

SÚRADNICOVÉ SYSTÉMY NA ŠTÁTNYCH HRANICIACH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Ing. Eva Ďurková¹, Ing. Pavol Koniar², Ing. Dušan Ferianc³

Abstrakt :

Slovenská republika má spoločné štátne hranice s piatimi susednými krajinami. Hraničná dokumentácia štátnej hranice je vyhotovovaná podľa technických predpisov, ktoré sú rozdielne v rámci jednotlivých medzištátnych zmlúv so susednými štátmi. Popis platných súradnicových systémov s celkovou štatistikou dávajú prehľad o jednotlivých štátnych hraniciach Slovenska. Na riešenie nehomogénnej presnosti a rôznorodosti geodetických súradnicových systémov, dúfajme, prispeje i aktivácia medzinárodnej skupiny EuroBoundaries pracujúca pod záštitou Eurogeographics. Predpokladaným cieľom je realizácia odporúčania subkomisie EUREF na prijatie jednotného Európskeho terestrického referenčného systému 1989 - ETRS89.

1 ÚVOD

Slovenská republika má spoločné štátne hranice s piatimi susednými krajinami. Sú to slovensko-česká, slovensko-poľská, slovensko-ukrajinská, slovensko-maďarská a slovensko-rakúska štátna hranica. Na styku štátnych hraníc Slovenskej republiky a dvoch susedných štátov sú body styku štátnych hraníc vyznačené trojštátnymi hraničnými znakmi.



¹ durkova@gku.sk; Geodetický a kartografický ústav Bratislava, Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava

² koniar@gku.sk; Geodetický a kartografický ústav Bratislava, Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava

³ ferianc@gku.sk; Geodetický a kartografický ústav Bratislava, Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava

Štátne hranice sú v teréne vyznačené hraničnými znakmi. Hraničné znaky sú osadené spravidla v lomových bodoch hraničnej čiary. V prípadoch, ak hraničná čiara vedie stredom hraničnej rieky (strednicou hraničného vodného toku), osou hraničnej cesty alebo priekopy, sú hraničné znaky osadené na brehoch alebo okrajoch ciest a priekop. Hraničné znaky majú všetky atribúty geodetických bodov. Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z.z. o geodézii a kartografii presne definuje úlohy štátu, ktoré zabezpečuje Úrad geodézie, kartografie a katastra SR (ÚGKK SR) a Ministerstvo vnútra SR (MV SR). Podľa § 4 ods. (2) bodu f) zabezpečuje stabilizovanie a vymeriavanie geodetických bodov štátnej hranice a aktualizáciu geodetickej časti hraničného dokumentárneho diela, organizácia zriadená úradom a to Geodetický a kartografický ústav Bratislava. V roku 1999 bol schválený zákona č.298/1999 Z.z. o správe štátnych hraníc, ktoré vypracovalo MV SR. Správu štátnych hraníc Slovenskej republiky zabezpečuje sekcia verejnej správy, odbor správy štátnych hraníc MV SR.

Priebeh štátnych hraníc určujú príslušné medzinárodné zmluvy, ktorých súčasťou je vždy hraničné dokumentačné dielo (hraničné mapy, popis priebehu štátnej hranice, zoznam súradníc v stanovenom súradnicovom systéme atď.).

2 SÚRADNICOVÉ SYSTÉMY NA ŠTÁTNEJ HRANICI

ŠTÁTNA HRANICA		Slovensko-				
		rakúska	česká	poľská	ukrajinská	Maďarská
Dĺžka (v km)	na vodných tokoch	76,9	71,0	105,0	2,3	339,0
	na hran. cestách	6,5	21,4	41,1	0	56,6
	na hr. priekopách	2,9	0	12,7	0	6,7
	na priamom vyznačení	20,8	159,4	382,3	95,6	252,6
	Celkom	107,1	251,8	541,1	97,9	654,9
Spolu		1652,8 km				
Hraničné znaky	Základné	2	10	-	-	22
	Hlavné	94	324	855	-	576
	Medzil'ahlé	256	4445	6264	-	3562
	Doplňujúce	95	-	36	-	2554
	Iné	-	-	-	381	68
	Celkom	447	4779	7155	381	6782
Spolu		19 544 bodov				
Počet mapových listov hraničného dokumentár- neho diela v mierke	1:1 000	-	-	-	7 -(Uh)	-
	1:2 000	-	363	822	-	-
	1:2 500	14- (Dunaj, Morava)	-	-	-	-
	1:2 880	25	-	-	-	327
	1:10 000	12 (Morava)	-	-	-	-
	1:25 000	-	-	-	10	-

