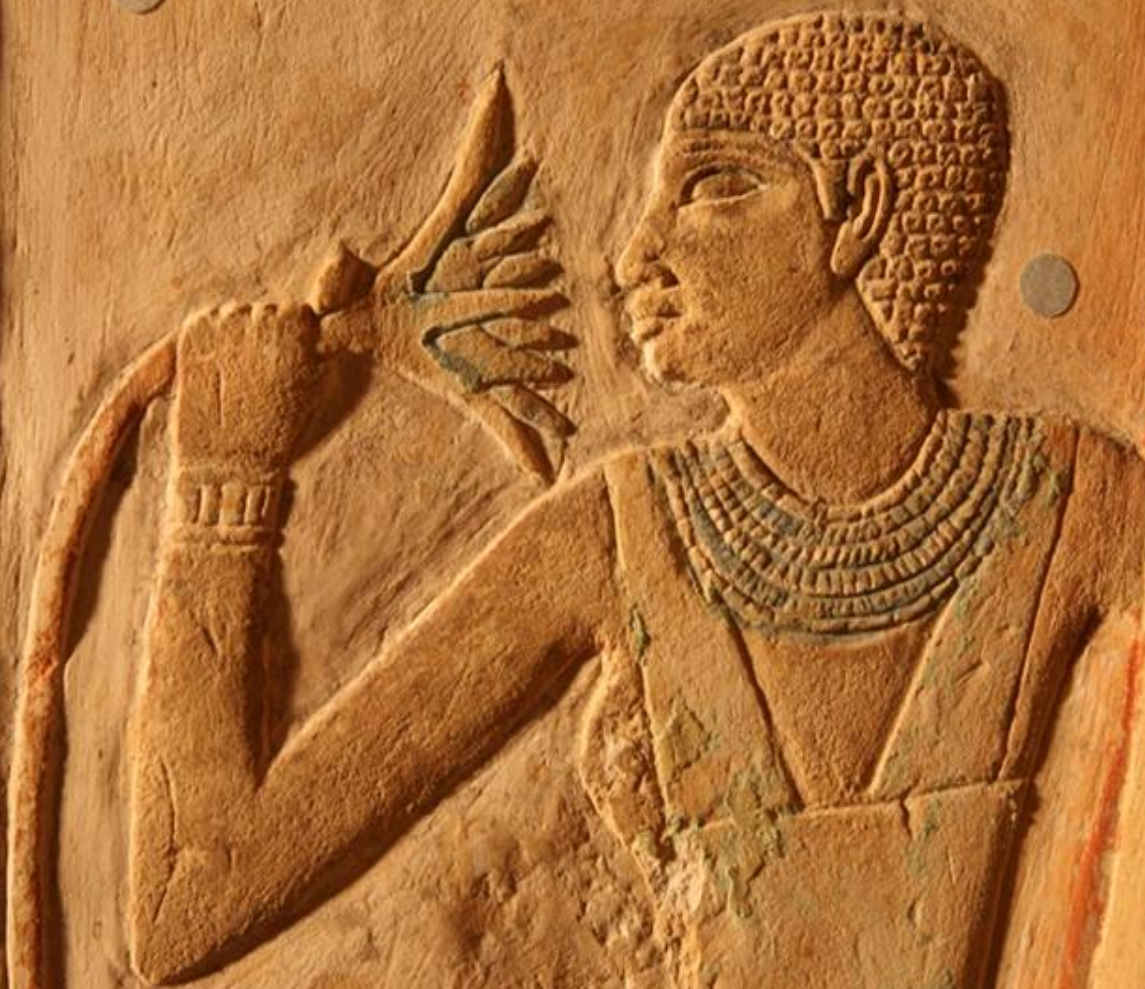


3D skenování – březen 2009



Vít Novotný, INSET s.r.o.

3D skener - popis



- Dvě kamery po stranách s osmi LED diodami na osvětlení pozičních bodů.
- Laserový křížový zářič ve tvaru X, bezpečný lidským očím.
- Třetí kamera nahoře uprostřed pro detailní měření nebo barevná kamera.

Princip měření

- Podobný princip jako u očí lidí a zvířat. Stereoskopický pohled.
- Velké, stavební skenery mají pevnou polohu.
- Malé ruční skenery musí „vidět“ poziční body, od kterých odvozují svou pozici v prostoru.
- Body jsou reflexní, o průměru 6 mm, v různé vzdálenosti (3 až 10 cm) od sebe, skener musí vždy vidět minimálně na 3 body.
- Optimální přesnost dosahuje při vzdálenosti od povrchu stejné jako vzdálenosti kamer, tj. asi 20 cm.

3D skener - vlastnosti



- Použitý skener nesnímá barvu.
- Velké rozlišení.
- Vysoká přesnost.
- Dva módy měření – normální a vysoká přesnost.
- Automatický převod mračna bodů na plochy.
- Automatická optimalizace ploch.

