Univerzita Hradec Králové
Filozofická fakulta

E-learningový kurz

Modern quantitative methods and shape analysis in archaeology

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Tento materiál vznikl v rámci realizace projektu Strategický rozvoj Univerzity Hradec Králové, reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_015/0002427.

FF UHK

Automatic drawing of archaeological artefacts

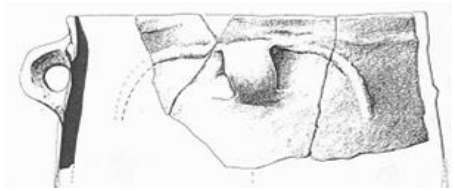
Methods and tools for (semi-)automatic drawing of archaeological pottery

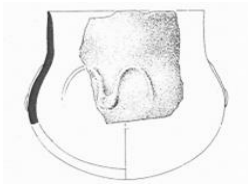
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

Why?





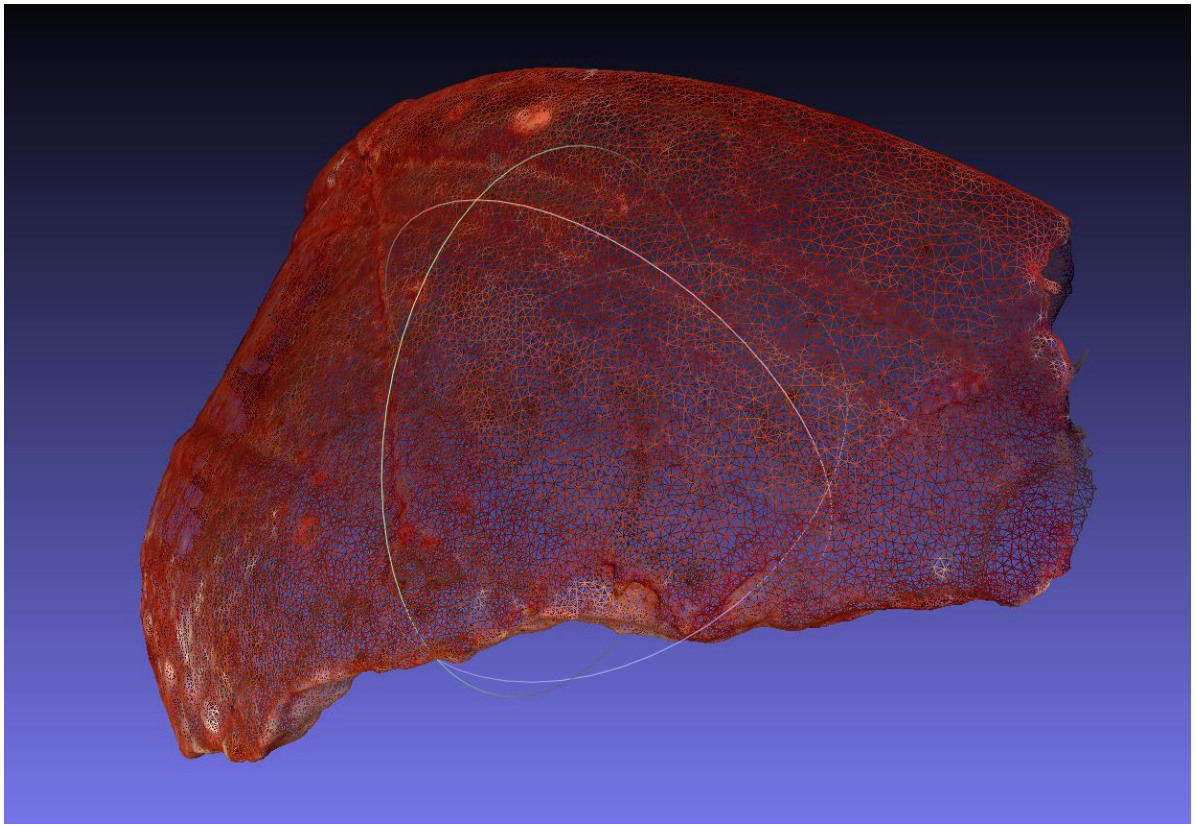
Time consuming (30-90 min)
Thousands of individuals

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How?



