPS data
- ...
- Externí časová základna

OBEČNÉ SCHÉMA PŘIJÍMAČE GPS

Převzato a upraveno z HRD96 a MOH01

Měřící přijímač je často označován jako kanál.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Typ antény

Patch

- Nejběžnější typ
- Nižší třída GPS přístrojů

Dome

- --

Choke–ring anténa

- Pro přesné měření
- Odstranění signálů odražených od země (multipath reduction)

Helix (Volume)

- Šroubovice
- Konstrukčně náročnější

Blade

- Aerodynamický tvar

Phased-array

- Umožňuje dynamicky nulovat signál z vybraných směrů
- Vojenské aplikace



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Nároky na anténu

Interní/externí antény

- Pro přesná měření se antény kalibrují
typicky antény referenčních stanic



- Zjištění fázového středu antény

Interní anténa

- Nižší třída GPS s patch anténou
- Integrovaná v elektronice přístroje

Externí anténa

- Střední a vyšší třída GPS
- **Umožňuje lépe směřovat anténu**
- Aktivní anténa s předzesilovačem



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Počet kanálů přístroje

Jednokanálové a hybridní

- Sledované družice se na kanálů přepínají interval 3-5 ms

All in View (vícekanálové)

- 12 a více kanálů
- kanál je určený pro sledování jedné družice a jednoho signálu
- Poloha je vyhodnocována ze všech viditelných družic



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Parametry GNSS přijímačů

- Kódové přijímače
- Fázové přijímače
- Jedno frekvenční
- Dvou frekvenční
- C/A-kód
- C/A-kód a P-kód
- Bezkódové
- Bez korekcí
- DGNSS, RTK
RTCM v.2, RTCM v.2.1,
RTCM v.2.2, RTCM v.2.3,
RTCM v.3, CMR/CMR+
- VRS, MAC, FKP
- Síťové korekce
- SBAS
EGNOS/WAAS/MSAS
- OmniStar



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Parametry GNSS přijímačů

Podpora GNSS:

- GPS
- GPS/GLONASS
- GPS/GLONAS/
GALILEO/COMPASS/
QZSS

Další prvky

- Externí časová základna
- 1-PPS Timing Signal
- Geoid
- Magnetická variace
- RAIM
- INS
- Výškoměr
- A-GPS



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Popis technických parametrů přijímačů použitých ve cvičení.

GPS PŘIJÍMAČE PRO CVIČENÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.

Trimble Juno 3D

- Juno 3D - autonomní
- L1 C/A-kód
- SBAS (WAAS/EGNOS)
- SiRF Star III
- Vestavěná anténa
- Bluetooth rozhraní
- NMEA-0183, SiRF
- Frekvence zasílání dat 1Hz
- 12 kanálový



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.

Pathfinder Pro 6T

- Pathfinder Pro 6T
- GPS (L1C/A)
GLONASS (L1C/A a L1P)
- SBAS (WAAS/EGNOS)
- PP DGPS
- Trimble Maxwell™ 6 GNSS chipset
- Bluetooth rozhraní
- NMEA-0183
- Frekvence zasílání dat 1Hz
- 220 kanálový



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.

Trimble R10

- GPS/GLONAS/GALILEO/BEIDOU
kódová a fázová měření
- EGNOS/WAAS/MSAS
- RAIM
- DGPS (Postprocessing/Real-time)
- RTK, síťové RTK (až 20Hz)
- 440 kanálový
- NTRIP caster
- Integrovaný 3.5G GSM a UHF rádio modem
- Trimble CenterPoint RTX, Omnistar



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.

Topcon Net-G5 referenční stanice VSBO

- Net-G5
- GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou QZSS
kódová a fázová měření
- EGNOS/WAAS
- RTK (10Hz)
TSP, RTCM v2.x, RTCM v3, CMR/CMR+
- 452 kanálový
- Co-Op tracking
- Multipath reduction



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Aneb co dělá váš příjemce po startu.

TIME TO FIRST FIX (GPS)

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.

Co má vliv na TTFF

Úkolem příjemce je poskytnout validní údaje o 3D poloze a času!

