

MUNI  
SCI

Metody antropologie I

# Úvod do 3D dat

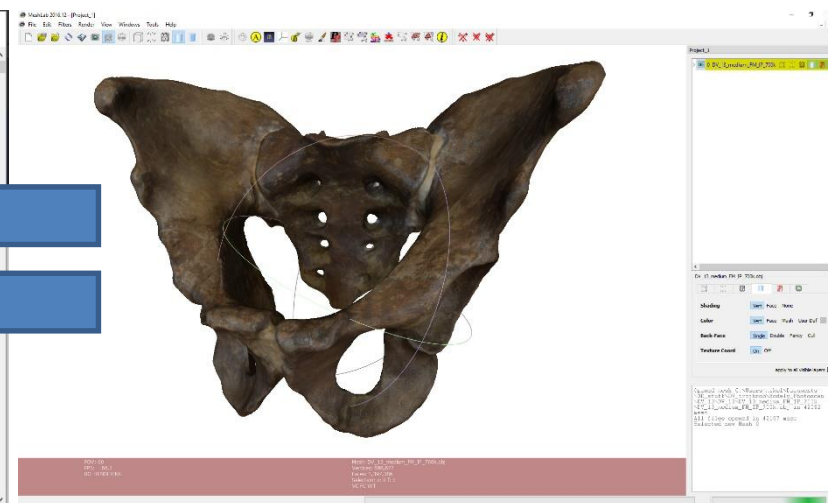
Mgr. Mikoláš Jurda, Ph.D.

# Co to je digitální model?

Počítačový soubor, případně více vzájemně propojených souborů



```
104_VR_gunshot_fr_Cobj - Poznámkový blok
#OBJ Generated by CloudCompare (TELECOM PARISTECH/EDF R&D)
v -53.55043030 -7.88446808 -10.42034817
v -53.45549774 -7.96020758 -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 -7.82921886 -10.55079688
v -53.39617920 -7.90231323 -10.55146503
v -53.47836304 -7.80124760 -10.71277523
v -53.48833866 -7.86575508 -10.71391392
v -53.48833866 -7.74839627 -10.66688824
v -53.48833866 -7.74211597 -10.78942316
v -53.48833866 -7.72080279 -10.89109135
v -53.48833866 -7.70690346 -10.86722851
v -53.64841461 -7.71383286 -10.81776714
v -53.48833866 -7.78054619 -10.82196522
v -53.48833866 -7.75375652 -10.93005848
v -53.48833866 -7.76777798 -10.99975491
v -53.48833866 -7.65406640 -11.14855099
v -53.48833866 -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 -11.80132004
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 speciálních aplikacích

# Co to je digitální model?

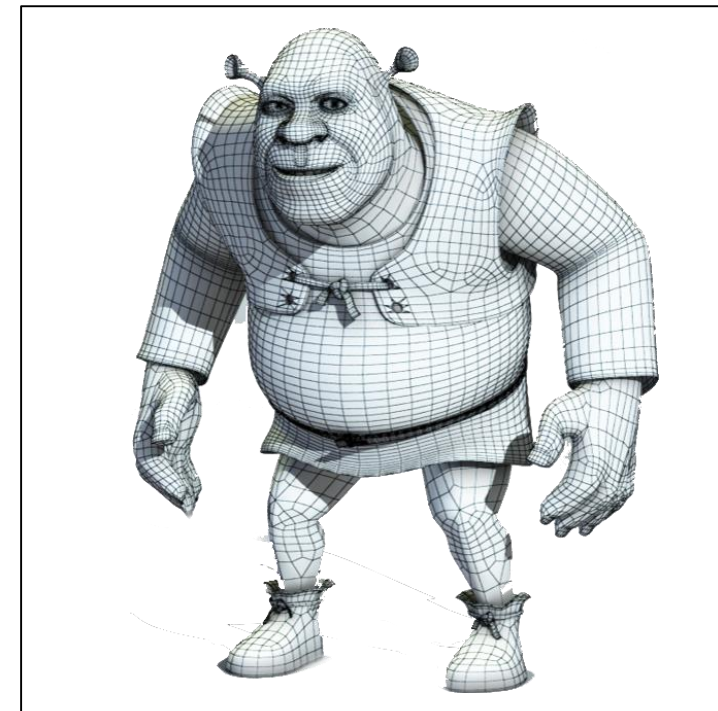
trojrozměrná reprezentace **skutečného** či uměle vytvořeného tvaru ve formě digitálních dat



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

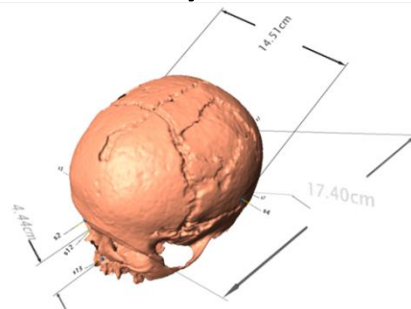


široké vizualizační a analytické možnosti

animace a náhledy

měření a analýzy

3D tisk



VS.

Název	Datum 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 10:28	3D Object	489 KB
base_du_med_01	25.05.2017 10:00	3D Object	489 KB
mandibula_du_med_01	16.05.2017 10:32	3D Object	489 KB
mandibula_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_lac_temporale_du_med_01	25.05.2017 10:00	3D Object	391 KB
os_occipitale_med_01	25.05.2017 10:00	3D Object	377 KB
os_parietale_du_med_01	25.05.2017 10:00	3D Object	1 514 KB
os_parietale_med_01	25.05.2017 10:00	3D Object	377 KB
os_parietale_med_01	25.05.2017 10:01	3D Object	245 KB
os_parietale_med_02	25.05.2017 10:01	3D Object	242 KB
os_parietale_med_03	25.05.2017 10:01	3D Object	489 KB
os_temporale_du_med_01	25.05.2017 10:01	3D Object	1 510 KB
os_temporale_med_01	25.05.2017 10:01	3D Object	1 312 KB
os_zygomaticum_du_med_01	25.05.2017 10:01	3D Object	353 KB
os_zygomaticum_med_01	25.05.2017 10:01	3D Object	388 KB
os_zygomaticum_med_01	25.05.2017 10:02	3D Object	375 KB
str_2_A.avi	17.03.2017 11:00	Scalpel 360	42 960 KB
str_3_A.avi	17.03.2017 11:01	Scalpel 360	35 382 KB
str_3_A.avi	17.03.2017 10:12	Scalpel 360	39 567 KB



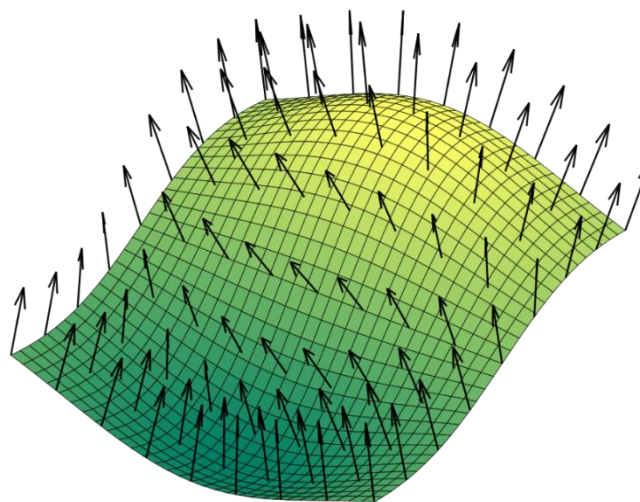
## Různé úrovně informace – bodový oblak

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)
- vizualizace
- měření vzdáleností mezi body
- nevymezuje prostor

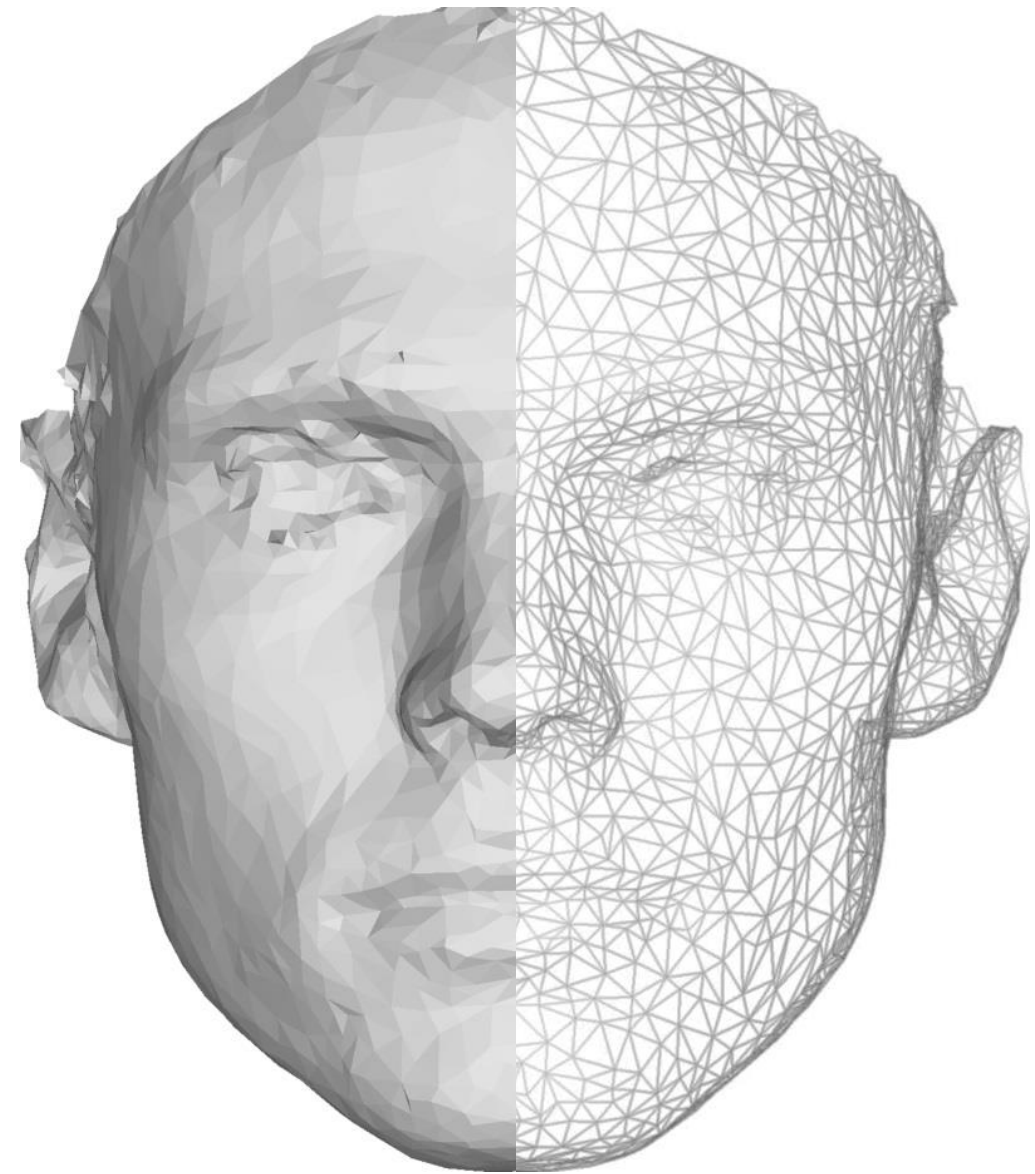


bodový oblak



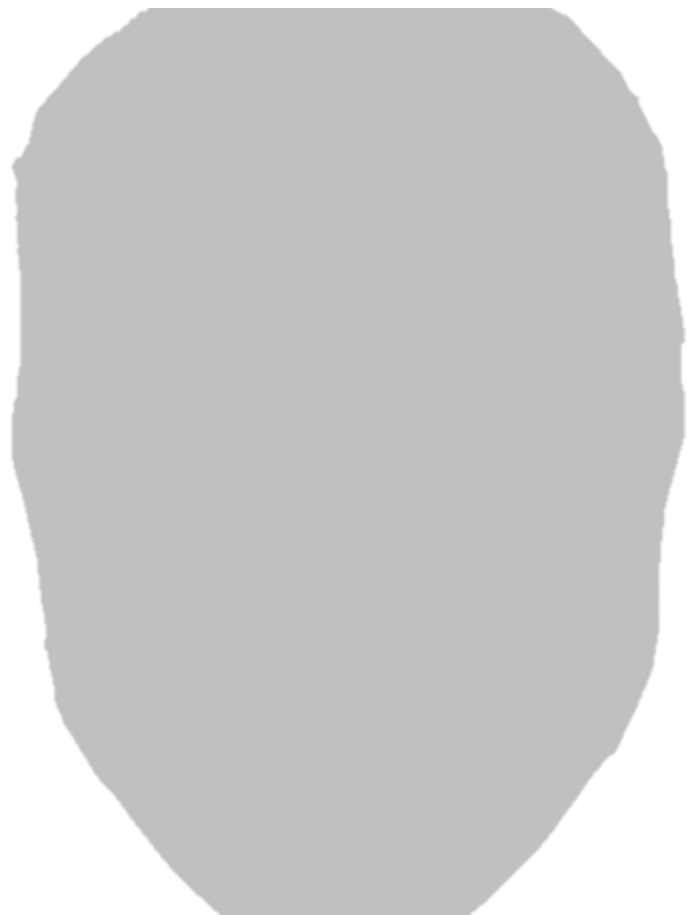
