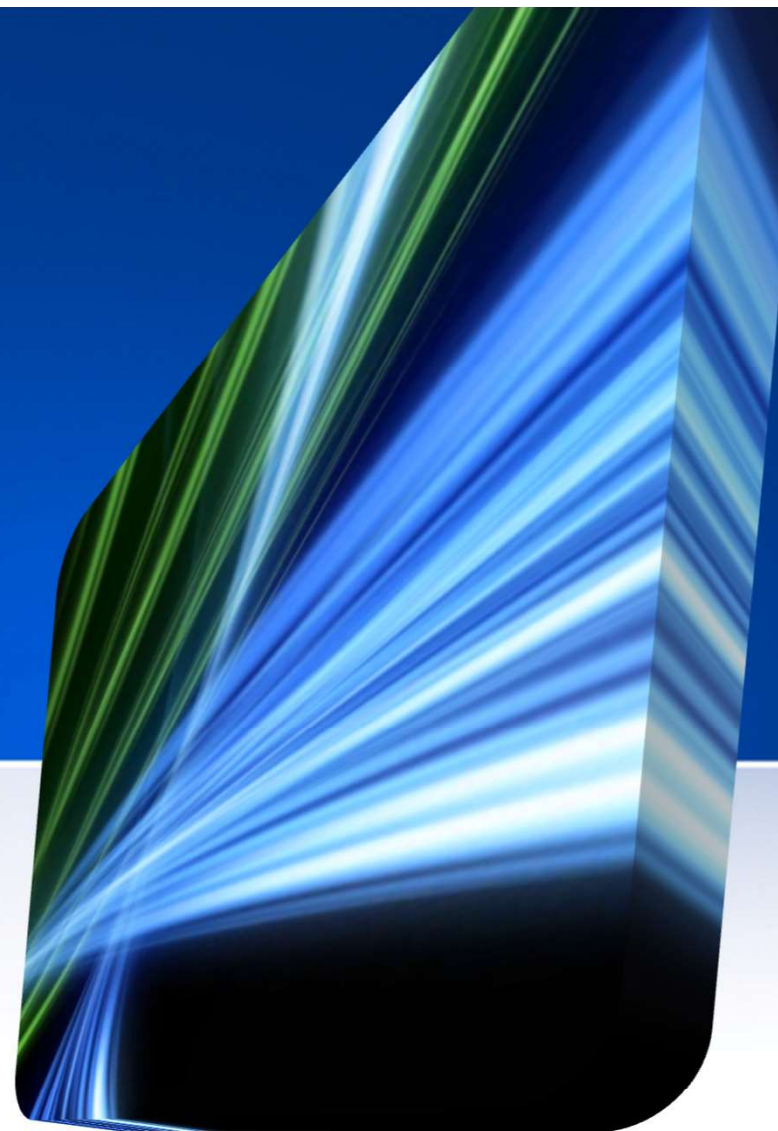


Pokročilé metody výpočtu polohy

Doc. Dr. Ing. Pavel Kovář

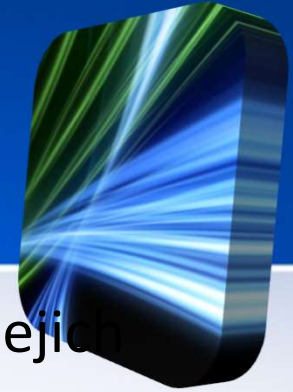


Pokročilé metody výpočtu polohy



- PPP - precision point positioning
- RTK – real time kinematic

PPP



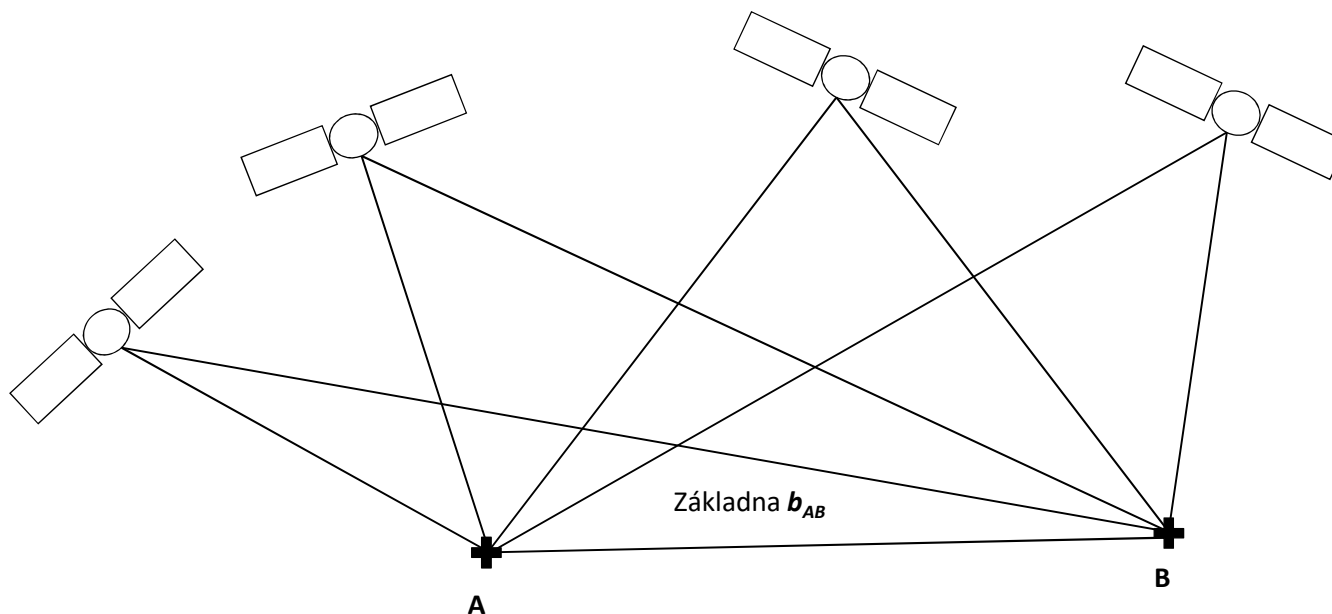
- Zpřesňování informací o polohách navigačních družic a jejich časových základen
- Dokonalý fyzikální model šíření signálu
- Dvou frekvenční měření
- Do výpočtu polohy zahrnout fázové měření
- Poloha uživatele se počítá v absolutních souřadnicích
- Data nejsou k dispozici v reálném čase
 - Zpoždění od několika minut až po dny

