



Seminář GPS

Plánování měření

Irena Opatřilová, Ústav geodézie, 22.2.2012

Vyjádření přesnosti měření

- ◆ relativní metody:
 - $a + b \text{ ppm} (*\text{délka vektoru})$
 - přesnost určení vektoru \Rightarrow závisí na jeho délce
 - např. rychlá statická metoda =
10 mm + 1 ppm
- ◆ absolutní metody:
 - přesnost pomocí faktoru DOP

DOP

- ◆ Dilution of Precision (faktor snížení přesnosti)
- ◆ přesnost ovlivněna konfigurací družic v okamžiku měření
- ◆ odvození:
 - matice kofaktorů z vyrovnání: $\mathbf{Q}_x = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1}$

$$\mathbf{Q}_x = \begin{bmatrix} Q_{XX} & Q_{XY} & Q_{XZ} & Q_{Xt} \\ Q_{YX} & Q_{YY} & Q_{YZ} & Q_{Yt} \\ Q_{ZX} & Q_{ZY} & Q_{ZZ} & Q_{Zt} \\ Q_{tX} & Q_{tY} & Q_{tZ} & Q_{tt} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Q}_x = \begin{bmatrix} Q_{nn} & Q_{ne} & Q_{nh} & Q_{nt} \\ Q_{en} & Q_{ee} & Q_{eh} & Q_{et} \\ Q_{hn} & Q_{he} & Q_{hh} & Q_{ht} \\ Q_{tn} & Q_{te} & Q_{th} & Q_{tt} \end{bmatrix}$$

pro neznámé hodnoty \Rightarrow převedeno do lokálního geodetického souřadnicového systému

DOP

- ◆ střední chyba neznámé: $\sigma_x = \sigma_0 Q_{xx}$
- ◆ globální DOP

$$\text{GDOP} = \sqrt{Q_{xx} + Q_{yy} + Q_{zz} + Q_{tt}}$$

$$\text{GDOP} = \frac{1}{\sigma_0} \sqrt{\sigma_n^2 + \sigma_e^2 + \sigma_h^2 + \sigma_t^2} c$$

- ◆ polohová, horizontální, vertikální a časová složka DOP

$$\text{PDOP} = \frac{1}{\sigma_0} \sqrt{\sigma_n^2 + \sigma_e^2 + \sigma_h^2}$$

$$\text{HDOP} = \frac{1}{\sigma_0} \sqrt{\sigma_n^2 + \sigma_e^2}$$

$$\text{VDOP} = \frac{1}{\sigma_0} \sigma_h$$

$$\text{TDOP} = \frac{1}{\sigma_0} \sigma_t$$

DOP

- ◆ přesnost určení neznámých prvků, např.:

$$\sigma_V = \sigma_0 \cdot VDOP$$

σ_V ... standardní odchylka ve výšce

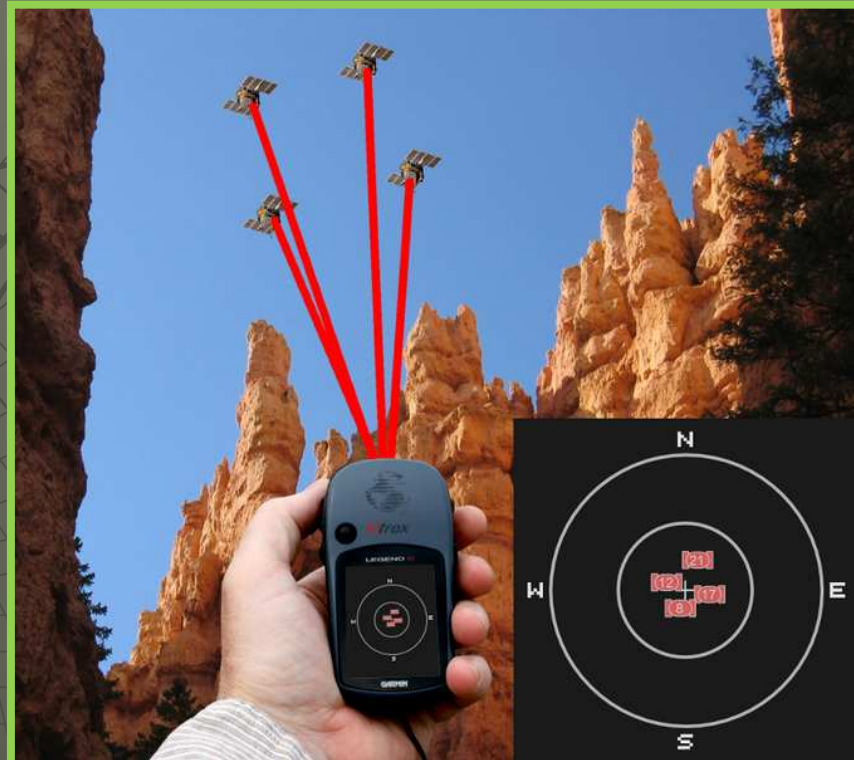
σ_0 ... standardní odchylka měření pseudovzdálenosti pomocí kódů

