

Gábor TIMÁR, Martin DANIŠÍK

# APROXIMÁCIA KĚOVÁKOVHO ZOBRAZENIA LAMBERTOVÝM KONFORMNÝM KUŽEĽOVÝM ZOBRAZENÍM NA ÚZEMÍ SLOVENSKA PRE POTREBY GIS A GPS

Timár, G., Danišik, M.: Approximation of the Křovák Projection with the Lambert Conformal Conic Projection in the GIS and GPS Applications on the Territory of Slovakia. Kartografické listy 2003, 11, 4 refs.

**Abstract:** The Křovák projection, an oblique conformal conic (OCC) one, is unique among the world's national grids. Many GIS softwares simply don't contain it. Therefore in these packages, the Křovák grid coordinates cannot be implemented with exact accuracy.

However, an approximation is given in this paper, appropriate for all GIS packages and for some GPS receivers. This substitute grid is based on the Lambert Conformal Conic (LCC) projection, whose parameters are also given here. The difference of the standard Křovák and the substitute LCC grid values are averagely 6 meters, maximum 12 meters, throughout Slovakia. This moderate accuracy enables to use the substitute grid for most GIS and some topographic purposes. The approximation is not valid for the Czech Republic, where a similar LCC grid can be defined only with significantly higher errors.

**Keywords:** Křovák grid, Lambert conformal conic projection, GIS integration.

## Úvod

Po skončení prvej svetovej vojny a rozpade Rakúsko-Uhorska bol v novovzniknutej Česko-slovenskej republike vytvorený vlastný geodetický súradnicový systém. Geodetický súradnicový systém so starými rakúsko-uhorskými referenčnými bodmi, vyrovnaný na Besselov referenčný elipsoid, je súradnicový systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK). Pre S-JTSK bolo zavedené Křovákovo zobrazenie (pozri napr. Mugnier 2000).

Křovákovo zobrazenie bolo vytvorené na to, aby poskytovalo minimálne skreslenie na celom uzemi štátu s veľmi špecifickým tvarom; ide o konformné kužeľové zobrazenie vo všeobecnej polohe – Oblique Conformal Conic (OCC) projection (Kuska 1960). Na svete neexistuje iná štátna súradnicová sieť založená na OCC zobrazení. Kvôli tejto jedinečnosti obsahujú softvéry GIS buď Křovákovo zobrazenie, alebo nemajú žiadne parametrizovateľné OCC zobrazenie. V druhom prípade neexistuje možnosť presného zadefinovania S-JTSK v softvéroch GIS.

V tomto príspevku predkladáme náhradné riešenie s chybou 6–12 metrov, ktoré síce nie je dostatočne presné pre geodetické účely, ale je vhodné na použitie v GIS a v ďalšej menej precíznej praxi GPS.

## Parametre Křovákovo zobrazenia

Křovákovo zobrazenie je v podstate dvojité zobrazenie: najprv je to konformné zobrazenie z Besselovho referenčného elipsoidu 1841 na Gaussovu guľu, potom z Gaussovej gule na plášť kužeľa vo všeobecnej polohe.

### Parametre prvého zobrazenia (elipsoid → guľa):

Normálna rovnobežka:

$\phi_n = 49^\circ 30'$  (na elipsoide)  
 $\varphi_n = 49^\circ 27' 35.8463''$  (na Gaussovej guľi)

Gábor TIMÁR, Department of Geophysics, Eötvös University of Budapest, Hungary,  
e-mail: timar@ludens.elte.hu

Martin DANIŠÍK, Institute of Geology and Palaeontology, University of Tübingen, Germany.

Konštanty zobrazenia elipsoid  $\rightarrow$  guľa:

$n = 1.00059749835949$

$k = 1.00341916389791$

Polomer zmenšenej Gaussovej gule:

$R_{Gauss} = 6380065.5402$  metrov.

