

## Vybrané charakteristiky rozdílů mezi systémy S-JTSK a S-JTSK/05

Doc. Ing. Jakub Kostecký, Ph.D.,  
Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v. v. i.,  
doc. Ing. Hana Staňková, Ph.D.,  
Katedra geodézie a důlního měřictví, HGF-VŠB TU Ostrava,  
prof. Ing. Jan Kostecký, DrSc.,  
Katedra geodézie a důlního měřictví, HGF-VŠB TU Ostrava  
a Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v. v. i.

### Abstrakt

Článek přispívá k diskusi o možnosti zavedení souřadnicového systému S-JTSK/05 do běžné geodetické praxe. Předmětem je otázka dopadu nahrazení současného S-JTSK systémem S-JTSK/05 ve dvou parametrech, důležitých pro katastr nemovitostí: změna výměry parcely a změna měřené vzdálenosti. Z provedené analýzy je zřejmé, že určené rozdíly zůstávají v mezích tolerancí, daných Vyhláškou č. 357/2013 Sb. Českého úřadu zeměměřického a katastrálního.

### Selected Characteristics of the Differences between S-JTSK and S-JTSK/05

### Abstract

The article contributes to the discussion about the possibility of introducing the coordinate system S-JTSK/05 into common geodetic practice. The subject is the question of the impact of replacing the current S-JTSK system with the S-JTSK/05 system in two parameters, important for the land registry: change of the parcel area and change of the measured distance. From the performed analysis it is clear that the determined differences remain within the limits of the tolerances given by Decree No. 357/2013 Coll. of the Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre.

**Keywords:** change of parcel area, change of lengths, coordinate system S-JTSK and S-JTSK/05

## 1. Úvod

Příspěvek byl zpracován za účelem zjištění možnosti zavedení souřadnicového systému S-JTSK/05<sup>1)</sup> do běžné geodetické praxe místo stávajícího závazného Souřadnicového systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK). Jde především o geodetické práce, prováděné v rámci měření pro katastr nemovitostí. Souřadnicový systém S-JTSK/05 – viz [1] – vznikl na základě měření technologií Globálních navigačních družicových systémů (GNSS) a je tedy zbaven deformací, které souvisejí s tvorbou S-JTSK klasickými metodami triangulace.

Účelem příspěvku je stanovení rozdílů dvou veličin, souvisejících s katastrem nemovitostí – výměr parcel a zkreslení měřených délek při náhradě S-JTSK novějším S-JTSK/05. Obdobným cílem – avšak vzhledem k sítím zaměřovaným klasickými metodami (úhly a délkami) v inženýrské geodézii – se zabývá [2].

## 2. Teoretické řešení problematiky

Vzhledem k tomu, že závazným souřadnicovým systémem pro geodetické práce v katastru je S-JTSK, je nutné zabývat se rozdíly, které by přineslo nahrazení stávajícího S-JTSK souřadnicovým systémem S-JTSK/05 s ohledem na zjištění maximálního dopadu této změny na veřejnost.

Výchozím podkladem se stala tabulka rozdílů rovinných souřadnic  $Y, X$  v Křovákově zobrazení mezi S-JTSK/05 a S-JTSK. Tuto tabulku závazně užívají všechny transfor-

mační software pro transformaci měření technologií GNSS do S-JTSK.

Tabulka obsahuje rozdíly souřadnic  $dY$  a  $dX$ , tabelovaných v síti čtverců 2 km x 2 km. Tedy, jejím obsahem jsou souřadnice  $Y, X$  rohu čtverce a hodnoty rozdílů  $dY$  a  $dX$ , vše v metrech. Pro výpočty byla použita varianta „table\_yx\_3\_v1710\_TB-obd.dat“, což je do obdélníkové struktury doplněná tabulka Zeměměřického úřadu (ZÚ) „table\_yx\_3\_v1710\_TB.dat“ (viz též [3]). Pro rohy s neznámou hodnotou (tj. mimo území ČR) jsou dosazeny hodnoty  $dY = 9,0$  m,  $dX = 9,0$  m. Ukázka je v **tab. 1**. (V obrázcích 2-4 nejsou hodnoty v těchto oblastech zobrazovány.)