Poloha vychází ze:

- Znalosti GPS času
- Znalosti polohy družic
- Vypočtených pseudovzdáleností



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Složky času TTFF

$$TTFF = T_{\text{warm-up}} + T_{\text{acq}} + T_{\text{track}} + T_{\text{CED}} + T_{\text{GST}} + T_{\text{PVT}}$$

T_{acq} nalezení družic

T_{track} čas na ustálení sledování kódů a fází

T_{GST} čas pro získání GPS času

T_{CED} čas pro získání korekcí hodin a efemerid

T_{PVT} čas pro navigační výpočet

$T_{\text{warm-up}}$ spuštění přijímače (cca 2s)



$$T_{\text{track}} + T_{\text{acq}} + T_{\text{PVT}} + T_{\text{warm-up}}$$



$$T_{\text{track}} + T_{\text{acq}} + T_{\text{GST}} + T_{\text{PVT}} + T_{\text{warm-up}}$$



$$T_{\text{track}} + T_{\text{acq}} + T_{\text{GST}} + T_{\text{CED}} + T_{\text{PVT}} + T_{\text{warm-up}}$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Převzato z InsideGNSS March/April 2010

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.

Předpoklady a faktory ovlivňující rychlost TTFF

- Aktuální efemeridy¹⁾ a opravy hodin družic z posledního měření případně almanach
 - Přibližná poloha uživatele (10-ky km)
 - GPS čas
- ↓
- Rychlost výběru družic
 - Rychlost nalezení družic



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Dva scénáře startu GPS

Optimistický

- Známa poloha družic efemeridy nebo almanach
- Známa poloha s přesností na 10-ky km
- Malý časový odstup od posledního měření

Všechna potřebná data jsou v paměti navigačního počítače

Pesimistický

- Staré nebo neznámé almanachy a efemeridy
- Neznámá přibližná poloha nebo změna o 100-ky km
- Velký časový odstup mezi měřeními

Jeden nebo více z předpokladu porušen!

Velká časová nebo prostorová odlehlost měření nebo vymazání paměti navigačního počítače.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

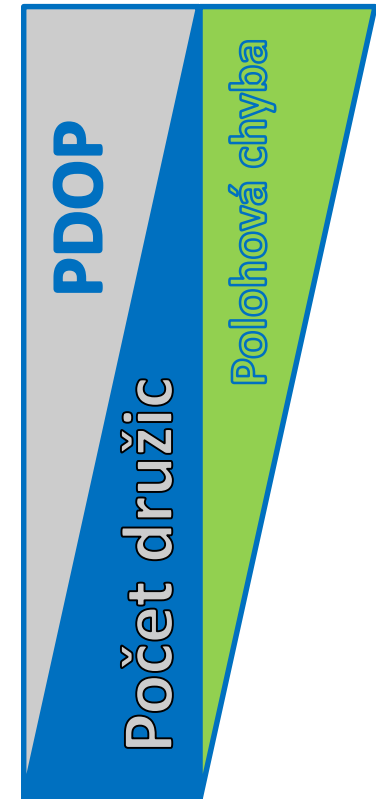


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Pesimistický scénář - pokračování

- Vyhledat první čtyři družice
4 efemeridy + GPS čas
- Postupně doplňovat navigační zprávy družic
efemeridy
- Maximum viditelných družic
výběr konstelace podle DOP



Zrychlení studeného startu A-GPS (mobilní telefony).



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DĚKUJI ZA POZORNOST

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.

Literatura a informační zdroje

- KAP05** Kaplan, Elliott, D.: *Understanding GPS: Principles and Applications, Second Edition*, Artech House Publishers; 2 edition, 2005, pages 726, ISBN-10: 1580538940
- RAP02** Rapant, P: *Družicové polohové systémy – první vydání*, VŠB – Technická univerzita Ostrava, stran 200, ISBN 80–248–0124–8
Publikace je dostupná ke stažení na adrese:
<http://gis.vsb.cz/publikace/dns-gps>
- MOH01** Mohinder S. G., Lawrence R. W., Angus P. A.: *Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration.*, John Wiley & Sons, Inc. 2001, pages 382, Printed ISBN: 9780471350323
Publikace je dostupná v rámci Knihovny VŠB-TUO na adrese:
<http://knihovna.vsb.cz/sluzby/e-knihy-wiley.htm>



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽI A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Literatura a informační zdroje

IS-GPS-200D

<http://www.navcen.uscg.gov/gps/geninfo/IS-GPS-200D.pdf>

TR8350.2

<http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr8350.2/wgs84fin.pdf>



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.

INOVACE BAKALÁŘSKÝCH A MAGISTERSKÝCH STUDIJNÍCH OBORŮ
NA HORNICKO-GEOLOGICKÉ FAKULTĚ
VYSOKÉ ŠKOLY BÁŇSKÉ - TECHNICKÉ UNIVERZITY OSTRAVA

GPS přijímač a jeho charakteristiky

Prezentace 10

Studijní opora k předmětu: GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ A POLOHOVÉ SYSTÉMY

David Vojtek

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