

# VYUŽITIE METÓDY RTK PRE ÚČELOVÉ MAPOVANIE POLOHOPISU V PROJEKTE POZEMKOVÝCH ÚPRAV

*Ing. Robert Geisse, PhD., Ing. Róbert Fencík<sup>1</sup>*

## **Abstrakt :**

*Pozemkové úpravy predstavujú novú architektúru vo vidieckej krajine. Predstavujú tak i rôzne činnosti v oblasti geodézie, ktoré sa aplikujú v rámci projektovania pozemkových úprav. Jednou z dôležitých geodetických činností je účelové mapovanie polohopisu a výškopisu obvodu pozemkových úprav. Metódy GPS sa používajú v rámci budovania projektu pozemkových úprav. Najčastejšie používané metódy sú: statická, kinematická a kinematická metóda v reálnom čase. Používame ich na budovanie bodového poľa v obvode pozemkových úprav, na meranie lomových bodov hraníc, tematických prvkov a vytyčovanie nových parciel.*

## **Abstract :**

*Land consolidation represent a new architecture in a rural landscape and in the field of surveying at the same time. They represent different kind of activities which are used within designing of land consolidation. One of the very important geodetic activities is horizontal and vertical thematic mapping of land consolidation area. GPS methods have been using more often within creation of land consolidation project. The most powerful methods are static, kinematic and kinematic in real time (RTK). We are using these methods for creating of control in an area of land consolidation, measuring of boundary breakpoints, thematic features and staking of new parcels.*

## **1 ÚVOD**

Mnohé problémy spojené s riešením novej organizácie poľnohospodárskej pôdy a najmä vypracovaním rôznych stupňov projektovej dokumentácie sa nezaobídu bez geodetických prác. Počínajúc prípravnými prácami pre využívaní máp, cez prieskumné práce, súvisiace s využívaním operátu KN, leteckých snímok, so zameriavaní zmien, projekčné práce spojené s technickým projektovaním pôdnych celkov a nových pozemkov, až po vlastnú realizáciu navrhovaných opatrení na podklade ich vytyčenia a umiestnenia v teréne.

Aplikácie globálnych systémov určovania polohy (GPS) v geodézii a kartografii sa líšia od použitia v iných oblastiach predovšetkým nárokmi na presnosť určenia polohy objektov v teréne. Meranie pomocou geodetických prijímačov GPS je vo veľkej väčšine prípadov rýchlejšie a menej nákladné, ako klasické terestrické merania uhlov a dĺžok, prípadne nivelácia. Cieľom príspevku je overenie možnosti použitia kinematickej metódy v rámci geodetických činností v projekte pozemkových úprav (PPÚ).

---

<sup>1</sup> Ing. Robert Geisse, PhD., Katedra mapovania a pozemkových úprav, Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, tel.: 02/59274346, e-mail: robert.geisse@stuba.sk,

<sup>1</sup> Ing. Róbert Fencík, Katedra mapovania a pozemkových úprav, Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, tel.: 02/59274347, e-mail: robert.fencik@stuba.sk,

## 2 GEODETICKÉ ČINNOSTI V PROJEKTE POZEMKOVÝCH ÚPRAV

Nevyhnutnou súčasťou PPÚ sú meračské metódy, ktoré sa používajú vo všetkých fázach budovaného projektu. Činnosti v projektoch pozemkových úprav môžeme rozdeliť na:

- činnosti spojené s vypracovaním úvodných podkladov projektu pozemkových úprav,
- činnosti spojené s návrhom nového usporiadania územia v obvode projektu pozemkových úprav,
- geodetické činnosti v konaní o pozemkových úpravách,
- činnosti spojené s tvorbou a ochrannou prírody,
- činnosti spojené s vykonaním projektu pozemkových úprav,
- činnosti spojené s realizáciou projektom pozemkových úprav navrhnutých spoločných zariadení a opatrení.

Jednotlivé činnosti v projektoch pozemkových úprav sa navzájom prelínajú a ovplyvňujú.

