

Niektoré poznatky z určovania skutočného stavu stavebného objektu

Štefan Sokol¹ a Marek Bajtala

Some knowledge from determination of real condition of construction

Submitted article deals with establishment of reference points in order to measure real shape of clinker silo. Detail precision analysis of reference and observed points measured by means of free station method is given. Also a comparison between theoretical and by experimental measurement reached precision of reference point determination is discussed.

Key words: free station, reference points, observed points, real condition of construction

Úvod

Súčasný stav elektronizácie a automatizácie geodetických činností umožňuje ekonomickejšie, rýchlejšie a jednoduchšie dosahovať požadované výsledky, ktoré svojou kvalitou dokážu uspokojiť aj najnáročnejšie požiadavky. Ak sú tieto výsledky prezentované vo forme, reprezentujúcej neustály pokrok v kvalite činnosti geodeta, je to len výhoda. Mnohé rozhodnutia, týkajúce sa samotného stavu objektu, jeho funkčnosti a prevádzky, sú závislé od výsledkov geodetických meraní a ich interpretácie. Samozrejme všetky tieto poznatky a pokroky vedy a techniky uľahčujú činnosti geodetov, ale aj napriek tomu je potrebné vedieť spomedzi tejto širokej palety možností vybrať tú najvhodnejšiu a časovo najmenej náročnú metódu, ktorá bude zohľadňovať všetky požiadavky investora.

V súčasnosti ešte stále medzi najpoužívanejšie metódy na meranie nielen skutočného stavu objektu patria geodetické metódy, aj keď fotogrametrické metódy a metóda využívania terestrických laserových systémov sa výrazne tlačia do popredia.

Vybudovanie geodetického základu – vzťažné body

Všetky používané metódy vychádzajú z geodetického základu, ktorý určuje predovšetkým rozmer a štruktúru samotného podrobného merania a ktorý sa prenáša do samotného meracieho procesu zobrazenia tvaru skúmaného objektu. Je evidentné, že ak je potrebné zobrazit' skutočný tvar objektu väčšieho rozmeru, alebo zložitého tvaru, tak všetky metódy podrobného merania musia vychádzať z podkladu, ktorý bude zaručovať správnu nadväznosť jednotlivých podrobných meraní a jeho dostatočnú presnosť. Ak chceme určovať tvar nejakého objektu s vysokou presnosťou (rádovo milimetre), geodetický základ je spravidla budovaný ako miestna geodetická sieť, ktorá môže mať rôzny tvar a môže obsahovať rôzny počet vzťažných bodov. Voľba typu geodetickej siete závisí predovšetkým od členitosti stavby a od požadovanej presnosti jej zamerania. Voľba ďalej závisí od rozsahu stavby a konfigurácie staveniska, respektíve tvarového usporiadania okolia stavby.

Najčastejšie je sieť vzťažných bodov budovaná nasledovnými spôsobmi:

- meračská priamka,
- polygónový ťah,
- geodetická sieť v tvare reťazca,
- pravouhelníková sieť,
- geodetická sieť tvorená prechodnými stanoviskami,
- kombinácia uvedených geodetických sietí.

Charakteristika lokality a podmienok merania slinkového sila

Predmetom merania, ako je uvedené v názve príspevku, je slinkové silo, ktoré sa nachádza v areáli cementárne Holcim, a.s., závod Rohožník. Slinkové silo tvaru valca slúži na uskladnenie slinku (pri teplote cca 13 °C), ktorý tvorí základnú surovinu pri výrobe cementu. Jeho oceľový plášť má polomer 18 m. Výška najvyššieho meraného kruhového rezu plášťa sila nad zemou je cca 40 m, pričom celková výška sila je cca 50 m (obr. 1).

¹ prof. Ing. Štefan Sokol, PhD., Ing. Marek Bajtala, PhD., STU, Sv. F., katedra geodézie, Bratislava, stefan.sokol@stuba.sk
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 11. 3. 2009)



Obr. 1. Slinkové silo.
Fig. 1. Clinker Silo.

