

MUNI
SCI

Metody antropologie I

Úvod do 3D dat

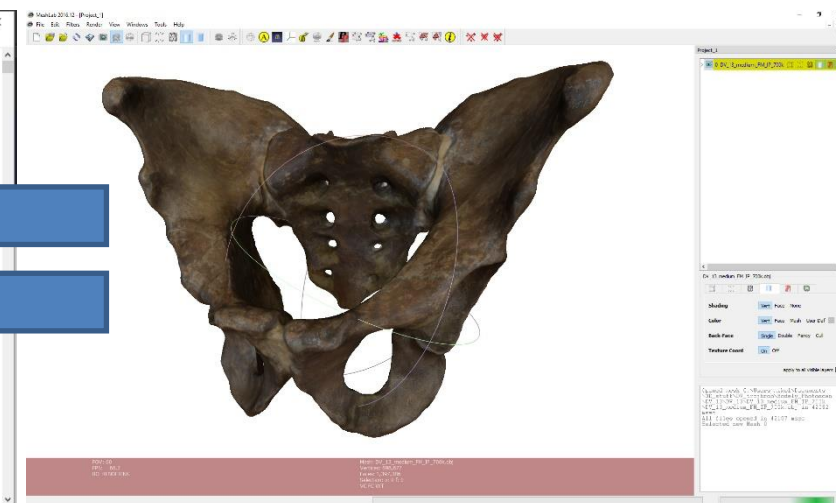
Mgr. Mikoláš Jurda, Ph.D.

Co to je digitální model?

Počítačový soubor, případně více vzájemně propojených souborů



```
104_VR_gunshot_fr_C.obj - Poznámkový blok
#OBJ Generated by CloudCompare (TELECOM PARISTECH/EDF R&D)
v -53.55043030 -7.88446808 -10.42034817
v -53.45549774 -7.96929758 -10.35543156
v -53.61621857 -7.86543465 -10.30234432
v -53.58399200 -7.91969395 -10.11777020
v -53.76817322 -7.76014233 -10.24571896
v -53.44028473 -8.03701687 -10.17420292
v -53.64534760 -7.80853844 -10.48531628
v -53.54069519 -7.82921866 -10.55079688
v -53.39617920 -7.90231323 -10.55146503
v -53.47836304 -7.80124760 -10.71277523
v -7.86575508 -10.71391392
v -7.74839627 -10.66688824
v -7.74421597 -10.78942316
v -7.72080279 -10.89109135
v -7.70690346 -10.86722851
v -53.64841461 -7.71383286 -10.81776714
v -7.78054619 -10.82196522
v -7.75375652 -10.93005848
v -7.76777798 -10.99975491
v -7.65406640 -11.14855099
v -7.68064117 -11.04255581
v -53.42604828 -7.66059875 -11.10536480
v -53.42488098 -7.66009998 -11.10708714
v -53.18962860 -7.73050800 -11.03877926
v -53.37766266 -7.64140511 -11.17620072
v -53.12716675 -7.75962067 -11.00132004
v -53.11208344 -7.70464611 -11.12267208
v -53.12912750 -7.77578354 -10.96065998
v -53.17776489 -7.81537819 -10.86292171
v -53.13848114 -7.80283165 -10.90495205
v -53.16151428 -7.87116432 -10.75568104
v -53.14929962 -7.83171654 -10.84496403
v -53.18219757 -7.91393757 -10.67592144
```



digitální záznam

obsahující informace o tvaru objektu a dalších vlastnostech

zobrazitelný ve specializovaných aplikacích

Co to je digitální model?

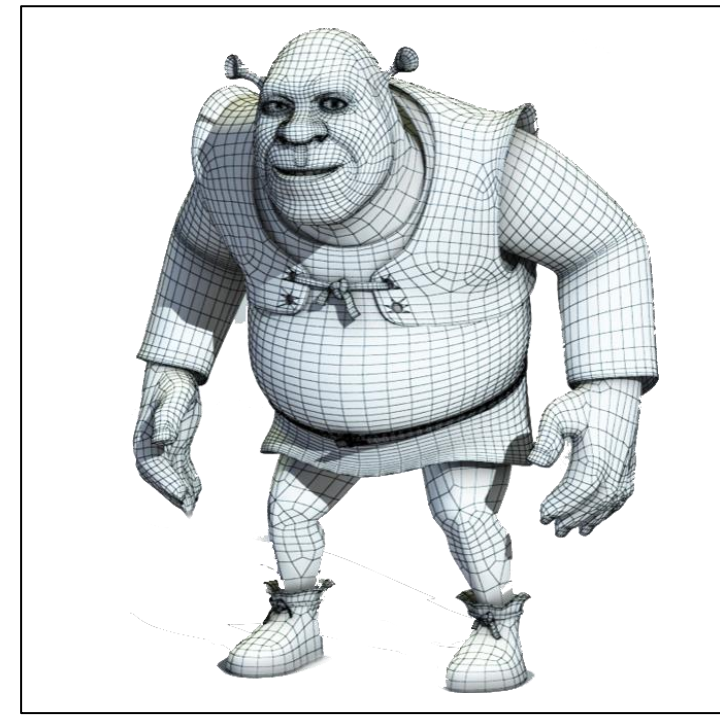
Trojrozměrná reprezentace **skutečného** či uměle vytvořeného tvaru ve formě digitálních dat



věrný - reálný



upravený



smyšlený

Proč 3D modely 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

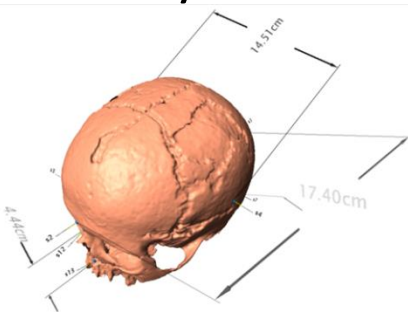


široké vizualizační a analytické možnosti

animace a náhledy

měření a analýzy

3D tisk



VS.

Název	Datum zprávy	Typ	Velikost
3_Fragments_max	17.03.2017 10:59	Scalder MAX	10 204 KB
3_Fragments_2017_max	17.03.2017 11:58	Scalder MAX	10 204 KB
base_01_med_01	25.05.2017 10:08	3D Objekt	489 KB
base_01_med_01	25.05.2017 10:00	3D Objekt	489 KB
mandibula_01_med_01	16.05.2017 10:52	3D Objekt	489 KB
mandibula_01_med_01	16.05.2017 10:52	3D Objekt	487 KB
maxilla_med_01	16.05.2017 10:52	3D Objekt	1 432 KB
os lacrimale_01_med_01	26.05.2017 10:00	3D Objekt	391 KB
os occipitale_med_01	26.05.2017 10:00	3D Objekt	377 KB
os parietale_01_med_01	26.05.2017 10:00	3D Objekt	1 514 KB
os parietale_01_med_01	26.05.2017 10:00	3D Objekt	377 KB
os parietale_01_med_01	26.05.2017 10:01	3D Objekt	245 KB
os parietale_01_med_01	26.05.2017 10:01	3D Objekt	242 KB
os parietale_01_med_01	26.05.2017 10:01	3D Objekt	489 KB
os temporale_01_med_01	26.05.2017 10:01	3D Objekt	1 510 KB
os temporale_01_med_01	26.05.2017 10:01	3D Objekt	1 312 KB
os zygomaticum_01_med_01	26.05.2017 10:01	3D Objekt	353 KB
os zygomaticum_01_med_01	26.05.2017 10:01	3D Objekt	388 KB
os zygomaticum_01_med_01	26.05.2017 10:02	3D Objekt	375 KB
str_2_A.avi	17.03.2017 11:00	Scalder 360	42 960 KB
str_3_A.avi	28.07.2017 13:51	Scalder 360	35 382 KB
str_3_A.avi	17.03.2017 10:12	Scalder 360	39 567 KB



MeshLab – základní vlastnosti



Open-source program zaměřený na zpracování a editaci polygonálních modelů.

Import: PLY, STL, OFF, OBJ, 3DS, COLLADA, PTX, V3D, PTS, APTS, XYZ, GTS, TRI, ASC, X3D, X3DV, VRML, ALN

Export: PLY, STL, OFF, OBJ, 3DS, COLLADA, VRML, DXF, GTS, U3D, IDTF, X3D

+

velké množství nástrojů pro editaci bodových mraků
a polygonálních sítí **jako celku**

generování **statických náhledů** na modely

pracuje s **formáty .ply a .obj obsahujícími texturu.**

-

časté bugy

omezené možnosti lokálních úprav

MeshLab – import dat

File > Import > Import Mesh

nebo přetažením ikony do pracovního okna

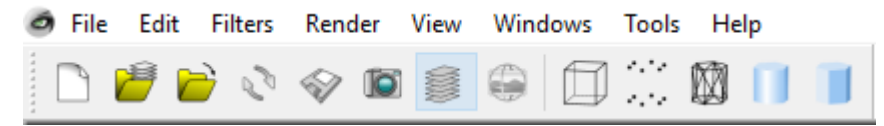
Projekt je jednoduchý textový soubor (přípona .mlp), obsahuje pouze cesty k jednotlivým modelům, případně roto-translační matice, ne už záznamy jejich editace, definované body atp!!! V případě, že změním cestu k modelům, projekt nenačteme!!!!

Obecné požadavky na pojmenovávání modelů:

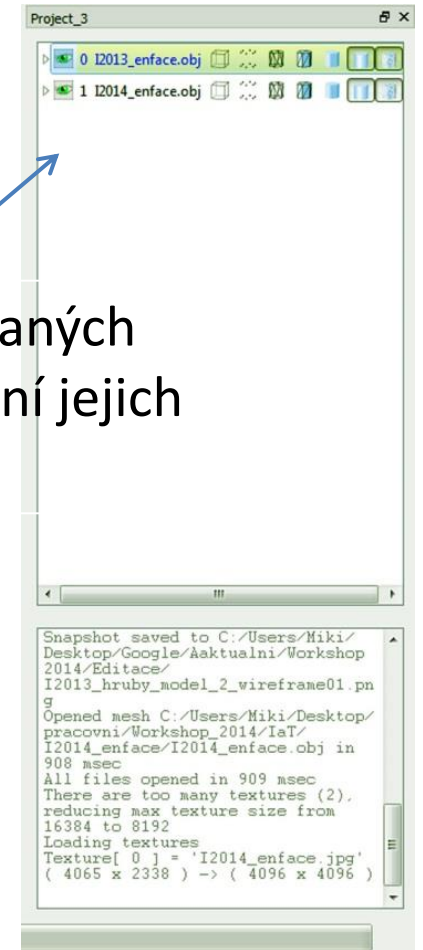
V cestě ani v názvu modelu nepoužívejte **mezery a diakritiku**

C:\modely_cviceni\H123_superior.stl

Pokud přejmenujeme vzájemně propojené soubory (např. obj s texturou), musíme změnit i odkazy (cestu) v samotných souborech.



Layer Dialog



Seznam importovaných objektů a nastavení jejich vykreslování.

Historie příkazů

MeshLab – navigace

Navigace

LMB - otáčení

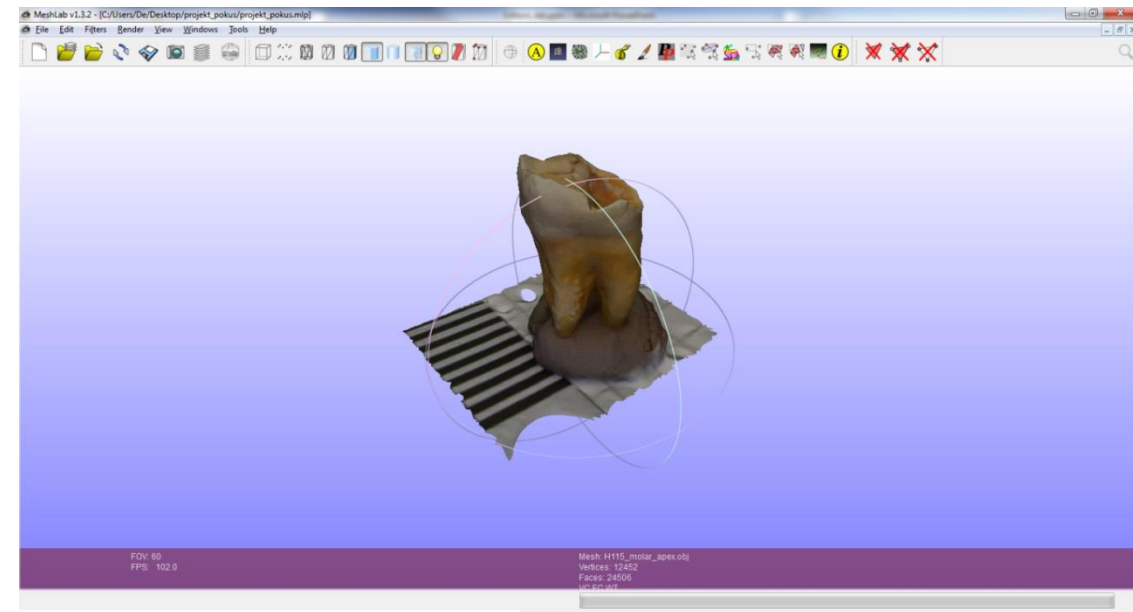
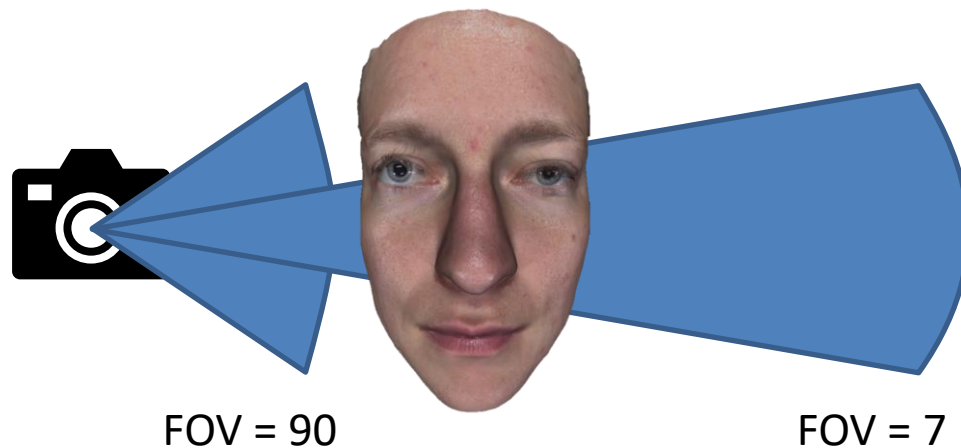
Ctrl + LMB – posouvání

kolečko myši – přibližování/oddalování

ctrl + h – návrat k originální poloze

LMB + Ctrl + Shift – ovládání osvětlení

shift + kolečko myši – změna FOV (field of view)



Quick Help

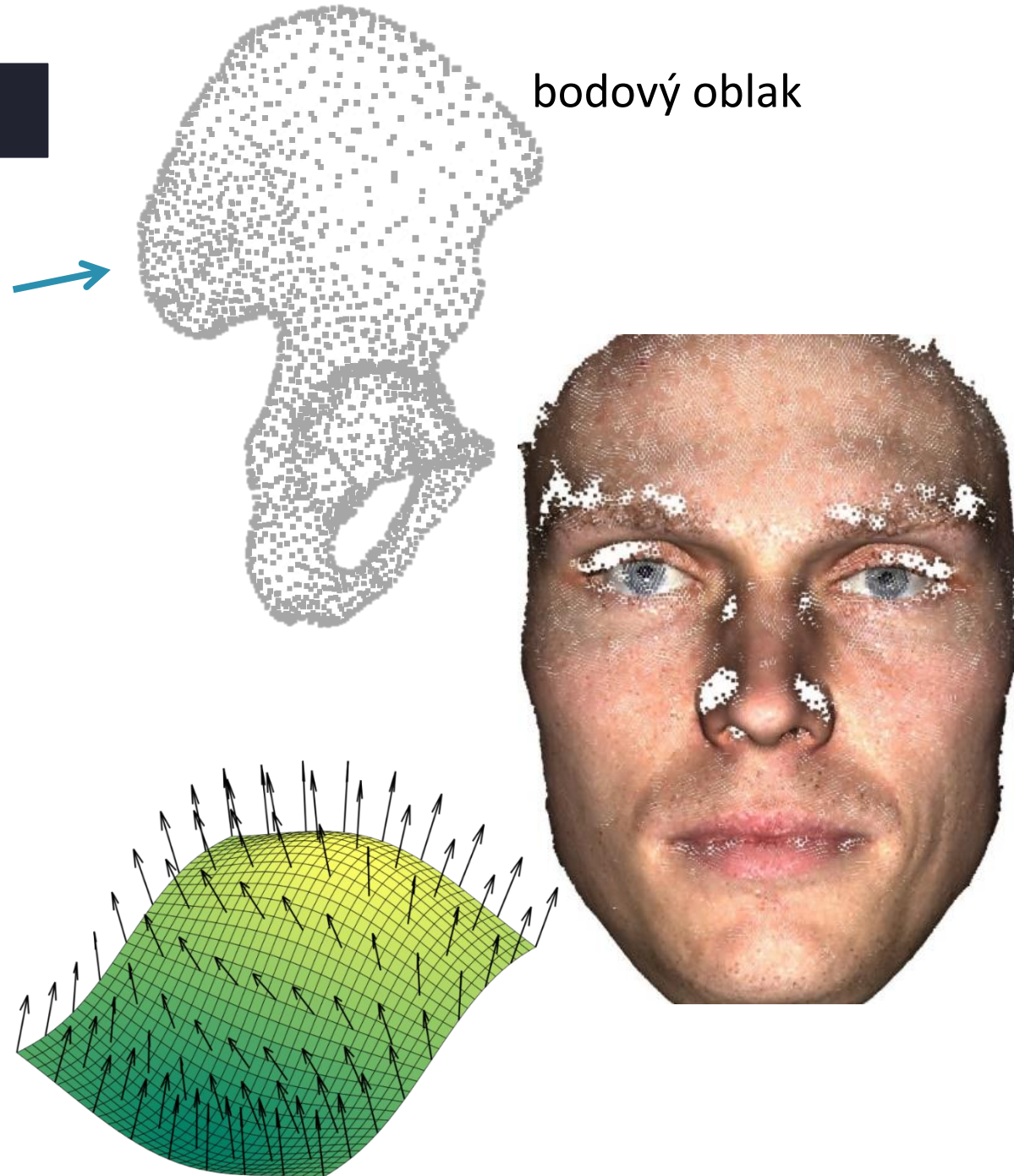
Drag:	Rotate
Ctrl-Drag:	Pan
Shift-Drag:	Zoom
Alt-Drag:	Z-Panning
Ctrl-Shift-Drag:	Rotate light
Wheel:	Zoom
Shift-Wheel:	Change perspective
Ctrl-Wheel:	Move near clipping plane
Ctrl-Shift-Wheel:	Move far clipping plane
Double Click:	Center on mouse
Alt+enter:	Enter/Exit fullscreen mode

