



BUDOVÁNÍ PŘESNÉHO BODOVÉHO POLE A GEOMETRICKÉ VLASTNOSTI VIRTUÁLNÍCH REALIZACÍ S-JTSK

Ladislav Bárta

21. ročník semináře
Družicové metody v geodézii a katastru
Brno, Leden 2018

Úvod

Problematika:

- Projekt přesného bodového pole dálnice
- Projekt dlouhodobého geodetického monitoringu stavebních objektů

Lokalita:

- D8 0805 Lovosice – Řehlovice, km 48.3 – 64.7

- součást dálničního tahu Praha – Drážďany
- úsek má délku je 16.5 km
- obsahuje 3 MÚK, 2 tunely, 8 nadjezdů a 19 mostů
- trasa dálnice prochází geologicky složitým územím CHKO České středohoří
- zahájení výstavby 2008
- zkušební provoz 2016
- uvedení do provozu 2017.



sesuv zeminy z roku 2013 pod lomem Dobkovičky

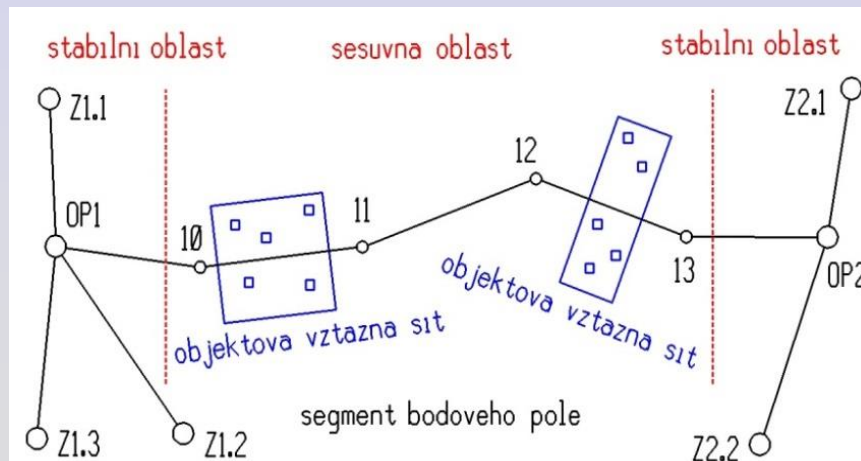


Princip řešení

- **Dvoustupňové sledování prostorových změn stavebních objektů**
- Přesné bodové pole dálnice
 - Zajištění objektových vztažných systémů.
- Objektové vztažné sítě
 - Prioritní systém pro sledování prostorových změn stavebních objektů
- **Segmentace bodového pole dálnice**

Homogenní systém jednotný pro celý úsek stavby.

Převod historických výsledků monitoringu z výstavby do tohoto systému.
Stanovení nového počátku pro dlouhodobý monitoring.



Úseky bodového pole délky 1.5 až 2.5 km.

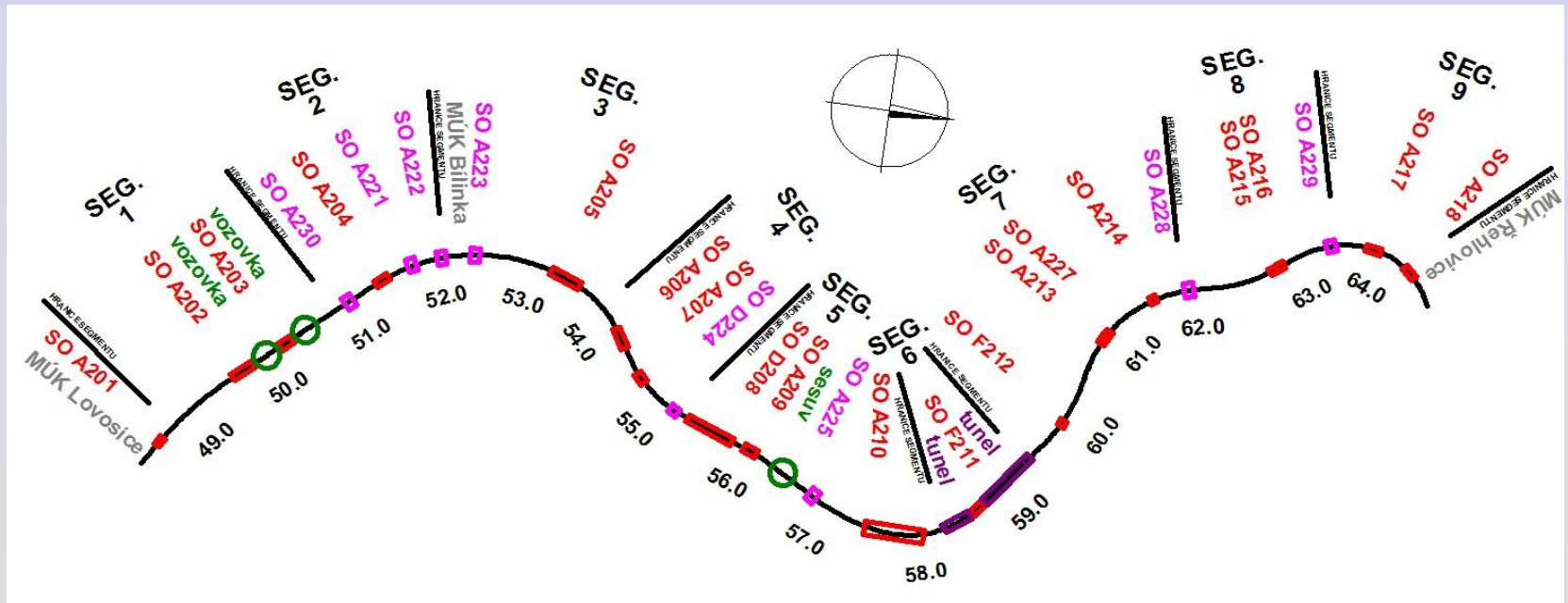
Opěrné a zajišťovací body v potenciálně stabilních oblastech na rozhraních segmentů.

Segmenty jako samostatné jednotky pro systémovou etapovou údržbu bodového pole.

Rozšíření objektového vztažného o nejbližší body bodového pole dálnice nebo etapová údržba celého segmentu bodového pole při ztrátě jeho homogenity objektové vztažné sítě.

Segmentace trasy dálnice

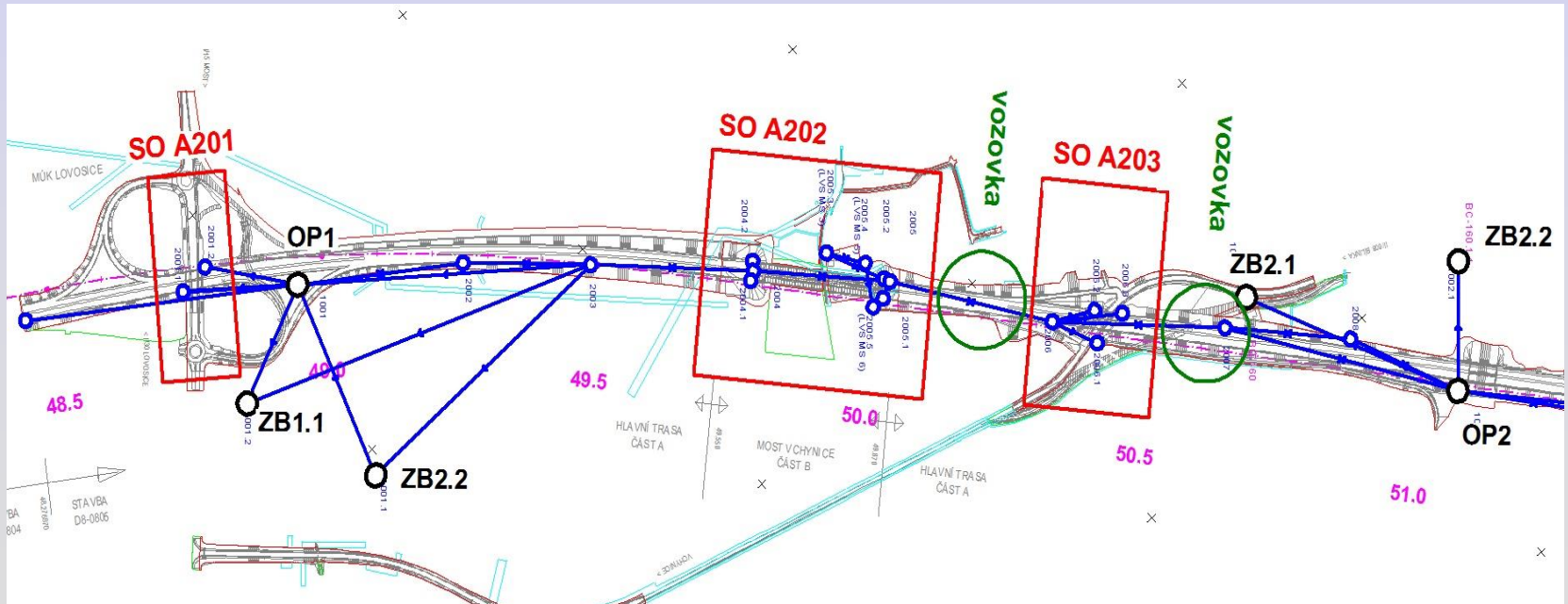
- Přehled sledovaných objektů



3 MÚK, 2 tunely, 19 mostů, 8 nadjezdů

Segmentace trasy dálnice

- Přehled sledovaných objektů



prvotní určení – rychlá statická metoda a polygonální síť, etapová údržba – polygonální síť, prvotní indikace posunů - RTK