- ◆ pro autonomní určení prostorové polohy
- ◆ čím menší DOP, tím vyšší přesnost

DOP



volný obzor
dobrý DOP

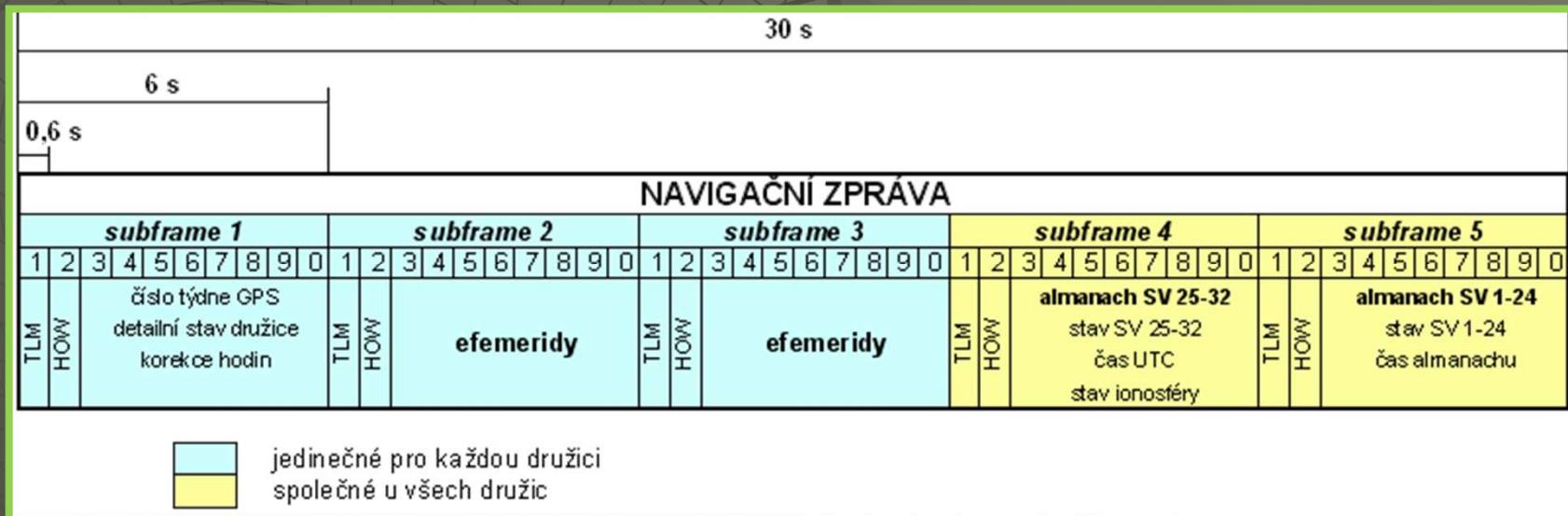


zastíněný obzor
špatný DOP

Almanach

- ◆ soubor, ve kterém jsou uvedeny parametry oběžných drah satelitů
- ◆ součástí navigační zprávy vysílané družicí (pro všechny družice stejný)
- ◆ obsahuje méně přesná data o poloze družic než efemeridy
- ◆ aktualizován jednou za 6 dní

Almanach



Efemeridy družice

- ◆ vysílané (Broadcast)
- ◆ velmi rychlé (Ultra Rapid)
- ◆ rychlé (Rapid)
- ◆ přesné (Final)

Vysílané efemeridy družice

- ◆ v navigační zprávě
- ◆ omezená 24 hod platnost
- ◆ aktualizace po 2 hodinách
- ◆ přesnost cca 2 metry
- ◆ 4 skupiny údajů:
 - údaje o čase (pro korekci hodin na družici)
 - 6 koeficientů pro model ionosféry
 - 6 keplerovských dráhových elementů
 - 9 poruchových parametrů dráhy