Help > On screen quick help

Různé úrovně informace – bodový oblak

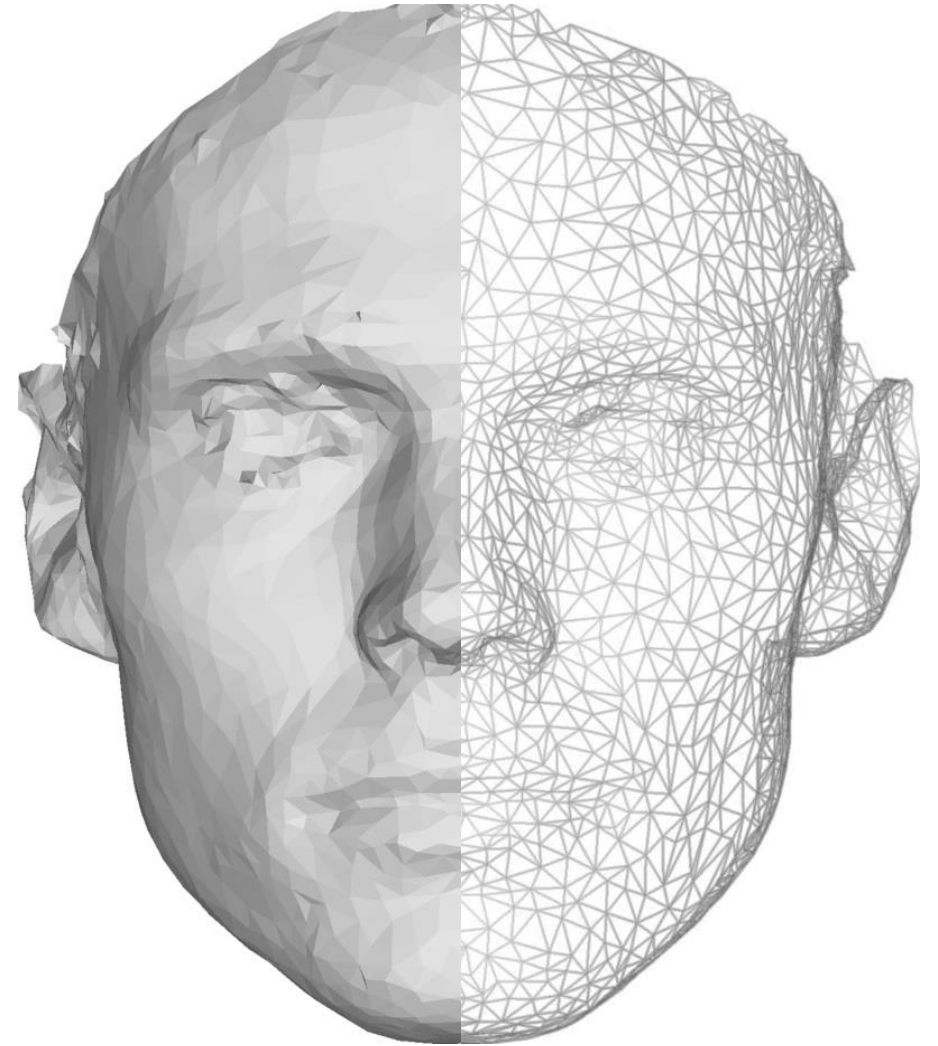
Nejstručnější formát a zobrazení 3D modelů:

- soubor bodů definovaných trojrozměrnými souřadnicemi (x, y, z)
- body mohou být opatřeny informací o barvě
- body mohou být opatřeny normálovým vektorem (určuje rub a líc)
- může být zobrazen
- mohou být měřeny vzdálenosti mezi body
- nevymezuje prostor



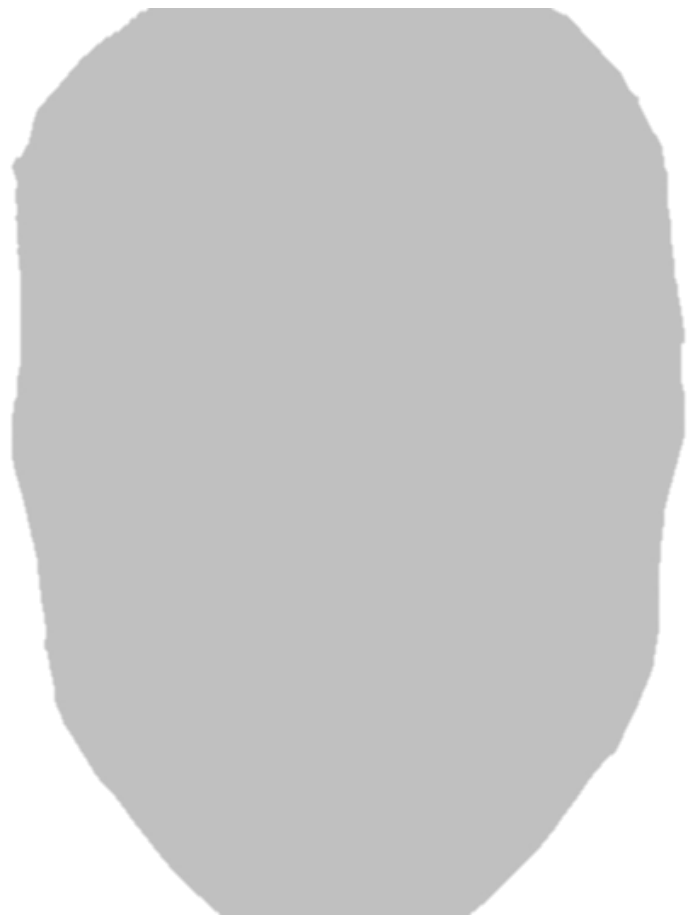
Různé úrovně informace – polygonální síť

- **body** (vrcholy) propojené **hranami** (angl. *edges*), které vymezují plošky (facety, angl. *faces*); otevřený nebo uzavřený mnohostěn
- může být zobrazen
- mohou být měřeny vzdálenosti mezi libovolnými body modelu nezávisle na samotných vrcholech
- jednotlivé prvky mohou být opatřeny barevnou informací
- při velkém množství prvků výpočetně náročnější než bodový mrak

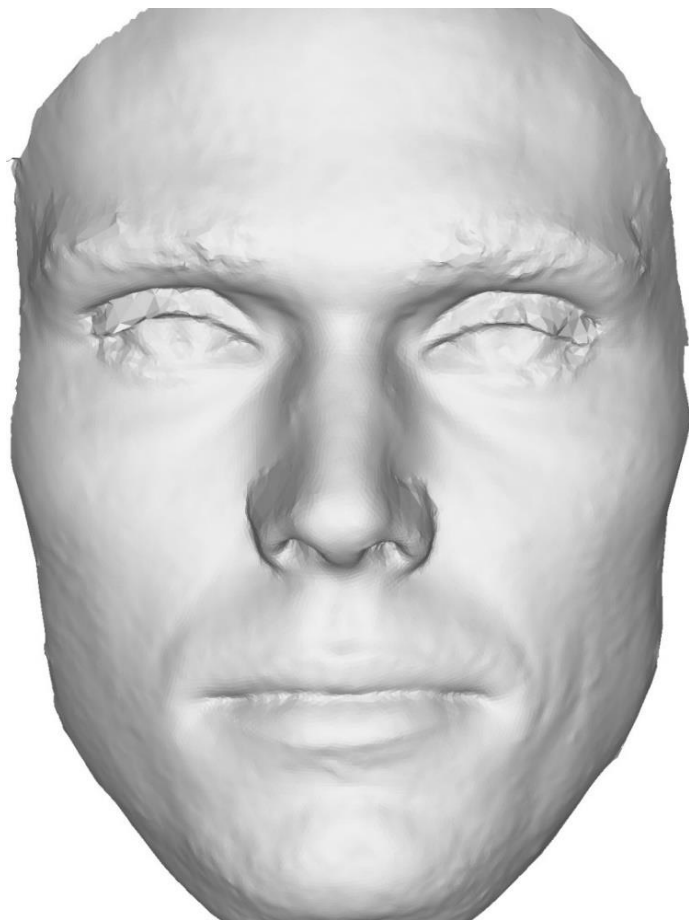


polygonální model (nalevo v umělém zabarvení, napravo v podobě drátěného modelu)

Různé úrovně informace – polygonální síť a barevná informace



nestínovaná polygonální síť bez barevné informace



stínovaná polygonální síť



model opatřený barevnou informací

Podoba závisí na metodě záznamu, editaci modelu a nastavení zobrazení

Různé úrovně informace – barevná informace

přiřazení barvy přímo jednotlivým prvkům modelu (vrcholům, hranám nebo facetám) -> závislost detailů zobrazení na rozlišení modelu



70 000 vrcholů



30 000 vrcholů

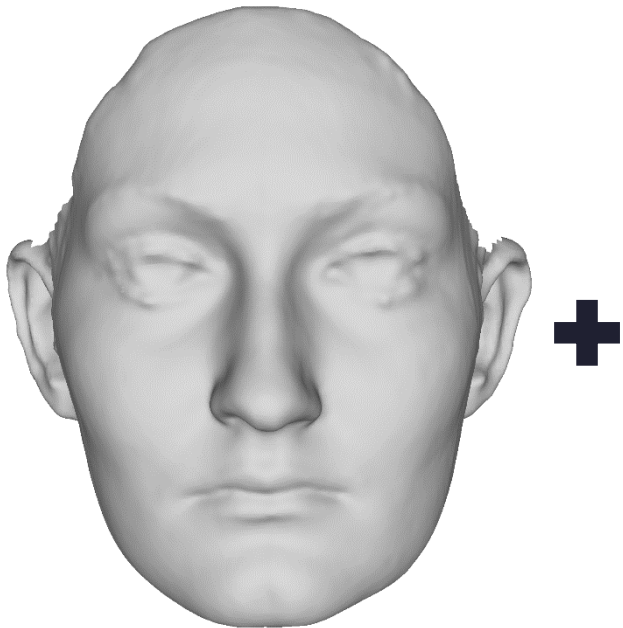


5 000 vrcholů

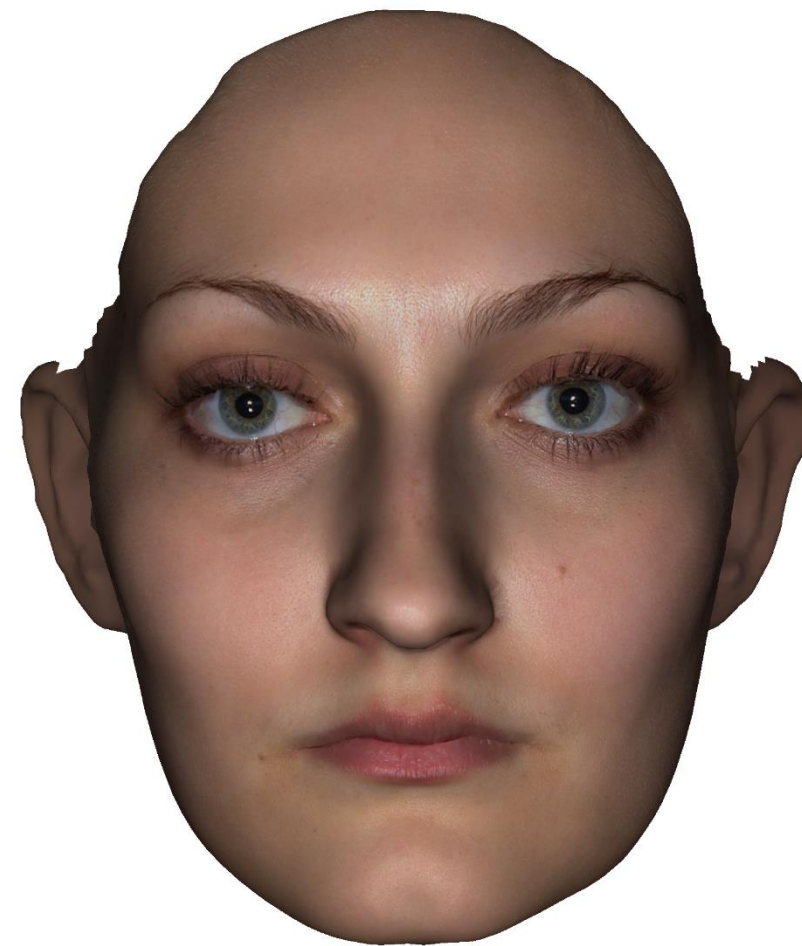
Různé úrovně informace – barevná informace

přiřazení barvy v podobě tzv. textury

- samostatný obrazový soubor (např. jpg formát)
- barevná informace nezávislá na rozlišení modelu
- nutnost udržovat více propojených souborů (soubor modelu + soubor materiálu + soubor textury)



+

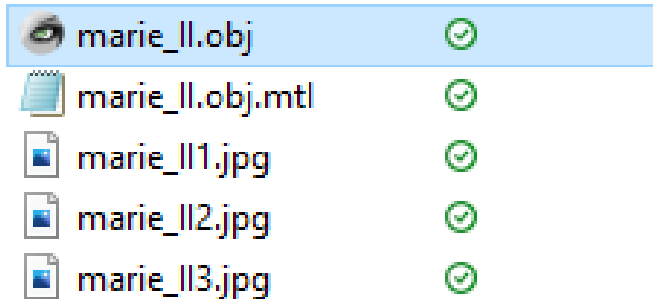
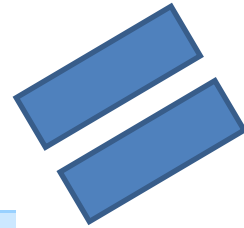


5 000 vrcholů

Formáty 3D modelů

.obj

- geometrie, barva a materiálové vlastnosti
- barva ve formě informace přiřazené vrcholům i ve formě textury
- univerzální



obj – soubor nesoucí informaci o samotné geometrii, obvykle největší

+

jpg – jeden a více souborů s texturou

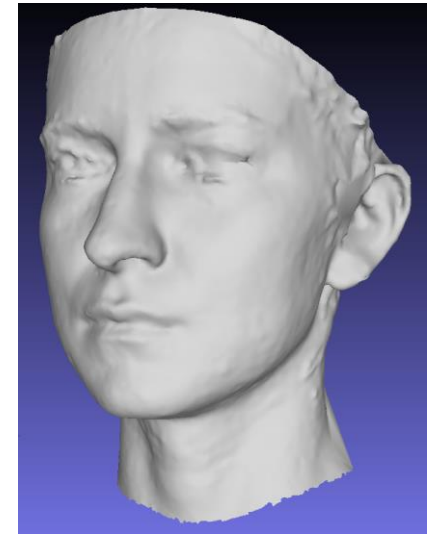
+

mtl – materiálový soubor specifikující materiálové vlastnosti modelu a propojující geometrii s texturou

Formáty 3D modelů

.stl

- pouze geometrie
- dva formáty – *Ascii* a *Binary* – *Ascii* je uspořádanější, *binary* menší
- pokud polygonální síť obsahuje díry, některé programy hlásí chybu



.ply

- geometrie a barva
- barva přiřazená vrcholům nebo ve formě textury

Existují velmi univerzální programy (např. Blender), ale také programy pracující s velmi omezeným množstvím formátů (např. Landmark).

Vlastnosti polygonální sítě

PŘESNOST DIGITÁLNÍCH MODELŮ

Míra shody mezi vzájemnou polohou vrcholů modelu a vzájemnou polohou jim odpovídajících bodů zobrazovaného objektu

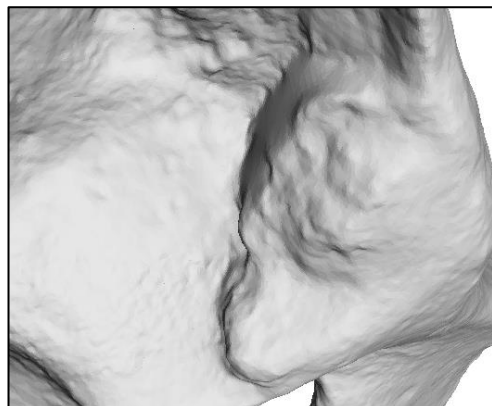
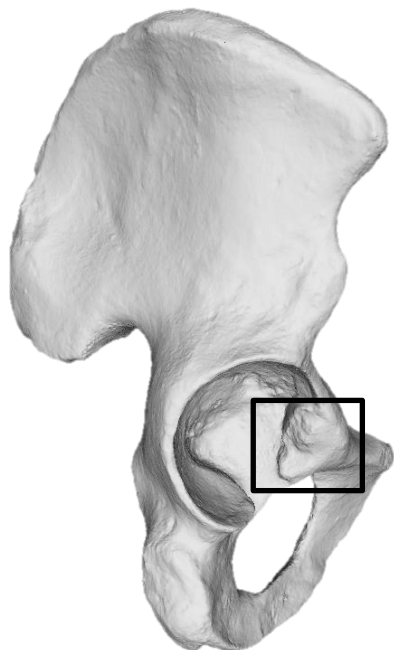
ROZLIŠENÍ

Počet vrcholů modelu na jednotku plochy (nejčastěji in² nebo cm²)

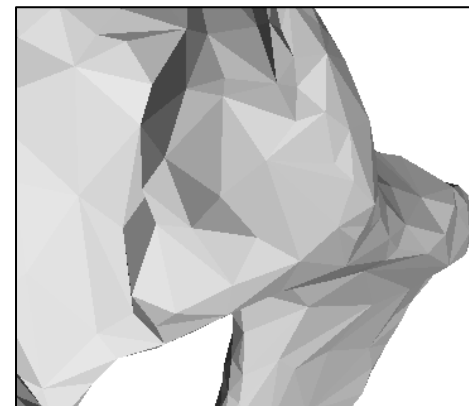
Dáno přesností záznamových metod a následnými úpravami modelu

DETAILNOST

Velikost rozlišitelných prvků



523 vrcholů/cm²
(70 Mb)

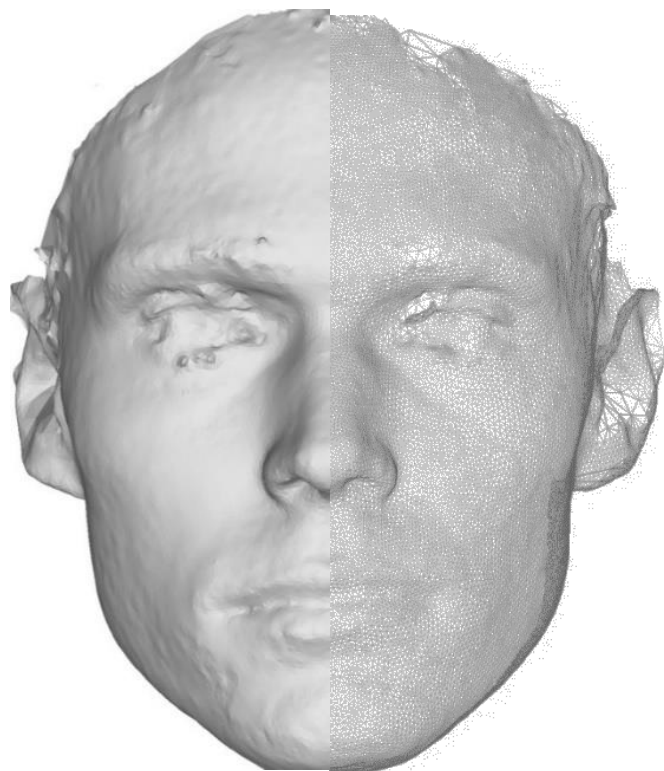


2 vrcholy/cm²
(0,2 Mb)

