

Geodetické základy a geodynamika 2015

*TVORBA APLIKÁCIE NA MODELOVANIE A ANALÝZU
VIACESTNÉHO ŠÍRENIA DRUŽICOVÝCH SIGNÁLOV*

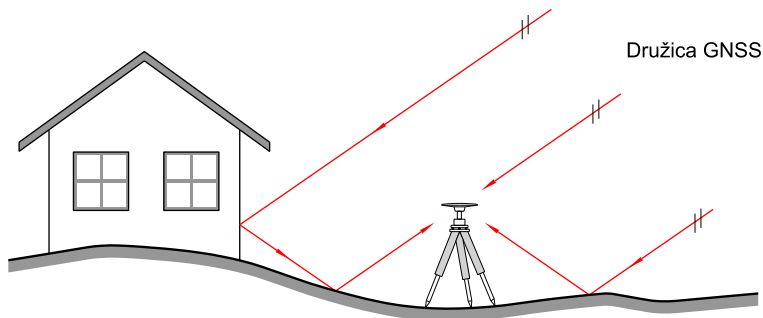
Ing. Peter Špánik

Kočovce, 8. októbra 2015

- vplyv multipath na presné statické merania, kde vystupuje ako neželaný sprievodný jav (pre kódové aj fázové merania)
- neobjasnený všeobecný model multipath, ťažko modelovateľný, závislý od vlastností povrchu pod prijímačom a od rozloženia objektov v jeho bezprostrednom okolí
- možnosti detekcie efektu multipath v kódových a fázových meraniach
- popis novovytvorenej aplikácie **MultipathAnalysis** a ukážka funkcionality na reálnych dátach
- detekcia multipath v sieti monitorovacích bodov Národného centra na diagnostikovanie deformácií zemského povrchu na území Slovenska a posúdenie variability multipathu

Teoretické východiská efektu multipath

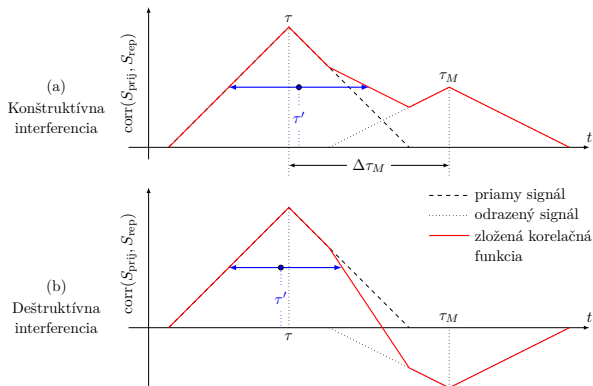
- multipath je neoddeliteľnou súčasťou meraní GNSS



- zväčša jednonásobné, dvojnásobné odrazy a odrazy od zeme
- odrazený signál sa vždy oneskorí voči priamemu signálu

Multipath kódových meraní

- skreslenie meraných pseudovzdialeností o 1 – 5 metrov (multipath môže byť kladný aj záporný)
- vznik ďalšieho korelačného maxima pri korelácii prijímaného signálu ($S_{pri j}$) s replikou v prijímači (S_{rep})



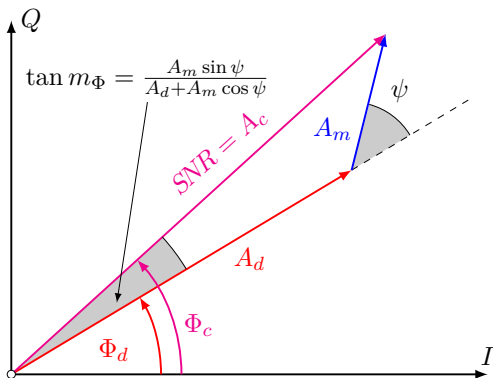
- na detekovanie multipathu v kódových meraniach sa využíva veličina MP (v ang. literatúre *multipath observable*)
- kombinácia kódu na i -tej a fáz na j -tej a k -tej frekvencii

$$MP_{jk}^i + B = R_i - \Phi_j + \frac{\lambda_i^2 + \lambda_j^2}{\lambda_j^2 - \lambda_k^2} (\Phi_j - \Phi_k)$$

- hodnota B je konštantná pokiaľ nedôjde k sklzu v počítaní cyklov (*cycle slip*), kedy sa zmenia ambiguity nosných vln
- kvôli zaťaženiu ambiguitami nie je MP kvantifikátor multipathu, posudzovaná je variabilita hodnôt $MP - E(MP)$

Detekcia multipath pomocou pomeru signálu a šumu

- *SNR* (*Signal to Noise Ratio*) definuje pomer výkonu signálu S a šumu N v tomto signáli, vyjadrovaný v dB alebo dBHz.
- *SNR* je určované spoločne s odhadom fázy, preto je v týchto hodnotách „ukrytá“ informácia o fázovom multipathe.



