

PO STOPÁCH INKŮ

IN FOOTSTEPS OF INKA

Michal Pavlík¹

1 Úvod

Vyměření pozemku, vyhotovení geometrického plánu, vytyčení domku nebo dálnice – to jsou činnosti geodetů, které jsou dobře známy široké veřejnosti. Jsou však obory, při kterých je úloha geodetů na první pohled na okraji, avšak významem velmi podstatná. Jednou z takových disciplín je archeologie.

2 Archeologie, geodézie a filmaři

Již mnohokrát se geodeti zapojili do archeologických výzkumů, do projektů méně i více známých. Vzpomeňme na měření chrámů a kostelů, mapování archeologických nalezišť. I významné výzkumy egyptských archeologických nalezišť se neobešly bez přítomnosti geodetů, dokonce českých.

Myšlenka expedice „Tajemství kamenného počítače“ (jak zněl její pracovní a posléze i konečný oficiální název) však nevznikla v hlavách archeologů, ale na základě prvních návštěv Vladimíra Šimka v Peru. Při svých putováních se zde setkával s kamennými objekty, které byly podle historických pramenů i podle výpovědí místních obyvatel velmi významné v životě tehdejších obyvatel – Inků.

V rámci přípravy filmového dokumentu pro českou televizi pak myšlenku postupně formoval. Historickou stránku problému konzultoval s Mgr. Martinem Kaňákem, spolucestovatelem, ale především archeologem, který tuto vědu studoval na univerzitě přímo v hlavním městě Peru, Limě. Druhým archeologem a posléze dalším členem výpravy byl profesor Daniel Moráles Chocano, přední peruánský archeolog a profesor na již zmíněné limské univerzitě. Technická stránka řešení byla založena na tvorbě věrného počítačového modelu z fyzicky měřených dat. Výsledkem úsilí byla pětiletá příprava expedice, která kombinovala filmový dokument s odborným historickým a archeologickým základem, v rámci které ale budou současně uplatněny moderní metody – geodetická měřická technika a následná tvorba počítačové studie.

3 Objekty měření

Pro výzkum byly vytipovány dva objekty : Yurac Rumi v pohoří Vilcabamba a Intihuatana na Machu Picchu. Nejvyšším božstvem Inků bylo Slunce. Právě Slunce hrálo ve vztahu k objektům nejdůležitější úlohu. Ze záznamů prvních španělských kronikářů vyplývalo, že Inkové měli kněží, kteří byli určeni k pozorování stínů na těchto „slunečních kamenech“. Na základě stínových efektů se pak orientovali v čase a určovali tak význačná data pro život Inků. Protože pozorování stínů na několika objektech najednou a v průběhu celého roku by bylo velmi nákladné a z praktického hlediska i nemožné, nabídlo se řešení

¹ Michal Pavlík, Ing., GEFOS a.s., Kundratka 17, 180 82 Praha 8, tel.: 284 007 019, e-mail: michal.pavlik@gefos.cz

čistě technické : vytvořit přesný model, který by byl umístěn a orientován na zemském povrchu a pomocí počítačové studie simulovat oběhy Slunce kolem objektu. Tato studie by pak umožnila přesné rozборы zejména známých význačných dat inckého kalendáře, jakými jsou například letní a zimní slunovrat.

Vzhledem k tomu, že přes pečlivou přípravu, studování a konzultace nebylo možné přesně identifikovat podmínky pro měření, byla výprava geodetické části velkou neznámou. Transport vybavení, možnosti dobíjení akumulátorů ve stroji i v notebooku, zajištění bezpečnosti – to byly jen základní neznámé. Konkrétní představy pro přípravu mohlo tedy dát pouze srovnání s přípravou novinářské části expedice. Její členové mohli dát cenné rady, protože přece jen foto a videotechnika měla s geodetickým vybavením jakousi podobu.

Jako optimální „konfigurace“ byla nakonec zvolena totální stanice Leica TCR703 s bezhranolovým měřením délek. Stativ byl kvůli hmotnosti (nejen pro odbavení v letadle, ale i pro místní přesuny) zvolen duralový. Z dalších pomůcek pak výškově stavitelná minivýtyčka s hranolem, odrazné štítky různých velikostí a tvarů, buzola a drobný stabilizační materiál. Pro přenos dat do notebooku pak datový kabel a pro zálohování několik CD-ROM. Na zálohování dat byl kladen velký důraz, protože podmínky k měření, transportu i dalšího uchování techniky byly nestandardní a jakákoliv ztráta nebo poškození dat byla velice pravděpodobná. Možná až s přehnanou pečlivostí byla data okamžitě po ukončení měření stažena do počítače a ložena hned na několik míst – harddisk notebooku, dvě CD a na flash disk.

