

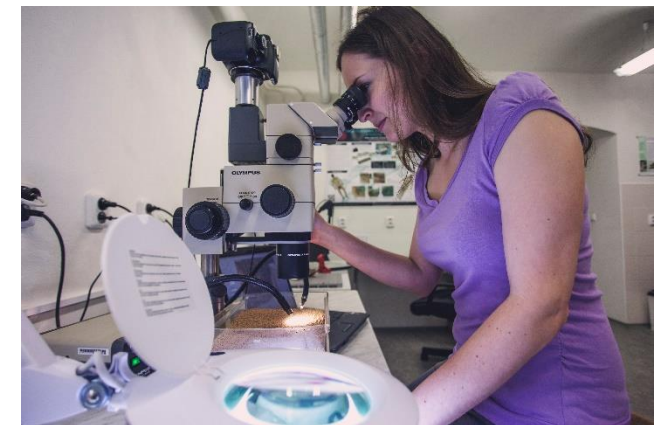
MUNI
SCI

Obecná antropologie

Nové trendy v biologické antropologii

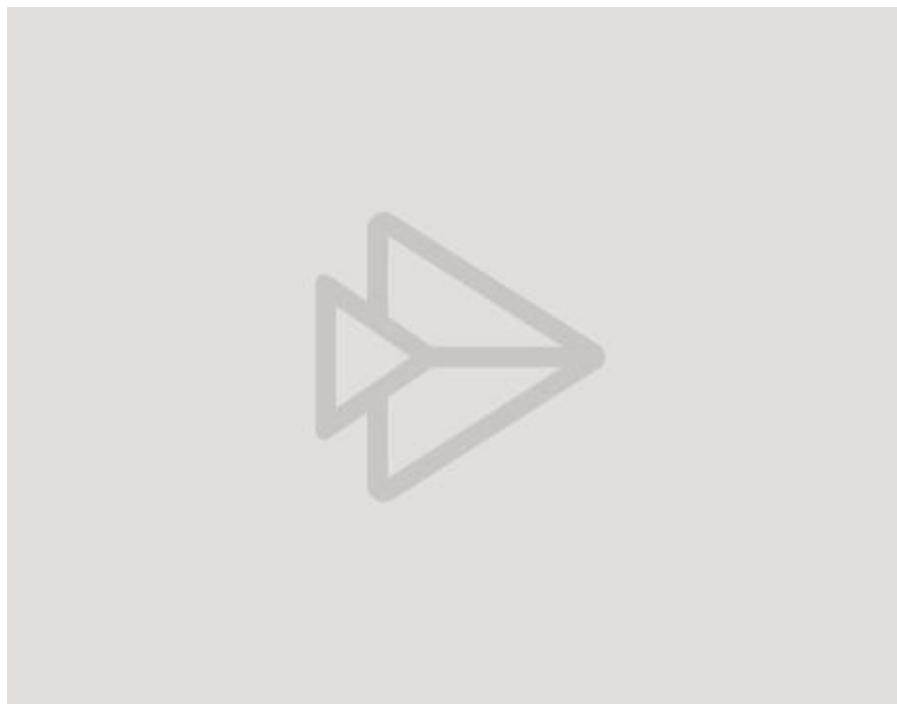
Mgr. Mikoláš Jurda, Ph.D.

- rozvoj záznamových, analytických a interpretačních metod při výzkumu biologických vlastností člověka a jeho materiální kultury
- důraz na **neinvazivní zobrazovací a rekonstrukční** postupy a na aplikaci metod kvantitativní analýzy tvaru. Spadají tak do oblasti, kterou dnes zastřešuje pojem **virtuální antropologie**



Co to je digitální model?

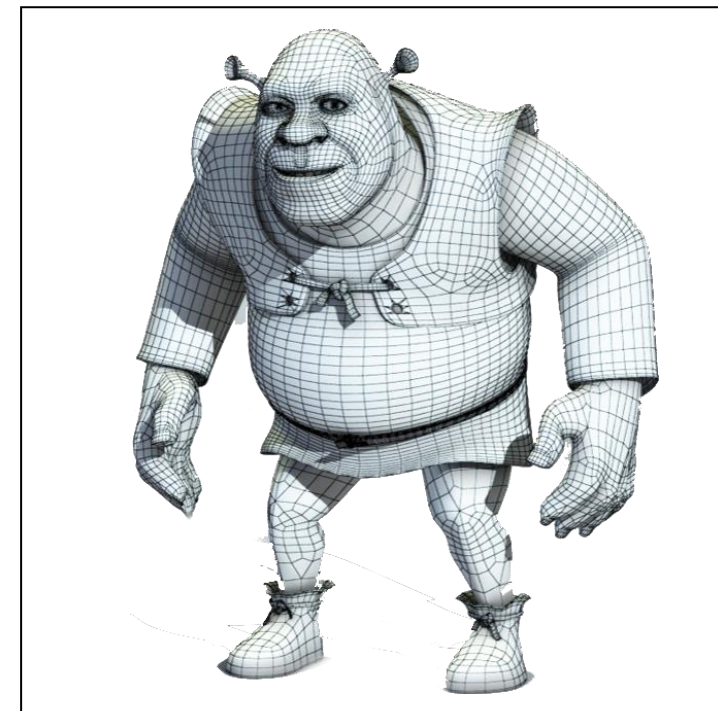
Trojrozměrná reprezentace **skutečného** či uměle vytvořeného tvaru ve formě digitálních dat



věrný - reálný



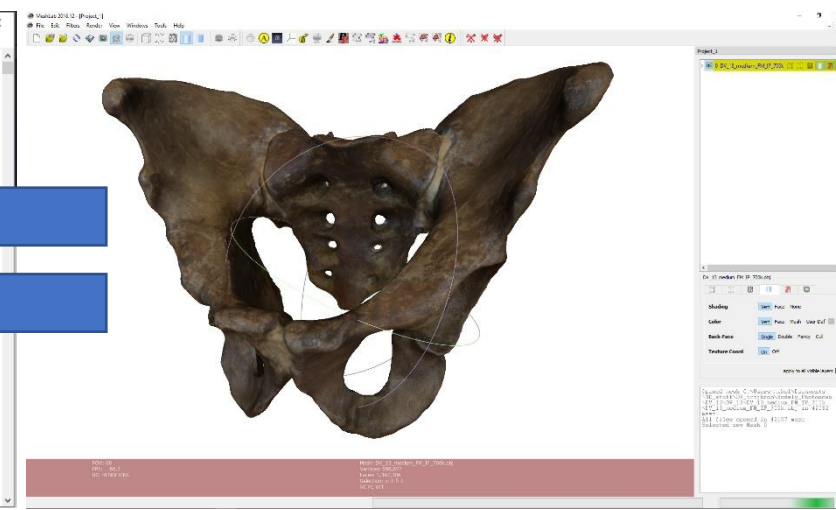
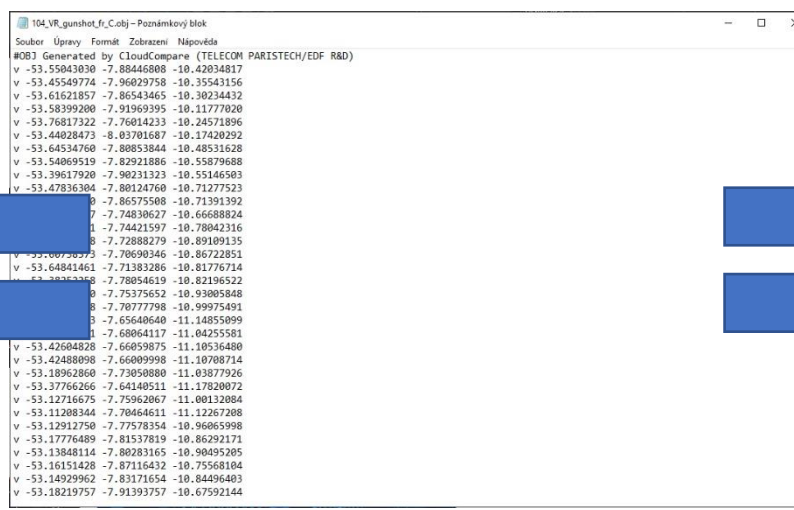
upravený



smyšlený

Co to je digitální model?

Počítačový soubor, případně více vzájemně propojených souborů



digitální záznam

obsahující informace o tvaru objektu a dalších vlastnostech

zobrazitelný ve speciálních aplikacích

Proč 3D digitální data používáme?

práce s digitálními
modely ve virtuálním
prostředí

snadné sdílení
bez ohledu na
geografickou
vzdálenost



snadná archivace s ohledem
na prostorové možnosti,
hygienické a etické otázky

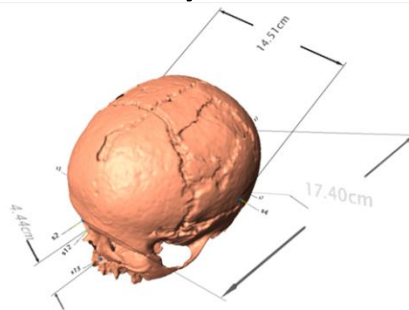


široké vizualizační a
analytické možnosti

animace a
náhledy

měření a
analýzy

3D tisk



VS.

Název	Datum změny	Typ	Velikost
3_Fragments_max	17.03.2017 10:59	Scalpel MAX	10 204 KB
3_Fragments_2017_max	17.03.2017 11:58	Scalpel MAX	10 204 KB
base_du_med_01	25.05.2017 12:38	3D Object	489 KB
base_du_med_01	25.05.2017 13:00	3D Object	489 KB
mandibule_du_med_01	16.05.2017 10:32	3D Object	489 KB
mandibule_du_med_01	16.05.2017 10:32	3D Object	487 KB
maxilla_med_01	16.05.2017 10:32	3D Object	1 432 KB
os lacrimale_du_med_01	26.05.2017 10:00	3D Object	391 KB
os occipitale_med_01	26.05.2017 10:00	3D Object	377 KB
os parietale_du_med_01	26.05.2017 10:00	3D Object	1 514 KB
os parietale_med_01	26.05.2017 10:00	3D Object	377 KB
os parietale_med_01	26.05.2017 10:01	3D Object	245 KB
os parietale_med_02	26.05.2017 10:01	3D Object	242 KB
os parietale_med_03	26.05.2017 10:01	3D Object	489 KB
os temporale_du_med_01	26.05.2017 10:01	3D Object	1 510 KB
os temporale_med_01	26.05.2017 10:01	3D Object	1 312 KB
os zygomaticum_du_med_01	26.05.2017 10:01	3D Object	353 KB
os zygomaticum_med_01	26.05.2017 10:01	3D Object	388 KB
os zygomaticum_med_01	26.05.2017 10:02	3D Object	375 KB
tr_2_A.avi	11.06.2017 11:00	Scalpel 360	42 960 KB
tr_3_A.avi	28.07.2017 13:51	Scalpel 360	35 382 KB
tr_3_A.avi	11.06.2017 10:12	Scalpel 360	39 567 KB



Záznam zkoumaných objektů

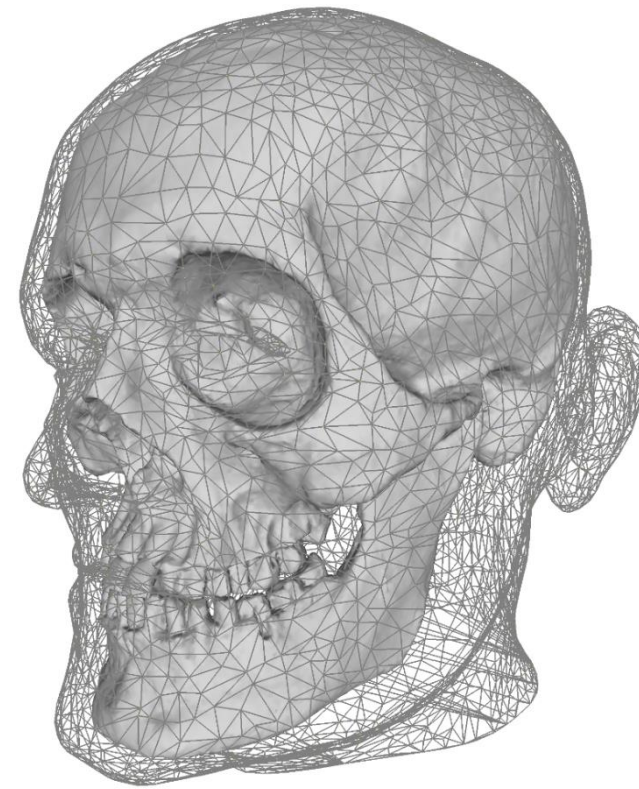
Neexistuje jediná metoda, vhodná pro všechny typy objektů a zaznamenávající všechny složky jejich podoby!!!



barevná informace



vnější tvar



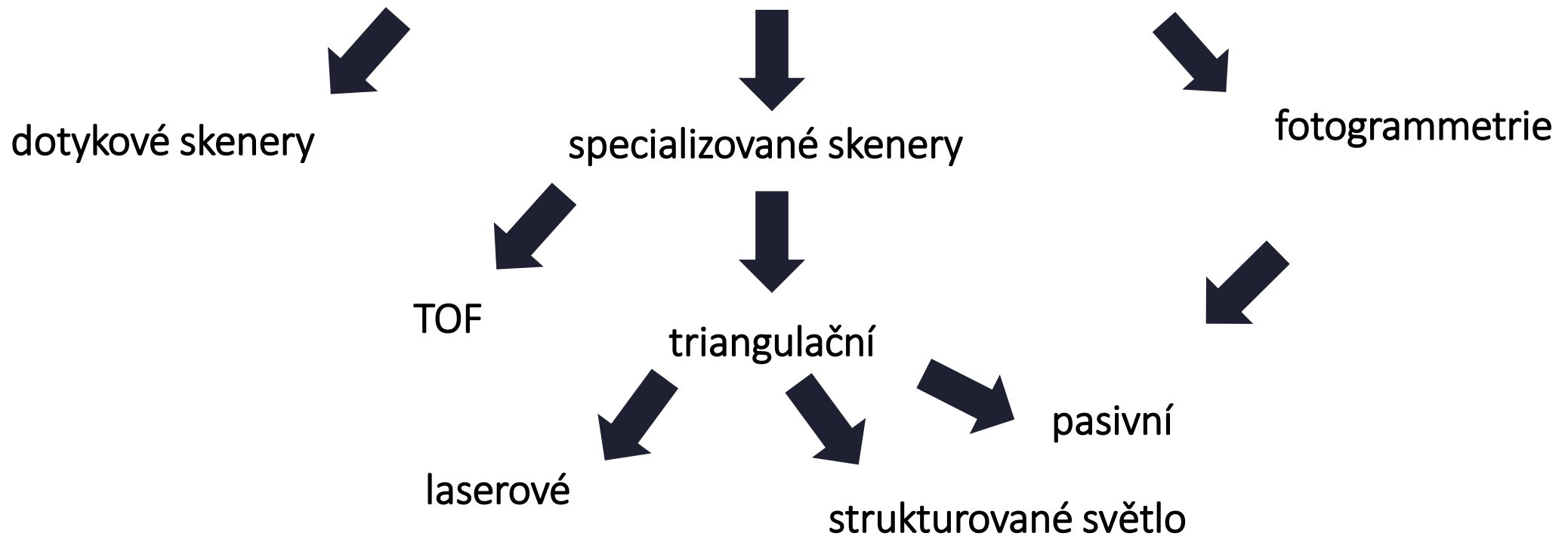
vnitřní struktura

povrchové skenery a fotogrammetrie

objemové snímání (CT a MRI)

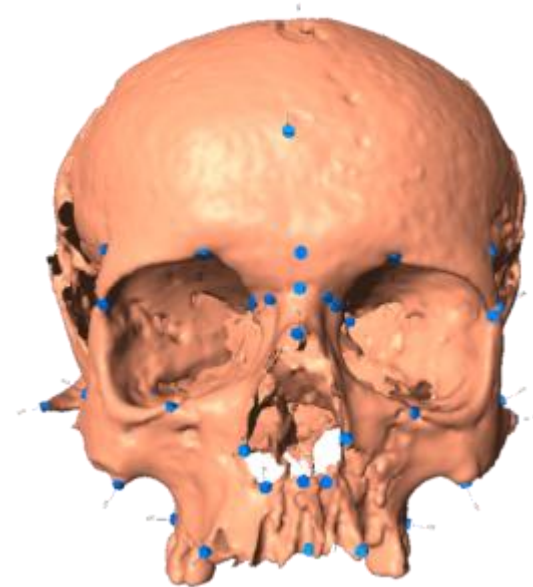
Povrchové skenování

- omezeno na povrch objektů
- primárním výstupem **jsou přímo 3D modely**
- přesnost a rozlišení skenerů jsou dány technickými možnostmi použitých přístrojů - až setiny mm



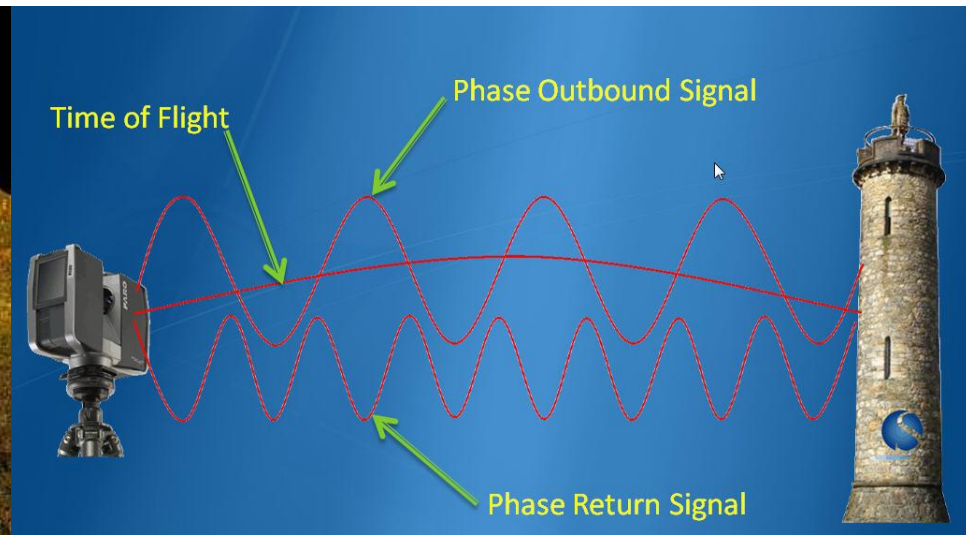
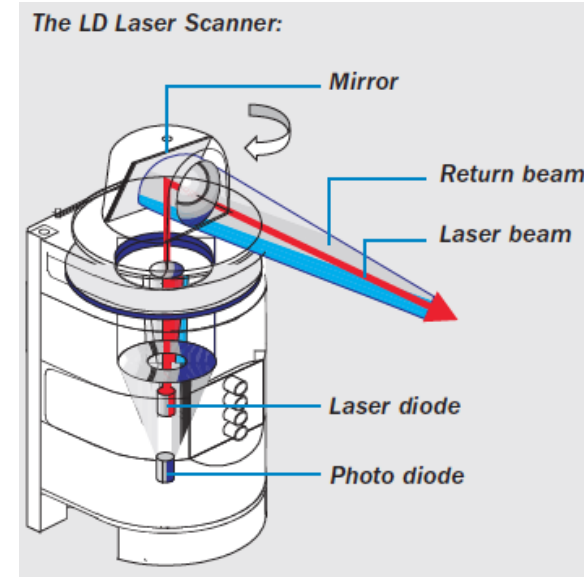
Povrchové snímání – kontaktní skenery

- efektivní metoda pro záznam prostorové polohy **diskrétních bodů** a **křivek** na principu fyzického kontaktu
- přesný záznam malého objemu dat
- použitelné na všechny pevné materiály
- pro snímání živých osob pomalé



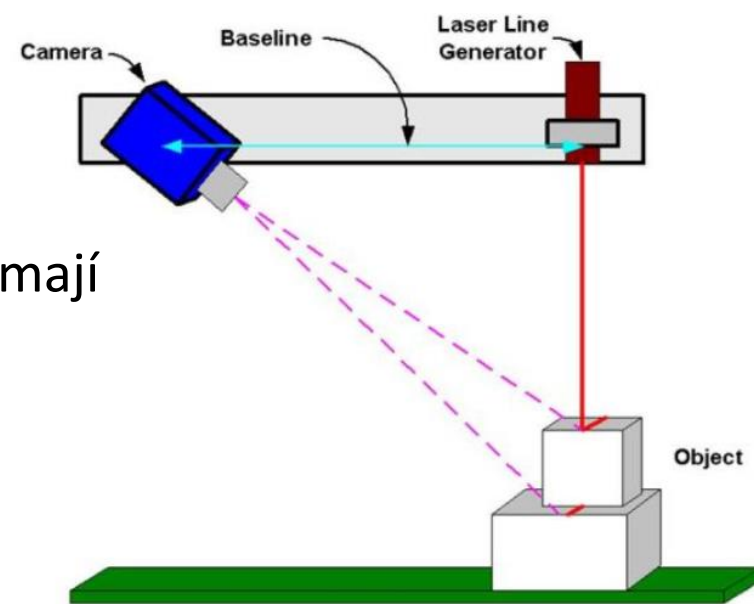
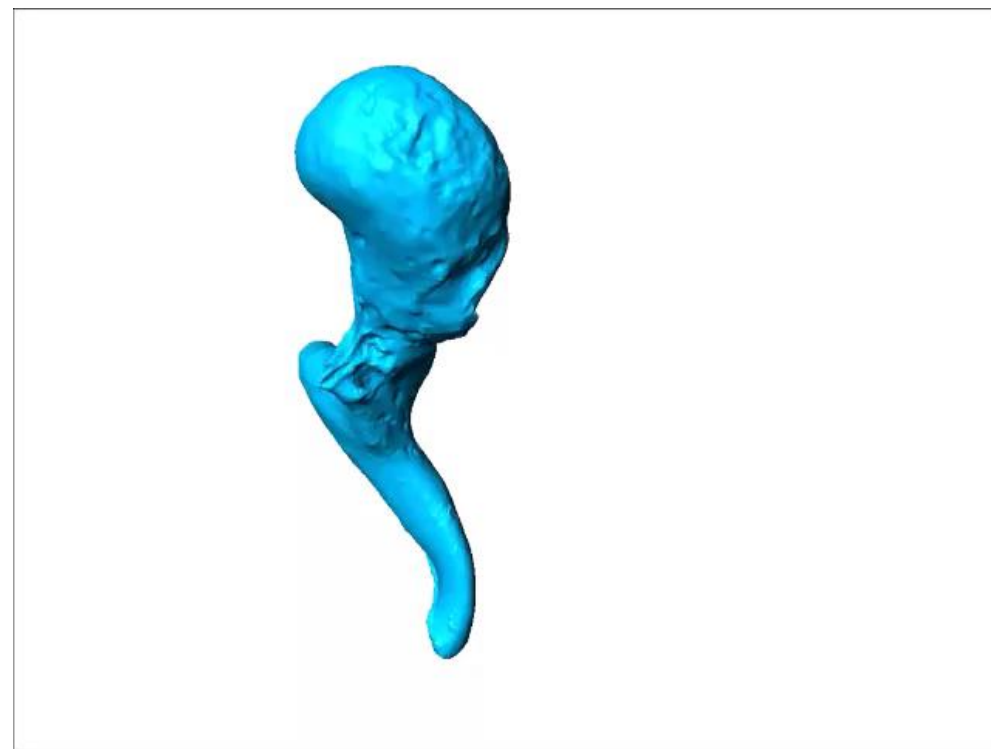
Povrchové snímání – TOF a fázové skenery

- měří scénu na základě doby letu laserového paprsku od skeneru k cíli nebo změny jeho fáze během této cesty
- používáno pro větší scény (archeologie, památky)
- pro kosterní pozůstatky **nevhodné** – designováno především pro účely mimolaboratorní 3D dokumentace



Povrchové snímání – aktivní triangulační skenery

- z jednoho bodu promítají **jednu** či **více linií** a z druhého bodu snímají deformaci jejich obrazu na povrchu objektu
- rozlišení až v řádu setin mm
- záznam zpravidla v řádu jednotek či desítek sekund
- v Lamorfě skener NextEngine