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

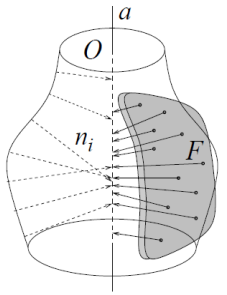
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

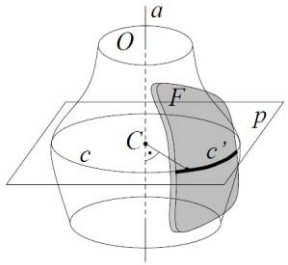
FF UHK

How to find a rotational axis?

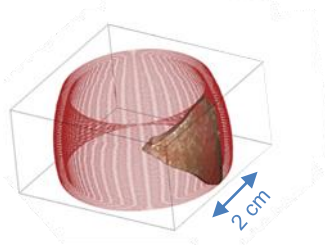
The ancient problem

All normal vectors on its surface pass through the axis
All horizontal planes intersecting the fragment
form circles whose and these centers lie on the axis
All fragment profiles projected to one plane
occupy the same location

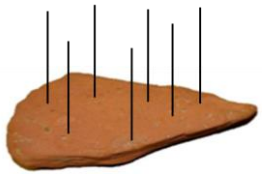




Limitations

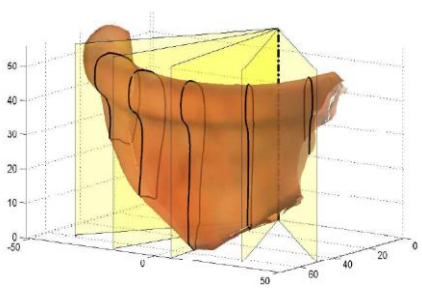


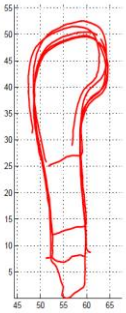
size(?)
sector angle



flat

spherical





EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

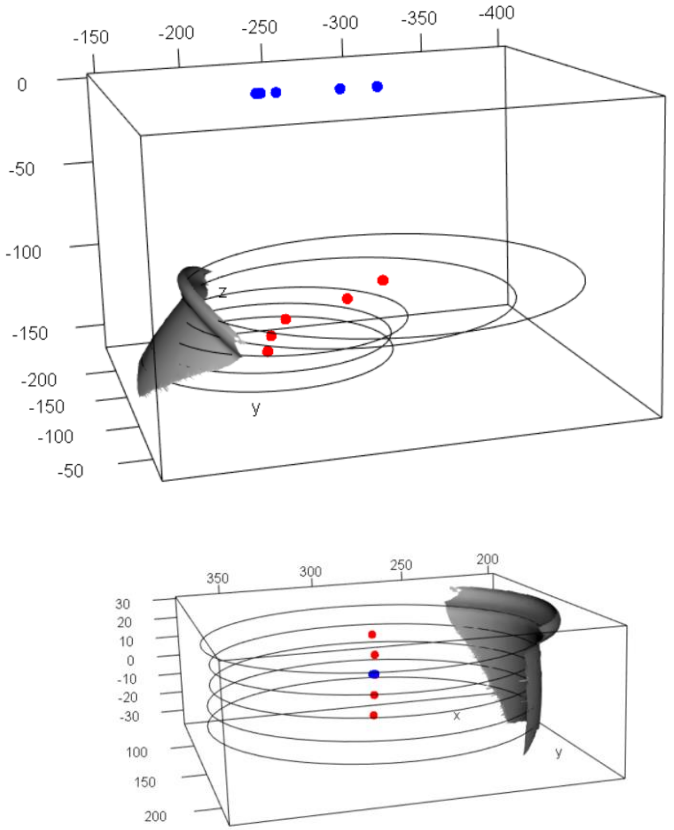
How to find a rotational axis?

