

Úhlová zrcadla Argus Eye pro totální stanice

Nové možnosti měření v architektuře

Dipl.-Ing. Matthias FUHRLAND
 Prof. Dr.-Ing. habil. Michael MÖSER
 Technická univerzita v Drážďanech
 Geodetický ústav

Příspěvek popisuje konstrukci, přesnost a možnosti použití zrcadlové soustavy Argus Eye, vyráběné firmou Argus GeoTech, GmbH. Při použití totální stanice s laserovým dálkoměrem s pasivním odrazem přípravek dovoluje vytyčovat, resp. zaměřovat body, které nejsou ze stanoviska stanice viditelné, měřením po odvěsných prostorového pravoúhlého trojúhelníku. Postup přináší zjednodušení a zlevnění měřických prací v exteriérech i interiérech členitých stavebních objektů.

Zrcadla versus hranoly

Klasické geodetické, tzv. vytyčovací (též úhlové) zrcátko (německy Winkelspiegel), při jehož použití svírají dopadající a vystupující paprsek pravý úhel, téměř ztratilo měřický význam. Zatímco v optických laboratořích je použití polohově rektifikovatelných zrcadel běžné, v geodezii se používají v případech, kdy má být dráha optického paprsku pravoúhle zalomena, pentagonální (pětiboké) hranoly [1]. Podmínku odklonu paprsku přesně o 100 gon při jakémkoli úhlu dopadu paprsku na čelní plochu splňují jen bezchybně vybroušené, opticky dokonalé hranoly, které však jsou v běžné praxi výjimkou. S ohledem na množství možných zdrojů chyb [2] udávají výrobci přesnost pentagonu při kolmém dopadu vstupujícího paprsku na stěnu hranolu hodnotou $1' 30''$, výjimečně u nejkvalitnějších hranolů hodnotou $30''$.



Obr. 1. Ukázka měření „za roh“

Německá firma Argus GeoTech, GmbH, využila klasický princip a vyvinula vysoce přesnou zrcadlovou sestavu s pravoúhlou změnou dráhy paprsku pro použití při elektrooptickém měření délek. Optické prvky jsou uloženy ve válcovém pouzdru, umožňujícím uchycení na lehkých geodetických stojanech (výtyčkách), určených např. pro odrazné hranoly elektronických dálkoměrů. Pro výrobek bylo v literatuře pro odlišení od funkcí a uspořádáním jiných konstrukcí, používaných i mimo geodetický obor, zavedeno no-

vé pojmenování „Orthogonalspiegel“. (Poznámka překladatele: v době korektury zavedl výrobce nový název Argus Eye.) Tento přípravek dovoluje totální stanici (též univerzálnímu elektronickému teodolitu; elektronickému tachymetru) měřit délky „pravoúhle za roh“ (obr. 1), a určit tak s vysokou přesností souřadnice přímo neviditelných bodů. Pouzdro s dvojicí vysoce kvalitních zrcadel je na obr. 2.



Obr. 2.

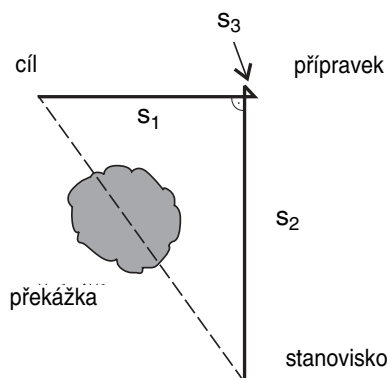
Konstrukce má proti pentagonu řadu výhod:

- poloha zrcadel může být justována s přesností 5 μ rad ($1''$). Při sériové výrobě hranolů je taková přesnost výjimečná a finančně náročná;
- základem jsou dva samostatné, na povrchu reflexní skleněné nosiče. Proto zde neexistují jako zdroj chyb optické vlivy vstupních a výstupních čel hranolu (reflexe a zakřivení dráhy paprsku) a indexu lomu, významného v souvislosti s nepřesnostmi výbrusu;
- optická a geometrická dráha paprsku jsou identické. Naopak u pentagonálního hranolu je optická dráha delší, protože rychlost šíření světla ve skle je menší než ve vzduchu;
- poškození čel nebo těla hranolu vede k tomu, že je dále nepoužitelný, kdežto jednotlivé díly jsou výměnné.