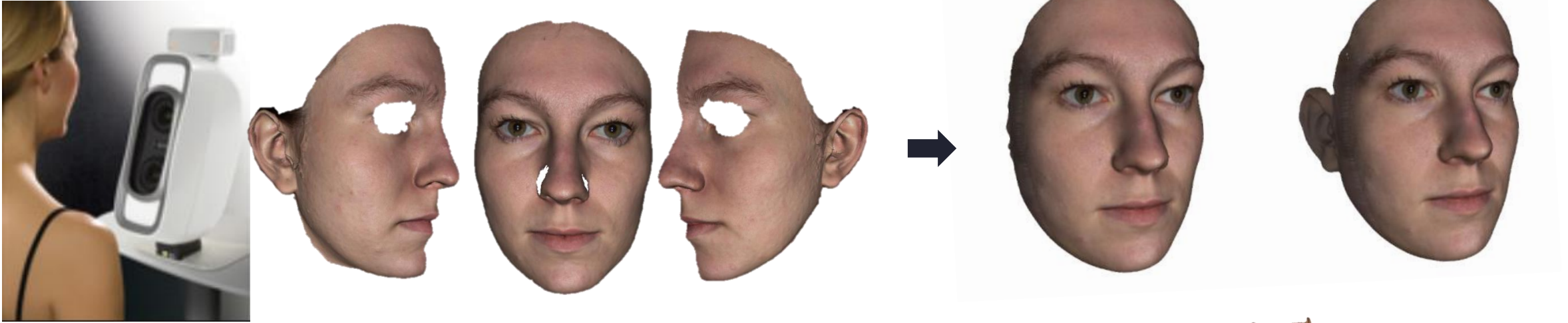
Snímání živých lidí – pasivní/optické skenery

- triangulují prostorové souřadnice z dvou a více snímků, pořízených synchronizovanými kamerami z různých úhlů
- rozpoznávají specifické prvky na fotografiích, ztotožňují je a z rozdílů v jejich vzájemné pozici na jednotlivých snímcích počítají jejich 3D souřadnice
- velmi rychlé, designováno především na snímání živého člověka



Povrchové snímání – pasivní/optické skenery

- o obličejová verze

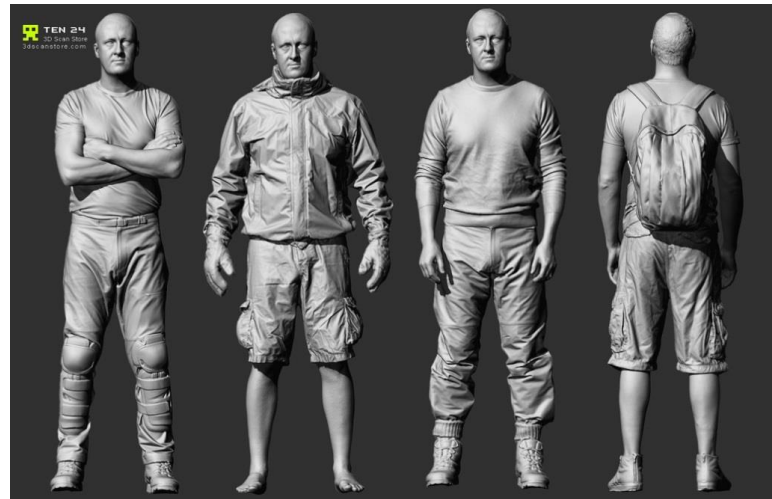
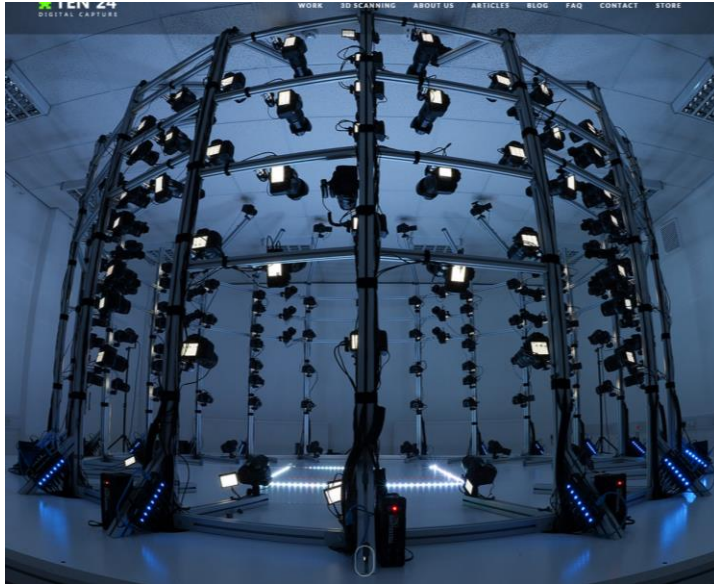


- o mobilní verze – Vectra H1



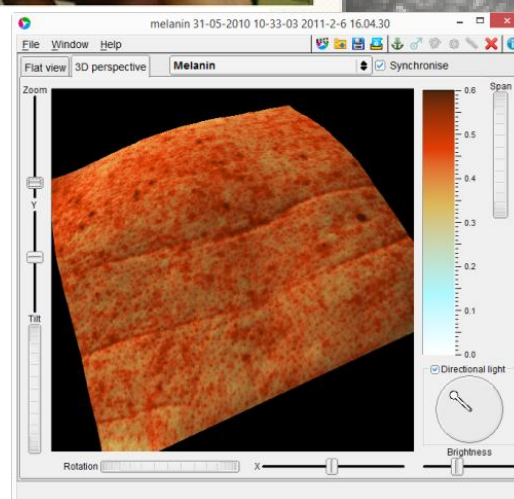
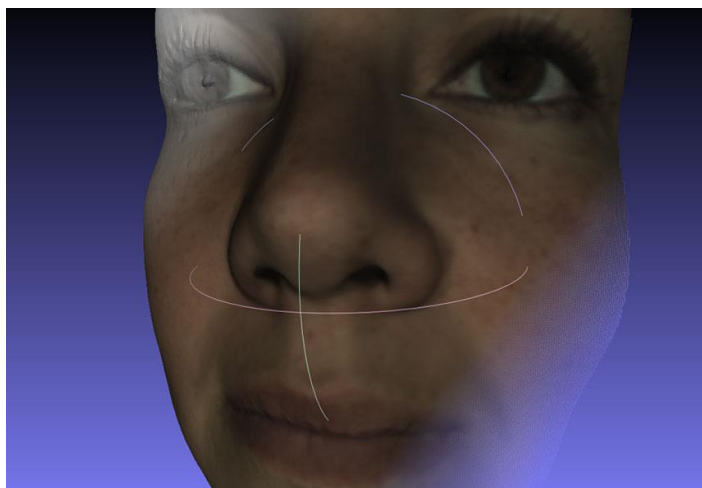
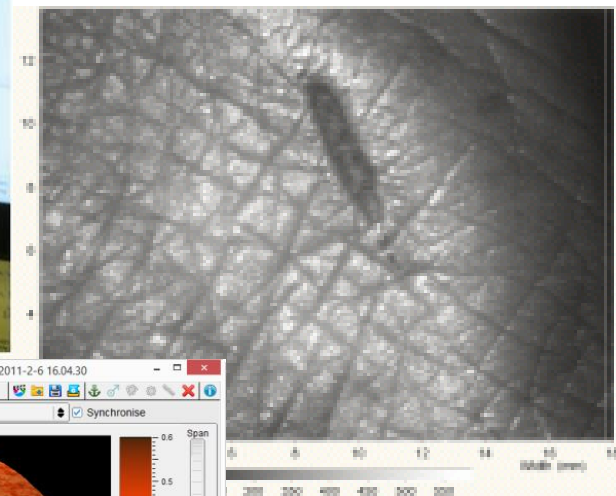
Povrchové snímání – pasivní/optické skenery

- soustavy synchronizovaných fotoaparátů



Povrchové snímání – pasivní/optické skenery

- přístroje konstruované pro snímání omezených oblastí povrchu těla

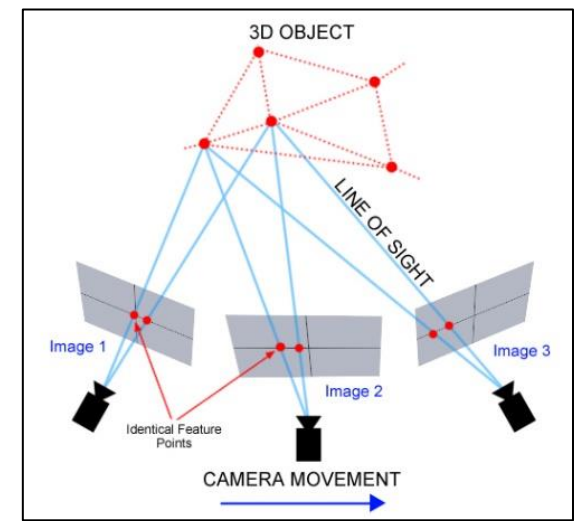


Povrchové snímání – fotogrammetrie

- generování 3D dat ze série fotografií pořízených fotoaparátem z různých úhlů

Software

- rozezná stejné prvky na různých fotografiích
- na základě vzájemné polohy bodů na různých snímcích uspořádá fotografie v prostoru
- trianguluje trojrozměrnou podobu zaznamenaného, včetně barevné informace



+ desítky dalších



Objemové snímání

- metody zaznamenávají rozložení hmoty ve snímaném objemu
- záznam **vnitřní struktury, vnější podoby, ale ne barevnosti**
- **produktem nejsou 3D digitální modely, ale objemový záznam**
- relativně velké a finančně náročné (umístění, personál atd.)

výpočetní tomografie



magnetická rezonance

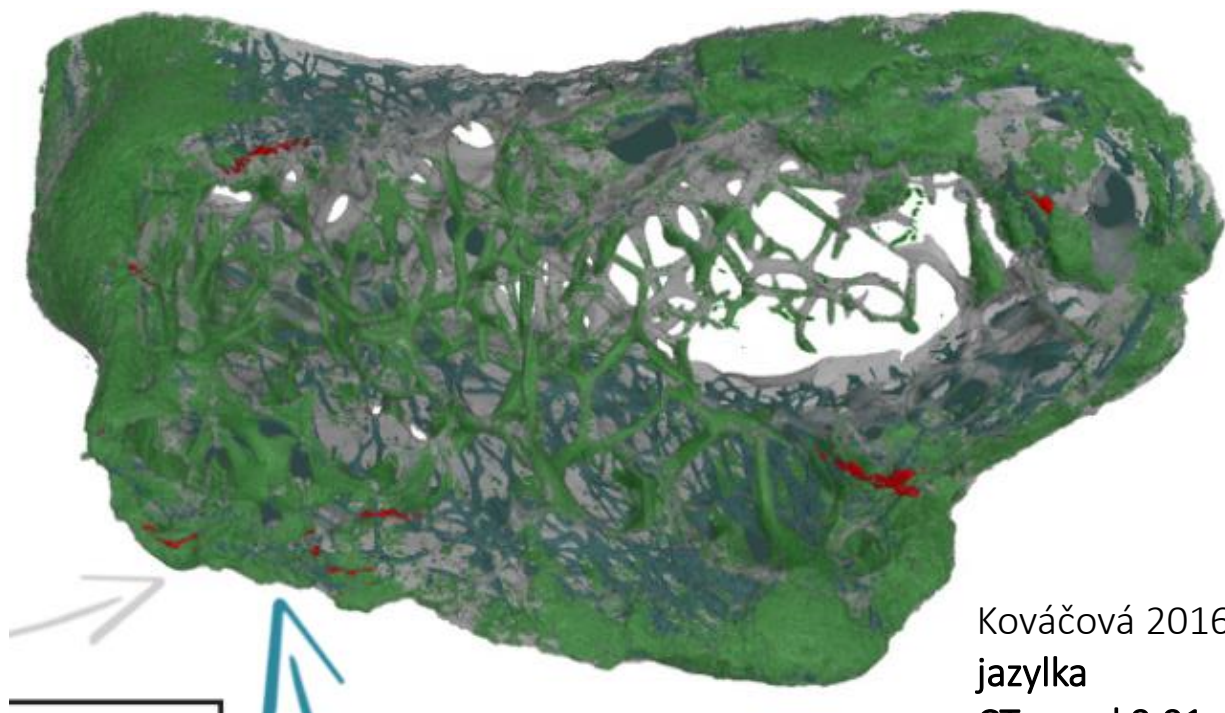


snímání řezů modelem

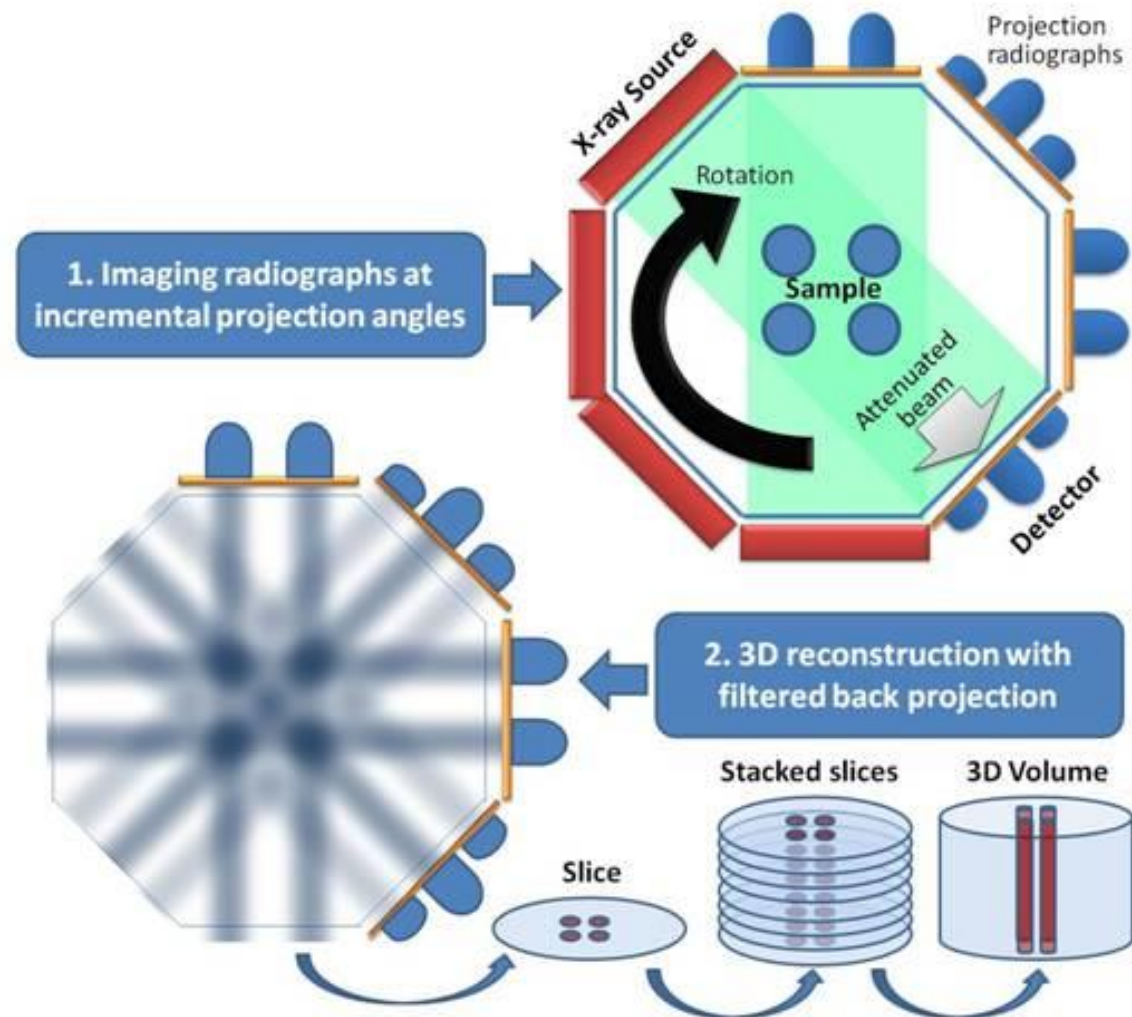


Objemový záznam - výpočetní tomografie

- měří pracovní pole pomocí rtg paprsků – **ionizující a potenciálně nebezpečné**
- běžné lékařské přístroje rozlišení do ca 0,35 mm, specializované uCT a nanoCT až do desetin mikrometru



Kováčová 2016
jazyka
CT, voxel 0,01mm



Objemový záznam - výpočetní tomografie



Kosterní antropologie

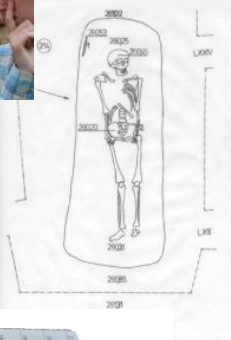
Analýza vývoje, morfologie a funkce kosterní soustavy, její variability a **vztahu mezi morfologií, biologickými vlastnostmi organismu a vnějšími faktory**

- studium biologické variability (růstu, vývoje a funkce) a života minulých populací prostřednictvím kosterního materiálu
- odhad biologických charakteristik původce pozůstatků, identifikace, rekonstrukce příčin a okolností smrti a tafonomické historie pozůstatků (forenzní a historická antropologie)

Dokumentace místa nálezu a vyzvednutí



Očištění (macerace)

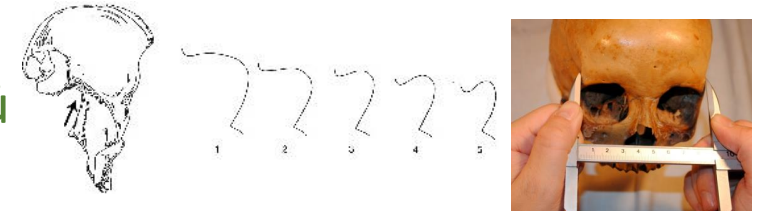


Dokumentace



Analýza

Tvorba výstupů

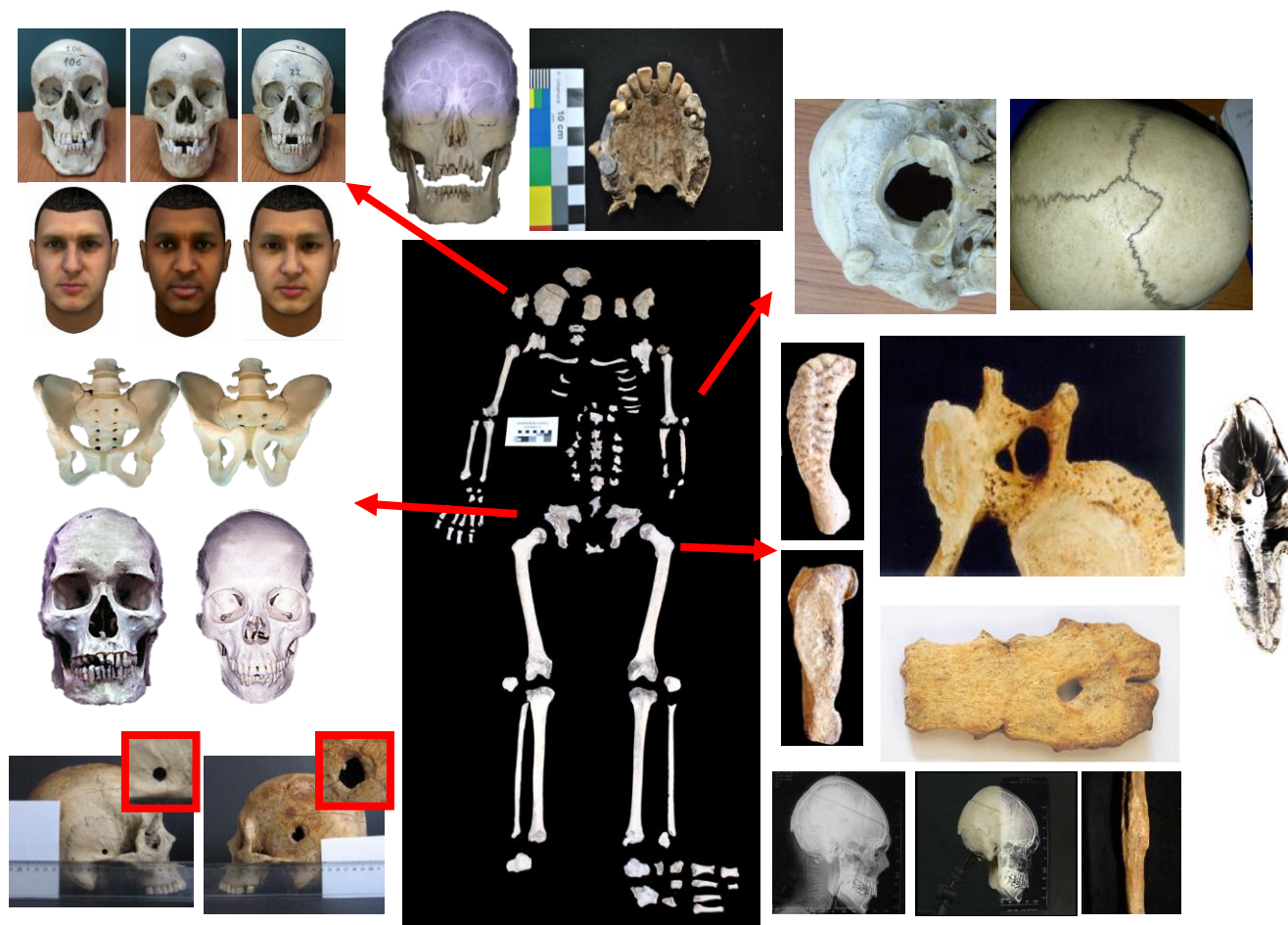


Uložení (pohřbení, tvorba sbírek, repatriace)



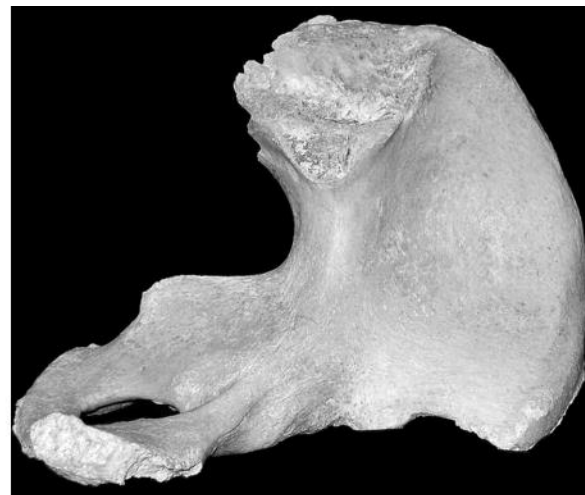
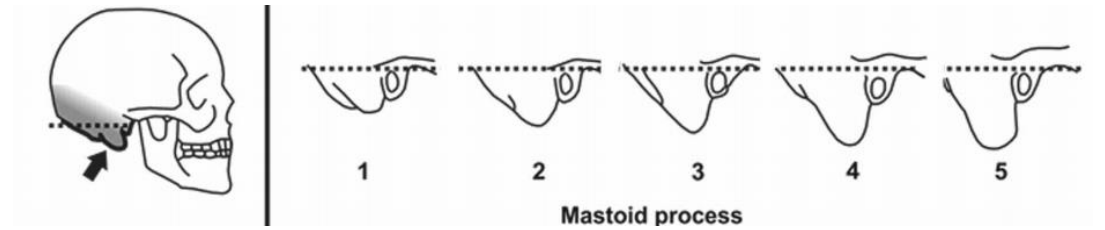
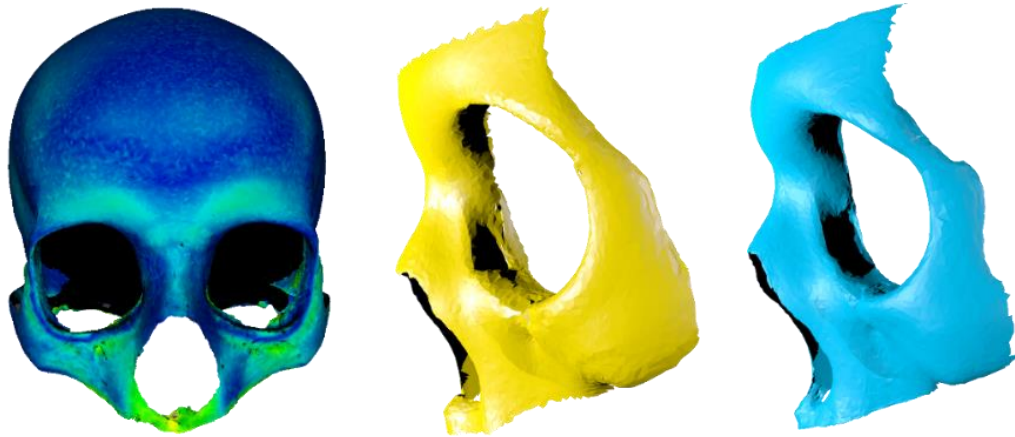
Kosterní antropologie