Předmět měření posunů a přetvoření

- Dálniční most přes údolí v Ječkách v km 56.000



Fotodokumentace z výstavby

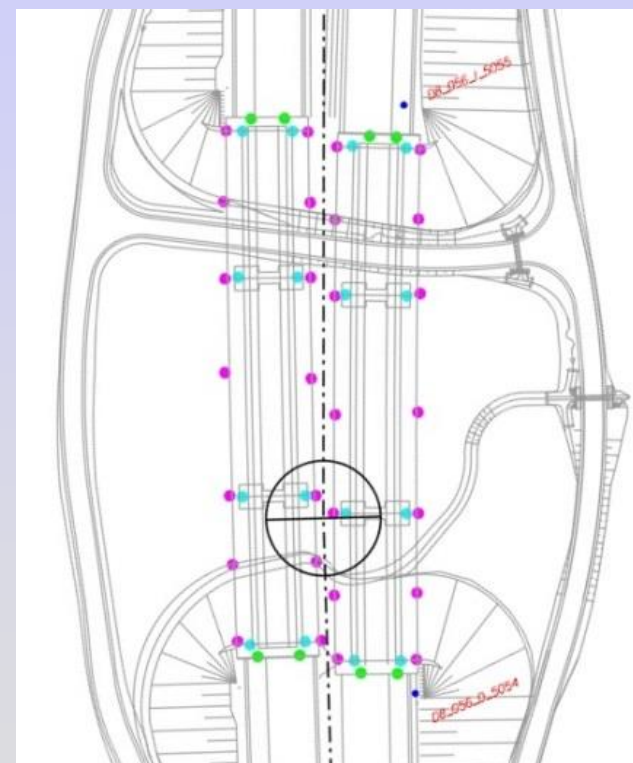


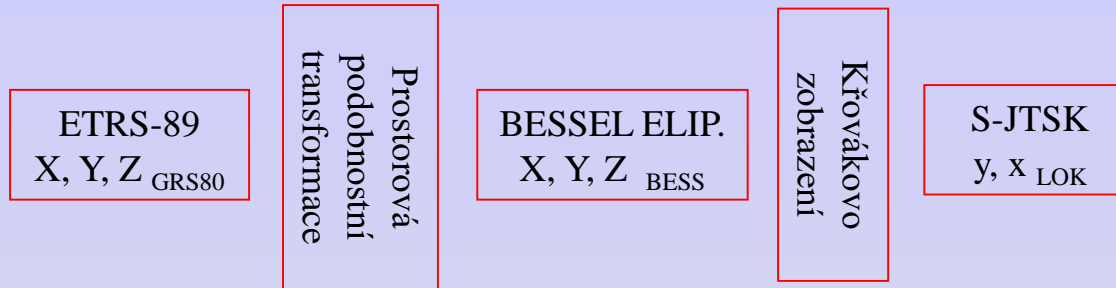
Schéma a umístěním sledovaných bodů

předmět monitoringu – spodní stavby, nosné konstrukce a vozovky přechodových oblastí mostů

Uvažované realizace S-JTSK v řešené lokalitě

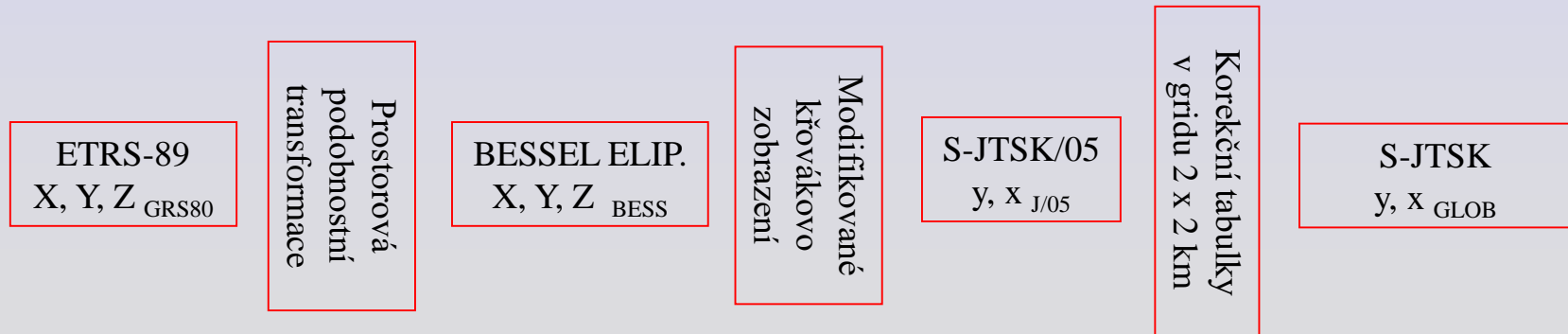
• Realizace S-JTSK lokálním klíčem

S-JTSK LOK



- GNSS kalibrace - určení optimálního prostorového vztahu k místnímu bodovému poli
- určení místního měřítka sítě