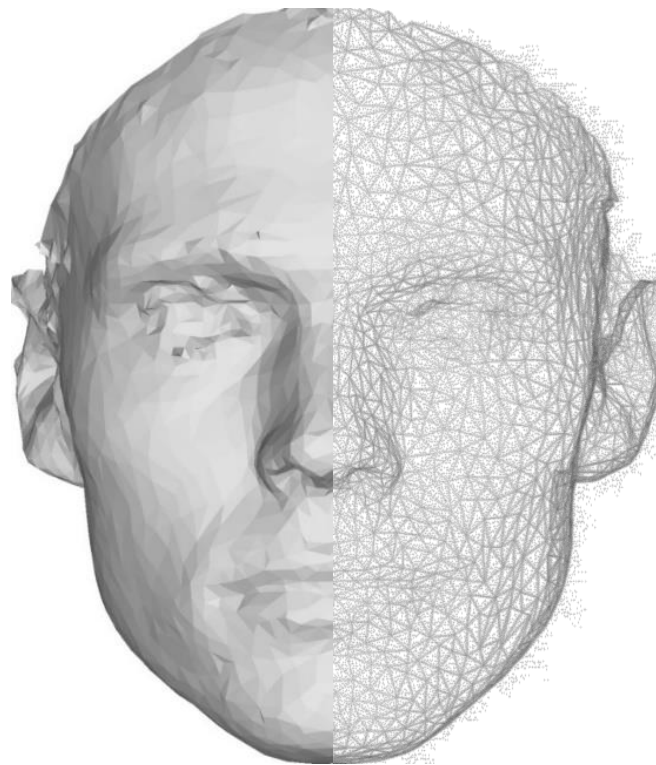


Vlastnosti polygonální sítě

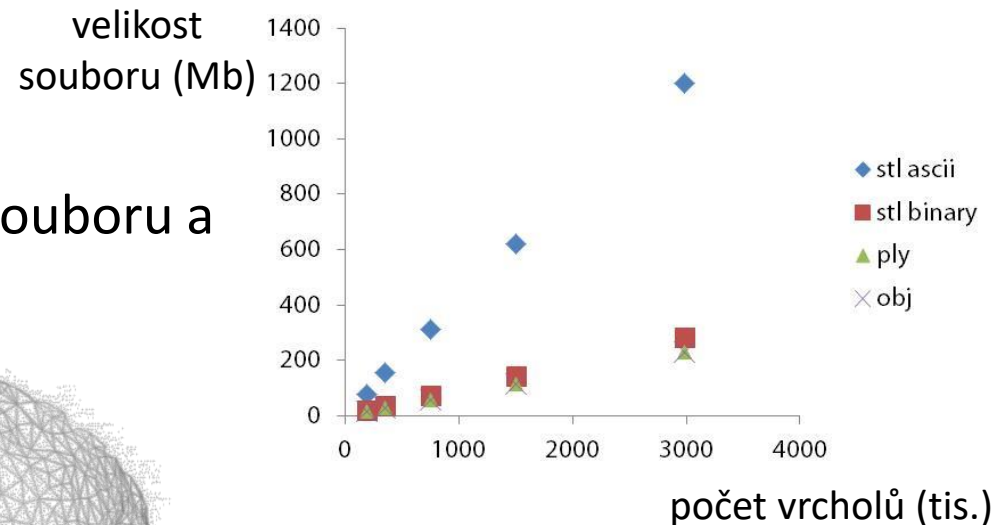
se zvyšujícím se počtem polygonů modelu stoupá velikost souboru a nároky na výpočetní výkon potřebný pro jeho zpracování



60 tis. polygonů/30 tis. vrcholů



5 tis. polygonů/2,5 tis. vrcholů



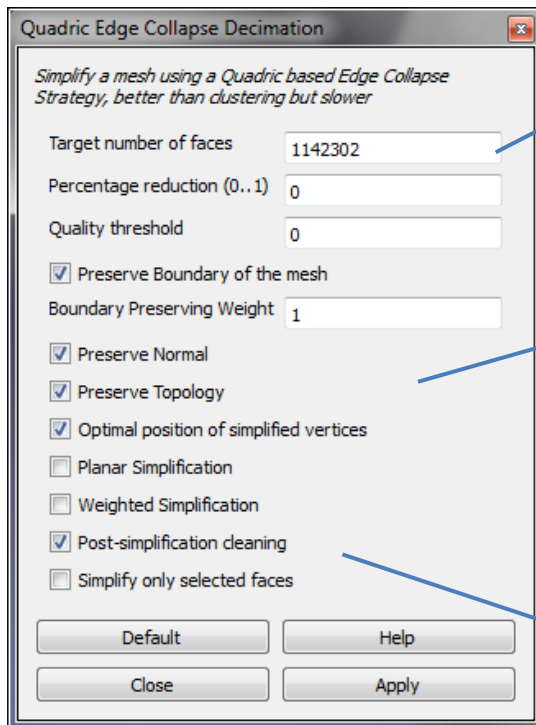
Rozlišení je vždy kompromisem mezi technickými možnostmi a potřebnou detailností.

MeshLab – redukce modelů

- snížení počtu prvků tvořících model
 - sníží rozlišení modelu
 - sníží datovou velikost souborů a výpočetní náročnost jejich zpracování

MeshLab – redukce počtu polygonů **bez přepočtu textury**

(*Filters > Remeshing, Simplification and Reconstruction > Quadric Edge Collapse Decimation...*)



Specifikujeme počet polygonů výsledného modelu nebo procento redukce

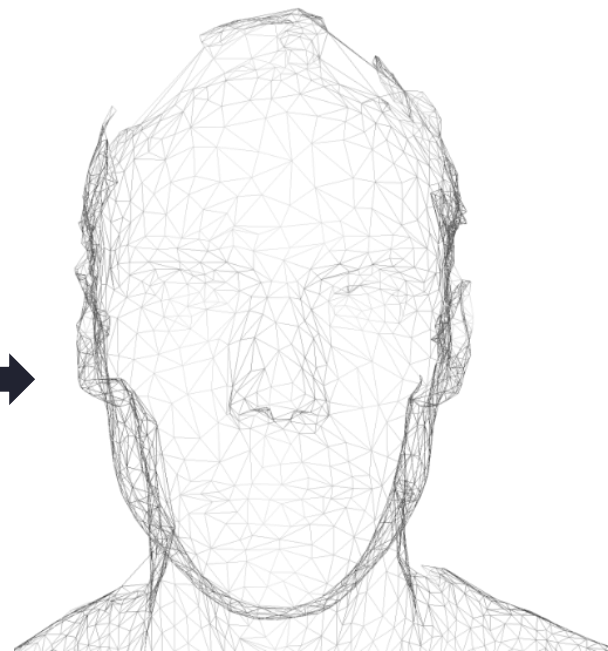
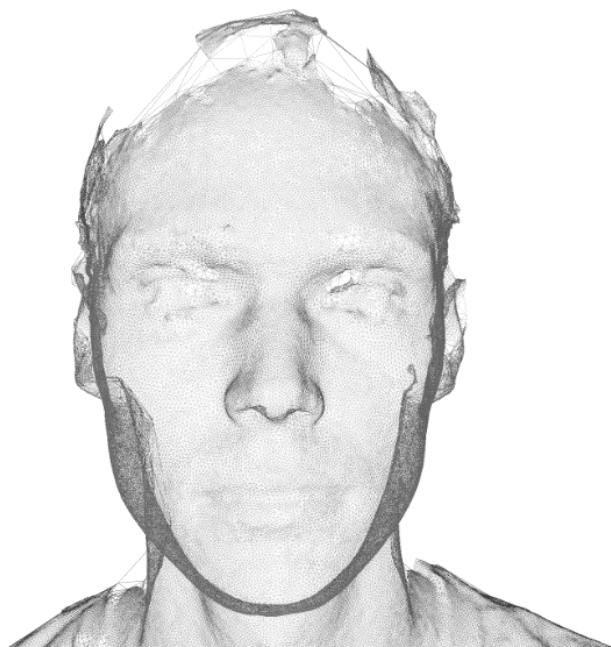
Preserve Normal, Preserve Topology, Preserve Boundary – volby zabraňující větším změnám v geometrii modelu. Zůstane zachováno směřování polygonů, nebudou redukovány výčnělky modelu nebo zaplňovány díry.

Optimal position of simplified vertices – výsledný model bude obsahovat pouze vrcholy, které tvořily původní objekt. Nebudou generovány nové pozice vrcholů na základě algoritmu.

Redukce rozlišení může být provedena na začátku editace, pokud rozlišení modelu klade přílišné nároky na výpočetní výkon a čas. **Zároveň by se mělo ponechat co největší, aby bylo zachováno co největší množství informace pro editační kroky.**

MeshLab – redukce modelů

MeshLab – Redukce počtu polygonů modelů s texturou
(*Filters > Remeshing, Simplification and Reconstruction > Quadric Edge Collapse Decimation (with texture)*)



Snímání 3D modelů

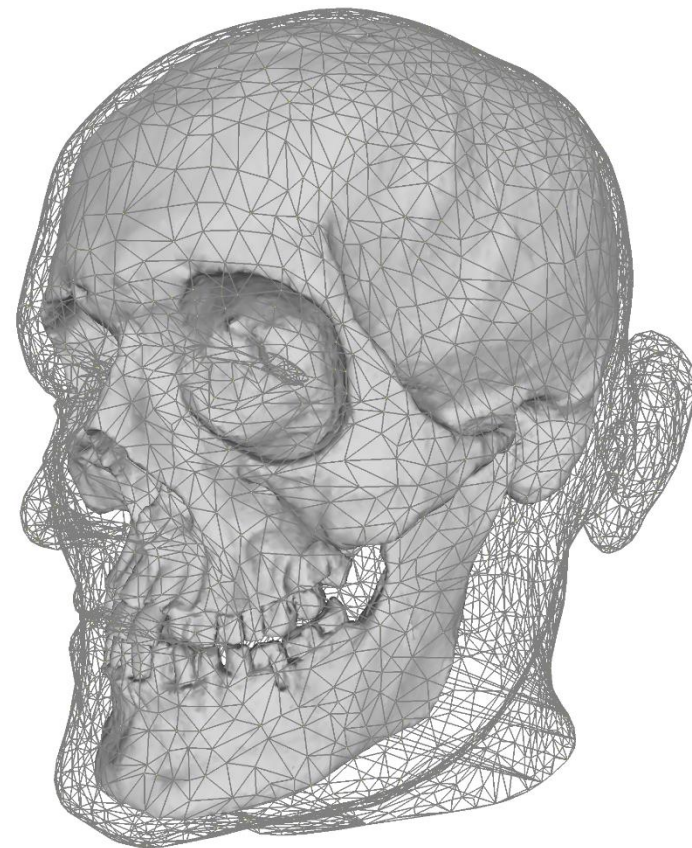
Neexistuje jediná metoda, vhodná pro všechny typy objektů a zaznamenávající všechny vlastnosti!!!



barevná informace



vnější tvar



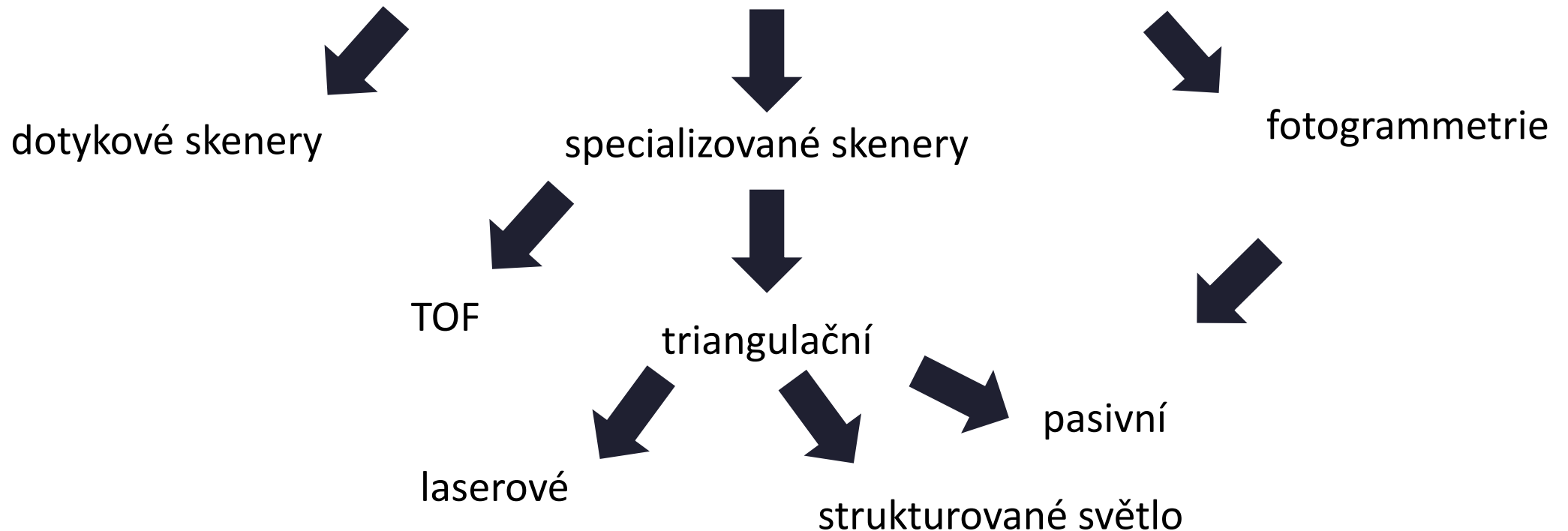
vnitřní struktura

povrchové skenery a fotogrammetrie

objemové snímání (CT a MRI)

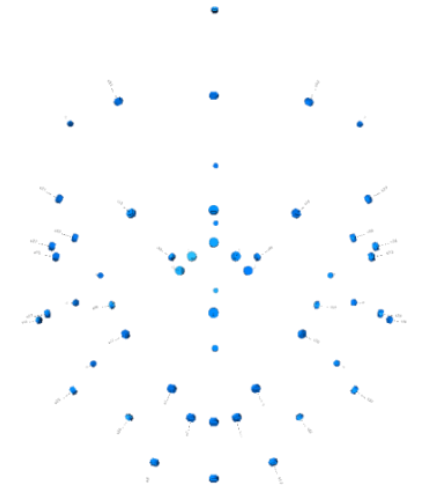
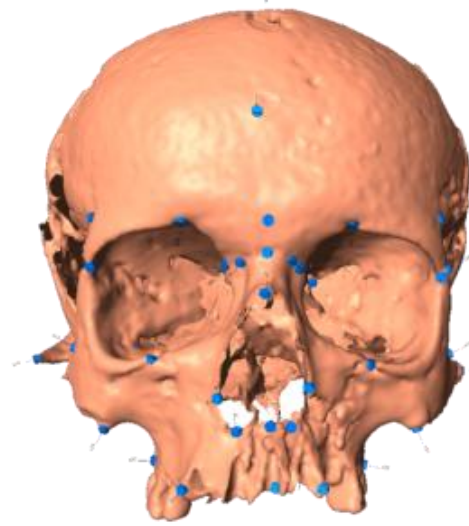
Snímání tvaru a barevnosti povrchu

- omezeno na povrch objektů
- primárním výstupem **jsou přímo 3D polygonální sítě** nebo **bodové mraky**
- mohou snímat barevnost
- přesnost a rozlišení skenerů jsou dány technickými možnostmi použitých přístrojů - až setiny mm



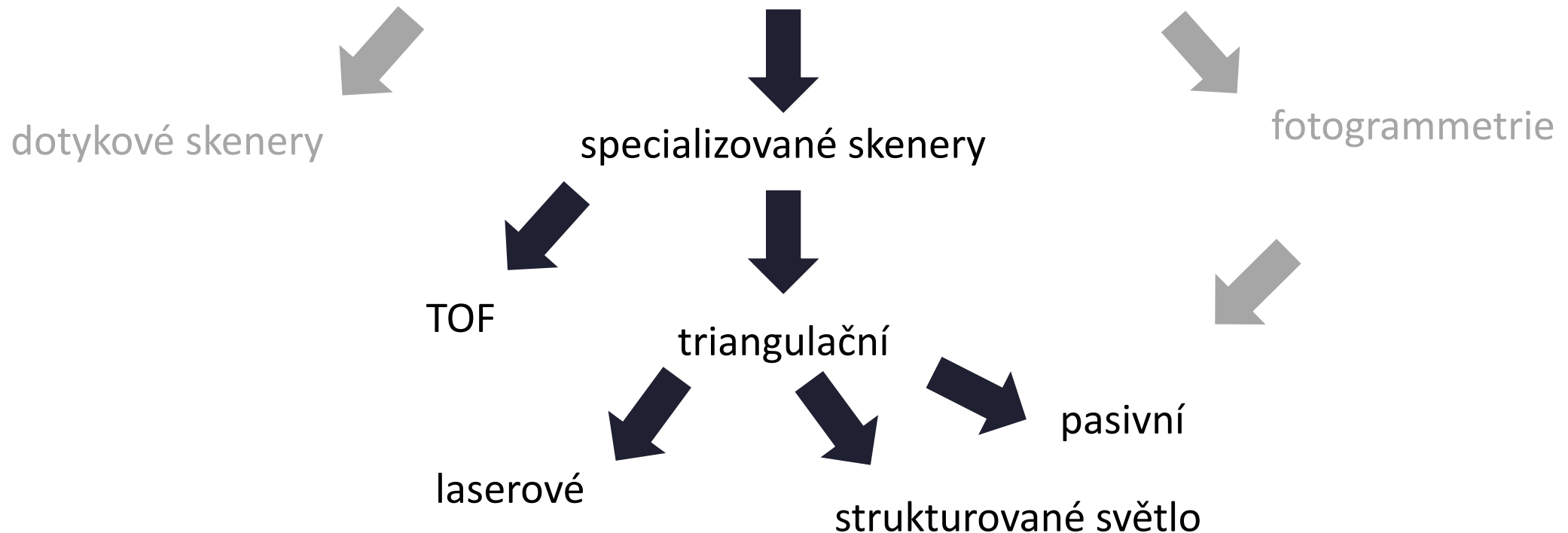
Povrchové snímání – kontaktní skenery

- efektivní metoda pro záznam prostorových souřadnic **diskrétních bodů** a **křivek** na principu fyzického kontaktu
- přesný záznam
- použitelné na všechny pevné materiály
- pro snímání živých osob pomalé



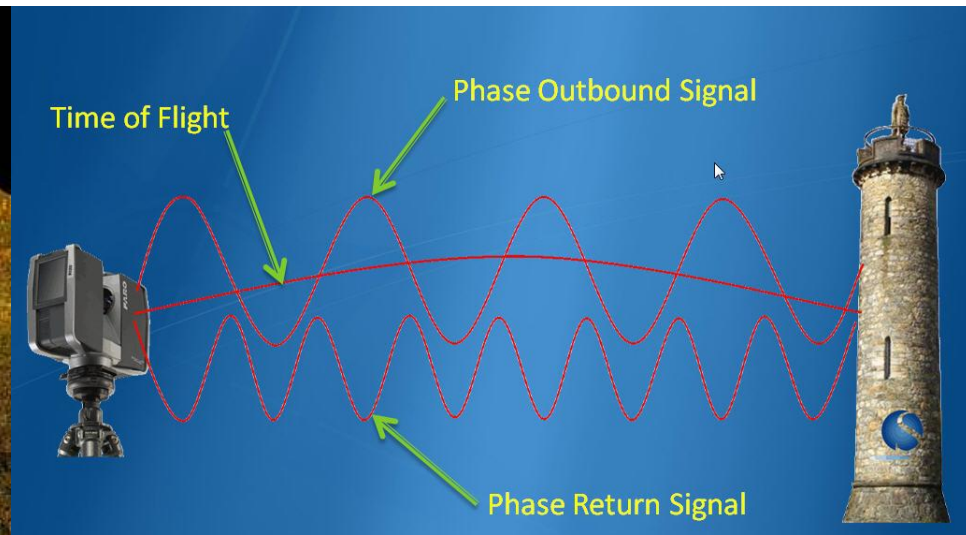
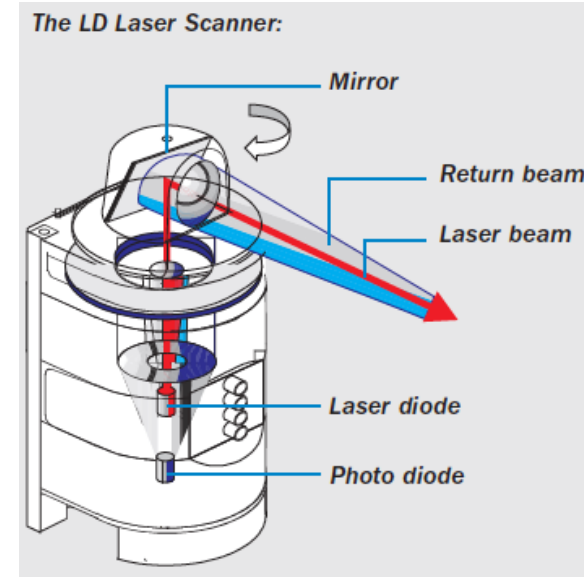
Povrchové snímání – bezkontaktní skenery