## Různé úrovně informace – polygonální model

- **body** (vrcholy) propojené **hranami** (angl. *edges*), které vymezují plošky (facety, angl. *faces*); otevřený nebo uzavřený mnohostěn
- vizualizace
- měření vzdáleností mezi body na povrchu
- tvorba řezů, digitalizace křivek
- jednotlivé prvky mohou být opatřeny barevnou informací
- datově objemnější než bodový mrak

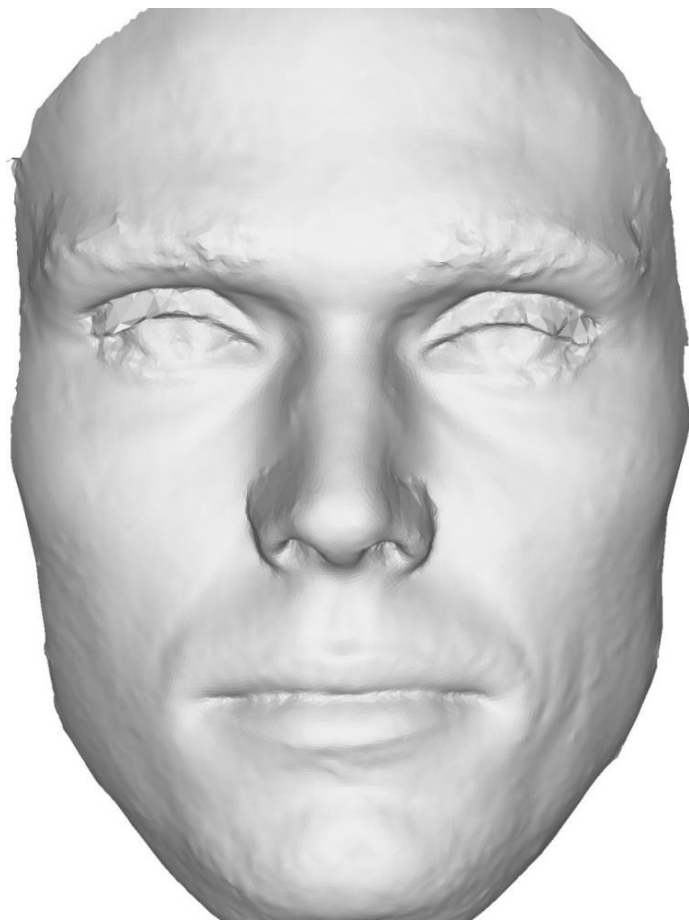


polygonální model (nalevo v umělém zbarvení, napravo v podobě drátěného modelu)

## Různé úrovně informace – polygonální síť a barevná informace



nestínovaný polygonální model  
bez barevné informace



stínovaný polygonální  
model



polygonální model s  
barevnou informací

**aktuální podoba závisí na metodě záznamu, editaci modelu a nastavení zobrazení**

## Různé úrovně informace – typy barevné informace

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



70 000 vrcholů



30 000 vrcholů



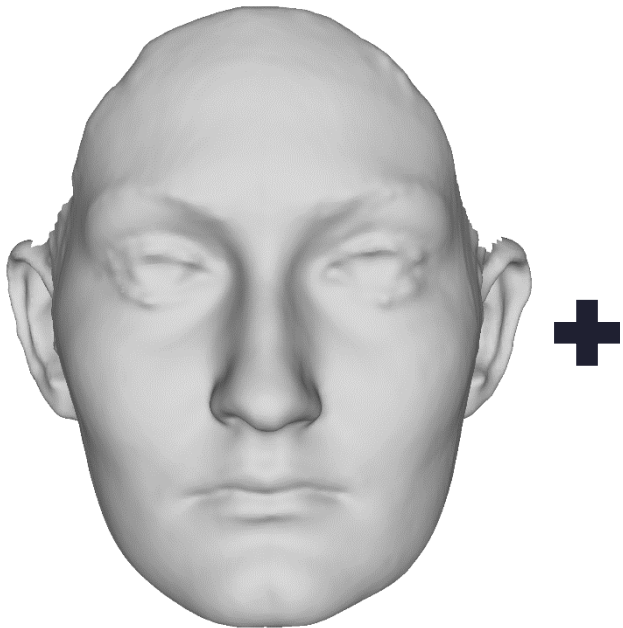
5 000 vrcholů



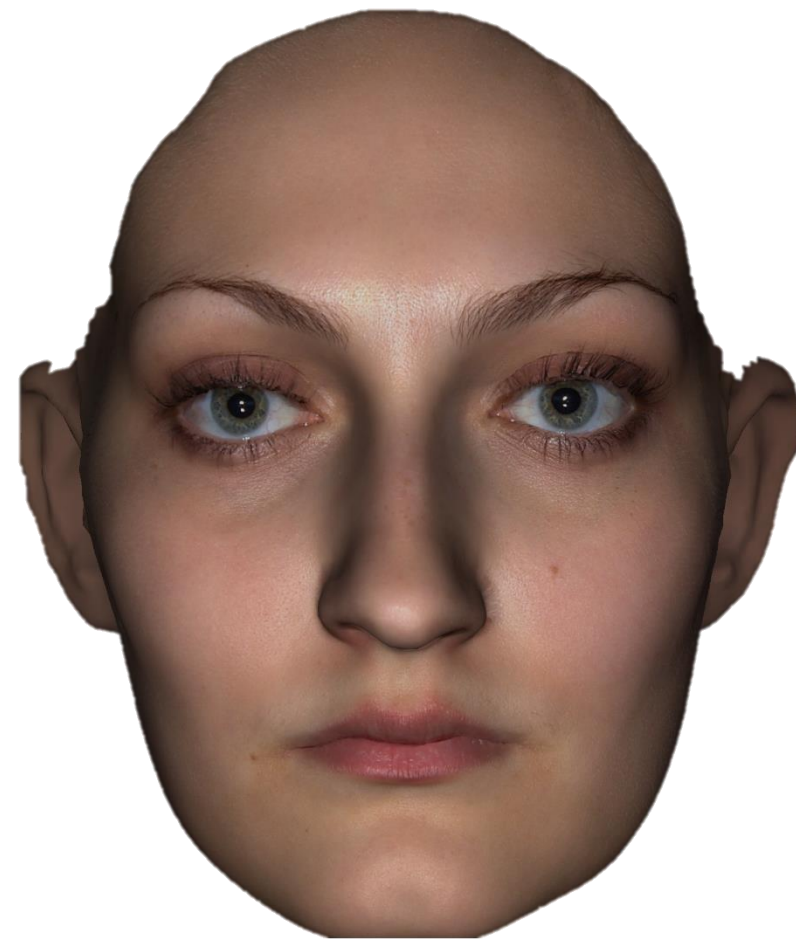
## Různé úrovně informace – typy barevné informace

textura – obrázek, kterým je model potažen

- samostatný obrazový soubor (např. jpg formát)
- barevná informace nezávislá na rozlišení modelu
- model uložen ve více souborech (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

## .ply

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

## .stl

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

**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

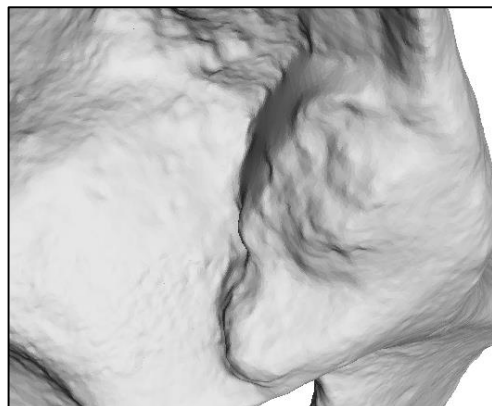
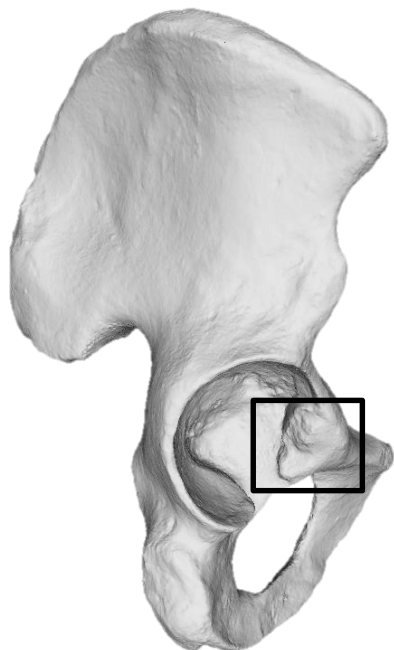
## ROZLIŠENÍ

Počet vrcholů modelu na jednotku plochy (nejčastěji in<sup>2</sup> nebo cm<sup>2</sup>)

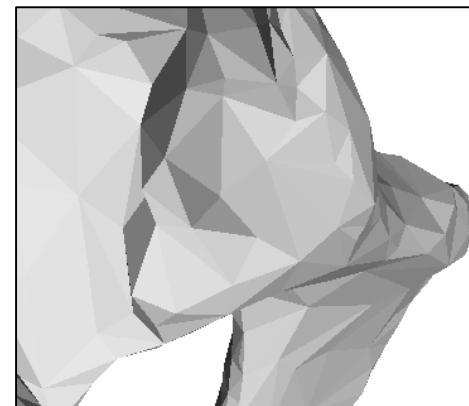
Dáno přesností záznamových metod a následnými úpravami modelu

## DETAILNOST

Velikost rozlišitelných prvků



523 vrcholů/cm<sup>2</sup>  
(70 Mb)

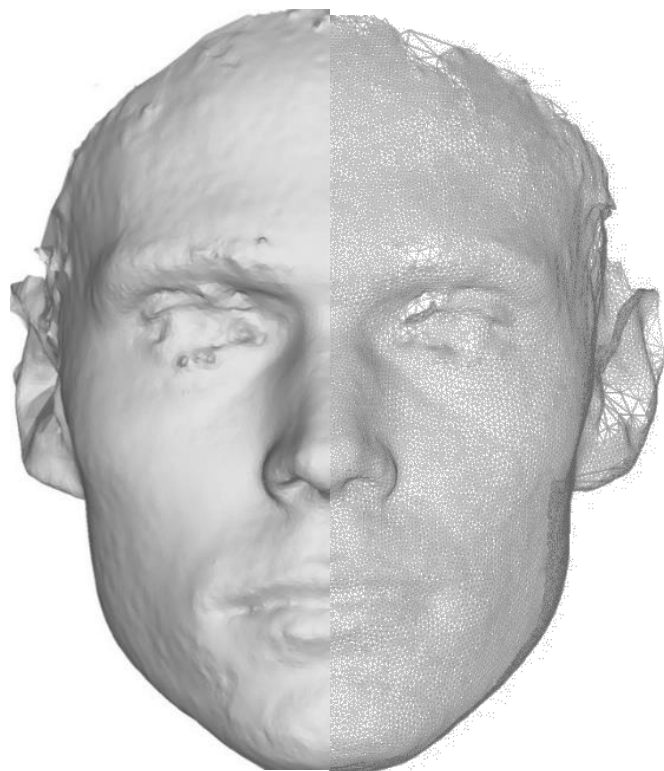


2 vrcholy/cm<sup>2</sup>  
(0,2 Mb)

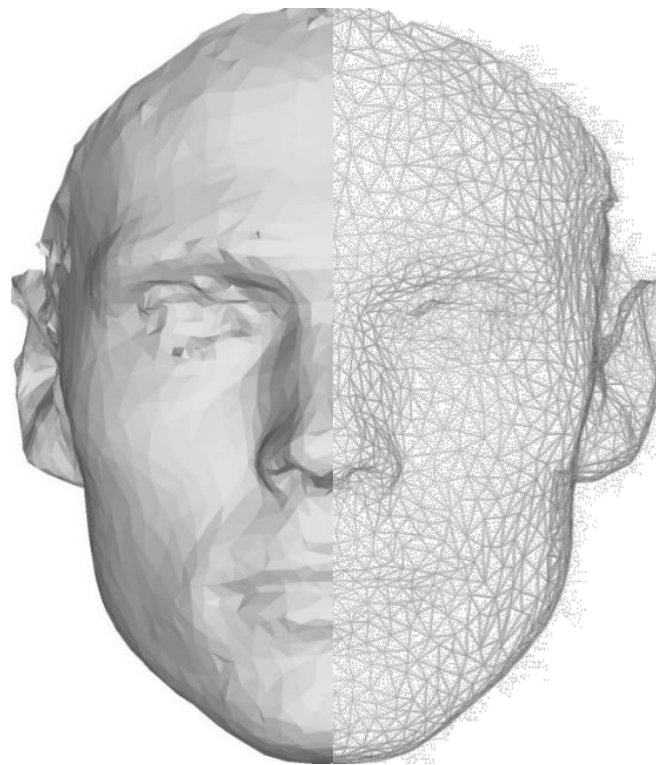


# Vlastnosti polygonální sítě

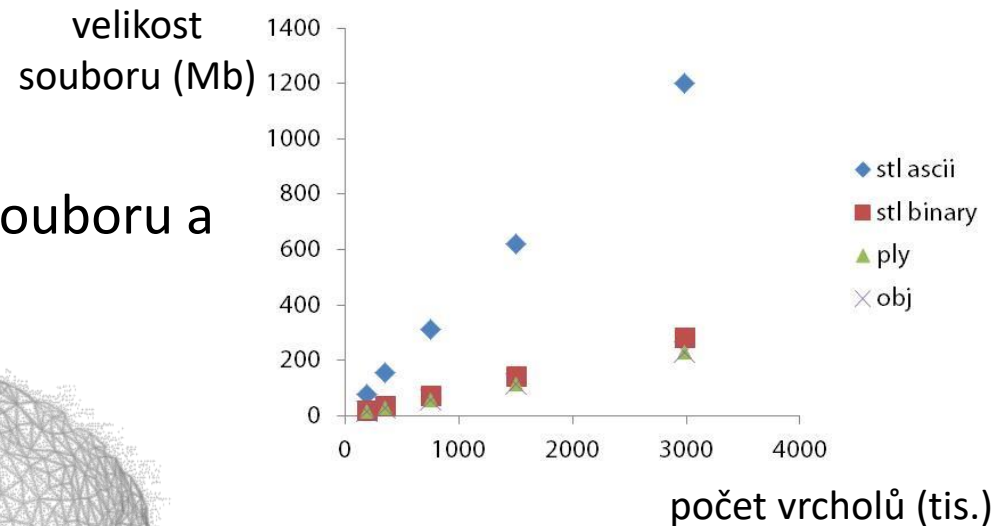
se zvyšujícím se počtem polygonů modelu stoupá velikost souboru a nároky na výpočetní výkon potřebný pro jeho zpracování



60 tis. polygonů/30 tis. vrcholů



5 tis. polygonů/2,5 tis. vrcholů



**Rozlišení je vždy kompromisem mezi technickými možnostmi a potřebnou detailností.**

# Tvorba 3D modelů

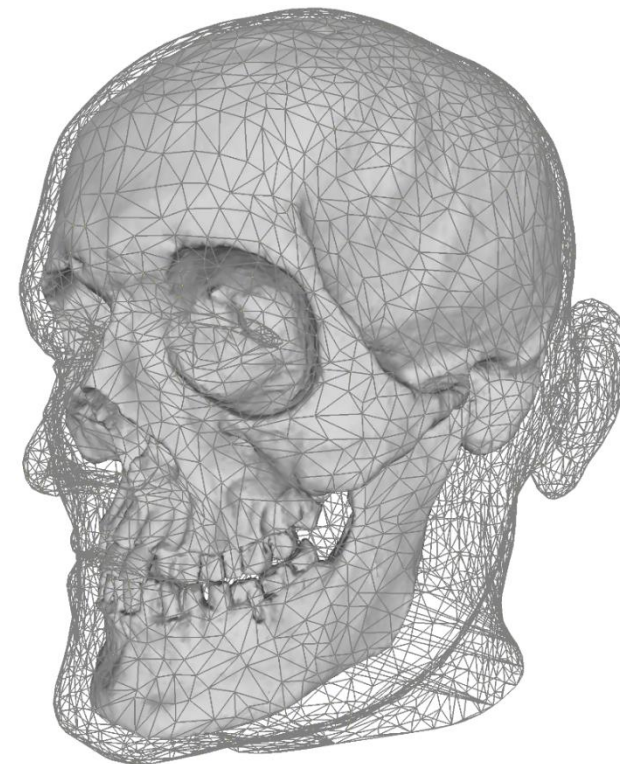
**neexistuje jediná metoda, vhodná pro všechny typy objektů a zaznamenávající všechny vlastnosti!!!**



barevná informace



vnější tvar



vnitřní struktura

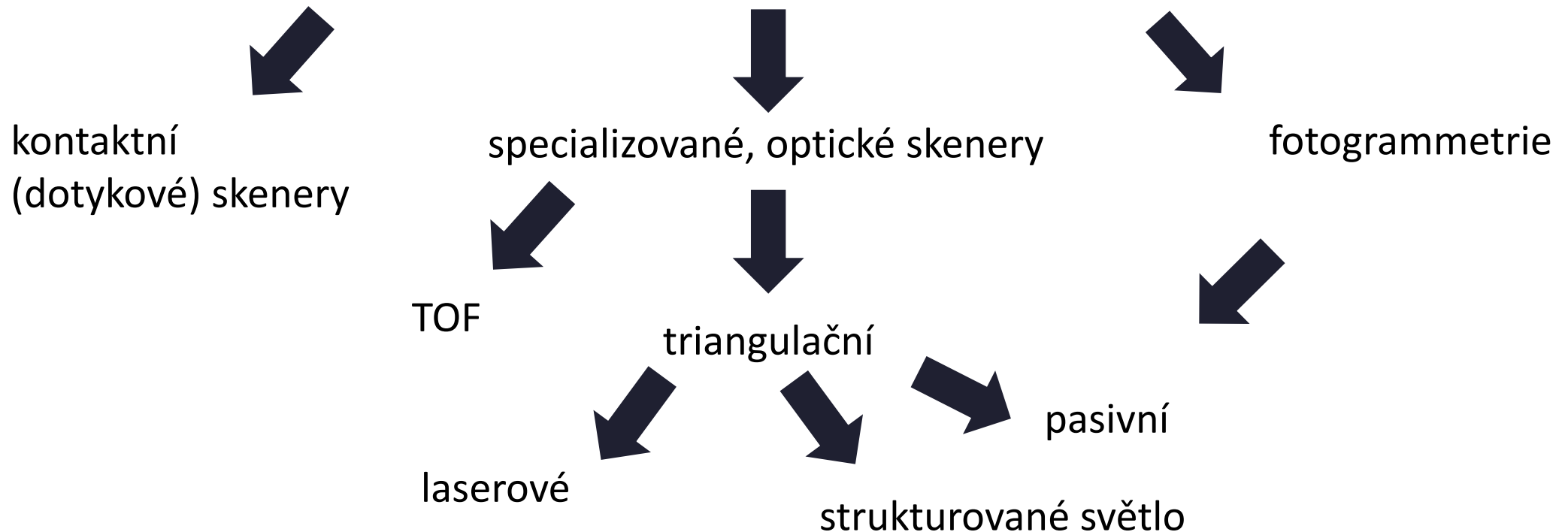
**povrchové skenery a fotogrammetrie**

**lékařské zobrazovací přístroje (CT a MRI)**

(3D modelování zde ignorujeme)

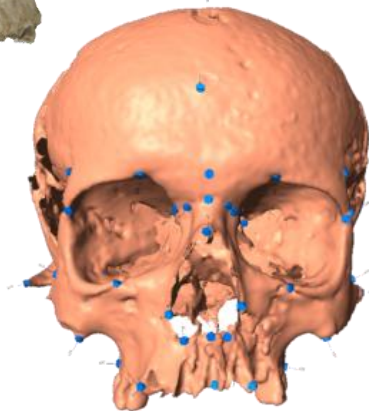
# Skenery a fotogrammetrie

- snímají 3D souřadnice bodů na povrchu objektů (základ polygonálního modelu)
- primárním výstupem **jsou přímo 3D polygonální sítě** nebo **bodové mraky**
- mohou snímat barevnost
- přesnost a rozlišení skenerů jsou dány technickými možnostmi použitých metod – až setiny mm



