

---

# Satelitní snímkování na pyramidových polích

---

## Satelitní snímkování na pyramidových polích

Současná egyptská archeologie může nabývat mnoha tváří a forem. Počínaje archeologicky odkrytým objektem (např. hrobkou, poničenou pyramidou či sídlištěm), přes nález papyrového svitku či zdobené stěny hrobky se jménem a nápisy majitele hrobky, až po rostlinné a živočišné makrozbytky získané pomocí plavící linky provozované absurdně v poušti, několik metrů profilu získaného z vrtu dna dnes již neexistujícího rybníka nebo geofyzikální průzkum, trojrozměrné modelování objektů, fotografování struktur z přenosné věže. V poslední době sem patří i satelitní snímkování.

Čeští egyptologové pracují v současné době v Egyptě na dvou významných místech : na pyramidovém poli v Abúsíru, jedné z nejvýznamnějších lokalit pro porozumění době stavitelů pyramid a jejich světu, a v postupně zanikající oáze Hajez utopené v písku egyptské Západní pouště. V obou případech se technika satelitního snímkování ukázala jako velmi užitečná. Abúsír je významný zejména proto, že se zde nachází rozsáhlá nekropole, která se vyvíjela souvisle po dobu několika století. Najdete zde pyramidy slavných panovníků, jejich chrámy se sochami, obydlími kněží a papyrovými archívy, hrobky kdysi mocných mužů tahajících za nitky dnes ztraceného světa, nevykradené pohřební komory ukryté hluboko pod povrchem pouště stejně jako pohřebiště posvátných zvířat. Další tajemství na své objevení teprve čekají. A právě při jejich odkrývání významnou měrou pomáhají nejnovější technologie.

Mezi ně patří právě satelitní snímkování, které představuje zcela novou kvalitu v archeologickém výzkumu a umožňuje nové pohledy na zkoumání a interpretaci celé oblasti pyramidových polí Staré říše (2700 – 2200 př. Kr.). Český egyptologický ústav pořídil soubor dat pořízených satelitem systému QuickBird, společnosti Digital Globe Corp. v r. 2003. Snímací systém družice byl na základě námi dodaných souřadnic naprogramován na dokumentaci definovaného území v souřadnicích UTM od severu k jihu a zahrnovalo s výjimkou Gízy na severu a Mejdúmu na jihu všechny významné pyramidové nekropole Egypta Staré říše: Abúsír, Sakkáru a Dahšúr. Dne 23. února 2003 v 8.45 hodin ráno proběhlo nasnímání uvedeného území.

Pořízení tohoto snímku představuje svým způsobem revoluci na pyramidových polích. Samozřejmě, že využívání satelitních snímků není v egyptologii nijak neobvyklé a například snímky družic Landsat se používají s úspěchem již mnoho let a výrazně zkvalitňují práci v nesnadném a nepřehledném terénu. Zcela novým elementem však je, že námi pořízený snímek zachycuje velmi přesně oblast nejstarších a nejdůležitějších pohřebišť staroegyptského státu a navíc v nebyvale detailním měřítku. Stejně důležitá je i skutečnost, že se jedná teprve o první snímek svého druhu mapující tuto oblast. V závislosti na režimu analýz snímků můžeme používat snímky pracující s detailem od 0,64 m do 2,4 m rozlišení obrazového prvku (pixelu), což v praxi znamená, že na satelitním snímku jsou dobře rozeznatelné i takové detaily jako například pouštní psi. A nebo ústí velmi malých šachet, což je pro egyptologa – archeologa (pokud není nadšeným kynologem) mnohem podstatnější.