- bez fyzického kontaktu s objektem tvoří jeho realistické digitální kopie
- mohou snímat barvu
- dobře zaznamenávají povrch kostí i vnější povrch těla (některé)
- nevhodné pro průsvitné a průhledné objekty



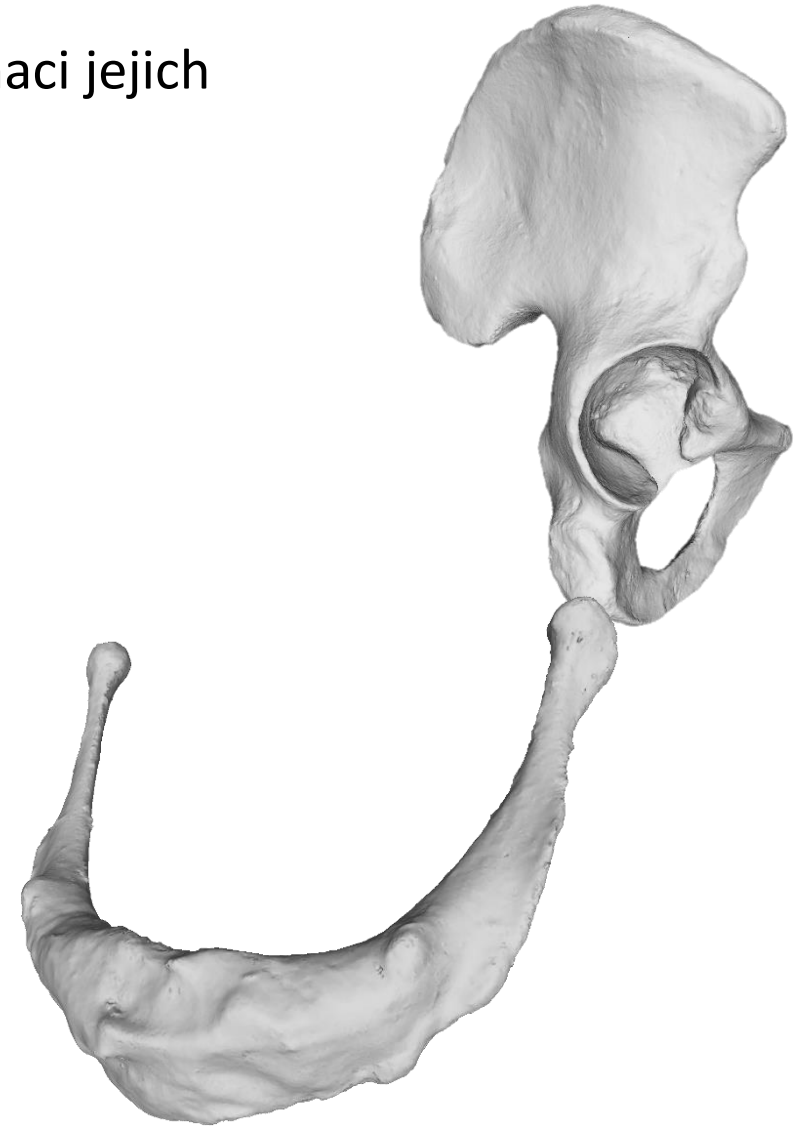
Povrchové snímání – TOF a fázové skenery

- 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 – triangulační skenery – aktivní laserové skenery

- 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



Povrchové snímání – triangulační skenery – aktivní skenery se strukturovaným sv.

- promítají komplexní obrazce
- rozlišení až v řádu desítek mikrometrů (obecně detailnější než laserové)
- záznam v řádu sekund



Povrchové snímání – triangulační skenery – 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



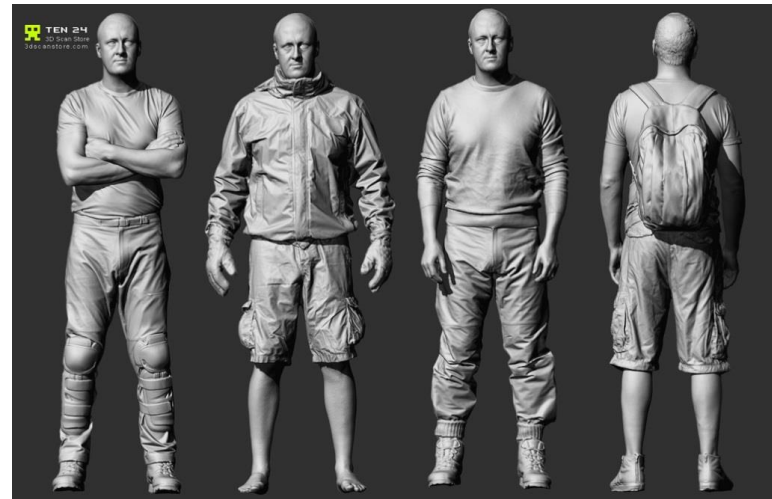
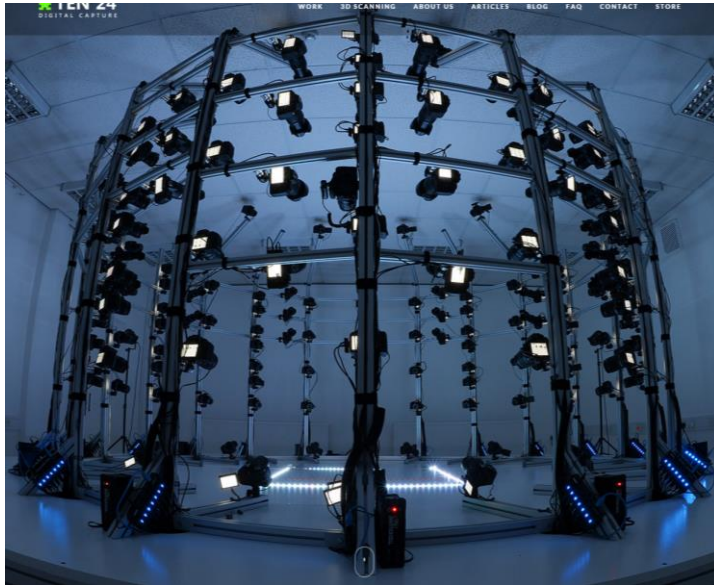
Povrchové snímání – triangulační skenery – pasivní/optické skenery

- přenosná alternativa obličejových a celotělových skenerů



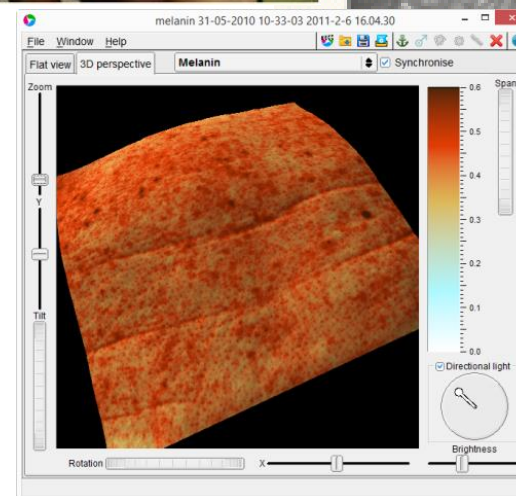
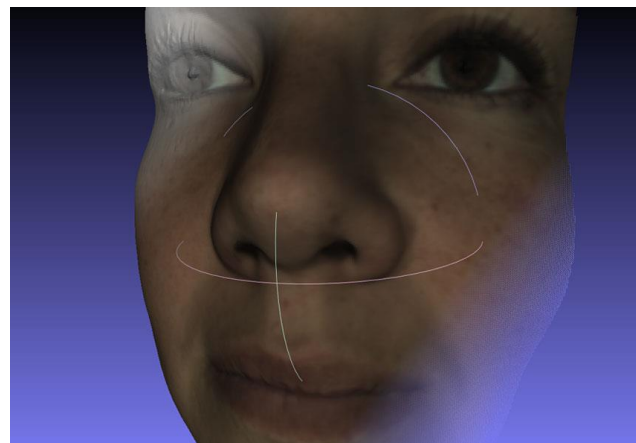
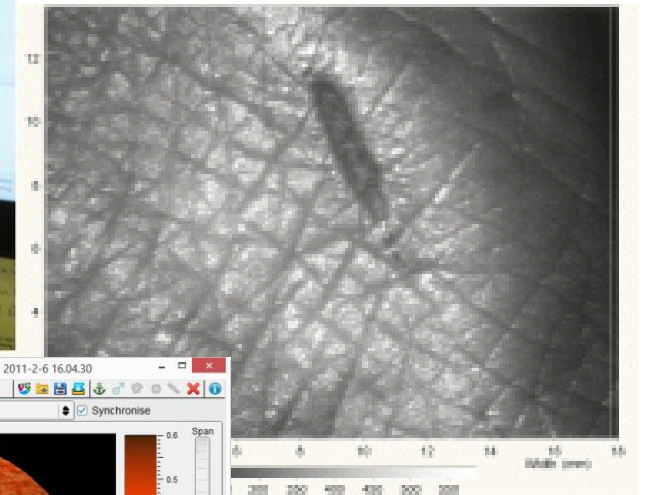
Povrchové snímání – triangulační skenery – pasivní/optické skenery

- soustavy synchronizovaných fotoaparátů



Povrchové snímání – triangulační skenery – pasivní/optické skenery

- přístroje konstruované pro snímání různých detailů

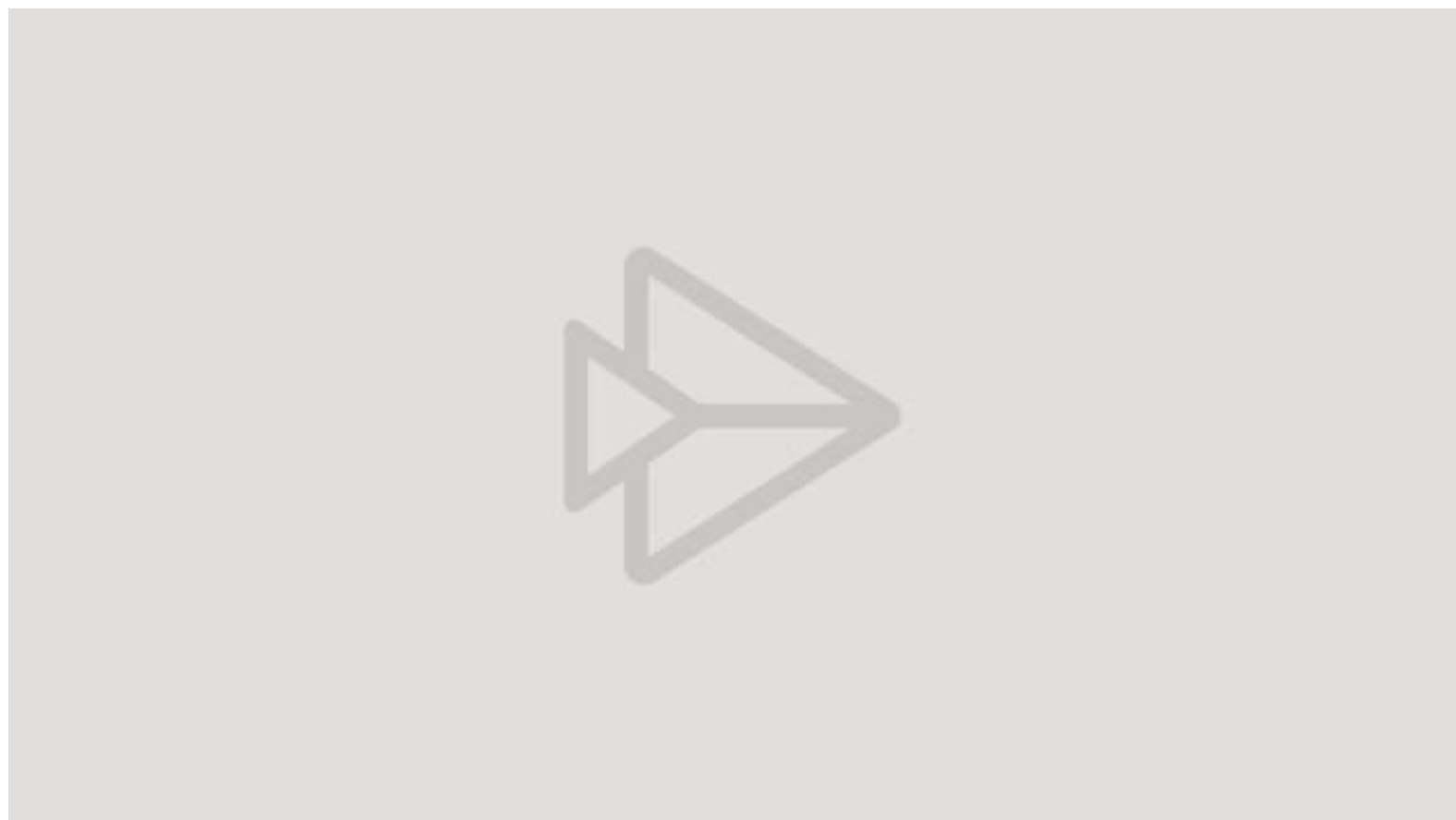
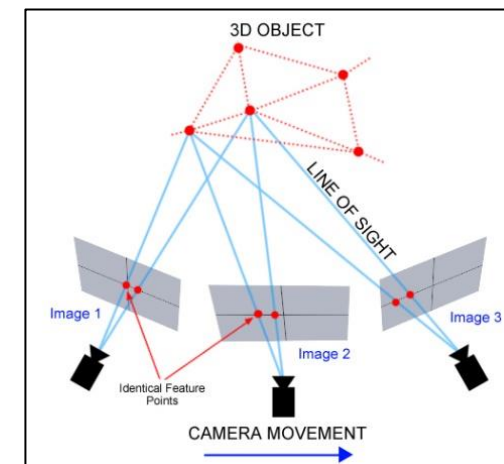


Povrchové snímání – fotogrammetrie

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

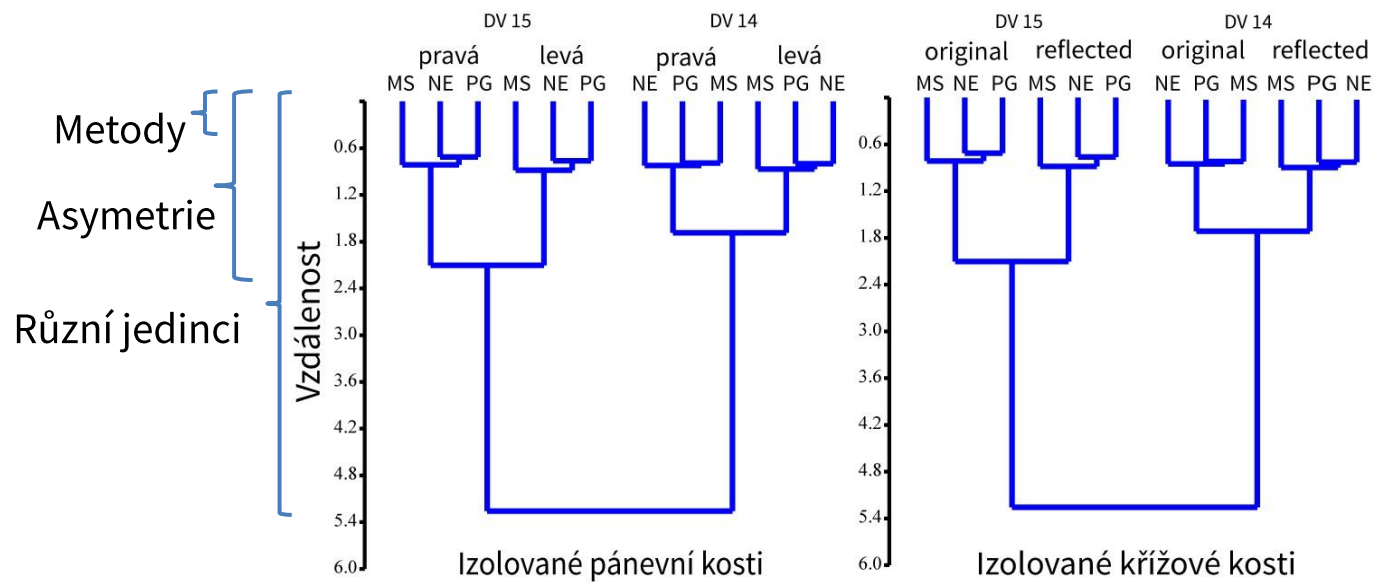


+ desítky dalších



Povrchové snímání – fotogrammetrie

- vysoká míra flexibility
- přesnost srovnatelná se skenery
- pouze na stabilní objekty s povrchovou texturou



Objemové snímání

- metody zaznamenávají rozložení hmoty ve snímaném objemu
- záznam **vnitřní struktury, vnější podoby, ale ne barevnosti**
- relativně velké a finančně náročné přístroje (umístění, personál atd.)

výpočetní tomografie



magnetická rezonance

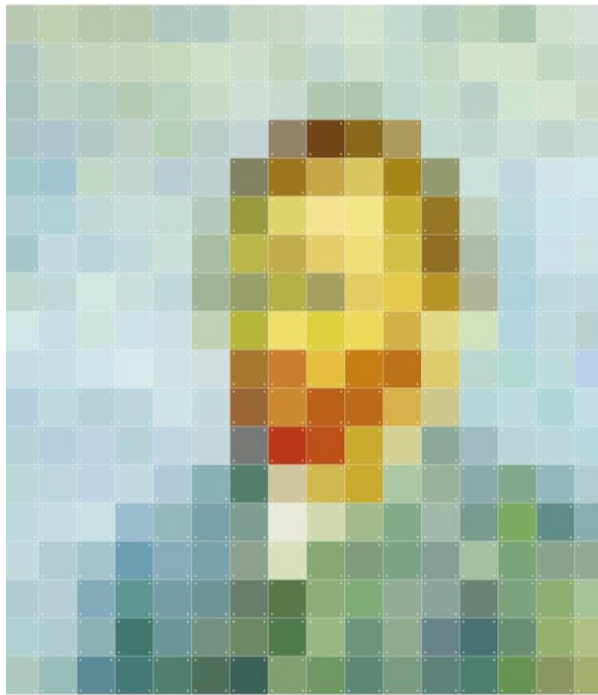


snímání řezů modelem



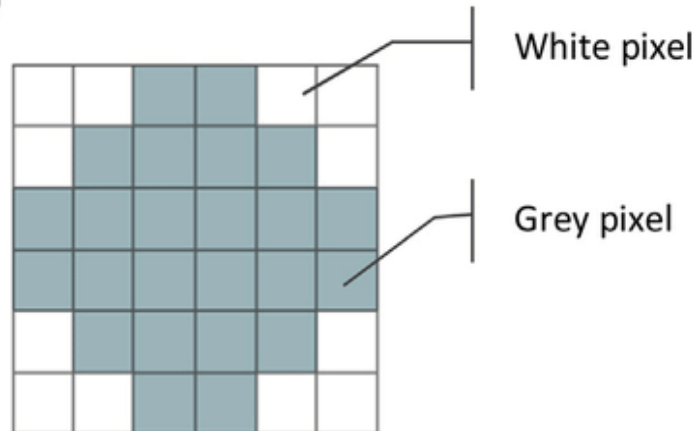
Objemové snímání

- produktem je **objemový záznam!!!**, ze kterého se **3D modely musí vytvořit**
- primárním jednotkou záznamu jsou **voxely**, části objemu rozdělující snímaný prostor do pravidelné trojrozměrné sítě