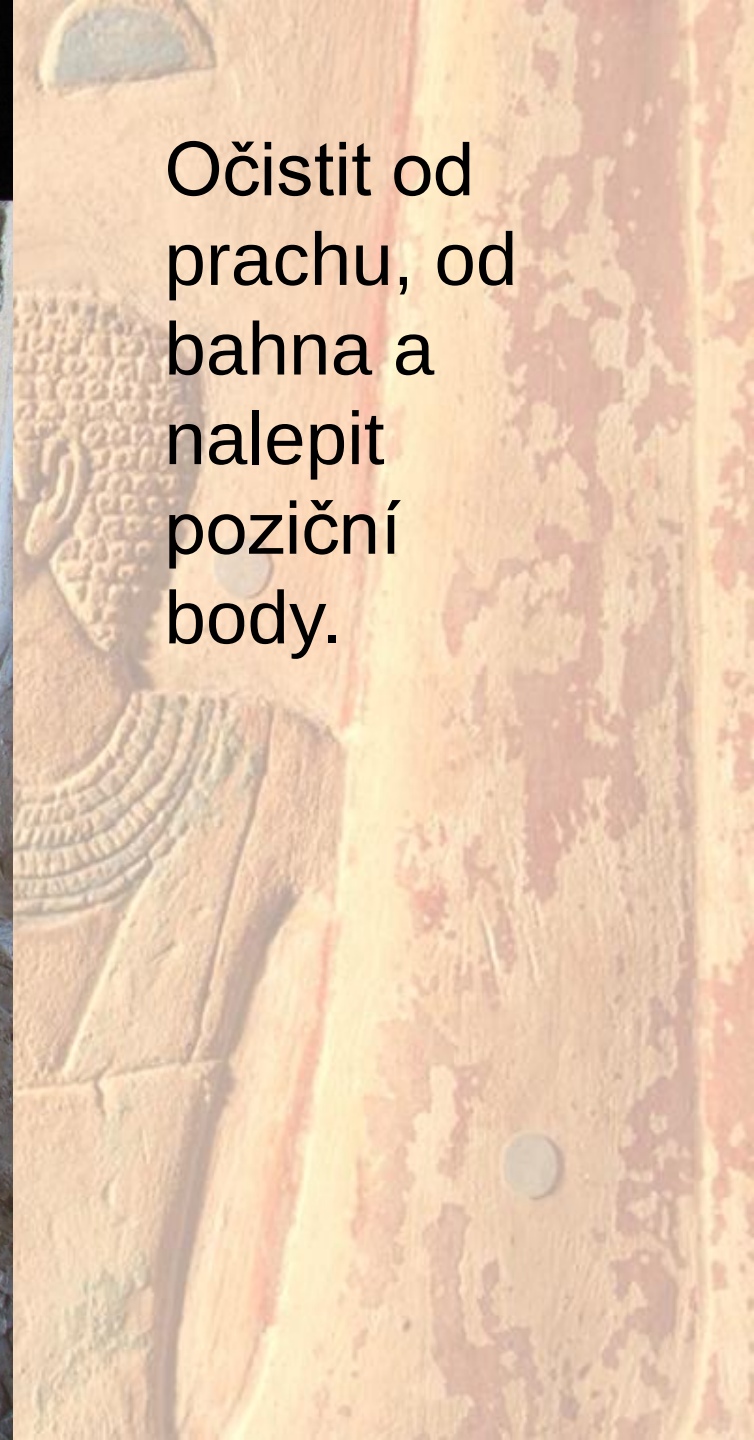
3D skener – technické údaje

- Váha: 1.25 kg
- Velikost: 172 x 260 x 216 mm
- 25,000 měření za vteřinu
- Rozlišení v osách x, y, z : 0.05 mm
- Přesnost: do 40 μm





Očistit od
prachu, od
bahna a
nalepit
poziční
body.





