

*Prof. Ing. Štefan Sokol, PhD.
Doc. Ing. Marek Fraštia, PhD.
Ing. Ján Ježko, PhD.
Ing. Marek Bajtala, PhD.
Ing. Marián Marčiš, PhD.*

**Katedra geodézie
SvF STU Bratislava**



Geodetické a fotogrametrické zameranie objektov a parku areálu

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
Fakulta architektúry

STU



AREÁL NEMOCNICE V TOPOĽČANOCH

Interdisciplinárny prístup k ochrane kultúrneho a prírodného dedičstva
na príklade areálu Starej nemocnice v Topoľčanoch

**Prezentácia a medziodborová výmena doterajších výsledkov
prieskumných, výskumných a návrhových prác
12. apríl 2018 - FA STU Bratislava**



Riešiteľská kapacita v hodinách v jednotlivých rokoch riešenia projektu KEGA - Katedra Geodézie				
REKAPITULÁCIA RIEŠITEĽSKÉHO KOLEKTÍVU				
Priezvisko, meno, tituly	Názov pracoviska riešiteľa alebo spoluriešiteľa	Riešiteľská kapacita v hodinách v jednotlivých rokoch		
		1. rok	2. rok	3. rok
Zástupca 2. spolupracujúceho pracoviska a členovia jeho riešiteľského kolektívu				
Sokol, Štefan, prof. Ing. PhD.	SvF STU	150	150	150
Ježko Ján, Ing. PhD.	SvF STU	150	150	150
Bajtala Marek, Ing. PhD.	SvF STU	150	150	150
Frašia, Marek, Ing. PhD.	SvF STU	150	150	150
Marčiš, Marián, PhD.	SvF STU	150	150	150



Geodetické a fotogrametrické zameranie objektov a parku areálu "starej" nemocnice – zrealizované výstupy

- geodetické podklady - formou digitálnej mapy,
- výhoda digitálnej mapy- jednoduchá a kontinuálna zmena mierky,
- vlastná kresba digitálnej mapy - bezmierková,
- mierku má iba grafický výstup na monitore počítača alebo na tlačiarni, resp. plotri,
- požadovaná mierka mapovania pri digitálnej kresbe udáva mieru podrobnosti zberu priestorových údajov pre tvorbu mapy,
- geodetický základ = súradnicový systém JTSK, výškový systém Bpv.



Geodetické a fotogrametrické práce:

- **tvorba a zriadenie polohového a výškového bodového poľa** pre potreby geodetického a fotogrametrického zamerania objektov a parku areálu "starej" nemocnice,
- **podrobné geodetické a fotogrametrické meranie** - zber údajov v teréne pre tvorbu 2D a 3D modelu objektov a parku areálu "starej" nemocnice,
- **spracovanie nameraných údajov a tvorba 2D (3D) modelu objektov** a parku areálu "starej" nemocnice vo vybraných geodetických a fotogrametrických softvéroch,
- **vizualizácia a tlač 2D (3D) modelov** (mapový podklad, fotogrametrické snímky a **výstupy**) vybraných objektov a parku pre potreby ostatných spoluriešiteľských kolektívov.



Tvorba a zriadenie polohového a výškového bodového poľa:

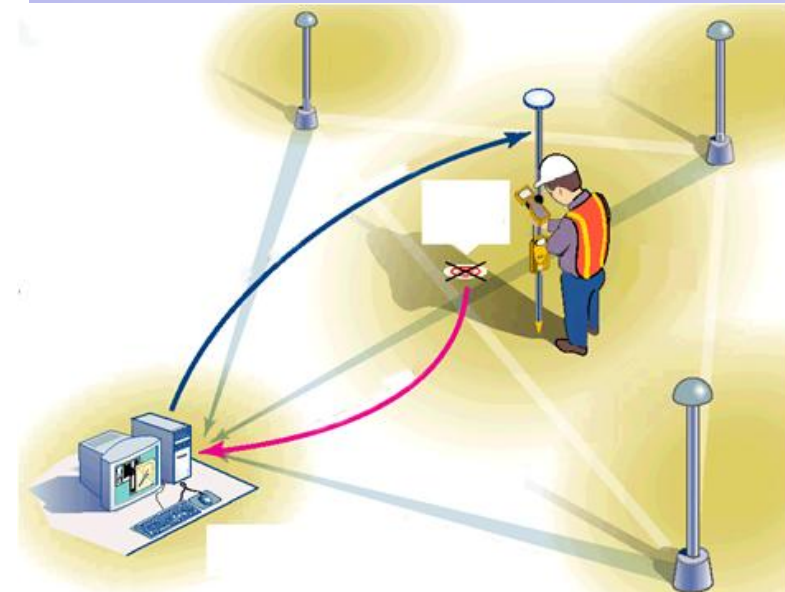
Geometrickým základom geodetických prác (v SR) :