Základné štatistické údaje o štátnych hraniciach Slovenskej republiky sú prevzaté z <http://www.civil.gov.sk/OSH/Ossh.htm> stav k 21.3.2005.

2.1 SÚRADNICOVÝ SYSTÉM NA SLOVENSKO-ČESKEJ ŠTÁTNEJ HRANICI

Štátna hranica medzi Slovenskou republikou a Českou republikou bola určená Zmluvou medzi Slovenskou republikou a Českou republikou o generálnom vymedzení spoločnej štátnej hranice podpísanou v Prahe dňa 29. októbra 1992.

Poloha lomových bodov štátnej hranice, polygónových bodov, hraničných znakov a ďalších geodetických bodov bola určená v súradnicovom systéme Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK) a nadmorské výšky týchto bodov boli určené vo výškovom systéme Baltskom po vyrovnaní (Bpv).

Pre potrebu určenia súradníc bola existujúca sieť bodov Základného polohového bodového poľa doplnená novými bodmi, určenými metódou GPS so strednou súradnicovou chybou menšou ako 0,020 m.

Súradnice všetkých hraničných znakov boli určené v 1., resp. 2. triede presnosti podľa ČSN 01 3410. Podrobné body polohopisu boli všetky určené v 3. triede presnosti podľa ČSN 01 3410.

Na hraničnom úseku IX (ľavý a pravý breh rieky Moravy) bolo na súradnicové vyrovnanie použitých 11 výpočtových sietí s priemernou strednou súradnicovou chybou celého súboru 0,008 m. V týchto 11 vyrovnávacích sieťach bolo vypočítaných všetkých 670 hraničných znakov tohoto úseku. Na ľavom brehu rieky Moravy boli výšky hraničných znakov určené metódou veľmi presnej nivelácie.

Nakoľko sa do roku 1993 budovali na území Slovenskej a Českej republiky jednotné geodetické základy a platil jednotný súradnicový systém, nebol žiaden problém určiť priebeh štátnej hranice priamym meraním v súradnicovom systéme platnom v oboch štátoch.

2.2 SÚRADNICOVÉ SYSTÉMY NA SLOVENSKO-POLSKEJ ŠTÁTNEJ HRANICI

V rokoch 1994-1998 Stála slovensko-poľská hraničná komisia vykonala kontrolné zameranie priebehu slovensko-poľskej štátnej hranice. Vyhotovila a schválila novú hraničnú dokumentáciu, v ktorej zohľadnila aj zmeny priebehu štátnej hranice v katastrálnych územiach Vyšný Komárnik, Červený Kláštor, Spišská Stará Ves a Skalité.

Hraničná dokumentácia bola vyhotovená v súradnicovom systéme 42/83 (S-42/83). Transformáciou súradníc lomových bodov štátnej hranice medzi Slovenskou republikou a Poľskou republikou z S-42/83 do záväzného súradnicového systému JTSK bol určený jednoznačný priebeh hranice i pre potreby katastra a štátneho mapového diela.

Transformácia sa týkala geodetických bodov, ktoré sú v teréne stabilizované a vyznačujú štátnu hranicu priamo alebo nepriamo a všetkých lomových bodov hraničnej čiary, ktoré sú len matematicky určené.