Antropologické zpracování a identifikace kosterních pozůstatků



Kosterní antropologie

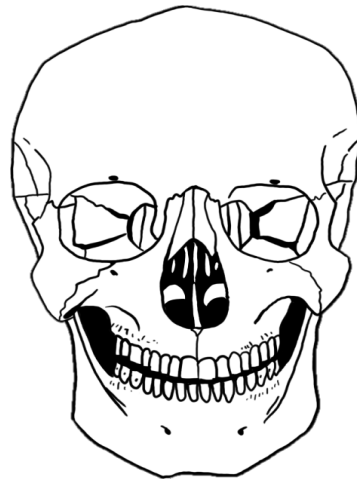
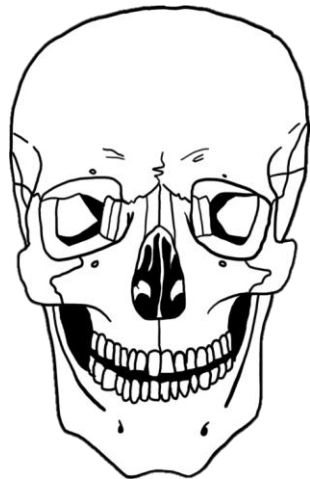
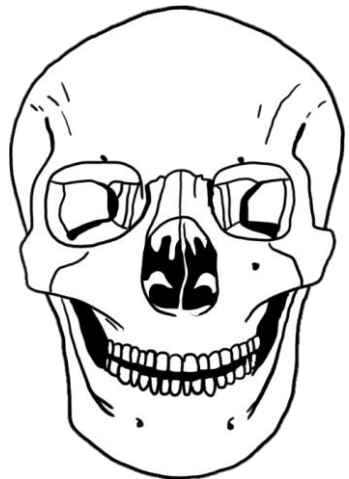
Odhad pohlaví a pohlavní dimorfismus



Kosterní antropologie

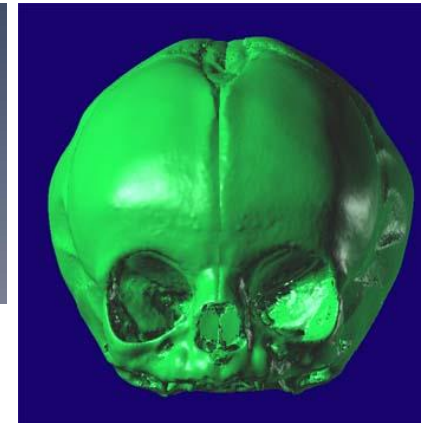
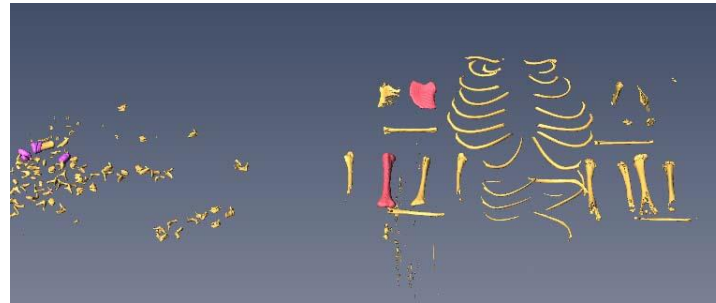
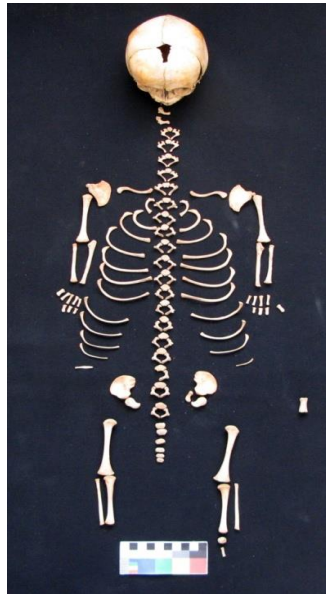
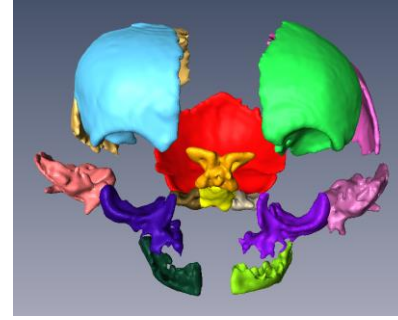
Odhad etnického původu

a odhad věku



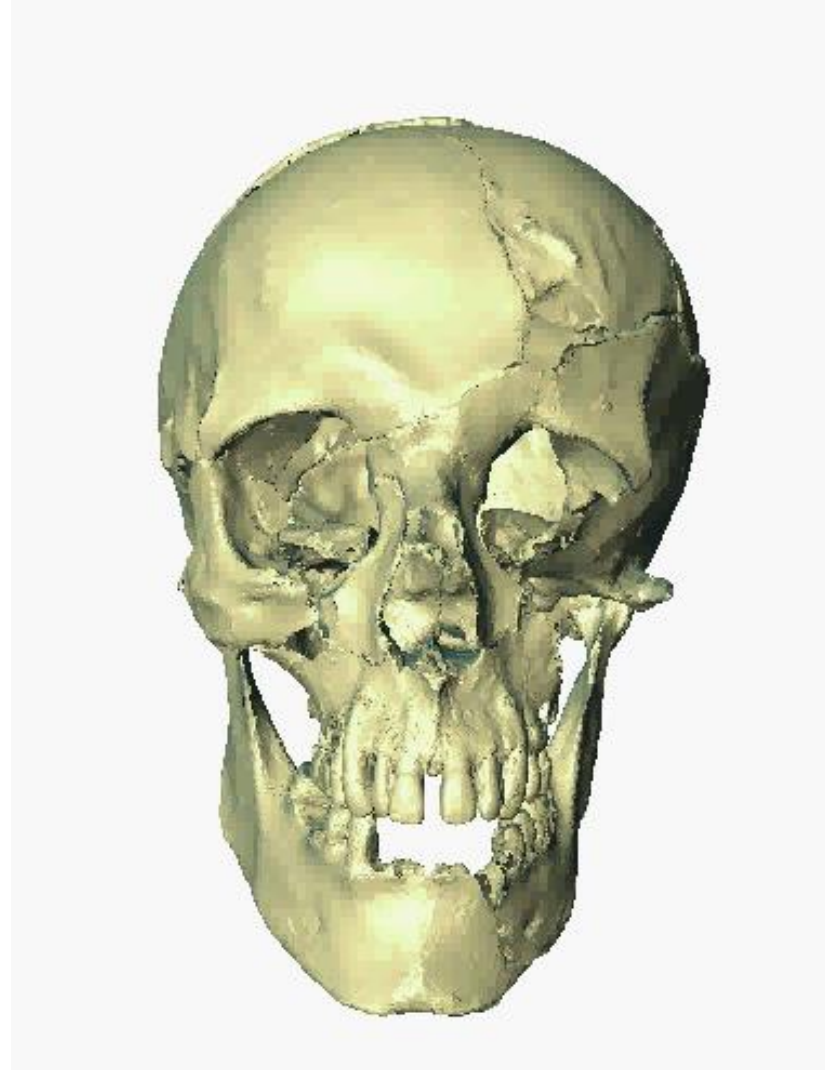
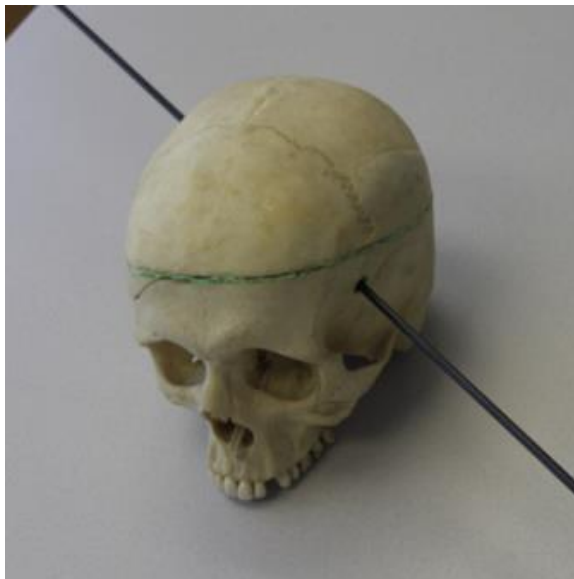
Kosterní antropologie

Studium ontogeneze lidské kostry



Kosterní antropologie

Výzkum biomechaniky kosti a mechanismu vzniku pre-, peri- a post-mortem poškození



Antropologie živého člověka

Analýza vývoje, funkce a variability těla a jeho dynamiky v širším měřítku

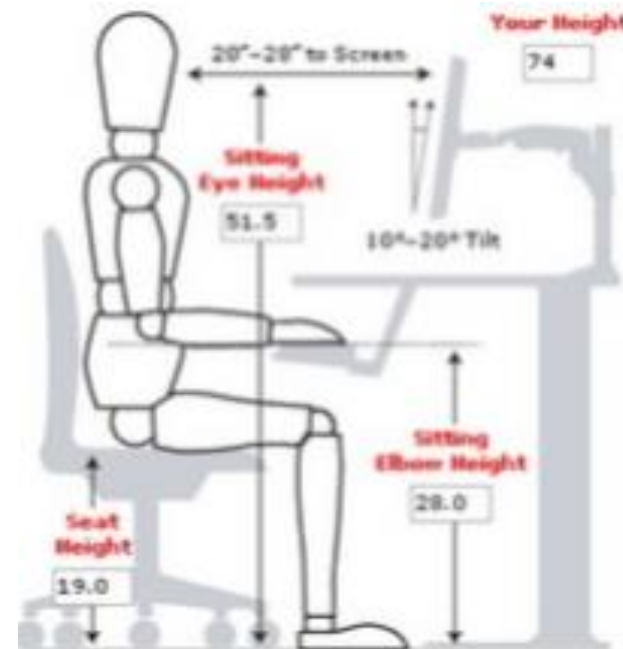
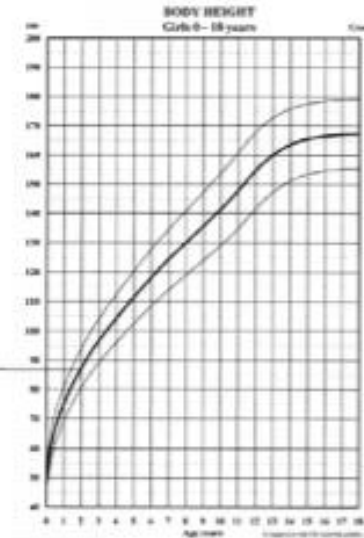
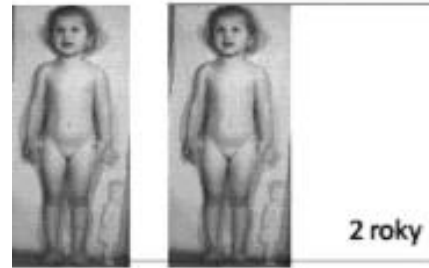
kinantropologie – vztah mezi účelově zaměřeným lidským pohybem a člověkem jako biosociálním subjektem

vývojová antropologie

hodnocení výživového stavu

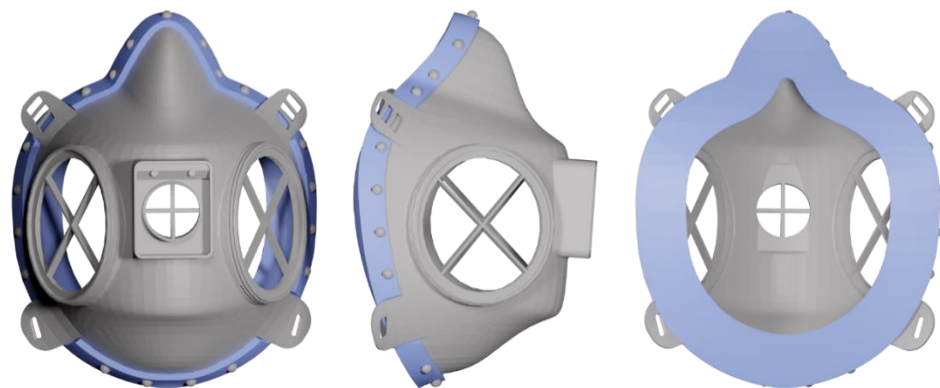
ergonomie

dermatoglyfika

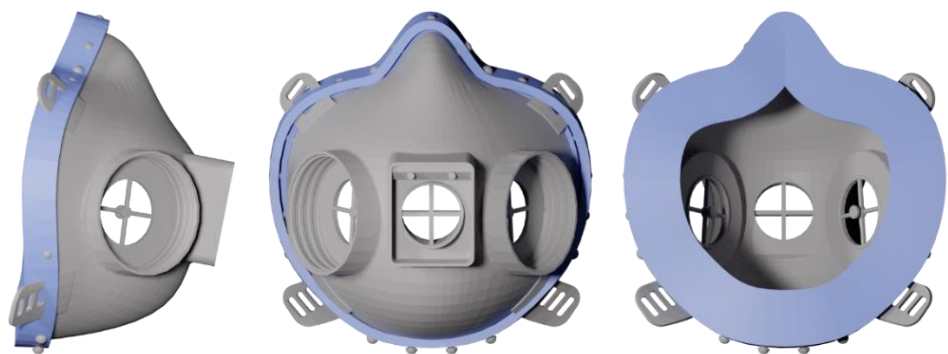


Antropologie živého člověka

Návrh ochranných pomůcek a jejich testování



RP94-3D pro dospělé osoby



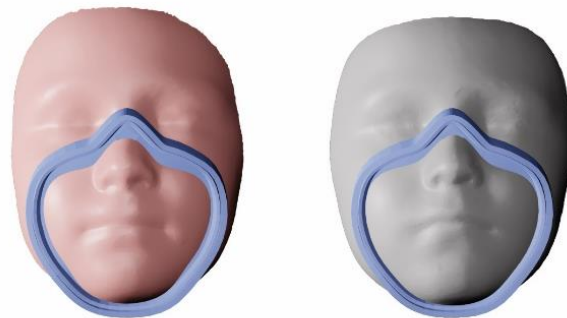
RP94-3D pro nedospělé osoby

Databáze 3D obličejů fidentis

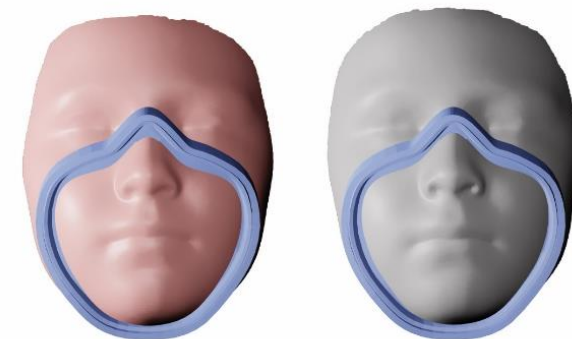


populační průměry pro optimalizaci tvaru respirátoru

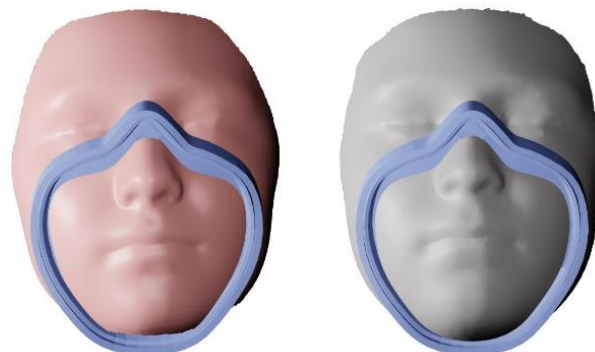
<110



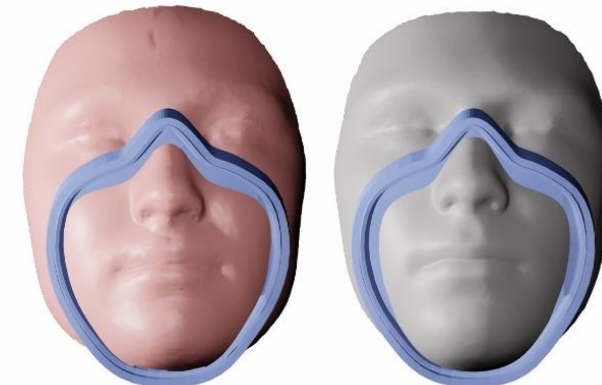
110–120



120–135



>135



Fotogrammetrie jako metoda pro 3D dokumentaci

Počátky (1999) - **poloautomatická** aplikace
Photomodeler (v současnosti 1145 \$)

Veškerá geometrie výsledného modelu je editována ručně
Výstupem jsou jednoduché modely, vhodné například k
měření

Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

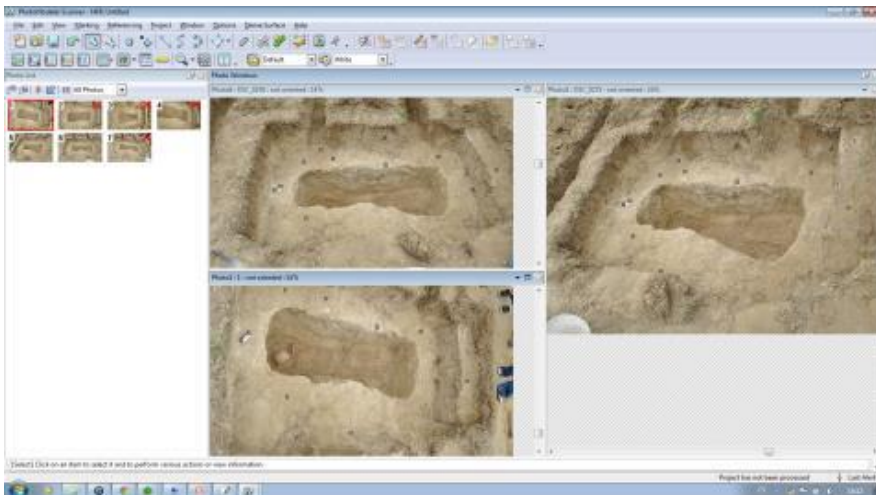
Očištění (macerace)

Dokumentace

Analýza

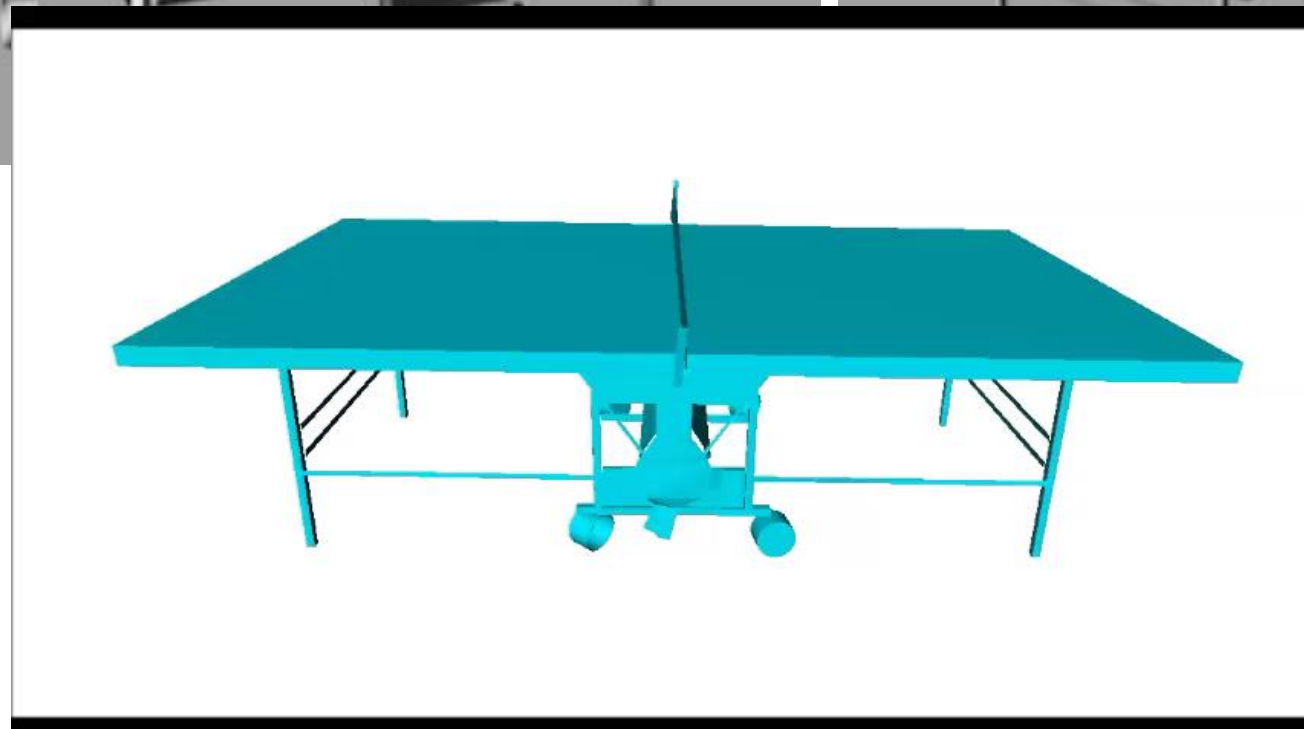
Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)



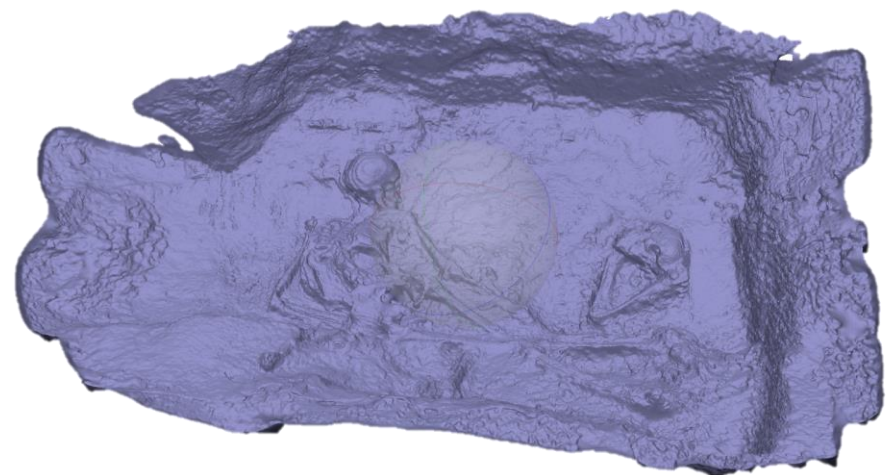
Fotogrammetrie jako metoda pro 3D dokumentaci nálezové situace

Ping-pongový stůl – 649 polygonů (ca stejný počet minut)



Fotogrammetrie jako metoda pro 3D dokumentaci nálezové situace

- + vysoce flexibilní metoda povrchového skenování
- + minimální finanční náročnost