Problematika dobíjení akumulátorů byla kapitolou sama o sobě. Za tímto účelem jsme vezli hned několik akumulátorů do stroje, rychlonabíječku - s redukcí pro latinskoamerické zásuvky a s adaptérem pro nabíjení v automobilu a solární nabíječku.

3.1 YURAC RUMI

Obrovský balvan se nachází v pohoří Vilcabamba, nad vesnicí Huancacalle. Rozměry objektu jsou úctyhodné, cca 17x7x8 metrů. V překladu zní název „Bílá skála“, eroze však způsobila, že dnes je povrch spíše šedý a místy porostlý lišejníky. Kámen je opracován cca ze dvou třetin, otesané útvary však zaujmou na první pohled.



Obr. Pohled na kámen Yurac Rumi od severu

Přesně pravouhlé stupně na jedné straně, na druhé kvádrové lavice a na boční stěně soustava výstupků uspořádaných v linii a umístěných v jakési římsě. Při prvních pozorováních právě soustava výstupků zaujala, protože se v průběhu dne postupně „ukrývala“ do stínu římsy. Na její horní ploše pak vytvářela soustavu hřebenových obrazců.



Obr. Detaily opracování

Geodetické práce

Ve vesnici Huancacalle končí „silnice“ pro auta, dál se musí pěšky. Cesta k Yurac Rumi vedla nejprve přes rozestavěný most Pasarela a pak asi 500 m strmou kamennou stezkou vzhůru s převýšením okolo 350 m, posléze zbýval už jen asi kilometr horským sedlem.

Samotný balvan se nachází za místem, kde se sedlo začíná svažovat dolů na druhou stranu. Prostor okolo kamene je poměrně členitý – terén je ve dvou výškových úrovních s převýšením okolo 4 metrů a navíc jsou v okolí další kamenné obelisky a zbytky zdíva. Bylo důležité navrhnout síť výchozích bodů tak, aby s co nejmenšího počtu stanovisek bylo zaměřeno všechno podstatné na objektu. Místní souřadný systém byl navržen v obecné poloze, ale orientován pomocí buzoly vůči magnetickému severu. Výškově byl nastaven do přibližné výšky určené pomocí barometrického výškoměru.

Jak bylo již zmíněno, povrch kamene je na mnoha místech opracován s neuvěřitelnou pečlivostí. Aby bylo dosaženo co nejlepších výsledků při tvorbě modelu, musel být objekt proměřen ve všech detailech. Byly měřeny všechny podstatné hrany (u těch, které byly evidentně opracované, byla měřena i jejich zaoblení), výstupky a zkosení. Body na povrchu byly pro měření signalizovány buď minivýtyčkou nebo odrazným štítkem. V plochách, kde byl kámen neopracován, byl povrch pro uzavření modelu měřen bezhranolovou technologií.

Již kolem půl páté se v horách začíná šerit, a tak na měření nebylo moc času. Okamžitě po měření byla měřená data stažena ze stroje do notebooku. Protože na měření byl závislý úspěch výpravy, byla data hned v terénu aspoň nahrubo prověřena – v grafickém prostředí byly hrany objektu pospojovány a opticky srovnány s originálem. Pro další procesy zpracování

byla ještě pořízena rozsáhlá fotodokumentace všech detailů (cca 400 fotografií). Celkem za dva dny měření bylo na Yurac Rumi zaměřeno okolo 1300 bodů. Bohužel prvotní průtahy s místními orgány nás zdržely natolik, že nebylo již možné proměřit vzájemné vztahy s okolními, také velice zajímavými, objekty.

3.2 INTIHUATANA

Intihuatana (někdy psáno také jako intiwatana) je v jazyce Inků obecný název pro Sluneční kámen. Nejznámější je však právě intihuatana v centru Machu Picchu. Právě tento opracovaný kámen je pro Inky největším symbolem ve vztahu vůči Slunci. Leží v samotném srdci trosk města Machu Picchu, uprostřed tzv. observatoře. Velikostí ani složitostí není zdaleka takový jako Yurac Rumi, o to větší je však svým významem. Je vytesaný z rostlé skály a jeho stěny jsou orientovány přesně podle světových stran. Zajímavostí je, že leží uprostřed pomyslného kříže tvořeného vrcholy hor Mchu Picchu, Wayna Picchu, San Miguel a Putucusi, tj. vrcholů hor, které bezprostředně obklopují město Machu Picchu.