# Povrchové snímání – kontaktní skenery

- prostorová poloha **diskrétních bodů a křivek**
- přesný záznam malého objemu dat
- použitelné na všechny pevné materiály
- pro snímání živých osob pomalé

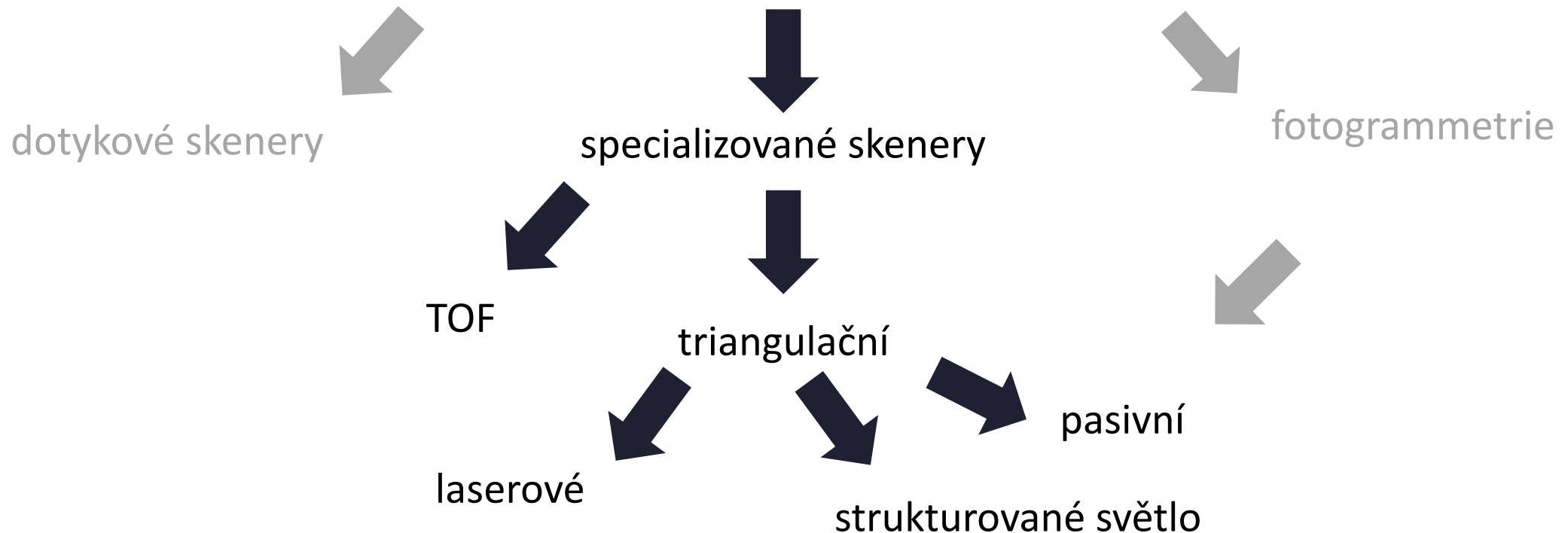


	A	B	C	D	E
1			<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
2	Glabella	G	40.4949	77.5309	-53.3918
3	Nasion	N	43.6306	63.6147	-42.2136
4	Rhinion	RH	47.2065	33.9973	-38.6582
5	Nasospinale	NS	50.6423	21.892	-29.7156
6	Prosthion	P			
7	Sutura frontonasalis dx	NFdx	40.1056	76.5006	-53.0574
8	Apertion dx	APTdx	33.88	40.6853	-41.3799
9	Nariale dx	NRdx	40.236	33.2237	-40.741
10	Upper caninus dx	UPdx	31.086	20.3086	-32.4393
11	Sutura frontonasalis sin	NFsin	44.4708	76.937	-55.0593
12	Apertion sin	APTs	58.4686	41.7015	-47.4852
13	Nariale sin	NRsin	53.9856	34.4615	-44.3603
14	Upper caninus sin	UPsin	67.7064	23.6253	-41.0195
15	Dakryon dx.	Ddx	32.7261	69.3356	-56.4366
16	Supraorbital point med dx	SORdx	16.132	83.8027	-51.9316
17	Frontomolare orbitale dx	FMOdx	-6.0274	67.2627	-54.6342
18	Zygoorbitale dx	ZORdx	19.1816	51.0802	-47.6936
19	Dakryon sin.	Dsin	48.8422	69.0466	-62.2138
20	Supraorbital point med sin	SORSin	67.9887	85.2878	-63.6328
21	Frontomolare orbitale sin	FMOsin	83.4629	74.1882	-75.6004
22	Zygoorbitale sin	ZORSin	65.4713	53.5129	-60.6178
23	Frontotemporale dx.	FTdx	-6.8879	84.7119	-60.2864
24	Frontomolare temporale dx.	FMTdx	-8.5617	70.9275	-59.1941
25	Jugale dx	JUGdx	-13.4906	48.7757	-63.3576
26	Zygion dx	ZYGdx	-24.4377	42.3221	-81.6333
27	Zygomaxillare dx	ZMDx	2.9574	31.8156	-48.7617
28	Ectomolare dx	EKTdx	11.5348	17.6296	-59.5029
29	Frontotemporale sin.	FTsin	79.8555	92.1069	-81.1312
30	Frontomolare temporale sin.	FMTsin	83.3585	79.3837	-82.2587



# Povrchové snímání – bezkontaktní skenery

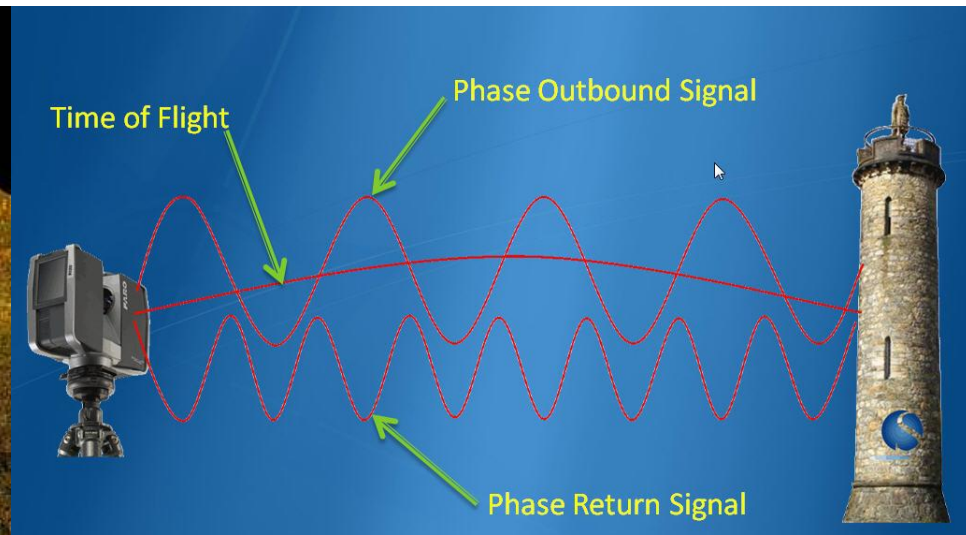
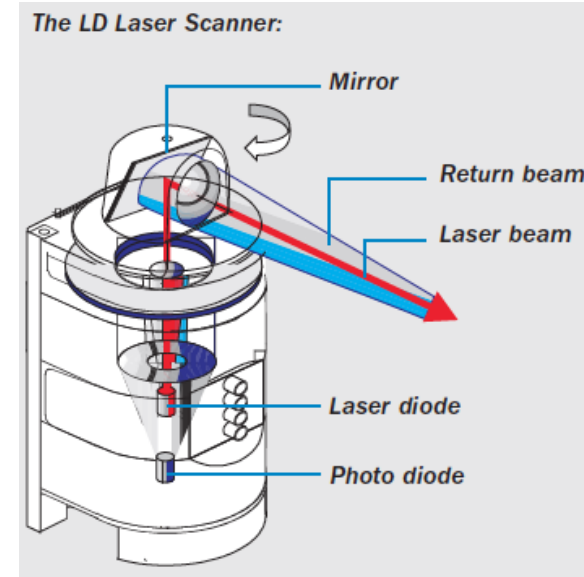
- na principu optiky snímají vnější tvar objektu a někdy i jeho barevnost
- mohou snímat barvu
- dobře zaznamenávají povrch kostí i vnější povrch těla (některé)
- nevhodné pro průsvitné a průhledné objekty





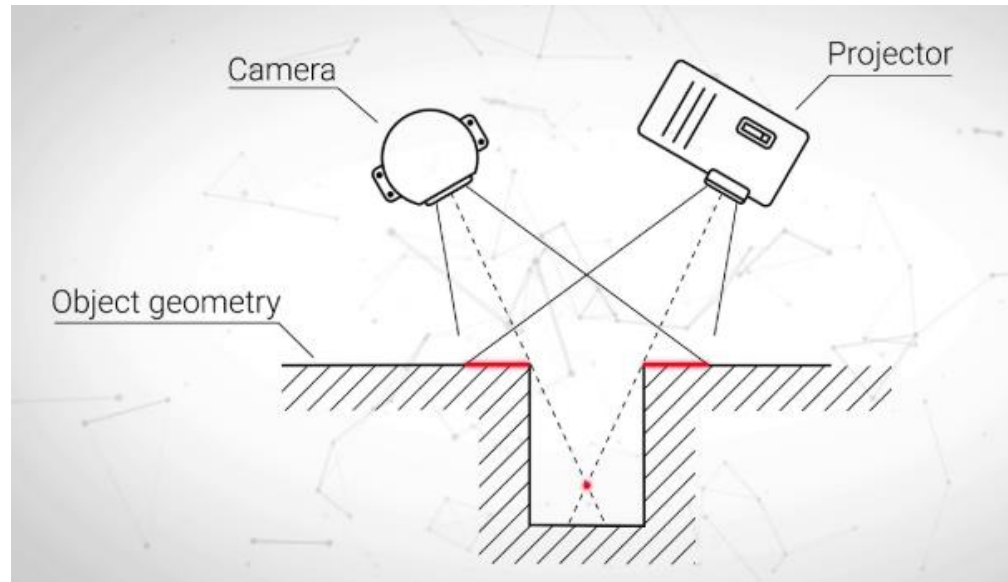
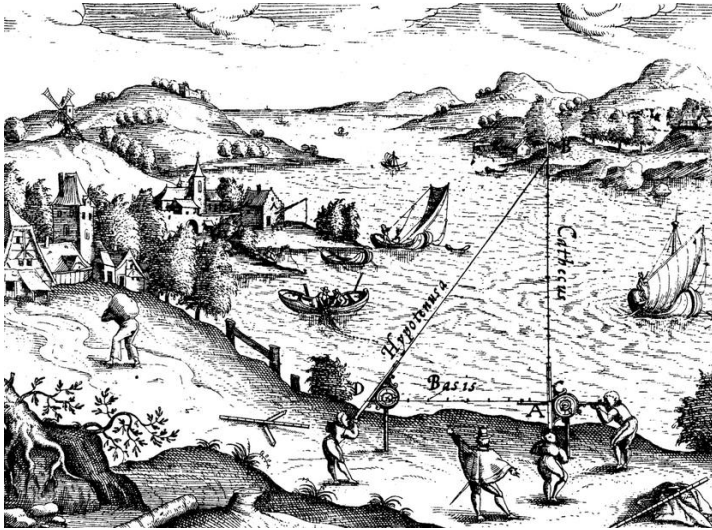
# Povrchové snímání – TOF a fázové skenery

- 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 **nedostatečná přesnost** – designováno především pro účely mimolaboratorní 3D dokumentace



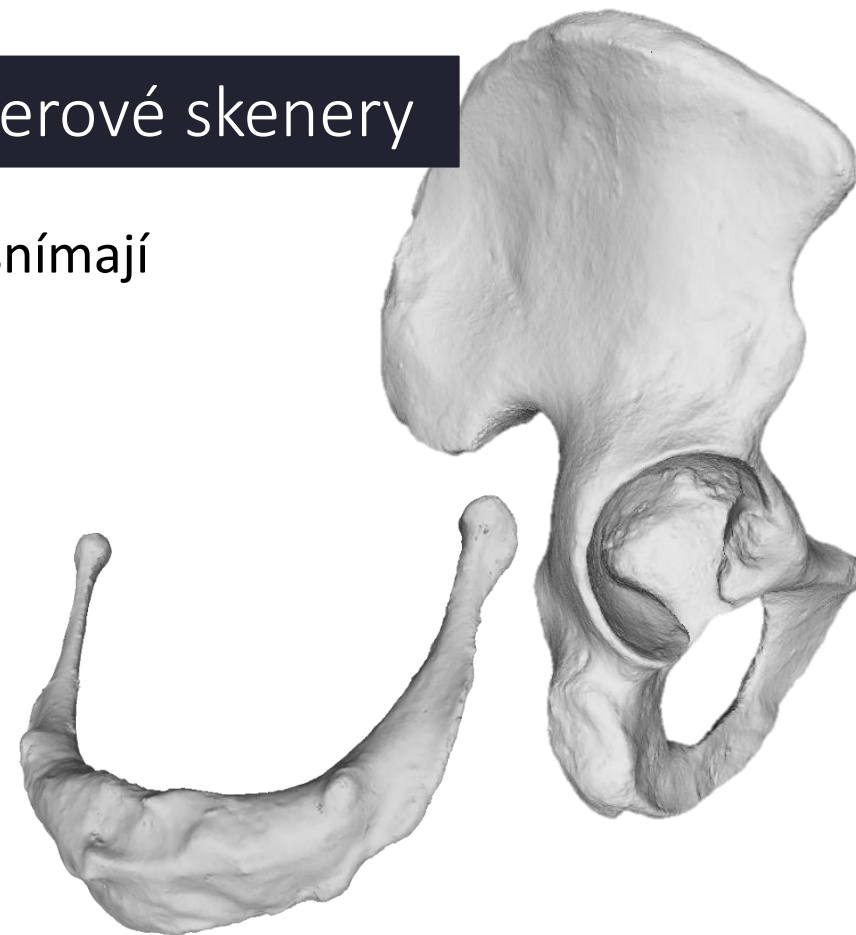
# Povrchové snímání – triangulační skenery

- prostorovou polohu bodů objektu vypočítávají na základě triangulace polohy vůči dvěma triangulačním bodům
- vhodné pro objekty ve velikostním rozmezí mm až ca 3 metrů
- body povrchu musí být triangulovány – musí být viditelní z obou (ze všech) referenčních bodů



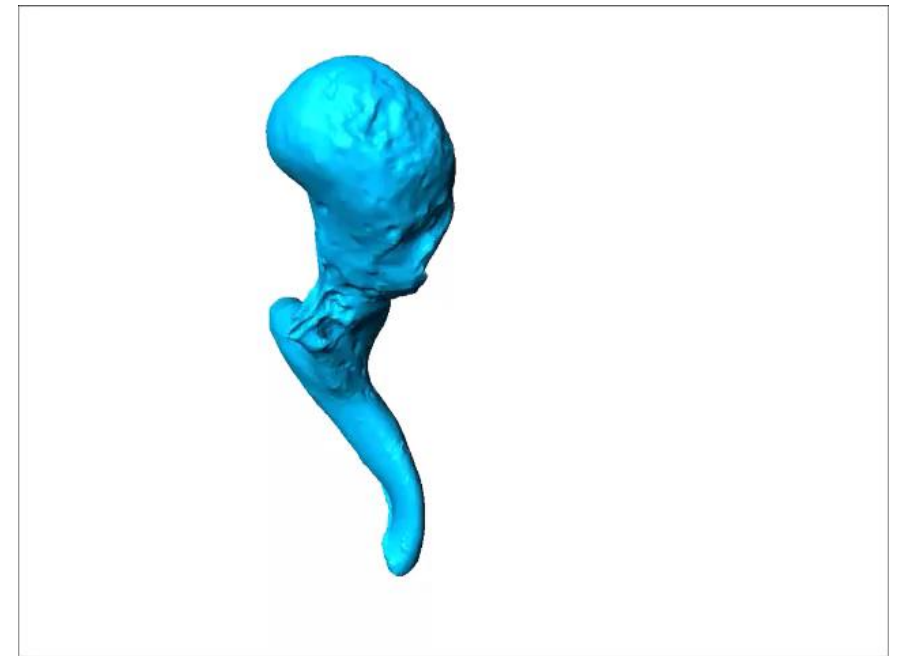
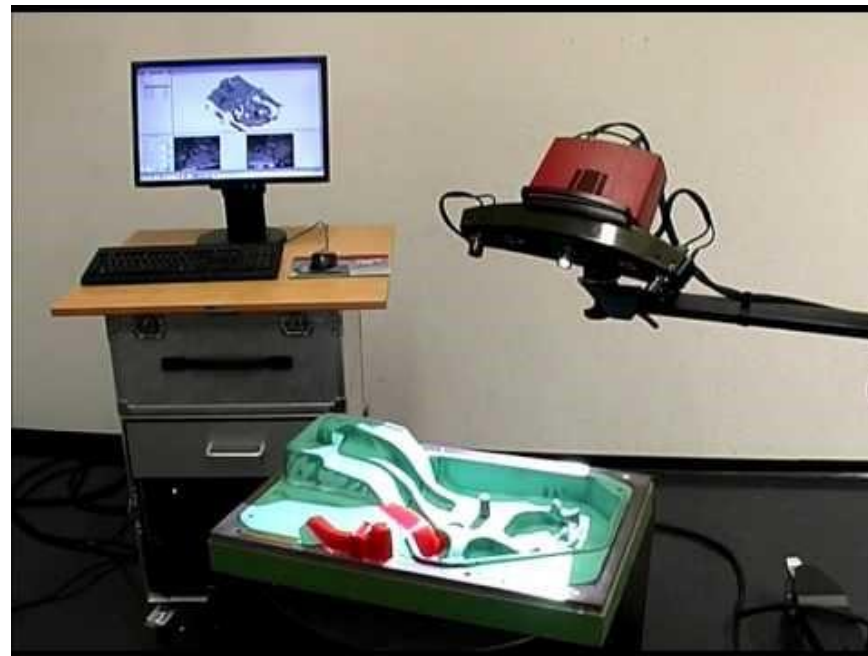
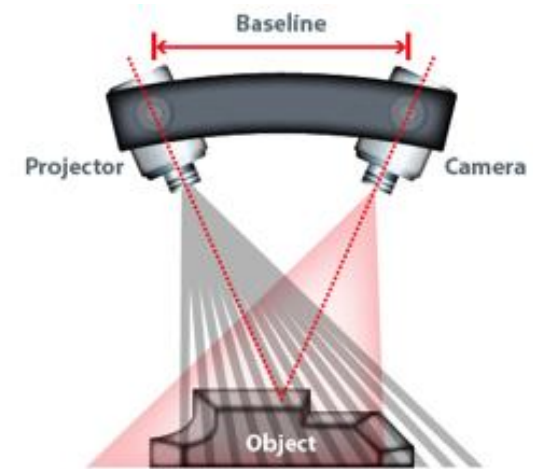
# Povrchové snímání – triangulační skenery – aktivní laserové skenery

- 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



