



ŠPECIFIKÁ GEODETICKÉHO ZAMERANIA PRÍRODNÝCH CINTORÍNŮV

prof. Ing. Štefan Sokol, PhD., Ing. Ján Ježko, PhD., Ing. Marek Bajtala, PhD.
Katedra geodézie, Stavebná fakulta STU v Bratislave

Résumé

Creation of geodetic base by means of surveying measurements using modern electronic total station and GNSS apparatus. Specifically, measurement of cemeteries locality Zvonový vršok in Banská Štiavnica for the passport of the historical heritage objects.

Banská Štiavnica patrí historicky k najzaujímavejším mestám na Slovensku. V roku 1993 získala najvyššie medzinárodné uznanie zapísaním historického jadra mesta spolu s technickými pamiatkami v okolí na Listinu svetového kultúrneho dedičstva UNESCO. Archeologické nálezy v okolí mesta (na vrchu Glanzenberg) dokazujú, že prvotné baníctvo na území dnešnej Banskej Štiavnice sa rozvíjalo už v období keltského osídlenia. Dejiny mesta sa začali písať od roku 1238, keď boli Banskej Štiavnici udelené privilégia kráľovského mesta.

V 18. storočí bola Banská Štiavnica tretím najväčším mestom v Uhorsku. Významným medzníkom v histórii mesta bolo zriadenie baníckej akadémie v r. 1762. Bola to prvá vysoká škola technického charakteru na svete a mesto sa stalo centrom banskej vedy a techniky v Európe. S menami profesorov tejto školy sú spojené mnohé európske i svetové prvenstvá v oblasti vedy a techniky. Vybudovaný banský vodohospodársky systém vodných nádrží – tajchov – je jedinečný svojím poslaním i technickým riešením.

Zaradenie objektov historických cintorínov do projektu tvorby metodiky riešiacej obnovu a rekonštrukciu objektov kultúrneho dedičstva možno preto považovať za viac ako symbolické.

Technické podmienky tvorby geodetických podkladov

Na tvorbu geodetických podkladov v tvare 2D (účelových máp) alebo 3D (účelových máp s výškopisom) je nevyhnutné poznať technické podmienky ich tvorby, medzi ktoré patria hlavné technické parametre, kritériá presnosti a geometrický základ tvorby geodetických podkladov (polohové a výškové bodové pole).

V súčasnosti tvorené geodetické podklady majú najčastejšie formu digitálnej mapy. Výhodou digitálnej mapy je jednoduchá a kontinuálna zmena mierky. Vlastná kresba digitálnej mapy je bezmierková. Mierku má iba grafický výstup na monitore počítača alebo na tlačiarňi, resp. plotri. Zmenu mierky výstupu uskutočňujeme len nastavením mierky výstupnej kresby a zmenou veľkosti značiek a popisu. V prípade digitálnej kresby preto požadovaná mierka mapovania udáva najmä mieru podrobnosti zberu priestorových údajov pre tvorbu mapy. Geodetické podklady sa vyhotovujú v súradnicovom systéme JTSK a vo výškovom systéme Bpv. Použitý súradnicový a výškový systém sa vyznačí na všetkých výstupoch – digitálnych i analógových.

Geometrický základ tvorby geodetických podkladov

Geometrickým základom sú:

- ☐ ZBPP body ŠTS,
- ☐ PBPP 1. až 3. triedy presnosti,
- ☐ body výškového bodového poľa (ide o trvalo stabilizované body základného a podrobného bodového poľa),
- ☐ pomocné meračské body určené geodetickými metódami priamo pri podrobnom meraní polohopisu (body sú väčšinou stabilizované dočasne).

Presnosť výsledných súradníc a výšok podrobných bodov mapy je daná presnosťou určenia ich súradníc a výšok. Vyjadruje sa vo vzťahu k blízkym bodom podrobného bodového poľa, prípadne základného bodového poľa.

Podrobné meranie polohopisu a výškopisu

Ako podrobné meranie polohopisu a výškopisu označujeme určovanie polohy a výšky predmetov merania voči stanovisku, resp. určovanie ich priestorovej (3D) polohy v záväzných (zvolených) súradnicových systémoch.