Nevýhodou proti pětibokému hranolu je, že při stejné apertuře je pro zachování funkce (z důvodu odpadnutí lomu paprsku na čelech hranolu) omezen rozsah stočení vertikálního zrcadla horizontovaného přípravku (úhel α na obr. 4) proti dopadajícímu paprsku. Tato nevýhoda je částečně potlačena tím, že se pro různé aplikace nabízejí tvarem a velikostí různá zrcadla. Pro dále uvedená použití je tato nevýhoda nedůležitá, protože $\alpha = 0$.

Možnosti použití

Excentrické postavení je při polární metodě výjimečné, protože volit pro zaměření zakrytých (neviditelných) bodů nové stanovisko je při použití totální stanice jednoduché a časově nenáročné. Pokud by však nová stanoviska musela být opakovaně zřizována pro více bodů, bude velmi výhodné zřízení pasivního excentru právě pomocí výrobku firmy Argus GeoTech (v obr. 3 „přípravek“).



Obr. 3. Princip měření

Pro postavení přípravku lze použít libovolný bod, z něhož je současně vidět na cíl i na stanovisko totální stanice tak, že cíl, stanovisko a přípravek leží ve vrcholech pravoúhlého trojúhelníku. Pravoúhlost zajišťuje konstrukce válce se zrcadly. Po zacílení na jeho svislou osu se určí orientační vodorovný úhel, délka s_2 mezi totální stanicí a válcem se změří pomocí reflexní fólie na spodním obvodu pouzdra (obr. 2). Zaměřením na cíl s využitím zrcadel přípravku lze změřit délku, která je součtem dílčích vzdáleností s_1, s_2 a s_3 . Poslední z nich odpovídá hodnotě

$$s_3 = \frac{sv_{Hz}}{\sin \varphi},$$

kteřou je nutno číselně určit ze známé konstanty zrcadlového systému sv_{Hz} a svislého úhlu φ [3]. Pokud od měřené délky odečteme hodnoty $s_2/\sin \varphi$ a s_3 , získáme šikmou délku s_1 , kterou opět pomocí výškového úhlu φ redukuje na délku vodorovnou. Převýšení horizontu totální stanice a cílového bodu vypočteme vynásobením součtu dílčích délek hodnotou funkce cosinus svislého úhlu.

Podstatným rozdílem od běžného měření je to, že zacílení na zakrytý bod do značné míry závisí na obsluze pomůcky. Výhodou je použití totální stanice, emitující viditelný laserový paprsek, který signalizuje okamžitou polohu záměrné přímky.

Přesnost

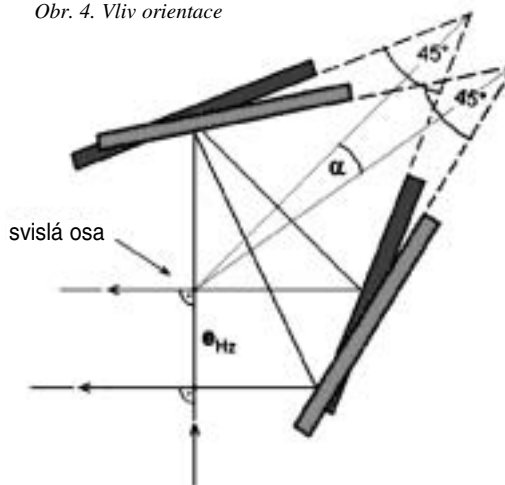
Pro popis odchylek záměrného paprsku je uvedená soustava zrcadel velmi názorná. Předpokladem je, že obě roviny zrcadel jsou svislé a svírají vzájemně úhel 50 gon (45°). Nesplnění těchto podmínek vzniká vertikální a horizontální (δ_v, δ_{Hz}) chyba justáže. Ve výrobě jsou omezeny na maximálně 1 obloukovou sekundu, ale nelze vyloučit dodatečnou dejstáž v důsledku nárazu nebo značných teplotních změn. Pro každodenní používání je proto vhodné pravidelně ověřovat, popř. justovat speciálně vyvinutými postupy [4]. Výrobní firma samozřejmě zajišťuje servisní služby.

Chybě v určených souřadnicích, vyvolané horizontální excentricitou e_{Hz} bodu pravoúhlého křížení paprsků, lze za-

bránit správnou orientací válce vůči totální stanici. Situaci přibližuje obr. 4. Pokud záměra prochází při přesném zacílení svislou osou přípravku, leží v ní při správné orientaci zrcadel i průsečík paprsků (černý paprsek). Při horizontálním stočení o úhel α se však posune průsečík paprsků o hodnotu vodorovné excentricity e_{Hz} . V případě $\delta_{Hz} \neq 0$ je vystupující paprsek posunutý a rovnoběžný s bezchybnou polohou.