Základné technické podmienky projektov pozemkových úprav:

- súradnicový systém S-JTSK,
- výškový systém Bpv,
- mierka podrobnosti spracovania údajov pre geodetické činnosti 1:2000,
- mierka podrobnosti spracovania údajov pre negeodetické činnosti 1:5000, 1:10000,
- kódovanie textových údajov v digitálnej forme v kódovej stránke Latin 2, Win 1250, ISO-8859-2,
- výsledné textové a grafické údaje elaborátov vo formátoch PDF, FUVI, VGI.

### 2.1 ÚČELOVÉ MAPOVANIE POLOHOPISU

Predmetom mapovania polohopisu (Geisse, 2005) je mapovanie polohopisných prvkov, ktoré sú potrebné pre návrh nového priestorového usporiadania územia v obvode projektu pozemkových úprav, sú predmetom evidovania v KN, sú potrebné na identifikáciu priebehu hraníc pôvodných pozemkov so stavom v teréne a so stavom evidovaným v KN, pre účely upresneného priebehu hraníc obvodu PPÚ, Registra pôvodného stavu a pre následné projekčné činnosti. Výsledky meračských prác stavu v teréne sú obsahom účelovej mapy polohopisu. Výsledný elaborát polohopisu musí spĺňať kritériá 3. triedy presnosti (3. TP) a byť v súlade so skutočným stavom v teréne. 4. triedu presnosti je možné použiť pri mapovaní vo vnútri plôch lesného pôdneho fondu (LPF) ak sa nejedná o detaily, ktoré sú alebo budú predmetom evidovania v KN. Rozhraničenie poľnohospodárskej pôdy (PP) a LPF je vždy v 3. TP. Obsahom účelovej mapy pre potreby PPÚ sú údaje vo forme štandardného geografického informačného systému (GIS) podľa nasledovnej základnej štruktúry:

- mapa lesnej vegetácie,
- mapa nelesnej drevinovej vegetácie,
- mapa plôch poľnohospodárskej pôdy,
- mapa prvkov bez vegetácie,
- mapa dopravných línií a objektov,
- mapa vodných tokov a plôch,
- mapa energovodov, produktovodov, zariadení spojov a telekomunikácií,
- mapa poľnohospodárskych, lesohospodárskych a vodohospodárskych objektov,
- mapa priemyselných a dobývacích objektov,
- mapa rekreačno-oddychových, športových a kultúrnohistorických objektov,
- mapa ostatných prvkov a plôch.

## 2.2 ÚČELOVÉ MAPOVANIE VÝŠKOPISU

Účelom mapovania výškopisu (Geisse, 2005) pre potreby PPÚ je zamerať a upresniť existujúci stav výškopisu tak, aby výsledný elaborát v obvode PPÚ spĺňal požiadavky na vyhodnotenie obvodu PPÚ s použitím digitálneho modelu terénu. Meranie a zobrazenie výškopisu je v 3. triede presnosti (4. trieda presnosti u LPF). Predmetom merania sú všetky detaily terénu nevyhnutné pre následný návrh opatrení na ochranu územia proti prejavom vodnej erózie, na úpravu odtokových pomerov a pre posúdenie mechanizačnej dostupnosti lokalít, čo priamo ovplyvňuje nové funkčné usporiadanie územia. Účelové mapy z digitálneho modelu reliéfu:

- mapa relatívnych výškových stupňov,
- mapa sklonu reliéfu,
- mapa expozície reliéfu,
- mapa oslnenia reliéfu,
- mapy vertikálnej a horizontálnej krivosti,
- mapa mikropovodí,
- mapa dĺžky svahov,
- mapa mechanizačnej dostupnosti.

## 3 METÓDY MERANIA GPS V PROJEKTE POZEMKOVÝCH ÚPRAV

V geodetickej praxi sa čoraz častejšie v jednotlivých etapách projektu PÚ používajú dve relatívne metódy určovania polohy a to: statická a kinematická. Cieľom prác v bodových poliach pre potreby projektu PÚ je zabezpečiť hustotu a presnosť siete bodov PPBP, ktorá vyhovuje požiadavkám na zabezpečenie geodetických prác počas trvania a vykonávania projektu PÚ. Na zhusťovanie bodového poľa v rámci obvodu projektu PÚ je najvhodnejšia statická metóda. Samostatnou formou relatívnych kinematických meraní je kinematické metóda v reálnom čase – RTK (Real Time Kinematic). Pri určovaní polohy lomových bodov hranice obvodu PPÚ a účelovom mapovaní polohopisu je vhodné používať kinematickú metódu v reálnom čase. Táto metóda sa volí aj pri predbežnom a konečnom vytýčení nových pozemkov.