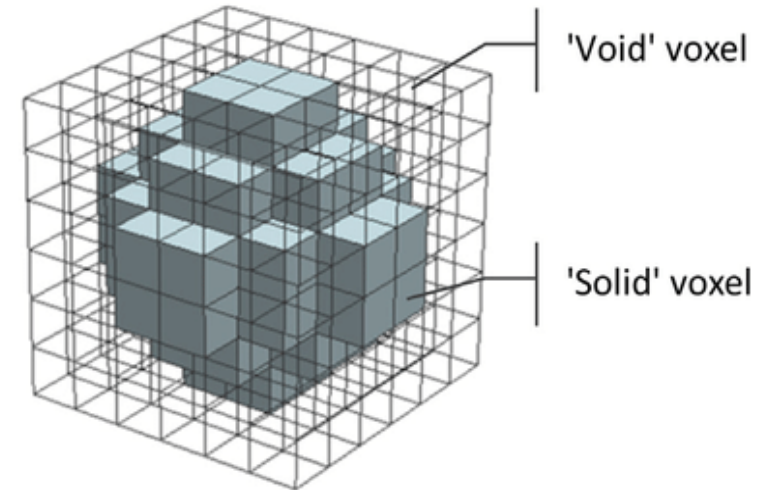


pixely

a)



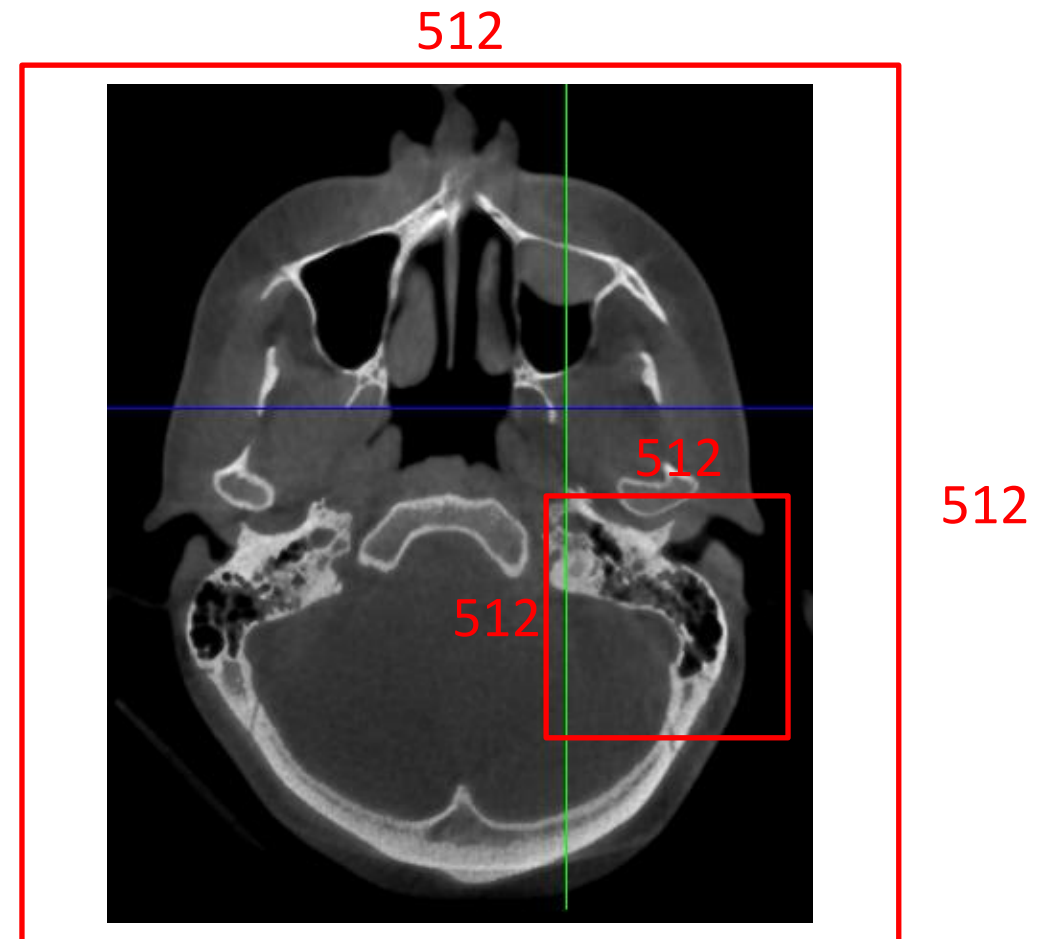
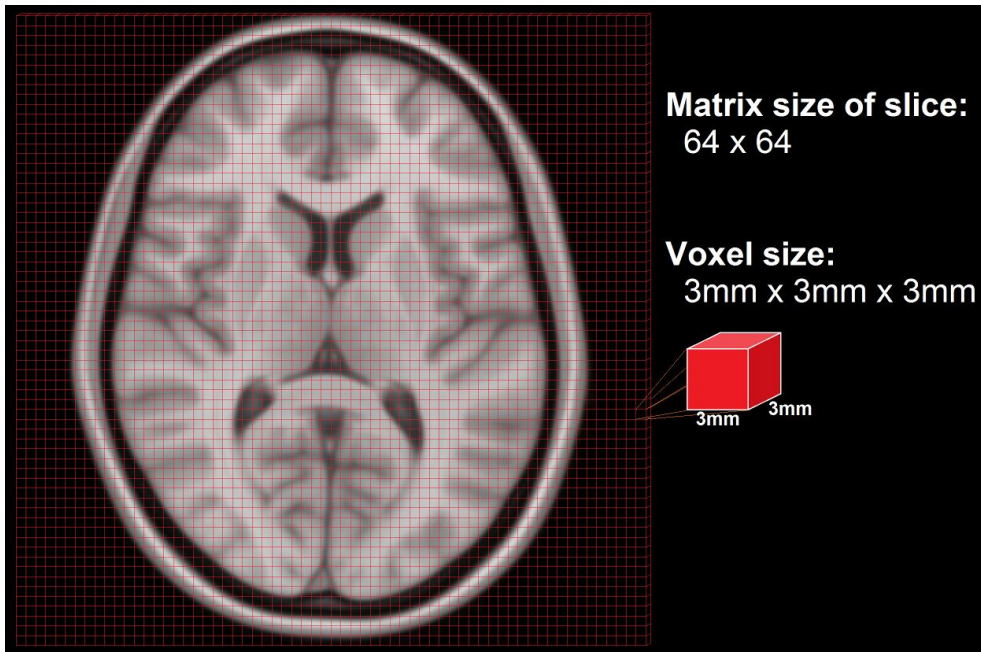
b)



voxely (Aremu et al. 2017)

Objemové snímání

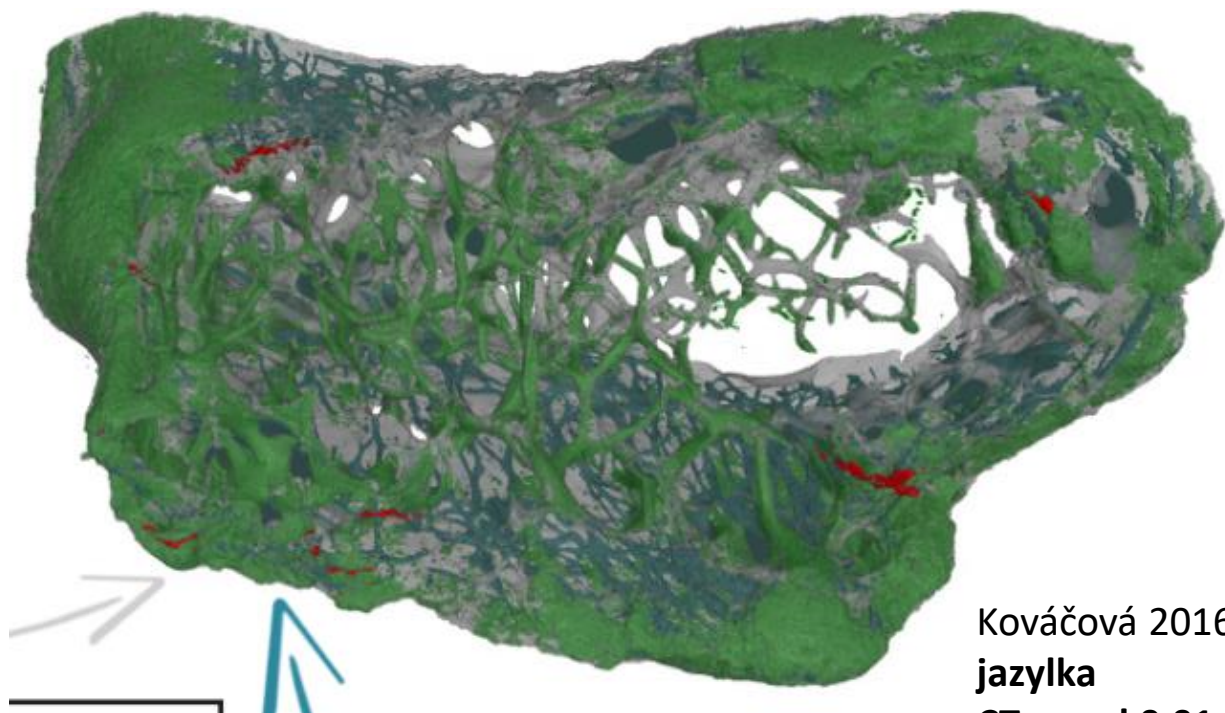
- metoda měří danou charakteristiku v objemu voxelu (dále nedělitelného) -> 256 odstínů šedi
- počet voxelů pro daný objem je dán technickými možnostmi skeneru a jeho nastavením (matice např. 512 x 512; 2048 x 2048)



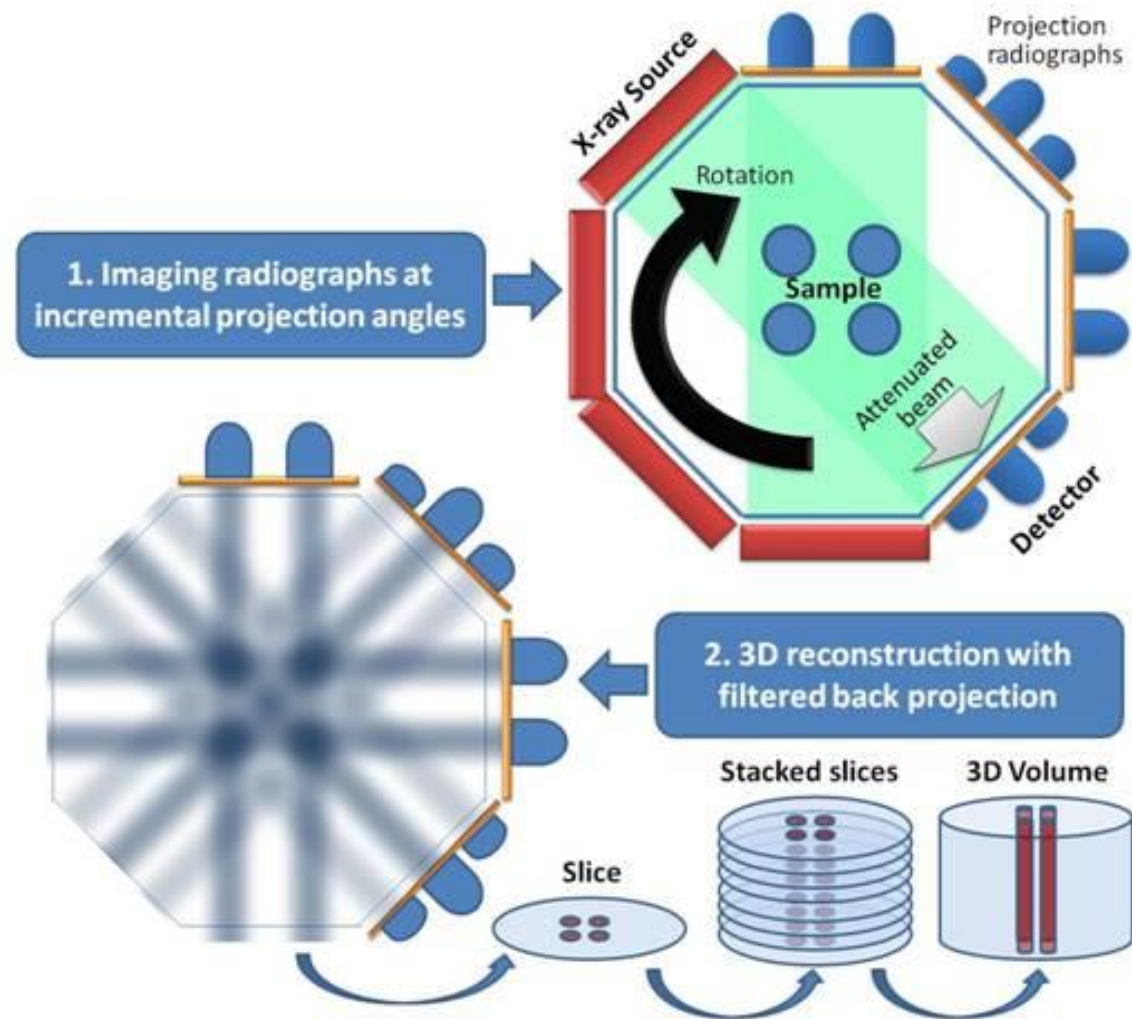
lepší rozlišení jen při menším objemu

Výpočetní tomografie

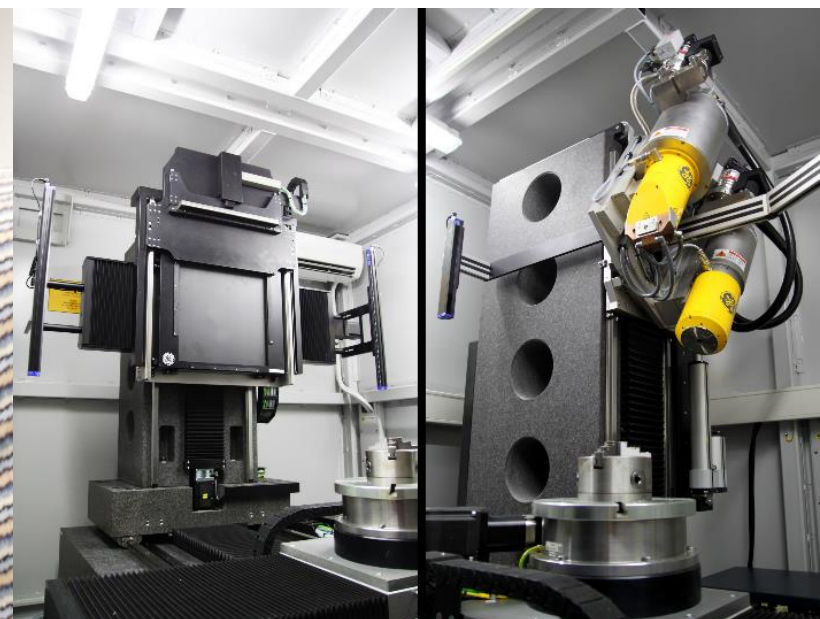
- měří pracovní pole pomocí rtg paprsků – **ionizující a potenciálně nebezpečné**
- běžné lékařské přístroje rozlišení do ca 0,35 mm, specializované uCT a nanoCT až do desetin mikrometru



Kováčová 2016
jazylka
CT, voxel 0,01mm

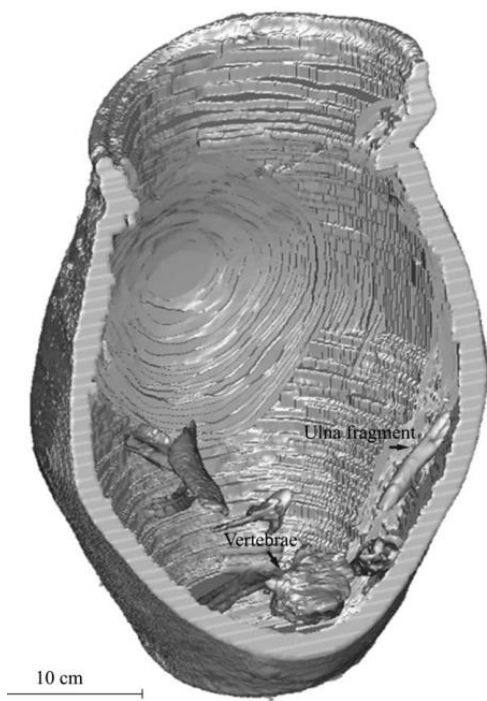


Objemový záznam - výpočetní tomografie

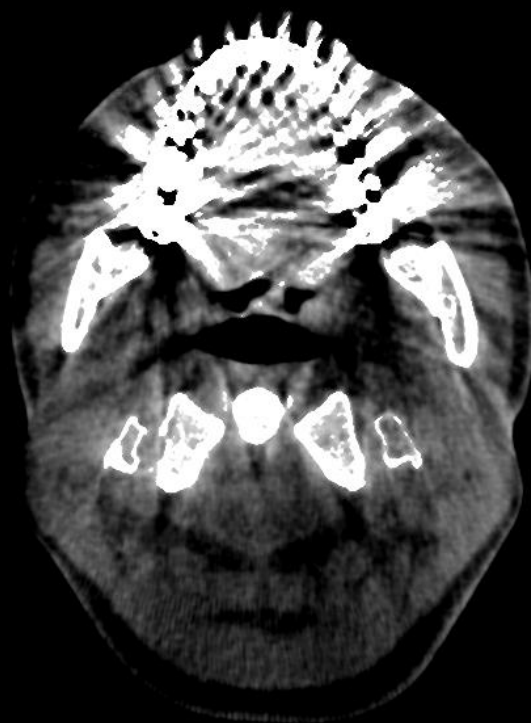


Výpočetní tomografie

- obecně velmi dobrý kontrast pro kosti bez měkkých tkání i kosti kryté měkkými tkáněmi a jinými překážkami (ne kov)
- obecně špatný kontrast pro měkké tkáně
- kov může být zdrojem artefaktů