Slovensko-poľská štátna hranica je rozdelená na 3 hraničné úseky. Transformácia bola vykonaná po úsekoch, ale s jedným transformačným kľúčom. Bola použitá 7-parametrická ortogonálna transformácia 3D štruktúr, tzn. rovinné súradnice (x,y) GKZ a (x,y) JTSK a výška hBpv boli transformované do karteziánskych 3D súradníc (X, Y, Z) Krasovsky a (X, Y, Z) BESSEL. Parametre sú uvedené v tabuľke 1 :

	X	Y	Z
Súradnice ťažiska [m]	3 911 179,935	1 459 816,197	4 806 349,496
Translácia [m]	tX = -554,7516	tY = -197,7529	tZ = -563,5935
Rotácia [']	uX = 5,763509	uY = 2,392164	uZ = 6,772977
Mierka [mm/km]	dK = -8,23		

Výpočtu transformačného kľúča predchádzala široká analýza výberu identických bodov. Riešené boli tri varianty :

- v prvom boli uvažované trigonometrické body I. – IV. rádu v 5 km širokom páse pozdĺž celej štátnej hranice v dĺžke 541 km,
- v druhom boli tieto body rozdelené do skupín podľa hraničných úsekov (teda troch),
- pre tretí variant bolo použitých 195 identických bodov Česko-Slovenskej astronomicko-geodetickej siete a Česko-Slovenskej trigonometrickej siete (ČSTS) I. rádu (TB) ležiace na celom území Slovenska v štvrtom šesťstupňovom páse Gauss-Krügerovho zobrazenia. Súčasne boli vybraté TB I. – IV. rádu v cca 5 km širokom páse pozdĺž štátnej hranice.

Výsledky transformácie boli porovnané so súradnicami hraničných znakov, ktoré sa získali prepočítaním polygónových ťahov v S-JTSK. Odchýlky na vybraných bodoch boli v intervale (m) :

	Súradnica Y		Súradnica X	
	od	do	od	Do
1. variant	-0,43	-0,07	-0,42	+0,60
2. variant	-0,22	+0,18	-0,32	+0,68
3. variant	-0,37	0,00	-0,41	+0,53

Z porovnania vyplýva, že najviac sa súradnicami získaným z priameho merania približovali transformované súradnice, kde sa použil 2. variant. Použil sa však 3. variant, ktorý zmenšil odchýlky v súradnici X. Nakoľko celá hranica leží v osi Y, v X-ovej súradnici boli odchýlky väčšie ako v súradnici Y-ovej.

Kontrolné zameranie overilo priebeh štátnej hranice. Tá sa okrem zmluvne dohodnutých zmien nezmenila. Napriek tomu súradnice hraničných znakov v S-JTSK boli odlišné a to z jediného dôvodu. Vždy sa transformovalo. V roku 1958 to bola transformácia z S-52 do S-JTSK a v roku 1999 z S-42/83 do S-JTSK.

2.3 SÚRADNICOVÉ SYSTÉMY NA SLOVENSKO-UKRAJINSKEJ ŠTÁTNEJ HRANICI

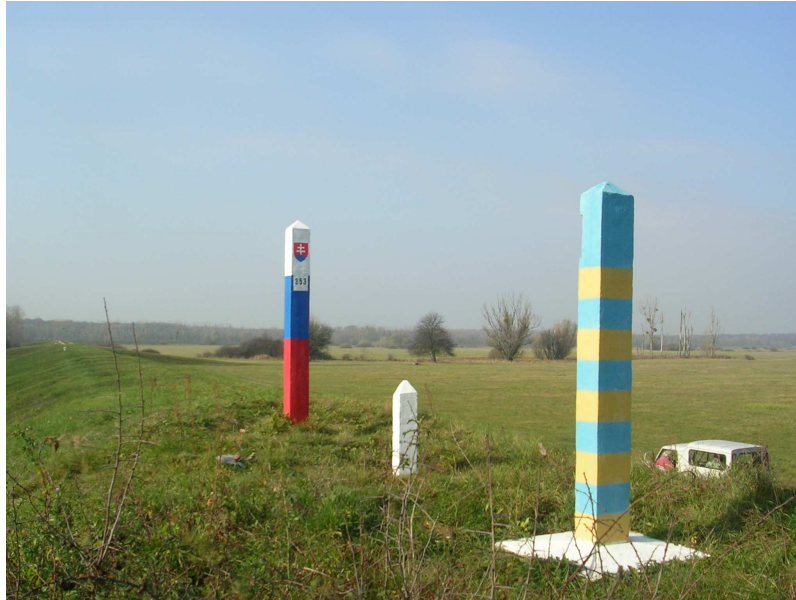
Technická smernica na druhé spoločné preskúšanie priebehu slovensko-ukrajinskej štátnej hranice (ďalej len „Technická smernica „) v rokoch 2004 – 2006 stanovuje jednotný postup spoločnej technickej pracovnej skupiny pri preskúšaní štátnej hranice, ktorého výsledkom budú nové hraničné dokumenty. Tie nahradia dokumenty prvého preskúšania štátnej hranice medzi Slovenskou republikou a Ukrajinou, ktoré boli podpísané v roku 1994.