### 3.1 VYUŽITIE METÓDY RTK PRI ÚČELOVOM MAPOVANÍ POLOHOPISU

Za účelom overenia možnosti použitia kinematickej metódy v rámci geodetických činností v projekte pozemkových úprav sme uskutočnili testovacie meranie v katastri obce Stupava - časť Dielové, ktorá sa nachádza 10 km od Bratislavy. Z hľadiska druhu reliéfu ide o územie s pravidelne členitým reliéfom. K dispozícii sme mali dva prijímače Leica GX 1230 (obr. 1) zapožičané od firmy GEOTECH - ProGPS. Ide o prijímač, ktorý obsahuje technológiu Smart Track GPS. Táto technológia umožňuje zamerať prijímaču všetky viditeľné družice v priebehu niekoľkých sekúnd, prijímať signál aj z nízko letiacich družíc, ako aj pod stromami a v oblastiach so silným rušením. Prijímač pracuje s dvoma frekvenciami L1 a L2. Výrobca udáva spoľahlivosť určenia súradníc 99,99% pre dĺžku základnice až 30km a nasledovnú presnosť merania:

Tab.1 Charakteristiky presnosti prijimaca Leica GX1230

Metóda	Statická	RTK
Horizontálna presnosť	5mm + 0,5ppm	10mm + 1ppm
Vertikálna presnosť	10mm + 0,5ppm	20mm + 1ppm



Obr.1 Prijímač Leica GX1230

### Prípravné a meračské práce

Pred začatím samotného merania bolo potrebné vypočítať lokálny transformačný kľúč pre danú lokalitu a zvoliť optimálnu polohu referenčnej stanice. Na výpočet transformačných parametrov sme použili 5 bodov Štátnej priestorovej siete: 6507-22, 6512-2, 6512-6, 6512-14.1, 6512-32. Použili sme softvér SKIPro a transformačnú metódu One Step (obr. 2). Výhodou tejto transformácie je, že sa zvlášť transformujú rovinné súradnice x,y a zvlášť zovná súradnica. Dosiahnuté parametre transformácie spĺňajú kritéria presnosti podľa Usmernenia č. KO – 4108/2003 zo dňa 4. novembra 2003 na odovzdávanie výsledkov meraní pomocou GPS pre kataster nehnuteľností.

#### Onestep Transformation Report

System A	Trigasy SK	System B	Trigasy SK
Ellipsoid:	WGS 1984	Ellipsoid:	Bessel
System:	WGS84	System:	-
		Height mode:	Orthometric

#### 2D-Helmert Transformation

Number of common points:	5		
Rotation origin:	X0	1.4349	m
	Y0	0.2506	m

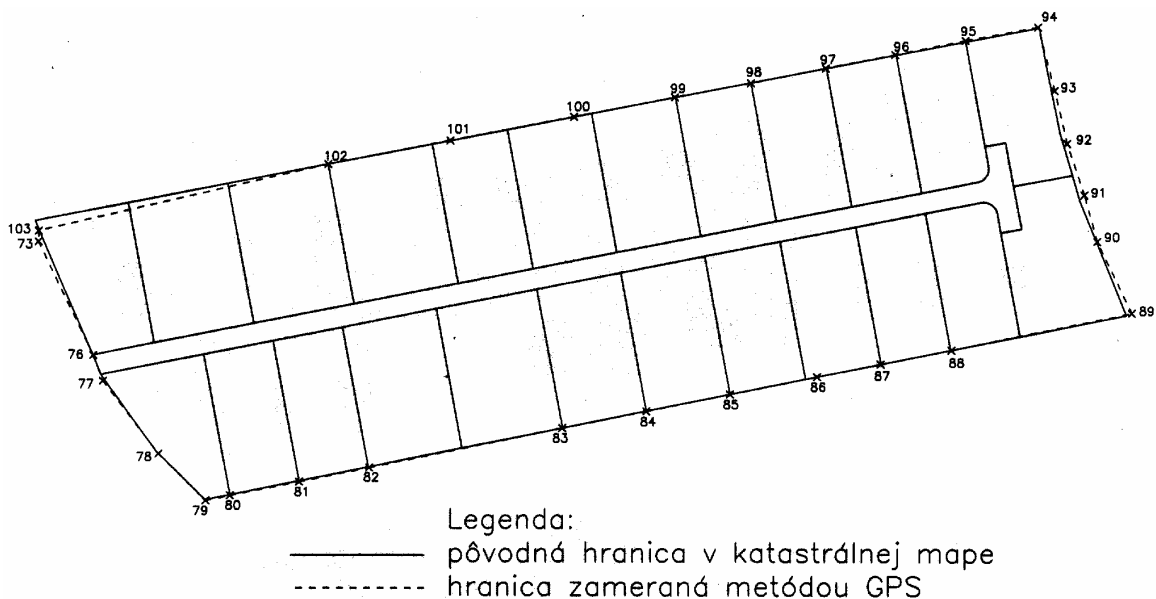
No.	Parameter:	Value	r.m.s.	Unit
1	Shift dX	1264471.0591	0.0079	m
2	Shift dY	575999.5994	0.0079	m
3	Rotation about Z	-627012.49995	0.31142	"
4	Scale	-4.2472	1.5098	ppm