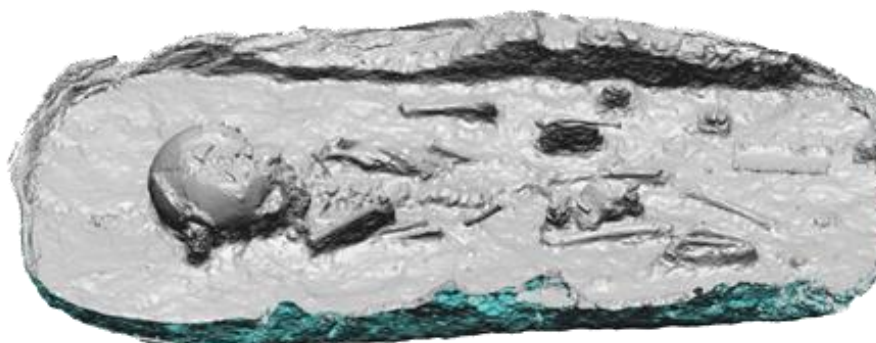
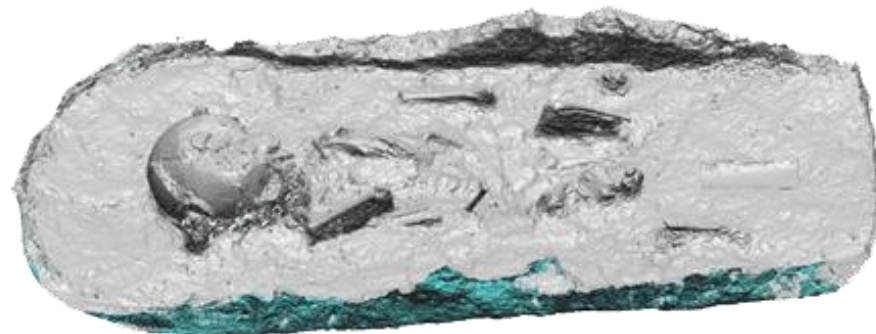
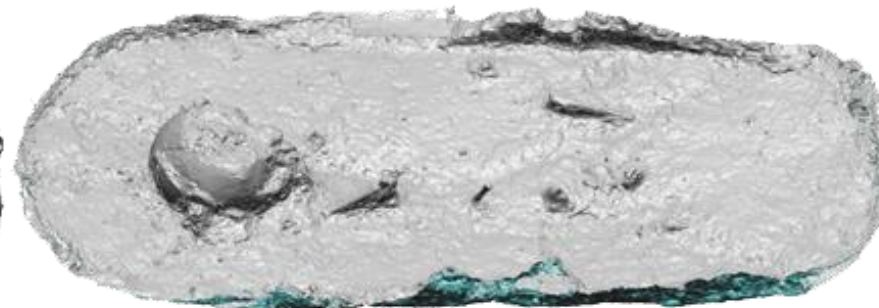
Dobronín (okres Jihlava)

Masový hrob obětí poválečného násilí z 19. května 1945

Fotogrammetrie jako metoda pro 3D dokumentaci nálezové situace

Dětkovice

Jednotlivé fáze odkryvu dětského hrobu



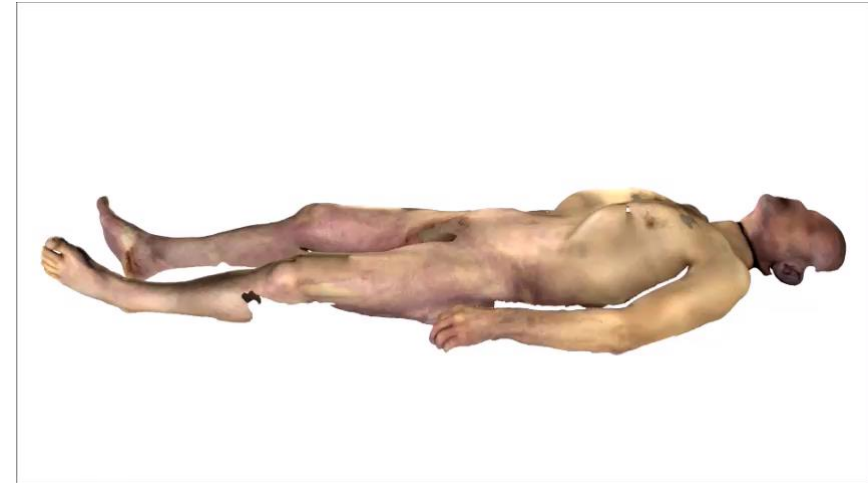
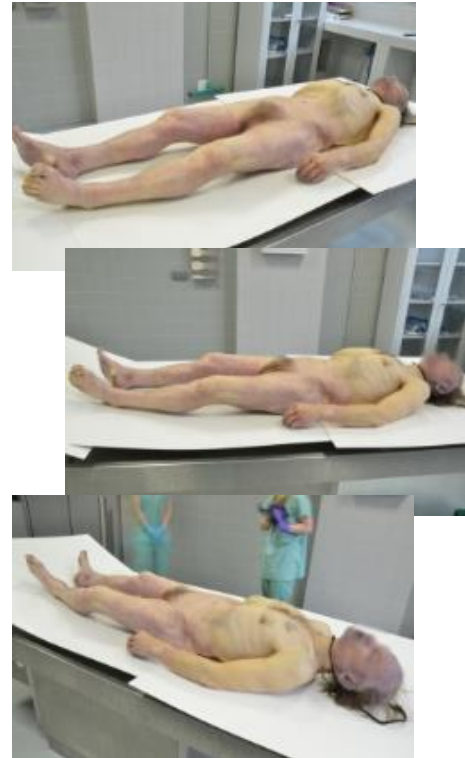
Fotogrammetrie jako metoda pro 3D dokumentaci nálezové situace

Dokumentace nálezové situace v širším kontextu s pomocí UAV – možnost snadno modelovat nálezy v kontextu širšího okolí (přístupové cesty atd.)



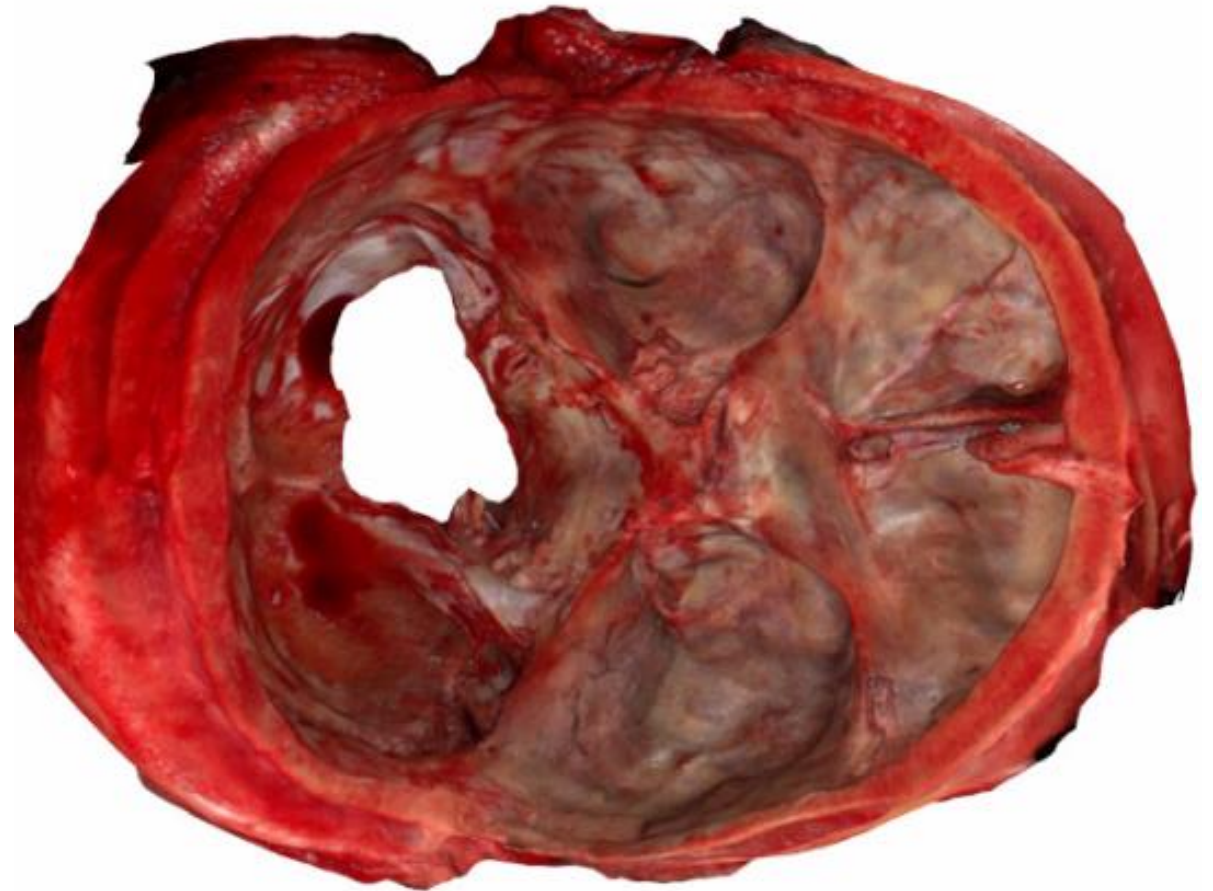
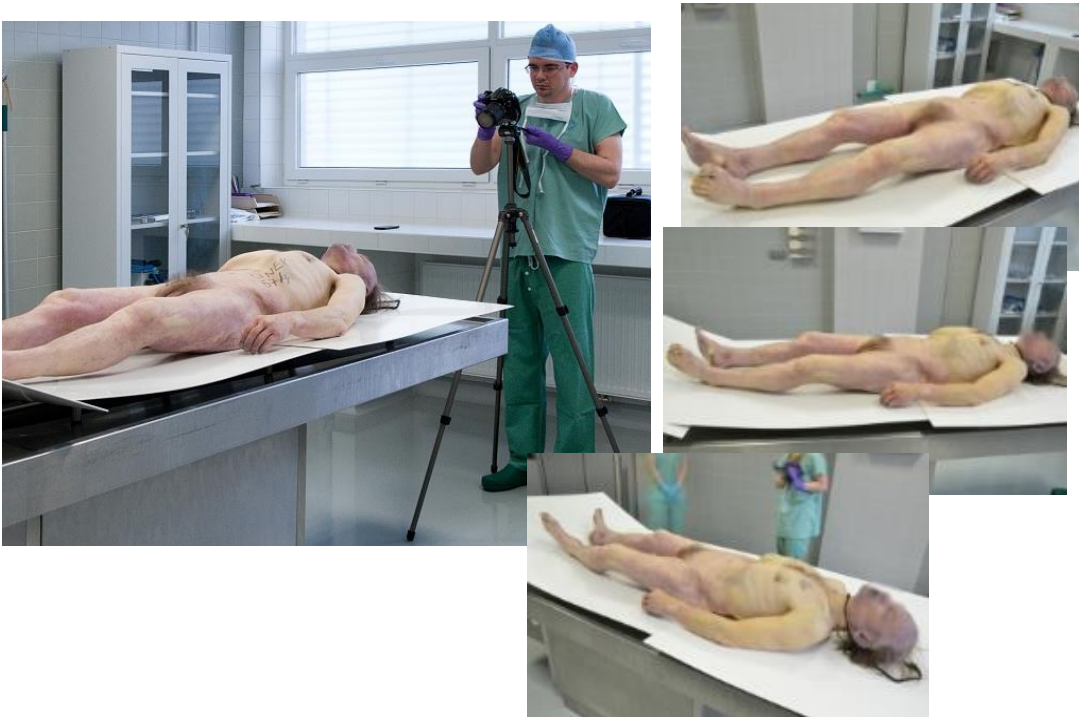
Fotogrammetrie jako metoda pro 3D dokumentace těl v soudním lékařství

- dokumentace povrchové morfologie a barevnosti
- problémy se záznamem ochlupených částí a vnitřních struktur



Fotogrammetrie jako metoda pro 3D dokumentace těl v soudním lékařství

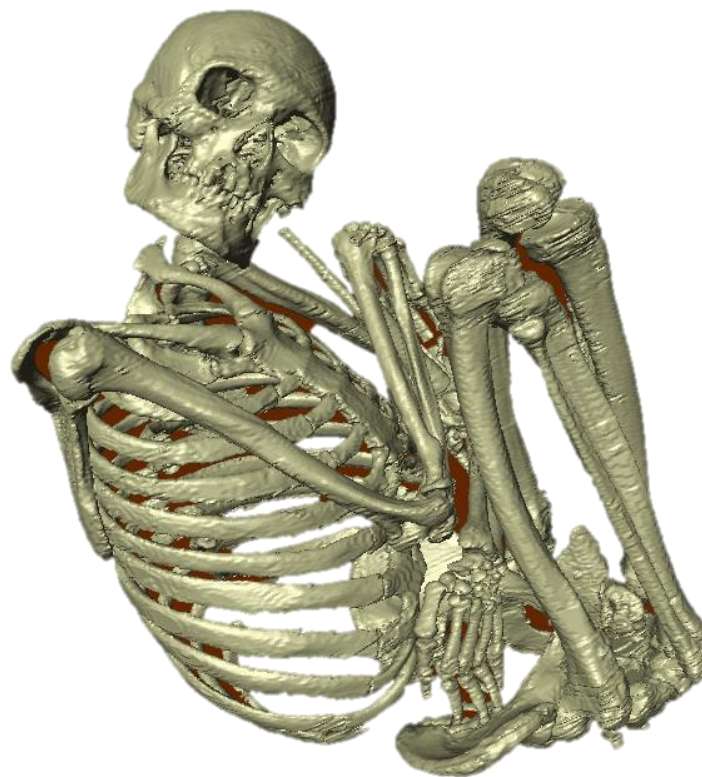
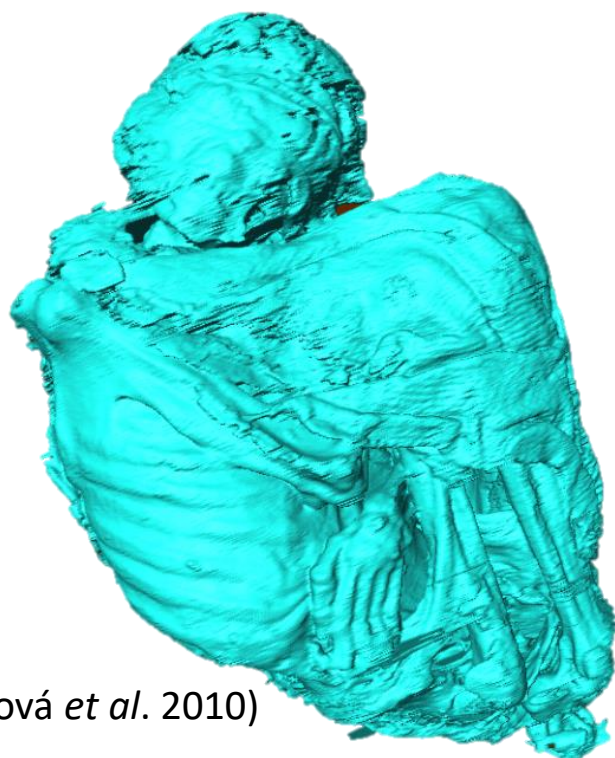
- dokumentace povrchové morfologie a barevnosti
- problémy se záznamem ochlupených částí a vnitřních struktur



Lékařské zobrazovací přístroje jako alternativa macerace

CT a MRI mohou zpřístupnit podobu kostí krytých měkkými tkáněmi (živé osoby, neskeletonizované pozůstatky) a dalšími překážkami (rakev, beton)

Jejich použití je alternativou k časově a „organizačně“ náročné maceraci



(Urbanová *et al.* 2010)

Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

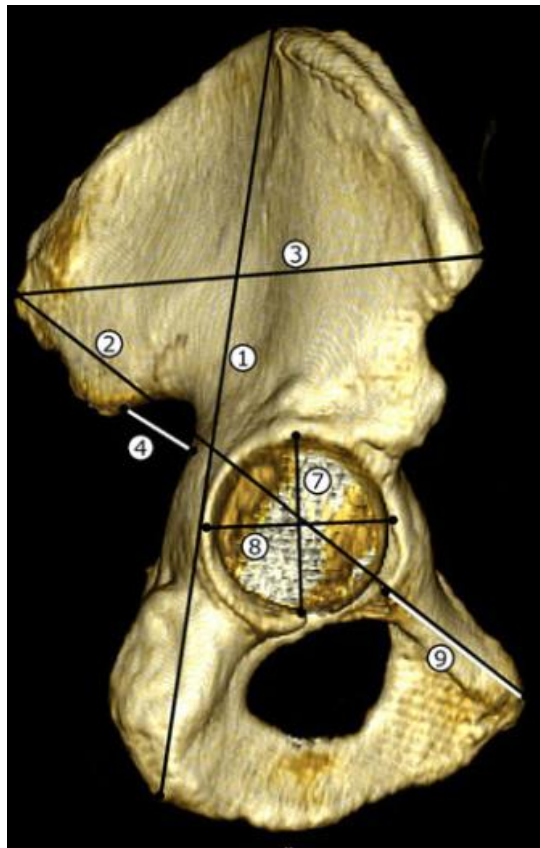
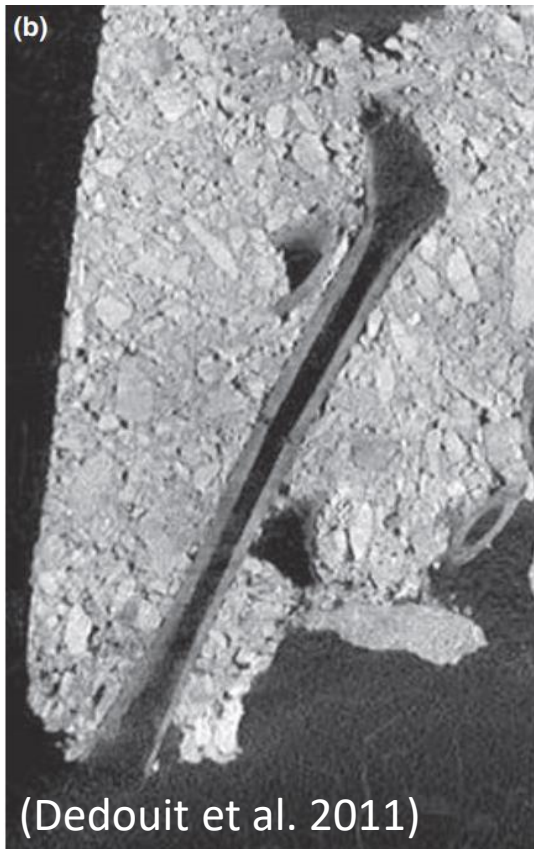
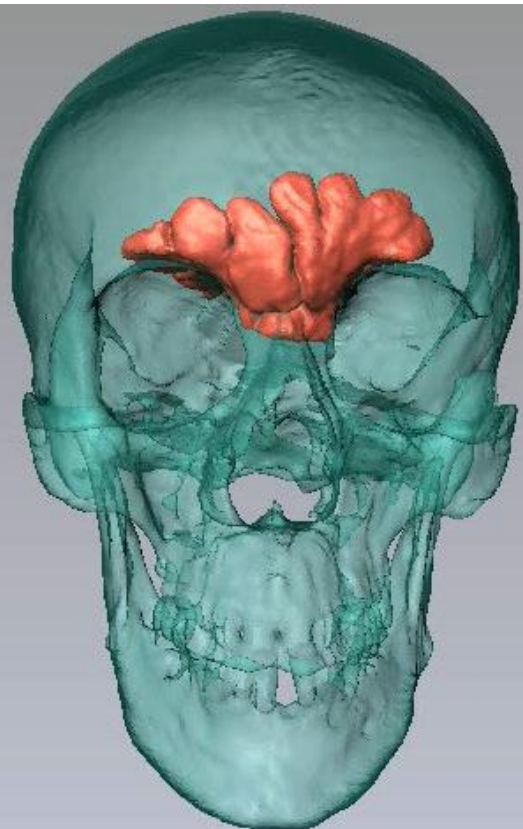
Dokumentace

Analýza

Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Lékařské zobrazovací přístroje jako alternativa macerace



Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

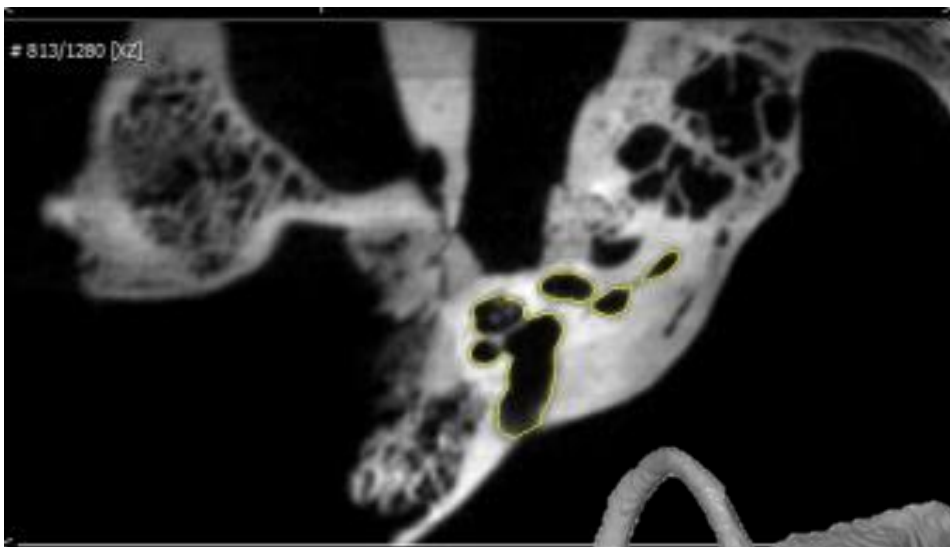
Analýza

Tvorba výstupů

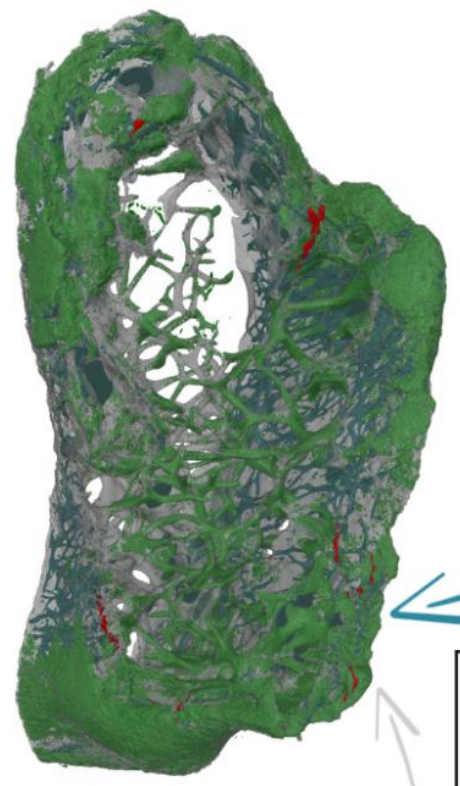
Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

3D zobrazení na mikroskopické úrovni

- CT – velmi dobrý záznam kosterních pozůstatků bez měkkých tkání a také kosterních pozůstatků krytých měkkými tkáněmi a dalšími materiály
- rozlišení až na úroveň desetin mikrometru