- **Pasívne geodetické základy** - geodetické body, ktorých parametre sú určené aspoň v jednom záväznom geodetickom systéme.
- **Aktívne geodetické základy** - permanentná lokalizačná služba označená ako Slovenská priestorová observačná služba /SKPOS/, (J. Ježko: Metódy tvorby geodetických podkladov na rekonštrukciu objektov, 2017),
- v uvedenej lokalite boli použité „Aktívne geodetické základy“ **s realizáciou pomocou kinematickej metódy v reálnom čase** RTK (Real Time Kinematics), ktorá umožňuje určiť polohu priamo pri meraní v teréne,
- metóda vyžaduje dva prijímače. Jeden je referenčný (base), nepohybujúci sa a druhý pohybujúci sa (rover), medzi prijímačmi je trvalé rádiové spojenie prostredníctvom modemov,
- fázové merania sa vykonávajú simultánne oboma prijímačmi,
- údaje z referenčného prijímača sa prenášajú pomocou rádiového spojenia do pohybujúceho sa prijímača, so softvérom na spracovanie fázových meraní.



Tvorba a zriadenie polohového a výškového bodového poľa:

- metóda RTK v klasickom ponímaní, s využitím individuálnej fyzickej stanice ako referenčnej stanice, **sa v súčasnosti v praxi používa zriedka,**
- náhradou je metóda RTN (sieťové riešenie) s využitím Slovenskej priestorovej observačnej služby GNSS – SKPOS, tvorenej sieťou permanentných referenčných staníc GNSS (Globálny navigačný a satelitný systém),
- riešenie siete permanentných staníc umožňuje vygenerovať pomocou GPSnetu virtuálnu referenčnú stanicu v blízkosti polohy rovera, ktorý dostáva korekčné údaje vzhľadom na virtuálnu referenčnú stanicu v reálnom čase 365 dní v roku, 24 hodín denne (Š. Sokol, J. Ježko, M. Bajtala: Výučba v teréne z geodézie, 2017).





Tvorba a zriadenie polohového a výškového bodového poľa:

- **meranie v danej lokalite realizované metódou RTN** s pripojením na sieť permanentných staníc /SKPOS/, poskytuje možnosť kontroly vnútornej integrity siete, efektívnejšiu elimináciu systematických chýb, ale i **vyššiu presnosť**, (Š. Sokol, J. Ježko, M. Bajtala: Výučba v teréne z geodézie, 2017),
- **pre práce bol použitý prijímač Trimble GNSS R6 s kontrolnou jednotkou TSC2.**





Ing. Ján Ježko, PhD.

Katedra geodézie

Celkovo - 20 bodov (stanovísk - 3 body metódou GNSS a ostatné terestrickými metódami – tab.)

Presnosť určenia súradníc je naviazaná na SKPOS, presnosť v polohe cca 20mm, presnosť vo výškach cca 40mm.

Bod č.	Y /m/	X /m/	H /m/	Poznámka
5001	491310.264	1242884.572	167.165	GNSS
5002	491394.434	1242828.433	167.833	GNSS
5003	491361.075	1242985.198	167.371	GNSS
6002	491394.526	1242828.027	167.809	Terestricky
6003	491361.194	1242984.798	167.248	Terestricky
6004	491353.393	1242861.486	167.599	Terestricky
6005	491329.725	1242891.285	167.358	Terestricky
6006	491347.695	1242928.243	167.235	Terestricky
6007	491407.542	1242945.937	167.489	Terestricky
6008	491380.085	1243039.682	167.367	Terestricky
6009	491415.621	1243014.488	167.722	Terestricky
6010	491387.152	1242897.771	167.265	Terestricky
6011	491414.754	1242875.671	167.771	Terestricky
6012	491444.529	1242850.191	168.102	Terestricky
6013	491422.660	1242848.290	167.358	Terestricky
6014	491428.074	1242825.700	167.248	Terestricky
6015	491464.236	1242869.413	167.439	Terestricky
6016	491442.928	1242915.318	167.553	Terestricky
6017	491450.075	1242994.808	167.168	Terestricky
6018	491417.231	1243061.916	167.201	Terestricky