Technická smernica, ktorú vypracovala Spoločná slovensko-ukrajinská hraničná komisia zatiaľ ponechala pôvodný súradnicový systém štátnej hranice, ale rieši aj tvorbu zoznamov súradníc v systéme ETRS89 (Európsky terestrický referenčný systém 1989). Súradnicovým systémom slovensko-ukrajinskej štátnej hranice je systém Gaussovho zobrazenia, ktorý sa nazýva „Súradnicový systém 1942“ (v niektorých predpisoch sa používa aj názov „Súradnicový systém 1952 – po vyrovnaní“, ďalej len „S-42“.

Pri zameriavacích a vyznačovacích prácach na slovensko-ukrajinskej štátnej hranici sa okrem stanoveného súradnicového systému S-42 používajú aj ETRS89 a národný súradnicový systém S-JTSK.

Súradnicový systém S-42 je definovaný na Krasovskom elipsoide, vo štvrtom šesťstupňovom páse (stredný poludník 21° východne od Greenwicha). Každý pás má vlastný systém rovinných pravouhlých súradníc. Začiatkom súradnicovej sústavy je priesečník základného poludníka s rovníkom. Obraz základného poludníka je os úsečiek X (kladný smer na sever), obraz rovníka je os súradníc Y (kladný smer na východ).

V rámci druhého spoločného preskúšania slovensko-ukrajinskej štátnej hranice v roku 2005 bola na geodetické práce využitá moderná – súčasná technika. Zameranie polygónových stĺpikov a hraničných stĺpov (len na tejto hranici je vyznačenie priebehu tvorené sústavou troch znakov obr. 1) metódou GPS sa uskutočnilo v spoločnej kampani s ukrajinskou stranou v mesiaci apríl 2005.



Obr. 1

Výsledky merania spracovala slovenská aj ukrajinská strana samostatne. Slovenská strana výpočty merania metódou GPS zafixovala na body Štátnej priestorovej siete (ŠPS), triedy C a A (permanentné stanice GPS - Gánovce, resp. stanica GPS – EPN v Užhorode). Obdobne postupovala aj ukrajinská strana. Za pevné body ukrajinská strana stanovila body ukrajinskej štátnej siete. Pre kontrolu meraní výpočtov a následných transformácií slovenská a ukrajinská strana zamerala 41 zhodných hraničných znakov. Po porovnaní výsledkov bude nový spresnený zoznam súradníc hraničných bodov predložený na schválenie Spoločnej hraničnej komisii.

2.4 SÚRADNICOVÉ SYSTÉMY NA SLOVENSKO-MAĎARSKEJ ŠTÁTNEJ HRANICI

Kompetentným orgánom na zabezpečenie plnenia úloh na slovensko-maďarskej štátnej hranici je Spoločná slovensko-maďarská komisia pre zameriavanie a vyznačovanie štátnych hraníc (ďalej len „Spoločná hraničná komisia“). Spoločná hraničná komisia bola vytvorená na základe Zmluvy medzi Československou republikou a Maďarskou ľudovou republikou o úprave režimu na štátnej hranici a Záverečného protokolu podpísaných v Prahe 13. októbra 1956. Spoločná hraničná komisia pre jednotný výkon prác vydala v roku 2001 Technickú smernicu na vykonávanie hraničných prác na slovensko-maďarskej štátnej hranici (ďalej len „Technická smernica“).