# 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
- rozlišení prvků na fotografiích -> ztotožnění -> výpočet prostorové polohy s rozdílů jejich uspořádání na různých fotografiích
- velmi rychlé (3,5 ms), designováno především na snímání živého člověka
- problém s ochlupenými a lesklými částmi těla

## Vectra XT – celotělový skener

- 6 kamer
- záznam hlavy a horní části trupu v rozsahu busty
- délka hrany polygonů v obličeji – 1,2 mm



# Povrchové snímání – triangulační skenery – pasivní/optické skenery

## Vectra M1 – stolní obličejový skener

- 2 kamery
- pro záznam obličeje nutné kombinovat více skenů



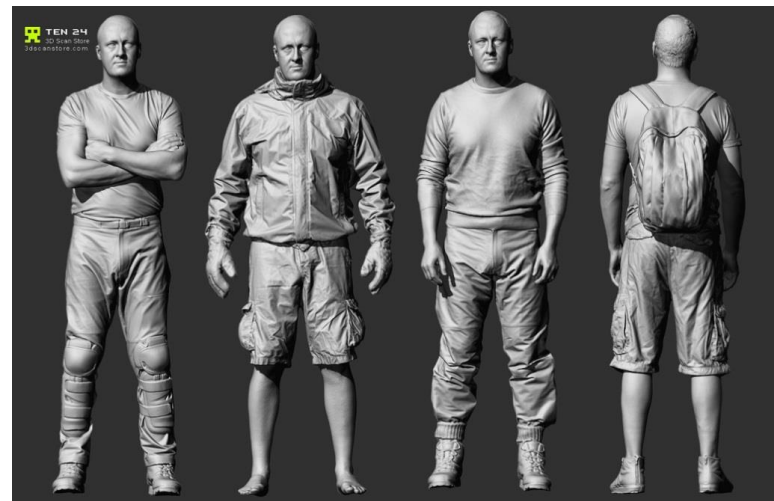
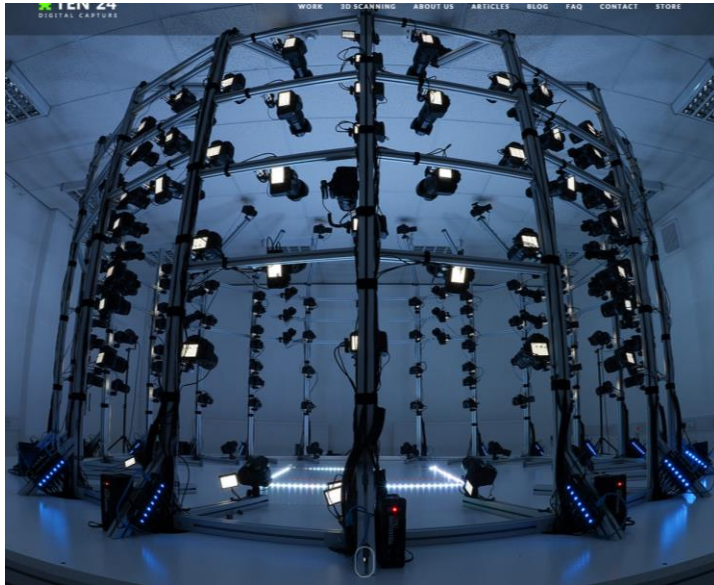
## Vectra H1 – ruční skener

- 2 kamery
- záznamové pole 270mm (V) x 165mm (Š) x 100mm (H)
- pro záznam obličeje nutné kombinovat více skenů



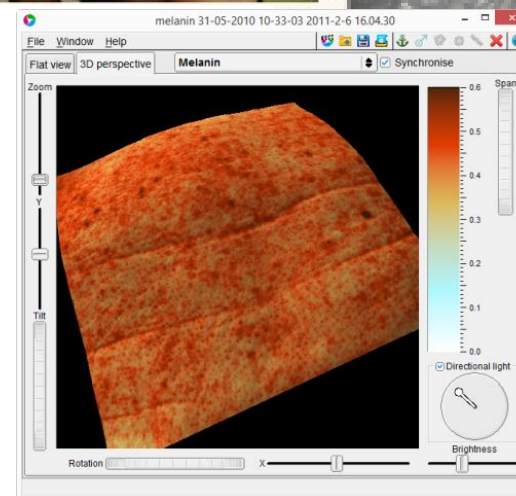
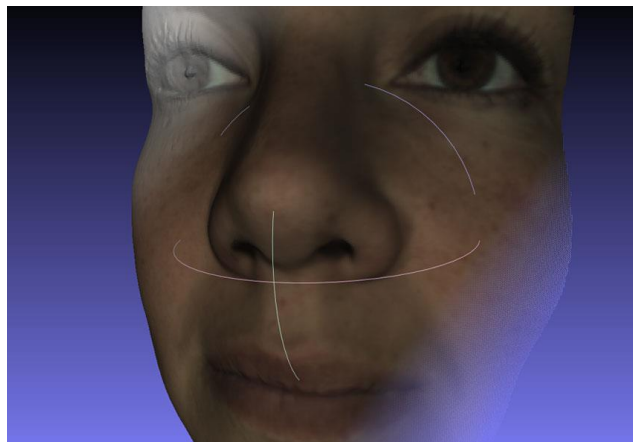
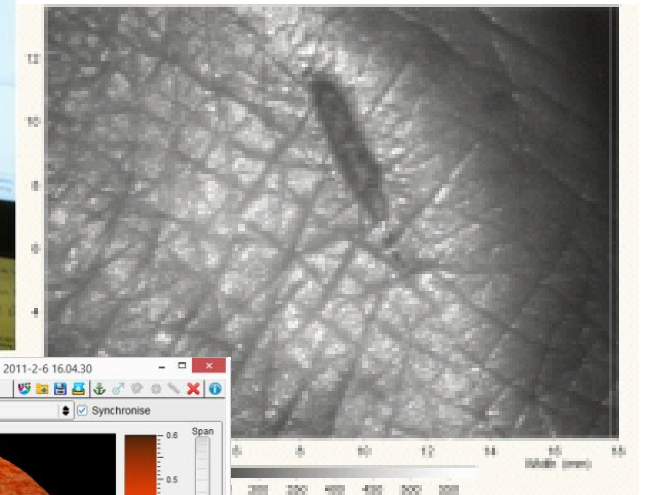
# Povrchové snímání – triangulační skenery – pasivní/optické skenery

- soustavy synchronizovaných fotoaparátů



# Povrchové snímání – triangulační skenery – pasivní/optické skenery

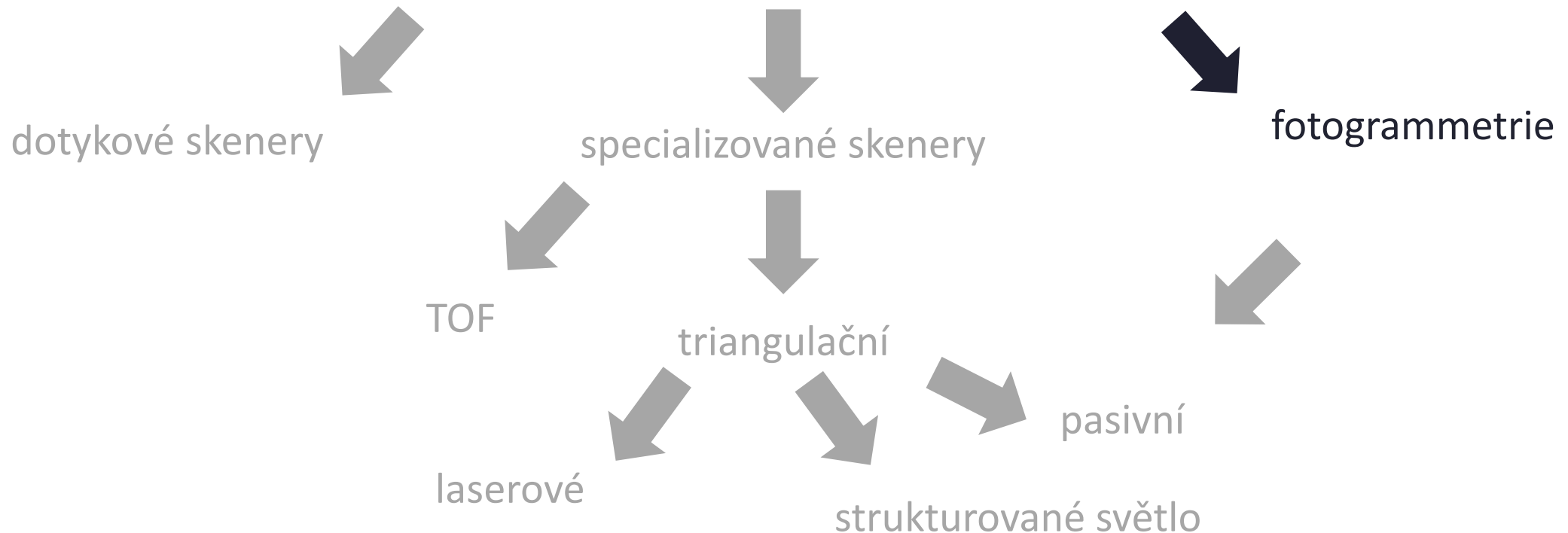
- přístroje konstruované pro snímání různých detailů





# Povrchové snímání – bezkontaktní skenery

- na principu optiky snímají vnější tvar objektu a někdy i jeho barevnost
- mohou snímat barvu
- dobře zaznamenávají povrch kostí i vnější povrch těla (některé)
- nevhodné pro průsvitné a průhledné objekty



# Povrchové snímání – fotogrammetrie

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

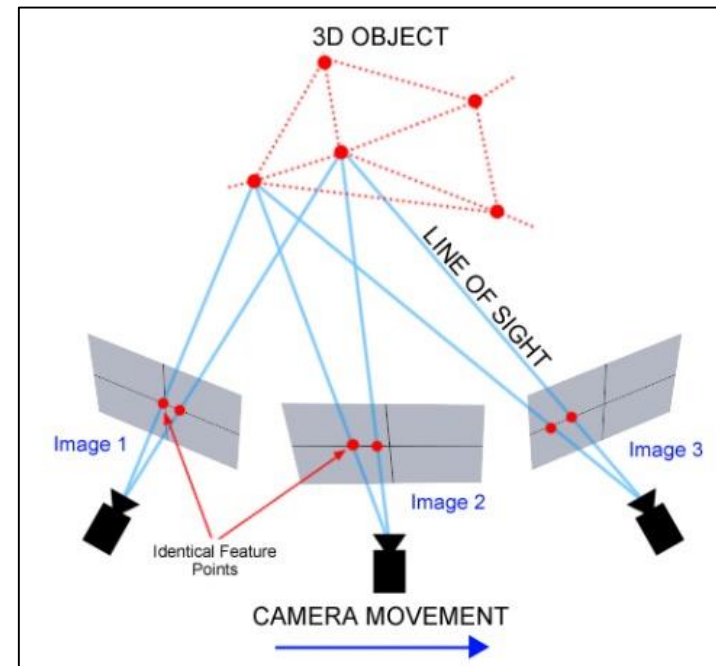


+ desítky dalších



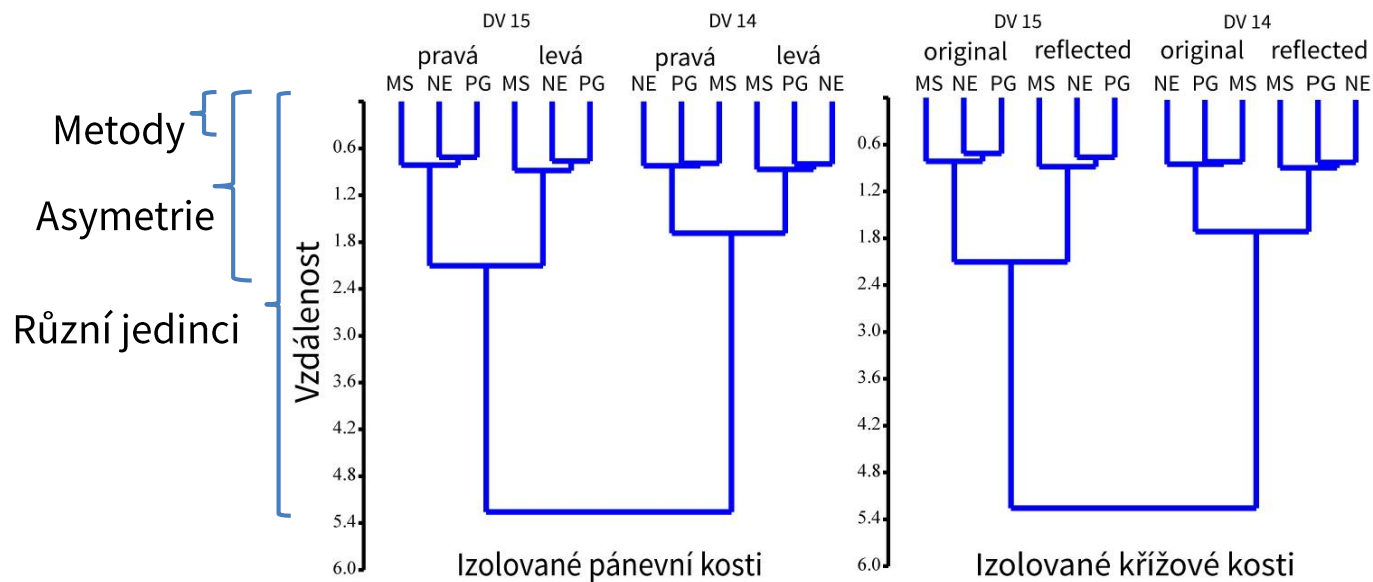
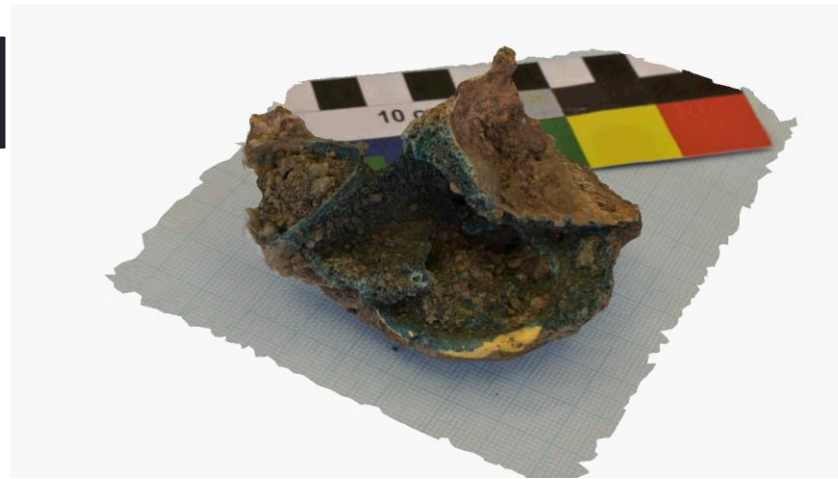
## Software

- 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



# Povrchové snímání – fotogrammetrie

- vysoká míra flexibility
- přesnost srovnatelná se skenery
- pouze na stabilní objekty s povrchovou texturou
- umožňuje tvorbu 360° modelů bez kombinování modelů (PhotoScan)

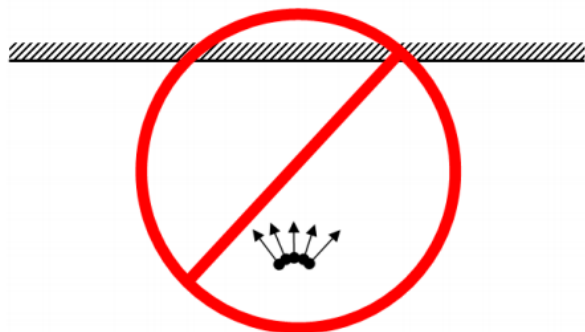


# Povrchové snímání – snímky

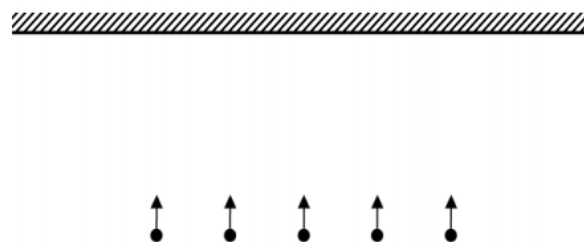
**Algoritmus získává veškeré informace o poloze a orientaci jednotlivých snímků v prostoru, distorzi optické soustavy a morfologii snímaných objektů z fotografií**

- každá část modelovaného povrchu musí být zobrazena na třech a více snímcích

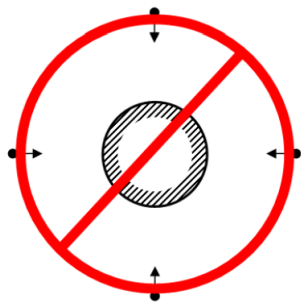
Facade (Incorrect)



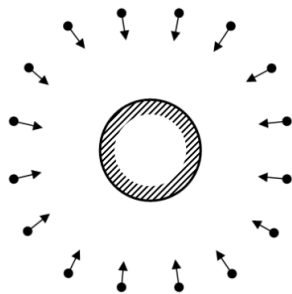
Facade (Correct)



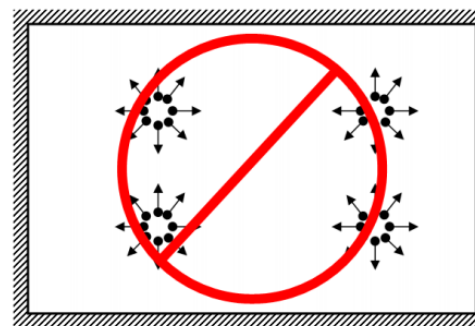
Isolated Object (Incorrect)



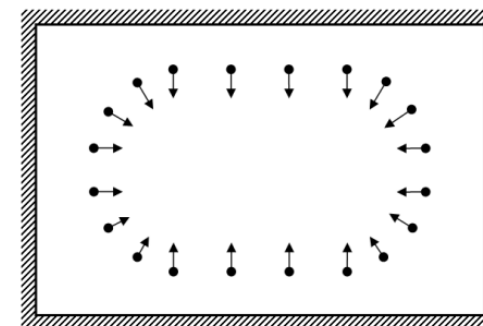
Isolated Object (Correct)



Interior (Incorrect)



Interior (Correct)

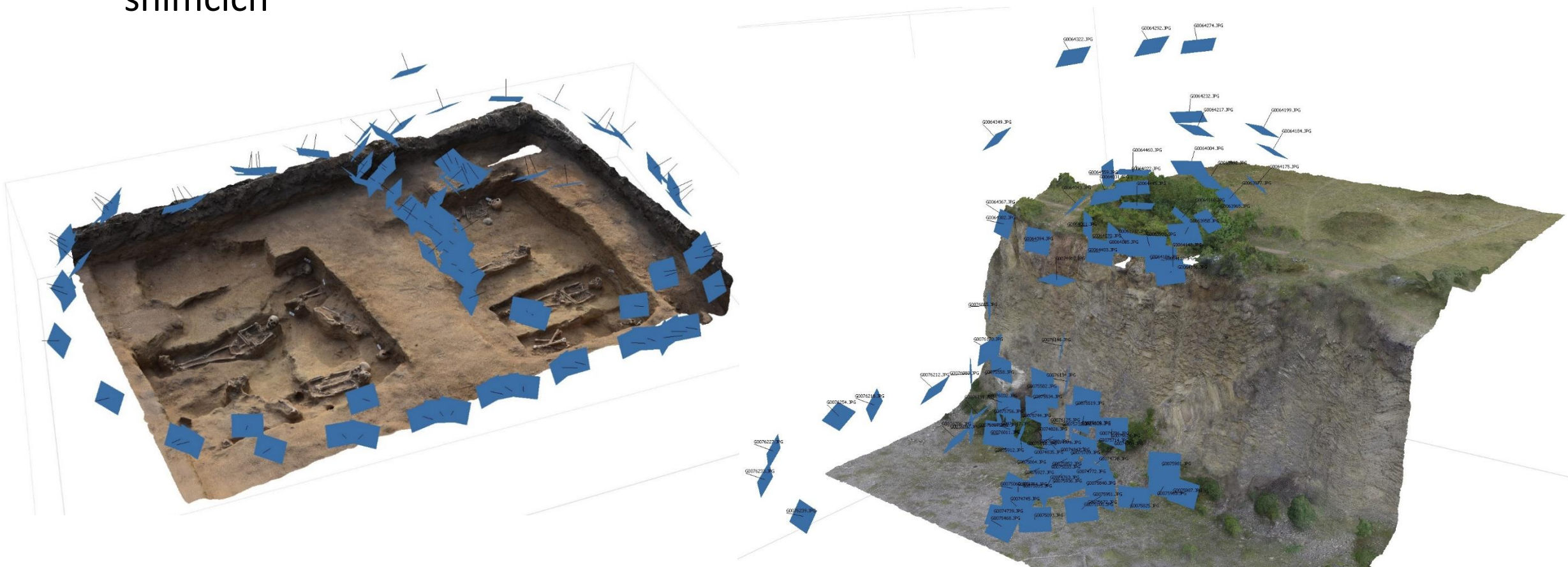


(<https://www.agisoft.com/support/tips-tricks/>)