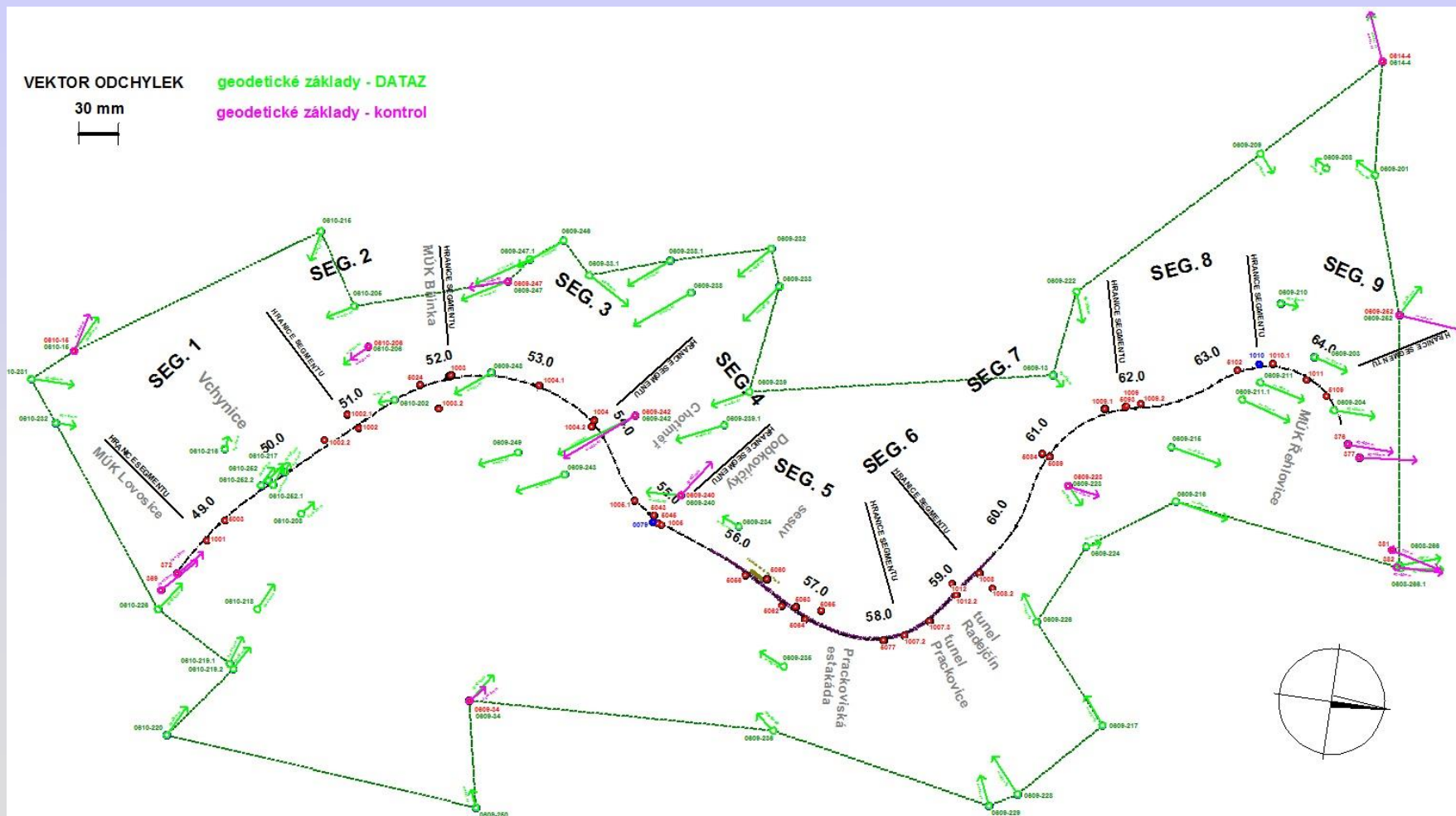
• Realizace S-JTSK globálním klíčem

S-JTSK GLOB 2013
S-JTSK GLOB 0217

Jednoznačný převod.

Realizace S-JTSK lokálním klíčem

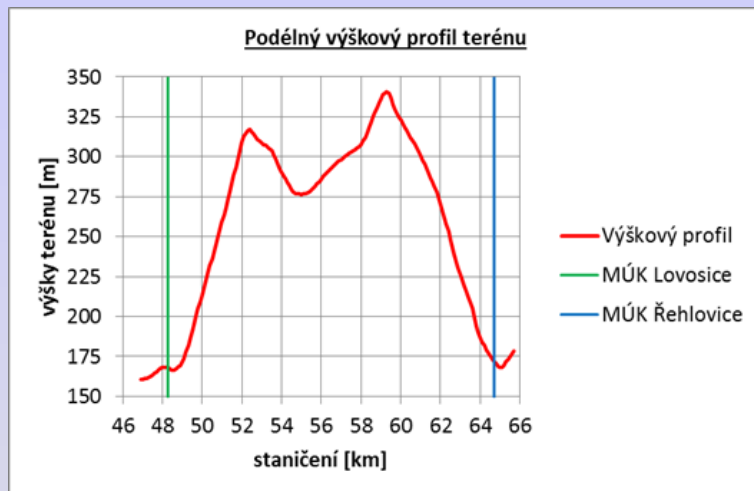
- Zbytkové odchylky na identických bodech**



Geometrické vlastnosti S-JTSK

• Délkové zkreslení

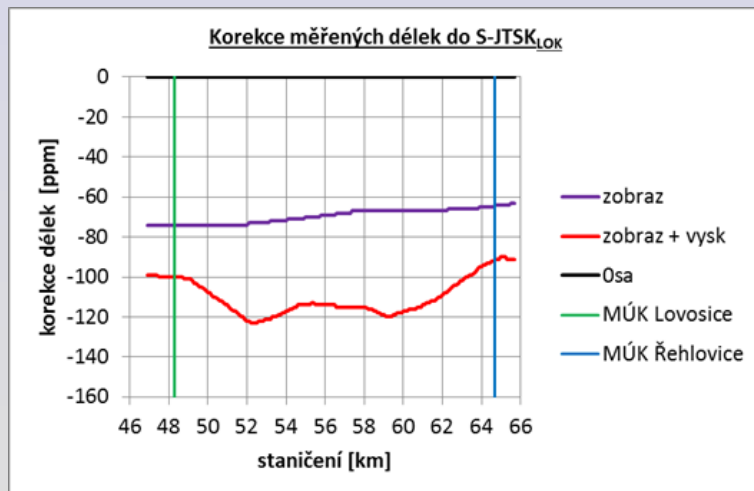
Výškový profil



Lokalita

délkový rozsah: 17 km
výškové členění: 180 m

Korekce délky



Výpočet teoretického délkového zkreslení

$$R = \sqrt{x^2 + y^2}$$

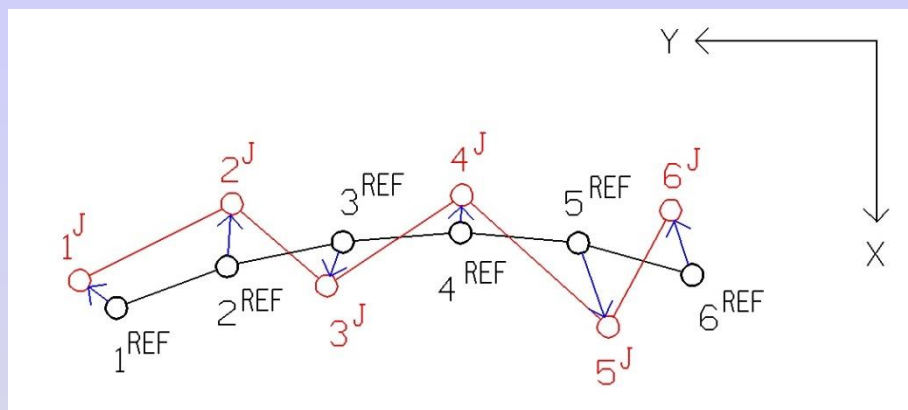
$$\Delta R = R - 1\,298\,039$$

$$m_{zobr} = 0.9999 + 1.22822 \cdot e^{-14} \Delta R^2 - 3.154 e^{-21} \Delta R^3 + 1.848 e^{-27} \Delta R^4 - 1.15 e^{-33} \Delta R^5$$

Porovnání výsledků převodu ETRS-89 => S-JTSK GLOB 13 / 17

• Převod bodů v trase

Porovnání transformačních postupů do globálního S-JTSK 2013 a 2017.



$$p_i^j = (dy_i^j, dx_i^j)$$

$$dy_i^j = y_i^j - y_i^{REF}$$

$$dx_i^j = x_i^j - x_i^{REF}$$

Souřadnicové porovnání vybraných transformačních postupů vzhledem k zvolenému referenčnímu transformačnímu postupů.

Porovnání je provedeno graficky pro linii bodů samostatně pro směr osy y a x.

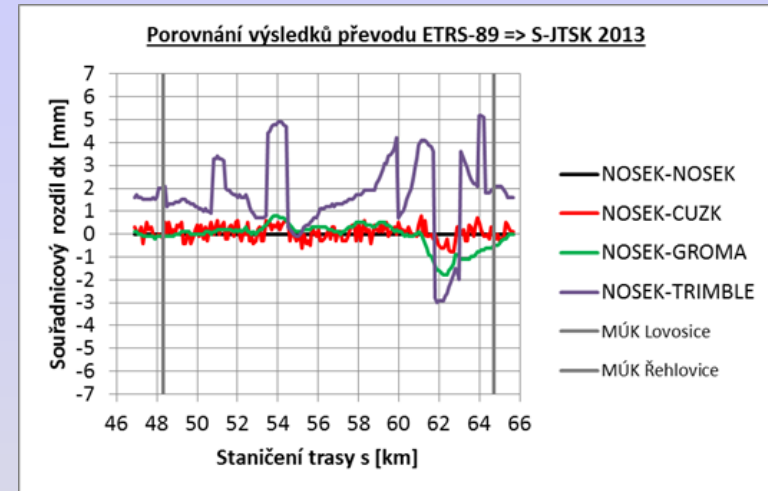
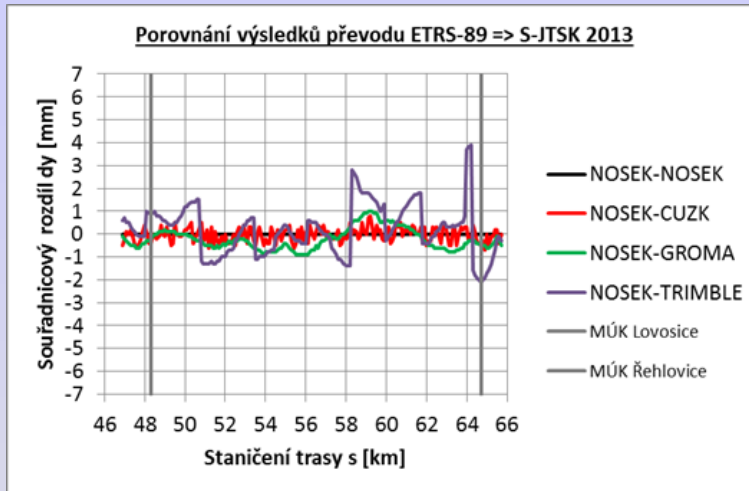
Při použití shodných interpolačních postupů lze očekávat shodu na úrovni zaokrouhlovacích chyb náhodného charakteru.