V niektorých častiach slinkového sila došlo počas dlhoročnej prevádzky k deformáciám oceleového plášťa, ktoré boli odstránené zvaraním. Keďže toto bolo iba dočasné riešenie, bolo navrhnuté spevnenie oceleového plášťa pomocou novej ocelevej konštrukcie v tvare obvodových a vertikálnych oceleových výstuží, ktoré budú priamo prizvárané k samotnému oceleovému plášťu slinkového sila. Z toho dôvodu bolo potrebné presne poznať samotný deformovaný tvar oceleového plášťa sila. Na základe presného tvaru sa pomocou vodného lúča presne vyrobila jednotlivé obvodové a vertikálne výstuže, ktoré sa potom priamo zavaria na oceleový plášť.

Na základe uvedených skutočností bolo požadované predstaviteľmi cementárne Holcim, a.s. priestorové zameranie skutočného deformovaného tvaru slinkového sila. Po dohode s prevádzkovateľom bola stanovená požiadavka merania podrobných bodov s presnosťou stredných súradnicových chýb $m_{xy} = m_H = 0,003 \text{ m}$, pričom jednotlivé podrobné body mali byť zamerané vo vertikálnych profiloch s rozstupom 2 metre v siedmich výškových úrovniach. Vzhľadom k priemeru slinkového sila 36 m to predstavuje zameranie 56 vertikálnych profilov (obr. 2). Celkovo je to 392 podrobných bodov. Okrem týchto bodov bola daná požiadavka zhustenia podrobných bodov s presnosťou stredných súradnicových chýb $m_{xy} = m_H = 0,01 \text{ m}$ v ďalších 56 profiloch v ôsmich výškových úrovniach (448 bodov). V úsekoch s veľkými tvarovými deformáciami (zlomové úseky na spojoch oceleových obvodových pásov, kde nie je plynulý plášť) bolo ďalej dohodnuté zameranie týchto častí pomocou TLS, aby bol čo najviac vystihnúť celkový tvar slinkového sila.



Obr. 2. Rozmiestnenie podrobných bodov.
Fig. 2. Situation of observed points.

Experimentálne meranie tvaru slinkového sila

Jednotlivé podmienky a skutočnosti uvedené v predošlej časti je potrebné zohľadniť pri samotnom experimentálnom meraní a výbere tých najvhodnejších metód a postupov. Pri navrhovaní metodiky merania sme vychádzali z predpokladu, že podrobné body budú zamerané geodeticky, fotogrametricky a laserovým skenovacím systémom. Z toho dôvodu sme realizovali signalizáciu podrobných bodov na oceľovom plášti slinkového sila dvoma spôsobmi. Pre potreby geodetického zamerania podrobných bodov s presnosťou $m_{xy} = m_H = 0,003 \text{ m}$ sme zvolili signalizáciu jednotlivých bodov profilov pomocou odrazových fólií o rozmere 40x55 mm. Kvôli presnému cieleniu bol v strede odrazovej fólie vyrezaný 4 mm krúžok a podlepený čiernou podkladovou fóliou (obr. 3), [2].



Obr. 3. Signalizácia bodov odrazovou fóliou.
Fig. 3. Point signalling by reflected foil.

Pre potreby fotogrametrického zamerania bol zvolený spôsob signalizácie podrobných bodov pomocou bieleho spreja nastriekaním bielych kruhov cez šablónu s priemerom kruhu $\varnothing=40 \text{ mm}$. Osadenie všetkých podrobných bodov bolo realizované prostredníctvom horolezcov firmy Vertikal, a. s., pričom jednotlivé zvislé profily boli signalizované geodetickým prístrojom pomocou laserového lúča.

Na meranie bodov určených geodeticky sme použili prístroj Leica TCR 1203, ktorý je charakterizovaný štandardnou odchýlkou merania vodorovného smeru $m_\gamma = 0.9 \text{ mgon}$, výškového uhla $m_\beta = 0.6 \text{ mgon}$ a štandardnou odchýlkou merania dĺžky na reflexnú fóliu $m_s = 2\text{mm} + 2\text{ppm}$. Na fotogrametrické snímkovanie bola použitá digitálna kamera Nikon D200 s rozlíšením 10 Mpx. Skenovanie bolo realizované terestrickým laserovým systémom Trimble GX 3D scanner (obr. 4).



Obr. 4. Použité prístroje na meranie.
Fig. 4. Use instruments for measurement.