3D model – lepení bodů



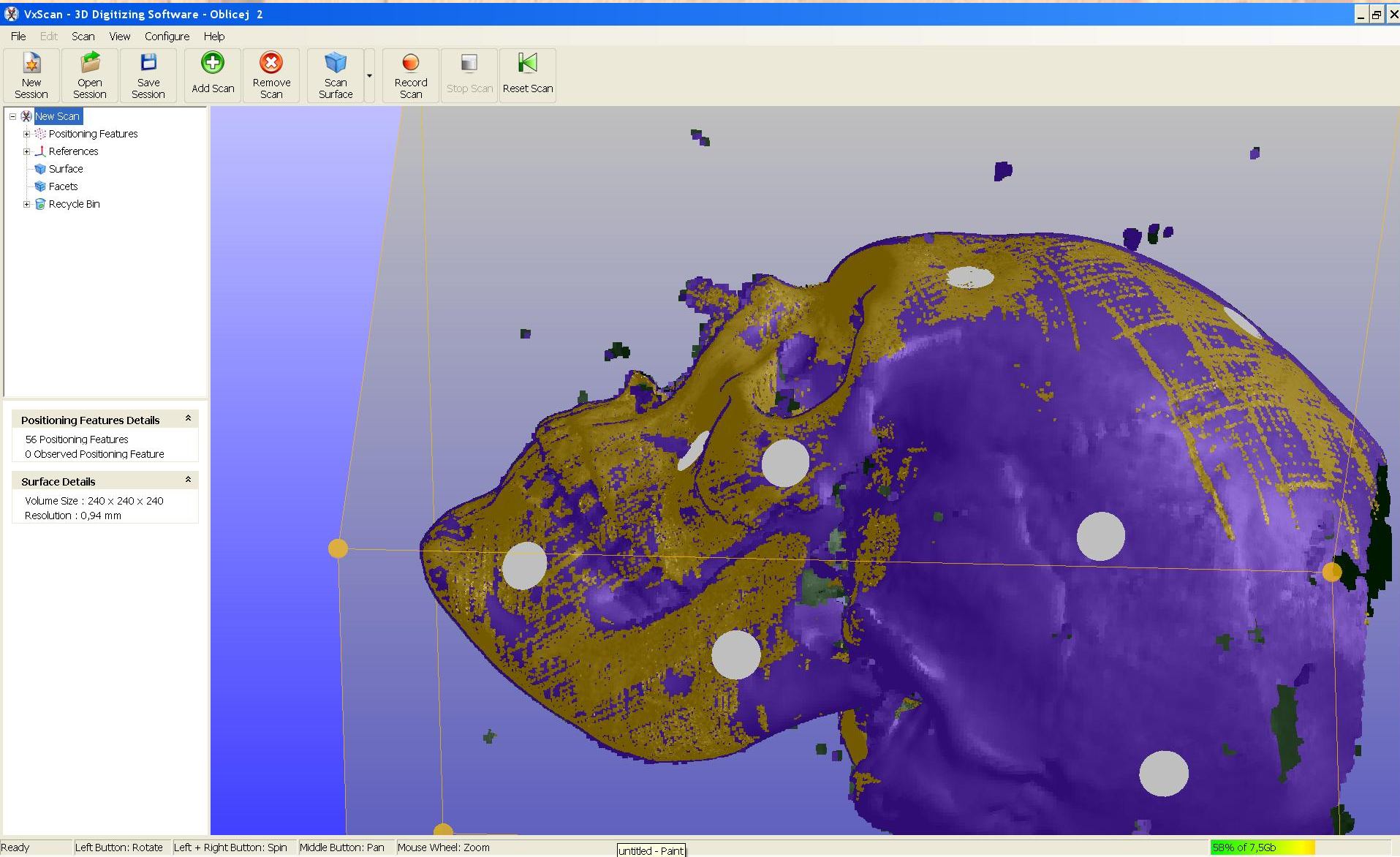
3D model - měření



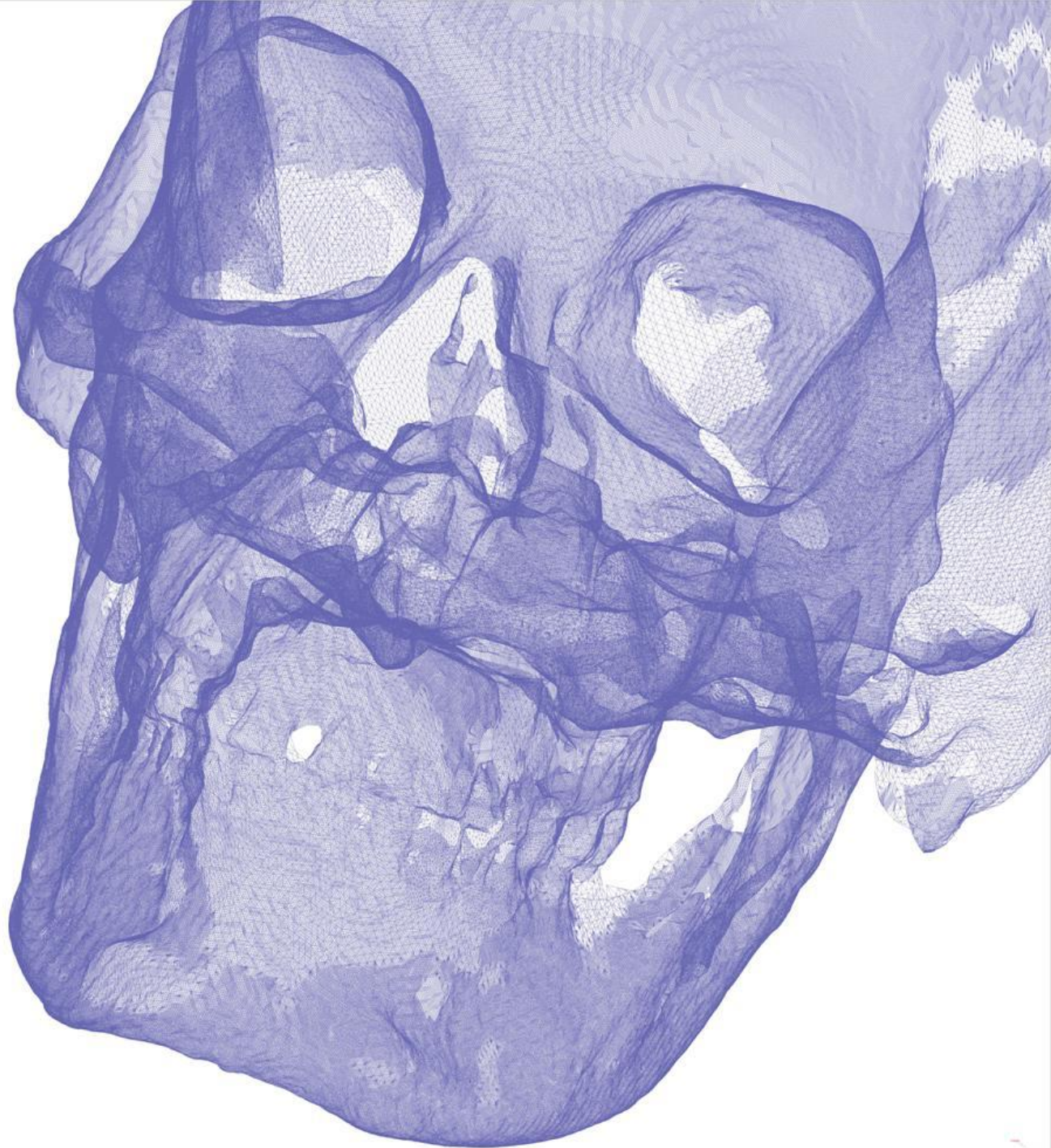




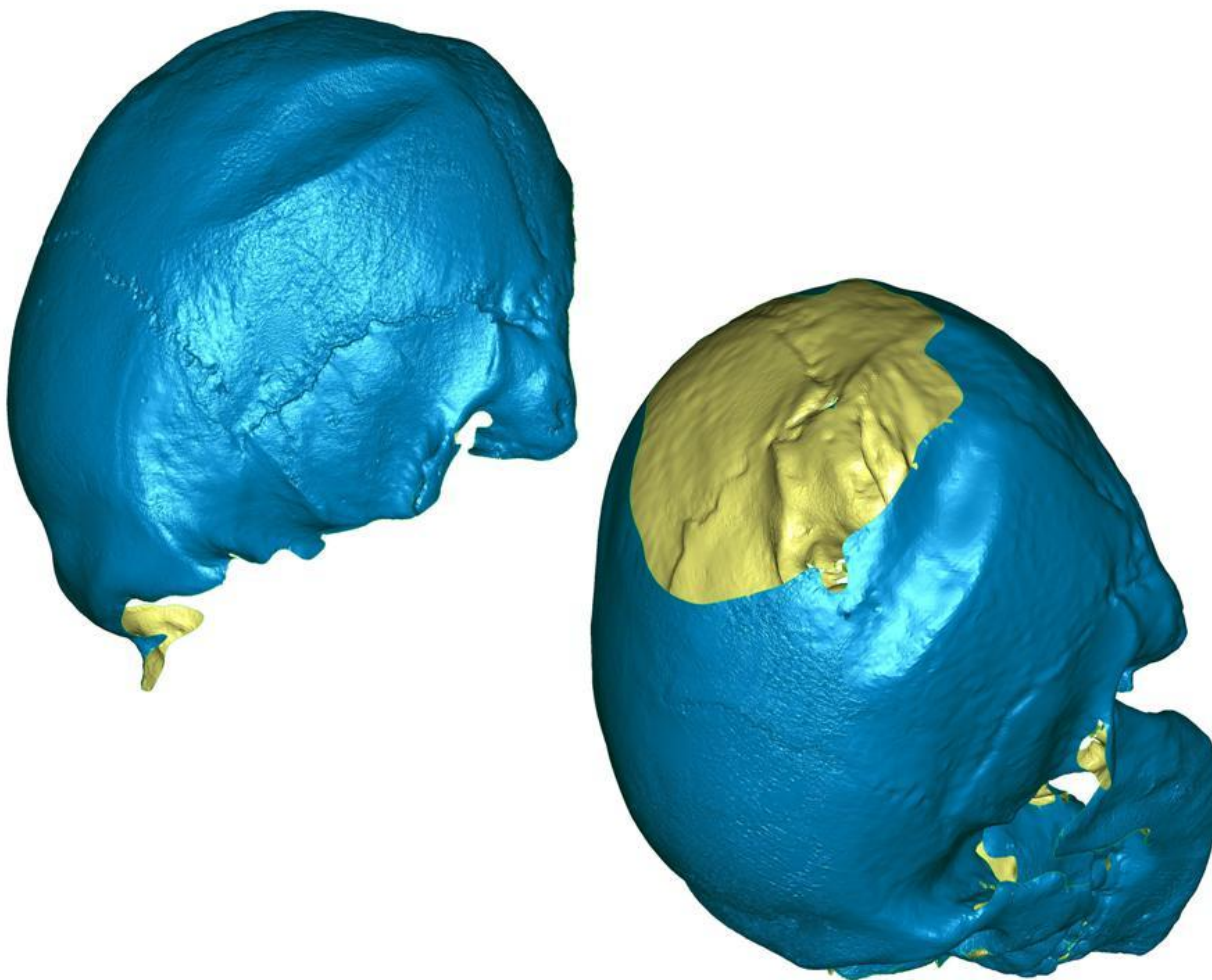
Obráz při skenování



Plochy jsou
složené z
trojúhelníků

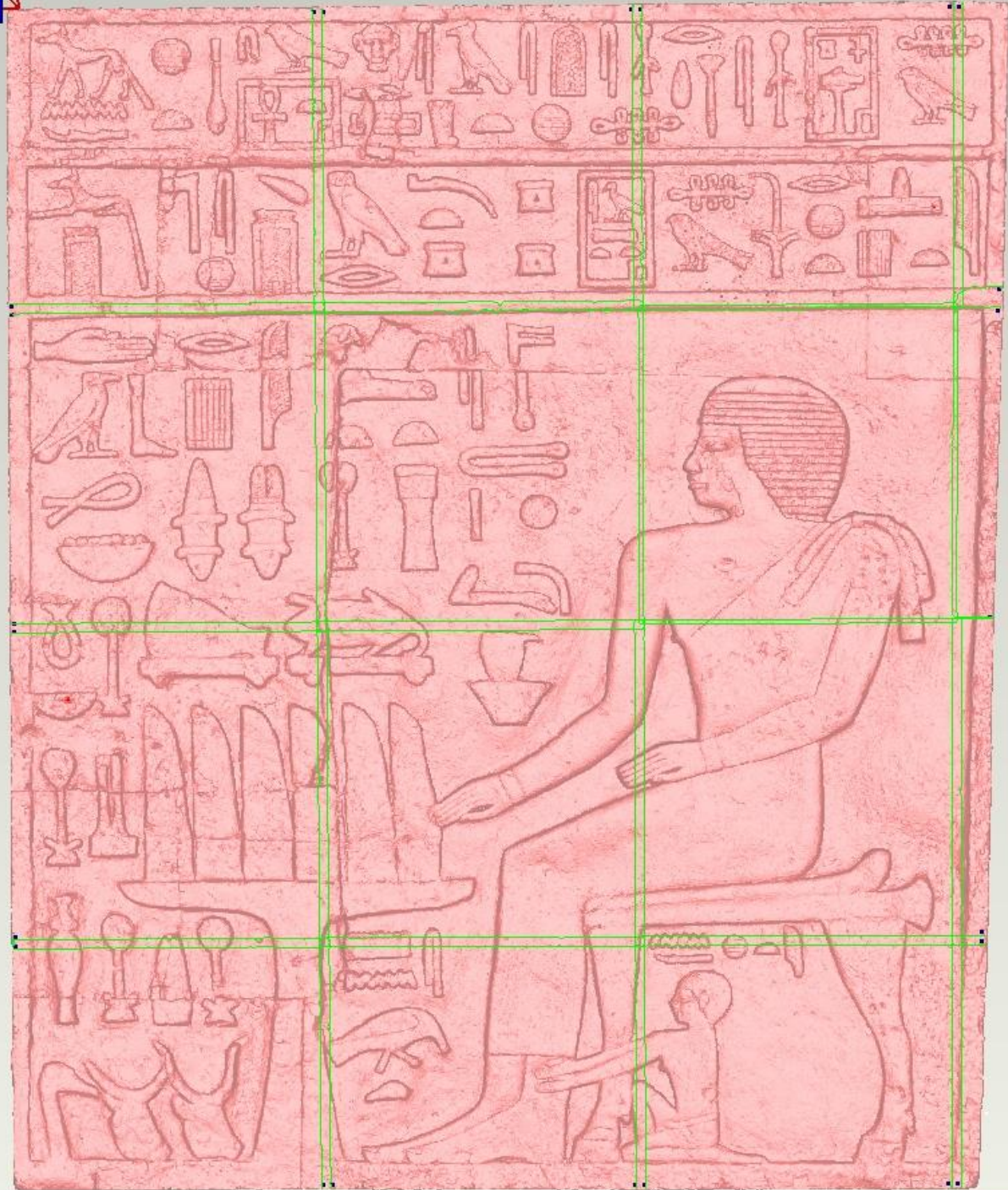


Spojení dvou částí



Hetepiho
obětní scéna.

Spojení 3D
plochy
0,9x1,2m
z 12 čtverců
30x30cm.



Co se nám daří

- Vnější reliéfy, kde na sebe plochy plynule navazují.
- Detaily s přesností 0,1 až 0,2 mm.
- Co jsme skenovali:
 - Hetepi
 - Neferinpu
 - Inti jižní část, kousek překladu nepravých dveří
 - nádobky z pohřební výbavy Kara komplexu