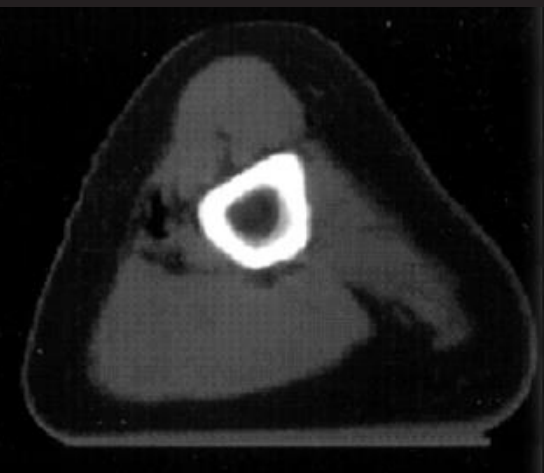
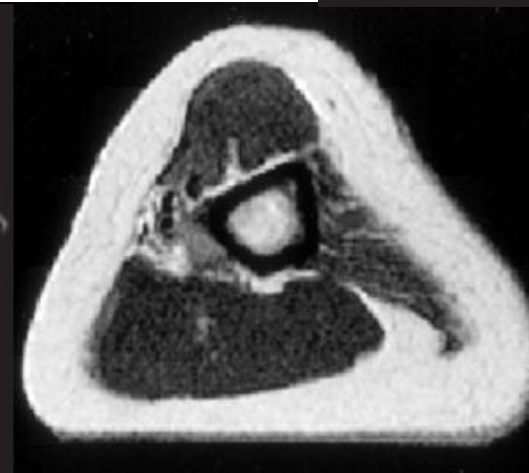
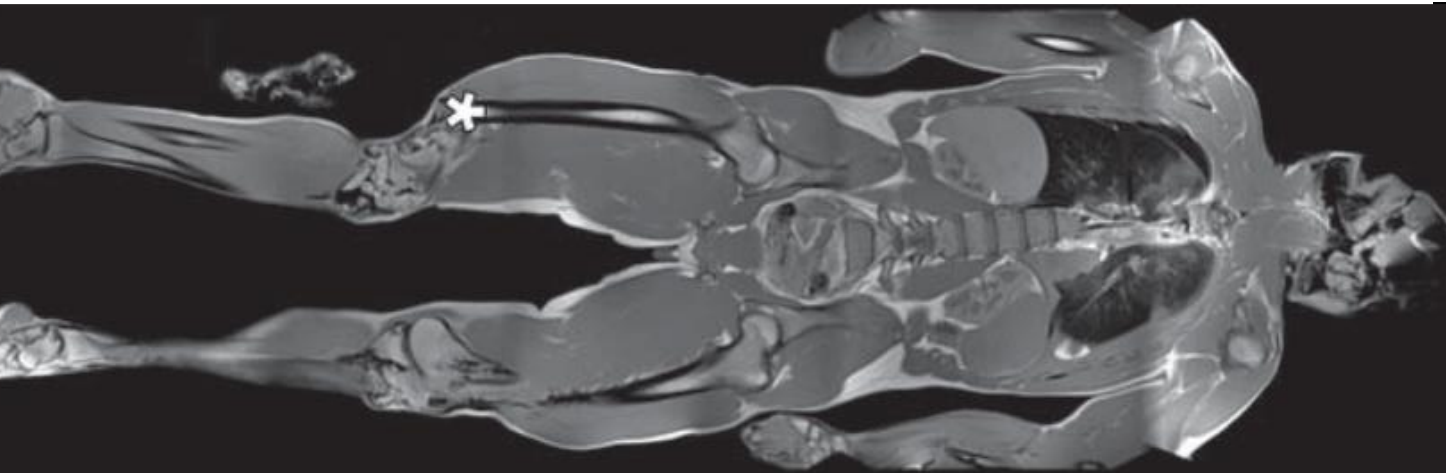
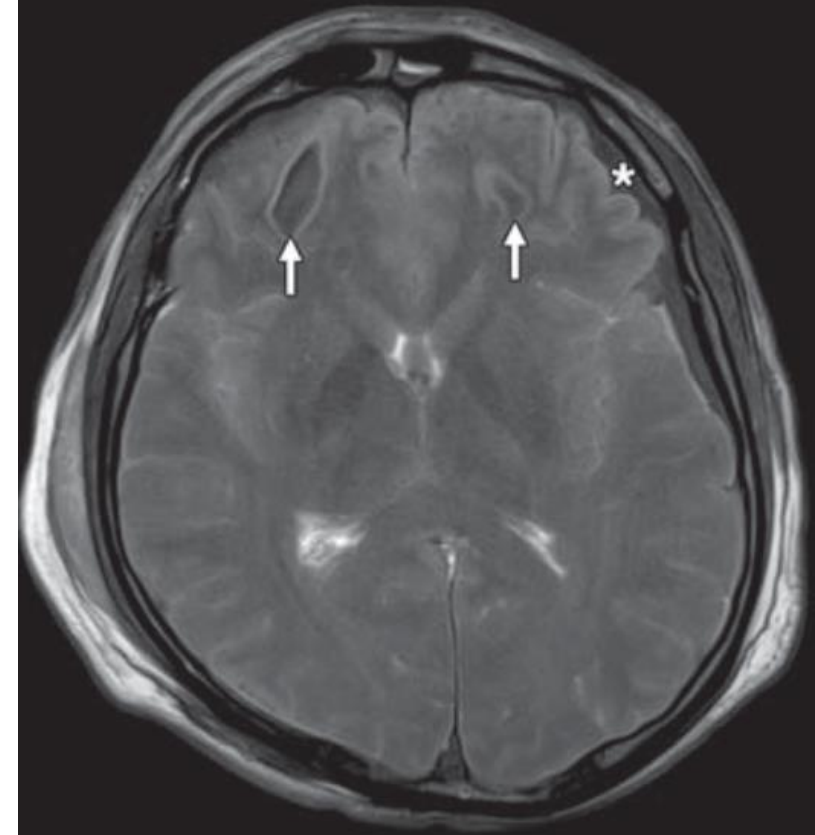


(Harvig et al. 2012)



Magnetická rezonance

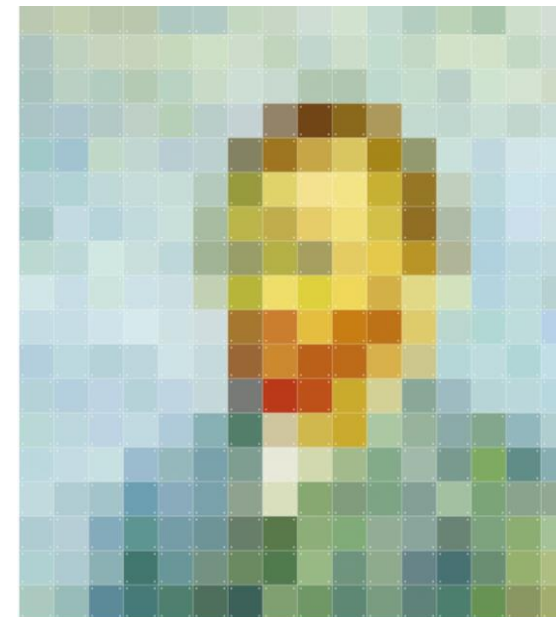
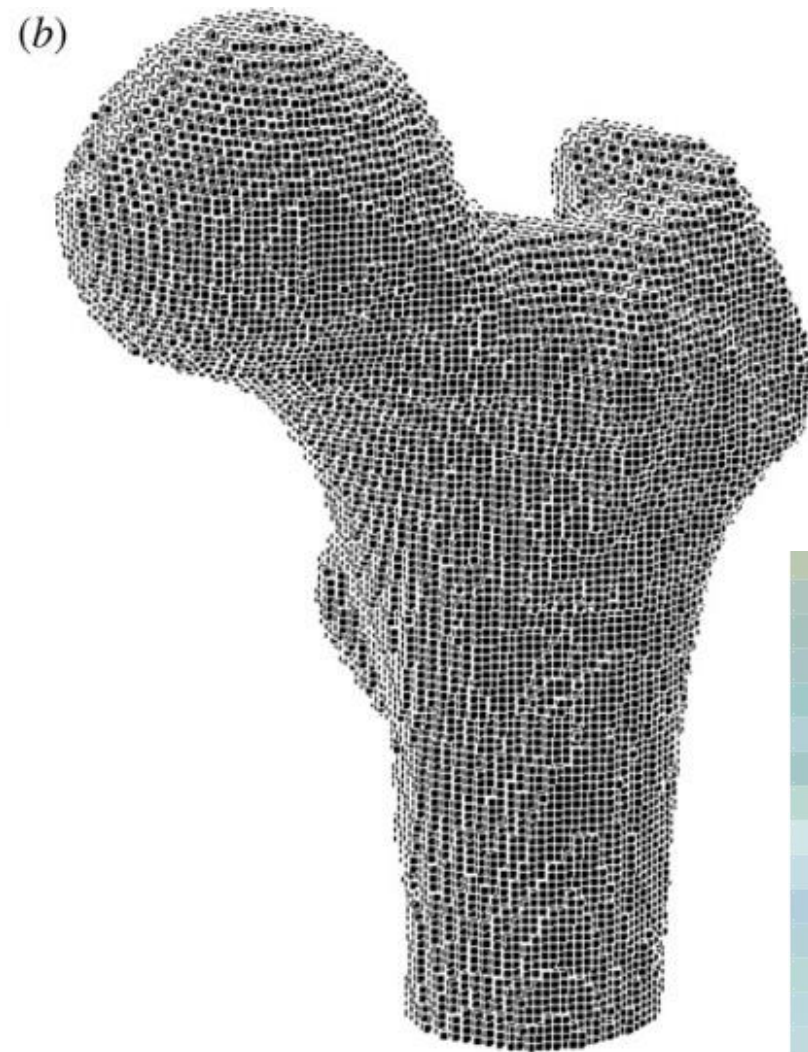
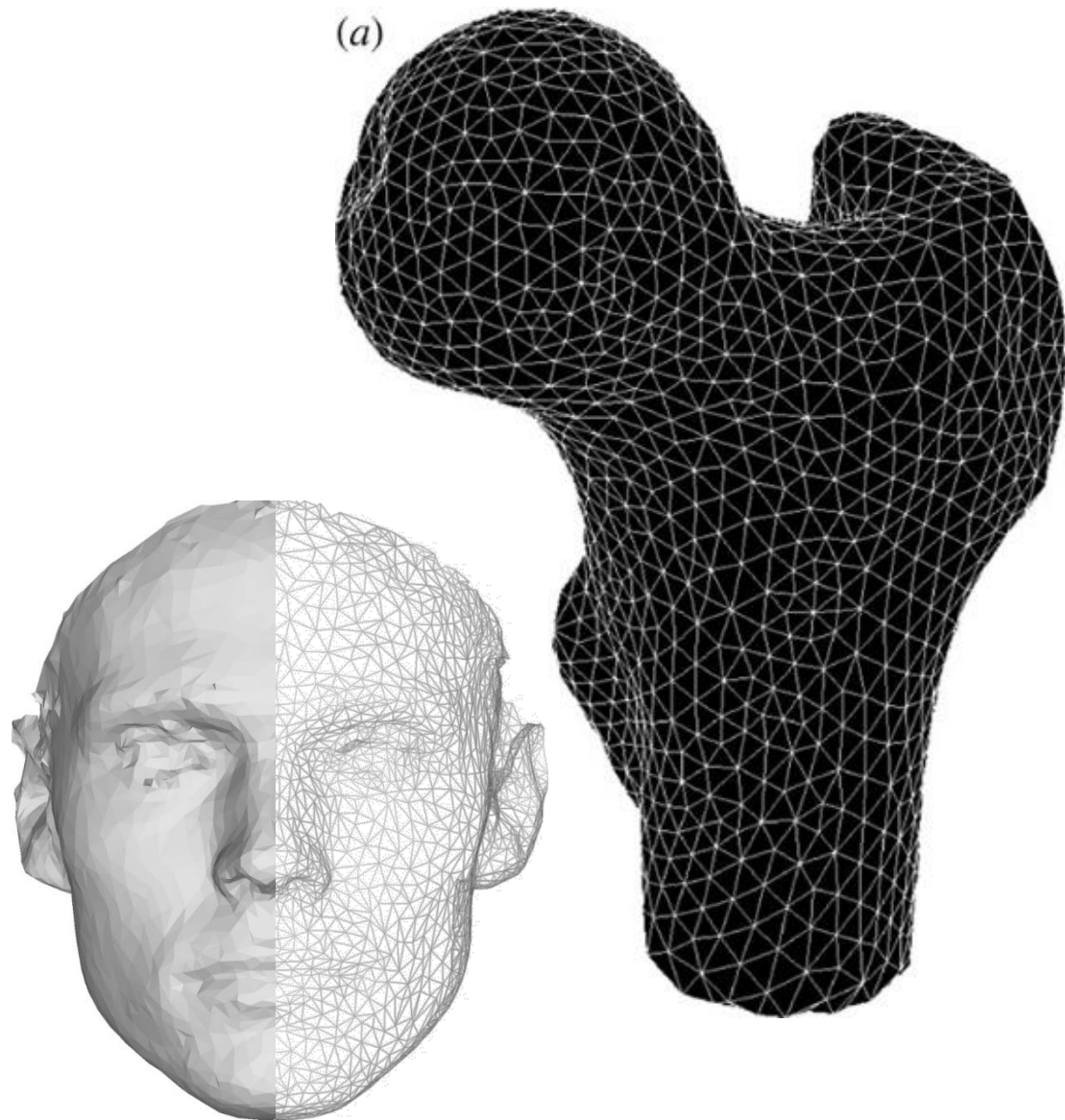
- záznam na principu změn spinů elektronů v magnetickém poli
- běžné rozlišení až 1 mm, speciální přístroje pak desetiny milimetru
- nejlepší kontrast pro látky obsahující různé podíly vody a tuku – měkké tkáně
- kosti často špatný kontrast



MRI

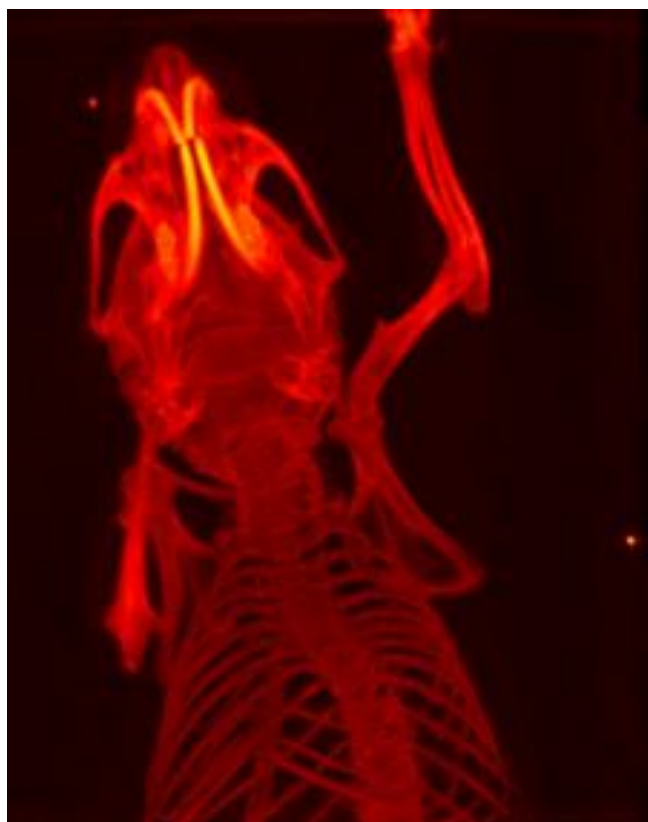
CT

Výstup objemového snímání

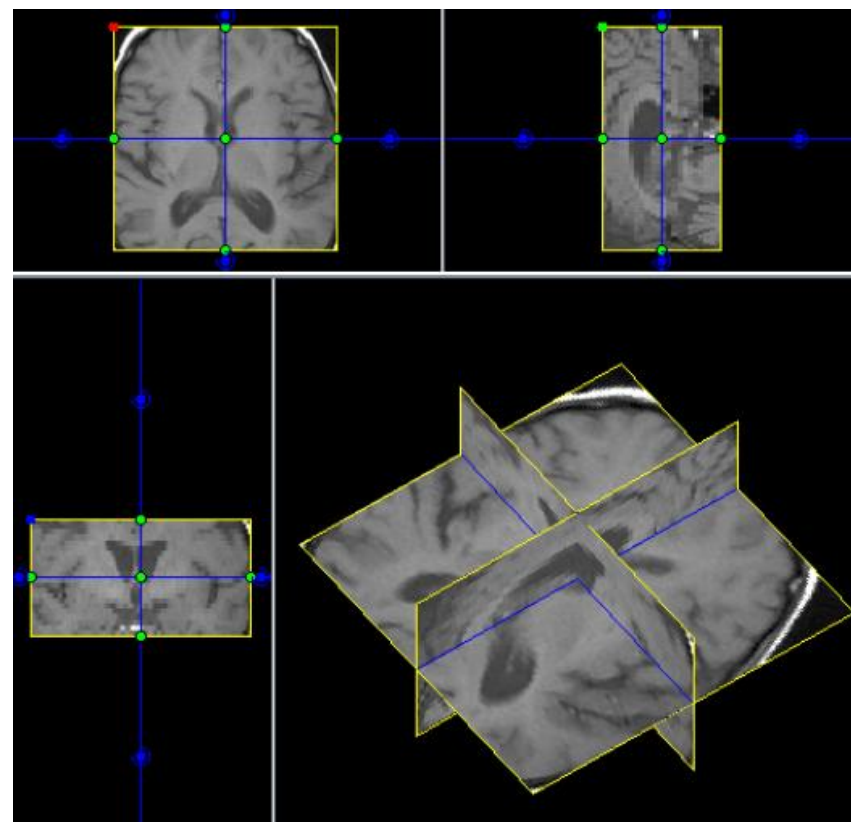


Výstup objemového snímání

- objemová data se dají zobrazit jako tzv. multiplanární projekce nebo s pomocí metod objemového zobrazení
- pořád **nejde o polygonální modely**



MIP (maximum intensity projection)



multiplanární projekce

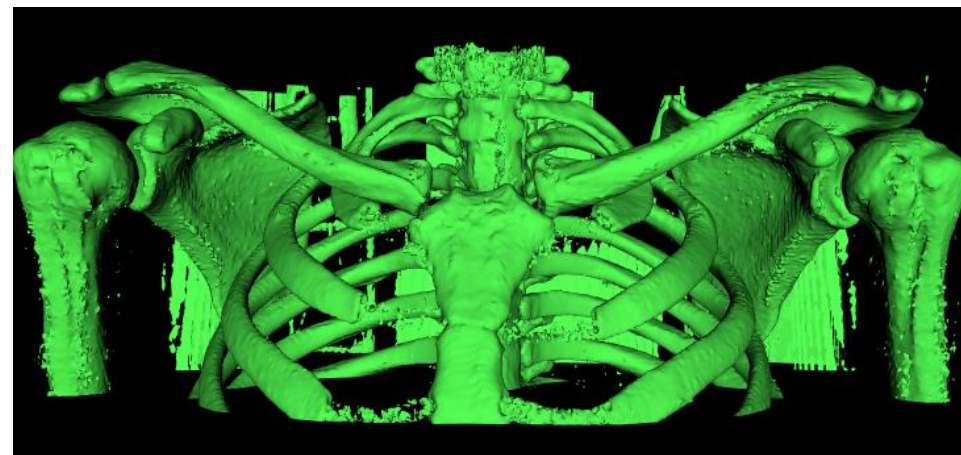
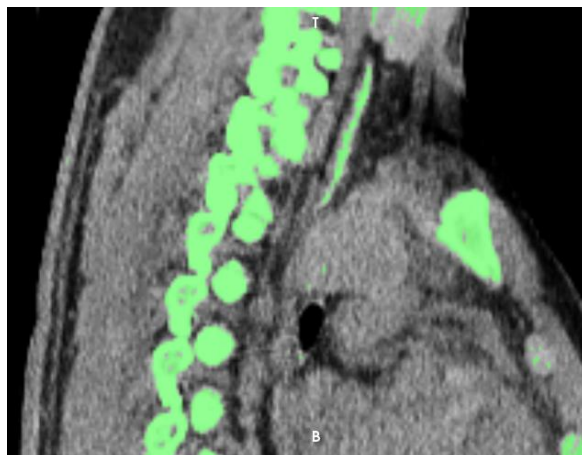
Objemové snímání - segmentace a renderování