K dalším výpočtům vyjdeme z jednoho 2 km x 2 km velkého čtverce, viz **obr. 1**, v jehož rozích, označenými postupně 1, 2, 3, 4 jsou definovány rozdíly  $dY$  a  $dX$ . Pomocí hodnot souřadnic rohů čtverce  $Y, X$  a veličin  $dY$  a  $dX$  vypočteme souřadnice čtyřúhelníka v S-JTSK, označeného rohy 1', 2', 3' a 4'.

Podle [4] platí:

$$Y'_i = Y_i - dY_i \quad X'_i = X_i - dX_i,$$

kde  $i$  je 1, 2, 3, 4.

Pro výpočet stran ve čtyřúhelníku použijeme Pythagorovy věty:

$$s_{ij} = \sqrt{(Y'_i - Y'_j)^2 + (X'_i - X'_j)^2},$$

kde  $i, j = 1, 2, 3, 4$ .

Označme nyní plochu čtyřúhelníka  $P'$ . Plochu  $P'$  vypočteme jako součet ploch  $P_1$  a  $P_2$  trojúhelníků  $\Delta(1'4'3')$  a  $\Delta(1'3'2')$ :

$$P' = P_1 + P_2.$$

1) Poznámka redakce: Souřadnicový systém S-JTSK/05 není na území ČR závazný, ale má charakter pracovního systému, který se používá při tzv. zpřesněné globální transformaci souřadnic z ETRS89 do S-JTSK.

Tab. 1 Ukázka souboru „table\_yx\_3\_v1710\_TB-obd.dat“

428000	930000	9.000	9.000
428000	932000	9.000	9.000
428000	934000	9.000	9.000
428000	936000	9.000	9.000
428000	938000	9.000	9.000
428000	940000	9.000	9.000
....			
442000	1086000	9.000	9.000
442000	1088000	9.000	9.000
442000	1090000	-0.036	-0.113
442000	1092000	-0.032	-0.105
442000	1094000	-0.028	-0.097
442000	1096000	-0.029	-0.091
442000	1098000	-0.033	-0.083
442000	1100000	-0.037	-0.073
442000	1102000	-0.052	-0.075
442000	1104000	-0.069	-0.084
....			
442000	1106000	-0.101	-0.105
...			

Plochy trojúhelníků počítáme z Heronova vzorce:

$$P = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2},$$

kde  $a, b, c$  jsou strany trojúhelníka.

### 3. Rozdíly ploch

Pro výpočet plochy čtyřúhelníka využijeme Heronova vzorce, aplikovaného na již zmíněné trojúhelníky.

Pro  $\Delta(1'4'3')$  dosadíme:

$$a = s_{13}, \quad b = s_{34}, \quad c = s_{41}.$$

Pro  $\Delta(1'3'2')$  dosadíme:

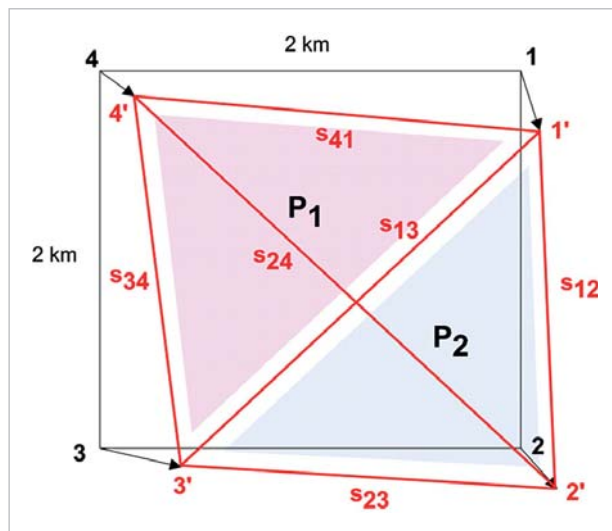
$$a = s_{12}, \quad b = s_{23}, \quad c = s_{13}.$$

Rozdíl ploch je v našem případě definován rozdílem ploch čtyřúhelníka a čtverce 2 km x 2 km, jehož plocha je 4 km<sup>2</sup>.