Kováčová 2015
Kostěný labyrint
CT, voxel 0,125mm



Kováčová 2016
Jazyk
CT, voxel 0,01mm

Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

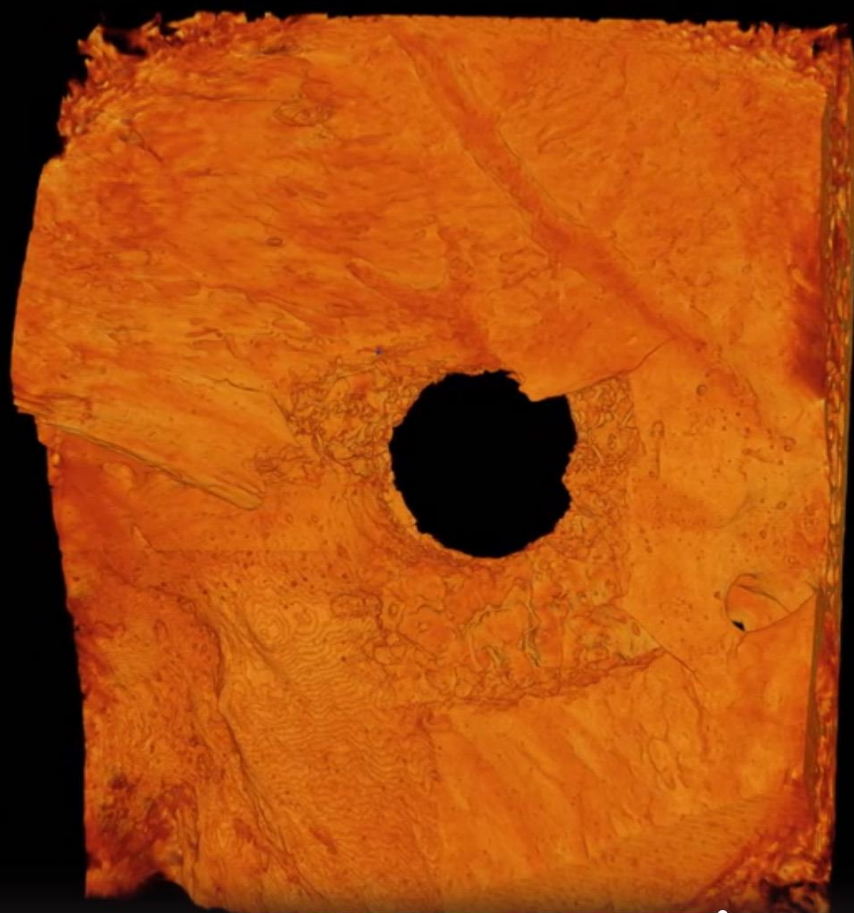
Analýza

Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

3D zobrazení na mikroskopické úrovni

- Veronika Kováčová – výzkum mikrofraktur v souvislosti se střelným poraněním kostí



Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

Analýza

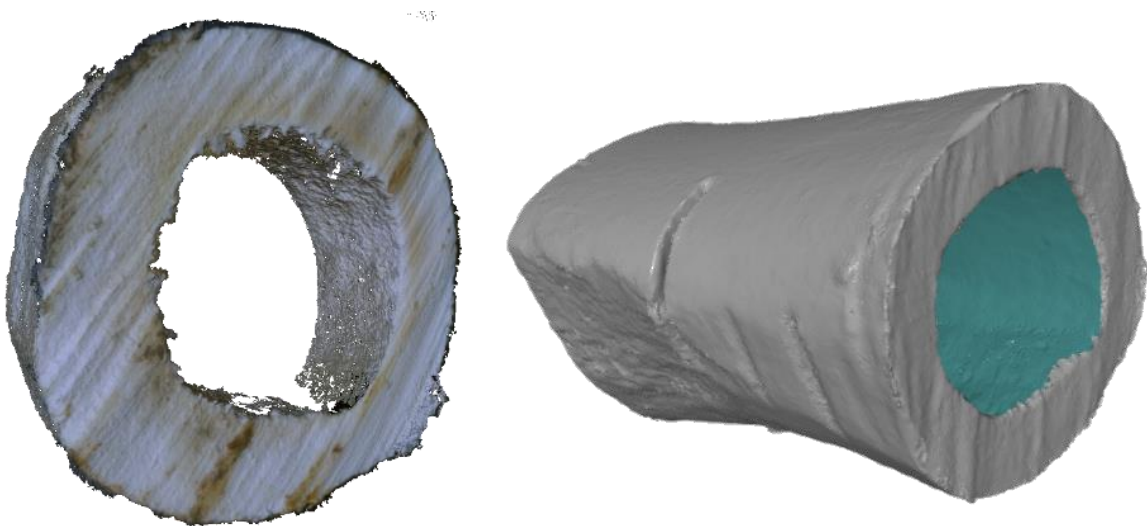
Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Normální zobrazení

3D zobrazení na mikroskopické úrovni

- velmi dobrý záznam kosterních pozůstatků bez měkkých tkání a také kosterních pozůstatků krytých měkkými tkáněmi a dalšími materiály
- rozlišení až na úroveň desetin mikrometru



Trasologické analýzy – stopy po řezných nástrojích

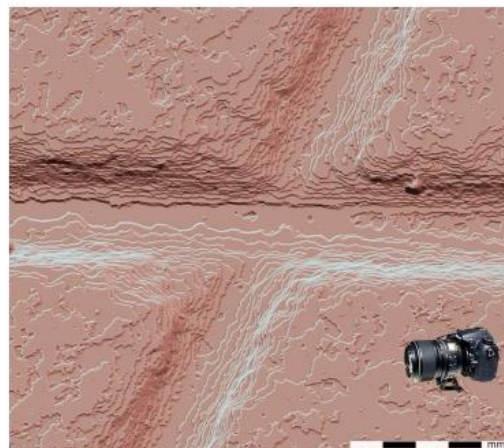
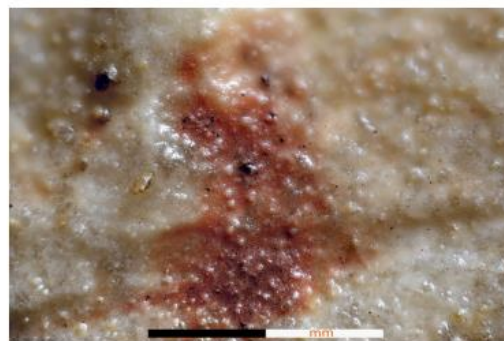


Fig. 24. The same as Fig. 23 but without the photographic texture. When the model is not smoothed, its stepped structure is visible.



(Plisson a Zotkina 2015)

Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

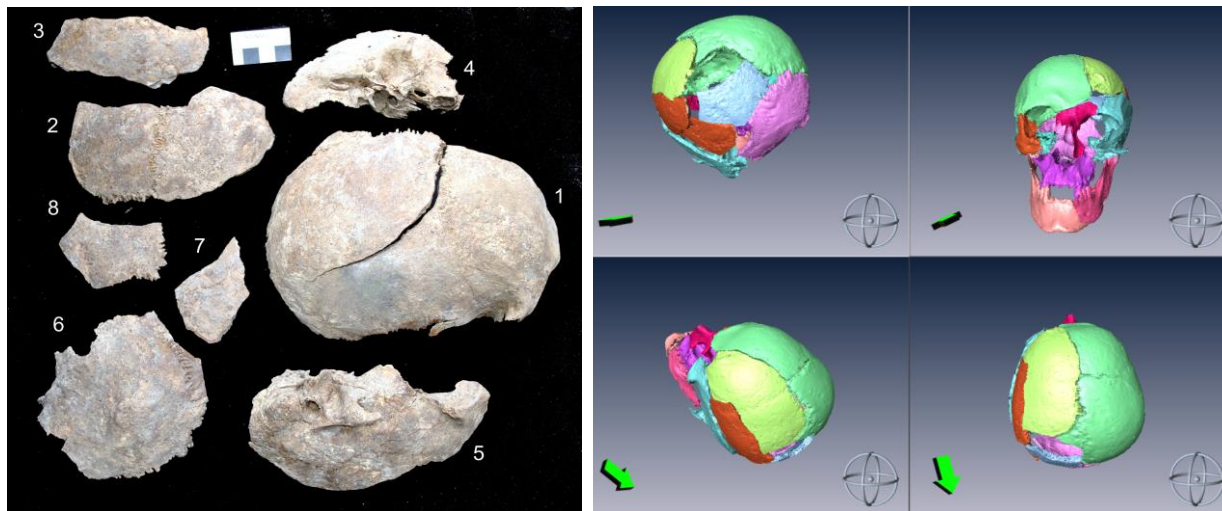
Dokumentace

Analýza

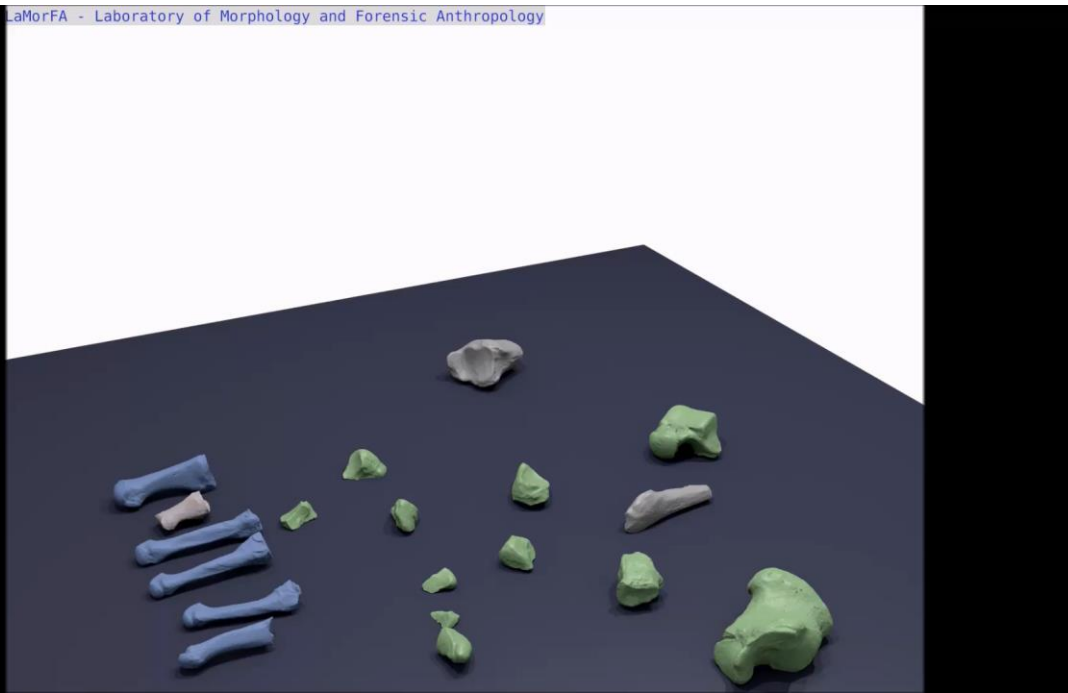
Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Restaurace fragmentárního materiálu



LaMorFA - Laboratory of Morphology and Forensic Anthropology



Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

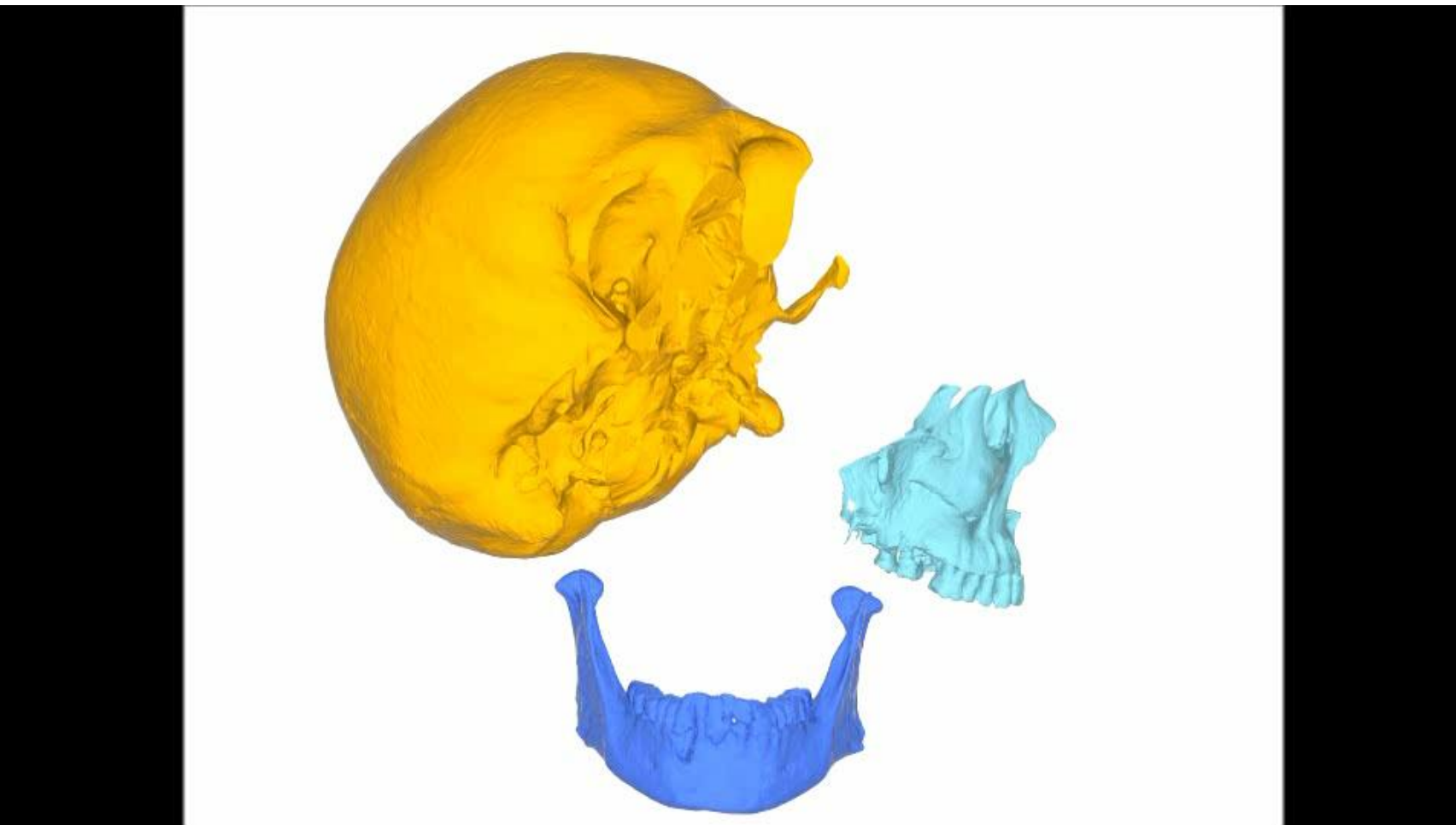
Analýza

Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Restaurace fragmentárního materiálu

Využití virtuální reality



Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

Analýza

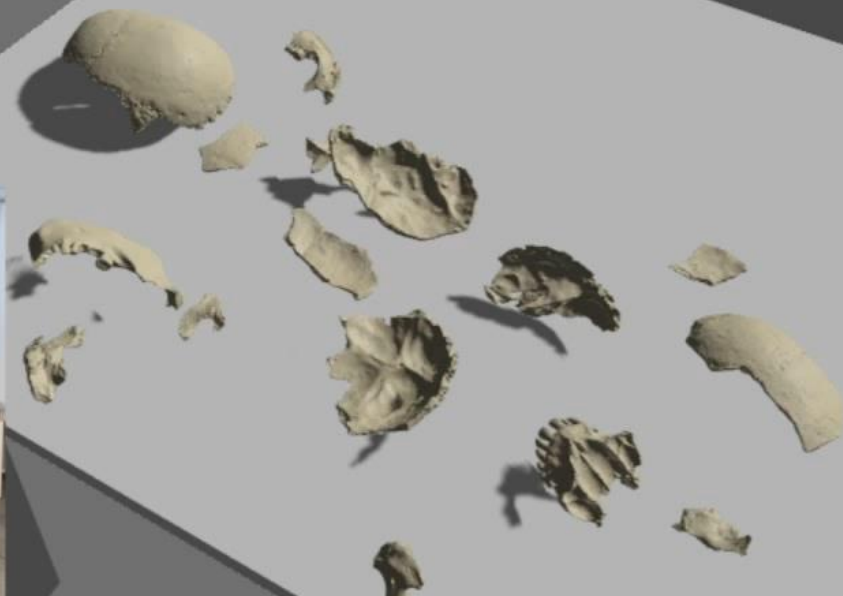
Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Restaurace fragmentárního materiálu

Využití virtuální reality

Freehand assembling



Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

Analýza

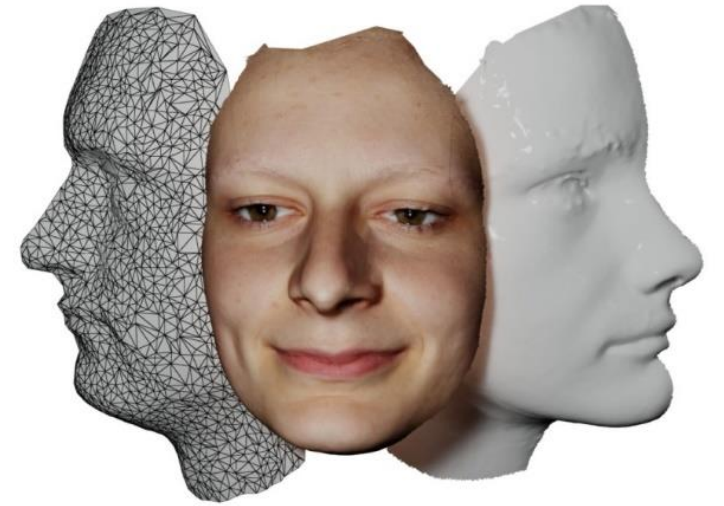
Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Statický záznam podoby živého člověka

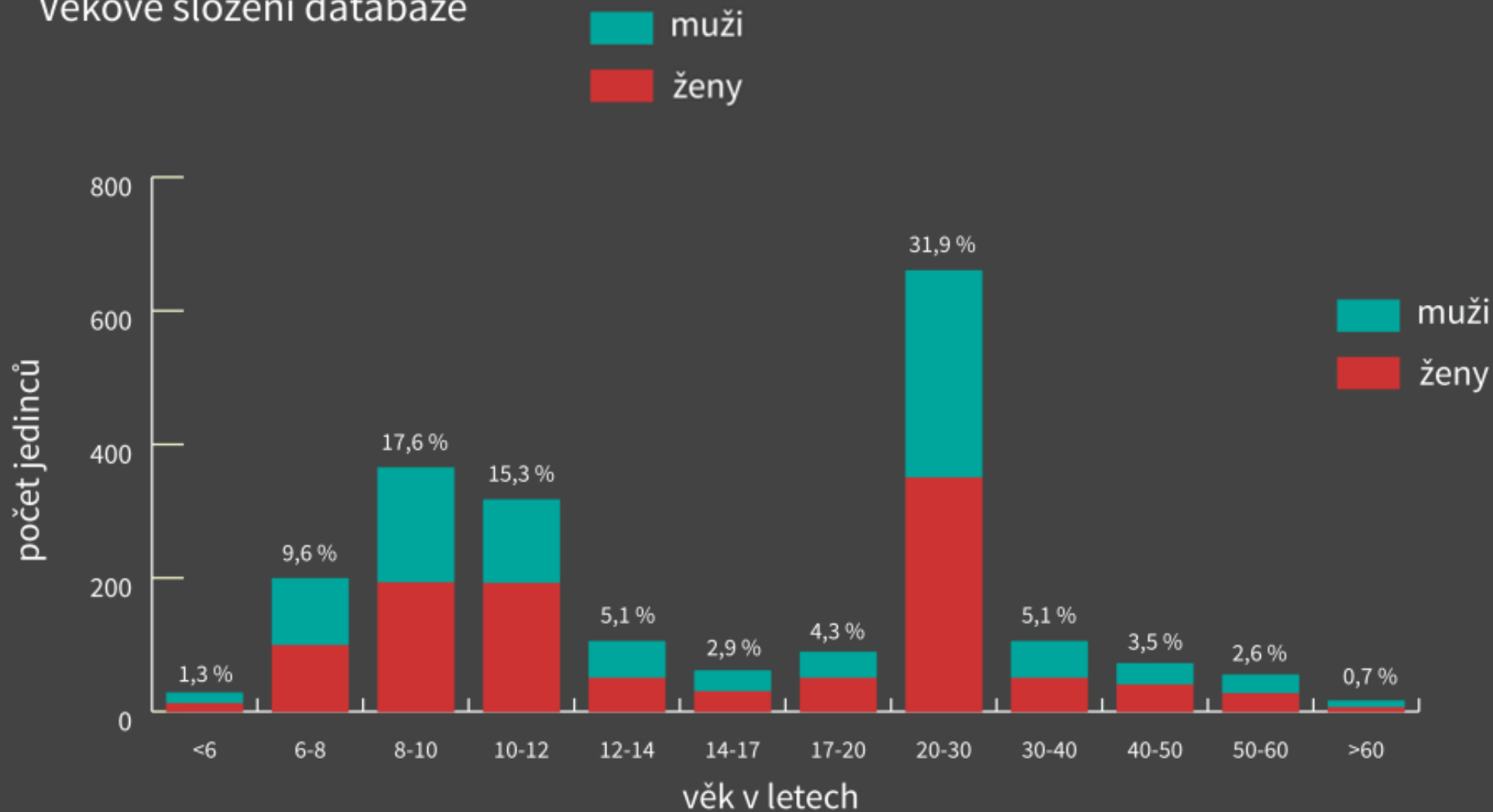
FIDENTIS databáze 3D obličejů

- tisíce 3D modelů lidských obličejů
- nasnímáno skenery Vectra v téměř fotorealistické kvalitě



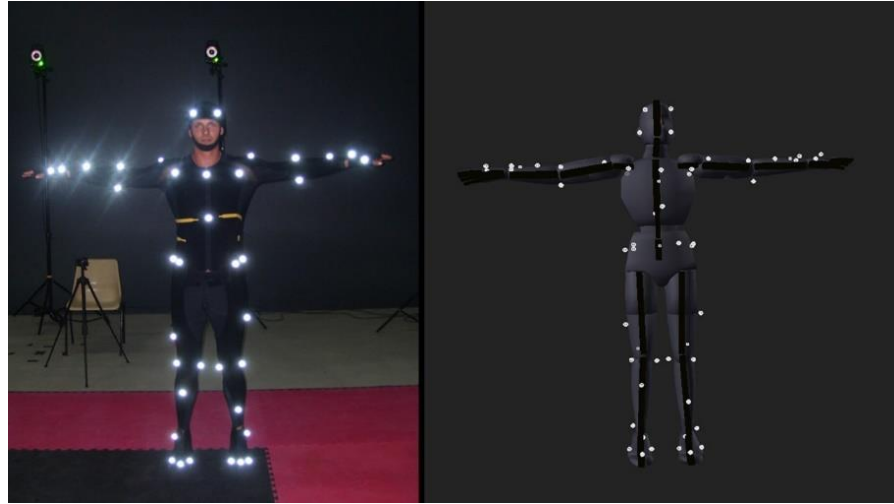
Statický záznam podoby živého člověka – FIDENTIS databáze