Rozbor presnosti určenia podrobných bodov

Pri voľbe spôsobu osadenia podrobných bodov sme vychádzali z predpokladu, že podrobné body osadené pomocou odrazových fólií je najvhodnejšie merať priestorovou polárnou metódou, kde súčasne

získavame priestorové súradnice podrobných bodov. Pri samotnej rekognoskácii objektu slinkového sila (priemer 36 m, výška 40 m) a jeho okolitej zástavby sme pri rozbere presnosti zamerania podrobných bodov vychádzali z predpokladu, že najväčšia dĺžka medzi vzťažnými a pozorovanými bodmi nepresiahne dĺžku 70 metrov (výškový uhol 50 g). Na základe týchto skutočností sme urobili analýzu presnosti určenia polohy a výšky podrobného bodu priestorovou polárnou metódou nasledovne:

Najskôr sa budeme venovať polohovej presnosti, kde vychádzame zo známych vzťahov určenia polohy bodu polárnou metódou [1]. Pri odvodení strednej súradnicovej chyby volíme polohu vzťažných bodov tak, že prechádzajú osou X, pričom bod 1 je v počiatku súradnicovej sústavy.

Súradnice bodu P určíme podľa známych vzťahov:

$$x_P = x_1 + s \cos(\sigma_{1,2} + \gamma) \quad (1)$$

$$y_P = y_1 + s \sin(\sigma_{1,2} + \gamma). \quad (2)$$

Pre stredné súradnicové chyby m_{xP} , m_{yP} aplikáciou zákona o hromadení chýb dostaneme:

$$m_{xP}^2 = m_{x1}^2 - s^2 \cdot \sin^2(\sigma_{1,2} + \gamma)(m_{\sigma_{1,2}} + m_\gamma)^2 + \cos^2(\sigma_{1,2} + \gamma)m_s^2 \quad (3)$$

$$m_{yP}^2 = m_{y1}^2 + s^2 \cdot \cos^2(\sigma_{1,2} + \gamma)(m_{\sigma_{1,2}} + m_\gamma)^2 + \sin^2(\sigma_{1,2} + \gamma)m_s^2. \quad (4)$$

Vzhľadom k zvolenej súradnicovej sústave môžeme napísať

$$m_{\sigma_{1,2}} = \frac{m_{y2} - m_{y1}}{d}; \quad \sigma_{1,2} = 0. \quad (5)$$

Po dosadení dostaneme:

$$m_{xP}^2 = m_{x1}^2 - \frac{s^2}{d^2} \sin^2 \gamma m_{y2}^2 + \frac{s^2}{d^2} \sin^2 \gamma m_{y1}^2 - s^2 \cdot \sin^2 \gamma m_\gamma^2 + \cos^2 \gamma m_s^2 \quad (6)$$

$$m_{yP}^2 = m_{x1}^2 \left(1 - \frac{s^2}{d^2} \cos^2 \gamma\right) + \frac{s^2}{d^2} \cos^2 \gamma m_{y2}^2 + s^2 \cdot \cos^2 \gamma m_\gamma^2 + \sin^2 \gamma m_s^2. \quad (7)$$

Za predpokladu, že $m_{x1} \doteq m_{x2} \doteq m_{y1} \doteq m_{y2} \doteq m_{xy}$, a po úprave dostaneme výslednú strednú súradnicovú chybu bodu P:

$$m_{xyP}^2 = m_{xy}^2 \left[1 + \frac{s}{d} \left(\frac{s}{d} - \cos \gamma\right)\right] + \frac{1}{2} \left(m_s^2 + \frac{m_\gamma^2}{\rho^2} s^2\right). \quad (8)$$

Ak predpokladáme, že vzťažné body sú vzájomne závislé, môžeme vyjadriť strednú chybu východzieho smeru ako $m_{\sigma_{1,2}} = \frac{m_{\Delta y}}{d}$ a po úprave dostaneme:

$$m_{xyP}^2 = m_{xy}^2 + \frac{s^2}{2 \cdot d^2} m_{\Delta y}^2 + \frac{1}{2} \left(m_s^2 + \frac{m_\gamma^2}{\rho^2} s^2\right). \quad (9)$$