Optimisation problem

Searching for parameters of fragment translation and rotation which minimize the output of some function

For example the **variance of the circle centers**:

$$\min_{\varphi,\theta}\left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{k} w_i}\left[\sum_{i=1}^{k} w_i\left(c_{x_i}-\overline{c_x}\right)+\sum_{i=1}^{k} w_i\left(c_{y_i}-\overline{c_y}\right)\right]\right)$$



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

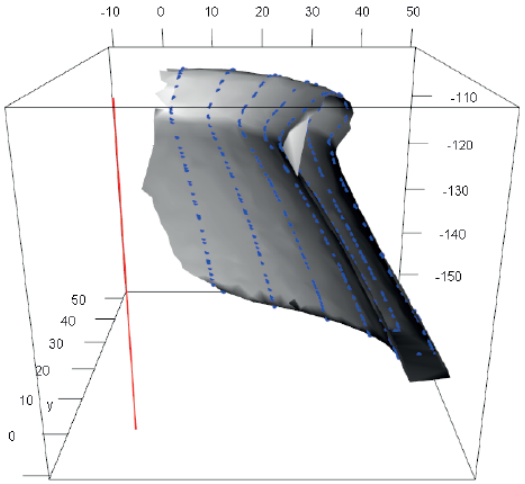
FF UHK

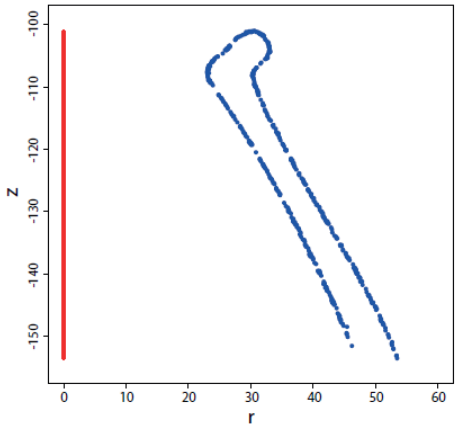
How to find a rotational axis?

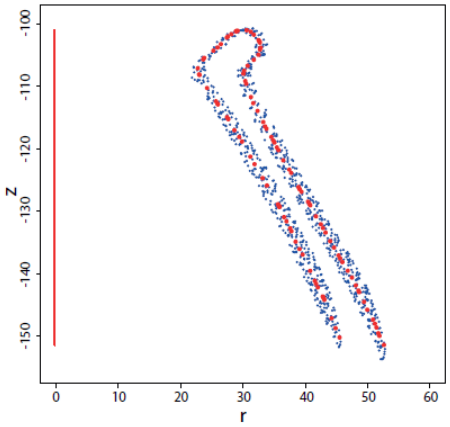
Optimisation problem

Searching for parameters of fragment translation and rotation which minimize the output of some function

For example the **distance of points from the referential profile**







EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

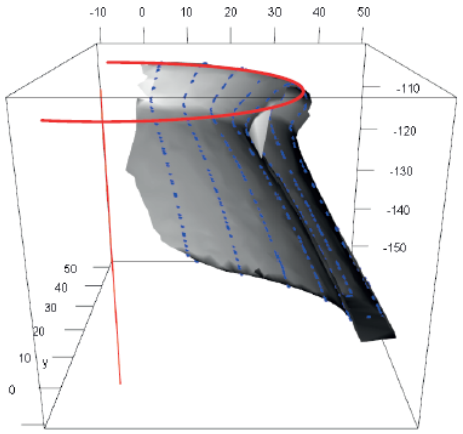
FF UHK

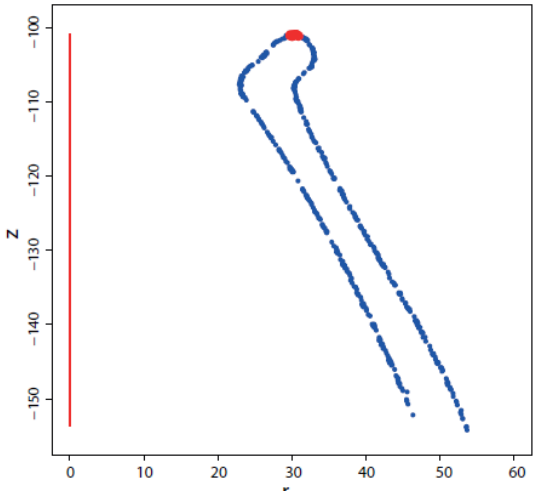
How to find a rotational axis?