Věkové složení databáze

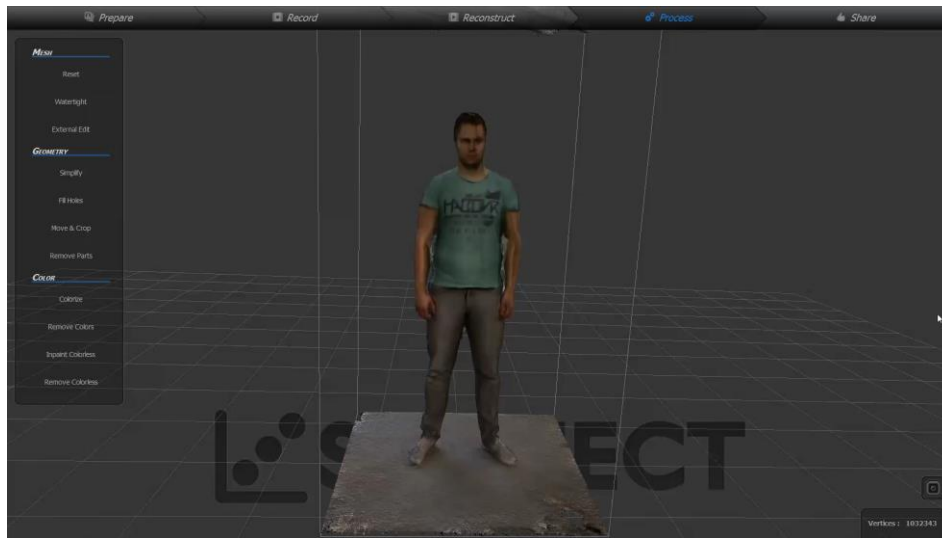


4D záznam lidského těla

Motion capture



4D záznam povrchové morfologie

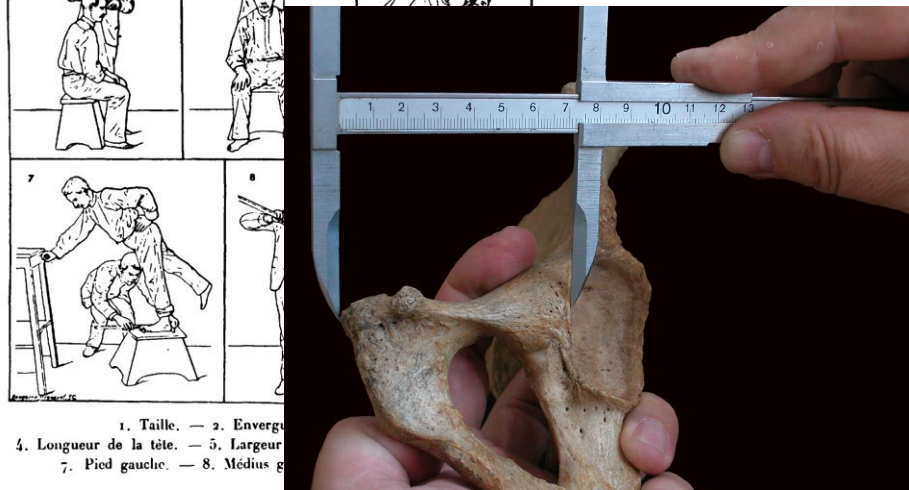
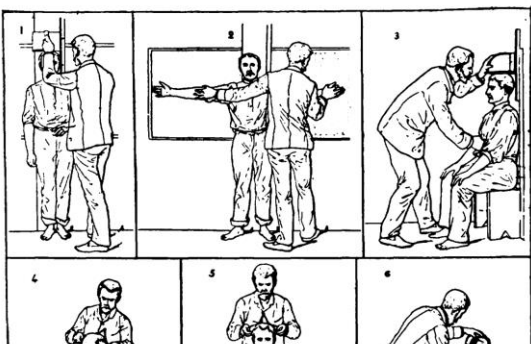


Přenesení tradičních metod do virtuálního prostředí

Metrické metody

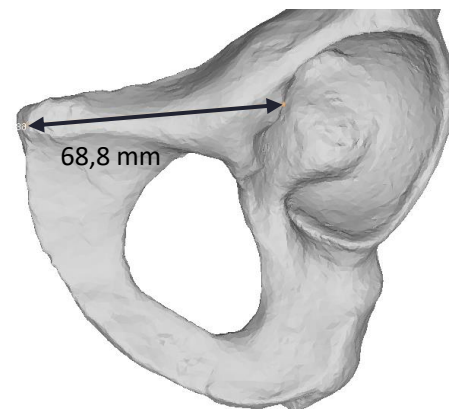
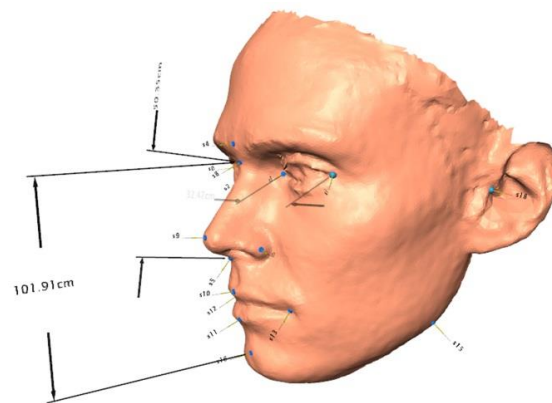
Časté chyby v důsledku odchylky od definovaného způsobu měření (definice předepisují i instrumentář), přesto použitelné

RELEVÉ DU SIGNALEMENT ANTHROPOMÉTRIQUE



1. Taille. — 2. Envergure.
4. Longueur de la tête. — 5. Largeur
7. Pied gauche. — 8. Médius g

VS.



Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

Analýza

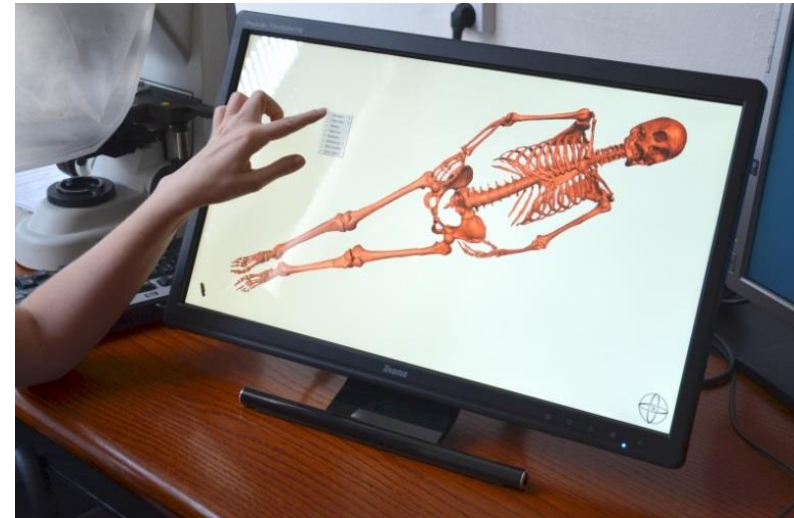
Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Přenesení tradičních metod do virtuálního prostředí

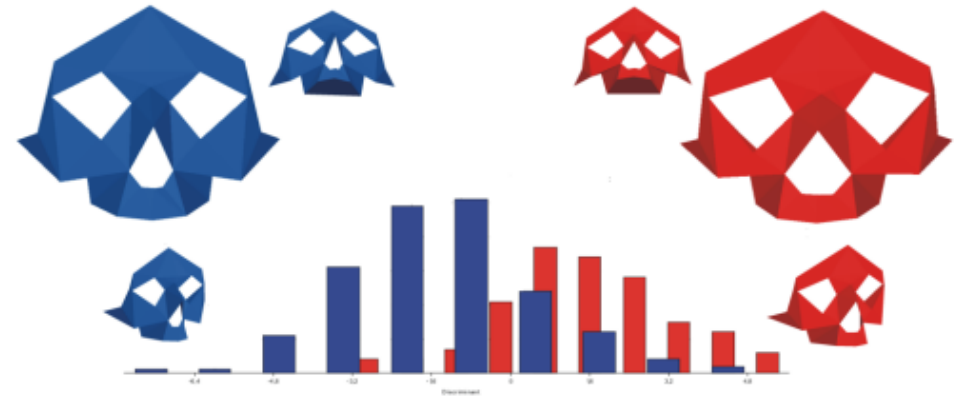
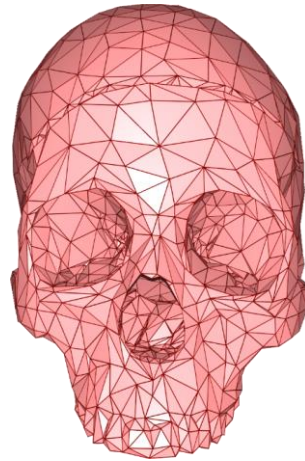
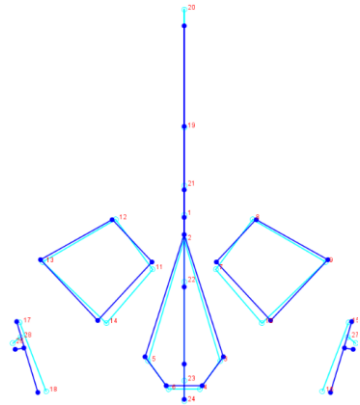
Vizuální metody

Rozhodující je zkušenost hodnotitele s prací ve virtuálním prostředí

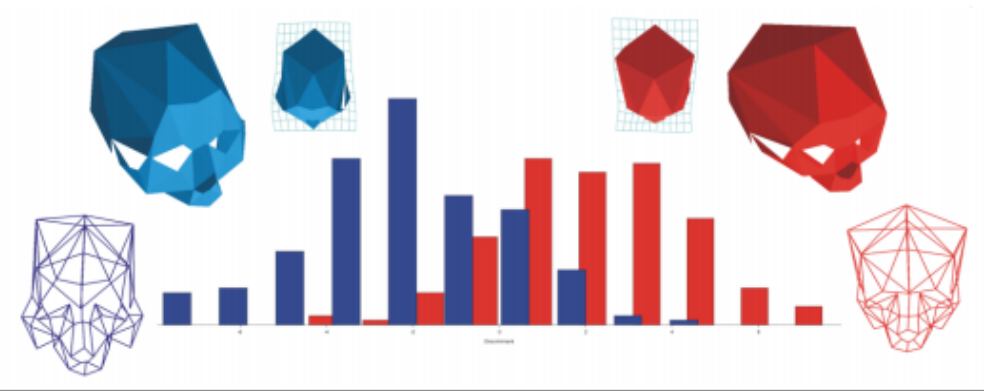


Geometrická morfometrie

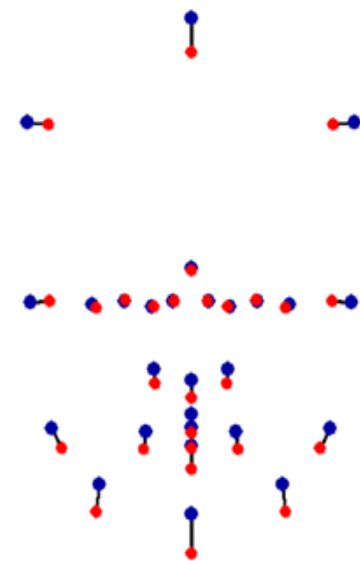
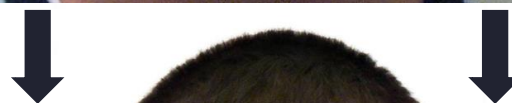
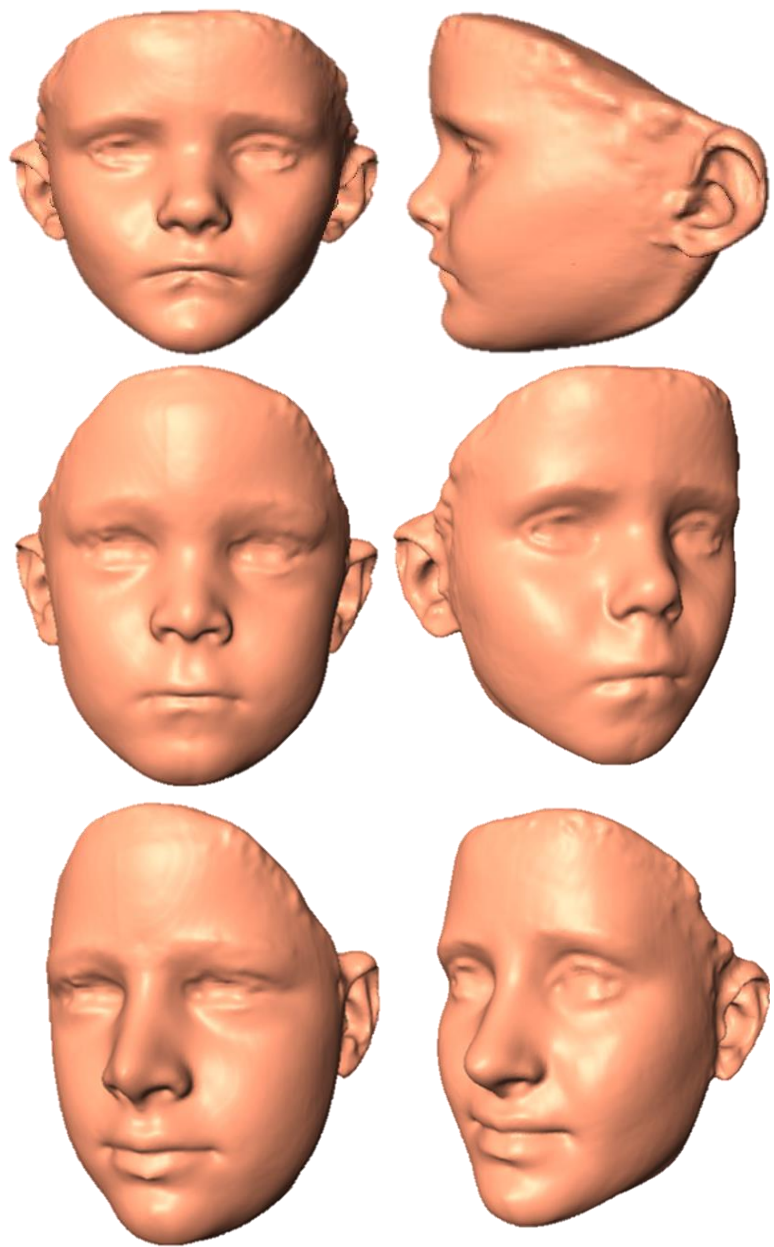
Stoupající pozornost je věnována novým proměnných a **samotné tvarové informaci**, která tvoří digitální model



Trendem souvisejícím s digitalizací a automatizací je stoupající počet zpracovávaných proměnných



Geometrická morfometrie



Geometrická morfometrie - HIP



High-sensitive Innominate Processing

Show labels

Pubic view Iliac view Geometric morphometrics Traditional morphometrics Help

File name Ath_004_da_Kal...

Body side right

Horizontal DPI 150

Vertical DPI 150

Shape type

Distance 18-22

Load image

Load .tps file

Export .tps file

Database

Sample

Athens

Brno

Prague

Body side

Auto

Landmark placing

[Sample cases of landmark 1](#)

1. Landmark 1

Point on the outline of facies symphysialis where its anterior edge refracts in superior outline, resp. where anterior and posterior edges meet at the top of facies symphysialis.

1. Landmark 1

2. Landmark 2

3. Landmark 3

4. Landmark 4

5. Landmark 5

6. Landmark 6

7. Landmark 7

8. Landmark 8

9. Landmark 9

10. Landmark 10

11. Landmark 11

12. Landmark 12

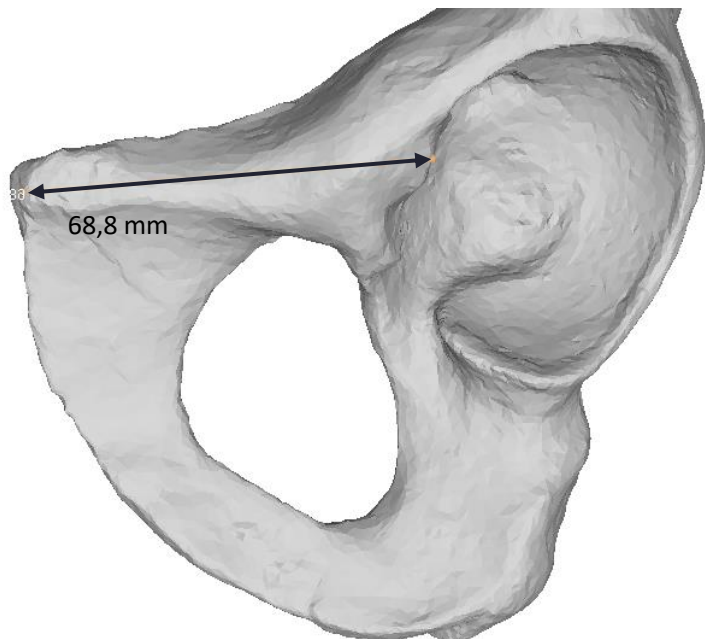
13. Landmark 13

14. Landmark 14

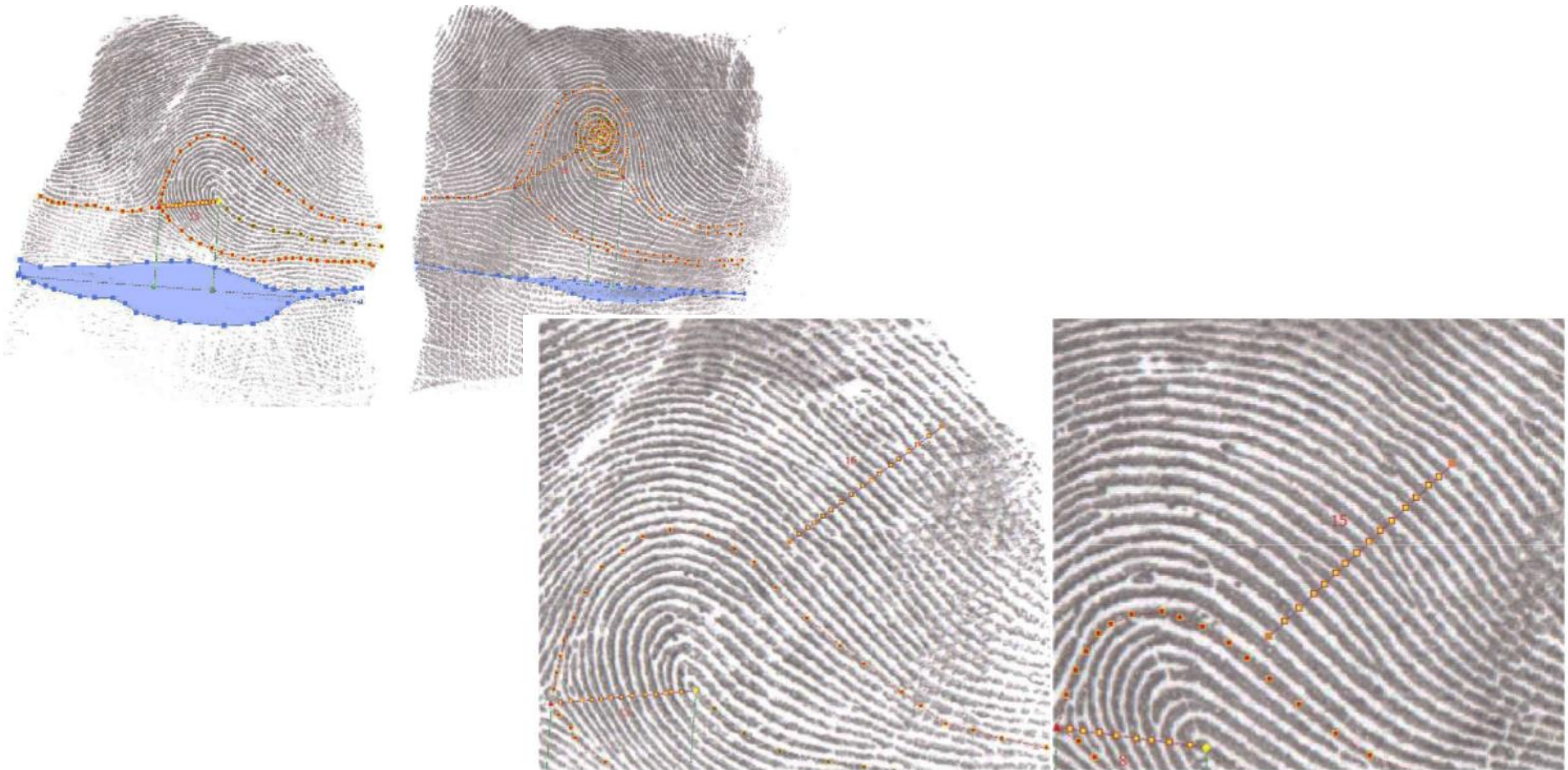
15. Landmark 15

Place Activate all Deactivate all

10 cm

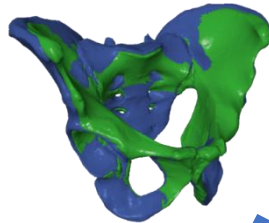
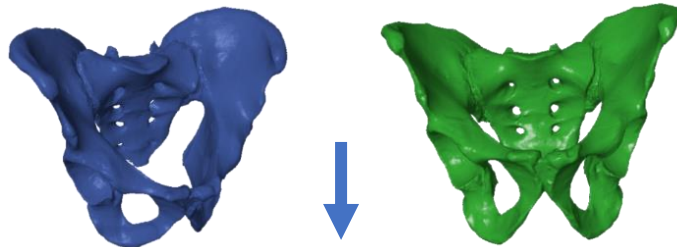
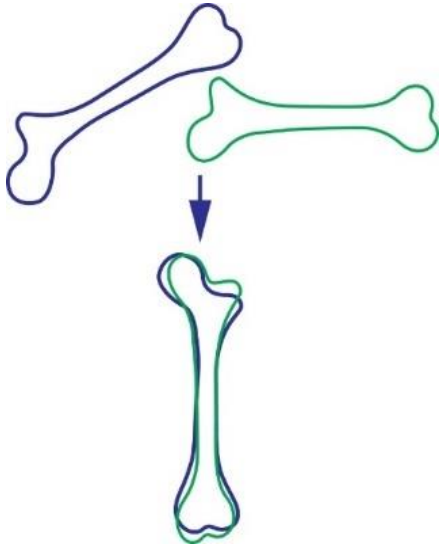


Geometrická morfometrie - Dermatoglyphix

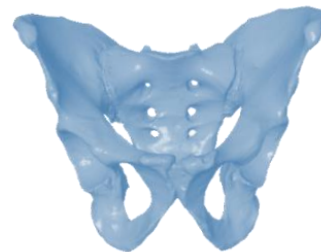
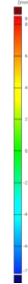
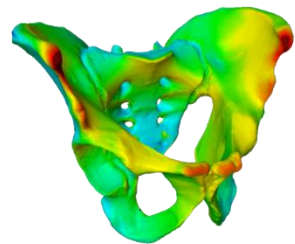


Využití virtuálních nástrojů ke kvantifikaci morfologie

Porovnávání polygonálních sítí



Výpočet vzdáleností mezi vrcholy modelů (*closest vertex-to-vertex distance*)



Root Mea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	2.883217	3.388114	2.282067	4.879607	2.830111	3.756488	4.056759	3.759877	2.181855	2.50
2	2.568892	0	3.817461	2.672189	3.858551	2.256989	3.060317	3.426634	3.481952	2.492303	3.18
3	3.467182	4.35984	0	3.503827	6.15773	4.03699	5.318572	4.588232	5.249377	3.75486	2.69
4	2.254381	2.812385	3.287616	0	5.439986	3.156774	4.723701	3.925477	4.325239	2.289722	2.33
5	4.693316	3.886748	5.653616	5.070694	0	3.38842	2.837829	3.15374	2.823567	4.254425	5.6
6	2.648279	2.38774	3.757419	2.990153	3.333491	0	2.391285	3.056404	2.814383	2.343007	3.56
7	3.563343	3.552548	4.805767	4.513388	2.7942	2.521187	0	3.663709	2.938321	3.462112	4.82
8	3.564431	3.147034	3.902821	3.599743	3.242194	1.969009	3.455871	0	2.571323	3.241254	3.89
9	3.422002	3.241169	4.738112	3.803225	2.814832	2.783609	2.856487	2.576731	0	3.103015	4.06
10	2.085864	2.624045	3.624186	2.157911	4.30725	2.366689	3.386763	3.359091	3.239009	0	2.83
11	2.578339	3.587777	2.577791	2.408034	6.030207	3.81071	5.023038	4.369372	4.61527	2.973703	
12	5.415533	4.503227	6.08372	5.64699	2.270405	4.159646	3.729249	3.549373	3.686016	4.97441	6.13
13	2.226124	2.316315	3.195671	2.224593	4.466986	2.628395	3.716062	3.060813	3.280781	2.051813	2.21
14	3.285621	3.096869	4.0417	3.560983	2.898805	2.673981	3.051265	1.900252	2.117472	2.990953	3.6
15	2.360461	2.295465	3.019103	2.39626	4.238436	2.130134	3.506387	3.43969	3.72495	2.228797	2.9
16	2.605833	3.772966	4.420464	2.681445	5.609899	3.568235	4.775198	4.708047	4.07124	3.931568	2.98
17	3.005081	3.604889	2.321637	3.38748	5.559995	3.000586	4.448079	4.363369	4.850047	3.931373	2.86
18	2.034313	1.951995	3.046326	2.050264	4.354593	2.5334	3.671229	3.314725	3.689584	2.110401	2.52
19	3.785045	3.611091	3.040323	3.040323	3.040323	3.040323	3.040323	3.040323	3.040323	3.040323	3.040323