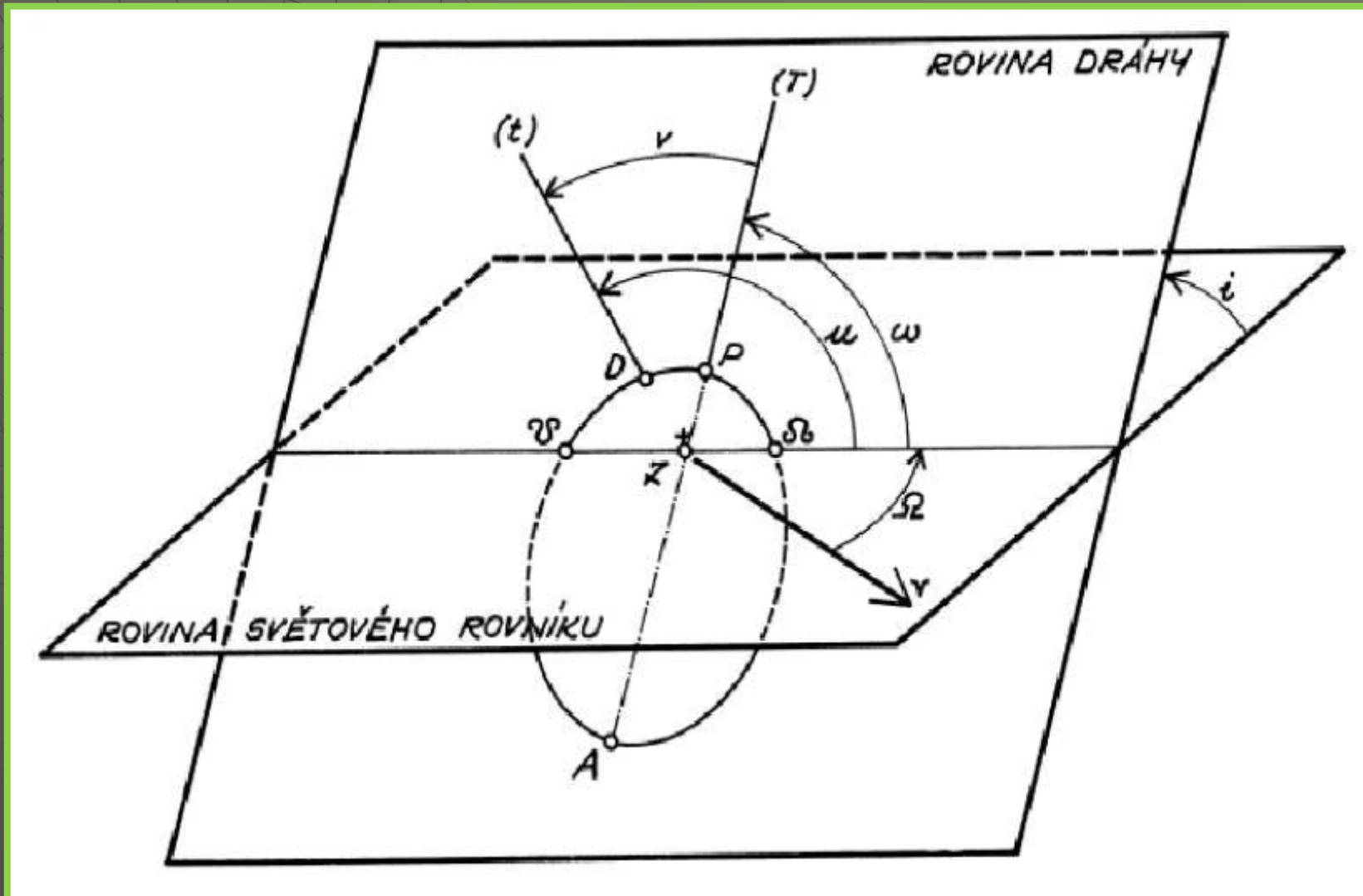
Velmi rychlé a rychlé efemeridy družice

- ◆ velmi rychlé efemeridy:
 - s dostupem cca 3 hodin
 - aktualizovány 2krát denně
 - přesnost 5-10 cm
- ◆ rychlé efemeridy:
 - s odstupem 17 hodin
 - aktualizovány 1krát denně
 - přesnost menší než 5 cm