# Povrchové snímání – snímky

**Algoritmus získává veškeré informace o poloze a orientaci jednotlivých snímků v prostoru, distorzi optické soustavy a morfologii snímaných objektů z fotografií**

- každá část modelovaného povrchu musí být zobrazena na třech a více snímcích



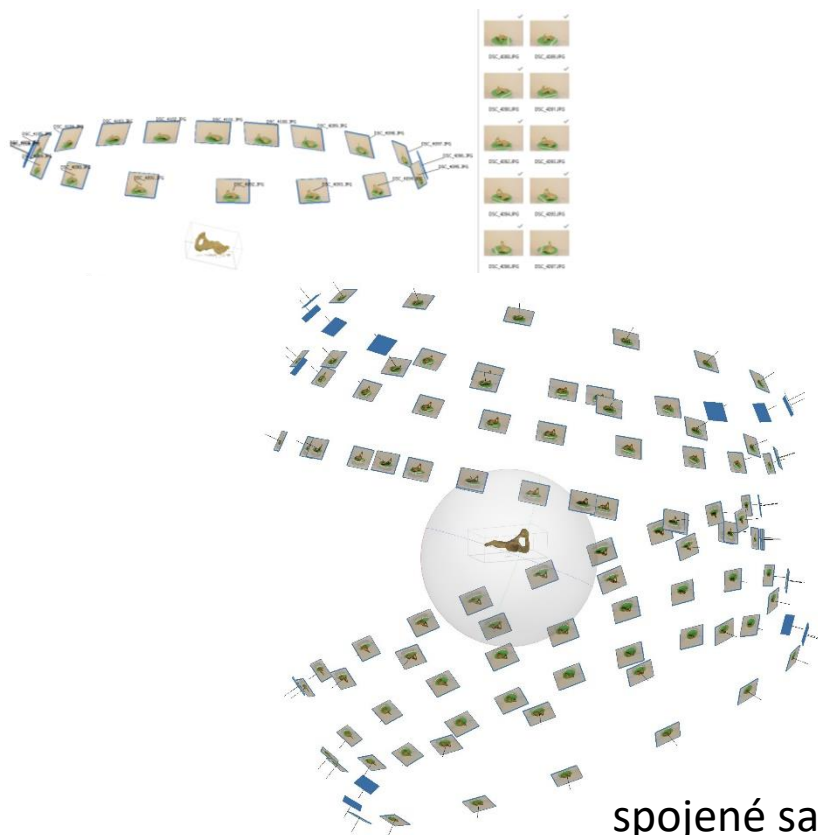
# Povrchové snímání – snímky

**Algoritmus získává veškeré informace o poloze a orientaci jednotlivých snímků v prostoru, distorzi optické soustavy a morfologii snímaných objektů z fotografií**

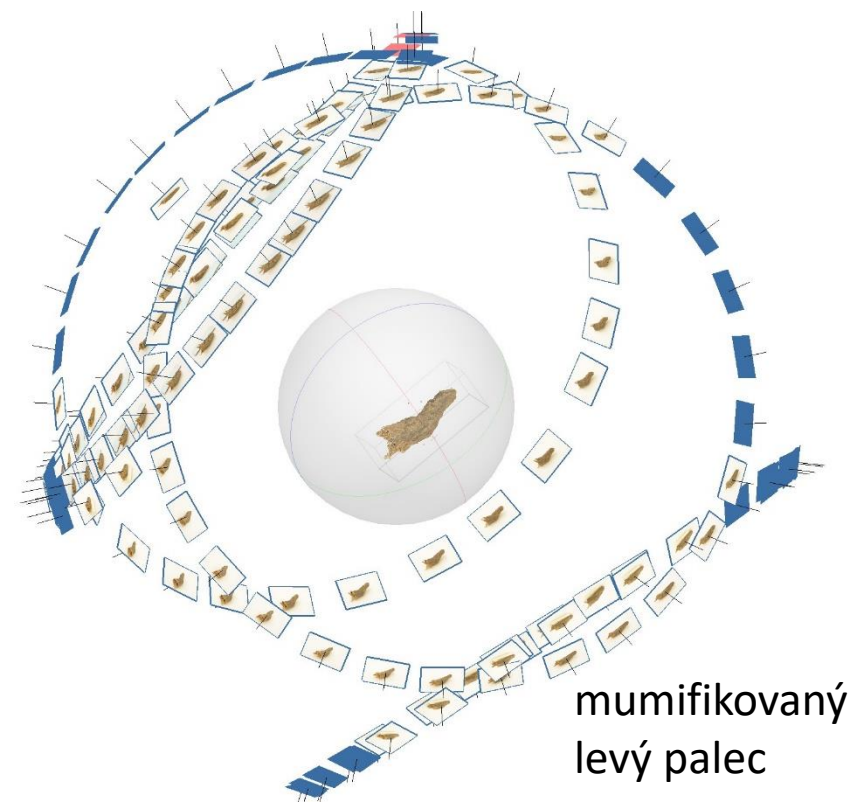
- o každá část modelovaného povrchu musí být zobrazena na třech a více snímcích



ca 110 fotografií



spojené sady



mumifikovaný  
levý palec

## Povrchové snímání – snímky

**Algoritmus získává veškeré informace o poloze a orientaci jednotlivých snímků v prostoru, distorzi optické soustavy a morfologii snímaných objektů z fotografií**

- největší rozlišení
- co nejvíce místa na snímku



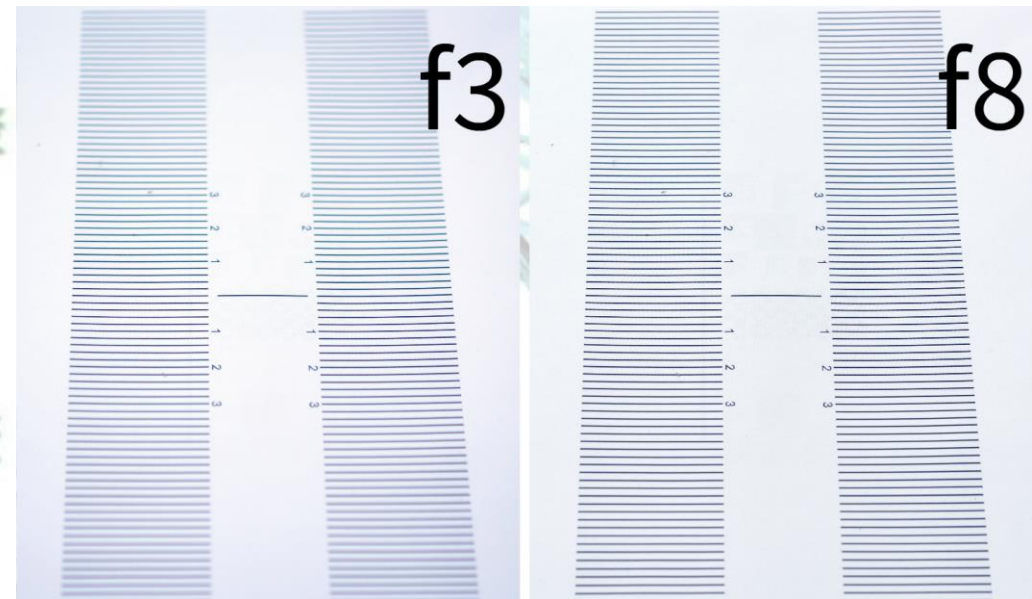
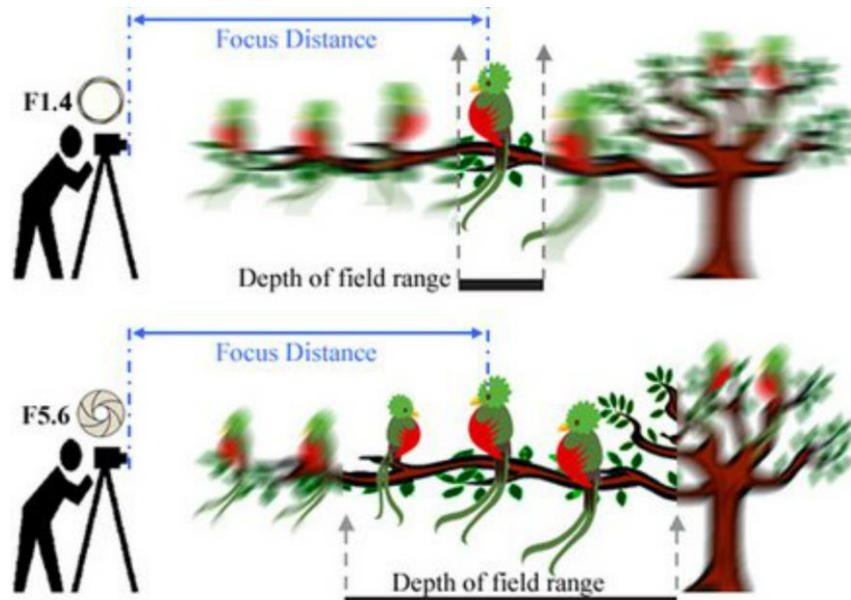
# Povrchové snímání – snímky

**Algoritmus získává veškeré informace o poloze a orientaci jednotlivých snímků v prostoru, distorzi optické soustavy a morfologii snímaných objektů z fotografií**

- snímky by měly být co nejdetailejnější, nejostřejší a nejhomogennější



- manuální ostření
- vysoká hloubka ostrosti (clona)
- stativ nebo velmi rychlá závěrka
- dálkové ovládání nebo předsklopení zrcátka





# Povrchové snímání – snímky

**Algoritmus získává veškeré informace o poloze a orientaci jednotlivých snímků v prostoru, distorzi optické soustavy a morfologii snímaných objektů z fotografií**

- snímky by měly být co nejdetailnější, nejostřejší a nejhomogennější



- bez lesklých a průsvitných předmětů
- bez pohybu na scéně
- manuální nastavení snímání
- bez zoomování
- bez pohyblivého a proměnlivého osvětlení
- bez úprav!



# 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**

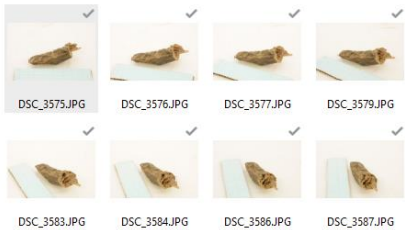


# Agisoft Metashape

- samostatný, komerční software, který fotogrammetricky zpracovává digitální snímky do podoby 3D polygonálních modelů
- přesný, uživatelsky příjemný, spolehlivý
- verze Standard – zpracování snímků, generování mraku bodů a polygonálních modelů
- verze Pro – tvorba výškových modelů, georeferencování, škálování a měření, zpracování snímků mimo viditelné spektrum, 4D modelování,

# Postup zpracování – příprava snímků

## vstup



snímky splňující určité podmínky

objektu splňujícího určité podmínky

➔ vzájemné uspořádání fotografií v prostoru

↕ distorze fotografií

↓ 3D zaměření bodů na snímaném povrchu

↓ tvorba 3D polygonální sítě

← nasnímání povrchové barevnosti

## výstup



celkem 142, s přiloženým měřítkem

- odstranění nevhodných a rozmazaných fotografií
- maskování fotografií – umožňuje zpracovat snímky s porušenými předpoklady



# Postup zpracování – příprava snímků

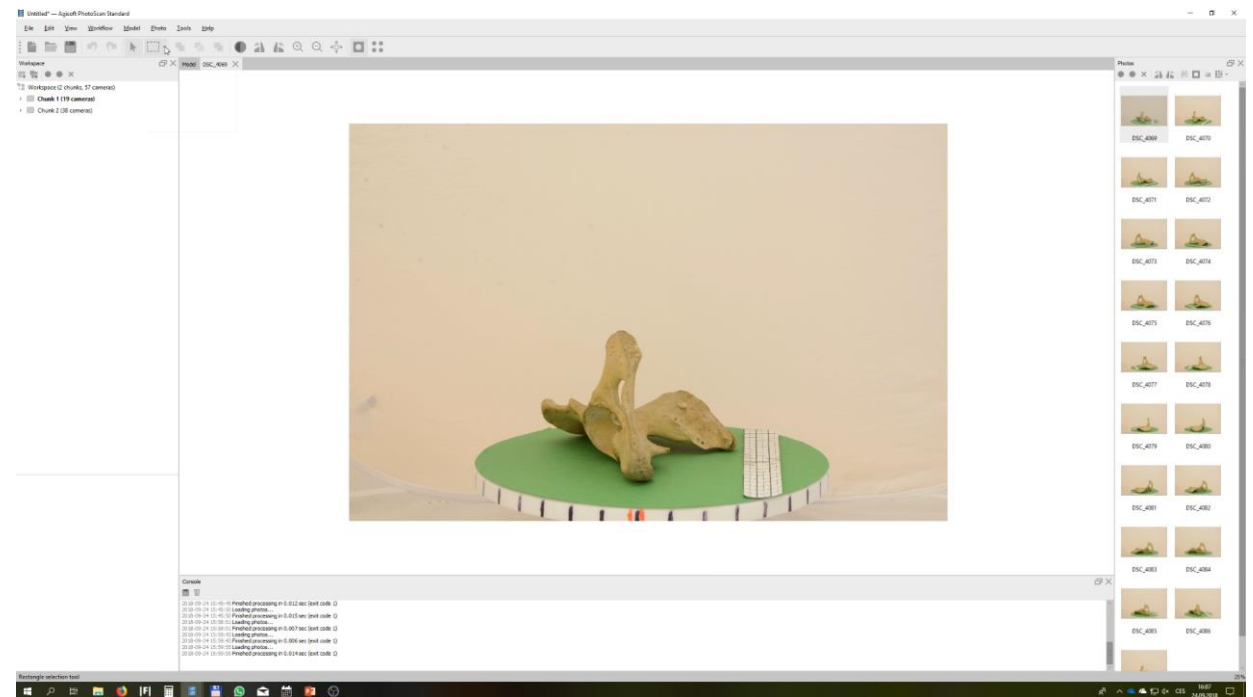
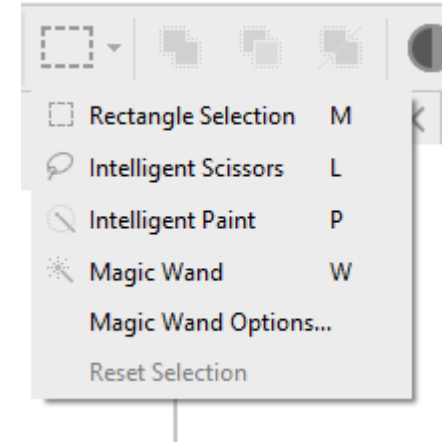
## Maskování

### KDY?

- pohyb na scéně
- rušivé předměty
- 360° skenování