Segmentace

vymezení oblastí, které zobrazují objekt, jehož model chceme vytvořit – definujeme průběh budoucího modelu v jednotlivých řezech

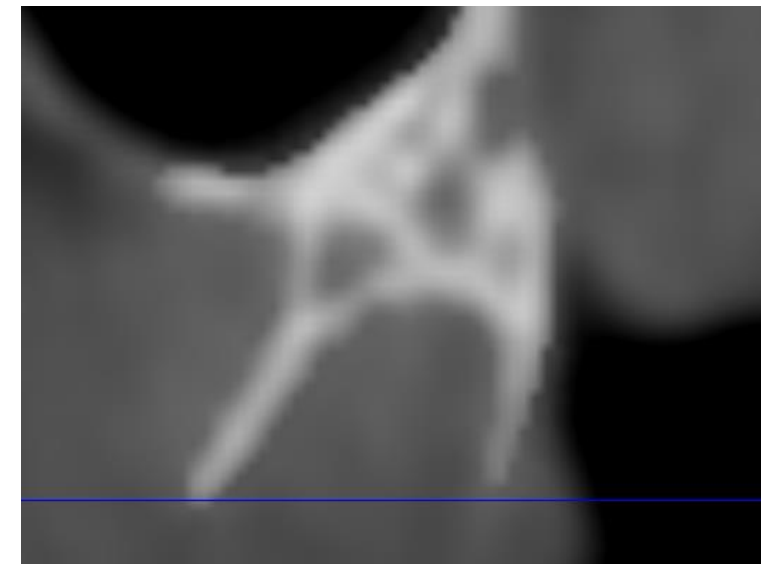
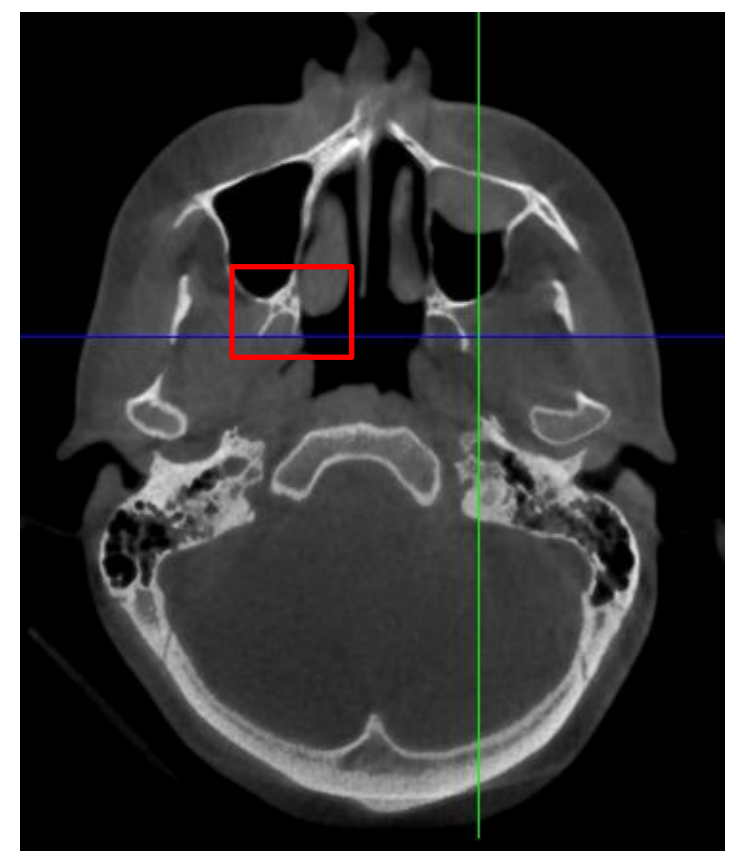
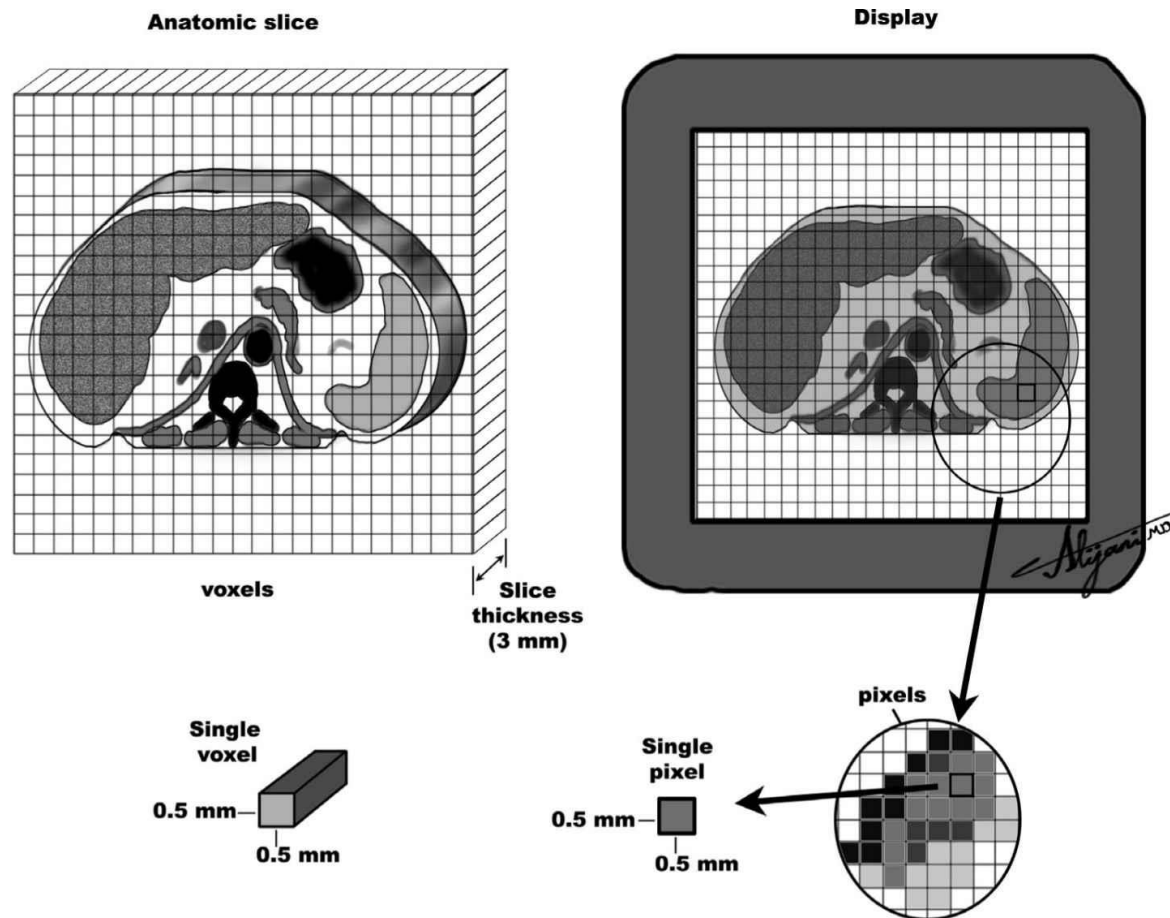
Renderování

Vytvoření polygonálního modelu, jehož povrch kopíruje hranice vyznačení na snímcích



Objemové snímání - segmentace a renderování

- biologické objekty mají kontinuální charakter, jsou ale zaznamenány do konečného počtu voxelů
- nastavení hranice modelu ovlivňuje jeho podobu



Objemové snímání - segmentace a renderování

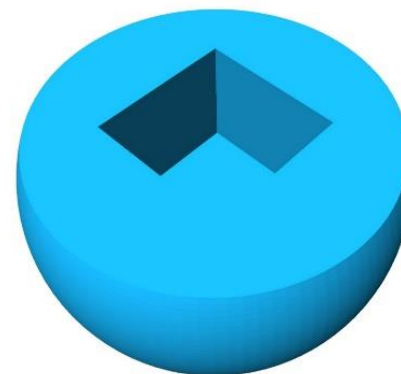
rozlišení snímání



segmentace a
renderování



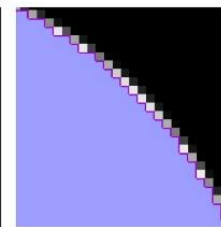
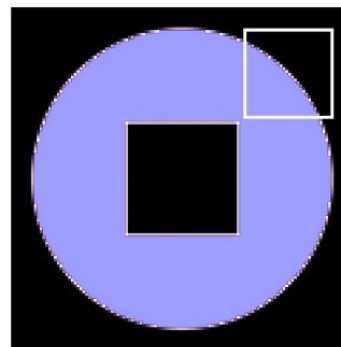
chyba – odchylka od
skutečného tvaru
anebo velikosti



Snímaný objekt

- průměr koule 10 cm
- hrana vepsané krychle 5 cm

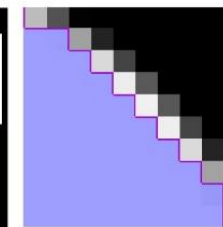
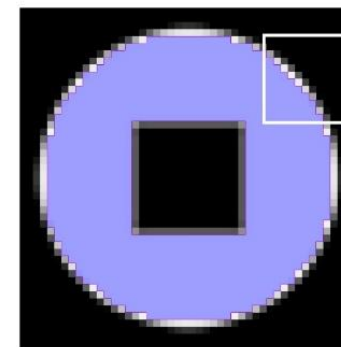
Šířka řezu 0,25 cm
Rozlišení snímku 0,1 cm



- přechodná oblast
0,2 – 0,5 cm

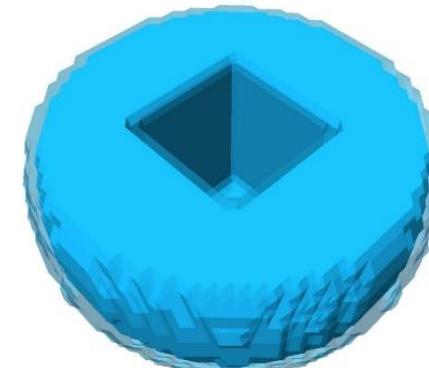
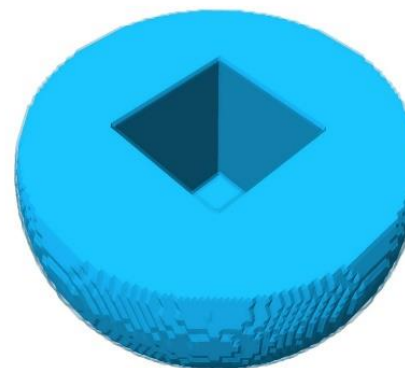
A

Šířka řezu 0,5 cm
Rozlišení snímku 0,25 cm



- přechodná oblast
0,5 – 1 cm

B

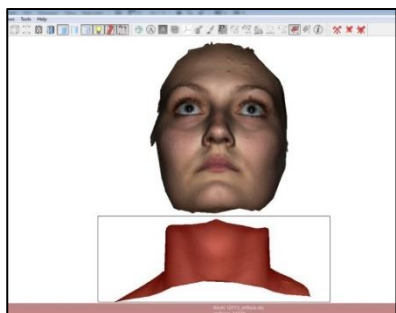


MeshLab – odstranění nežádoucích částí modelu

Odstranění nežádoucích částí funguje podobně jako mazání v programech pro editaci fotografií. V prvním kroku jsou výběrovými nástroji označeny části modelu a ve druhém jsou vymazány.

K označení **polygonů** a **vrcholů** pro jakoukoliv editaci slouží nástroje:

„Select vertexes“ a „Select Faces in Rectangular region“ – výběr vrcholů, resp. facet rámečkem

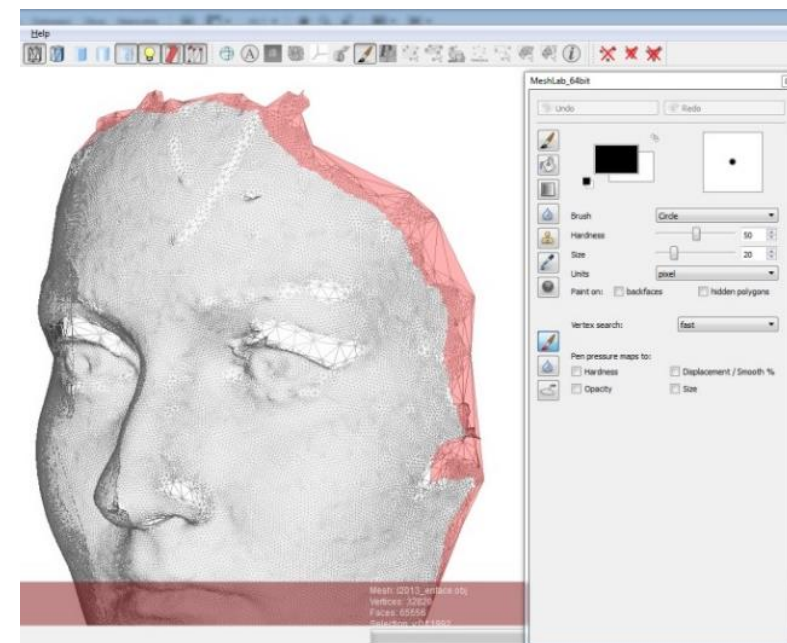


„Select connected component“ – výběr celé navazující polygonální sítě

„Select faces/vertices in...“ – výběr prvků pomocí mnohostěnu



„Z-Painting“ freehand výběr prvků sítě



MeshLab – odstranění nežádoucích částí modelu – výběr



1) aktivujeme nástroj

2) LMB nebo RMB vyznačíme polygon

3) Q vybereme prvky

při aktivovaném nástroji

T – přepíná mezi výběrem bodů a facet

BACKSPACE – zruší poslední bod mnohostěnu

W – odznačí prvky v mnohostěnu

I – invertuje výběr

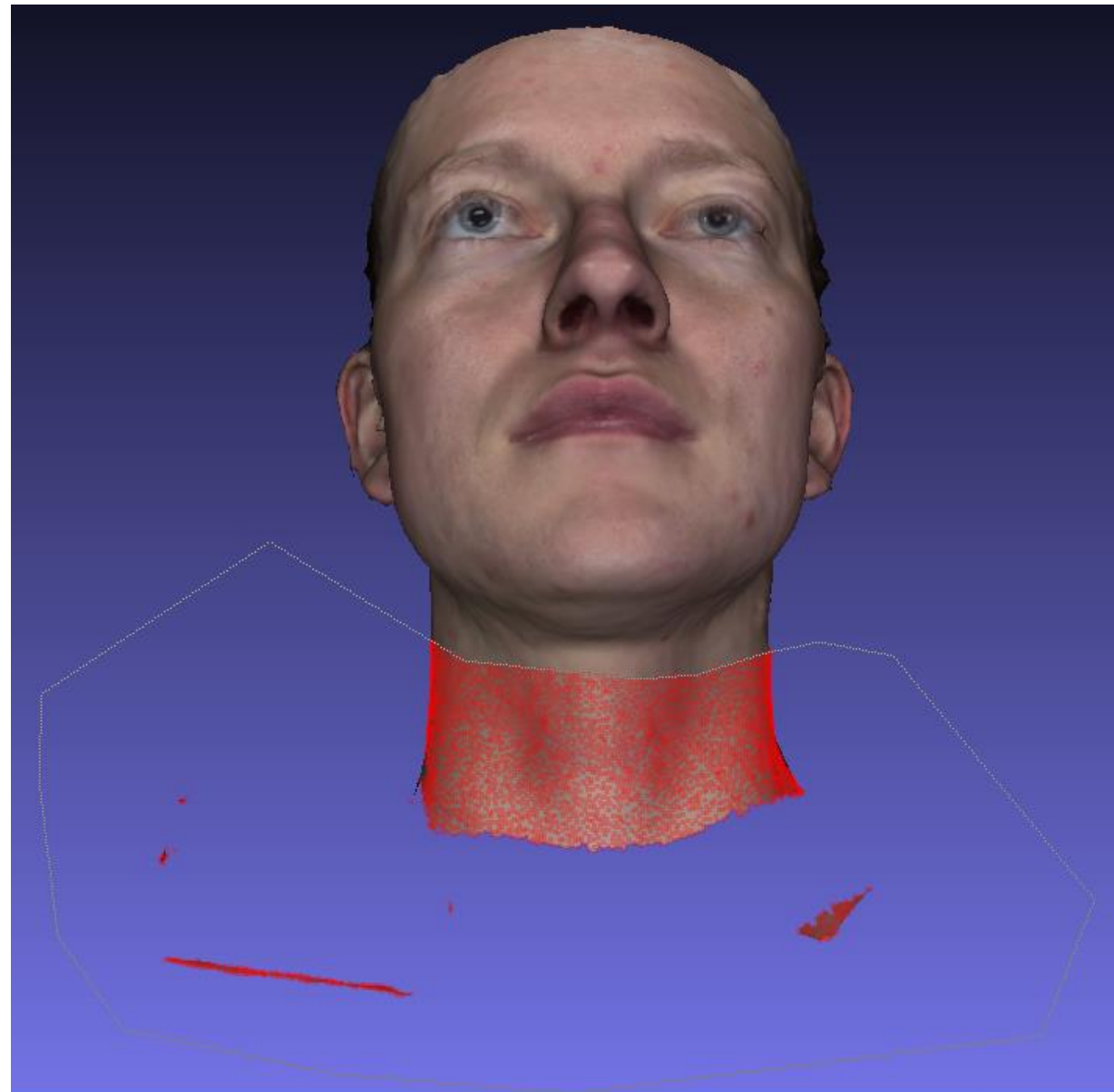
....