#### Residuals m

System A	System B	dX	dY
6507-22	6507-22	0.0114	0.0158
6512-14.1	6512-14.1	0.0108	0.0090
6512-2	6512-2	0.0019	0.0077
6512-32	6512-32	0.0019	-0.0180
6512-6	6512-6	-0.0260	-0.0146

Obr.2 Transformačný protokol softvéru SKIPro

V teréne sme najprv postavili referenčnú stanicu na bode 6512-14.1, ktorá bola vzdialená od záujmového územia približne 3 km. Následne sme vykonali inicializáciu na blízkom známom bode 6512-14. Na danej lokalite sme metódou RTK zamerali lomové body parciel č. 850/9 až 850/33 (obr. 3). Anténu pohyblivého prijímača sme umiestňovali na rohy múrov alebo plotov, ktoré tvorili hranicu jednotlivých pozemkov. Pri meraní časti obvodovej hranice nebolo možné, kvôli chýbajúcemu oploteniu presne identifikovať niektoré lomové body. Prijem signálu bol počas celého merania nepretržitý, až na dva prípady, kedy bola anténa prijímača umiestnená v hustom stromovom poraste. Problém bol odstránený vysunutím antény do vyššej polohy, resp. jej vertikálnym pohybom, kým nebol príjem signálu dostatočný.



Obr.3 Obvodová hranica a lomové body parciel č. 850/9 - 850/33

### ***Testovanie polohovej presnosti***

Ako podklady na testovanie presnosti metódy RTK sme mali k dispozícii výsledky priameho geodetického merania z geometrického plánu vykonaného za účelom zamerania obvodovej hranice novostavieb. Vypočítané súradnice lomových bodov zamerané metódou RTK sme porovnali s priamym geodetickým meraním (tab. 2). Pre geodetické činnosti v rámci PPÚ sa vyžaduje 3. TP a stredná súradnicová chyba podrobných bodov polohopisného merania nesmie prekročiť hodnotu 0,14 m. Z výsledkov testovania polohovej presnosti je zrejmé, že väčšina bodov zameraných metódou RTK spĺňa požadované kritérium presnosti. Na niektorých bodoch (č.91-95) bola krajná hodnota prekročená z dôvodu nejednoznačnej identifikácie lomových bodov v teréne.