Poznámky

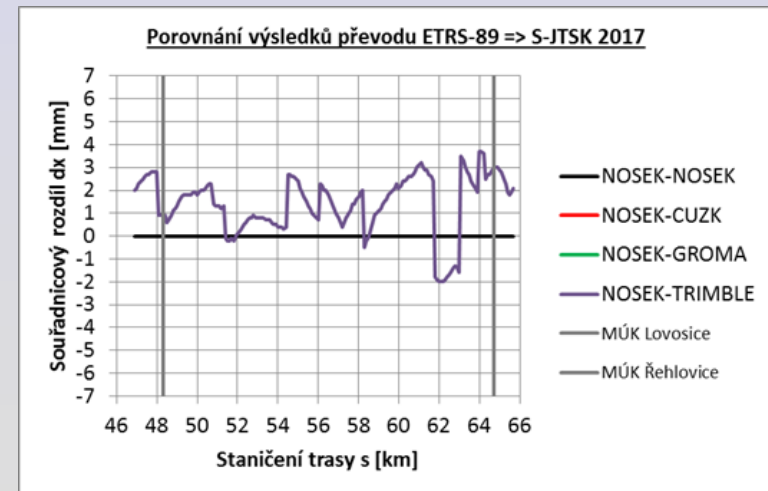
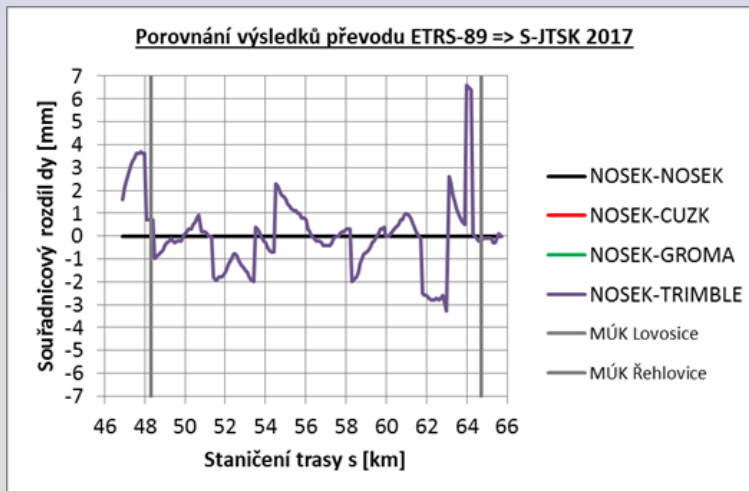
Porovnání výsledků převodu ETRS-89 => S-JTSK GLOB 13 / 17

• Převod bodů v trase

Transformační postup
ČÚZK, NOSEK,
GROMA, TRIMBLE



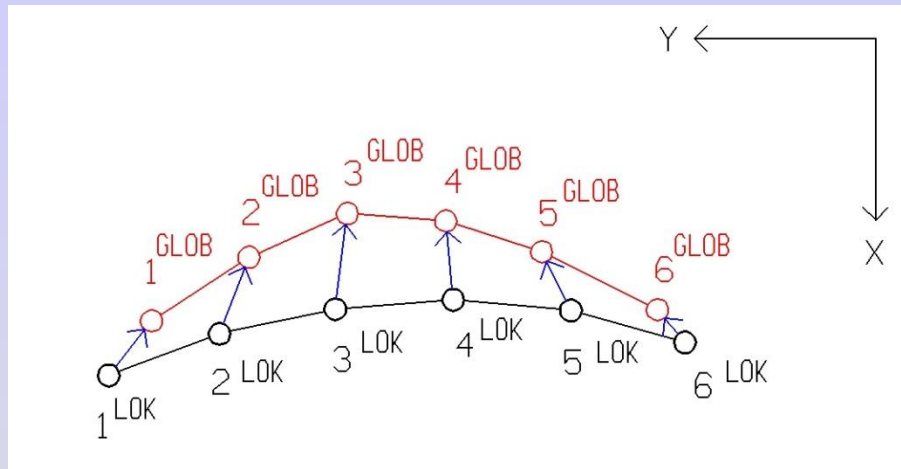
Transformační postup
NOSEK,
TRIMBLE



Porovnání výsledků převodu ETRS-89 => S-JTSK LOK A GLOB 13 / 17

• Převod bodů v trase

Porovnání globální a lokální realizace S-JTSK zákresem polohových vektorů.



$$p_i = (dy_i, dx_i)$$

$$dy_i = y_i^{GLOB} - y_i^{LOK}$$

$$dx_i = x_i^{GLOB} - x_i^{LOK}$$

Souřadnicové porovnání globálních realizací S-JTSK 2013 a 2017 podle vybraných transformačních postupů vzhledem k lokální realizaci S-JTSK.

Porovnání je provedeno graficky pro linii bodů samostatně pro směr osy y a x.

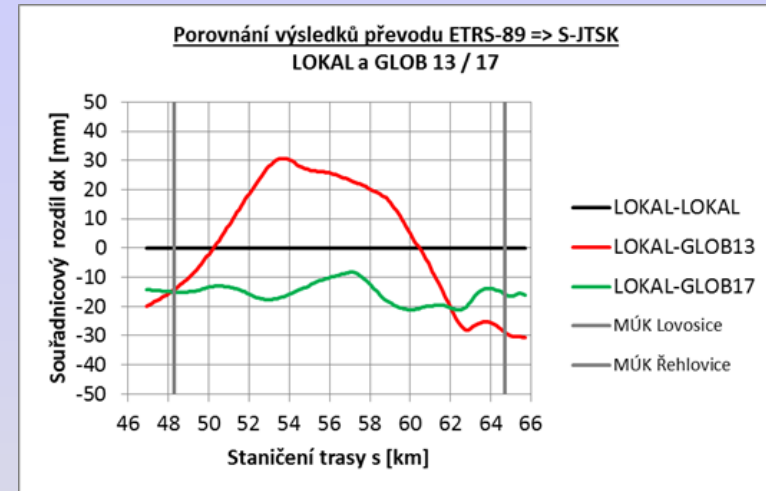
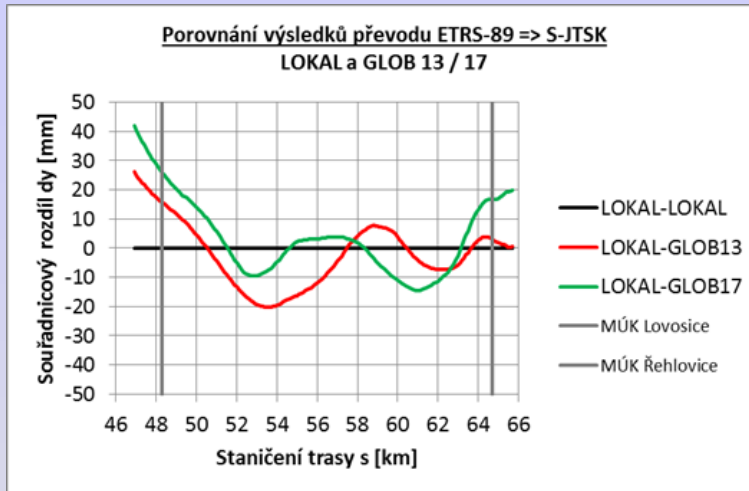
U globálních realizací S-JTSK se předpokládá plynulý vývoj geometrických deformací s určitými vlnovými délkami a amplitudami.