Technickou smernicou bol stanovený súradnicový systém štátnej hranice. Súradnicovým systémom štátnej hranice je Budapeštiansky stereografický súradnicový systém (Budapeštianske zobrazenie). Počiatočný bod súradnicového systému je bod základnej siete Gellérthey v Budapešti. Základnou plochou je Besselov elipsoid. Rovinné zobrazenie je azimutálne. Orientácia je juhozápadná, počiatkom pravouhlého súradnicového systému je bod základnej siete Gellérthey. Os X je rovinným obrazom meridiánu prechádzajúceho počiatkom.

Pri zameriavacích a vyznačovacích prácach na slovensko-maďarskej štátnej hranici sa okrem stanoveného stereografického súradnicového systému používajú aj národné súradnicové systémy S-JTSK a EOVS (Jednotný celoštátny súradnicový systém) a odporúčaný systém ETRS 89.

EOVS – Jednotný celoštátny súradnicový systém je oficiálnym súradnicovým systémom Maďarskej republiky. Jeho základnou plochou je elipsoid IUGG 1967. Je to redukované konformné zobrazenie na valec vo všeobecnej polohe. Orientácia súradnicového systému s posunutým počiatkom je severovýchodná, os X smeruje na sever, os Y na východ. Všetky súradnice na celom území Maďarska sú v kladnom kvadrante.

Z výsledkov meraní na slovensko-maďarskej štátnej hranici môžeme prezentovať, že presnosť, najmä starších súradnicových systémov nie je vždy úplne spoľahlivá.

Po obnovení zničených hraničných znakov časti I. hraničného úseku slovensko-maďarskej štátnej hranice sa nad existujúcimi podzemnými značkami uskutočnilo kontrolné meranie, ktoré malo potvrdiť, že hraničné znaky sú na pôvodnom mieste. Spoločné slovensko-maďarské meranie sa uskutočnilo GPS technológiou v roku 2003. Po spracovaní sa zistilo na všetkých zameraných hraničných znakoch rozdiel (30-40 cm) v súradnici „X“ medzi doteraz platnými súradnicami v Budapešťianskom stereografickom zobrazovacom systéme a nameranými súradnicami. Spoločná hraničná komisia rozhodla o domeraní celého I. hraničného úseku slovensko-maďarskej štátnej hranice. Spoločné slovensko-maďarské meranie (metódou GPS) zvyšnej časti I. hraničného úseku v roku 2004 malo potvrdiť, alebo vyvrátiť zistený posun. Systematický posun o približne 30 cm v súradnici „X“ sa potvrdil. Spoločná meračská skupina overila centráciu meračských bodov (HP – body maďarskej trigonometrickej siete), z ktorých bola v roku 1947 slovensko-maďarská štátna hranica zameraná a skontrolovala výpočty z originálnych podkladov. Excentricita medzi podzemnými značkami a povrchovými znakmi na HP bodoch sa nezistila, výpočty boli správne. V archívoch Slovenskej republiky a Maďarskej republiky sa nenašli pôvodné meračské elaboráty z merania HP bodov. V roku 2005 sa na niektorých hraničných znakoch a ešte existujúcich HP bodoch (HP3, HP4, HP5) uskutočnilo terestrické meranie, ktoré bolo vyrovnané na spoľahlivé trigonometrické body Štátnej trigonometrickej siete Slovenskej republiky (Rusovce kostol, Čuňovo kostol), maďarskej trigonometrickej siete (Rajka katolícky kostol, Rajka evanjelický kostol) a rakúskej trigonometrickej siete (Deutsch Jahrndorf katolícky kostol, Deutsch Jahrndorf evanjelický kostol a trigonometrický bod A19). Výsledky terestrického merania roku 2005 sa zhodujú s meraniami metódou GPS z rokov 2003 a 2004. Vzniknutá situácia sa rieši na medzinárodnej úrovni.

2.5 SÚRADNICOVÉ SYSTÉMY NA SLOVENSKO-RAKÚSKEJ ŠTÁTNEJ HRANICI

Vzťah Slovenskej a Rakúskej republiky na štátnej hranici upravuje Zmluva medzi Československou socialistickou republikou a Rakúskou republikou o štátnych hraniciach, podpísaná 21. decembra 1973, v znení nôt z 22. decembra 1993 a 14. januára 1994, ktoré nadobudli platnosť 1. januára 1995.