Tab.2 Porovnanie súradníc lomových bodov parciel č. 850/9 - 850/33

ČB	GEODETICKÉ MERANIE		MERANIE RTK		dX [m]	dY [m]	m <sub>xy</sub> [m]
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]			
74	577614,20	1266738,76	577614,01	1266738,71	0,19	0,05	0,14
76	577616,69	1266732,94	577616,53	1266732,98	0,16	-0,04	0,12
79	577583,29	1266776,24	577583,19	1266776,35	0,10	-0,11	0,13
80	577576,06	1266774,65	577576,05	1266774,79	0,01	-0,14	0,14
81	577555,71	1266770,56	577555,70	1266770,69	0,01	-0,13	0,13
82	577535,14	1266766,36	577535,00	1266766,46	0,14	-0,10	0,14
83	577477,98	1266754,60	577478,07	1266754,65	-0,09	-0,05	0,08
84	577453,25	1266749,56	577453,24	1266749,60	0,01	-0,04	0,04
85	577428,46	1266744,50	577428,54	1266744,54	-0,08	-0,04	0,07
87	577383,96	1266735,42	577384,07	1266735,48	-0,11	-0,06	0,10
88	577363,33	1266731,21	577363,14	1266731,16	0,19	0,05	0,14
89	577311,48	1266720,58	577311,57	1266720,70	-0,09	-0,12	0,14
90	577320,13	1266698,59	577319,96	1266698,52	0,17	0,07	0,14
91	577323,45	1266684,12	577323,74	1266684,62	-0,29	-0,5	0,54
92	577328,58	1266669,71	577328,88	1266669,39	-0,3	0,32	0,38
93	577333,27	1266653,85	577332,65	1266653,66	0,62	0,19	0,48
94	577337,24	1266634,98	577337,63	1266634,80	-0,39	0,18	0,33
95	577359,04	1266639,22	577359,08	1266638,93	-0,04	0,29	0,29
96	577379,70	1266643,23	577379,89	1266643,18	-0,19	0,05	0,14
97	577400,21	1266647,23	577400,34	1266647,21	-0,13	0,02	0,09
98	577422,52	1266651,57	577422,50	1266651,61	0,02	-0,04	0,04
99	577444,78	1266655,91	577444,91	1266655,90	-0,13	0,01	0,09
102	577547,28	1266675,85	577547,24	1266675,84	0,04	0,01	0,03

#### 4 ZÁVER

V projekte PÚ sa najčastejšie používajú relatívne metódy určovania polohy. Statická metóda je najvhodnejšia na zhusťovanie bodového poľa v rámci obvodu projektu PÚ. Pri určovaní polohy lomových bodov hranice obvodu projektu PÚ a účelovom mapovaní polohopisu je vhodné používať kinematickú metódu v reálnom čase. Táto metóda sa volí aj pri predbežnom a konečnom vytýčení nových pozemkov. Použitie metód GPS má niekoľko výhod oproti klasickým geodetickým metódam ako sú: rýchlosť vytýčenia, odpadá výpočet vytyčovacích prvkov, vysoká presnosť za „malú“ námahu a vhodné použitie v „nedostupnom“ teréne.

Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že metóda RTK je vhodná aj na meranie v rámci projektu PÚ. V súčasnosti sa v geodetickej praxi na tieto účely veľmi nevyužíva, čo je spôsobené hlavne finančnou náročnosťou na obstaranie prístrojového vybavenia. Praktické rozšírenie metódy RTK úzko súvisí s budovaním Slovenskej permanentnej GNSS služby (SPGS) na určovanie priestorovej polohy v reálnom čase a „globálneho“ transformačného kľúča pre územie Slovenska. Funkčná SPGS umožní v blízkej budúcnosti častejšie využívanie metódy RTK, ktorá sa stane bežnou meracou metódou v geodetickej praxi.

*Príspevok je časťou výsledkov riešenia grantovej výskumnej úlohy VEGA č. 1/0213/03 „Nový model poľnohospodárskeho územia založený na identifikácii pozemkového vlastníctva a užívania“.*

## **POUŽITÁ LITERATÚRA :**

Zákon SNR č.330/1991 Zb. „o pozemkových úpravách, usporiadaní pozemkového vlastníctva, pozemkových úradoch, pozemkovom fonde a o pozemkových spoločenstvách“ v znení neskorších predpisov a noviel

Metodický návod na vykonávanie geodetických činností pre projekt pozemkových úprav, Bratislava, 2000, MN 74.20.73.46.00.

KOLEKTÍV AUTOROV, (2002) : Dištančné vzdelávanie pre projektovanie pozemkových úprav, MPSR, Katedra mapovania a pozemkových úprav SvF STU, Komora geodetov a kartografov Bratislava.

GEISSE, R., (2005) : Účelové mapovanie polohopisu a výškopisu v pozemkových úpravách, Zborník abstraktov Gabčíkovo 2005, Katedra mapovania a pozemkových úprav SvF STU Bratislava.