Poznámky

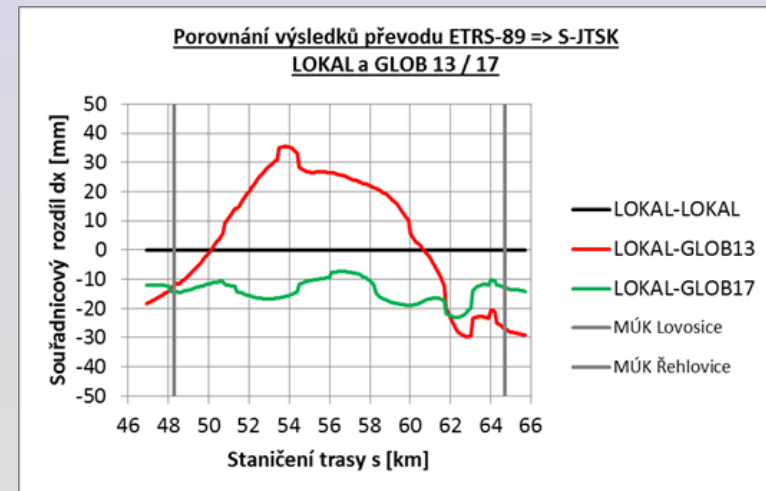
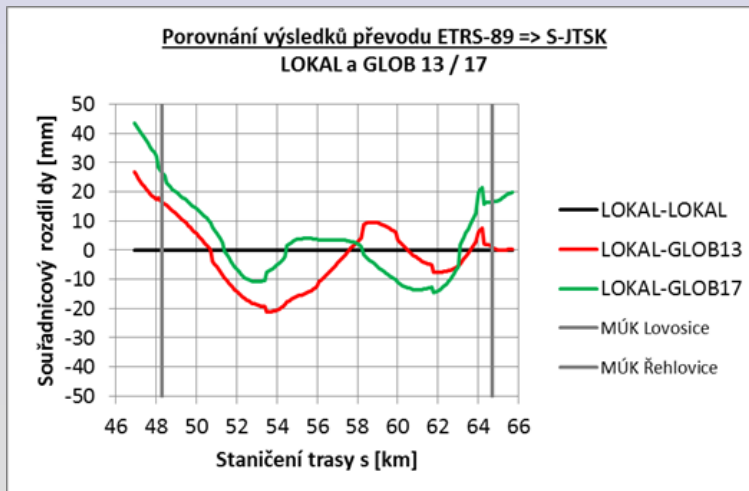
Porovnání výsledků převodu ETRS-89 => S-JTSK LOK A GLOB 13 / 17

• Převod bodů v trase

Transformační postup
ČÚZK, NOSEK

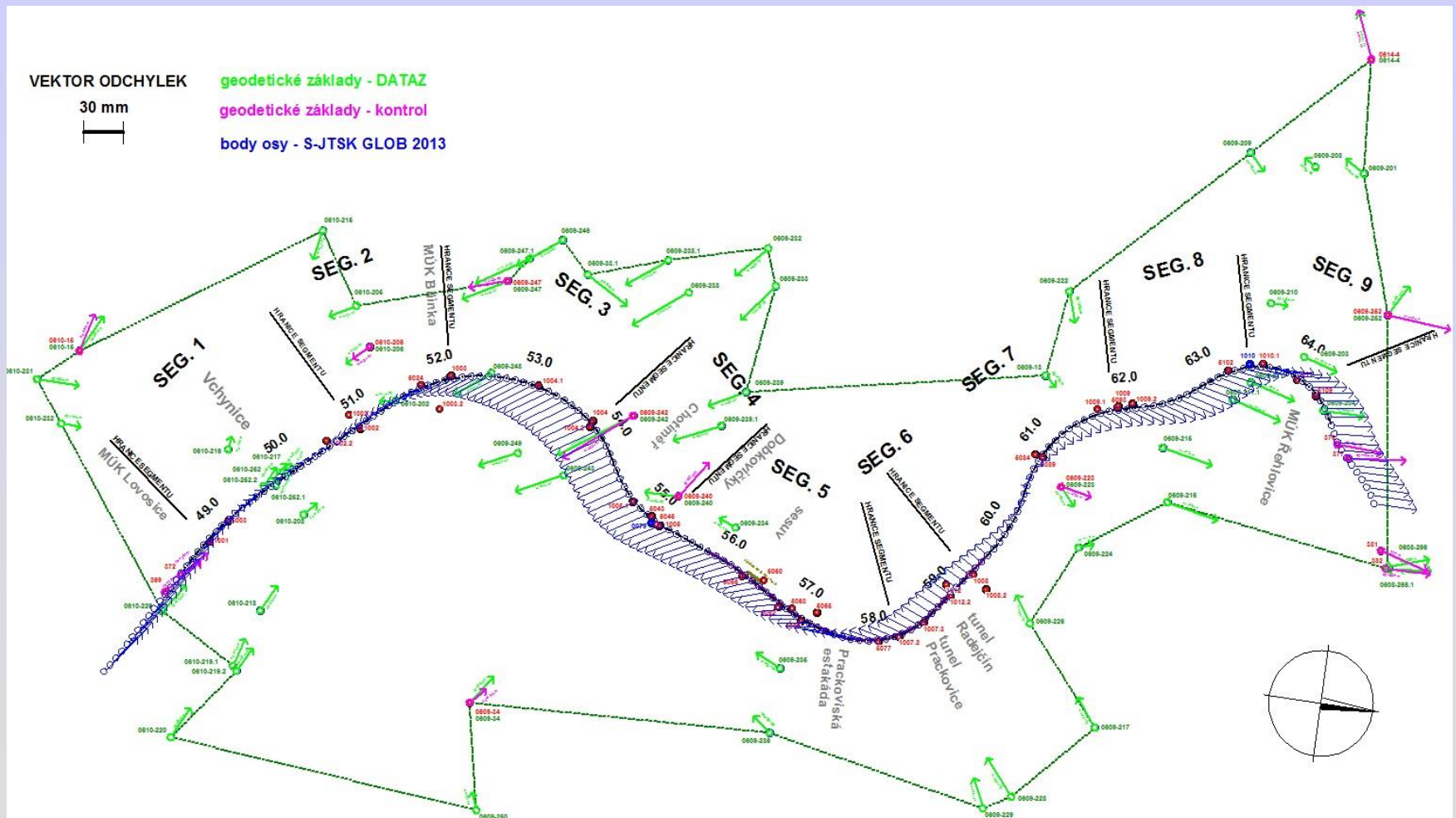


Transformační postup
TRIMBLE



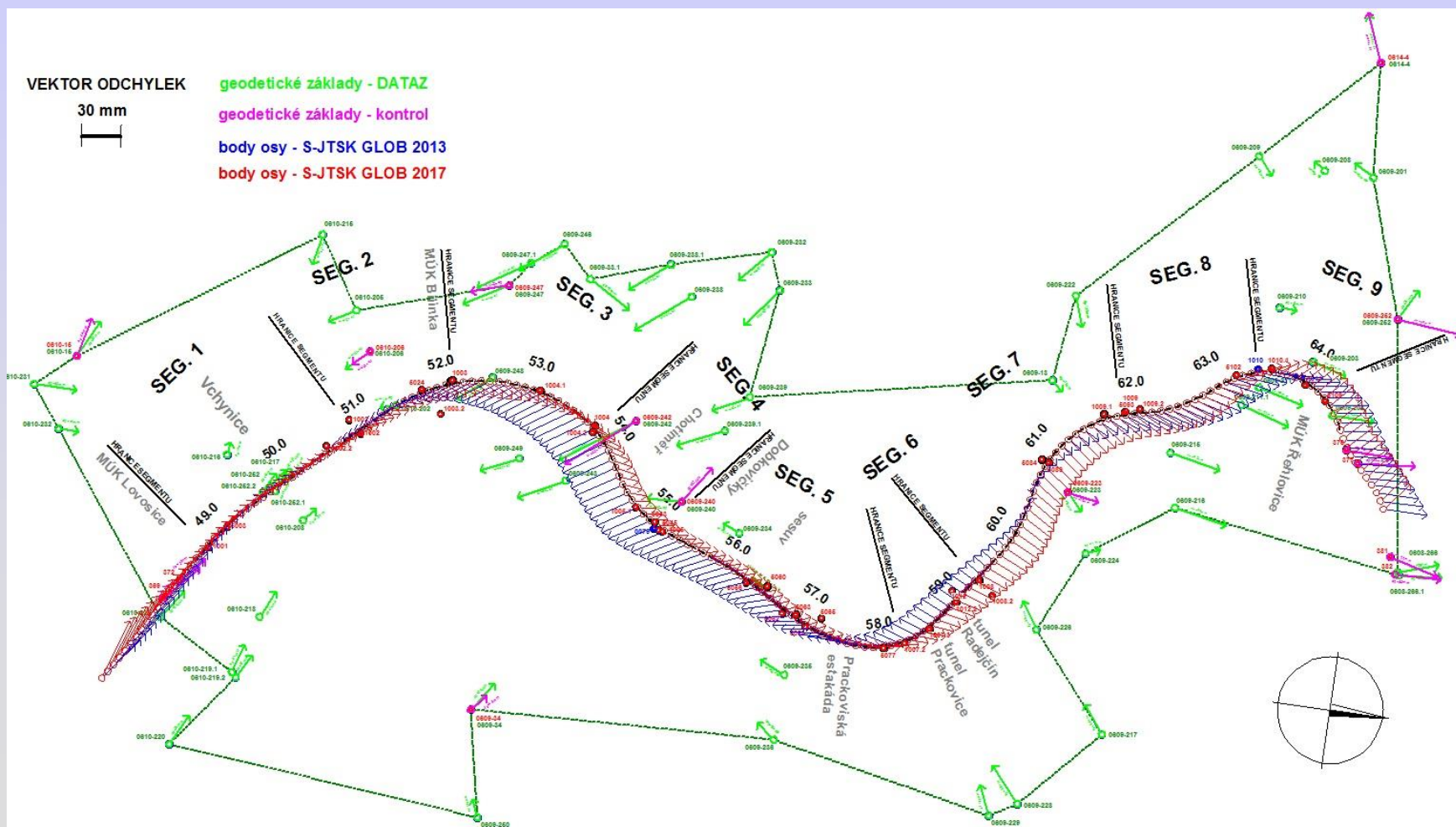
Porovnání výsledků převodu ETRS-89 => S-JTSK LOK A GLOB 13