### JAK?

- ručně (*intelligent scissors* – *ctrl + LMB*)
- automaticky (například podle snímku pozadí)



# Povrchové snímání – fotogrammetrie

vstup



vzájemné uspořádání  
fotografií v prostoru



distorze fotografií



3D zaměření bodů na  
snímaném povrchu



tvorba 3D polygonální  
sítě



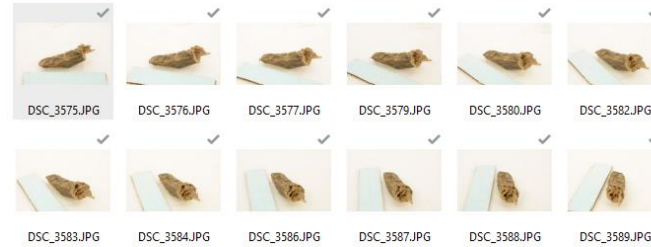
nasnímání povrchové  
barevnosti



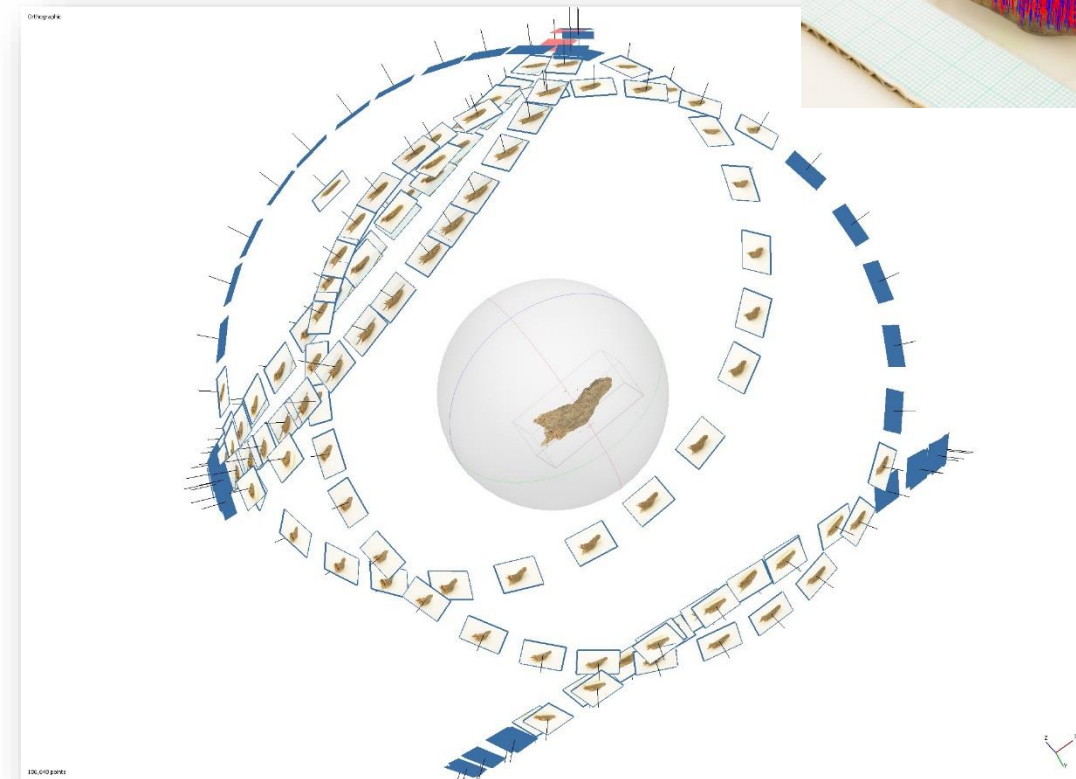
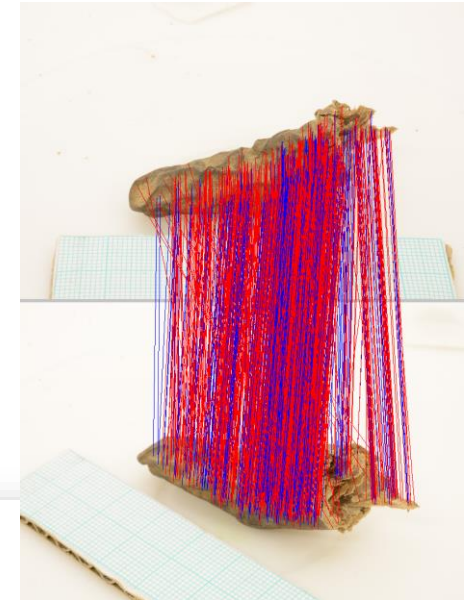
výstup

snímky splňující určité  
podmínky

objektu splňujícího  
určité podmínky



○ workflow > align photos



# Povrchové snímání – fotogrammetrie

vstup



vzájemné uspořádání  
fotografií v prostoru



distorze fotografií



3D zaměření bodů na  
snímaném povrchu



tvorba 3D polygonální  
sítě



nasnímání povrchové  
barevnosti



výstup

snímky splňující určité  
podmínky

objektu splňujícího  
určité podmínky

*point cloud*



○ generování bodového mraku  
*workflow -> build dense cloud*



# Povrchové snímání – fotogrammetrie

vstup



vzájemné uspořádání  
fotografií v prostoru



distorze fotografií



3D zaměření bodů na  
snímaném povrchu



tvorba 3D polygonální  
sítě



nasnímání povrchové  
barevnosti



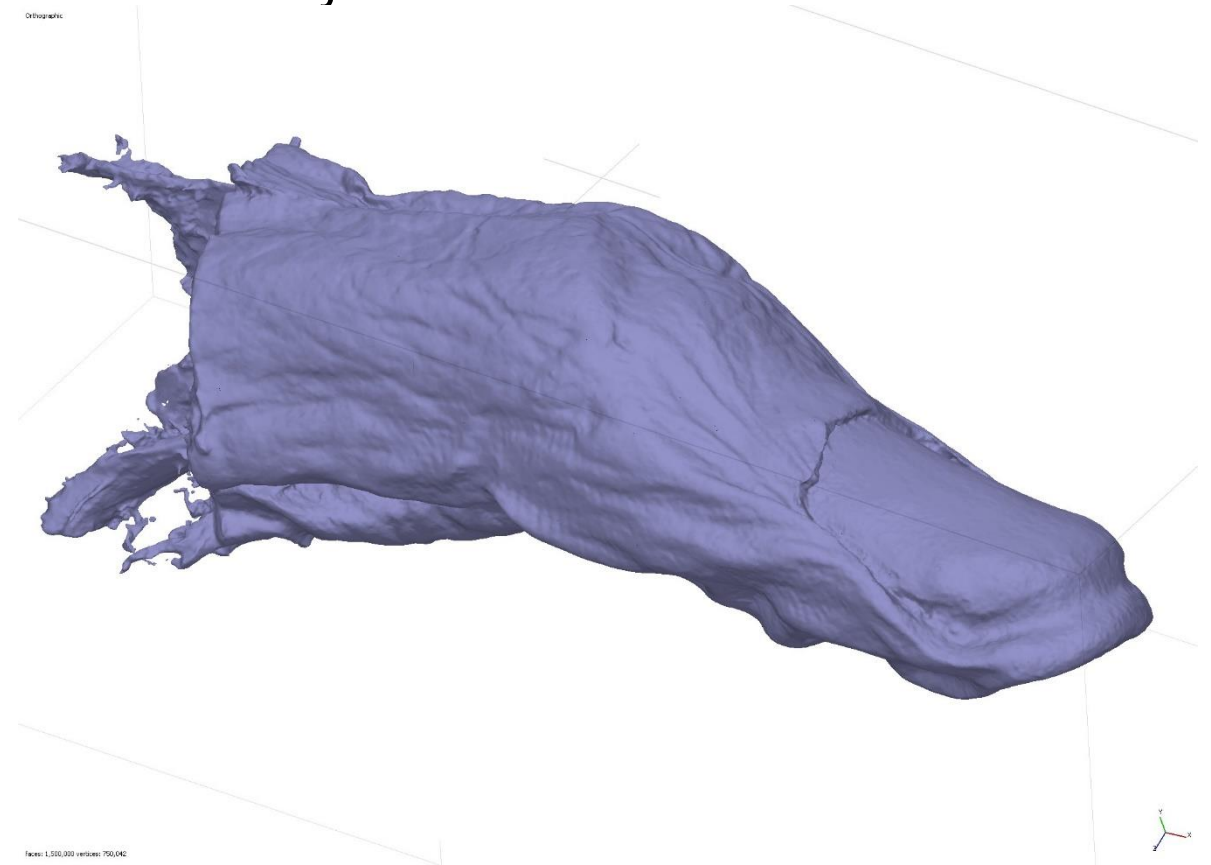
výstup

snímky splňující určité  
podmínky

objektu splňujícího  
určité podmínky

- vytvoření polygonálního modelu –  
propojení bodů hranami a  
redukce na požadovaný počet  
facet

*Workflow -> Build mesh...*





# Povrchové snímání – fotogrammetrie

vstup



vzájemné uspořádání  
fotografií v prostoru

distorze fotografií

3D zaměření bodů na  
snímaném povrchu

tvorba 3D polygonální  
sítě

nasnímání povrchové  
barevnosti

škálování

snímky splňující určité  
podmínky  
objektu splňujícího určité  
podmínky

výstup



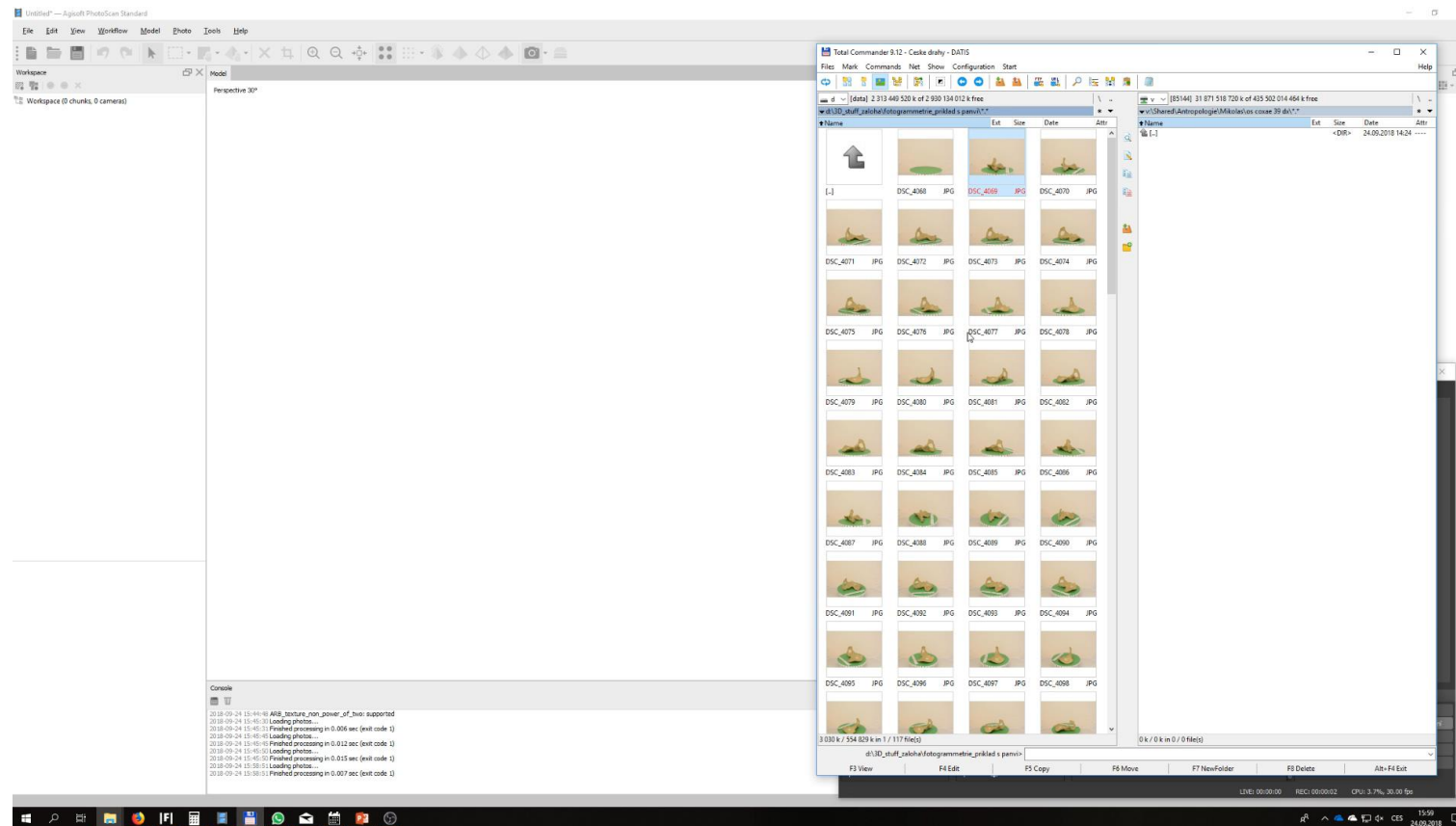
- generování textury ze vstupních fotografií

*Workflow -> Build Texture...*



# Povrchové snímání – fotogrammetrie

- import se provádí přetažením snímků do okna programu  
 přetažením do náhledového okna se snímky přidají do aktivního *chunku*  
 přetažením do stromu projektu se snímky přidají do nového *chunku*



# Povrchové snímání – fotogrammetrie

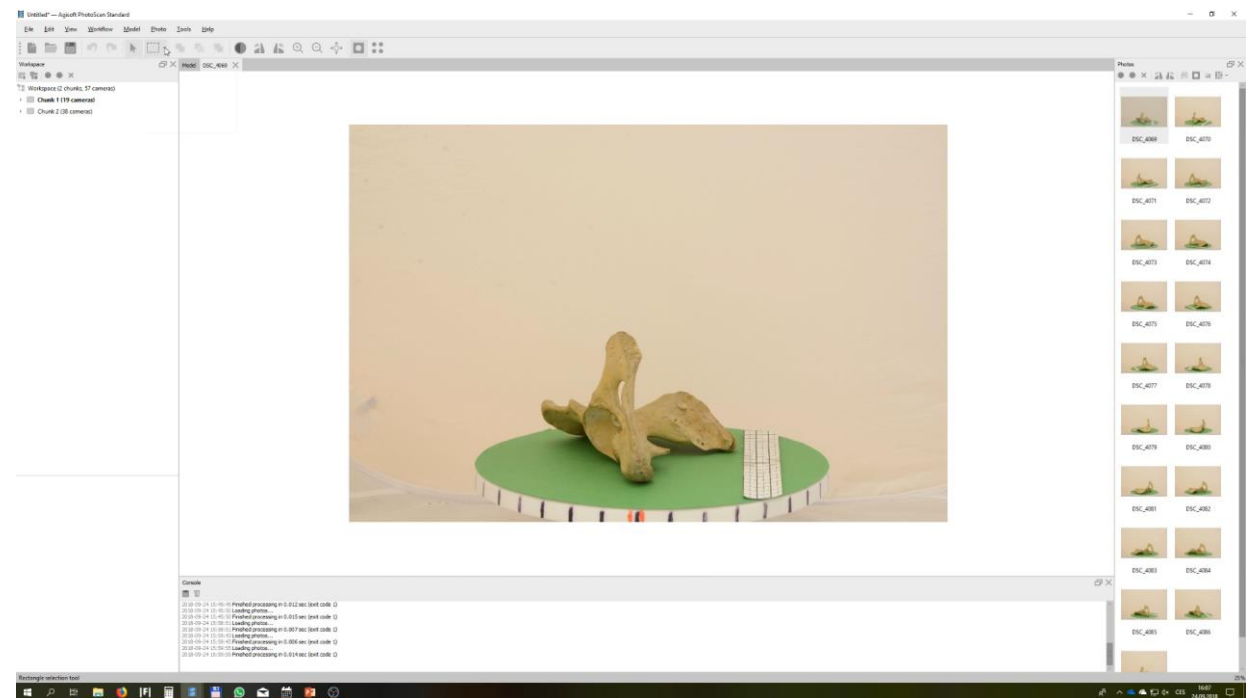
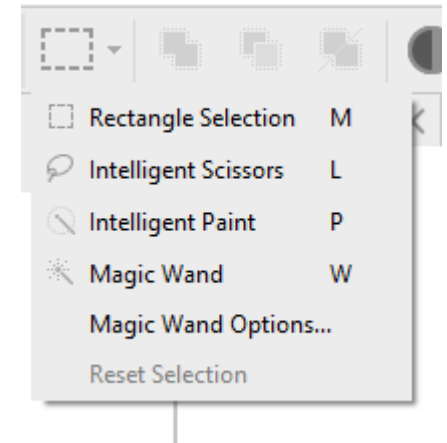
- maskovací nástroje umožňují vyloučit ze zpracování konkrétní oblasti snímků

## KDY?

- pohyb na scéně
- rušivé předměty
- 360° skenování

## JAK?

- ručně (*intelligent scissors* – *ctrl + LMB*)
- automaticky (například podle snímku pozadí)





Svobodný a otevřený software pro modelování a vykreslování třírozměrné počítačové grafiky a animací s využitím různých technik.



- editace a tvorba polygonálních modelů a jejich prvků
- virtuální modelování
- tvorba a editace textury
- animace
  
- tvorba statických a dynamických náhledů
- zvuk, stříh a efekty
  
- na poprvé trochu moc...