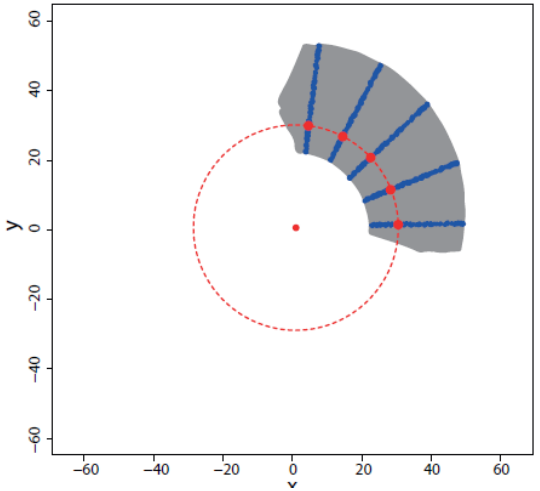
Optimisation problem

Searching for parameters of fragment translation and rotation which minimize the output of some function

For example the **distance of rim points from the horizontal plane**







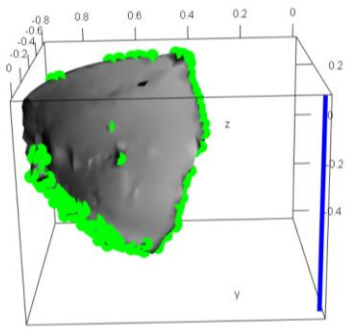
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

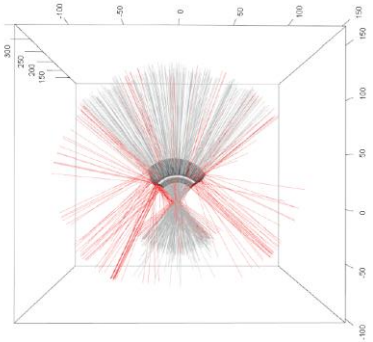
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

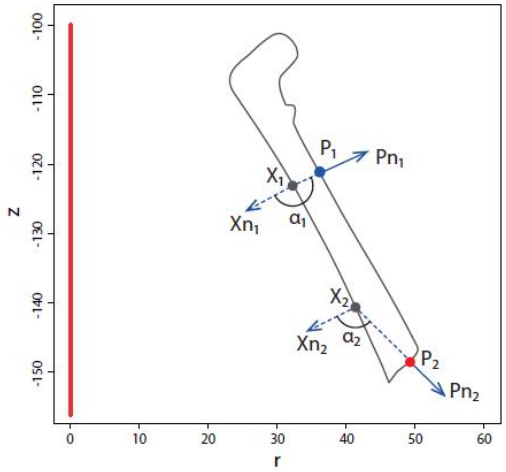
FF UHK

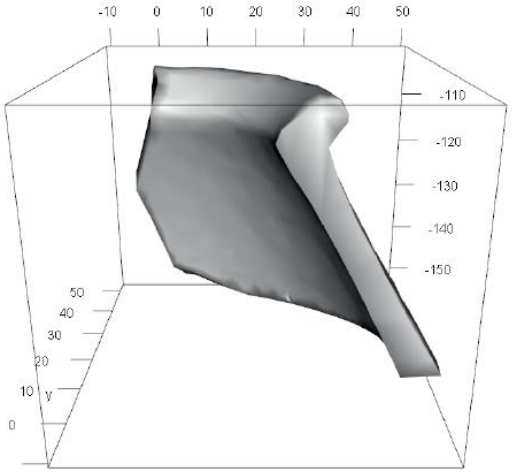
How to eliminate breakings?