### Parametre konformného kužeľového (OCC) zobrazenia (guľa $\rightarrow$ plášť kužeľa):

Súradnice projekčného stredu („pseudopólu“):

$\Phi_c = 59^\circ 45' 27''$

$\Lambda_c = 24^\circ 50'$  (východne od Greenwicha)

Zemepisná šírka základnej rovnobežky:

$\varphi_{ps} = 78^\circ 30'$

Počiatočný bod zobrazenia:

$\Phi_0 = 49^\circ 30'$

$\Lambda_0 = 24^\circ 50'$  (východne od Greenwicha)

Modul dĺžkového skreslenia v počiatočnom bode  $m = 0.9999$

Presné znenie rovníc tohto zobrazenia je napr. v práci F. Kusku (1960). Treba si všimnúť, že všetky poludníky boli zadané vzhľadom ku Greenwichu, i keď hlavný poludník bol pôvodne zadaný vzhľadom k Ferru. Hodnota rozdielu Ferro – Greenwich v tejto práci je  $17^\circ 40'$ .

### Parametre náhradného Lambertovho kužeľového konformného zobrazenia

Ako bolo spomenuté v úvode, Křovákovo zobrazenie zvyčajne nie je parametrizovateľné v softvéroch GIS. Pri hľadaní náhradného zobrazenia s chybou len niekoľkých metrov sme predpokladali, že existuje možnosť nájsť súbor parametrov pre LCC zobrazenie, ktorý by bol vhodný pre naše potreby. Do úvahy boli vzaté súradnice priesečníkov všetkých rovnobežiek a poludníkov, ktoré majú hodnotu celého čísla alebo celého čísla a 30 minút a nachádzajú sa na území Slovenska (dodatočne boli použité priesečníky rovnobežky  $47^\circ$  s poludníkmi  $18^\circ$  a  $18^\circ 30'$ ). Pre tieto body boli vypočítané Křovákove súradnice pomocou Kuskovho algoritmu (Kuska 1960). Rovnako boli vypočítané LCC súradnice pomocou náhradného LCC zobrazenia pri použití Snyderových rovníc (Snyder 1987). Najlepšia zhoda výsledkov bola získaná z nasledujúceho súboru parametrov:

Projekčný stred:

$\Phi_c = 59^\circ 50' 0.5712''$

$\Lambda_c = 24^\circ 50'$  (východne od Greenwicha)

Dve základné rovnobežky:

$\varphi_{s1} = 47^\circ 36' 18''$

$\varphi_{s2} = 49^\circ 13' 30''$

Odchýlka projekčného stredu v smere na východ (False Easting) = 4.7 m.

Odchýlka projekčného stredu v smere na sever (False Northing) = 0 m.

Použitím týchto parametrov bola na území Slovenska zistená maximálna chyba aproximácie (vzdialenosť medzi skutočnými Křovákovými a náhradnými LCC súradnicami) 12 m; nachádzala sa na východnom a severovýchodnom okraji územia. V oblasti Bratislavy je chyba asi 11 m, pričom priemerná chyba skúmaných bodov je 6.3 m. Najlepšia zhoda (chyba menej ako 1 m) je v údolí horného toku Hrona, v okolí Brezna.

V aproximácii majú znamienka súradníc opačnú hodnotu v porovnaní s JZ orientovanou Křovákovou súradnicovou sieťou (LCC zobrazenie je orientované v SV smere).

### Záver a praktické využitie

Náhradné LCC zobrazenie je dostatočne presné pre väčšinu rastrových aplikácií GIS, kde veľkosť pixelov je väčšia než 10 m, alebo pre akékoľvek aplikácie GIS, kde sa nevyžaduje chyba merania menšia ako 10–12 m. LCC zobrazenie je dostatočne „bežné“ na to, aby bolo obsiahnuté v akomkoľvek softvérovom balíku GIS.