Predmetmi merania všeobecne môžu byť nielen inžinierske objekty, ako stavebné objekty a zariadenia (obytné, účelové, priemyselné objekty, stavby trvalého charakteru pevne spojené so zemou), dopravné objekty a zariadenia (pozemné komunikácie, cestné komunikácie, železničné trate a vlečky, dopravné značky, rampy atď.), ale aj hranice rôzneho druhu (správne, hranice katastrálneho územia, hranice zastavaného územia záujmovej lokality, hranice pozemkov vymedzených právnymi vzťahmi a prirodzené objekty). Pre osobitné ciele – účelové mapy – môžeme merať podľa požiadaviek odberateľa aj ekologické objekty, ale aj menšie technické objekty (vstupné šachty, kanalizácie, šúpatká vodovodných a iných sietí, parkovú zeleň) príp. iné objekty a predmety.

Pri podrobnom meraní priestorovej polohy bodov používame geodetické metódy, terestrické laserové skenovací systémy alebo fotogrametrické metódy podľa vyžadovanej presnosti. Podľa členitosti územia, hustoty zástavby, frekvencie dopravy a mierky môžeme voľiť pri meraní polohopisu a výškopisu z geodetických metód:

- a) tachymetrickú metódu s použitím elektronických tachymetrov,
- b) metódy využívajúce GNSS.

Podrobné meranie polohopisu v súčasnej dobe reprezentuje hlavne elektronická tachymetria. Elektronické tachymetre umožňujú priamy automatický záznam meraných priestorových súradníc alebo záznam vypočítaných pravouhlých súradníc priamo na pamäťovú kartu alebo do ich pamäte.

Neustále väčší význam pre podrobné meranie terénu nadobúdajú merania pomocou GNSS (Globálny navigačný a satelitný systém). GNSS sú charakterizované ako družicové navigačné systémy, ktoré využívajú meranie času a pseudovzdialenosti. Tieto systémy pracujú na princípe priestorového pretínania z dĺžok. Meranou veličinou je doba šírenia signálu z družicovej antény k prijímacej anténe. Tento meraný čas je prepočítavaný pomocou rýchlosti šírenia signálu na vzdialenosť. Systém GNSS umožňuje v reálnom čase kedykoľvek a kdekoľvek určiť polohu prijímača v trojrozmerných súradniciach ako aj jeho rýchlosť v reálnom čase, avšak za určitých známych podmienok. Touto základnou podmienkou je, aby v každom mieste na Zemi vo výške 15° nad horizontom boli v každom okamihu pozorovateľné štyri a viacej družíc. Pri prijímaní signálu zo štyroch satelitov je už možné určiť aj nadmorskú výšku.

Technológia GNSS je oproti klasickým geodetickým metódam veľmi úsporná a efektívna, avšak prvotné náklady sú relatívne vysoké. Všetky podrobné body sú merané relatívne, vzhľadom k referenčnej stanici umiestnenej na bode so známymi súradnicami alebo s využitím služby permanentných staníc GNSS (SKPOS) na území SR. Meraním a spracovaním údajov (metódou *real-time* alebo *postprocessing*) pomocou príslušného softvérového programu dostávame priestorové súradnice podrobných bodov.

Tvorba geodetických podkladov v lokalite cintorínov Zvonový vršok v Banskej Štiavnici