Na obr. 2 jsou zobrazeny relativní změny ploch ve čtvercích 2 km x 2 km, počítané podle výrazu:

$$\text{relativní změna plochy [promile]} = \frac{\text{abs}(P'[\text{km}^2] - 4)}{4} \cdot 10^3.$$

Rozsah hodnot je v intervalu  $\langle 0; 0,05 \rangle$  promile.



Obr. 1 Geometrie mezi S-JTSK a S-JTSK/05

Na obr. 3 je znázorněna změna plochy čtverce 2 km x 2 km v m<sup>2</sup>, přepočítaná na 1 ha.

$$\text{změna plochy na 1 ha [m}^2\text{]} = \frac{\text{abs}(P'[\text{km}^2] - 4)}{400} \cdot 10^6.$$

Rozsah hodnot je v intervalu  $\langle 0; 0,5 \rangle$  m<sup>2</sup>/ha.

Mezní odchylka mezi výměrou parcely grafického počítačového souboru a výměrou souboru popisných informací je podle [5] pro kód kvality 3 u nejméně přesně určeného lomového bodu na hranici parcely rovna 2 m<sup>2</sup> a pro kódy kvality 4 až 8 je ještě vyšší. V extrémním případě, kdy změna plochy na 1 ha dosáhne 0,5 m<sup>2</sup>, by byla mezní odchylka překročena u parcel o výměře větší než 4 ha.

### 4. Změny délek

Pro odhad změn délek byly využity strany čtyřúhelníka a jeho úhlopříčky. Byly počítány změny délek (v mm) na 1 km podle vzorců:

Pro strany čtyřúhelníka:

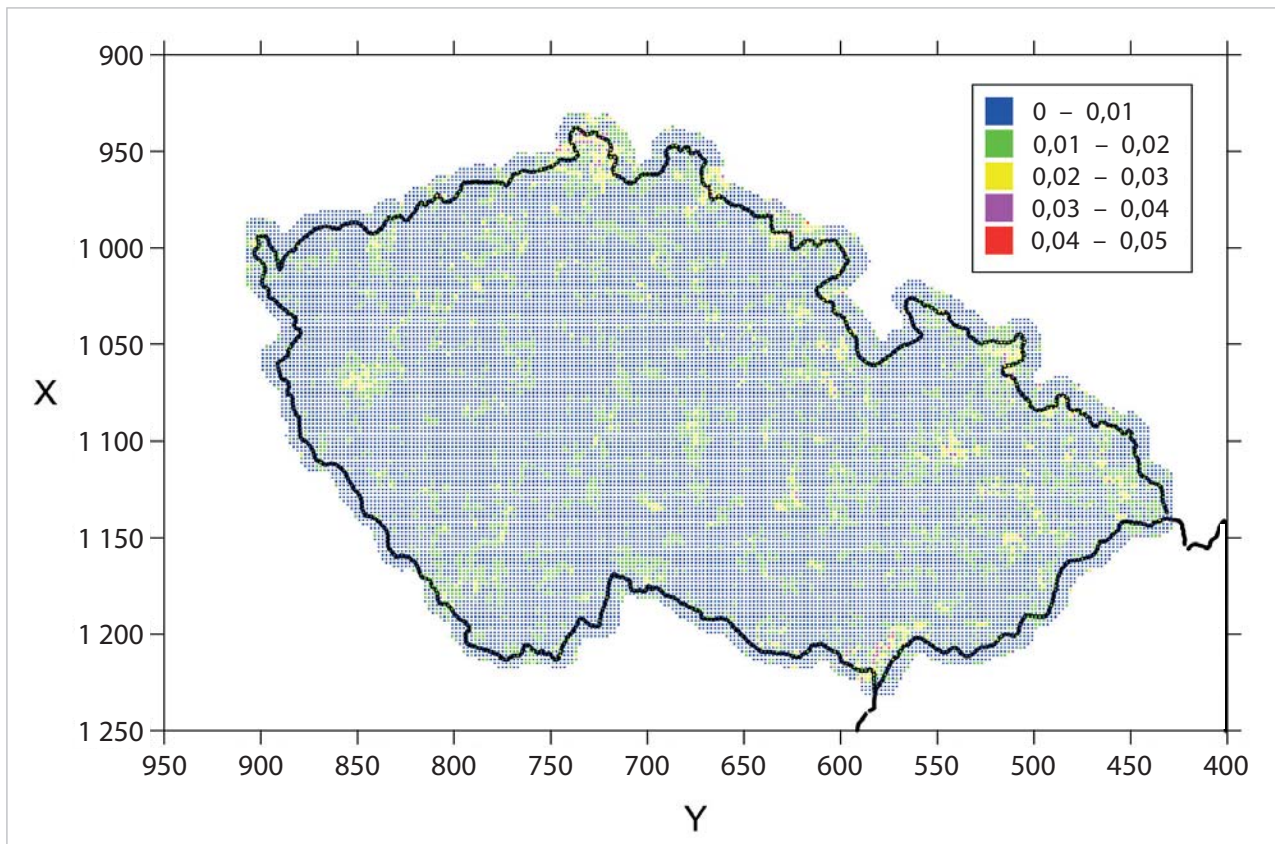
$$\text{změna délky na 1 km [mm]} = \frac{s_{ij}[\text{km}] - 2}{2} \cdot 10^6.$$

