

ANALÝZA JEDNOTNÉHO TRANSFORMAČNÍHO KLÍČE VERZE 1202 PRO ÚČELY ŽELEZNIČNÍ GEODÉZIE

Jiří Bureš
buress.j@fce.vutbr.cz

Jan Kostelecký
jan.kostelecky@vugtk.cz

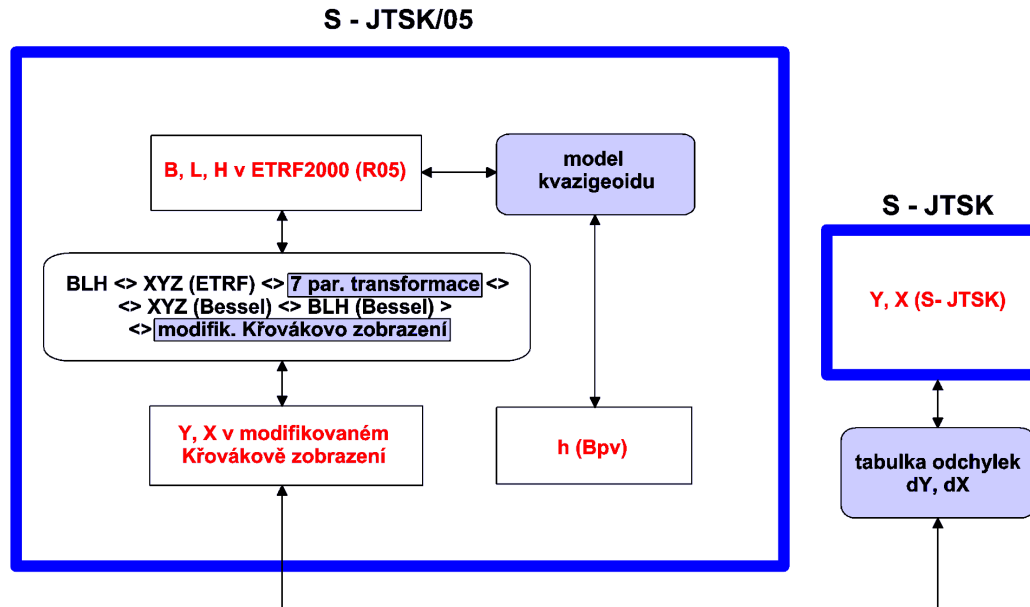
Problémy v železničním stavitelství z hlediska geometrické přesnosti

- 1) Dlouhodobější udržitelnost geometrické přesnosti železničního bodového pole z důvodu jeho nestability nebo zničení v rúběhu stavby
- 2) Až několikaleté trvání nebo odstup fáze přípravy a projektování stavby od fáze realizace stavby, kdy dochází ke zničení původní geodetické sítě a realizovatelnost je podmíněna nutností zachování návazností klíčových parametrů stavby.

Potřeby v železničním stavitelství z hlediska geometrické přesnosti

- 1) nadstandardně vysoké geometrické přesnosti v železničním stavitelství realizace prostorové polohy koleje a její dlouhodobější udržitelnosti (± 10 mm až ± 20 mm dle ČSN 73 6360-2)
- 2) jednotnosti a jednoznačnosti metodiky převodu do S-JTSK a do jiných souřadnicových systémů (ETRS, UTM, S-42, aj.)
- 3) soulad geometrické přesnosti GNSS a terestrických výsledků měření z hlediska vysoké geometrické přesnosti na větší rozměr cca 1 km

Ideálním systémem v železničním stavitelství by bylo z hlediska geometrické přesnosti používat pro vlastní práce na trati systém S-JTSK/05



Použitím tohoto systému nevznikají žádné další deformace, kromě vlivu nevyhnutelných měřických chyb

Důvodem odmítnutí této koncepce ze strany železničářů je nebezpečí záměny S-JTSK/05 s S-JTSK