Popisná statistika vypočtených vzdáleností – distanční matice

Vizualizace rozdílů za pomoci gradientu

Průměrný model

Dokumentace místa nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

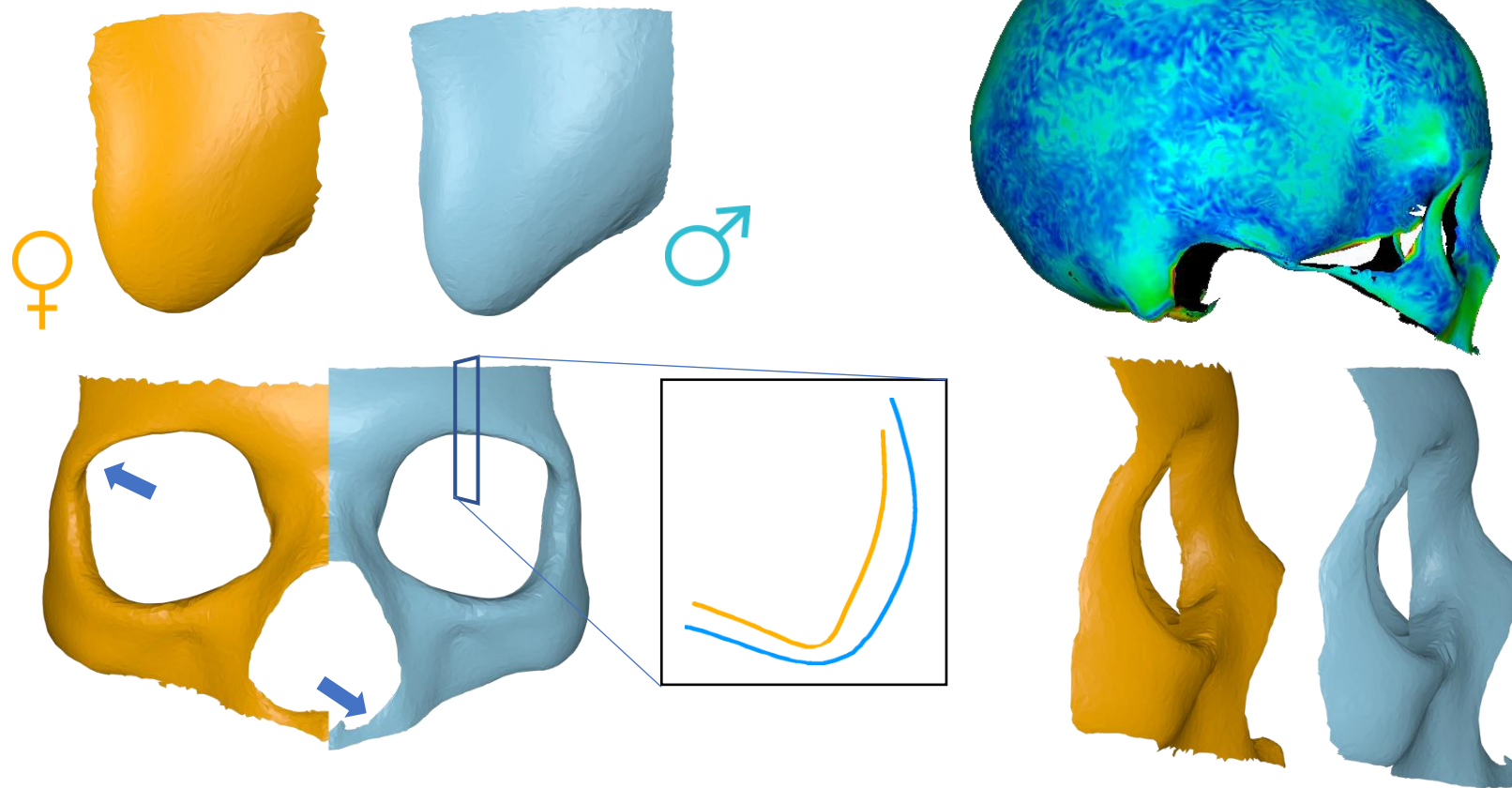
Analýza

Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení, tvorba sbírek, repatriace)

Využití virtuálních nástrojů ke kvantifikaci morfologie

Tvarová variabilita lebky v souvislosti s pohlavím a populační příslušností



Správnost odhadu **pohlaví** na základě automaticky vypočtených parametrů nepřesáhla 82,5 %

Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

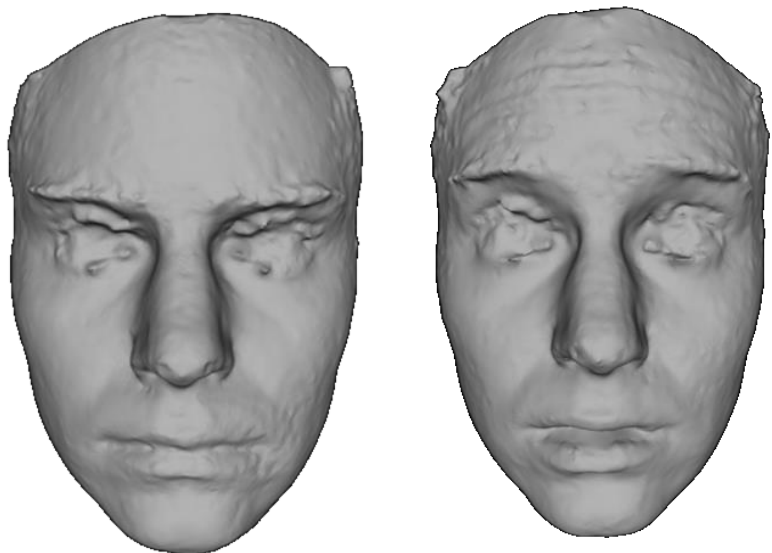
Analýza

Tvorba výstupů

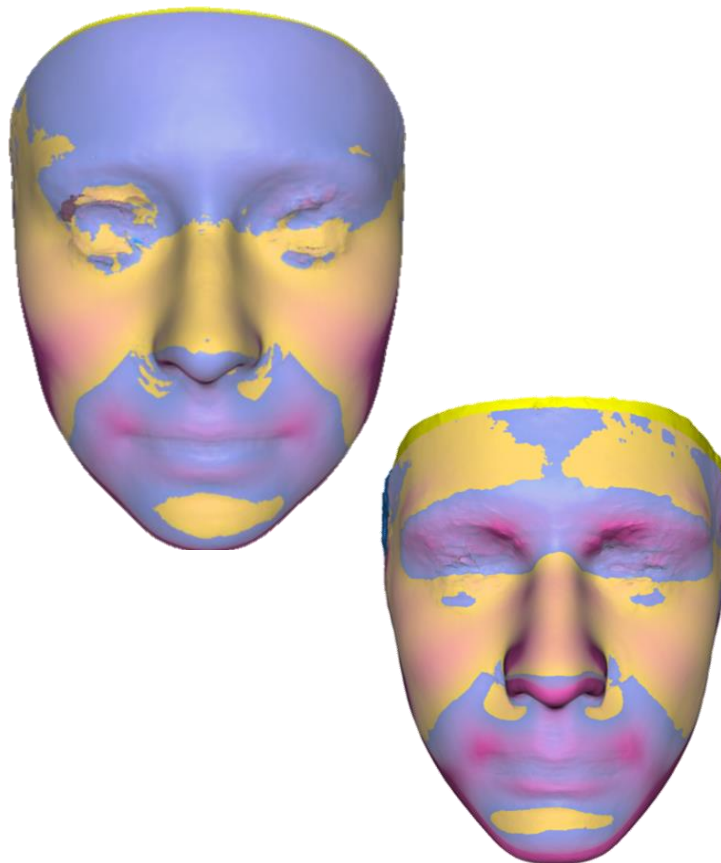
Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Využití virtuálních nástrojů ke kvantifikaci morfologie

Výzkum vyjadřování emocí – porovnávání polygonálních sítí



Porovnání neutrálního obličeje s obličejem s výrazem



Pohlavní dimorfismus intra-individuálních změn morfologie

Dokumentace místa nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

Analýza

Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení, tvorba sbírek, repatriace)

Využití virtuálních nástrojů ke kvantifikaci morfologie

Automatické generování 3D obličejů z fotografií

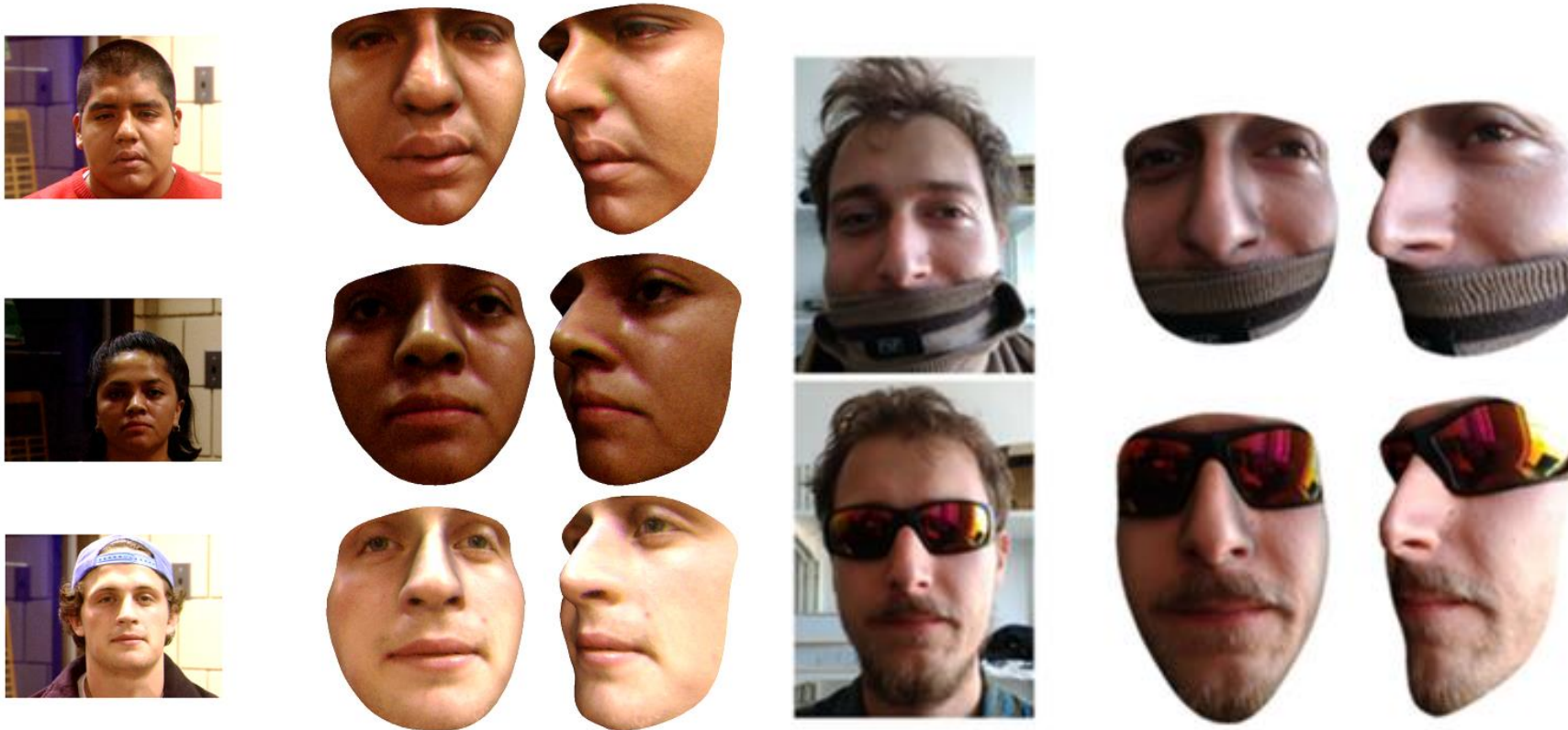


Fig. 13 Example of face reconstruction on images from FRGC [49] database, with input image and reconstructed face

Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

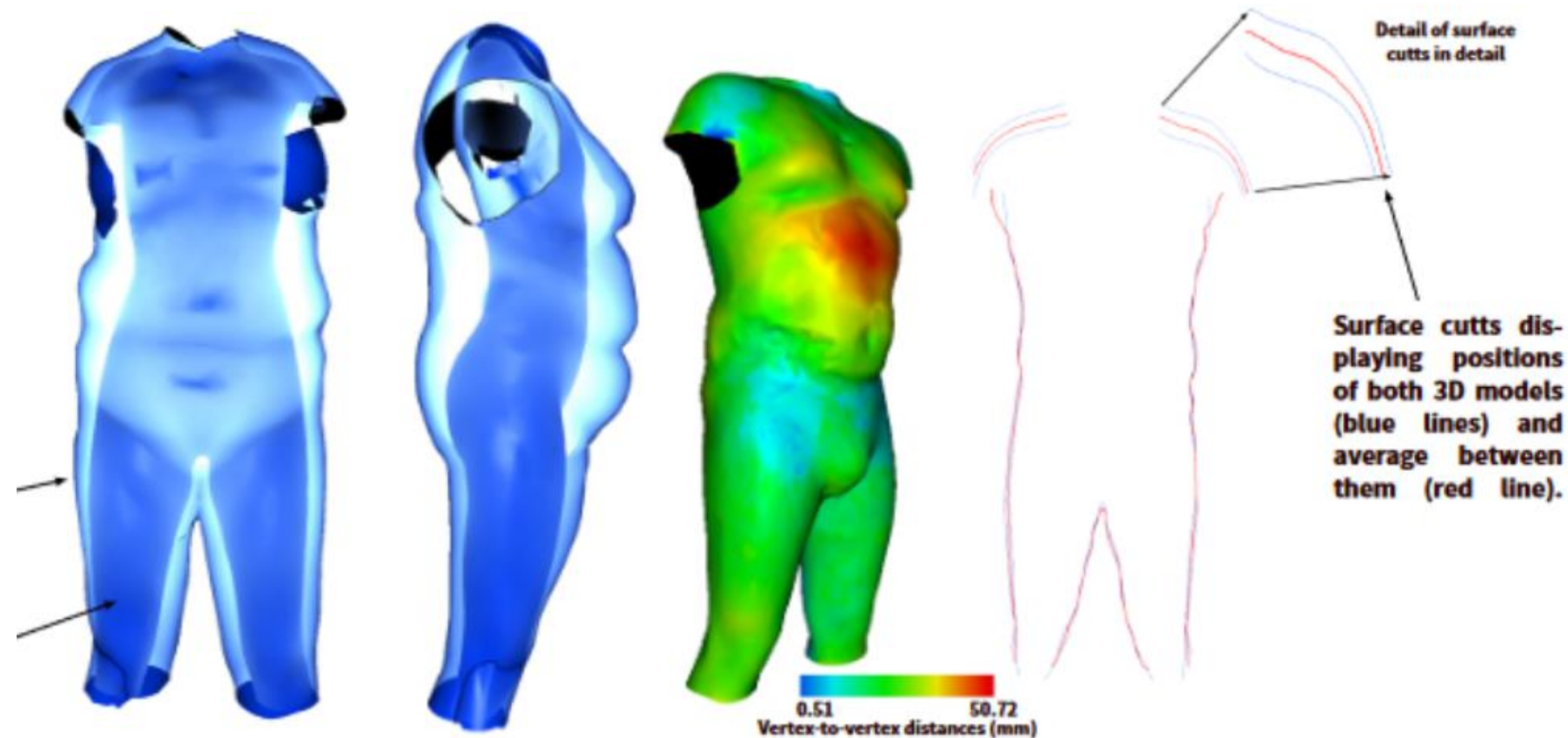
Analýza

Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Využití virtuálních nástrojů ke kvantifikaci morfologie

Identifikace těla podle morfologie povrchu (Černý a Urbanová 2017)



Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

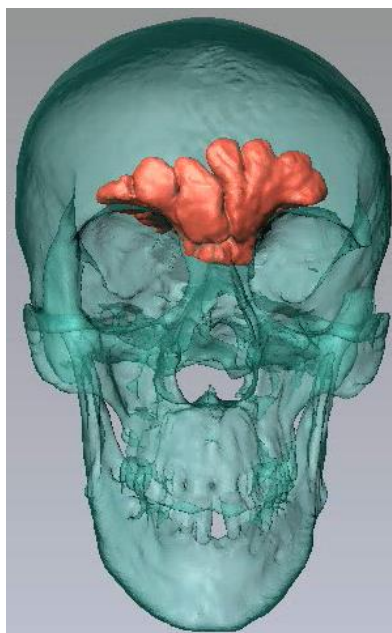
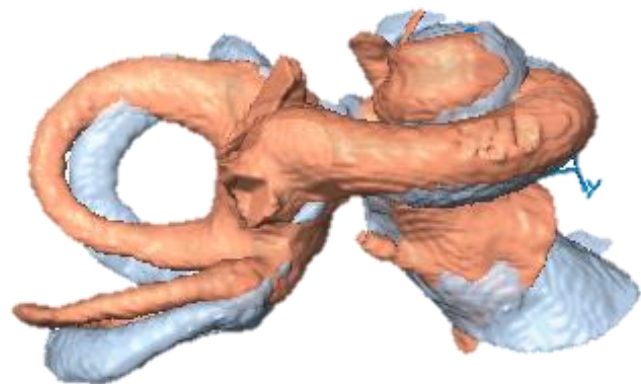
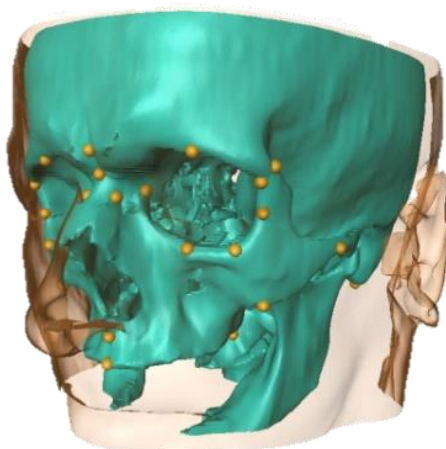
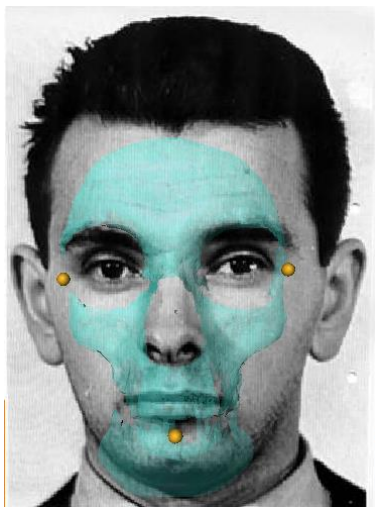
Dokumentace

Analýza

Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Využití virtuálních nástrojů při řešení forenzních případů



Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

Analýza

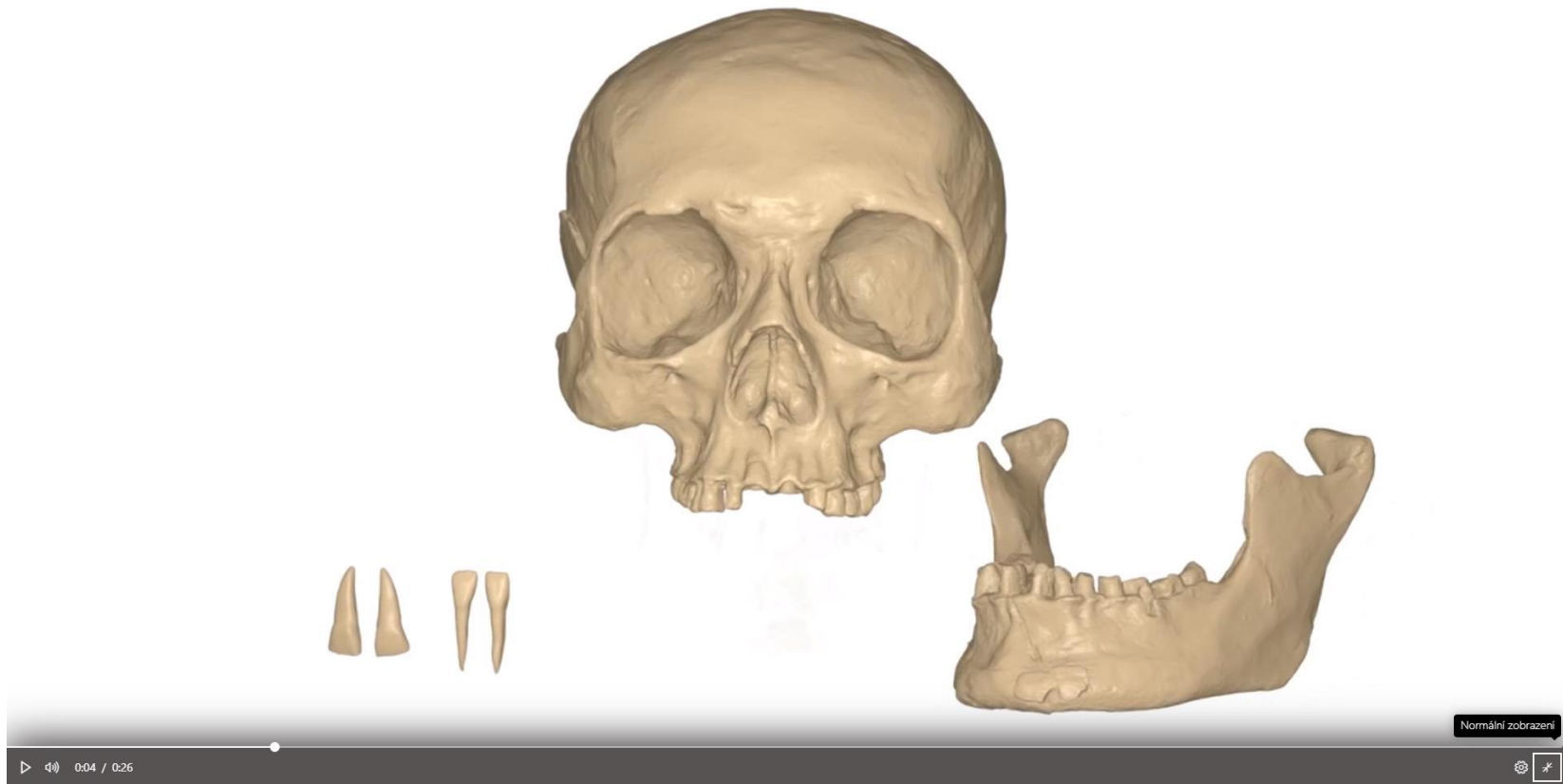
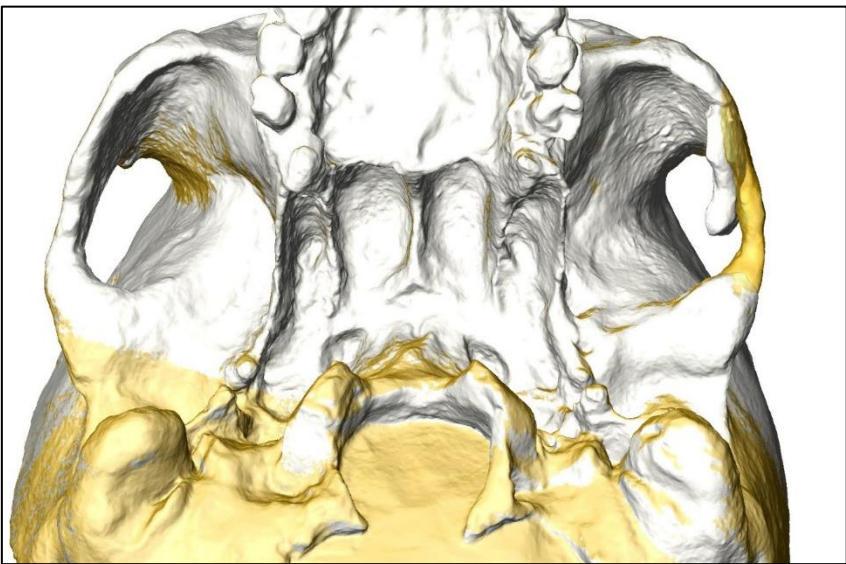
Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Virtuální rekonstrukce – Jošt Moravský (2016)