Závazný súradnicový systém je M 34° východne od Ferra (rakúsky systém) a výškový systém Jadran. Mapové podklady v hraničnej dokumentácii sú rôznorodé, sú to mapy v mierke 1:10 000 a 1:2500. V súčasnosti sú hraničné znaky, profilové body a matematické body definované v rakúskom systéme v celej dĺžke štátnej hranice.

MV SR zatiaľ neprizvalo do práce v medzištátnej komisii zástupcu ÚGKK SR a geodetické práce zadáva komerčným subjektom. Táto situácia zapríčiňuje stav, že priebeh štátnej hranice nie je určený v národnom systéme S-JTSK. Neexistuje transformačný vzťah medzi oboma systémami pre celý úsek hranice. V úseku rieky Morava medzi Suchohradom

a sútokom Moravy a Dunaja boli v roku 1958 určené transformačné kľúče, ktoré sú uložené v Ústrednom archíve geodézie a kartografie v operáte plánovanej stavby WOLFSTHAL –1958. V úseku Moravy bola hraničná čiara definovaná len na hraničných mapách. Jej priebeh sa súradnicovo určil z rastrov hraničných máp vektorizáciou v oboch súradnicových systémoch. Pre určenie súradníc identických bodov v S-JTSK boli použité transformačné kľúče WOLFSTHAL –1958. V roku 1999 bol spracovaný nový plán Dunaja opäť v rakúskom systéme, hraničné znaky a profilové body taktiež určené v S-JTSK. Pre určenie súradníc lomových bodov hraničnej čiary na Dunaji bolo potrebné použiť grafickú transformáciu. Hraničné znaky a matematické body na suchom úseku sú určené v rakúskom systéme. Do dnešného dňa nie sú určené v S-JTSK, čo veľmi absentuje najmä v katastri nehnuteľností.

3 ZÁVER

Z predchádzajúcich odstavcov vyplýva, že na štátnych hraniciach Slovenskej republiky je stanovených niekoľko súradnicových systémov štátnej hranice. Súradnicové systémy sú z obdobia, keď sa uskutočňovalo zväčša prvé zameriavanie štátnych hraníc. Prvé zameranie sa robilo klasickými geodetickými metódami, čomu zodpovedá i dosahovaná presnosť a možnosti tvorby mapy. Počet súradnicových systémov sa znásobuje na styku štátnych hraníc Slovenskej republiky a dvoch susedných štátov, ktoré sú vyznačené trojštátnymi hraničnými znakmi. O trojštátnych znakoch sa podpisujú Protokoly o hraničných znakoch, v ktorých sa, na základe spoločného zamerania priestoru trojštátneho bodu, určujú súradnice v záväznom súradnicovom systéme Slovenskej republiky a v národných súradnicových systémoch dvoch susedných republík. Veľký počet súradnicových systémov komplikuje a znehodnocuje spracovanie.

Súčasné moderné geodetické prístroje (totálne stanice s veľmi presným meraním dĺžok), ale najmä prístroje využívajúce technológie GNSS, priniesli novú kvalitu do merania, spracovania geodetických meraní i následnej vizualizácie výsledkov meraní a spracovania. Na vizualizáciu hraničných prác sa ponúka najmä riešenie generovania hraničných bodov z databázy platných súradníc s kombináciou vrstiev objektov zo ZB GIS alebo digitálnymi rastrami ortofotosnímkov. Tieto vizualizácie nemusia mať už len mapovú 2D podobu, ale aj rôzne vizualizačné pohľady v 3D.

Na riešenie nehomogénnej presnosti a rôznorodosti geodetických súradnicových systémov, dúfajme prispeje i aktivácia medzinárodnej skupiny EuroBoundaries pracujúca pod záštitou Eurogeographics. Začiatkom júna 2005 sa konalo vo Viedni už tretie pracovné zasadanie tejto skupiny. Predpokladaným cieľom je realizácia odporúčania subkomisie EUREF na prijatie jednotného systému ETRS89 pre geodetické práce a výsledné zoznamy súradníc. Ostáva nám len veriť, že i správca štátnej hranice si tieto odporúčania osvojí a otvorene začne o nich rokovať na pravidelných zasadaniach medzištátnych komisií.