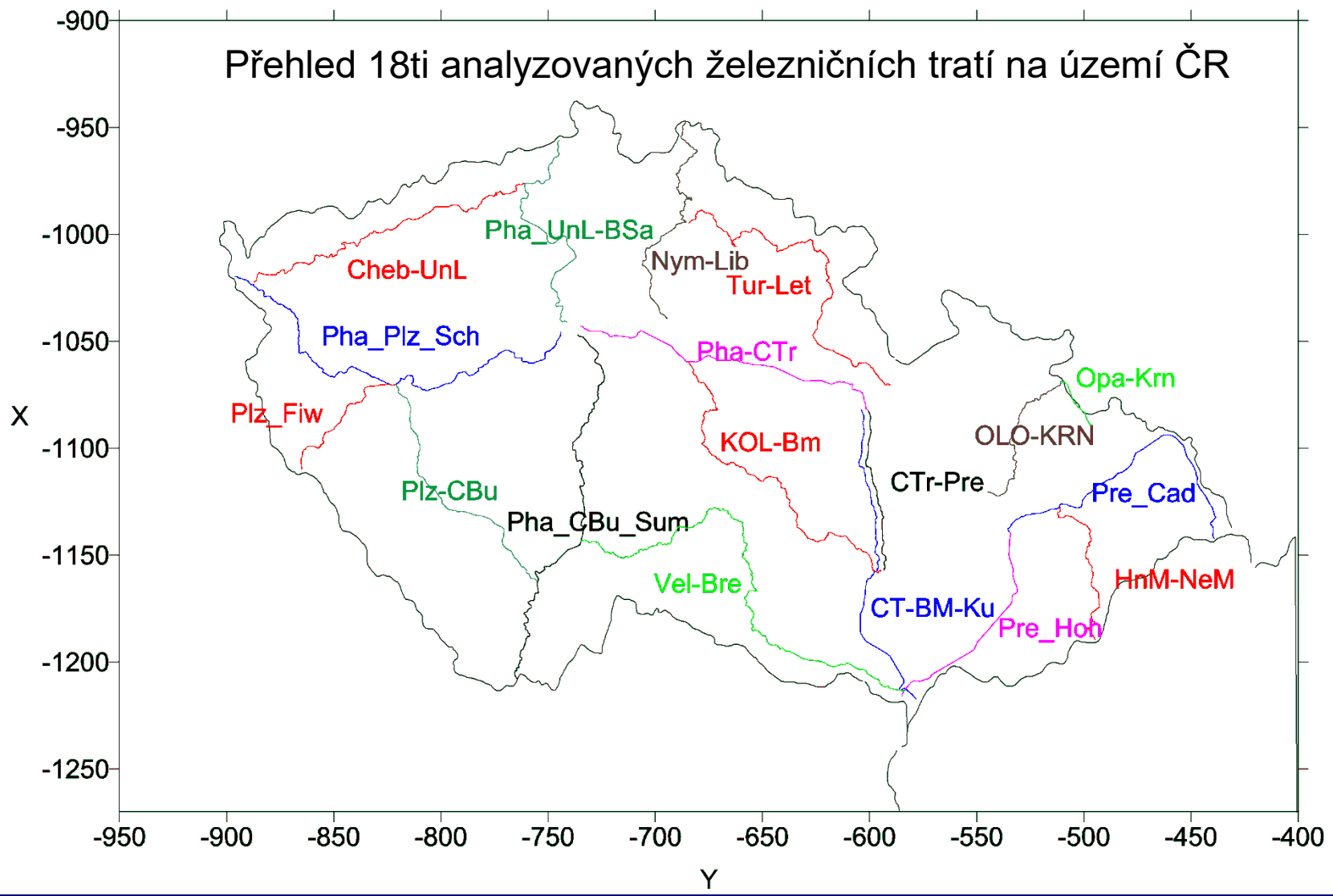
Stávající jednotný transformační klíč pro převod GNSS do S-JTSK