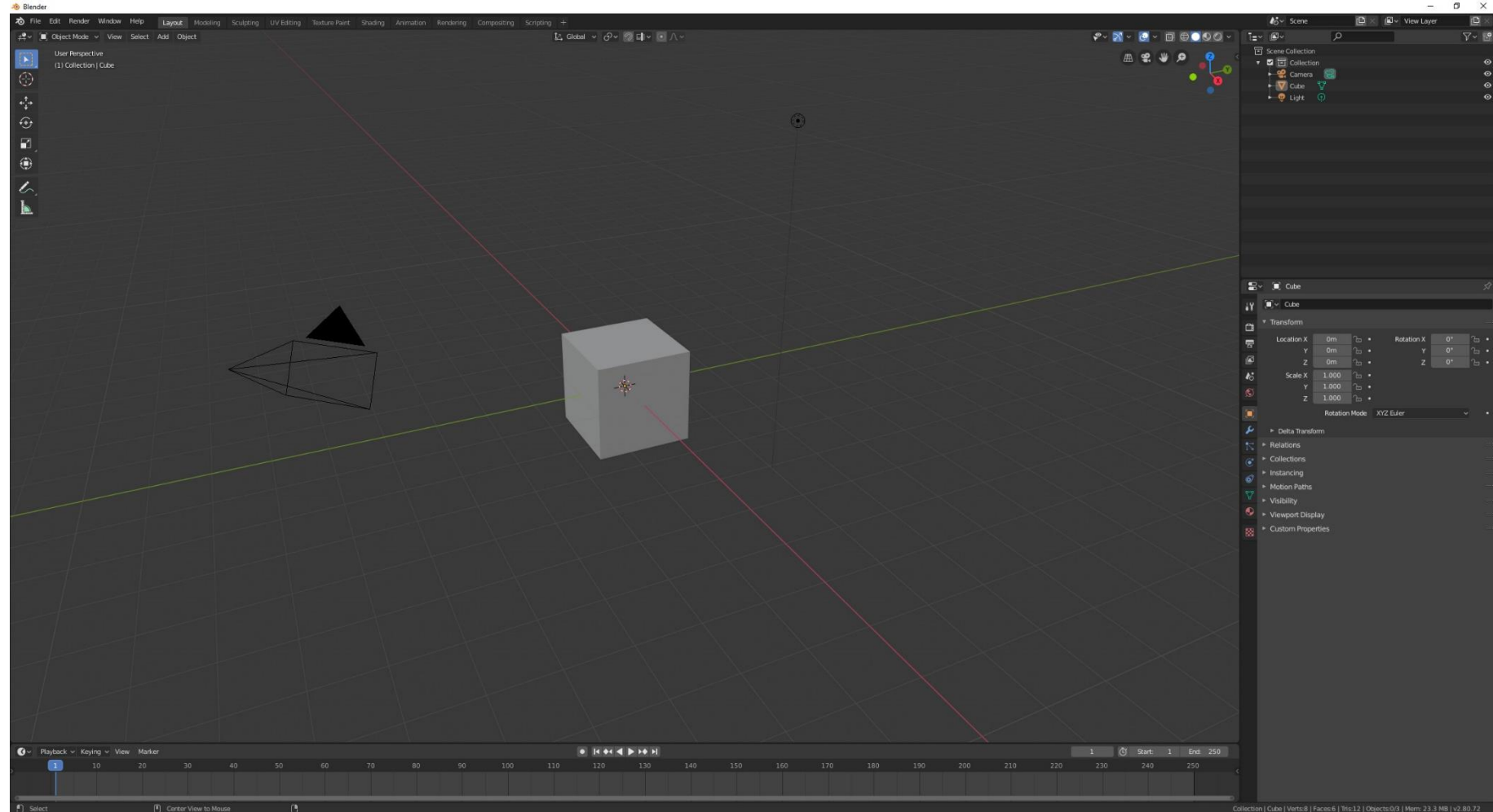
# Základní orientace

MMB – rotace

scroll – ZOOM

MMB + Shift – posun

Num , – přiblížení okna na aktivní model



# Import modelu

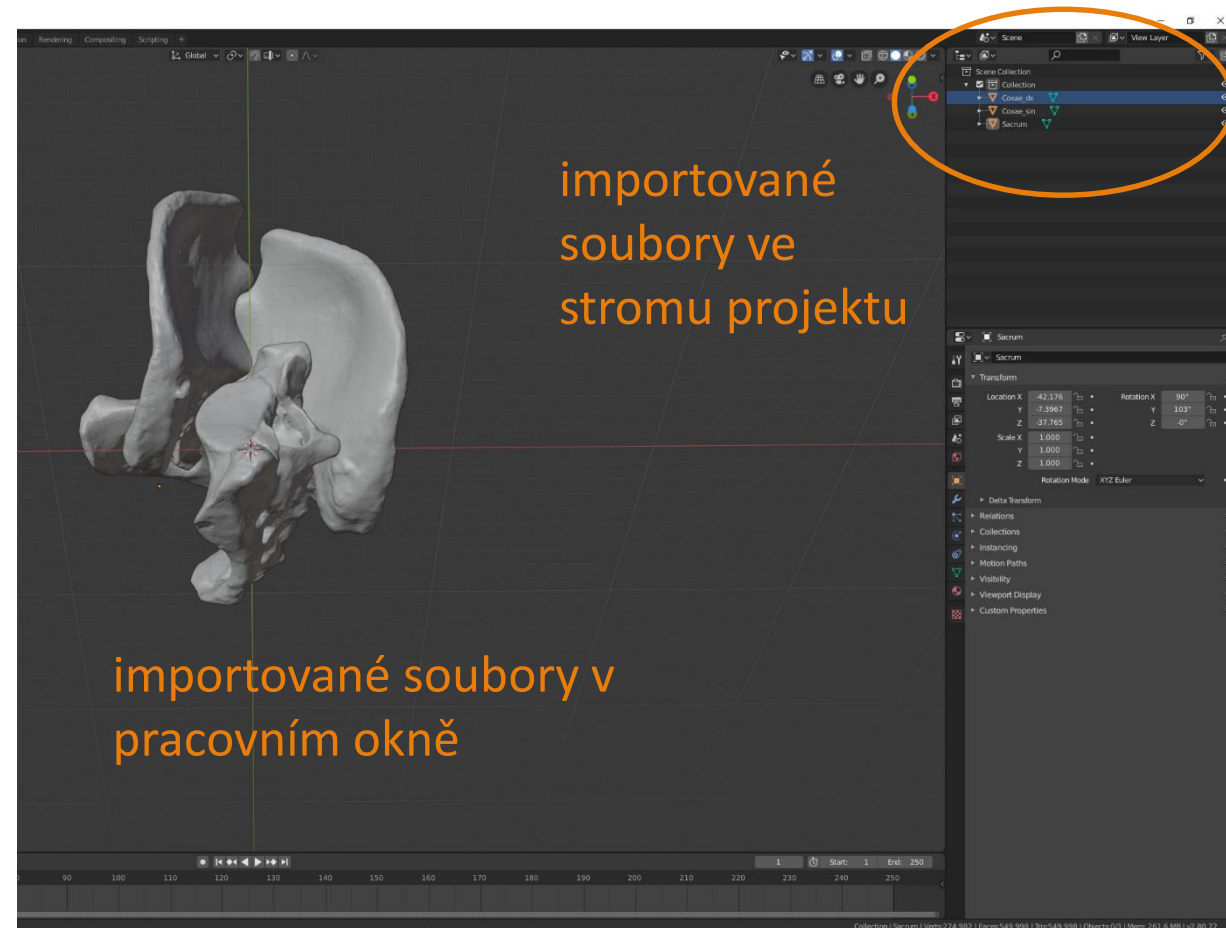
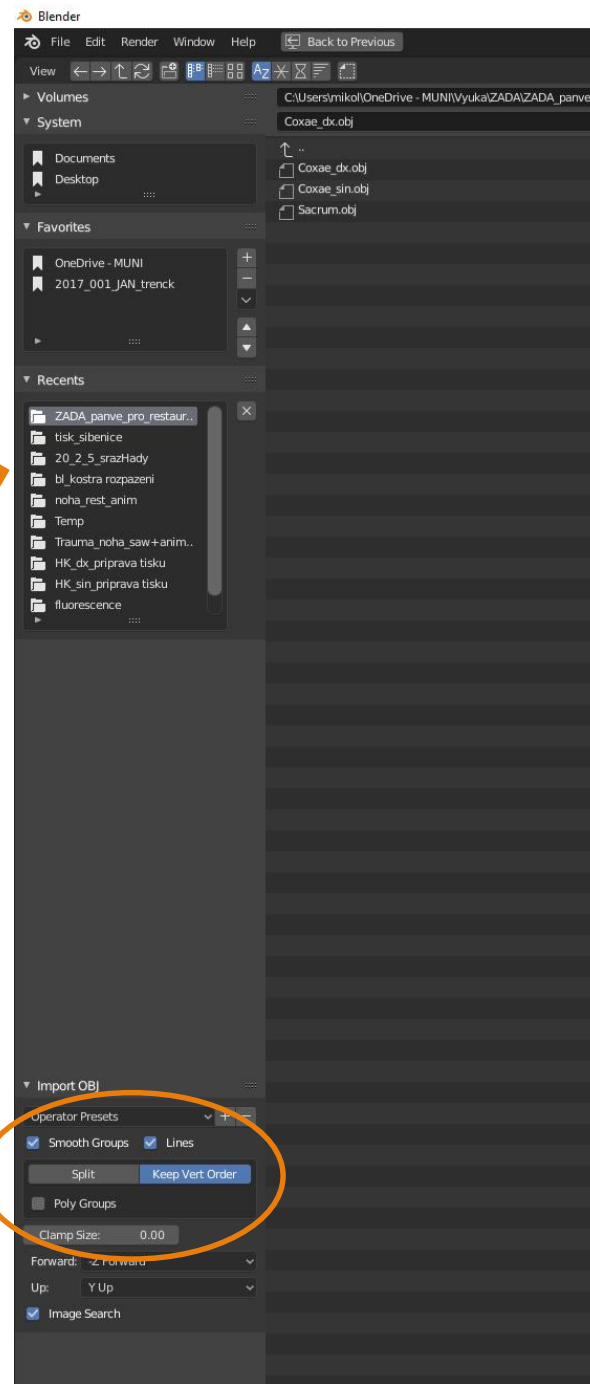
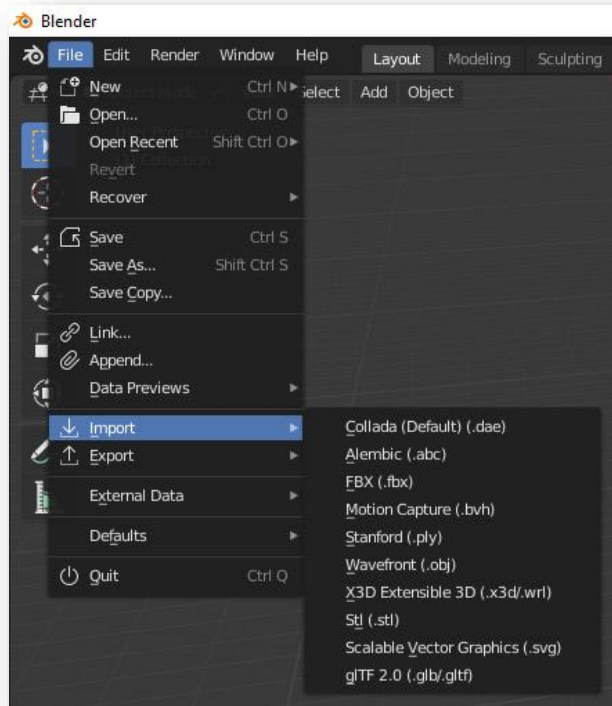


*File > Import > ...volba podle typu souboru... > ...vyhledání souboru... > Import*

**importované soubory ve stromu projektu**

**importované soubory v pracovním okně**

volba split (v případě obj),  
zadaná defaultně, s  
některými modely  
nefunguje



# Změna polohy modelu

nastavení náhledu není změna polohy, pouze pohyb kamerou

**aktivovaný nástroj Move**

**gizmo pro posun**

**šipky – posun podél dané osy**

**plošky – posun rovnoběžně s rovinou**

**střed – posun kolmo na pohled**

**zkratky**

- G – aktivace posunu
- G > x, y nebo z – specifikace osy posunu

Blender interface showing a 3D model of a hand with a Move gizmo. The interface includes a top menu bar, a left toolbar with the Move tool highlighted, a central 3D viewport with a grid, and a right sidebar with the Properties panel. The Properties panel shows the Transform properties for the selected object, including Location, Scale, and Rotation.

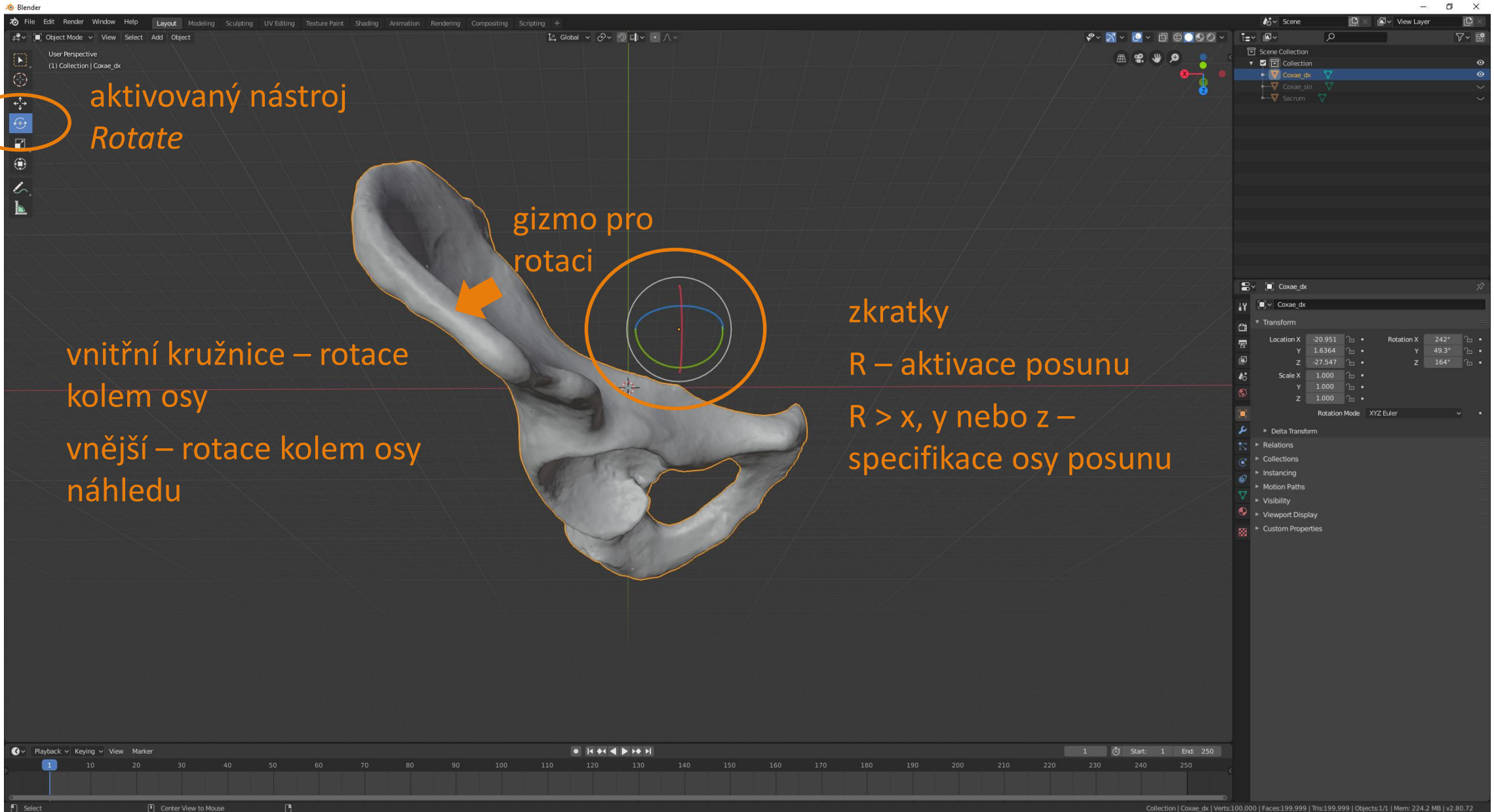
# Rotace modelu

aktivovaný nástroj  
*Rotate*

gizmo pro  
rotaci

vnitřní kružnice – rotace  
kolem osy  
vnější – rotace kolem osy  
náhledu

zkratky  
R – aktivace posunu  
R > x, y nebo z –  
specifikace osy posunu



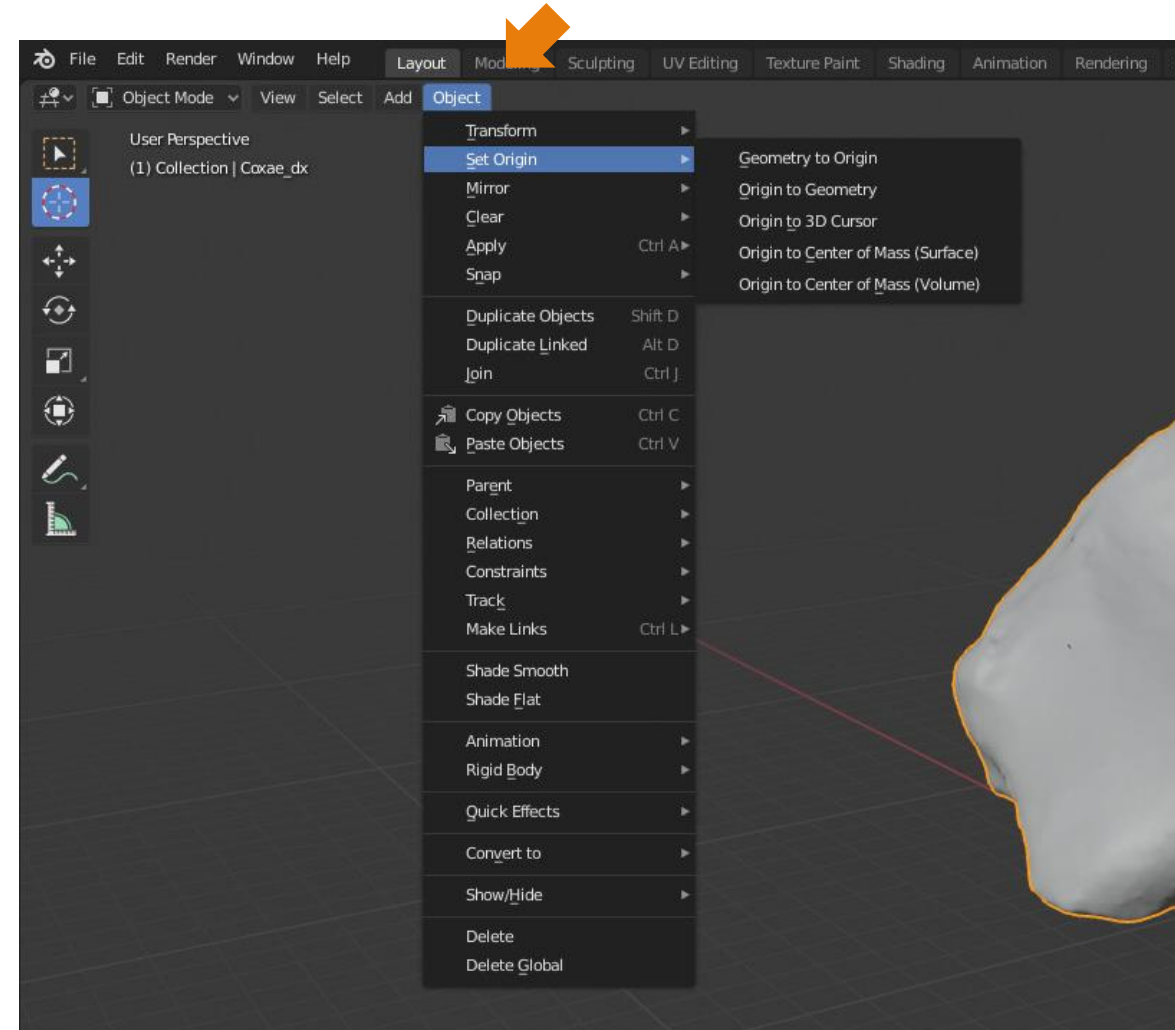


# Změna středu rotace (*Origin*)

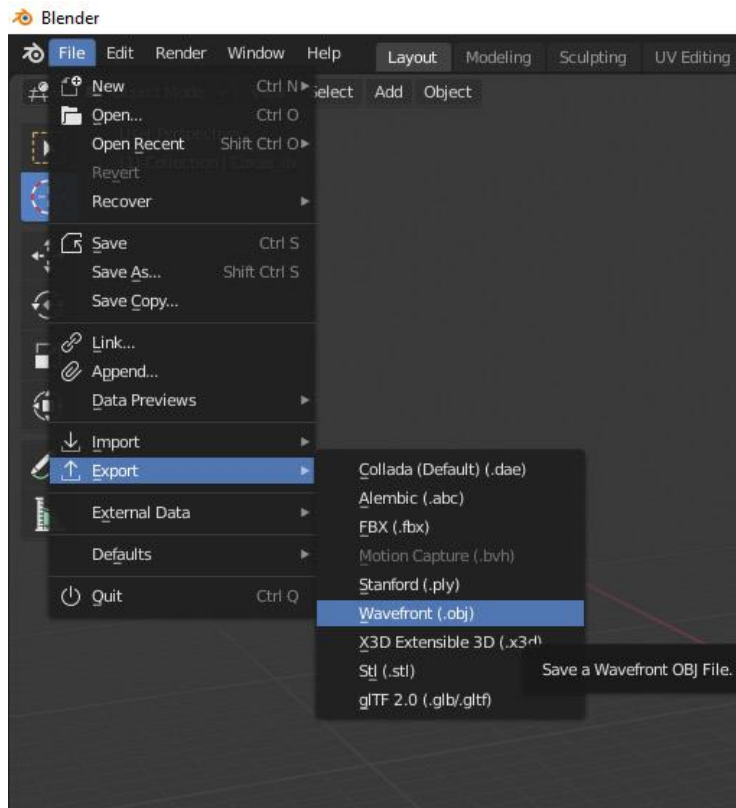
Změna počátku soustavy modelu – různé možnosti, nejnuitivnější asi *Center of mass*.