Ak strednú chybu súradnicového rozdielu $m_{\Delta y}$ vzťažných bodov nahradíme výrazom $m_{\Delta y} \doteq \frac{m_\omega}{\rho} d$,

kde strednú chybu m_ω považujeme za výslednú strednú chybu orientácie na vzťažných bodoch, môžeme uviesť výsledný vzťah pre strednú súradnicovú chybu určenia bodu P polárnou metódou

$$m_{xyP}^2 = m_{xy}^2 + \frac{s^2 m_\omega^2}{2 \cdot \rho^2} + \frac{1}{2} \left(m_s^2 + \frac{m_\gamma^2}{\rho^2} s^2\right). \quad (10)$$

Keďže na meranie sme použili prístroj Leica TCR 1203, ktorý je charakterizovaný štandardnou odchýlkou merania smeru $m_\gamma = 0.9$ mgon a štandardnou odchýlkou merania dĺžky na reflexnú fóliu $m_s = 2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$, po dosadení konkrétnych hodnôt do výrazu

$$m_{pol} = \frac{1}{2} \left(m_s^2 + \frac{m_r^2}{\rho^2} s^2 \right) \quad (11)$$

dostaneme presnosť určenia podrobných bodov polárnou metódou $m_{pol} = 0,0017 \text{ m}$.

Rozbor presnosti siete vzťažných bodov

Na základe vypočítanej presnosti vytýčenia podrobných bodov a známej celkovej strednej súradnicovej chyby udanej prevádzkovateľom môžeme odvodením zo vzťahu (10) vypočítať presnosť vzťažných bodov.

$$m_{xy}^2 + \frac{s^2 m_\omega^2}{2 \cdot \rho^2} = m_{xyp}^2 - m_{pol}^2 \quad (12)$$

V uvedenom vzťahu sa vyskytuje neznáma stredná chyba m_ω . Jej hodnota závisí od spôsobu určenia vzťažných bodov. Preto sa teraz budeme venovať výberu vhodnej metódy určenia vzťažných bodov a ich presnosti. Vzhľadom na okolitú zástavbu v okolí slinkového síla, počet podrobných bodov a výslednú presnosť požadovanú prevádzkovateľom z možností budovania vzťažných bodov ostávajú tri spôsoby budovania siete vzťažných bodov. Je to sieť vzťažných bodov tvorená polygónovým ťahom, prechodnými stanoviskami a kombináciou oboch metód.

Rozbor presnosti siete tvorenej polygónovým ťahom

Pri úvahách o presnosti budovania geodetickej siete pomocou polygónového ťahu vychádzame zo vzťahov, ktoré sú odvodené za predpokladu, že všetky vrcholové uhly sú merané s rovnakou presnosťou. Stredná súradnicová chyba vzťažného bodu určeného polygónovým ťahom podľa [1] bude

$$m_{xyn}^2 = 0.5 \left(\sum_{j=1}^{n-1} m_{d_{j,j+1}}^2 + \lambda_d^2 d_{1,n}^2 + \frac{m_\omega^2}{\rho^2} \sum_{j=1}^{n-1} d_{j,n}^2 \right), \quad (13)$$

kde n - počet vrcholov,

$d_{j,n}$ - vzdialenosť medzi koncovým bodom a j -tým bodom,

m_d - stredná chyba polygónovej strany,

λ_d - koeficient systematickej chyby,

m_ω - stredná chyba vrcholového uhla.

Za predpokladu, že všetky smery a dĺžky budú merané s rovnakou presnosťou, bude priečna chyba

$$m_{xn}^2 = \frac{d^2 m_\omega^2}{\rho^2} \sum_{j=1}^{n-1} (n-j)^2 \quad (14)$$

a pozdĺžna chyba

$$m_{yn}^2 = m_d^2 (n-1) + m_{dc}^2 (n-1)^2. \quad (15)$$

Sčítaním mocninového radu dostaneme výsledný tvar priečnej strednej chyby

$$m_{xn} = \frac{d \cdot m_\omega}{\rho} \sqrt{\frac{n(n-1)(2n-1)}{6}}. \quad (16)$$

Pri voľbe dĺžky polygónového ťahu a počte vrcholov vychádzame z predpokladu, že z jedného stanoviska môžeme zamerať v priemere 7 profilov podrobných bodov. Z toho vyplýva potreba cca 8 stanovísk, resp. bodov polygónového ťahu s dĺžkami strán v priemere 50 m. Vzhľadom na slabú dostupnosť niektorých častí vplyvom okolitej zástavby je predpoklad, že počet stanovísk na zameranie podrobných bodov v spodnej a v hornej časti slinkového síla bude väčší, do výpočtu budeme uvažovať až 12 stanovísk prístrojov.