Cieľ: vytvorenie používateľsky priateľskej aplikácie s GUI, ktorá by umožňovala detekciu kódového a fázového multipathu na stanovisku, umožňovala vytvárať názorné grafické výstupy a ukladať numerické výsledky

Vstupy – observačné súbory vo formáte RINEX v3.02 a novšie
– polohy družíc vo formáte SP3

Funkcie – výpočet dostupných kombinácií veličiny *MP*, variability hodnôt *SNR*, filtrácia vypočítaných hodnôt, ...

Výstupy – grafické výstupy dostupnosti družíc, signálov, variability *MP* v závislosti od výšky, času, v skyplote, ...
– numerické výstupy vo formáte *.mat

Numerický experiment na otestovanie aplikácie

Boli vybrané štyri permanentné stanice z projektu Národného centra pre diagnostikovanie deformácií zemského povrchu na území Slovenska (stanice BASV, KAME, RISA, TELG).



Fotografie vybraných bodov projektu



a) Banská Štiavnica



b) Kamenica nad Cirochou

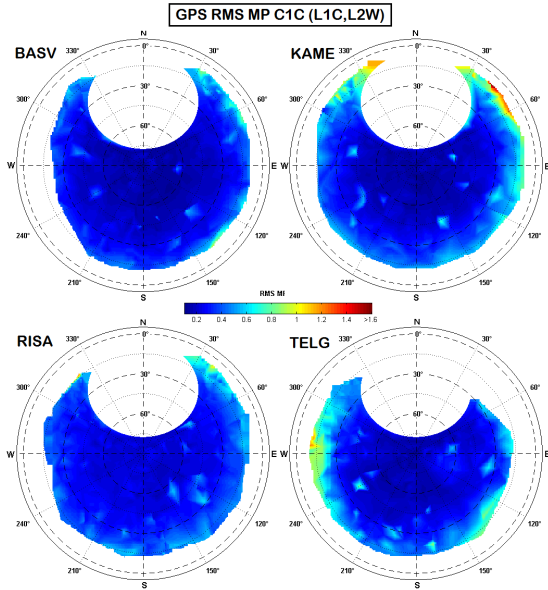


c) Rimavská Sobota

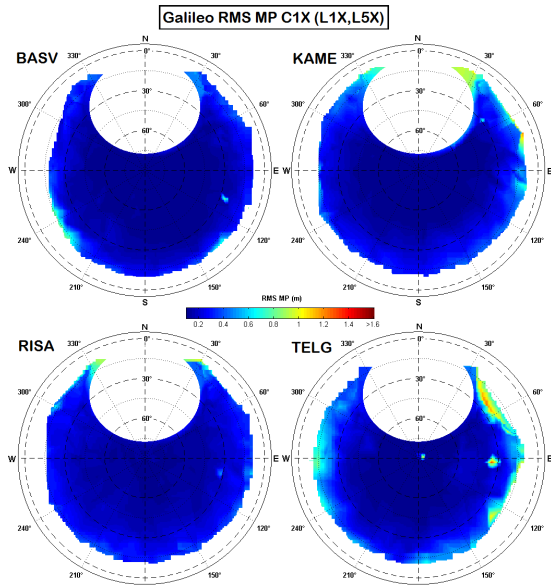


d) Telgárt

Ukážka variability *MP* pre GPS C1C

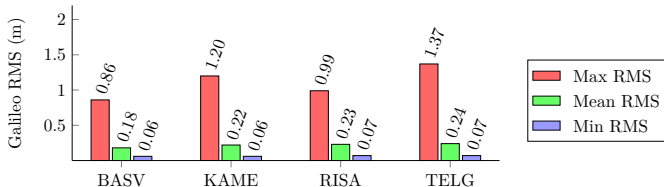
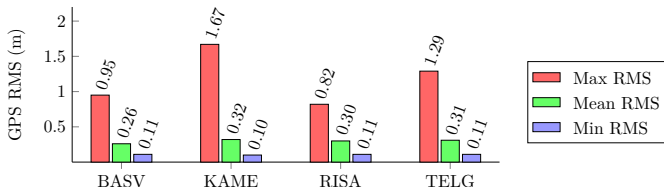