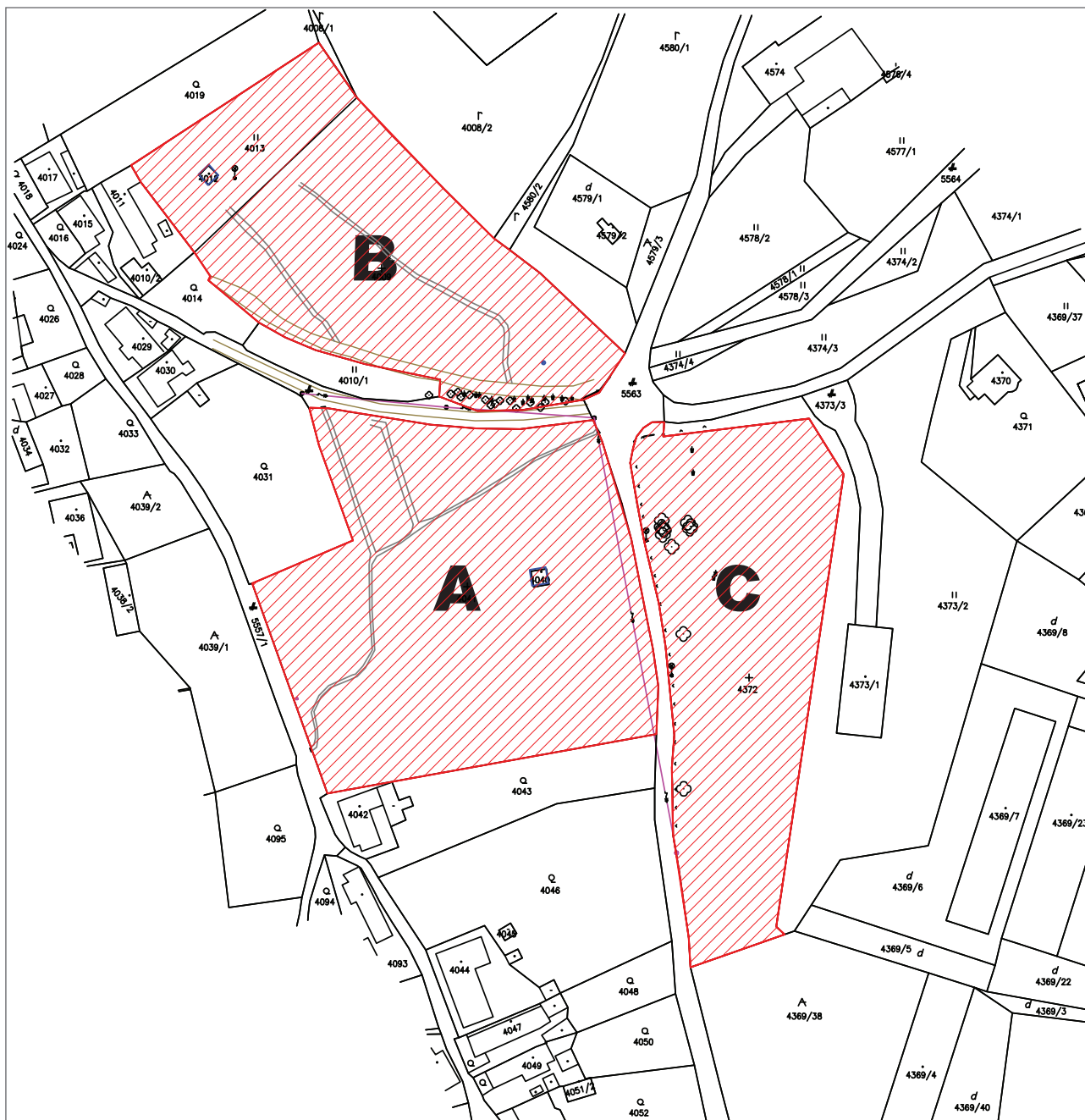
Východiskovými podkladmi pre tvorbu geodetických podkladov je bodové pole polohové a výškové.

Tvorba geodetických podkladov v uvedenej lokalite pozostávala:

- ☐ z vybudovania podrobného polohového a výškového bodového poľa,
- ☐ z priestorového zamerania podrobných bodov v záujmových lokalitách cintorínov,
- ☐ z výpočtu priestorových súradníc podrobných bodov,
- ☐ vyhotovenia vrstevnicového plánu,
- ☐ tvorby účelovej mapy v tvare 2D a 3D.

Celá lokalita sa skladá z troch samostatných cintorínov (Obr. 1):

- A - katolícky – Predný, parc. č. 4041,
- B - evanjelický - Brána pokoja, parc. č. 4009,
- C - katolícky – Zadný, parc. č. 4372.



Obr. 1 Lokalita Zvonový vršok. (Autori Š. Sokol, J. Ježko, M. Bajtala)

Meračské práce boli realizované v 3. triede presnosti (3TP) v súradnicovom systéme S-JTSK prístrojom TOPCON GTS 6A s internou registráciou a metódou GNSS prístrojom TRIMBLE GNSS R6.