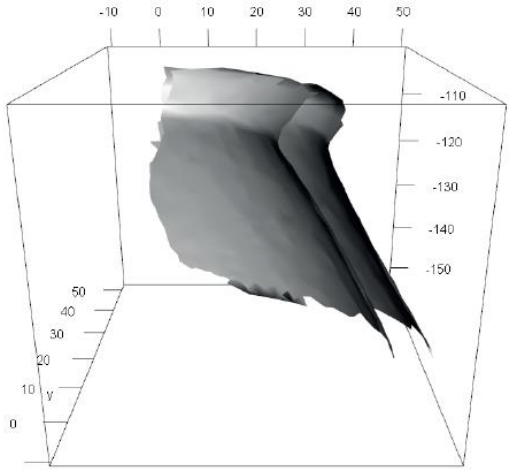
Parts do not possess information about rotational axis











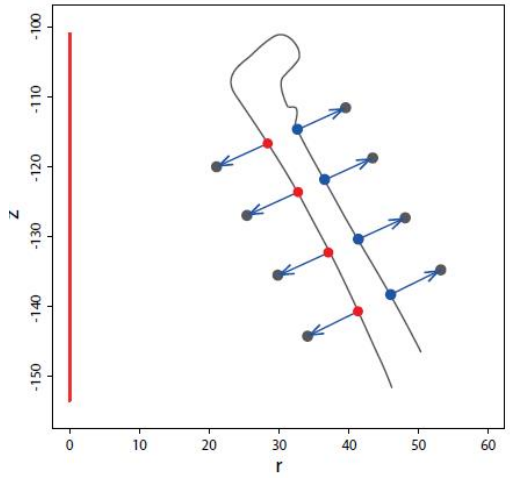
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

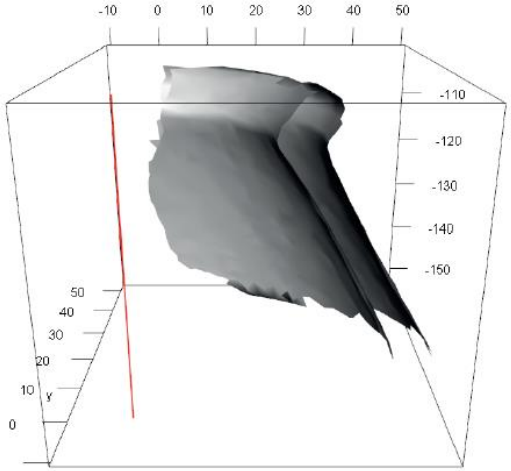
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

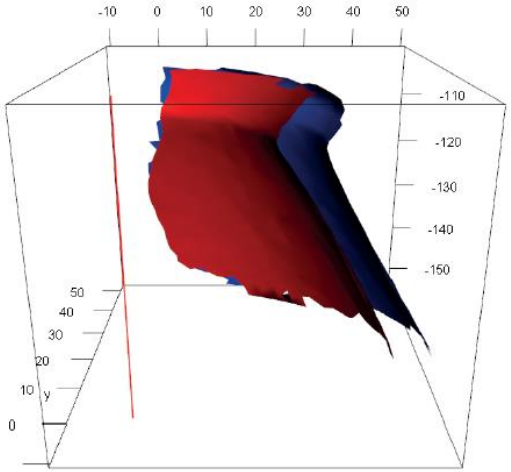
FF UHK

How to separate surfaces?