Geodetické práce

Už bylo zmíněno, že objekt Intihuatana není takového rozsahu jako Yurac Rumi. Zde však měření komplikovaly dvě okolnosti – kámen byl nedávno poškozen díky natáčení komerční reklamy, a tak byla velmi zpřísněna bezpečnostní opatření. Až po dlouhých vyjednáváních správa areálu povolila přístup asistenta (figuranta) přímo ke kameni. Druhou komplikací byla neustálá přítomnost turistů, která ve spojení s malým prostorem kolem kamene v některých okamžicích dokonce úplně měření zastavila.

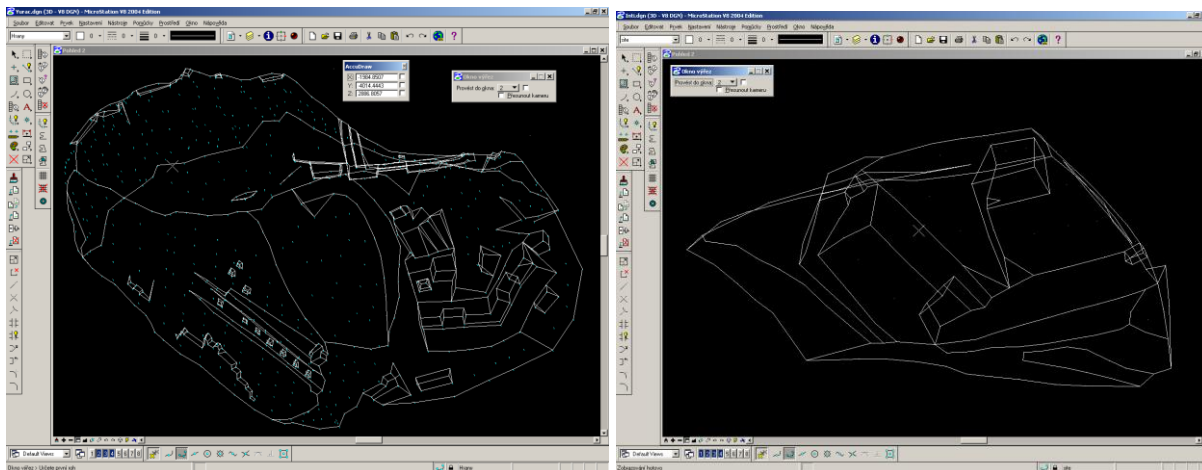
Vlastní měření probíhalo stejně jako v předchozím případě. Byla zvolena základna, jejíž místní souřadný systém byl orientován vůči magnetickému severu. Nadmořská výška byla určena výškoměrem. I zde byly měřeny všechny hrany a výstupky. Volné plochy byly doplněny body v pravidelném rastru, aby byl povrch modelu ucelený, celkem bylo naměřeno okolo 400 bodů.