Skutečný potenciál tohoto snímku ovšem vyplyne teprve ze spolupráce egyptologa, archeologa, geoinformatika a geofyzika. Nepochybná síla detailních satelitních záznamů spočívá v tom, že zkoumané území zachycují v jeho celku, umožňují ucelený pohled na celou nekropoli a poodkrývají tak roušku prostorových vztahů mezi jednotlivými identifikovatelnými objekty. Jeho interpretační rovinu dále podstatně obohacuje i geofyzikální průzkum, který je nedílnou součástí archeologického projektu výzkumu pohřebišť, stejně jako detailní analýza jeho povrchu. Díky geofyzice je možno uvažovat v rozsahu desítek a ještě spíše stovek doposud neznámých objektů, které se na satelitním snímku nemusí vždy nutně objevit. Detailní povrchový průzkum pak takovouto mapu obohacuje cennými detaily týkajícími se např. napůl zjevných kaplí, odfoukaných nároží staveb a nebo zachycením individuálních nálezů archeologických pramenů přímo na povrchu pouště. Jaký je tedy obraz námi zkoumané lokality ve srovnání s dobou předtím, než naše expedice začala využívat satelitní snímek? Především ucelenější. V současné době totiž můžeme lépe odpovědět na otázku, jakým způsobem se pohřebiště vyvíjelo v čase, jaké bylo prostorové členění pohřebišť v závislosti na čase a sociálním postavení staroegyptských hodnostářů zde pohřbených, případně jaký byl vztah královských a nekrálovských hrodek v tom kterém historickém období. Satelitní snímek velmi dobře ukazuje i místa starých výzkumů, ke kterým dnes neexistuje dokumentace. A především: obsahuje i velmi cenné informace o starých komunikačních cestách v pohřebištích a poloze hrodek a možná i královských staveb, které na své odkrytí teprve čekají. To, že o těchto objektech víme, umožňuje mnohem rychlejší testování hypotéz v terénu a snažší koncipaci výzkumu již před jeho započítím.

Podle našich odhadů čekají na své objevení v celé oblasti stovky hrodek. Jeden příklad za všechny: z doby panovníka Džosera (27. stol. př. Kr.), stavitele první pyramidy v lidských dějinách, známe ne více než deset významných hrodek hodnostářů staroegyptského státu. Počet vysokých úředníků na jeho dvoře musel však být několikanásobně vyšší. Zatím

ale místa jejich posledního odpočinku na své objevení teprve čekají (jedna z nich byla nalezena v září tohoto roku naší expedicí). A zcela nedávno tento satelitní snímek znamenal významnou pomoc i při formulaci nové teorie vysvětlující polohu jednotlivých pyramid Staré říše publikované v Cambridge (UK).

Miroslav Bárta



#### Zdroje

Bárta M., Voděra, K.: *Osudy staré 4500 let*, Brandýs n. Labem 2002

s VI. Brúnou a R. Křivánkem: 'Research at Abusir South in 2001-2002 – methods and results,' v: *Památky Archeologické* XCIV, str. 49-82, Praha 2003 (článek obsahuje rozsáhlé shrnutí v češtině a je rovněž publikován na <http://egyptologie.ff.cuni.cz/?req=doc:satfoto&lang=cs&> );

#### Technické charakteristiky

- prostorové rozlišení 61 cm v nadiru a 72 cm při pozorovacím úhlu 25 stupňů (panchromatická data)
- rozlišení 2,44 m multispektrálních dat
- vysoká stabilita družice pro získání přesných polohových údajů
- šířka záběru 16,5 km (volitelně uvnitř pásu širokého 544 km)
- panchromatické pásmo 450-900 nm
- multispektrální pásma: 450-520 nm (modrá), 520-600 nm (zelená), 630-690 nm (červená) a 760-900 nm (blízké IČ)
- termínové rozlišení 1-3,5 dne podle zem. šířky
- palubní paměťová kapacita 128 Gb (57 scén)
- vysoký kontrast a poměr signál/šum
- radiometrické rozlišení 11 bit

- určení orientace družice s přesností menší než 0.5 mrad
- stabilita družice lepší než 10 mikrorad/sec

#### Přednosti

Manévrovací schopnost družice, která se celá může natáčet jak v rovině letu tak i napříč dráhy o úhel až 25 stupňů. To se projeví jednak 544 km širokým pásem na zemském povrchu, v němž se může provádět měření a také schopností pořizovat stereoskopické scény ve směru letu.

Charakteristika záznamu

Catalogue ID 1010010001A99901

Image location - vertex, latitude, longitude: 1. southwest 29.7732, 31.1555; 2. northwest 29.933, 31.1554; 3. northeast: 29.9298, 31.3393; 4. southeast 29.769, 31.3378; 5. center 29.8512, 31.247; cloud cover 8%, quality 50 - fair, off-nadir 13 degrees.

#### **Satelitní snímek si můžete i prohlédnout na:**

<http://egypt.geolab.cz/zoom/pan.htm>

<http://egypt.geolab.cz/zoom/qb.html>

Více k těmto a příbuzným metodám naleznete na:

<http://egyptologie.ff.cuni.cz/?req=doc:satfoto&lang=cs&>