Ukážka variability *MP* pre Galileo C1C



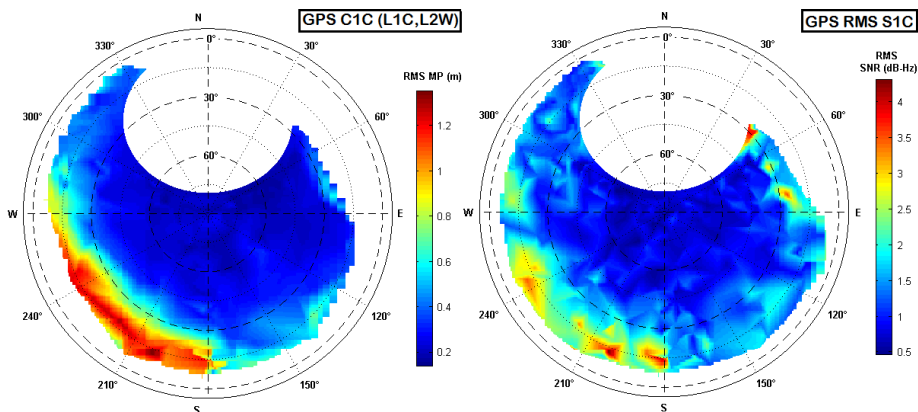
Popis zistení pre veličinu MP

- priemerné hodnoty RMS sú pre systém Galileo vždy nižšie ako pre GPS (pravdepodobne vyššia odolnosť kódu E1 ako C/A)
- zvýšená variabilita MP na bodoch KAME a TELG

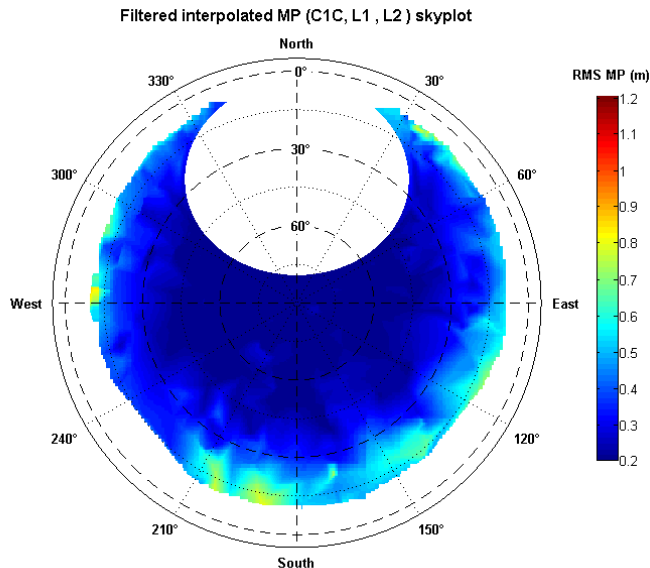


Výrazný multipath na stanici LOMS

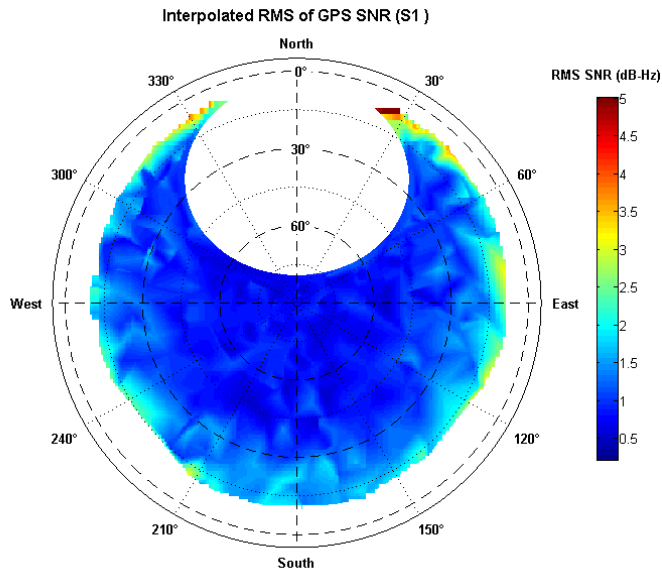
- v súvislosti s možnosťami identifikácie reflexných povrchov v obraze variability bol vykonaný experiment aj na stanici LOMS, kde je na SV od bodu situovaná kupola observatória



Monitoring zmien pôsobiaceho multipathu na stanici GANP



Monitoring zmien pôsobiaceho multipathu na stanici GANP



Ďakujem za pozornosť!