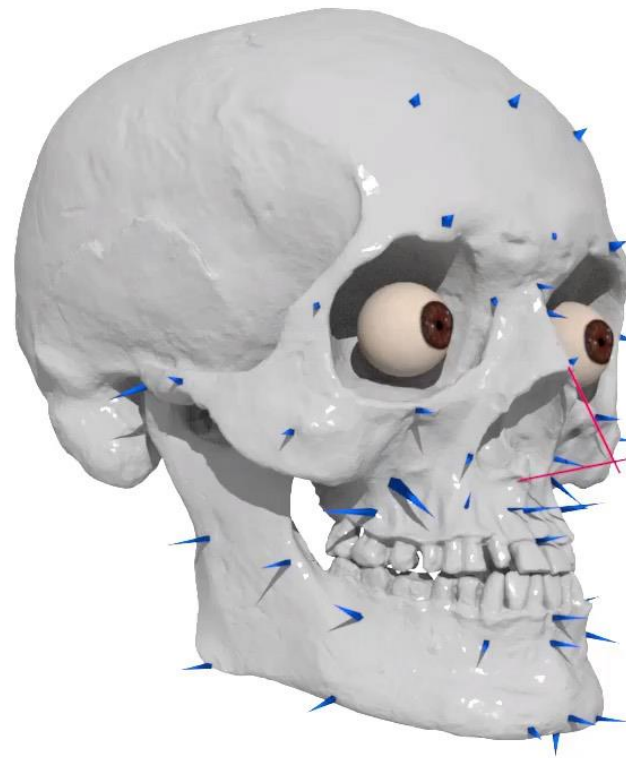


Virtuální rekonstrukce – Jošt Moravský (2016)



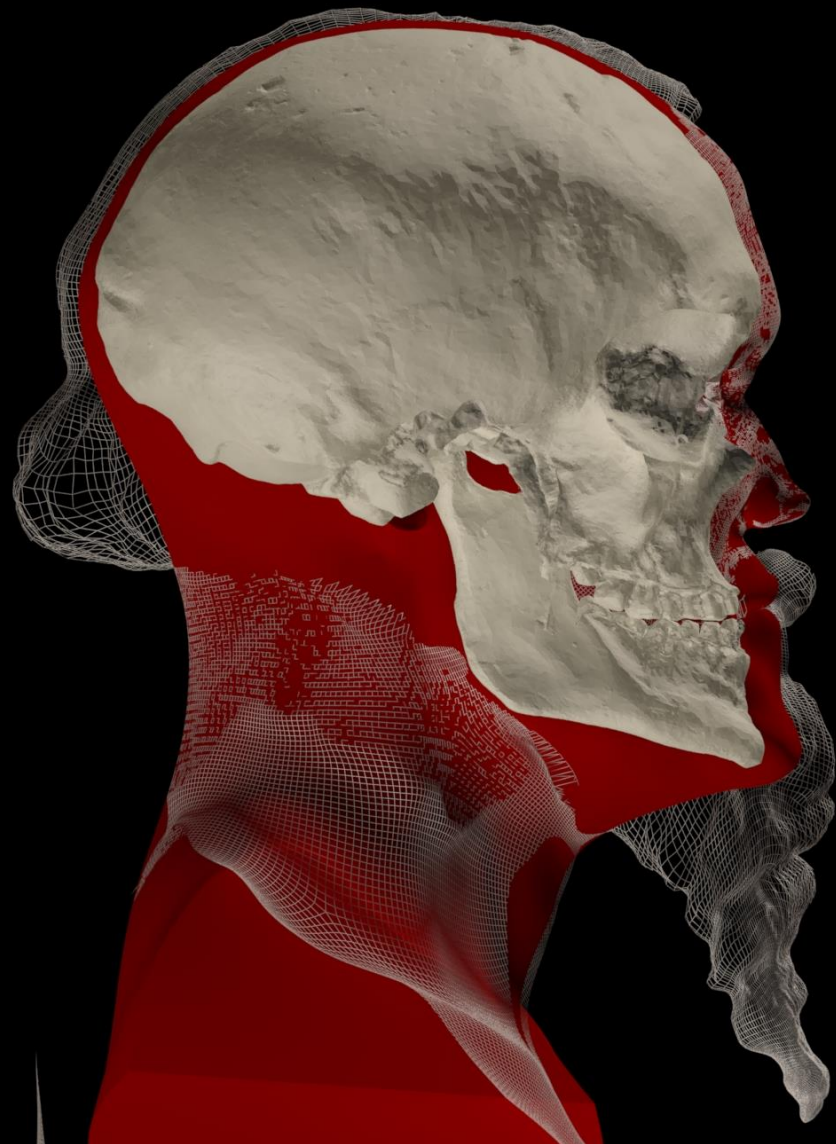
0:04 / 0:26

Virtuální rekonstrukce – Jošt Moravský (2016)



Normální zobrazení

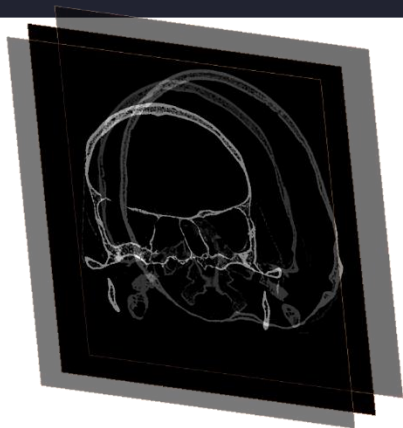
Virtuální rekonstrukce – Jošt Moravský (2016)



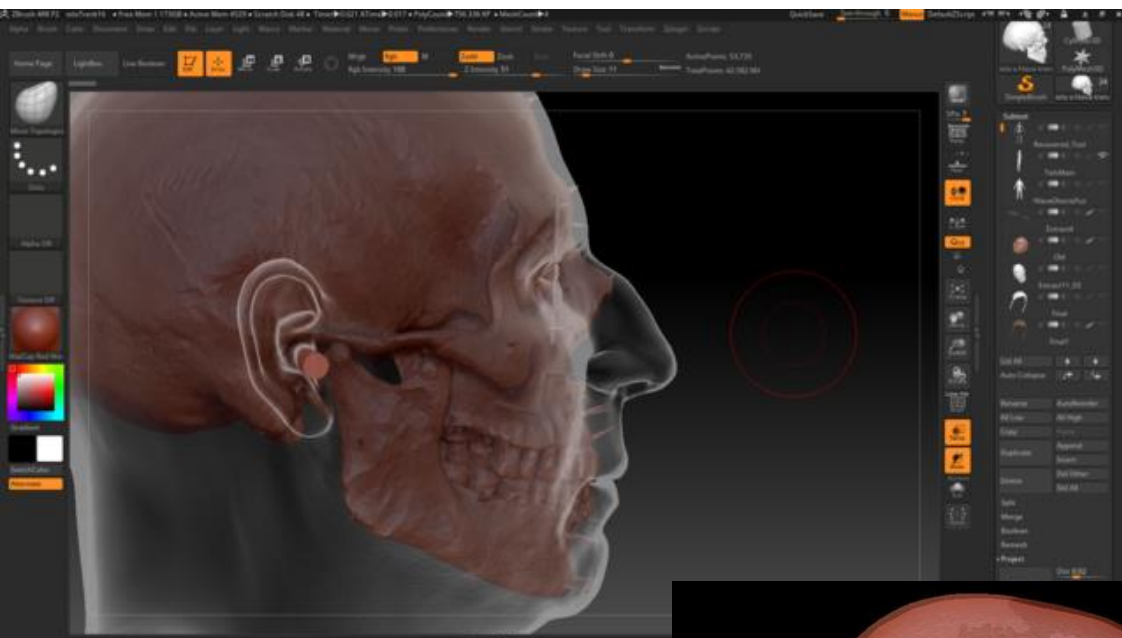
Virtuální rekonstrukce – baron Trenck



Virtuální rekonstrukce – baron Trenck



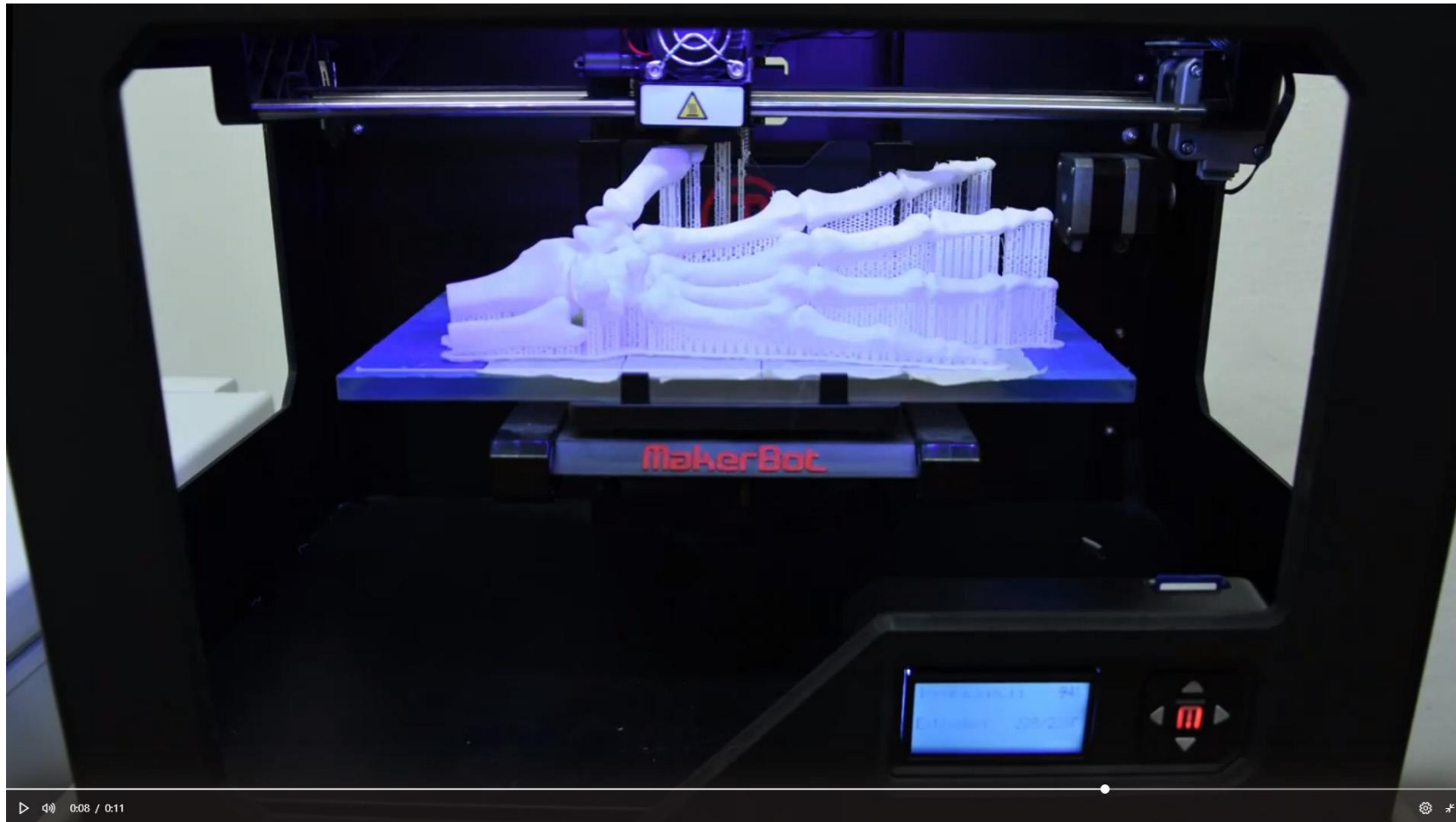
Virtuální rekonstrukce – baron Trenck



Základní principy 3D tisku

Nejběžnější je metoda tzv. *Fused decomposition modeling* spočívající v postupném přidávání vrstev materiálu na sebe (aditivní výroba)

MakerBot 2 (LaMorFA) – termoplastický PLA



Základní principy 3D tisku

PLA (Polylaktid – polymer kyseliny mléčné)

- biologicky odbouratelný materiál
- začíná měknout při teplotách kolem 60°, tisk ca 230°
- zdravotně nezávadný

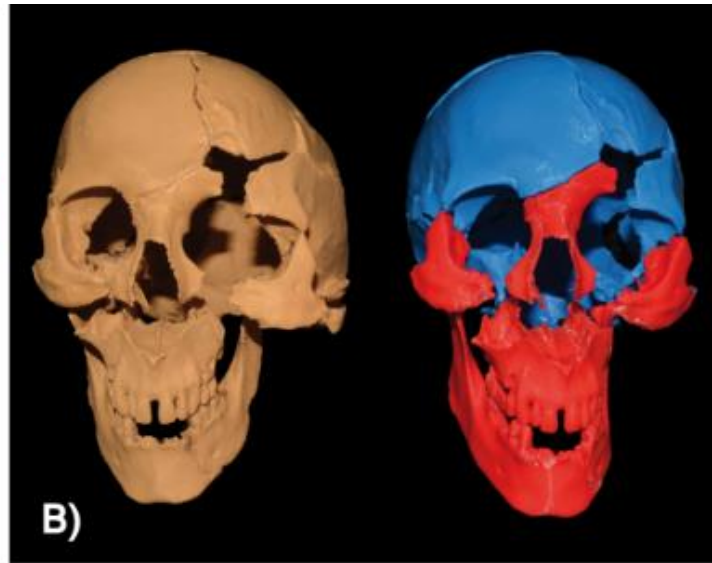


ABS (Akrylonitrilbutadienstyren)

- odolný vůči vysokým (pevný do 105 stupňů) i nízkým teplotám a mechanickému poškození, nasákání, kyselinám, hydroxidům i tukům
- lego, dřevotříska, kojenecké lahve...



3D tisk v LaMorFA



vnitřní ucho

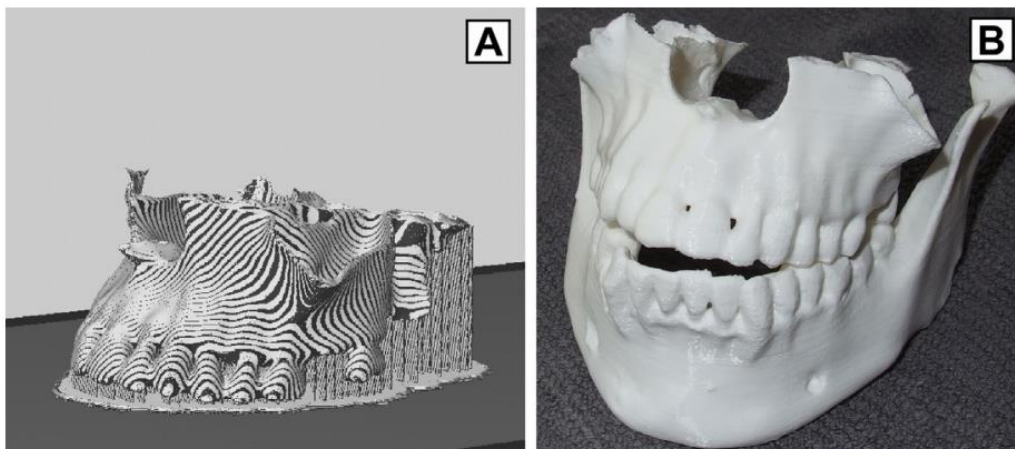


časlavská kalva



3D tisk v LaMorFA

Využití 3D tištěných modelů pro rekonstrukci těl poškozených devastujícími zraněními



Legal Medicine 33 (2018) 48–52



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Legal Medicine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/legalmed



Short Communication

Applying 3D prints to reconstructing postmortem craniofacial features damaged by devastating head injuries



Petra Urbanová^{a,*}, Tomáš Vojtíšek^b, Jan Frišhons^c, Ondřej Šandor^d, Micoláš Jurda^a, Jan Krajsa^b

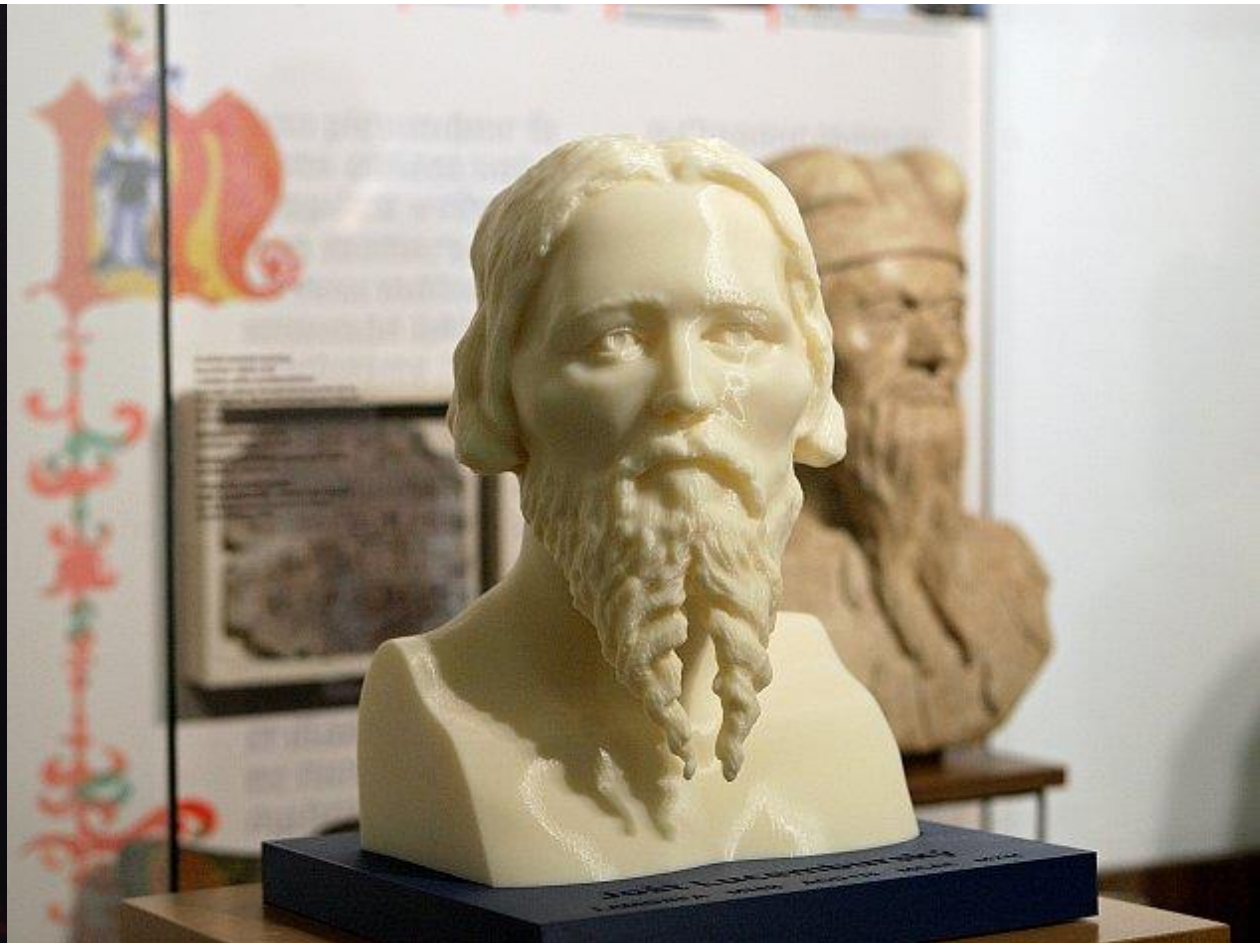
^a Laboratory of Morphology and Forensic Anthropology, Department of Anthropology, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic

^b Department of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, Masaryk University, St. Anne's Faculty Hospital, Tvrđého 2a, 662 99 Brno, Czech Republic

^c Department of Forensic Medicine, St. Anne's Faculty Hospital Brno and Faculty of Medicine, Masaryk University, Tvrđého 2a, Brno 662 99, Czech Republic

^d Institute of Pathologic Morphology and Parasitology, University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno, Palackého třída 1946/1, Brno 612 42, Czech Republic

3D tisk v LaMorFA



3D výtisk busty Jošta (PLA)

3D tisk v LaMorFA



StrataSys J750

- tloušťka vrstvy 14 μm
- > 500 000 barev, gradient průhlednosti a pevnosti



Uložení a sdílení dat

Sbírký digitálních modelů bez nároků na prostor



Název	Přípona	Velikost	Datum	Atributy	
[...]			<DIR>	09.06.2016 10.02	---
[UNIFESP_005]			<DIR>	09.06.2016 10.01	---
[UNIFESP_006]			<DIR>	09.06.2016 10.10	---
[UNIFESP_008]			<DIR>	09.06.2016 10.12	---
[UNIFESP_011]			<DIR>	09.06.2016 10.14	---
[UNIFESP_012]			<DIR>	09.06.2016 10.16	---
[UNIFESP_015]			<DIR>	09.06.2016 15.52	---
[UNIFESP_016]			<DIR>	10.06.2016 13.30	---
[UNIFESP_020]			<DIR>	08.06.2016 14.44	---
[UNIFESP_028]			<DIR>	08.06.2016 14.44	---
[UNIFESP_030]			<DIR>	09.06.2016 10.22	---
[UNIFESP_034]			<DIR>	09.06.2016 10.27	---
[UNIFESP_036]			<DIR>	09.06.2016 10.28	---
[UNIFESP_037]			<DIR>	09.06.2016 10.29	---
[UNIFESP_038]			<DIR>	04.06.2016 22.58	---
[UNIFESP_040]			<DIR>	19.06.2016 16.20	---
[UNIFESP_042]			<DIR>	09.06.2016 10.32	---
[UNIFESP_043]			<DIR>	21.07.2016 10.11	---
[UNIFESP_044]			<DIR>	09.06.2016 09.44	---
[UNIFESP_045]			<DIR>	09.06.2016 10.33	---
[UNIFESP_050]			<DIR>	09.06.2016 10.34	---
[UNIFESP_052]			<DIR>	09.06.2016 10.34	---
[UNIFESP_053]			<DIR>	21.07.2016 19.13	---
[UNIFESP_057]			<DIR>	09.06.2016 15.04	---
[UNIFESP_058]			<DIR>	09.06.2016 10.34	---
[UNIFESP_059]			<DIR>	03.06.2016 09.37	---
[UNIFESP_060]			<DIR>	09.06.2016 10.38	---
[UNIFESP_073]			<DIR>	09.06.2016 10.40	---
[UNIFESP_091]			<DIR>	09.06.2016 10.40	---
[UNIFESP_096]			<DIR>	09.06.2016 10.41	---
[UNIFESP_098]			<DIR>	09.06.2016 10.42	---
[UNIFESP_099]			<DIR>	06.06.2016 10.06	---
[UNIFESP_104]			<DIR>	06.06.2016 10.25	---
[UNIFESP_107]			<DIR>	09.06.2016 10.42	---
[UNIFESP_109]			<DIR>	09.06.2016 10.44	---
[UNIFESP_113]			<DIR>	09.06.2016 10.45	---
[UNIFESP_115]			<DIR>	06.06.2016 11.23	---
[UNIFESP_117]			<DIR>	09.06.2016 10.45	---
[UNIFESP_124]			<DIR>	03.06.2016 20.23	---
[UNIFESP_126]			<DIR>	09.06.2016 10.46	---
[UNIFESP_132]			<DIR>	09.06.2016 10.50	---
[UNIFESP_134]			<DIR>	21.07.2016 20.35	---

Sbírka 72 lidských lebek

Ale nároky na zálohování digitálních dat



Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

Analýza

Tvorba výstupů

Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)

Uložení a sdílení dat

V případě kosterních pozůstatků je výhodou jejich maximální ochrana, v případě živých probandů například snížení časové náročnosti jejich výzkumu

Na všech úrovních možnost sdílet morfologii pozůstatků bez ohledu na geografickou vzdálenost



Dokumentace místa
nálezu a vyzvednutí

Očištění (macerace)

Dokumentace

Analýza

Tvorba výstupů

**Uložení (pohřbení,
tvorba sbírek,
repatriace)**