Dosadením do vzťahu na určenie priečnej odchýlky za predpokladu, že polygónový ťah bude uzavretý, dostaneme výslednú priečnu strednú chybu bodu v strede ťahu $m_{\frac{x}{2}} = 0,0052 \text{ m}$.

Z uvedeného výpočtu je evidentné, že sme museli metódu budovania vzťažných bodov pomocou polygónového ťahu zamietnuť. Ďalšou skutočnosťou, ktorá je v neprospech budovania siete vzťažných bodov polygónovým ťahom je aj to, že vzhľadom na veľký počet podrobných bodov nie je možné zamerať všetky podrobné body v jeden deň, a tým pádom je potrebné stabilizovať posledný bod polygónového ťahu, kde pribúda chyba z centrácie prístroja nad bodom, čím je narušená kontinuita závislej centrácie.

Rozbor presnosti siete tvorenej prechodnými stanoviskami

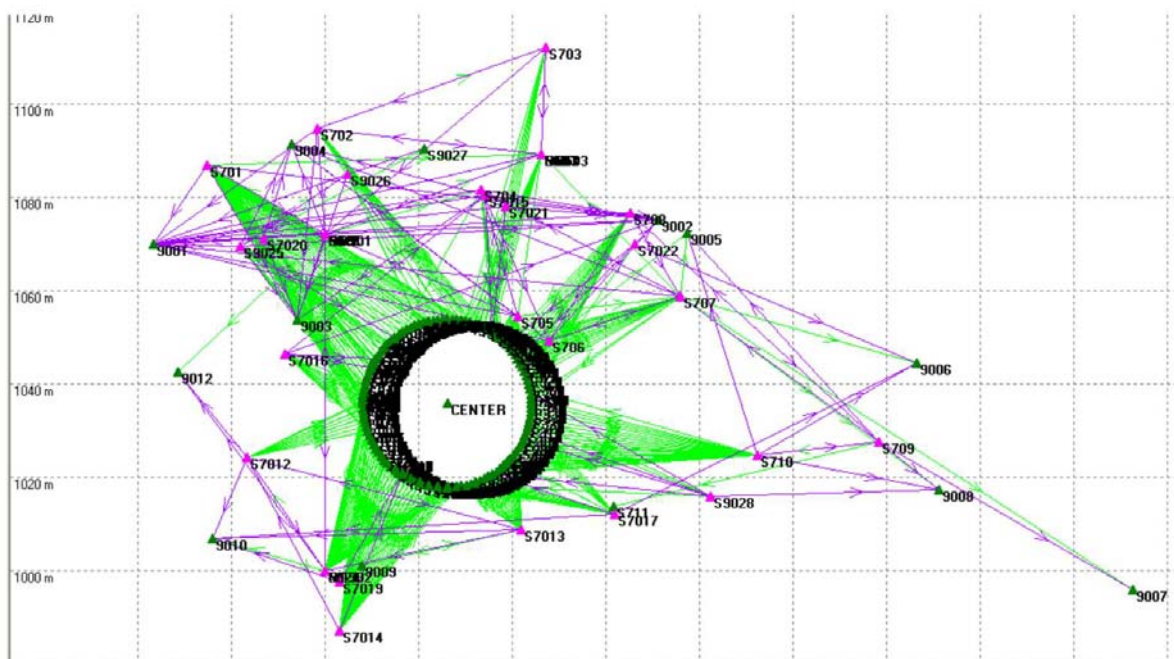
Ak predpokladáme, že sieť vzťahných bodov bude tvorená prechodnými stanoviskami, môžeme vychádzať zo vzťahu (12), kde predpokladáme, že jednotlivé stanoviská budú určené minimálne zo štyroch známych bodov. Z toho dôvodu môžeme pre strednú chybu orientácie uviesť vzťah

$$m_{\omega} = \frac{m_{\gamma}}{\sqrt{4}} = \frac{m_{\gamma}}{2} \quad (17)$$

a dosadením do vzťahu (12) dostaneme požadovanú presnosť určenia bodov prechodných stanovísk m_{xy} .