 - dřevěná maska posvátné krávy
 - lebky č.42 a 54 rodiny Neferínpu



Část nepravých
dveří s obětní
scénou
Neferinpua.

Rozměr asi
1x1m.

Soubor o
velikosti 1,1 GB.

Plocha se
skládá z 8 mil.
trojúhelníků.

Detail
nepravých dveří
Neferinpu



Co se nám daří

Pracnost:

- Jeden m² plochy drobného reliéfu, snímaného s přesností 0,1 až 0,2 mm, lze nasnímat za cca 10 hodin.
 - asi 0,5 hodiny očištění povrchu (polychromie a lesklé plochy potřebují další ošetření)
 - asi 1 hodina lepení bodů
 - asi 8 hodin snímání dat
 - asi 0,5 hodiny odstranění bodů
- Počítačové zpracování 5 až 10 hodin.



Levý
horní
roh byl
snímán
jen
dvěmi
kamera
mi

Kdy nejde skenovat

- Kamery skeneru „vidí“ pod úhlem 45°. – nelze skenovat vnitřek džbánu, velmi hluboké reliéfy apod.
- Před předmětem není volný prostor. – asi 50 cm je nutný prostor pro skener
- Nejde skenovat detail menší, než 0,1 až 0,2 mm.
- Obtížně se skenují velmi členité plochy.
- Nejdou skenovat mokré plochy.



Lesklé plochy

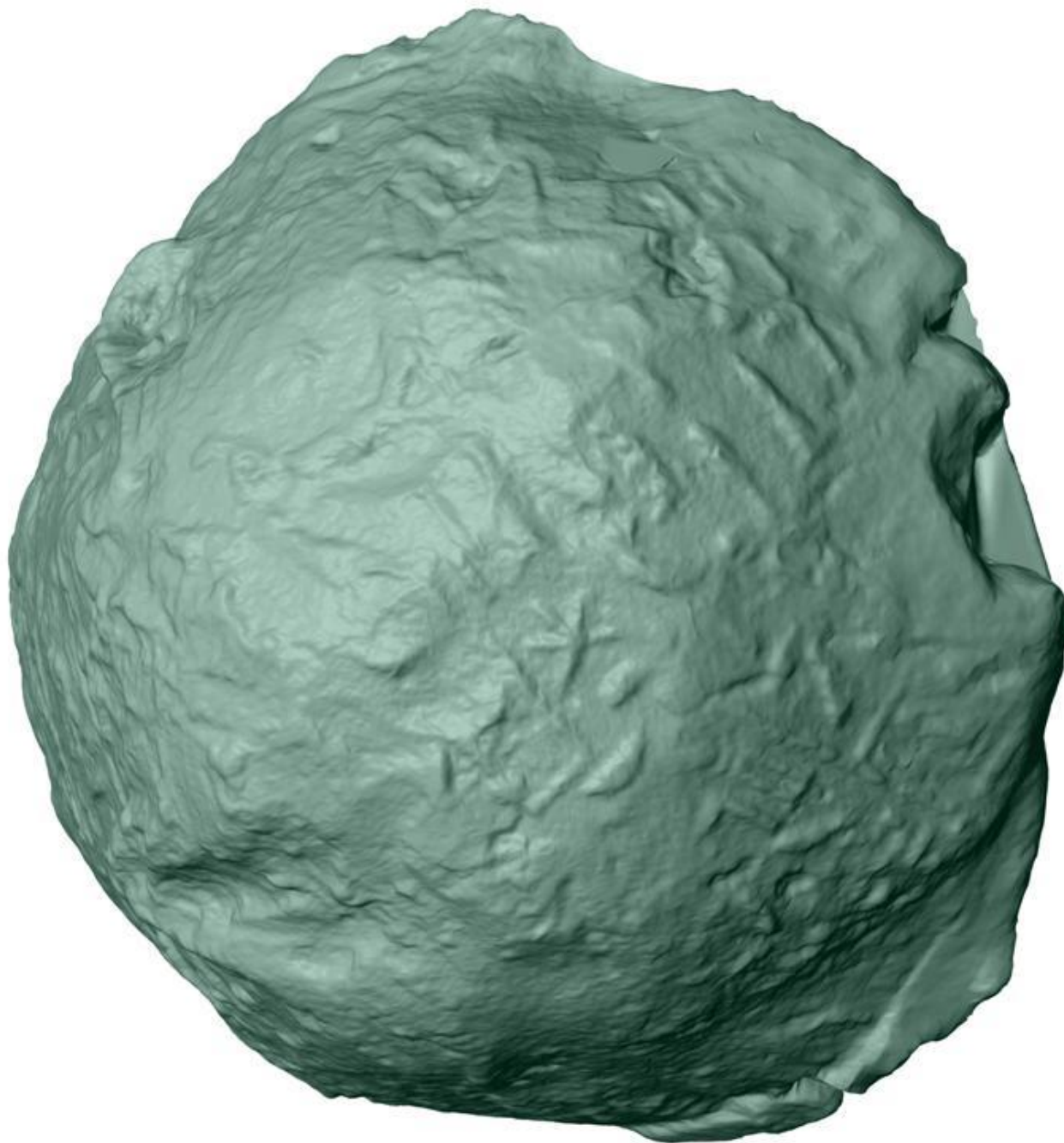
- Od lesklých ploch se světlo odráží.
 - kamery „vidí“ další plochy v jiné vzdálenosti
 - plochy na sebe nenavazují
 - plochy se prolínají
- Řešení:
 - používat plavenou křídu na odstranění lesku
 - povrch nastříkat matnou barvou