- Převod bodů v trase



Porovnání výsledků převodu ETRS-89 => S-JTSK LOK A GLOB 13 / 17

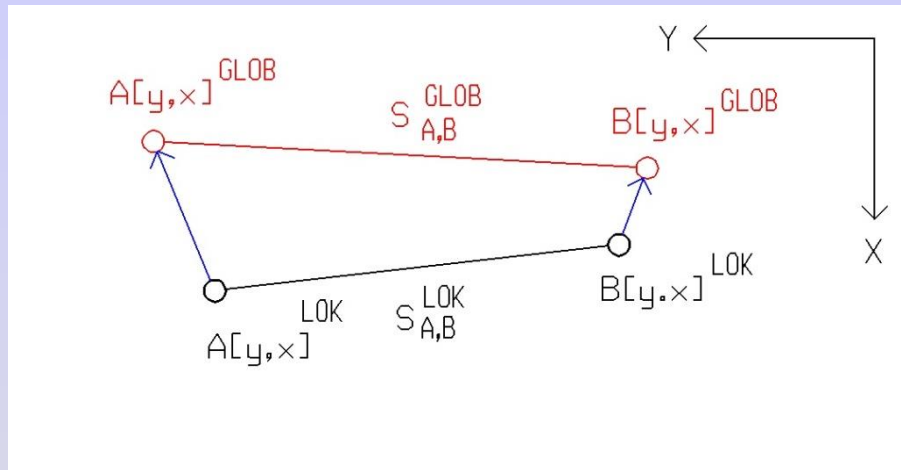
- Převod bodů v trase**



Geometrické vlastnosti S-JTSK GLOB

- Variace délkového zkreslení

Zobrazení dvojice bodů v lokální
a globální realizaci S-JTSK



Určení variací délkového zkreslení globálních realizací S-JTSK vzhledem k lokální realizaci S-JTSK zachovávající teoretické kartografické vlastnosti křovákova zobrazení (bez uvážení místního měřítka sítě).

$$m_s = \frac{S^{GLOB}}{S^{LOK}}$$

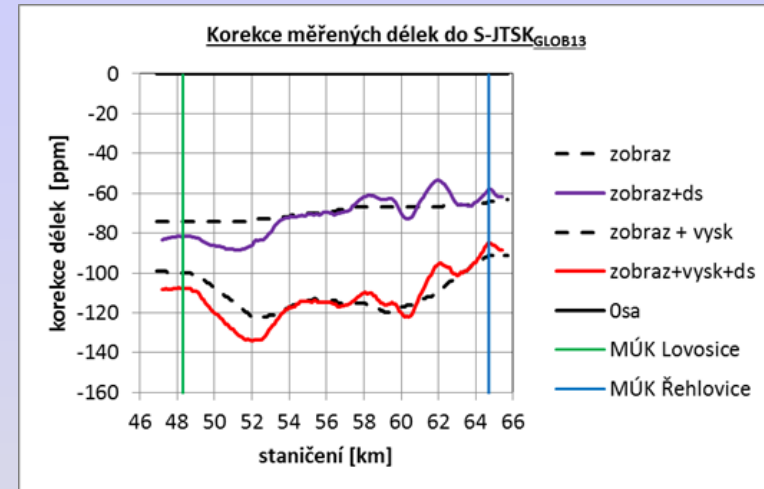
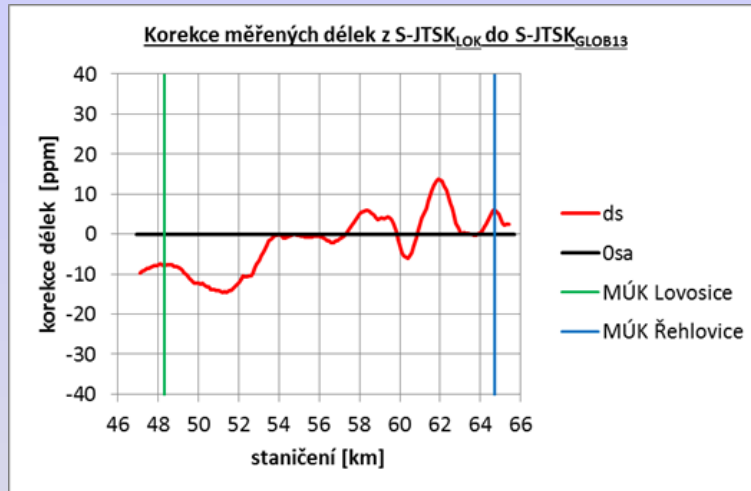
$$m_{s,PPM} = (m_s - 1) 10^6$$

Výpočet variací délkového
zkreslení

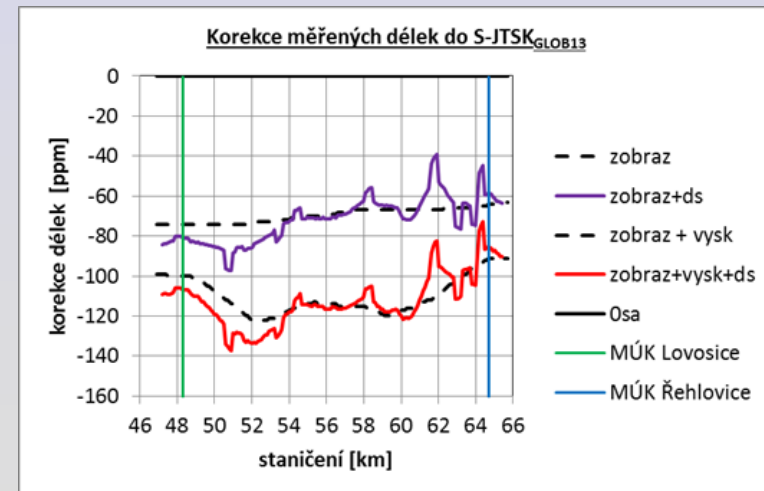
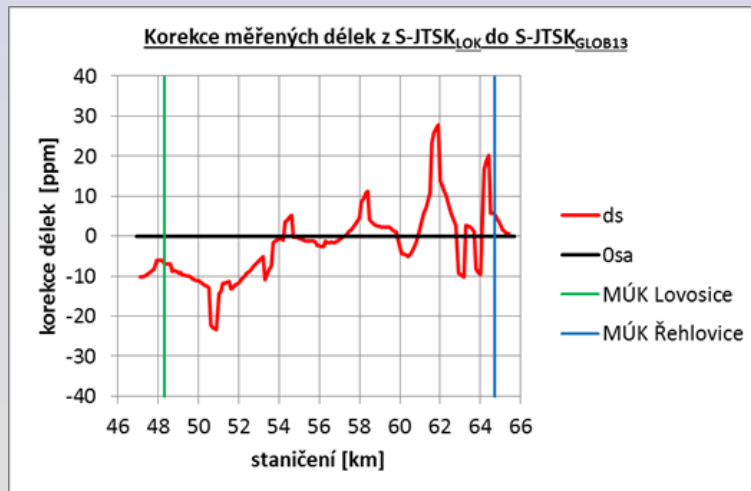
Geometrické vlastnosti S-JTSK 2013