- vznikl z cca 60 tis. trigonometrických a zhušťovacích bodů zahrnujících
 - ✓ body DOPNUL
 - ✓ trigonometrické body výběrové údržby
 - ✓ zhušťovací body z projektu Zhuštění bodového pole (1996–2006)
 - ✓ zhušťovací body z projektu Zhuštění bodů se souřadnicemi ETRS89 na území ČR (2008)
 - ✓ body z projektu Zhuštění bodů se souřadnicemi ETRS89 v oblasti hl. m. Prahy (2009)

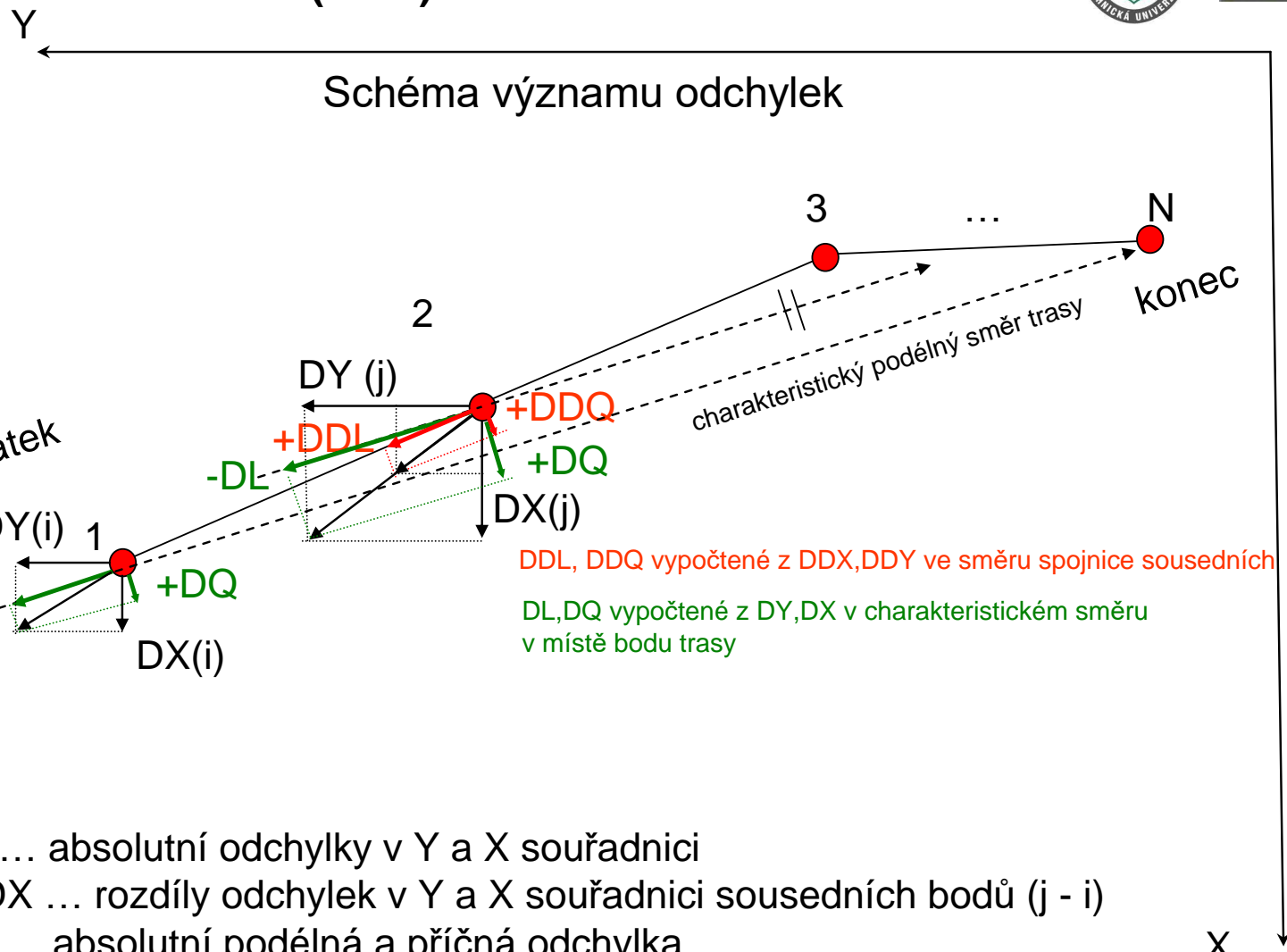
Přesnost v poloze - střední souřadnicová odchylka $m_{x,y} = 0,025$ m