Podrobné polohové a výškové meranie – zber údajov na tvorbu 2D (3D) modelu :

- určovanie polohy a výšky predmetov merania voči stanovisku, resp. určovanie ich priestorovej (3D) polohy v záväzných súradnicových systémoch,
- predmetmi merania - inžinierske a stavebné objekty a zariadenia (obytné, účelové, priemyselné objekty),
- **stavby trvalého charakteru pevne spojené so zemou**), dopravné objekty a zariadenia (**pozemné komunikácie**, cestné komunikácie, rampy a pod.),
- hranice rôzneho druhu (správne, hranice katastrálneho územia, **hranice zastavaného územia záujmovej lokality**, hranice pozemkov vymedzených právnymi vzťahmi a **prirodzené objekty**),
- podľa požiadaviek boli uvedené predmety merania doplnené o **ekologické objekty – porast** (stromy a kríky), ale aj menšie technické objekty (vstupné šachty, kanalizácie, uzávery vodovodných a iných sietí, **parkovú zeleň**),
- (J. Ježko: Metódy tvorby geodetických podkladov na rekonštrukciu objektov, 2017).



Ing. Ján Ježko, PhD.

Katedra geodézie

Podrobné polohové a výškové meranie – zber údajov na tvorbu 2D (3D) modelu :

- podľa členitosti územia, a vzhľadom na existujúci porast **bola ako základná metóda merania použitá metóda elektronickej tachymetrie (ET)**,
- s využitím univerzálnej meracej stanice (UMS) Leica TCR 407 (Obr.), podrobnosti v (Š. Sokol, J. Ježko, M. Bajtala: Výučba v teréne z geodézie, 2017).
- UMS umožňuje automatický záznam meraných priestorových súradníc alebo záznam vypočítaných pravouhlých súradníc priamo do pamäte prístroja.





Ing. Ján Ježko, PhD.

Katedra geodézie

- Výstupom z podrobného geodetického merania - 692 podrobných bodov,
- následne spracované v softvéri KOKEŠ10 ako podklad pre tvorbu líniových prvkov a objektov ako základu pre budúci polohopis a výškopis,
- súradnicový systém (SS) -záväzný SS používané v SR = S-JTSK (polohopis) a Bpv (výškopis),
- z geodetických meraní vytvorený mapový podklad (polohopis a výškopis) v prostredí PC v mierke, ktorú si zvolí sám užívateľ pre svoj analógový výstup – tlač (Príloha),
- pre praktické využitie ostatných spoluriešiteľov boli výstupy odovzdané vo formáte pdf a dwg.



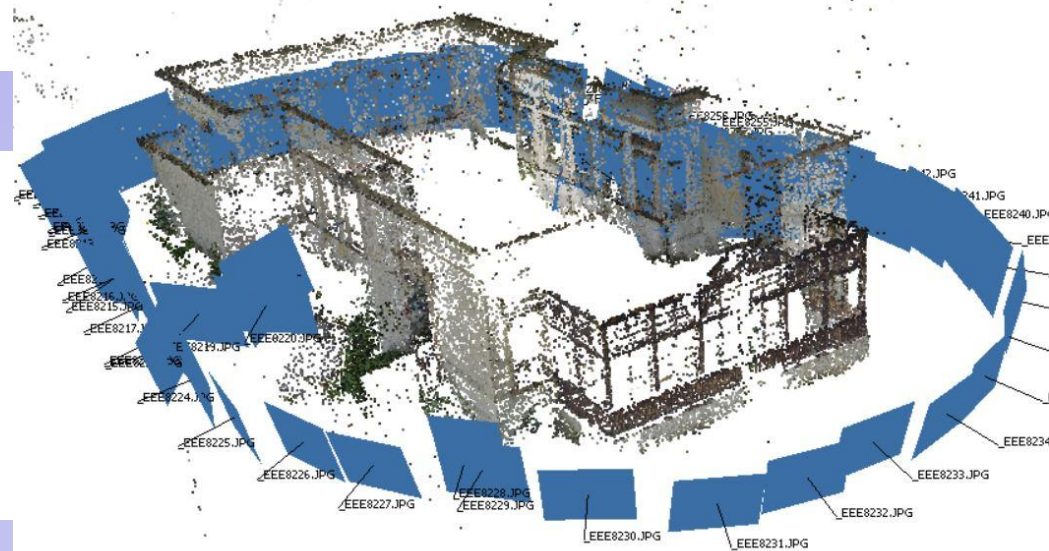




Fotogrametria - terénne práce:

- v teréne vyhotovených **1035 snímok** prevažne fasád kamerami **Nikon D800E** a **SONY NEX-7** (objekty A, B+krov, C, D, E, F),
- konfigurácia fotogrametrickeho snímokovania bola volená s ohľadom na predpoklad ďalšieho spracovania metódou tzv. obrazového skenovania na báze prirodzených textúr (Obr.),
- pre zabezpečenie správnosti geometrie a transformácii modelov do referenčného súradnicového systému boli na snímokovaných objektoch geodeticky zamerané prirodzene signalizované vlícovacie body (VB) -UMS Leica TCR407,

• tvorba fotogrametrických 3D modelov a výkresovej dokumentácie vybraných objektov bude predmetom bakalárskych a diplomových prác riešených študentmi Katedry geodézie v šk. r. 2017/2018.





Fotogrametrické spracovanie :

- metóda obrazového skenovania umožňuje čiastočne automatizované generovanie 3D modelov zo snímok na základe povrchovej textúry,
- je to výpočtovo náročný proces (hodiny a dni), fotogrametrický systém detekuje v textúre prvky, ktoré dokáže identifikovať a párovať medzi susednými snímkami,
- na základe týchto tzv. spojovacích bodov sú vzájomne zorientované snímky, ale aj skalibrovaná kamera (určené prvky vnútornej orientácie),
- **presnosť fotogrametrického spracovania** definovaná rezíduami na VB po transformácii do referenčného súradnicového systému - vo všetkých prípadoch **nepresiahla 1 cm,**



Fotogrametrické spracovanie :

- po zorientovaní snímok a georeferencovaní nasleduje výpočet mračna bodov na **princípoch obrazovej korelácie - porovnávaním dvojíc snímok** s vhodným základnicovým pomerom a uhlom osí záberu voči modelovanej ploche.
- výsledné mračno bodov je potrebné manuálne očistiť (odľahlé merania, šum) a z neho triangulovať 3D model (tzv. mesh) (obr. – mračno bodov a ofarbené mračno bodov).





Fotogrametrické spracovanie :

- model slúži ako podklad pre generovanie ortogonálnych pohľadov, tzv. ortofotomozaík, ktoré sú metrickým podkladom pre ďalšiu vektorizáciu,
- **ortosnímky** sú po načítaní do CAD-softvéru **v správnej mierke a merateľné v metrických mierach**, sú aj georeferencované, čiže sú **v súradnicovom systéme aj správne umiestnené a natočené**,
- pomer medzi fotogrametrickým meraním v teréne a spracovaním = **1:10 až 30**.





Stav rozpracovanosti fotogrametrického merania a TLS: :

- Objekt A - hlavná budova - georeferencovaný fotogrametrický model slúžiaci na generovanie ortofotomozaík, hotové ortofotomozaiky vonkajších fasád (vnútro areálu, SV, JV, JZ),
- Objekt B - administratívna budova - hotové ortofotomozaiky fasád, krov zameraný pomocou TLS aj fotogrametricky (v štádiu registrovaných mračien bodov),
- Objekt C - kaplnka - hotové ortofotomozaiky zvonka a z vnútra areálu,
- Objekt D - hospodárska budova (patológia) - hotové ortofotomozaiky zvonka aj z vnútra areálu,
- Objekty v areáli sú zamerané aj pomocou TLS (zatiaľ v štádiu mračien bodov).
- Objekt E - kožený pavilón - hotové ortofotomozaiky všetkých fasád, pôdorys, vektorizácia fasádnych pohľadov je v štádiu rozpracovania v rámci bakalárskej práce (odhad dokončenia máj 2018)
- Objekt F - len zorientované snímky v modelovom súradnicovom systéme (v ďalšom kroku georeferencovanie, modelovanie a export ortofotomozaík).



ZÁVER

Tvorba geodetických a fotogrametrických podkladov **na ochranu a rekonštrukciu objektov kultúrneho a prírodného dedičstva** môže mať výstup vo forme účelovej mapy - grafický, číselný, alebo v súčasnosti najčastejšie požadovaný – digitálny (3D model).

Realizované postupy a čiastočne vytvorené modely (2D, 3D) vo vybranej lokalite ponúkajú nové možnosti využitia geodetických technológií pre potreby ochrany a rekonštrukcie technický i prírodných objektov a možnosť ich zapojenia do historických a prírodných lokalít do lokálnych i regionálnych plánov hospodárskeho a sociálneho rozvoja.