Přesné efemeridy

- ◆ nejsou v okamžiku měření
- ◆ s odstupem 13 dní
- ◆ aktualizace 1krát týdně
- ◆ přesnost cca 2 cm
- ◆ význam pro delší vektory nad 40 km
- ◆ jako u velmi rychlých a rychlých efemerid soubor ve formátu *.sp3 (po 15 min souřadnice družic k danému okamžiku)
- ◆ zprostředkovává např. IGS (International GPS Service)

Keplerovské dráhové elementy



RINEX

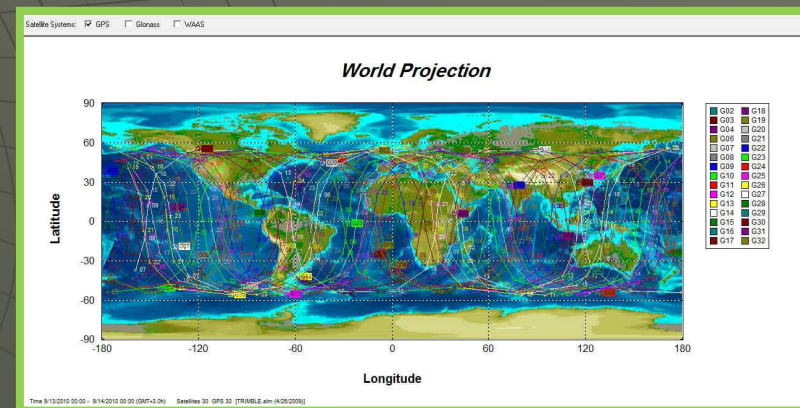
- ◆ Receiver INdependent Exchange
- ◆ textový formát nezávislý na typu přijímače
- ◆ vzniká v rámci kampaně EUREF za účelem realizace ETRF 89
- ◆ data fázová, kódová, dopplerovská
- ◆ záznam statistických a kinematických dat
- ◆ obsahuje:
 - observační soubor – měřená data
 - navigační soubor – pozice družice na oběžných drahách
 - soubor meteorologických dat – pro modelaci atmosférických vlivů

Plánování měření

- ◆ někdy vhodné provést plánování měření (observace) před vlastním měřením GNSS
- ◆ do aplikace (programu) nahraji aktuální almanach
- ◆ zjistím, jaké jsou podmínky k měření pro daný časový okamžik a pro konkrétní místo na Zemi => naplánování vhodné doby observace v dané lokalitě (dostatečný počet družic, nízké hodnoty DOP)
- ◆ např. software *Leica GeoOffice*, *Trimble Planning*, on-line aplikace *Trimble GNSS Planning*

Trimble's Planning software

- ◆ programový nástroj pro analýzu určení viditelnosti družic GNSS (včetně geostacionárních družic)
- ◆ zadání konkrétního místa observace pro jednu stanici i pro více stanic
- ◆ nákres překážek v obzoru
- ◆ grafické vyjádření:
 - počet viditelných družic
 - zákres obzoru
 - hodnoty DOP
- ◆ textové výpisy



Program č. 2

- ◆ navrhnete GPS měření rychlou statickou metodou dvou-frekvenčním přijímačem s referenční stanicí TUBO na území města Brna ve 4 variantách:
 - nejlepší podmínky pro měření při ideálním horizontu
 - nejhorší podmínky pro měření při ideálním horizontu
 - nejlepší podmínky pro měření při překážce
 - nejhorší podmínky pro měření při překážce
- ◆ u jednotlivých variant zjistíte:
 - graf oblohy v době pozorování
 - počet satelitů v době pozorování
 - hodnoty DOPů v době pozorování
 - zhodnoťte podmínky, zda by na základě měření šlo dosáhnout dobrých výsledků při postprocessingu

Program č. 2

- ◆ zadání naleznete na Moodle
- ◆ na příští hodině odevzdejte
- ◆ ke zpracování využijte:
 - software *Trimble Planning*
(http://www.trimble.com/planningsoftware_ts.asp)
 - online aplikace *Trimble GNSS Planning Online*
(<http://www.trimble.com/GNSSPlanningOnline/>)
 - aktuální almanach na:
<http://www.trimble.com/gpsdataresources.shtml>



Děkuji za pozornost