budeme konfrontovat s klíčem, vypočteným pouze z omezeného počtu bodů z kampaně „výběrové údržby“ (vybráno 2950 bodů)

Analýza jednotného transformačního klíče GNSS v. 1202 (2013)



Analýza jednotného transformačního klíče GNSS v. 1202 (2013)



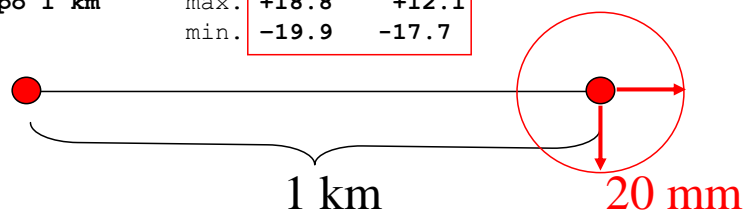
- DY, DX ... absolutní odchylky v Y a X souřadnici
- DDY, DDX ... rozdíly odchylek v Y a X souřadnici sousedních bodů (j - i)
- DL, DQ ... absolutní podélná a příčná odchylka
- DDL, DDQ ... rozdíly odchylek v podélném a příčném směru sousedních bodů (j - i)

Analýza jednotného transformačního klíče GNSS v. 1202 (2013)



hodnoty korekci jsou v mm

km	YX (Krovak)	DY	DX	DDY	DDX	DDL	DDQ	DL	DQ
0.000	600.903 1082.136	192.0	102.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.4	207.7
0.100	600.828 1082.201	193.0	100.0	1.0	-2.0	-2.1	-0.9	62.2	208.3
0.200	600.752 1082.266	193.0	99.0	0.0	-1.0	-0.6	-0.8	61.2	208.1
0.300	600.700 1082.351	193.0	97.0	0.0	-2.0	-1.7	-1.0	59.3	207.7
0.400	600.653 1082.439	194.0	95.0	1.0	-2.0	-2.2	-0.1	57.1	208.3
(1) 0.500	600.607 1082.527	193.0	93.0	-1.0	-2.0	-1.3	-1.8	55.4	207.0
0.600	600.569 1082.620	193.0	91.0	0.0	-2.0	-1.9	-0.8	53.4	206.6
0.700	600.530 1082.712	193.0	89.0	0.0	-2.0	-1.8	-0.8	51.4	206.2
0.800	600.492 1082.805	192.0	87.0	-1.0	-2.0	-1.5	-1.7	49.6	204.9
0.900	600.454 1082.897	192.0	85.0	0.0	-2.0	-1.8	-0.8	47.7	204.5
1.000	600.416 1082.990	191.0	84.0	-1.0	-1.0	-0.5	-1.3	46.9	203.3
1.100	600.377 1083.082	190.0	83.0	-1.0	-1.0	-0.5	-1.3	46.1	202.2
1.200	600.339 1083.174	189.0	81.0	-1.0	-2.0	-1.5	-1.7	44.3	200.8
1.300	600.301 1083.267	188.0	79.0	-1.0	-2.0	-1.5	-1.7	42.5	199.4
1.400	600.263 1083.359	186.0	78.0	-2.0	-1.0	-0.2	-2.2	41.9	197.3
(2) 1.500	600.225 1083.452	185.0	76.0	-1.0	-2.0	-1.5	-1.7	40.1	195.9
1.600	600.186 1083.544	184.0	75.0	-1.0	-1.0	-0.5	-1.3	39.3	194.8
1.700	600.148 1083.636	183.0	73.0	-1.0	-2.0	-1.5	-1.7	37.6	193.4
1.800	600.110 1083.729	181.0	72.0	-2.0	-1.0	-0.2	-2.2	37.0	191.3
1.900	600.072 1083.821	180.0	70.0	-1.0	-2.0	-1.5	-1.7	35.2	189.9
2.000	600.033 1083.914	178.0	69.0	-2.0	-1.0	-0.1	-2.2	34.6	187.7
součet (1) na 1 km						-15.4	-10.0		
součet (2) na 1 km						-9.0	-17.7		
pro trasu 160 km po 1 km						max. +18.8	+12.1		
						min. -19.9	-17.7		