3D model
lebky
Neferinpua



Velké rozměry (nad 3m)

- Skenování začíná snímáním orientačních bodů do prostorové sítě.
- Kamery měří vzdálenosti bodů s přesností přibližně na 0,1 mm.
- Tato nepřesnost se na velkých tělesech sčítá a v součtu může být několik mm.
- Program vyhodnotí bod snímaný na zadní části sloupu zleva a zprava jako dva body.

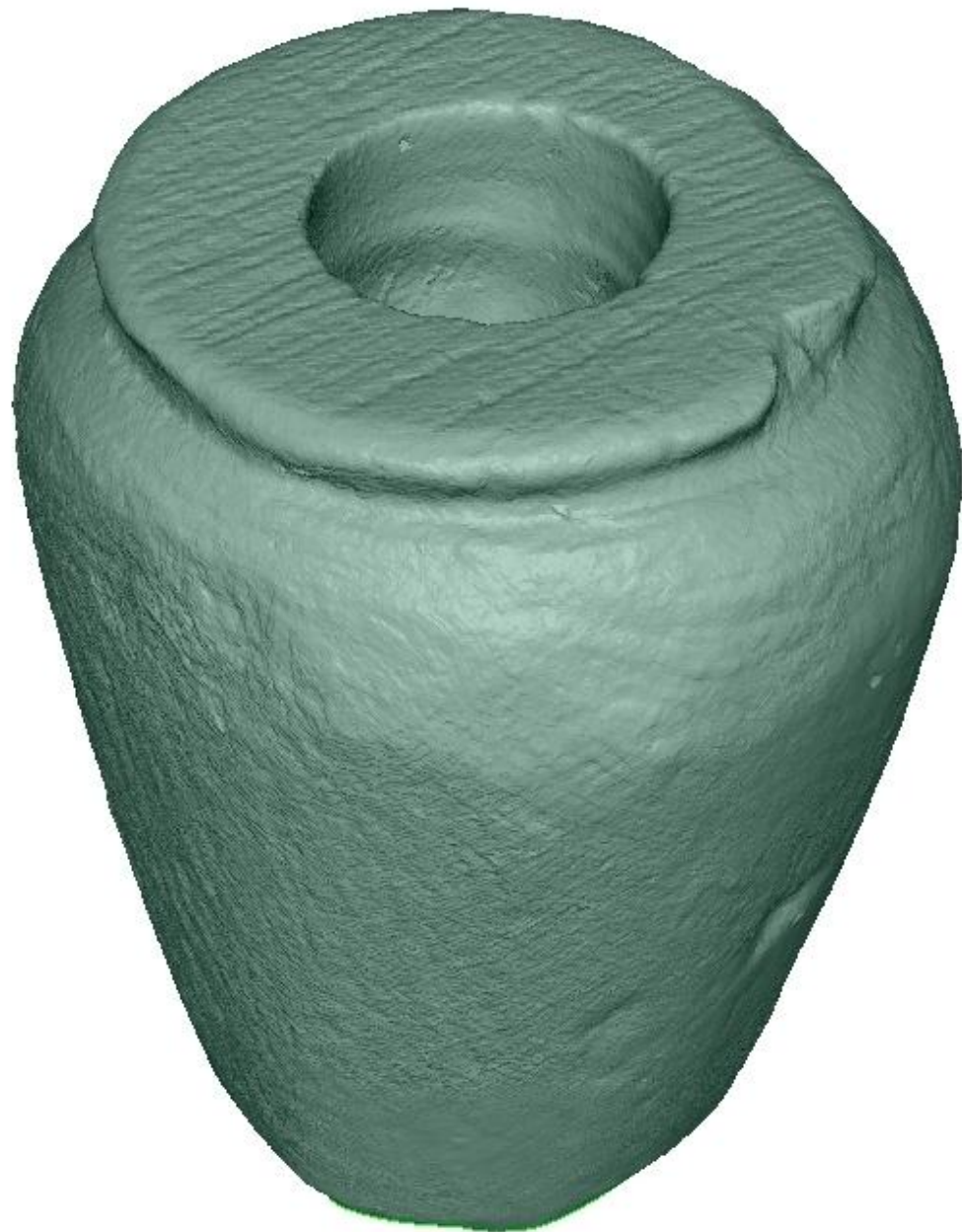


Zátka na
pivní
džbán s
jemnými
značkami.
Skener je
zachytí,
ale trochu
rozmaže.
Jeho
přesnost
nestačí.