Za predpokladu, že priemerná dĺžka orientácie bude cca 70 metrov dostaneme výslednú strednú súradnicovú chybu určenia vzťahných bodov $m_{xy} = 0,0025 \text{ m}$.

Na to, aby sme mohli realizovať vzťahné body ako prechodné stanoviská, je potrebné poznať rôzne body, z ktorých budú prechodné stanoviská určené. Keďže v okolí slinkového sila sa nachádzajú okolité stavebné objekty trvalého charakteru s pevnými základmi, rozhodli sme sa stabilizovať skupinu vzťahných bodov pomocou odrazových fólií na týchto objektoch (obr. 5).



Obr. 5. Rozmiestnenie vzťahných bodov s prechodnými stanoviskami.
Fig. 5. Location of reference points and free station points.

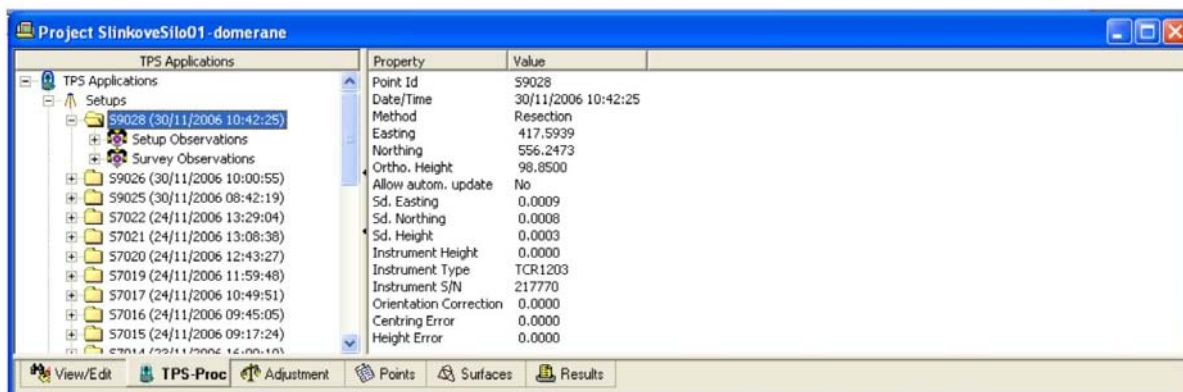
Čo sa týka presnosti určenia týchto vzťahných bodov stabilizovaných odrazovými fóliami, vychádzali sme zo štyroch bodov, ktoré sme stabilizovali ako prvé. Tieto body sme zamerali z prvého prechodného stanoviska, ktorého súradnice sme zvolili ako východzie a teda absolútne presné vzhľadom na nami zvolený súradnicový systém. Vzťahné body sme merali v dvoch skupinách prístrojom Leica TCR 1203. Preto môžeme pre výslednú presnosť prvých štyroch vzťahných bodov použiť vzťah (11), takže presnosť meraného

uhla v dvoch skupinách bude $m_{\alpha 2} = \frac{m_{\gamma}}{\sqrt{2}}$ a dĺžka na orientácie neprekročí 70 metrov. Dosadením uvedených

hodnôt sme dostali presnosť prvých štyroch vzťahných bodov $m_{vzt} = 0,0017 \text{ m}$, čím sme splnili požiadavku presnosti vzťahných bodov vypočítanú vyššie, ktorej hodnota bola $0,0025 \text{ m}$. Pri voľbe druhého prechodného stanoviska, ktoré bolo cca 50 metrov ďalej v smere merania, sme ako vzťahné body zvolili tri body vzťahnej siete, predošlé stanovisko a dva podrobné body na slinkovom sila, ktoré v momente merania môžeme považovať aj ako vzťahné body. Obdobným spôsobom sme postupovali na ďalších prechodných stanoviskách, pričom sme vždy dopredu zamerali nové vzťahné body.