Pro úhlopříčky:

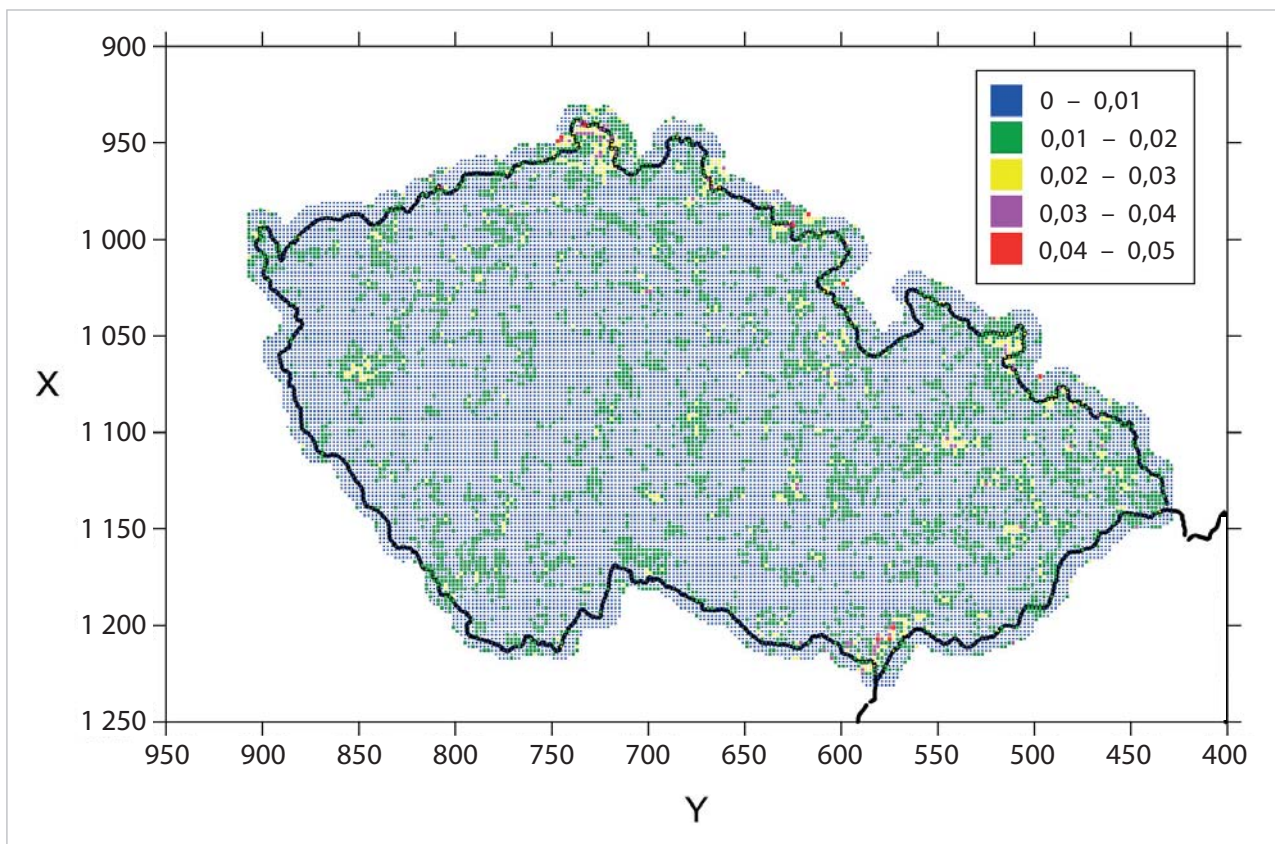
$$\text{změna délky na 1 km [mm]} = \frac{s_{ij}[\text{km}] - \sqrt{8}}{\sqrt{8}} \cdot 10^6.$$