Velké rozměry

- Řešení:
 - Místo spoje vyplnit rovnou plochou počítačově.
 - Upravit umístění měřených částí v prostoru.
Pomocí počítače je posunout v prostoru a pak spojit.
 - Máme zkušenosti na běžné akce, ve složitých případech potřebujeme pomoc podpory.

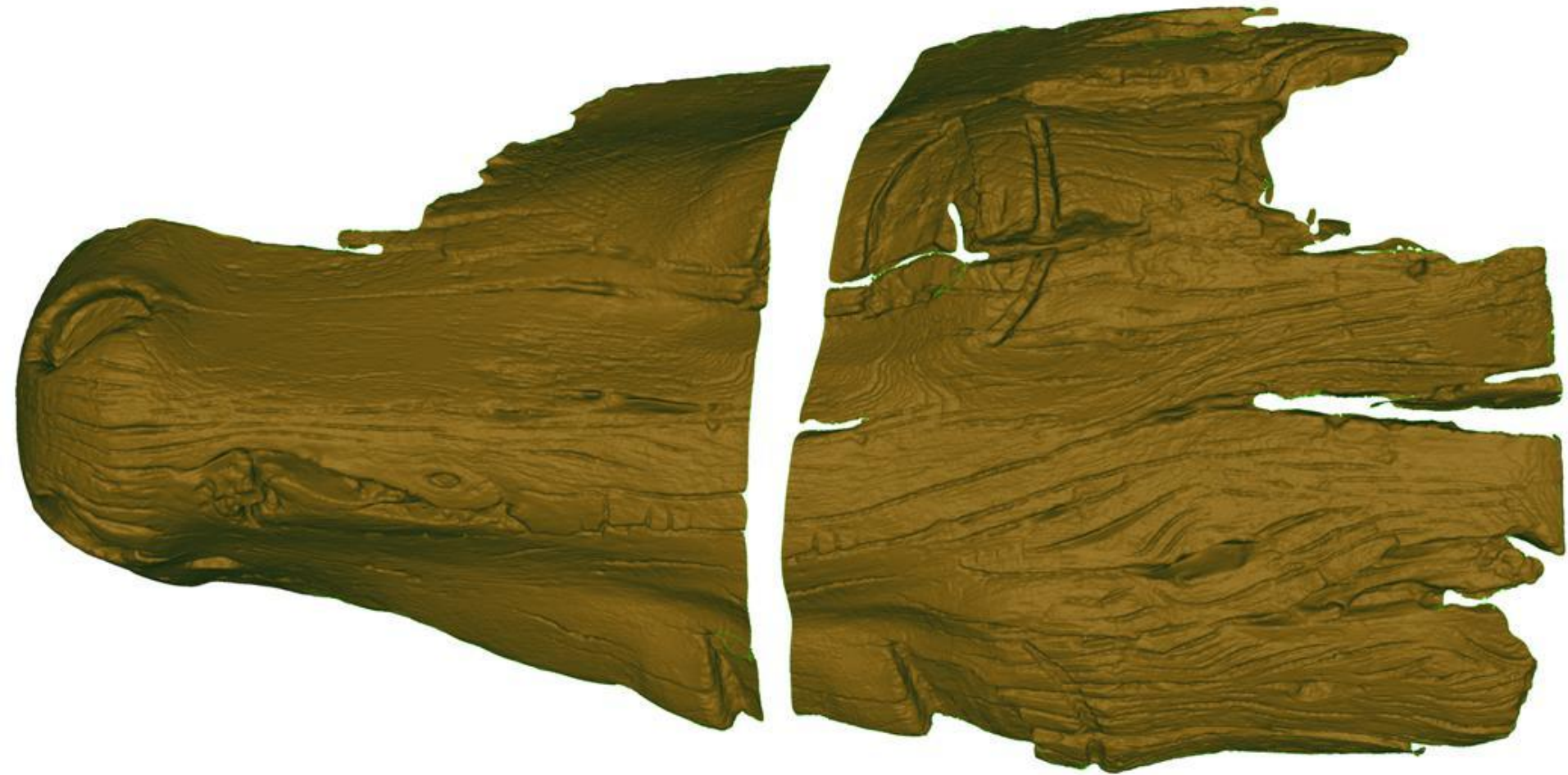
Pohřební
nádobka
vysoká asi
10 cm,
kamera
dovnitř
nedohlédne



Choulostivé plochy

- Plochy z měkkého materiálu (dřevo).
- Polychromované plochy – hrozí odtržení barvy při odstraňování měřicích bodů.
- Řešení:
 - použijeme síť bodů
 - restaurátor ošetří plochy
 - použijeme body s méně přilnavým lepidlem

Posmrtná maska krávy



Ptahšepses



Zahloubené reliéfy

- Skenovací program při skenování ploch zahloubených reliéfů neumí správně propojit kolmé plochy, na hranách vznikají zubaté plochy
- Vnitřní plochy jsou dále od měřicích bodů, plocha je měřena s menší přesností, je nutné lepit body s větší hustotou, kvalita je horší
- Programem lze opravit zubaté hrany, opravit nekvalitně skenované plochy, je to čas navíc
- Skenování je časově náročnější, skenerem je nutno pohybovat tak, aby viděl do všech koutů reliéfu.