ukázka geometrických deformací jednotného transformačního klíče verze 1202
v trase železniční tratě

Analýza jednotného transformačního klíče GNSS v. 1202 (2013)

procentuální vyjádření deformačních odchylek v **podélné složce DL**

Interval změny deformační odchyly v [mm]	Standardní tabulka transf. klíč v.1202 [%]	Tabulka z výběrové údržby [%]
0-5	50.1	68.1
5-10	32.6	23.7
10-20	16.2	7.5
20-25	1.0	0.5
25-30	0.2	0.2

procentuální vyjádření deformačních odchylek v **příčné složce DQ**

Interval změny deformační odchyly v [mm]	Standardní tabulka transf. klíč v.1202 [%]	Tabulka z výběrové údržby [%]
0-5	57.7	73.4
5-10	29.4	19.7
10-20	11.4	6.5
20-25	0.8	0.5
25-30	0.7	0.1

standardní tabulka – geometrické deformace do 5 mm/1 km tvoří cca 58% ze všech odchylek, cca 1% odchylek překračuje 20 mm/1 km

modifikovaná tabulka vytvořené jen z bodů výběrové údržby – geometrické deformace do 5 mm/1 km tvoří cca 73% ze všech odchylek, cca 1% odchylek geometrické deformace překračuje 20 mm/1 km

Formulace potřeby relativní geometrické přesnosti jednotného transformačního klíče ČR pro SŽDC

geometrické deformace jednotného transformačního klíče pro transformaci GNSS měření by měly být menší než 5 mm na 1 km s jednoznačně definovatelným parametrem měřítka pro redukci terestrických měření a zároveň by měla být zajištěna kompatibilita transformačního klíče pro použití v katastru nemovitostí.

Závěr



- v technické praxi SŽDC, s.o. vznikla odůvodněná poptávka po zpřesnění geometrických vlastností jednotného transformačního klíče na úroveň 5mm/1km
- **Analýza jednotného transformačního klíče prokázala potenciál možného zlepšení geometrických vlastností**
- Hlavním geodetem dráhy byla iniciováno zlepšení vlastností jednotného transformačního klíče pro potřeby Správy železniční dopravní cesty, s.o. a podán k tomu podnět ČÚZK, Zeměměřickému úřadu a VÚGTK, v.v.i.
- **Cíl: jednotný transformační klíč využitelný i pro určování podrobných bodů v katastru nemovitostí s relativními geometrickými deformacemi menšími než 5mm/1 km a s jednoznačně definovatelným parametrem měřítka pro redukci terestrických měření**
- V současné době (2018) je do geodetické praxe zaváděn nový transformační klíč, založený pouze na 3974 TB, přímo měřených technologií GNSS , který však svou „hladkostí“ ještě stále nevyhovuje potřebám železniční geodézie - v tomto směru bude třeba dalších úprav.

děkujeme Vám za pozornost ...

Jiří Bureš
buress.j@fce.vutbr.cz

Jan Kostelecký
jan.kostelecky@vugtk.cz