Selection from Area

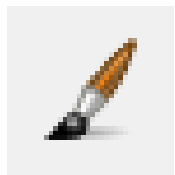
Vertices Selection - T for faces

C to clear polyline, BACKSPACE to remove last point
Q to add, W to subtract, E to invert

A select all, D de-select all, I invert all



MeshLab – odstranění nežádoucích částí modelu – výběr



1) aktivujeme nástroj

2) v dialogovém okně vybereme nástroj výběru



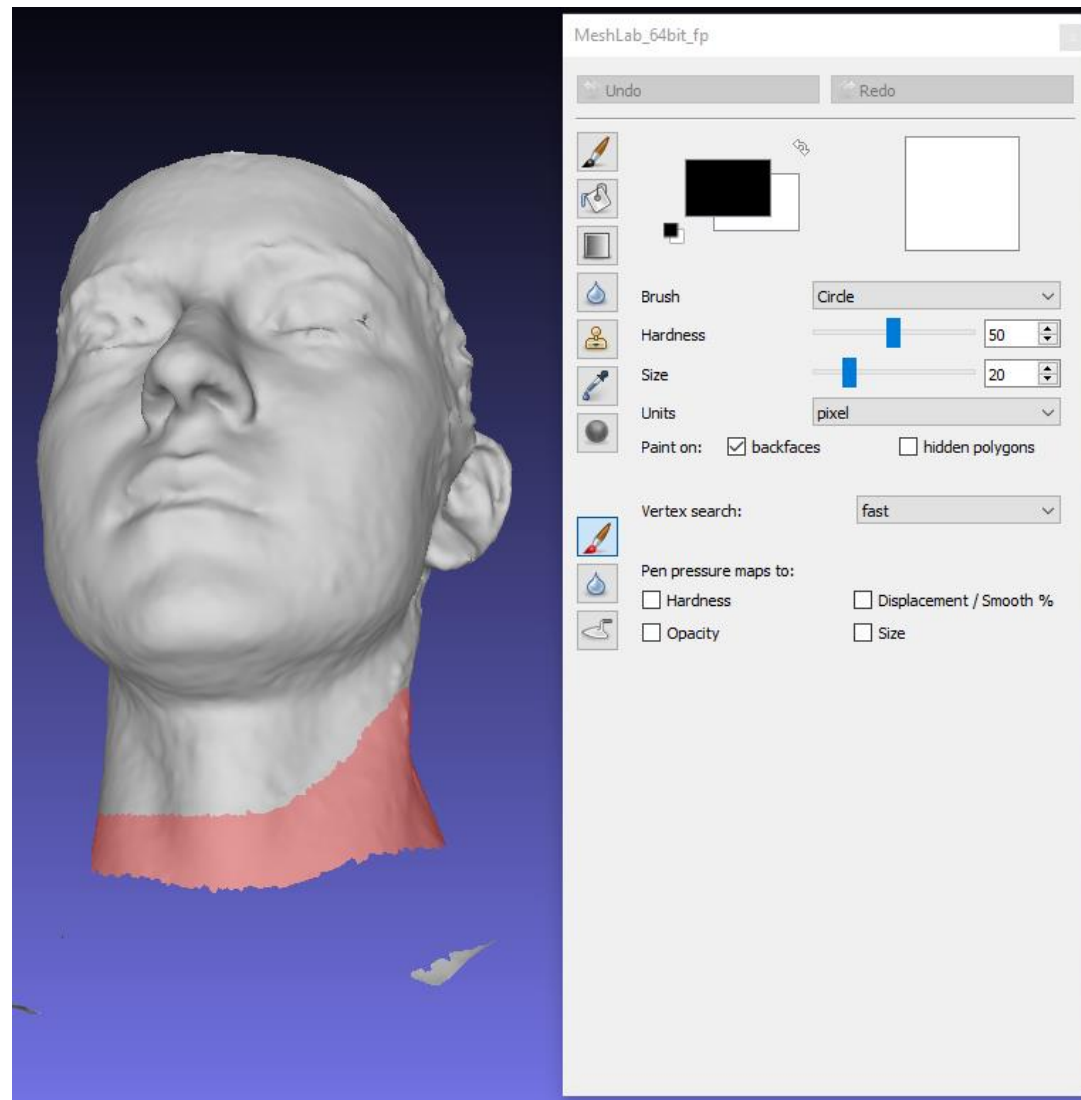
3) LMB přidáváme výběr
RMB odebíráme výběr

při aktivovaném nástroji

backfaces – při aktivaci nástroj vybírá i facety, které jsou lícovou stranou natočeny k nám rubem

hidden polygons – při aktivaci vybírá i facety, které nejsou vidět, například proto, že jsou kryté jinými částmi modelu

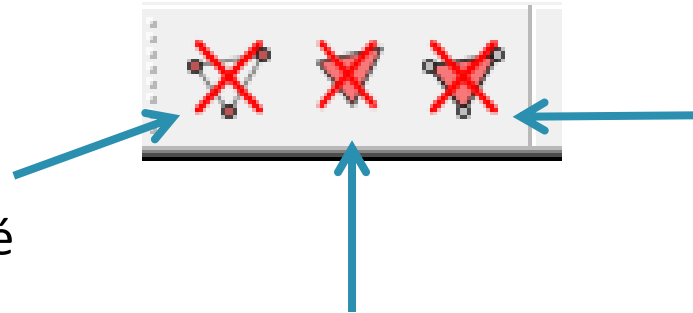
.... dobré pro dočištění... !



MeshLab – odstranění nežádoucích částí modelu – odstranění

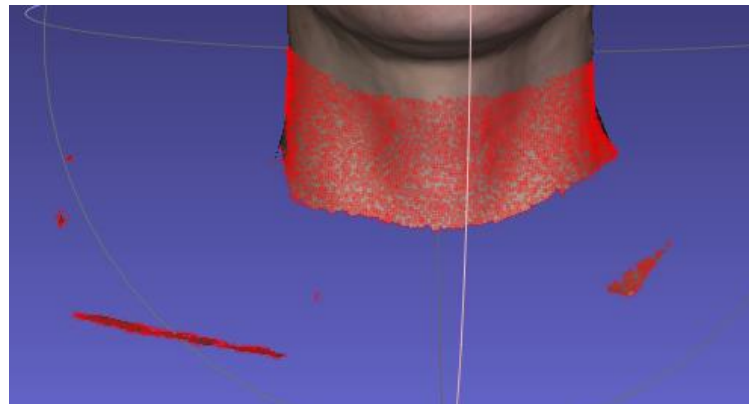
Program dovoluje odstranit různé prvky modelu.

odstraní všechny vrcholy a všechny facety, které označené vrcholy definují – nebude fungovat, pokud jsou vybrány pouze facety!



odstraní všechny facety a jejich vrcholy, které obklopují

odstraní všechny facety – nebude fungovat, pokud jsou vybrány pouze vrcholy (mohou zůstat vrcholy)



MeshLab – měření a škálování modelů

Measuring tool

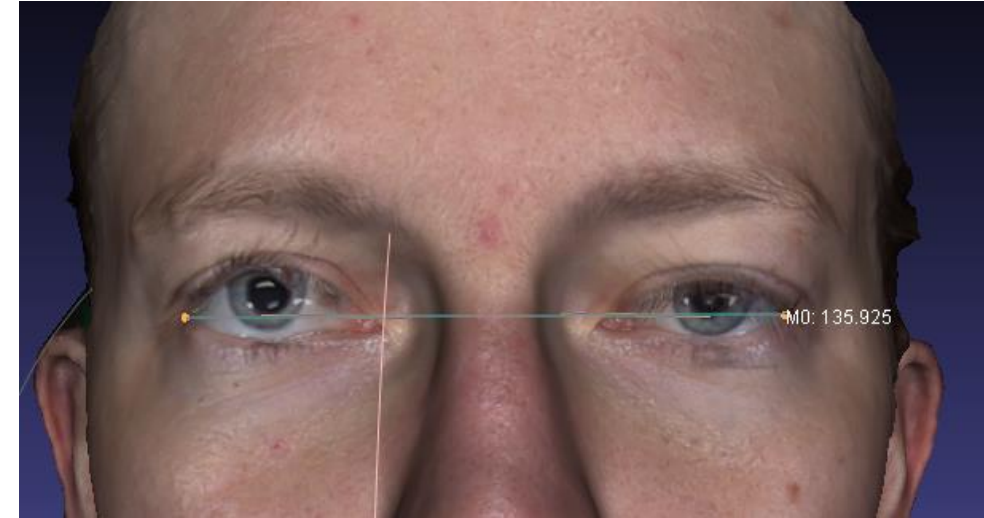
1) kliknutím LMB na model určíte krajní body vzdálenosti

Pokud je potřeba změnit mezi umístěním prvního a druhého bodu pohled, pak se z nástroje přepíná stiskem Esc nebo ikonou



2) nástroj zobrazí hodnotu přímé vzdálenosti bodů

Při opětovném použití přibývají další rozměry.



Point to Point Measure

C to clear, P to print, S to save

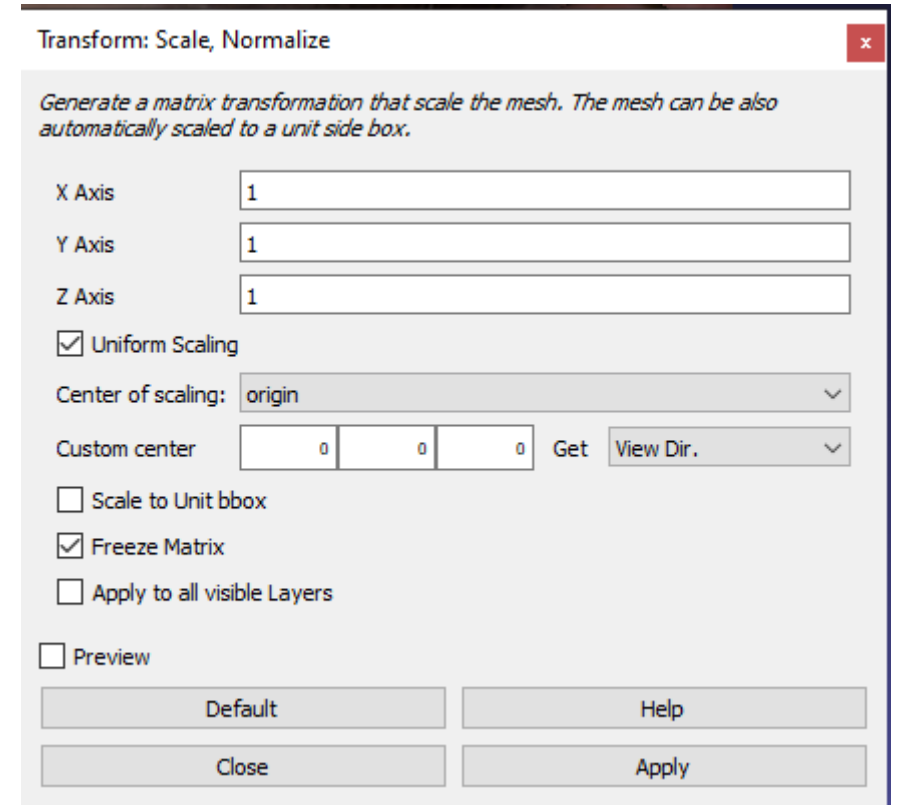
MD - 135.925

MeshLab – měření a škálování modelů

Škálování

- 1) změřte referenční vzdálenost na modelu
- 2) vydělte skutečnou referenční vzdálenost naměřenou vzdáleností
- 3) o získaný koeficient zvětšete nebo zmenšete model

Filters > Normals, curvatures and orientations > Transform: scale...

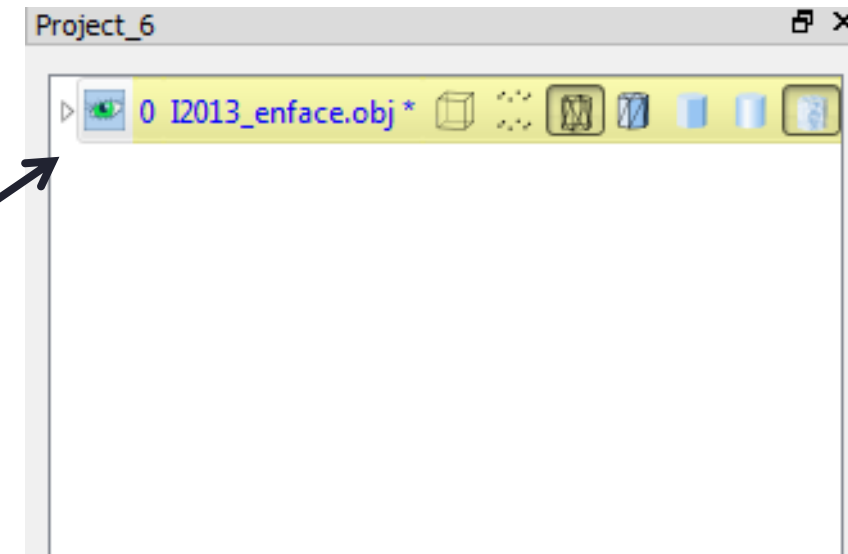


uniform scaling – velikost změněna stejně ve všech třech dimenzích – nedochází ke změně tvaru

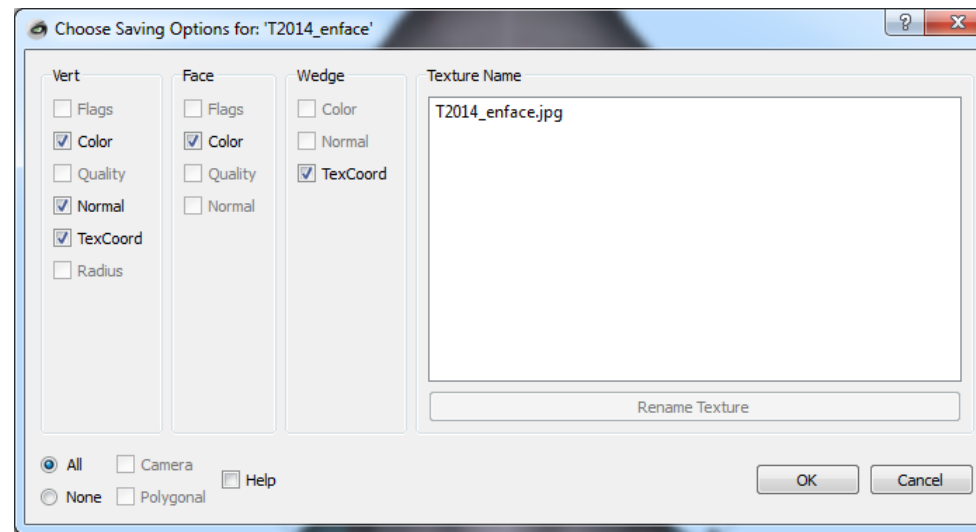
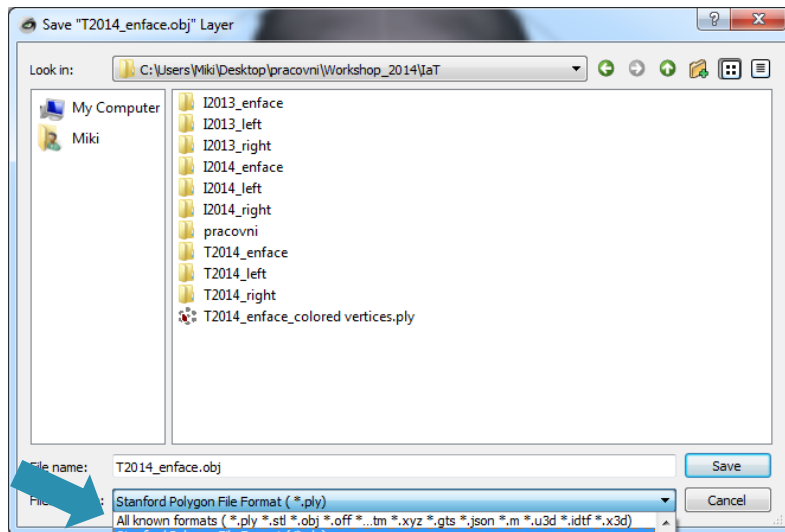
freeze matrix – dojde rovnou k přepočtu modelu, bez rototranslační matice

MeshLab – export dat

- změny modelu nepřepisují hned původní soubor
- změněný, ale neuložený model je v *Layer Dialog* **onačen hvězdičkou**
- pro změnu souboru modelu musí být změněný **model exportován**



Export polygonálních modelů *File > Export Mesh...*



Nastavení součástí
exportu
TexCoord – zásadní pro
zachování textury!

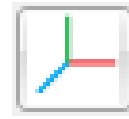
Zadáme formát souboru a umístění

MeshLab – transformace modelů

- každý model je umístěn na konkrétním místě vzhledem ke svému souřadnicovému systému (dáno hodnotou souřadnic vrcholů modelu)
- při změně pohledu (LMB atd.) se pohybuje kamerou!, poloha modelu vůči souřadnicové ose se musí změnit k tomu určenými nástroji

MeshLab – Manipulators Tools

- T, R, S – zvolíme požadovanou transformaci
- transformujeme při stisknutí LMB
- transformaci potvrdíme *Enter*



Transformací je na objekt aplikována tzv. **roto-transformační matice**

Current Mesh: H115_molar_apex_reduced.obj
Vertices: 6251 (12502)
Faces: 12114 (24228)
VC EC WT

1.00	0.00	0.00	-2.00
0.00	1.00	0.00	-5.00
0.00	0.00	1.00	1.00
0.00	0.00	0.00	1.00

MeshLab – transformace modelů

Current Mesh: H115_molar_apex_reduced.obj	1.00	0.00	0.00	-2.00
Vertices: 6251 (12502)	0.00	1.00	0.00	-5.00
Faces: 12114 (24228)	0.00	0.00	1.00	1.00
VC EC WT	0.00	0.00	0.00	1.00

- model je zobrazován s aplikovanou roto-translační maticí

Maticice jsou součástí projektu MeshLab. Při načtení je objekt podle ní orientován, ale samotné souřadnice jeho vrcholů zůstávají nezměněny!!!

proč? – například proto, že se při smazání matice „vrátí“ do původní polohy

Aby se změnil samotný model, musí být na něj matice aplikována!!!

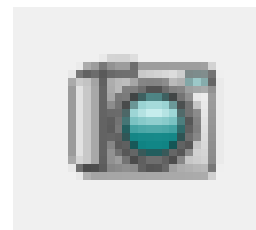
- LMB na název objektu v *Layer Dialog* > *Freeze Current Matrix* (některá dialogová okna toto nabízejí rovnou)
- některé funkce (např. záznam souřadnic bodů) bez aplikace roto-translační matice nefungují

MeshLab – vytváření náhledů

Export náhledového okna ve formě obrázku (bitmapa)

1) nastavíme požadovaný náhled v pracovním okně

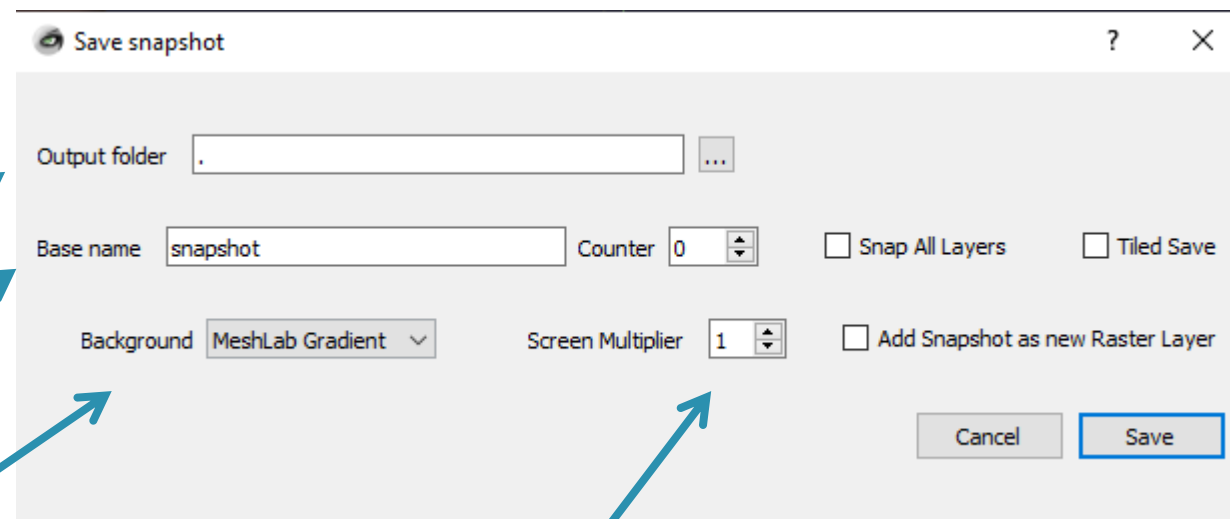
2) otevřeme dialogové okno *Save snapshot*



cílový adresář

název souboru

nastavení pozadí



Nastavení rozlišení výsledného snímku v násobcích rozlišení náhledového okna

MeshLab – záznam 3D souřadnic bodů



- 1) spustíme nástroj *PickPoints*
- 2) body umísťujeme kliknutím RMB na model

tyto volby slouží pro uložení a nahrání souřadnic

Point Name	X	Y	Z	active
0	-15.721	-142.455	78.1659	<input checked="" type="checkbox"/>
1	-22.4496	-164.948	82.6979	<input checked="" type="checkbox"/>

tyto volby slouží k editaci zaznamenaných dat (názvů jednotlivých bodů)

tyto volby slouží pro uložení a tvorbu šablony, do které se body zanášejí

nastavení viditelnosti a způsobu zobrazení normály