• Délkové zkreslení

Transformační postup
ČÚZK, NOSEK



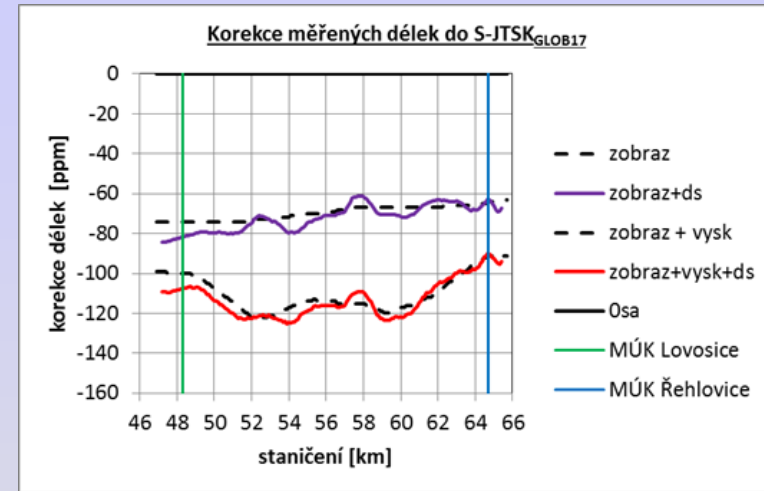
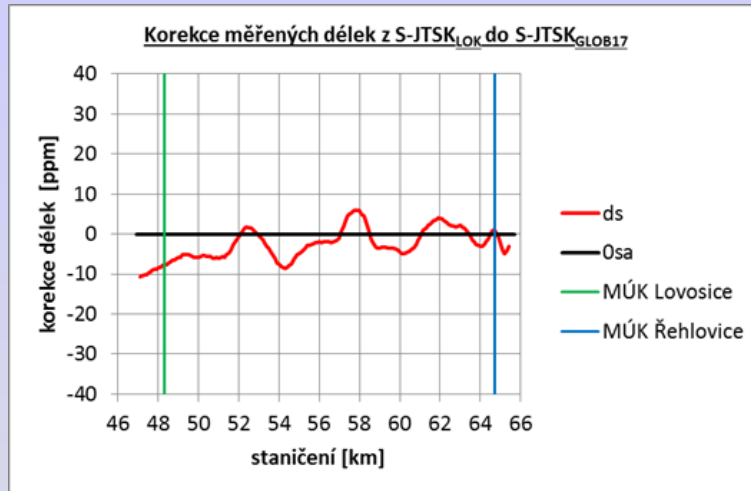
Transformační postup
TRIMBLE



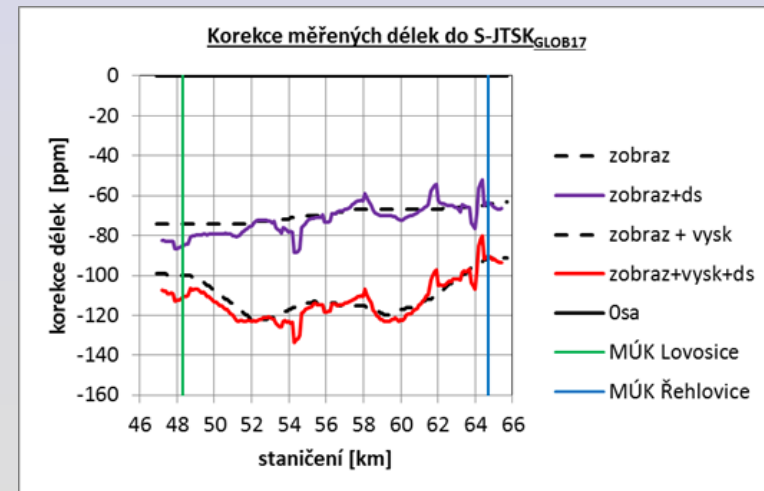
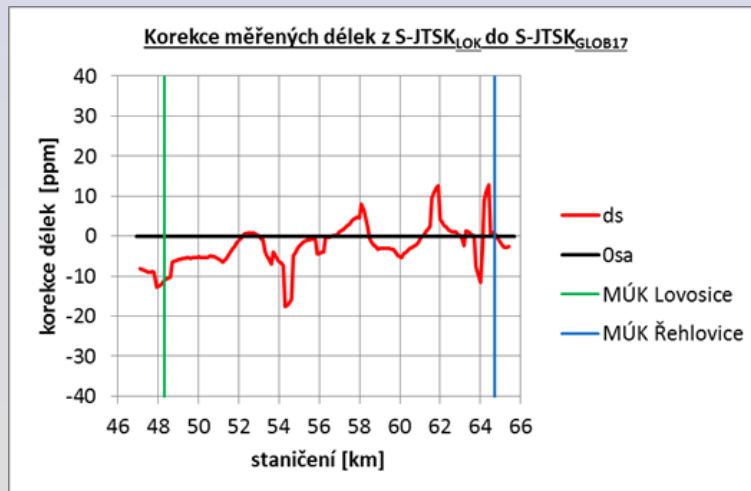
Geometrické vlastnosti S-JTSK 2017

• Délkové zkreslení

Transformační postup
ČÚZK, NOSEK



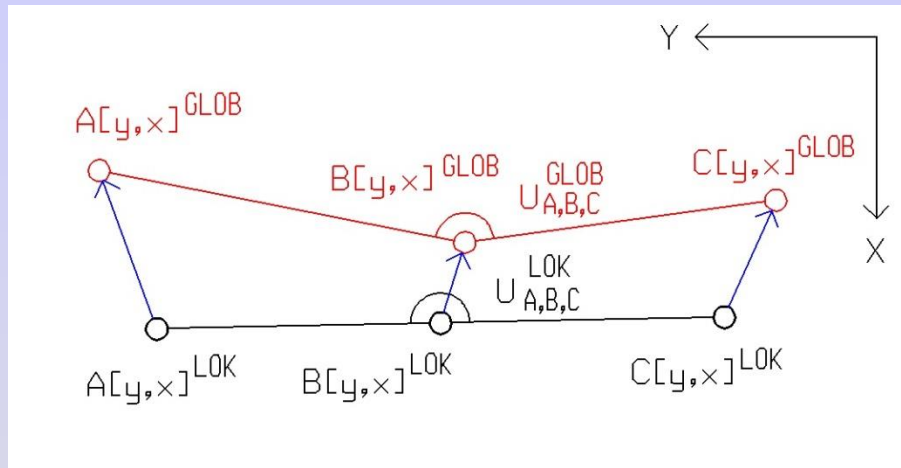
Transformační postup
TRIMBLE



Geometrické vlastnosti S-JTSK GLOB

- Variace úhlového zkreslení

Zobrazení trojice bodů v lokální a globální realizaci S-JTSK



Určení variací úhlového zkreslení globálních realizací S-JTSK vzhledem k lokální realizaci S-JTSK zachovávající teoretické kartografické vlastnosti křovákova zobrazení (konformnost).

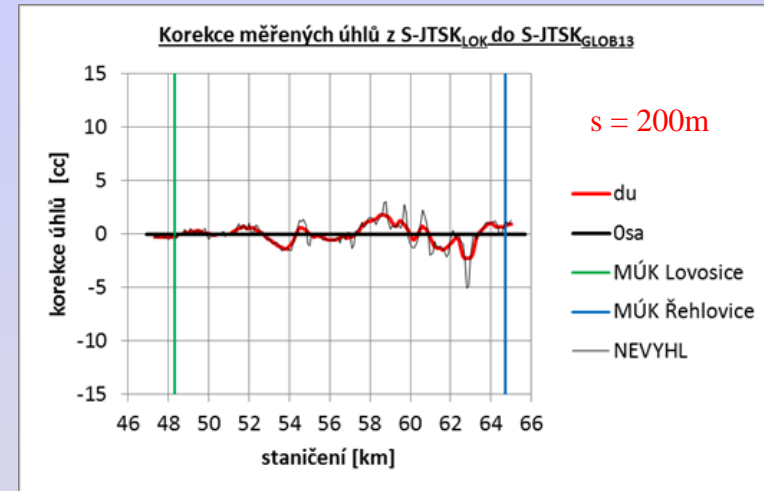
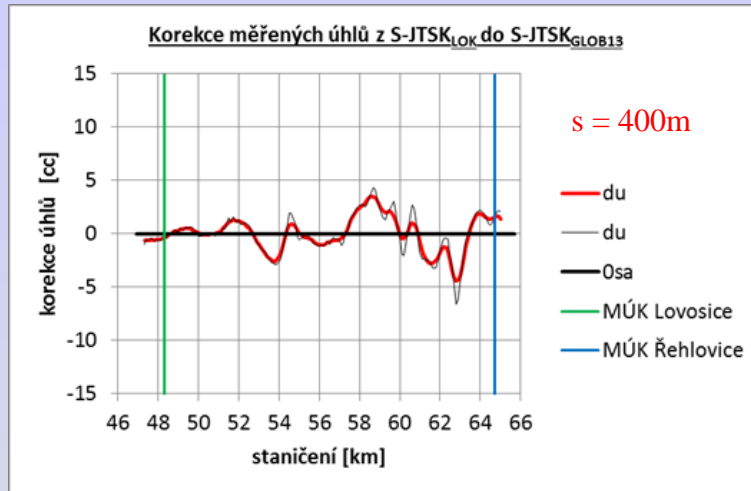
$$du = u^{GLOB} - u^{LOK}$$