Základné charakteristiky použitej prístrojovej techniky

Univerzálny merací prístroj - TOPCON GTS 6A:

presnosť meranej dĺžky: $mD = 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$,

- ☐ presnosť meraného uhla (podľa DIN 18723):
 $m\alpha = 15 \text{ mgon}$ (GTS6 – 6 mgon),
- ☐ dosah diaľkomera:
1 zrkadlo 1600 – 1800 m,
3 zrkadlá 2200 – 2500 m,
9 zrkadiel 2800 – 3400 m,
- ☐ hmotnosť: 6,9 kg,
- ☐ batéria: držadlová BTOQ (asi 6 hod. prevádzky),
- ☐ ďalekohľad: zväčšenie 30-násobné,
- ☐ citlivosť libely: alidádová 30'', kruhová 10',
- ☐ pamäťová karta: 64 Kbyt, (asi 1000 bodov).



Prijímač TRIMBLE GNSS R6:

72 kanálov GPS L1 C/A kód, L2C kód, plná fáza L1/L2/L5 GLONASS L1 C/A kód, L1 P kód, L2 P kód, plná fáza L1/L2.

Odolný a kompaktný prijímač - integrovaný GNSS prijímač, anténa, rádiodem (alebo GSM/GPRS modem) a vymeniteľná Li-Ion batéria.

Hmotnosť - celý systém je umiestnený na výtyčke a kompletný RTK rover 3,71kg.

Interná pamäť v prijímači - pre postprocesné meranie možno dáta ukladať priamo do prijímača (302 hodín merania pri 6 družiciach a 15s intervale).

Kontrolná jednotka - operačný systém Windows CE.NET, farebný dotykový grafický displej, aktívne dxf súbory, vodotesná, odolná pádu z 1,3 m.

Podrobné meranie a tvorba 3D mapových podkladov

Priestorové určenie podrobných bodov terénu, rohov hrobov, stavebných objektov, plotov, stromov a zelene v uvedených lokalitách bolo realizované metódou elektronickej tachymetrie s prístrojom TOPCON GTS 6A s priamou registráciou parametrov potrebných k výpočtu súradníc podrobných bodov pre potreby automatizovaného (kódového) zberu priestorových informácií.

Lokalita cintorín	Počet bodov podrobného bodového poľa	Celkový počet podrobných bodov	Počet bodov na hroboch a pomníkoch	Počet ostatných bodov (zeleň, hranice, terén a iné objekty)
A	9	1690	1378	312
B	10	981	687	294
C	5	661	509	152
Spolu	24	3332	2574	758

Tab.1 Počet zameraných bodov v jednotlivých lokalitách – cintoríny Zvonový vršok.

Spracovanie meraní a následná tvorba mapových podkladov bolo realizované v počítačovom prostredí programovým systémom WKOKES s grafickým výstupom 2D kresby (Obr. 2). Vytvorenie 3D kresby bolo riešené v grafickom prostredí MicroStation s nadstavbou Terramodeler. Nakoniec bol realizovaný export do formátu dwg (AutoCAD) na pamäťové médium.



Obr. 2 Ukážka spracovaného mapového podkladu. (Autori Š. Sokol, J. Ježko, M. Bajtala)

Záver

Tvorba geodetických podkladov pre potreby kultúrnej a technickej rehabilitácie historických cintorínov Zvonový vršok v Banskej Štiavnici môže mať výstup vo forme účelovej mapy - grafický, číselný alebo v súčasnosti najčastejšie požadovaný – digitálny v tvare 2D alebo 3D. Príspevok poukazuje na tieto možnosti tvorby modelov územia (2D, 3D) zaujímavých i z pohľadu zapojenia takýchto historických lokalít do lokálnych i regionálnych plánov hospodárskeho a sociálneho rozvoja .

Na základe dosiahnutých výsledkov, ale aj výsledkov z iných realizovaných meraní a projektov, možno skonštatovať, že realizovaná technológia merania a spracovania i použité prístroje spĺňajú požiadavky na kvalitu i efektívnosť tvorby geodetických podkladov pre rôzne účely hospodárskej a technickej činnosti.

Príspevok je súčasťou riešenia projektu Historické cintoríny v kontexte kultúrneho dedičstva - ich ochrana a rehabilitácia na príklade cintorínov Zvonový vršok v Banskej Štiavnici (č. 3/6269/08), podporovaného grantom KEGA MŠ SR.

Literatúra

SOKOL, Š. - JEŽKO, J. - BAJTALA, M. (2007). Geodetické metódy zberu priestorových údajov. In Acta Montanistica Slovaca 3/2007. Košice, 2007, ISSN 1335-788, s. 544-553.

www.bstiaavnica.pagestory.sk