specifikace počátku  
*3D Cursor* – otáčení kolem 3D kurzoru  
 většina ostatních – otáčení okolo středu soustavy souřadnic modelu

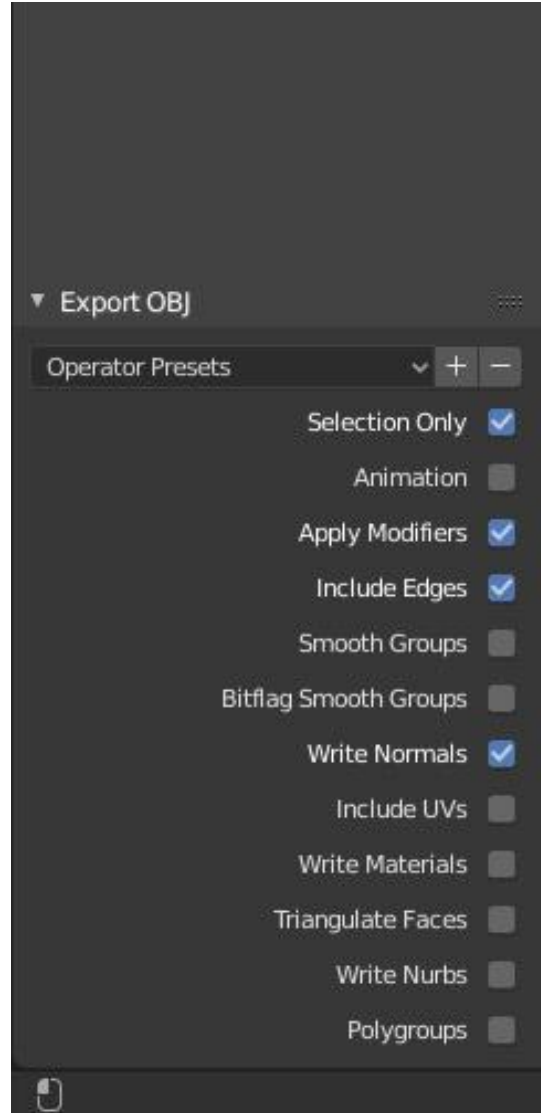


# Export modelu



*File > Export > ...volba podle typu souboru... > ...vyhledání umístění... > Export*

(je dobré vybrat předem model pro export)

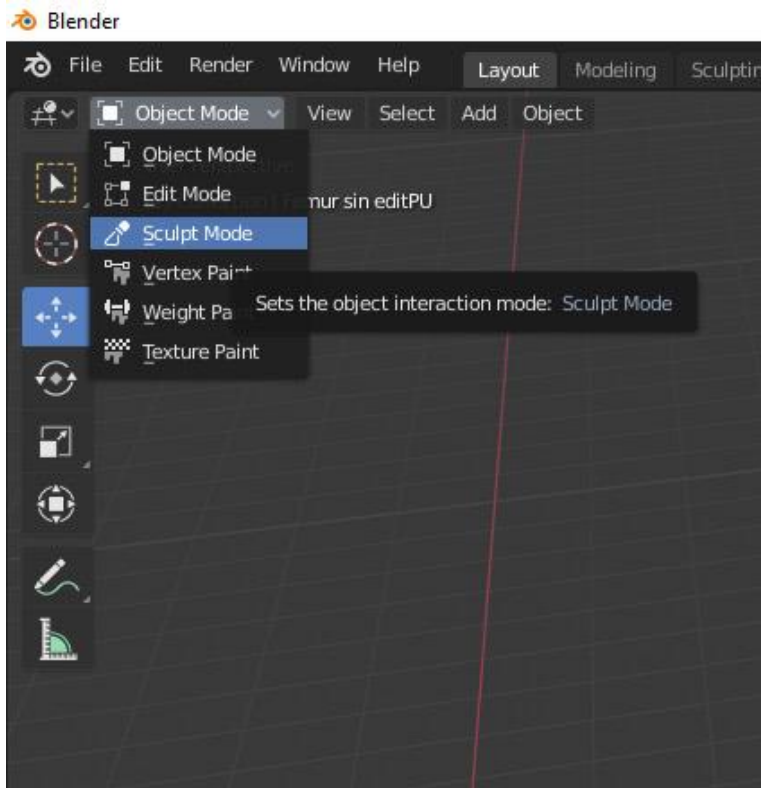


Podstatné volby

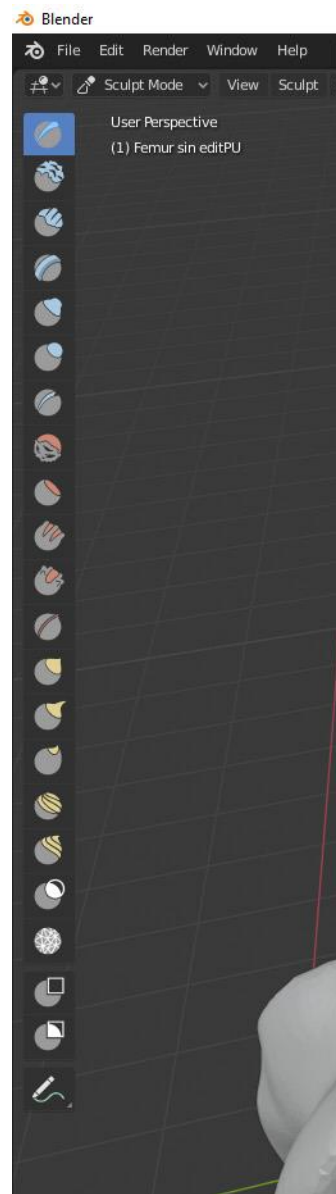
*Selection only* – vyexportuje pouze aktivní model. Pokud není zatrženo, vybere vše.

*Include UVs a White Materials* – pokud je zatrženo, vyexportuje také .mtl soubor.

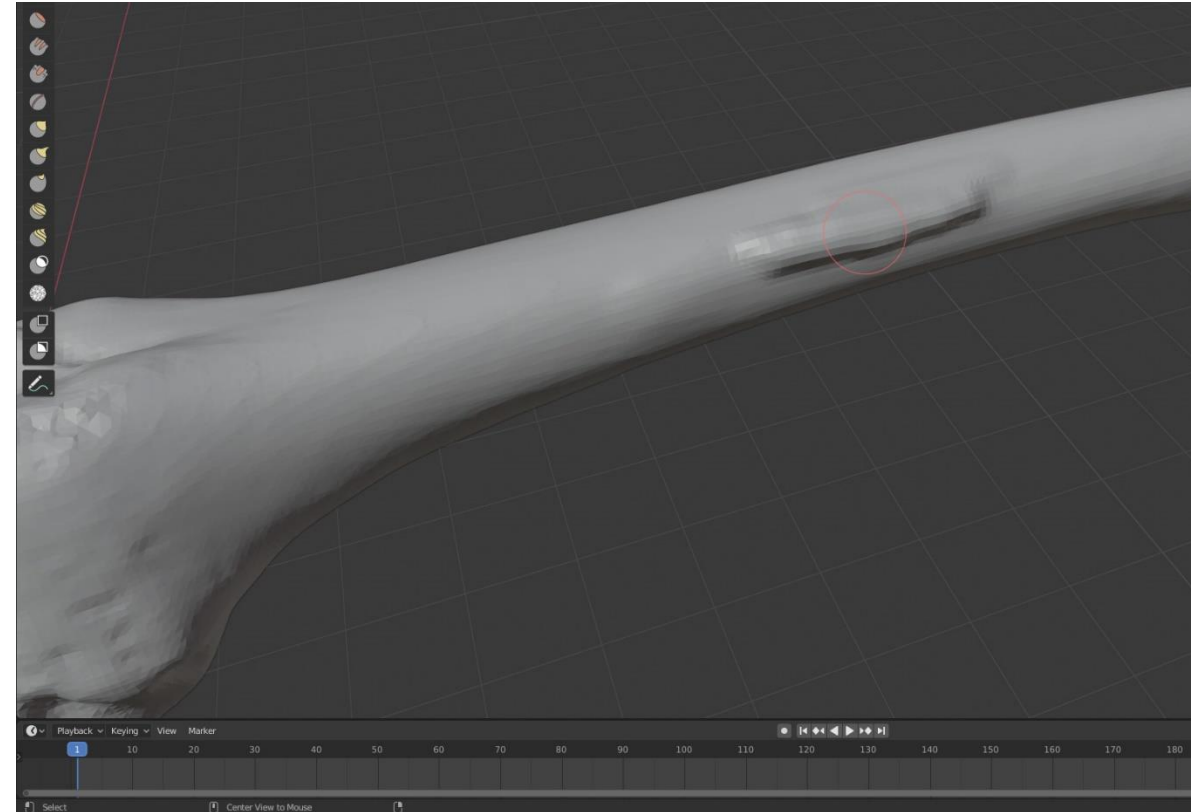
# Virtual sculpting



- vyberte model, který chcete editovat
- přepněte do sochařského módu (*Sculpt mode*)



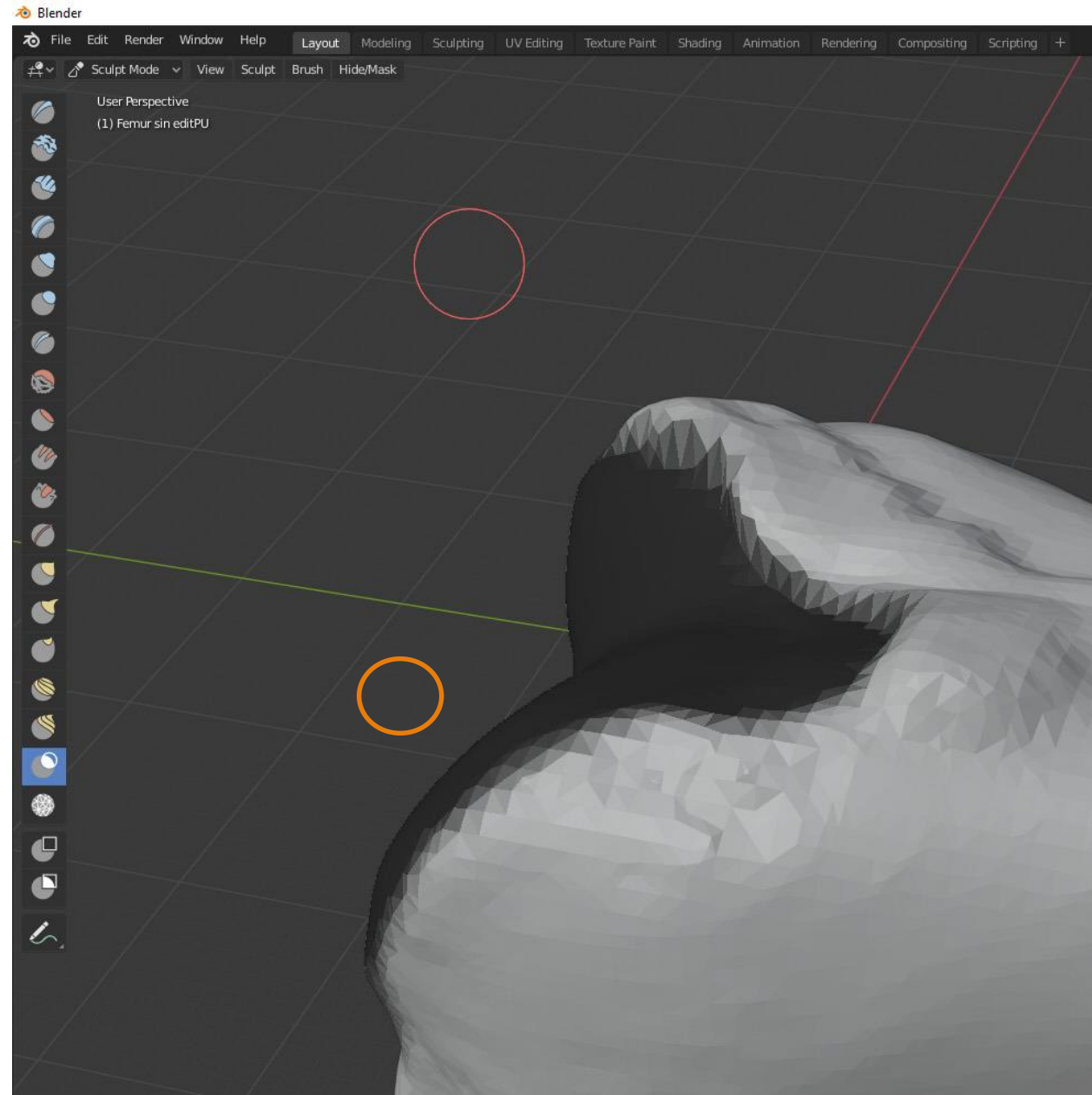
nabídka  
sochařských  
nástrojů



modelování  
probíhá  
LMB na  
povrch  
modelu

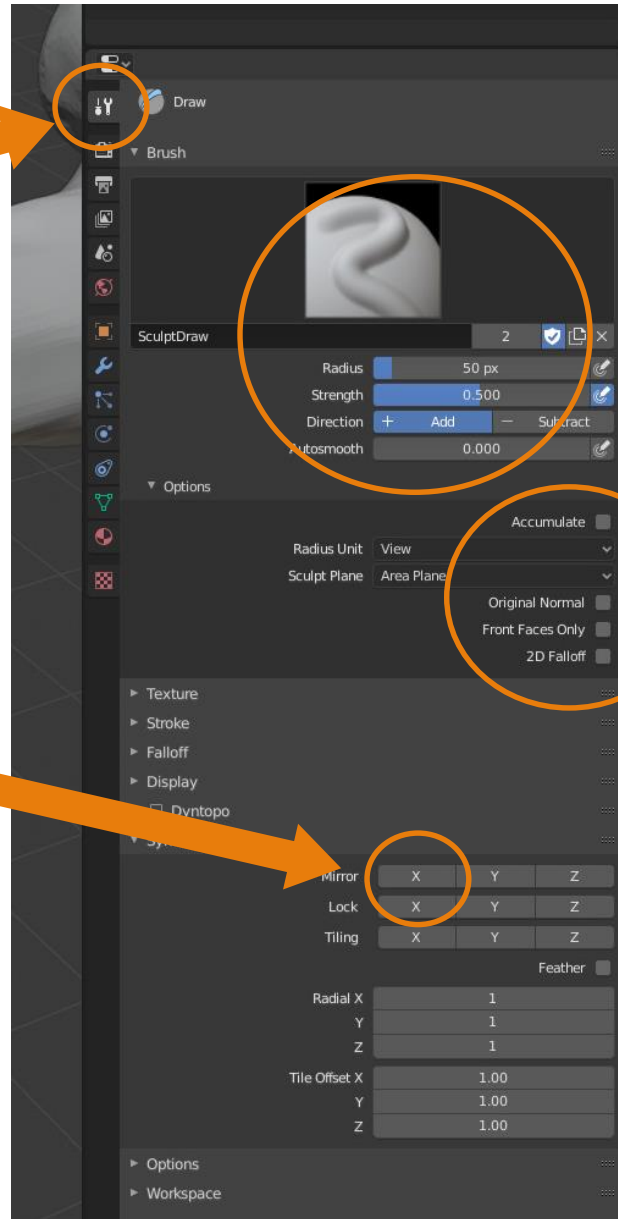
## Důležité volby

Nástroj *Mask* umožňuje označit oblasti modelu, které nemají být editovány



## Důležité volby

vlastnosti  
aktivního nástroje



*Symmetry* – defaultně  
je nastaveno zrcadlení  
editace, je potřeba jej  
odznačit

*Radius* – rozsah editované plochy

*Strength* – síla nástroje

*Direction* – přidávání (*Add*) nebo  
ubírání (*Subtract*) hmoty/masky atd.

*Accumulate* – při jednom „tahu“ akumuluje  
změnu geometrie

*Front Faces Only* – edituje pouze ty facety,  
které jsou přivráceny k uživateli