Tím bylo získáno 6 veličin změn „v hlavních směrech“.

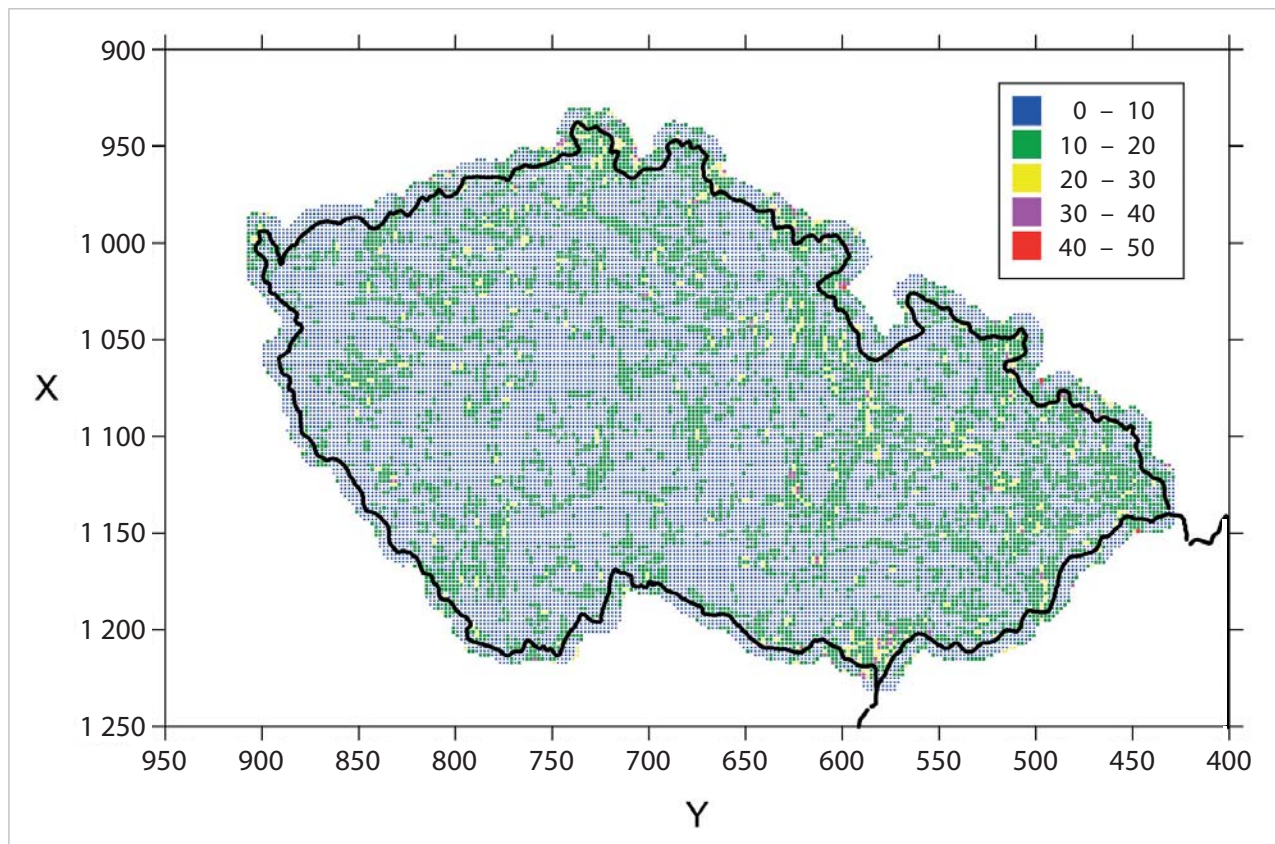
Na obr. 4 jsou zobrazeny absolutní hodnoty maximálních změn „v hlavních směrech“. Změny jsou v rozsahu  $\langle 0; 70 \rangle$  mm/km, ale mezi 50 a 70 mm/km jde pouze o 3 případy na hranicích republiky. Jedná se o období změny délky ze zobrazení, která na území ČR v případě Křovákova zobrazení dosahuje hodnot  $\langle -100; +140 \rangle$  mm/km, tj. maximální změna je přímo úměrná velikosti délky.