Přesné zacílení totální stanice na svislou osu zrcadel ulehčují dobře viditelné záměrné hroty. Přípravek je správně orientován, pokud měřič vidí v zorném poli dalekohledu geodetického přístroje oba hroty na svislici nad sebou. Kromě toho je pouzdro vybaveno dvěma kolimátory, popř. kombinací dioptru a pětibokého hranolu, takže obsluha může snadno vyhledat jeho vhodné postavení. Závit pro uchycení na stojan nebo na teleskopickou hranolovou výtyčku (v obou případech s libelou) má rozměr 5/8 palce, k dispozici jsou však i různé redukce [5].

Obr. 4. Vliv orientace



Nepřesná horizontace ovlivňuje především svislý úhel paprsku vycházejícího k cíli. Tím je ovšem ovlivněna i přesnost výpočtu převýšení a redukce na vodorovnou šikmou délku mezi pomůckou a cílem. Při strmých záměrech však není tento vliv zanedbatelný a při větších vzdálenostech nepostačuje ani horizontace pomocí krabicové libely. Pro tyto případy výrobce připravuje konstrukci se samočinným kyvadlovým urovnáním.

Příklady aplikací

Možnosti metody ilustrují následující příklady. K nejvýznamnějším patří měření v interiérech a vnějších prostorách stavebních objektů. Rozhodujícím přínosem je snížení počtu tachymetrických stanovisek. Ukázky pocházejí ze zaměření dvou budov TU Dresden.

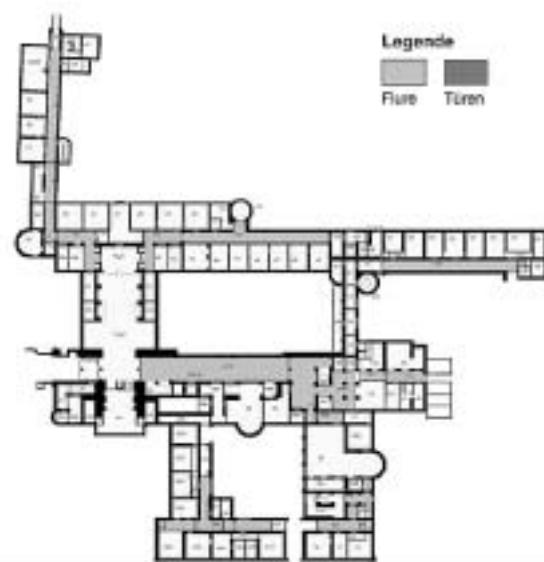
Šestipodlažní budova Hülsse-Bau je bývalou věznicí. Skládá se ze čtyř křídel, pojmenovaných po světových stranách, spojených centrální otevřenou částí se schodišti (obr. 5). Toto uspořádání zaručuje v každém podlaží přímou viditelnost mezi konci protilehlých křídel. Při instalaci soupravy do severo–jižní, případně západ–východní osy byly při postupném pohybu podélně po chodbě přeneseny dveřními otvory do všech přilehlých místností orientační body. Ty byly zajištěny na protější zdi dočasnou samolepicí značkou s číslem, umístěnou na střed dopadající laserové stopy. Při měření uvnitř místnosti totální stanicí s dálkoměrem s pa-

sivním odrazem potom postačí zacílit orientační bod a původní postavení válce. Tímto postupem bylo ušetřeno na každém podlaží 40 ze 116 původně potřebných postavení měřického přístroje. Výhodou je vedle časové úspory zejména možnost odděleného měření orientačních bodů a detailního měření jednotlivých místností. Kromě toho je zapotřebí i menší počet stativů.



Obr. 5. Půdorys východního křídla budovy „Hülse-Bau“

Druhé testování posloužilo k pořízení podrobného plánu přízemí univerzitní budovy, nazývané Schumann-Bau. Obrázek 6 představuje kompletní půdorys, převzatý do informačního systému TU Dresden. Budova je zevnitř i z vnějšku značně členitá, takže měřicko-technické náklady klasického zaměření by byly enormně vysoké. Stanoviskové a orientační body byly dány jednak nucenou centrací stanice, jednak dočasnými samolepicími terči, osazenými opět pomocí přípravku. Jeho použití v tomto případě přineslo úsporu třetiny stanovišek.