Obr. Stanovisko, v pozadí intihuatana

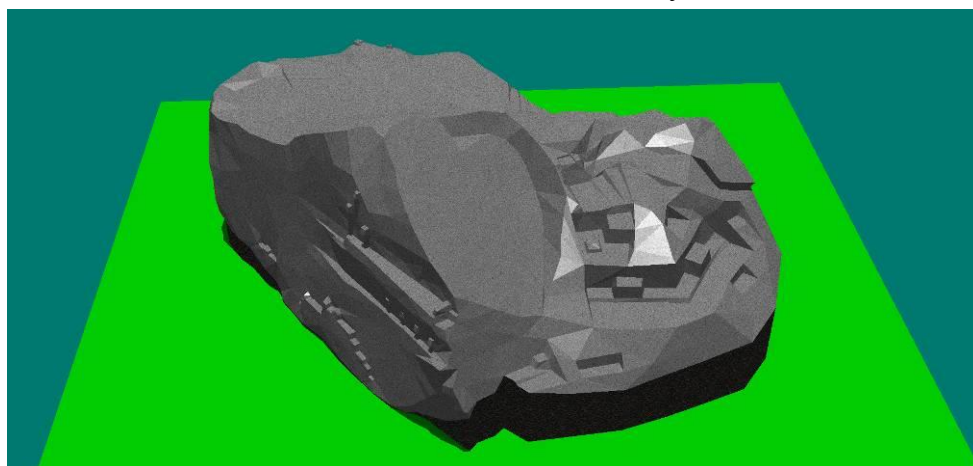
4 Zpracování

Prvním krokem bylo spojení dílčích datových souborů a jejich příprava pro vstup do grafického systému. Pro přípravu drátového modelu byl zvolen MicroStation V8. Protože tvarová náročnost především objektu Yurac Rumi neumožnila kódování, musela být tvorba povinných hran realizována ručně. Složitost 3D modelu si vyžadovala časté porovnávání měřických náčrtů s fotodokumentací. Dalším krokem byl import drátového předpisu povinných hran vč. podrobných bodů do prostředí Allplan firmy Nemetschek. Tento grafický CAD software byl zvolen pro konečné dopracování modelu – vygenerování spojitých ploch, aplikace textury povrchu.

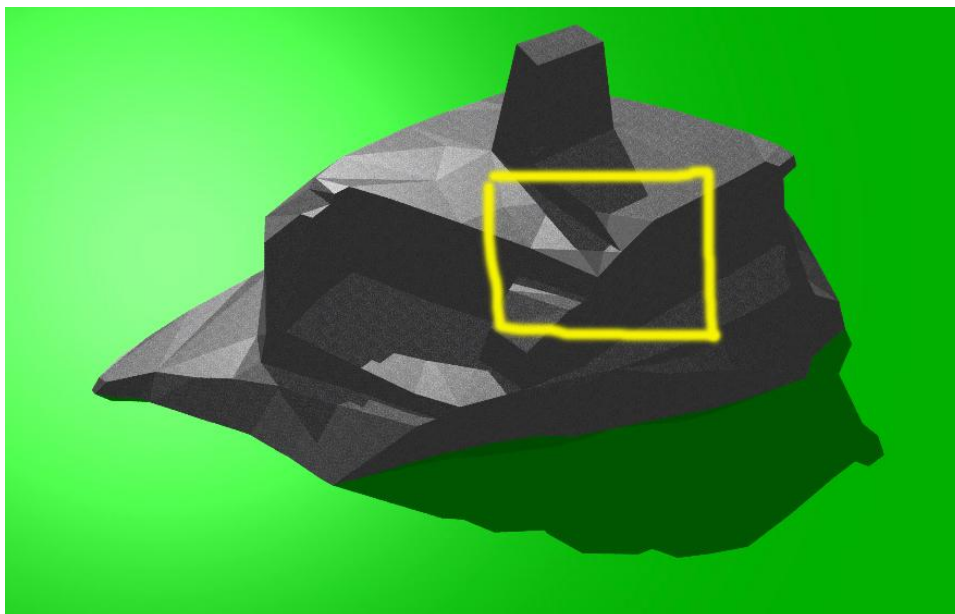


Obr. Průběh vykreslování povinných hran u obou objektů

V rámci přípravy sluneční studie byly nastaveny zeměpisné souřadnice obou objektů a korekce orientace vůči astronomickému severu. Správnost modelu byla ověřena dvěma způsoby. V terénu byly pořízeny v určitý okamžik kontrolní snímky vržených stínů. čas pořízení snímků pak byl nastaven v parametrech studie a vytvořený stín byl porovnán s fotografiemi. Druhou kontrolou byl výpočet termínů zenitových průchodů (13.2. a 26.10.), kdy se povedlo ověřit, že model skutečně v těchto simulovaných datech nevrhá žádné stíny.



Obr. Pracovní model Yurac Rumi



Obr. Pracovní model Intihuatana

V tomto okamžiku však již skončila úloha geodeta a nastupují analýzy archeologů, astronomů a historiků. Díky přesné studii však mají možnost v klidu jednotlivé situace procházet přímo na svých pracovištích a nemusí se za nimi vydávat na nákladné výpravy.

5 Závěr

Jak již bylo v úvodu zmíněno, nebyla expedice příliš velkého rozsahu. Svým přínosem však daleko předčila očekávání. I pro geodety znamená mnoho. Jde především o to, že neodborná veřejnost nahlédla kromě do tajemství „kamenného počítače“ Inků i do tajemství méně známých oblastí geodézie. I takto „geometri“ zase jednou připomněli význam svého řemesla.

Literatura

- [1] *Firemní materiály Leica Geosystems.*
- [2] *Výstupní dokumentace Gefos a.s.*
- [3] *Šimková-Broulová K., Tajemství kamenného počítače, National Geographic, 07/2006*