Ďalšie možné využitie tohto nového zobrazenia spočíva v možnosti parametrizovať GPS prijímače zn. Magellan na získanie približných Křovákových súradníc. Väčšina GPS prijímačov

dovoľuje parametrizovať iba transverzálne valcové zobrazenia (napr. Gaussovo-Krügerovo), ale prijímače zn. Magellan poskytujú možnosť nastavenia LCC zobrazenia, teda aj novo prezentovanú súradnicovú sieť.

Na správne použitie približnej LCC siete, ako aj pôvodnej Křovákovej siete, by mal byť súbor parametrov S-JTSK (parametre posunu medzi WGS84 a S-JTSK) stanovený takto:

$dX = 589$  m;  $dY = 76$  m;  $dZ = 480$  m;

spôsob transformácie: S-JTSK → WGS84 (Defense Mapping Agency 1990).

Pre nastavenie GPS, parametre zmeny tvaru elipsoidu sú:

$da = 740$  metrov;  $df = 1e-5$  (v „e“-forme).

Taktiež si treba uvedomiť, že predkladaná náhradná sieť nie je platná s rovnakou presnosťou pre Českú republiku. Keďže územie Českej republiky je pomerne vzdialené od počiatočného bodu pôvodného zobrazenia (na území bývalej Podkarpatskej Rusi), orientácia skutočnej centrálnej čiary je priveľmi odlišná od smerovania rovnobežiek. Preto pre Českú republiku môže byť podobná LCC aproximácia stanovená iba s podstatne menšou presnosťou (asi 60 metrov). Pomerne veľké dĺžkové skreslenia sú zapríčinené hlavne rôznymi referenčnými plochami (Bessel – WGS 84), ako aj rôznou polohou kuželovej plochy (všeobecná – normálna).

### Literatúra

Defense Mapping Agency (1990). *Datums, Ellipsoids, Grids and Grid Reference Systems*. DMA Technical Manual 8358.1. Fairfax, Virginia, USA.

KUSKA, F. (1960). *Matematická kartografia*. Bratislava. (Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry).

MUGNIER, C. J. (2000). Grids & Datums – the Czech Republic. *Photogrammetry Engineering & Remote Sensing*, **66**: 30–31.

SNYDER, J. P. (1987). *Map projections – a working manual*. USGS Professional Paper **1395**: 1–261

### S u m m a r y

#### **Approximation of the Křovák Projection with the Lambert Conformal Conic Projection in the GIS and GPS Applications on the Territory of Slovakia.**

The substitute LCC projection is precise enough for most raster-based GIS application, where the pixel size is larger than 10 meter or for any GIS application where the precision claim doesn't exceed 10–12 meters. The LCC projection is common enough to be built in every GIS packages.

A further possible usage of this new projection is to parametrize the Magellan GPS receivers to get approximating Křovák coordinates. Most receivers allow to parametrize only transverse cylindrical projections (e.g. Gauss-Krüger) but in the Magellans it is possible to set LCC, thus the newly presented grid, too.

For the correct usage of the substitute LCC grid – as well as the original Křovák grid itself, the parameter set of the S-JTSK datum (the shift parameters between the WGS84 and the S-JTSK) should be set, as follows:

$dX = 589$  meters;  $dY = 76$  meters;  $dZ = 480$  meters;

transformation direction: S-JTSK → WGS84 (Defence Mapping Agency, 1990). For GPS settings, the ellipsoid shape difference parameters:

$da = 740$  meters;  $df = 1e-5$  (in scientific format).

Also note, that the presented approximating grid is not valid for the Czech Republic with similar accuracy. While the Czech region is quite far from the starting point of the original projection (in Podkarpacie), the real central line is far from the direction of the parallels. Therefore a similar LCC approximation can be found for the Czech Republic only with substantially less accuracy (approximately 60 meters).

Lektoroval:

Ing. Ján VALKO, PhD.,

Slovenská technická univerzita, Bratislava