RTK



- Využívá fázová měření
- Relativní měření

$$\mathbf{X}_B = \mathbf{X}_A + \mathbf{b}_{AB}$$



Fázové měření



$$\phi_A^j + f^j \delta^j(t) = \frac{1}{\lambda^j} \rho_A^j(t) + N_A^j + f^j \delta_A(t)$$

ϕ_A^j fázové měření [cyklech]

f^j nosný kmitočet j-té družice

λ^j vlnová délka

$\delta^j(t)$ odchylka časové základny j-té družice od GPS času

$\rho_A^j(t)$ euklidovská vzdálenost mezi modem A a j-tou družicí

$$\rho_A^j(t) = \sqrt{(X^j(t) - X_A)^2 + (Y^j(t) - Y_A)^2 + (Z^j(t) - Z_A)^2}$$

N_A^j celočíselná neurčitost fáze

$\delta_A(t)$ odchylka časové základny A-tého přijímače od GPS času

První diferencí měření ve dvou bodech A a B



Eliminuje odchylku časové základny družice $\delta^j(t)$

$$\phi_B^j - \phi_A^j = \frac{1}{\lambda^j} [\rho_B^j(t) - \rho_A^j(t)] + N_B^j - N_A^j + f^j [\delta_B(t) - \delta_A(t)]$$

Označme $\phi_B^j - \phi_A^j = \phi_{AB}^j$, $\rho_B^j(t) - \rho_A^j(t) = \rho_{AB}^j(t)$, $N_B^j - N_A^j = N_{AB}^j$
a $\delta_B(t) - \delta_A(t) = \delta_{AB}(t)$

$$\phi_{AB}^j = \frac{1}{\lambda^j} \rho_{AB}^j(t) + N_{AB}^j + f^j \delta_{AB}(t).$$

Druhá difference



Eliminuje odchylky časových základů přijímačů $\delta_{AB}(t)$

$$\phi_{AB}^k - \phi_{AB}^j = \frac{1}{\lambda^k} \rho_{AB}^k(t) - \frac{1}{\lambda^j} \rho_{AB}^j(t) + N_{AB}^k - N_{AB}^j$$

Předpokládejme, že kmitočet nosné vlny a vlnová délka družic j a k jsou stejné $f^j = f^k = f$ a $\lambda^j = \lambda^k = \lambda$

Označme $\phi_{AB}^k - \phi_{AB}^j = \phi_{AB}^{jk}$, $\rho_{AB}^k(t) - \rho_{AB}^j(t) = \rho_{AB}^{jk}(t)$ a $N_{AB}^k - N_{AB}^j = N_{AB}^{jk}$

$$\phi_{AB}^{jk} = \frac{1}{\lambda} \rho_{AB}^{jk}(t) + N_{AB}^{jk}$$

Problém je určit celočíselné neurčitosti N_{AB}^{jk}

Metody určení celočíselných neurčitostí



- Statické metody
 - Inicializace přijímačů ve bodech se známou polohou
 - Záměna antén referenční stanice a uživatelského přijímače
 - Statické určení počátečního vektoru (zdlouhavá)
- Kinematické metody
 - Předpokládají pohyb uživatele
 - Hrubý odhad vektoru \mathbf{b}_{AB} pomocí kódových měření
 - Metody určení nejednoznačností
 - LSAST (Least-squares ambiguity search technique)
 - FARA (Fast ambiguity resolution approach)
 - Modified Cholesky decomposition method
 - LAMBDA (Least-squares ambiguity decorrelation adjustment)
 - FASF (Fast ambiguity search filter)
 - OMEGA (Optimal method for estimating GPS ambiguities)
 - Lze zjednodušit a urychlit více kmitočtovým měřením

Vlastnosti



- Vzdálenost od referenční stanice <20 km
- Lze použít virtuální referenční stanici
- Nutné nepřetržité měření fáze (v případě většího počtu družic lze akceptovat občasný cycle slip)
- V případě výpadku nutná zdlouhavá reiniciace