Obr. 6. Půdorys východního křídla budovy "Hülse-Bau"

Měření s pasivním odrazem (o povrch stěn, tedy bez nutnosti použití odrazných fólií či hranolů dálkoměru) mohlo být v četných případech provedeno z chodby, takže totální stanice nemusela být uvnitř místnosti postavena. Měření bodů v rozích bylo nahrazeno zaměřením dvojic vhodných bodů na stěnách. Roh byl vykreslen a určen při počítačovém zpracování programem CAD. V exteriéru byla ušetřena také řada stanovišek, protože např. zakryté rohy, průjezdy, zakřivené průchody byly účelně zaměřeny pomocí ověřovaného přípravku. Na značně strukturované uliční i nádvorní fasádě byla excentricky zaměřena zhruba polovina bodů s prokazatelnou úsporou času měření.

Další možnou aplikací je trvalé sledování zakrytých bodů stavebních konstrukcí ve spojení s jinými optickými metodami (např. interferometrií) nebo s infračerveným měřením délek. Systém pro dlouhodobé sledování posunů a přetvoření v Klášterním chrámu (Klosterkirche) v Magdeburku je založen na použití motorizované totální stanice Leica TCR 2003 s automatickým vyhledáváním cílů. Pro observaci ze stanoviska neviditelných bodů jsou používány zmíněné přípravky a dvojice hranolů. Dosavadní výsledky jsou příznivé, systém funguje bez problémů.

Významnou výhodu nabízí použití při měření délek s pasivním odrazem v případě, kdy úhel dopadajícího paprsku a roviny objektu by byl tupý, povrch objektu tmavý, pohltivý, vzdálenost u horní hranice dosahu dálkoměru. Pomůckou se snadno změní úhel dopadu paprsku na objekt na úhel blízký pravému úhlu. Testy prokázaly značnou účinnost, takže excentrické postavení má v tomto případě význam, i když jinak by nebylo potřebné.

Závěr

Lze konstatovat, že použití tohoto nového výrobku firmy Argus GeoTech, GmbH, je zejména v oblasti měření stavebních objektů výhodné, šetří čas i náklady a dovoluje flexibilní organizaci pracovního postupu. Proto je již řada softwarových produktů pro totální stanice doplněna potřebným modulem.

V rámci projektu CTU 0513011 přeložil doc. Ing. Pavel Hánek, CSc., ČVUT – Fakulta stavební v Praze.

Literatura

- [1] Deumlich, F. – Staiger, R.: Instrumentenkunde der Vermessungstechnik, 9., přepracované vydání. Heidelberg, Wichmann Verlag 2002, pp. 240.
- [2] Brandstätter, G.: Die Richtungsgenauigkeit von Pentaprismen. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 62, 1974, No. 1, pp. 16–24.
- [3] Fuhrland, M.: Das passive Exzentrums-Streckenmessung um die Ecke. Vermessungsingenieur, 2004, No. 6.
- [4] Fuhrland, M. – Neumann, G. – Schmidt, J.: Kalibrierung eines Orthogonalspiegels. Allgemeine Vermessungsnachrichten, 2005, No. 1.
- [5] www.argus-geotech.de

Stavební obzor na CD

Ročníky

2002, 2003 a 2004

ve formátu pdf si lze objednat u distributora, popř. v redakci našeho časopisu

Cena:

1 ročník na CD
včetně krabičky a přebalu 400 Kč
poštovné + balné (dobírka) 100 Kč

Objednávky:

Ing. Milan Gattringer, MG DTP, Borovanská 3388,
143 00 Praha 4, tel./fax: 241 770 220,
e-mail: mgdtp@volny.cz

Fuhrland, M. – Möser, M.: Angular Mirrors for Total Stations – New Possibilities of Measurements in Architecture

This article describes the construction, accuracy and possibilities of exploitation of a mirror system-manufactured by the Argus GeoTech GmbH Company. When a total station with a laser distance meter with passive reflection is used, the system facilitates staking out or surveying points which are invisible from the point of view of the station by measuring along the cathetuses of a spatial right-angled triangle. This method makes surveying in both exteriors and interiors of articulated constructions easier and more economical.

Fuhrland, M. – Möser, M.: Winkelspiegel für Totalstationen – neue Möglichkeiten für Messungen in der Architektur

Der Beitrag beschreibt die Konstruktion, Genauigkeit und die Anwendungsmöglichkeiten eines von der Firma Argus GeoTech GmbH hergestellten Spiegelsystems. Beim Einsatz einer Totalstation mit Laser-Entfernungsmesser mit passiver Spiegelung gestattet das Mittel, durch Messung entlang der Katheten eines räumlichen rechtwinkligen Dreiecks Punkte abzustecken bzw. einzumessen, die die vom Standpunkt der Station aus nicht sichtbar sind. Das Verfahren bringt eine Vereinfachung und Verbilligung von Messarbeiten in Innen- und Außenbereichen gegliederter Bauobjekte mit sich.