Obr. 2 Relativní změna ploch



Obr. 3 Změna plochy na 1 ha



Obr. 4 Maximální změny délek

Mezní odchylka délky  $u_d$  určené z přímého měření a délky určené z mapy (po zobrazení na mapě) je definována podle [5] vztahem:

$$u_d = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot m_{xy} \left( \frac{d + 12}{d + 20} \right),$$

kde  $m_{xy}$  je základní střední souřadnicová chyba a  $d$  je větší z porovnávaných délek v metrech. Závorka nabývá pro délky 1 km a 2 km hodnot blízkých 1 (pro 1 km je 0,992 a pro 2 km je 0,996). Pro body s kódem kvality 3 je základní střední souřadnicová chyba rovna 0,14 m a mezní odchylka délky je 0,40 m. V extrémním případě změny 70 mm/km by mezní odchylku překročila délka 5 650 m. Není pravděpodobné, že by se taková délka při mapování pro katastrální mapu vyskytovala.

## 5. Závěr

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že z hlediska aplikací v katastru nemovitostí by přechod ze systému S-JTSK na S-JTSK/05 způsobil zanedbatelné rozdíly. Výjimkou jsou velmi velké parcely o výměře větší jak 4 ha v místech s extrémní změnou plochy 0,5 m<sup>2</sup> na 1 ha. V případě, že lomové body obvodu takové parcely byly určeny číselně tj. s kódem kvality 3, by bylo nutné provést změnu výměry parcely. To by nastalo méně často, než se děje v současnosti při obnově katastrálního operátu, kdy vznikají digitální katastrální mapy z původních grafických podkladů.

Konkrétní numerické hodnoty změn jsou uloženy v souborech:

- „zmeny\_ploch“,
- „zmena\_delek\_mm\_na\_km“

a jsou dostupné u autorů této práce.

*Tvorba příspěvku byla realizována v rámci institucionální podpory na rozvoj výzkumné organizace VÚGTK a podpořena projektem LO 1506 PUNTIS Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR.*

## LITERATURA:

- [1] KOSTEČKÝ, Jan-CIMBÁLNÍK, M.-ČEPEK, A.-DOUŠA, J.-FILLER, V., KOSTEČKÝ, Jakub-NÁGL, J.-PEŠEK, I.-ŠIMEK, J.: Realizace S-JTSK/05. Geodetický a kartografický obzor 58/100, 2012, č. 7, s. 145-154.
- [2] NOSEK, J.: Analýza geometrie sítě transformované globálním klíčem verze 1710. Geodetický a kartografický obzor 65/107, 2019, č. 9, s. 209-215.
- [3] NÁGL, J.-ŘEZNÍČEK, J.: Výpočet nové verze převodních tabulek pro přesněnou globální transformaci mezi referenčními systémy S-JTSK a ETRS89 (verze 2017-10). Geodetický a kartografický obzor 64/106, 2018, č. 10, s. 213-221.
- [4] KOSTEČKÝ, Jan-KOSTEČKÝ, Jakub-PEŠEK, I.: Metodika převodu mezi ETRF2000 a S-JTSK, varianta 2, GO Pecný 2010.
- [5] Vyhláška č. 357/2013 Sb. Českého úřadu zeměměřického a katastrálního o katastru nemovitostí ve znění vyhlášky č. 87/2017 Sb.

Do redakce došlo: 8. 10. 2019

**Lektoroval:**

**doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.,  
Ústav geodézie, Fakulta stavební, VUT v Brně**