Zahloubený reliéf

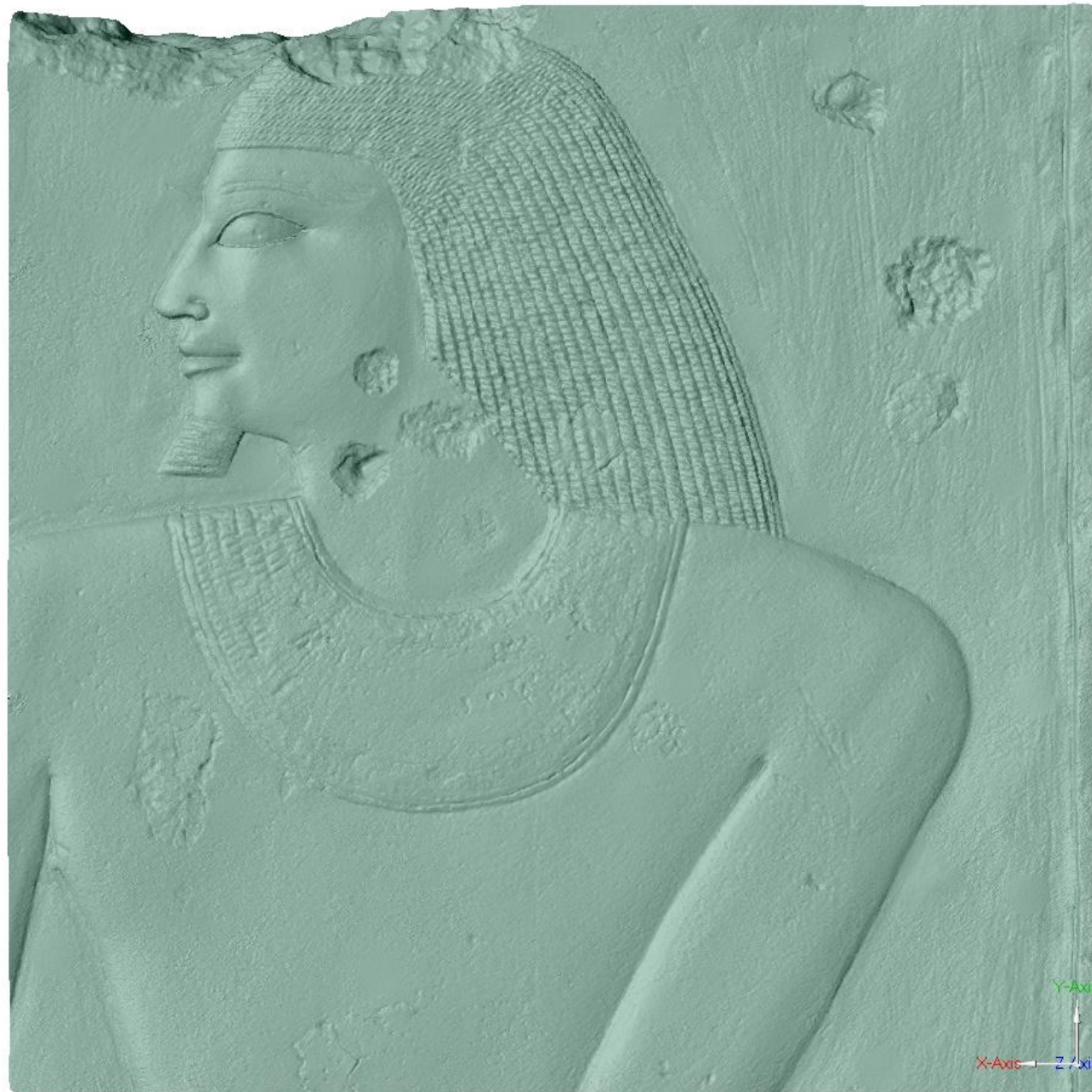




Sít' bodů

- Body jsou vzdálené od plochy, měření ploch je s menší přesností. Pro normální rozlišení skeneru je dobré, pro zvýšenou přesnost je nedostatečné.
- Sít' bodů je propojena černými umělohmotnými vlákny, které jsou lesklé, při skenování vznikají odrazy.
- Jsou nutné další testy.

Hodnostář INTI z kalendáře



INTI s
fotografií



Využití výsledků skenování

Využití získaných dat egyptology:

- Fotografie 3D povrchů
 - Používat krátké stíny. Stíny z více směrů.
 - Raději více menších ploch, než jednu velkou.
- 3D soubory – prohlížeč dat (freeware)
 - SolidWorks e-Drawings?
- Rapid Prototyping
 - Lebky rodiny Neferinpu.

Hetepi



Závěr: získávání dalších zkušeností

- V Čechách můžeme získávat další zkušenosti v těchto oblastech:
 - Práce se sítí bodů
 - fixovat síť bodů na rám, testovat vzdálenost sítě od povrchu, měnit postup skenování
 - Zahloubené reliéfy
 - nalézt vhodný objekt ke skenování, testy, úpravy softwarem
 - Lesklé plochy
 - nakoupit kvalitní spreje, testovat směs plavené křídly s vodou, lepení bodů, odstranění křídly
 - Polychromované objekty
 - zajistit body s různou přilnavostí lepidla
 - navrhnout postup s ochranou povrchu
 - síť s body
 - Velké objekty
 - zdokonalení v používání programu GeoMagic – spojování ploch

Fotograf Sandro Vannini





Použití 3D dat u egyptologů

- Export fotografií:
 - výhodou je, že není zkreslení, jako u fotografií
 - limitován velikostí 5000*5000 bodů, členit na menší části
 - při šikmém směru světla zdvojuje čáry
- Prohlížení 3D dat
 - Free-ware 3D prohlížeč (Myriad, SolidWorks eDrawings 2009...)
 - Adobe Acrobat Reader s 3D možnostmi.
- Rapid prototyping
 - lebky Neferinpua a člena jeho rodiny

Loučí se Vít Novotný