Výpočet variací úhlového zkreslení

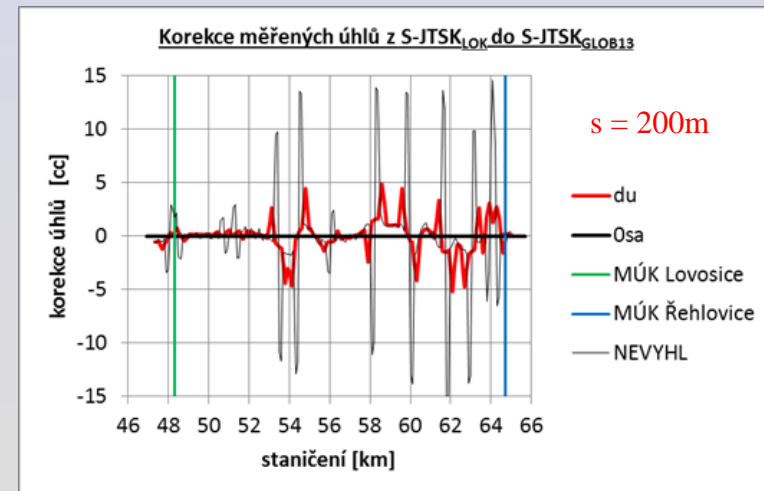
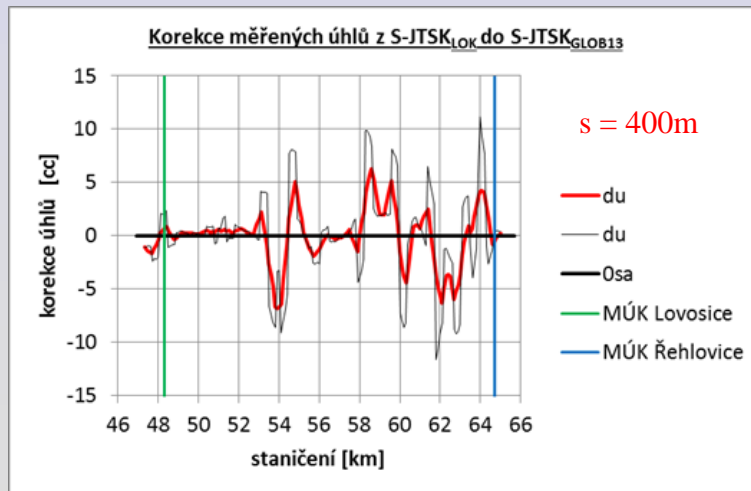
Geometrické vlastnosti S-JTSK 2013

• Úhlové zkreslení

Transformační postup
ČÚZK, NOSEK



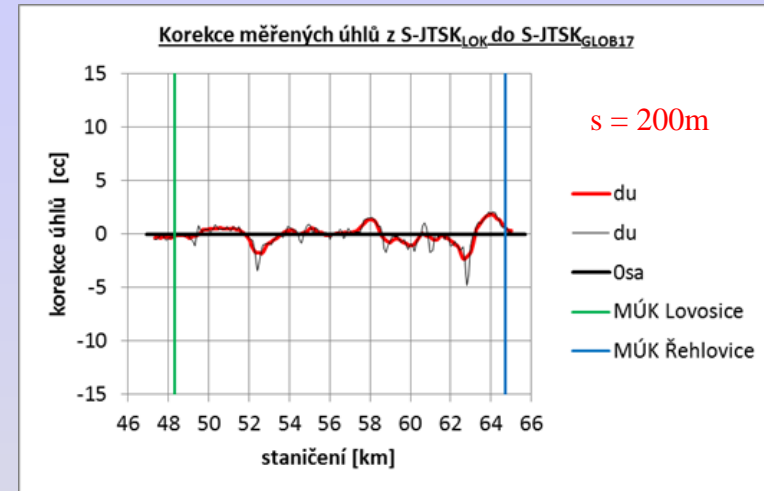
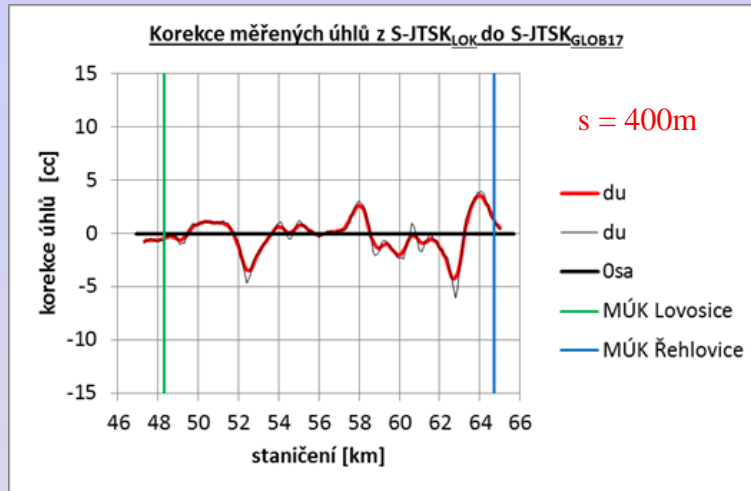
Transformační postup
TRIMBLE



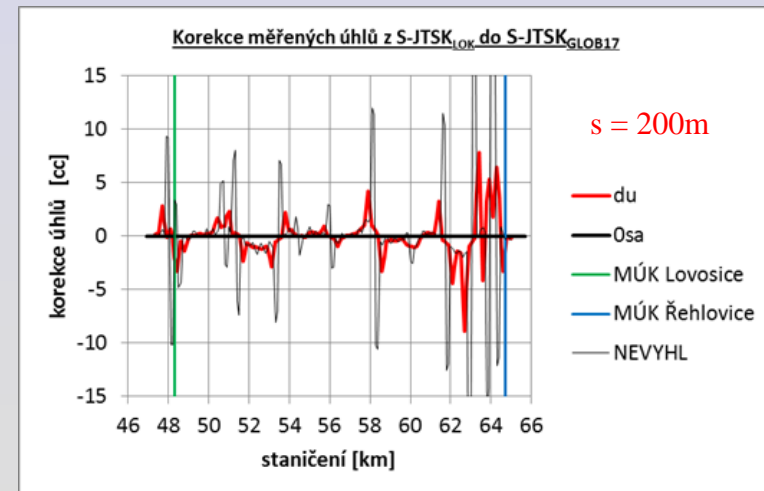
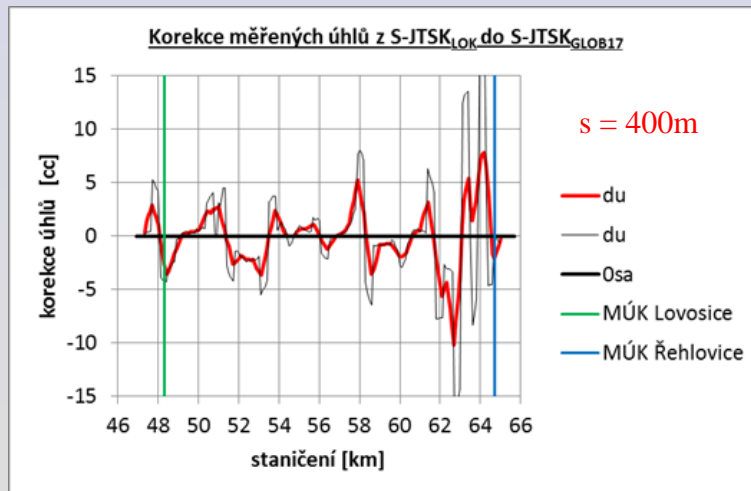
Geometrické vlastnosti S-JTSK 2017

• Úhlové zkreslení

Transformační postup
ČÚZK, NOSEK



Transformační postup
TRIMBLE



Závěr

- **V příspěvku byl představen koncept dvoustupňového dlouhodobého geodetického sledování stavebních objektů na D8 0805 Lovosice – Řehlovice, km 48.3 – 64.7**
- **Dále byly analyzovaný geometrické deformace globální realizace S-JTSK 2013 a 2017 vzhledem k lokální realizaci S-JTSK (vývoj vektorů odchylek v trase dálnice, variace délkového zkreslení a variace úhlového zkreslení).**
- **Globální realizace S-JTSK 2013 a 2017 nelze použít jako plnohodnotné kartografické systémy z důvodů neřešení kartografických korekcí pro polohové měření (úhly, délky).**

Děkuji za pozornost ...