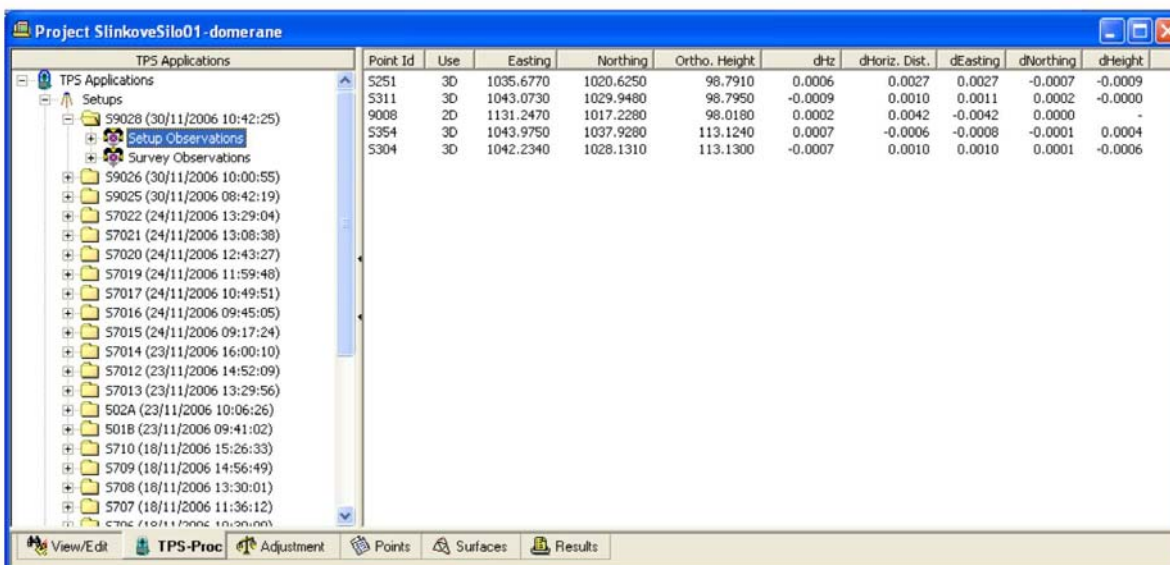
Presnosť určenia vzťahných bodov a prechodných stanovísk sme pri samotnom meraní kontrolovali priamo na displeji prístroja. Po zamieraní vzťahných bodov bolo možné v prístroji skontrolovať štandardné

smerodajné odchýlky (Sd.Easting, Sd.Northing, Sd.Height) obr. č. 6, ďalej jednotkovú strednú chybu sigma a jednotlivé diferencie meraných vzťažných bodoch (dHz, dHoriz.Dist, dEasting, dNorthing, dHeight), ako je uvedené na obr. 7.



Obr. 6. Štandardné odchýlky určenia prechodných stanovísk.
Fig. 6. Standard deviations of free stations.

Ak nastala nevhodná konfigurácia vzťažných bodov, prípadne nebola dosiahnutá presnosť prechodného stanoviska do 0,001 m, použili sme na určovanie prechodného stanoviska ďalší bod, prípadne sme vylúčili bod na ktorom boli veľké štandardné odchýlky merania (obr. 7).



Obr. 7. Štandardné odchýlky merania na vzťažných bodoch.
Fig. 7. Standard deviations of measured reference points.

Štandardné odchýlky uvedené na obr. 6 a 7 sú z posledného meraného prechodného stanoviska, kde je vidieť, že neprekročili hodnotu 0,001, čo zaručilo dostatočnú presnosť určenia súradníc prechodných stanovísk.

Výšková presnosť

Pri analýze výškovej presnosti vychádzame z predpokladu, že výška horizontu prístroja prvého prechodného stanoviska je daná. Môžeme ju teda považovať za bezchybnú. Pri rozbere presnosti určenia výšky podrobného bodu vychádzame zo známeho vzťahu pre výšku podrobného bodu meraného na reflexný terčik

$$H_P = H_{prech} + s.tg\beta. \quad (18)$$

Aplikáciou zákona o hromadení chýb môžeme určiť výškovú presnosť podrobného bodu P

$$m_{HP} = \sqrt{m_{Hprech}^2 + \operatorname{tg}^2 \beta \cdot m_s^2 + \frac{s^2}{\cos^4 \beta} \frac{m_\beta^2}{\rho^2}}. \quad (19)$$