•veletrhy



20. – 24. září

Pražský veletržní areál
Letňany

Mezinárodní stavební veletrh FOR ARCH si vybudoval za šestnáct let své existence patřičnou prestiž mezi evropskými stavebními veletrhy. V souvislosti se vstupem České republiky do Evropské unie byl zaznamenán zvýšený ohlas nejen tuzemských, ale i zahraničních firem. Již nyní jsou mezi přihlášenými stavební výrobci z Velké Británie, Španělska, Polska, Itálie, Německa, Maďarska, Slovenska, Dánska a Francie. Zahraniční vystavovatelé považují Českou republiku za bránu na trhy východní Evropy, strategická poloha hlavního města Prahy v srdci Evropy je z tohoto pohledu velmi výhodná. Nárůst je patrný i mezi tuzemskými firmami, celkem tvoří v porovnání s loňským rokem téměř 12 %. Zájem vystavovatelů souvisí nejen s tradiční velkou oblibou veletrhu mezi návštěvníky, ale pravděpodobně i s růstem českého stavebního trhu.

Hlavním doprovodným programem je pod záštitou Ministerstva průmyslu a obchodu konference „Energetická náročnost staveb“. Ve výběru konferenčních témat je kladen důraz na zavádění energetické certifikace budov jako nástroje veřejné informovanosti o energetické kvalitě budov pro bydlení a terciární sektor. Cílem je prezentovat změny platné od ledna 2006 při výpočtech spotřeby primární energie v budovách a způsob zpracování energetického certifikátu budovy ve smyslu směrnice 2002/91/ES Energy Performance in Buildings Directive.

Stejně jako v předchozích ročnicích proběhnou soutěže Stavba roku, Dopravní stavba roku, GRAND PRIX pro nejlepší exponáty, Zlatá pečeť a Soutěž učňů stavebních oborů.

www.forarch.cz

•zprávy

Centrála pro Nestlé v Modřanech

Modřanský průmyslový areál, kde se ještě nedávno vyráběla čokoláda, mění nový majitel, největší tuzemská realitní skupina SEKYRA Group, v centrálu koncernu Nestlé pro Českou a Slovenskou republiku. Administrativní budova za zhruba 500 mil. Kč, kterou potravinářské společnosti pronajme, začne sloužit v létě příštího roku. V moderním kancelářském objektu s pěti nadzemními a dvěma podzemními podlažími a téměř 10 tis. m² využitelných ploch najde zaměstnání přes 300 zaměstnanců. Prosklenému domu ve tvaru U, otevřeného k Vltavě, bude dominovat atrium s vodní plochou a zelení, propojené přes všechna patra. Bezbariérové velkoprostorové kanceláře budou otevřeny do vnitřní části budovy. V podzemí vznikne přes 140 parkovacích míst, další na povrchu.



Nevzhledný průmyslový areál se změní v moderní komplex s upraveným okolím, kde se budou pohybovat stovky lidí. Výstavba centrály potravinářského koncernu Nestlé je jen první etapou zhodnocení zhruba sedmihektarového areálu. V příštích letech by zde chtěla společnost SEKYRA Group postavit na 250 bytů a další kanceláře. Budoucí řešení Belarie Office Parku však bude záviset zejména na poptávce trhu.

Rezidenční výstavba v této lokalitě by měla být podle investora úspěšná. Areál se nachází poblíž Vltavy s dostatkem zeleně, spojení do centra je výborné jak MHD, tak vlastním dopravním prostředkem. Nedaleké golfové hřiště se má v budoucnu ještě rozšířit. Vede tudy cyklistická stezka a přes řeku je závodní dráha v Chuchli. Nové projekty by pomohly nastartovat revitalizaci celé lokality a přitáhnout další investory. Cílem projektu, který by měl být podle představ investora a dlouhodobého nájemce dokončen okolo roku 2010, je toto území zatraktivnit.

Investor: SEKYRA Group, a. s.
Developer: SG Property, s. r. o., člen skupiny SEKYRA Group
Architekt: Ing. arch. Martin Kotík, atelier Omicron K
Generální dodavatel: Metrostav, a. s., Divize 6
Předpokládaná investice: 2 mld. Kč

Tisková informace