Keďže požadovaná výšková presnosť podrobného bodu je $m_{Hp} = 0,003 \text{ m}$, tak po odvodení zo vzťahu (19) si môžeme určiť potrebnú výškovú presnosť ostatných prechodných stanovísk a vzťažných bodov. Dosadením maximálnej dĺžky zámery na podrobný bod cca 70 m, maximálneho výškového uhla cca 50 g do vzťahu (19) a po jeho úprave dostaneme požadovanú presnosť $m_{Hprech} = 0,0016 \text{ m}$. Keďže výšku horizontu prechodného stanoviska určujeme minimálne zo štyroch vzťažných bodov je predpoklad, že výšková presnosť bude dodržaná. Dôkazom tohoto tvrdenia sú aj výsledné štandardné odchýlky vo výške zobrazené na Obr. 6 a 7, kde sa pohybuju pod hodnotou 0,001 m.

Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov

Uvedená analýza presnosti a konkrétne výsledky meraní priamo v teréne umožnili zameranie podrobných bodov slinkového sila s požadovanou polohovou a výškovou presnosťou. Pri meraní na body, ktoré boli osadené pri hornej hrane slinkového sila, kde kolmost' zámery na podrobné body bola ovplyvnená okolitou zástavbou, boli kvôli dodržaniu predpísanej presnosti podrobné body určované metódou pretínania z dvoch prípadne troch stanovísk podľa potreby. Tým bola zabezpečená požadovaná presnosť všetkých podrobných bodov.

Takto vybudované vzťažné a podrobné body ďalej slúžili na zameranie slinkového sila fotogrametrickou metódou a terestrickým laserovým systémom. Pre digitálnu fotogrametriu podrobné body zamerané geodeticky slúžili ako referenčné (vlícovacie) body pre samokalibráciu kamery a transformáciu z modelových súradníc do referenčného systému. Veľmi výhodne sa pracovalo z vybudovanými vzťažnými bodmi pri laserovom skenovaní vytypovaných častí ocelového plášt'a slinkového sila. Tu vhodné rozmiestnenie vzťažných bodov umožňovalo ľubovoľné postavenie stanoviska TLS, ktoré bolo určené znova ako prechodné stanovisko geodeticky.

Záver

Experimentálne meranie potvrdilo predpoklad, že pri zameraní slinkového sila, kde v jeho okolí sa nachádza okolitá zástavba s pevnými základmi je budovanie siete vzťažných bodov najvhodnejšie realizovať pomocou odrazových fólií metódou prechodných stanovísk. Uvedená metóda ma výhodu hlavne v rýchlosti budovania geodetického základu, pričom súčasne je možné merať podrobné body skúmaného objektu. Počas merania je možné na stanovisku priamo kontrolovať dosiahnutú presnosť určenia prechodného stanoviska a hlavne umiestňovať stanoviská prístrojov podľa potreby zmerania podrobných bodov. Meranie je možné kedykoľvek prerušiť s tým, že sa nezníži presnosť následného merania. Ďalšou výhodou je, že podrobné body zamerané z predchádzajúceho stanoviska pri nevhodnej konfigurácii vzťažných bodov určenia nového prechodného stanoviska je možné použiť ako vzťažné body, pričom sa zachová požadovaná presnosť určenia nového prechodného stanoviska. Pri samotnom meraní bolo nakoniec realizovaných 28 prechodných stanovísk prístroja. Pri analýze presnosti metódou polygónového ťahu je nepredstaviteľné dosiahnutie požadovanej presnosti pri takomto počte stanovísk.

Príspevok vznikol v súvislosti s riešením grantového projektu VEGA č. 1/4206/07 riešeného na Katedre geodézie SvF STU Bratislava.

Literatúra - References

- [1] Michalčák, O. a kol.: Inžinierska geodézia I, *Alfa Bratislava, 1985.*
- [2] Sokol, Š., Bajtala, M.: Geodetické a fotogrametrické priestorové zameranie slinkových síl PC1, PC2 a vyhotovenie 3D modelu, *Technická správa, Bratislava 2006.*