Estimation of the rotational axis can be easier





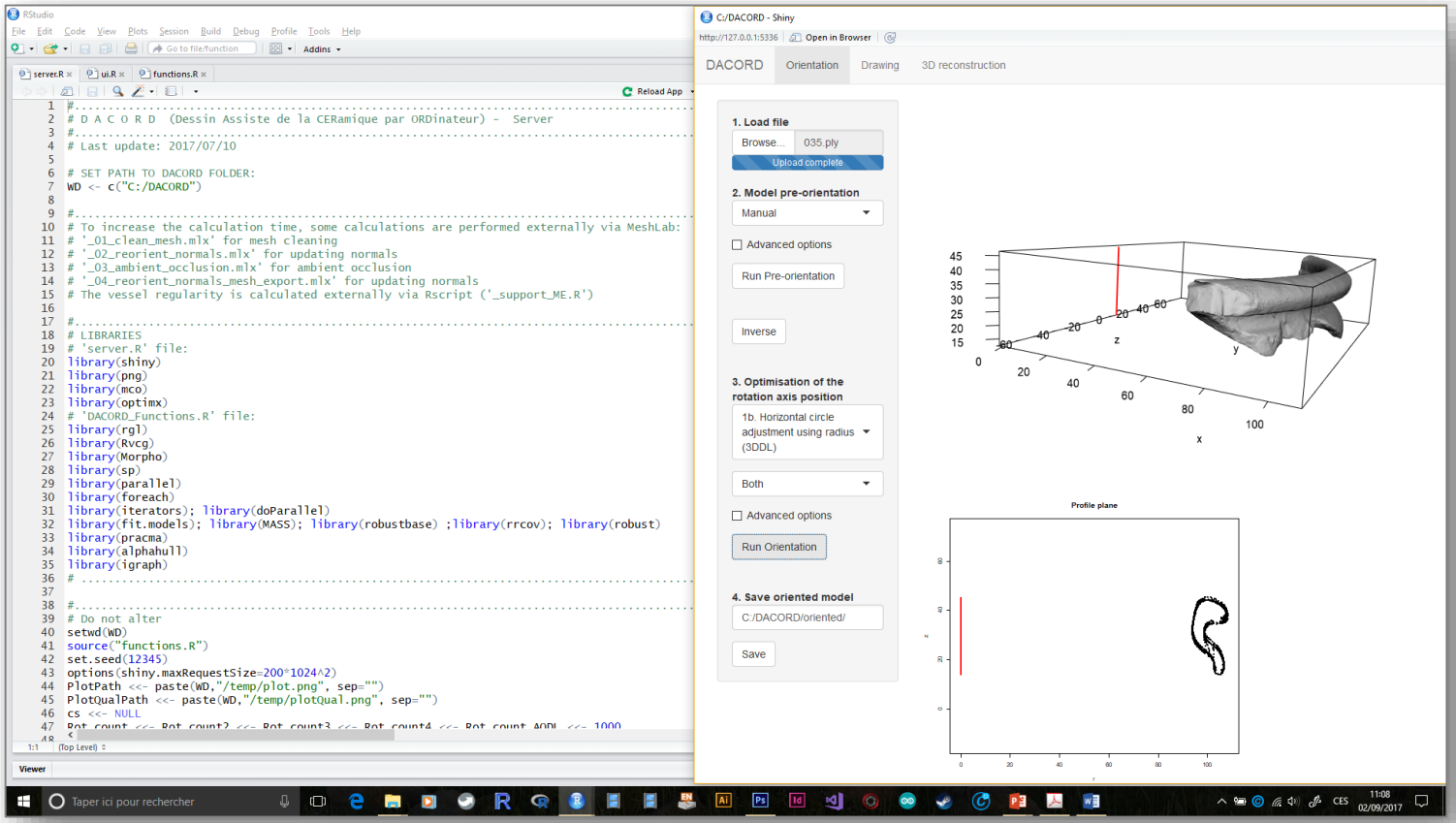


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

Solution?



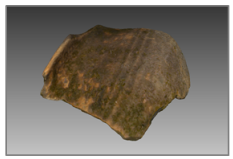
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

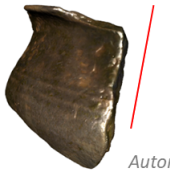
FF UHK

Workflow

3D scan



Pre-orientation



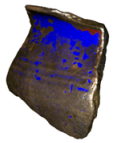
Automatic

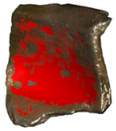
Manual

Final orientation

Circle fitting I *Circle fitting II* *Pareto*

Profile superimposition *Polynomials* *Rim/Base*





Result

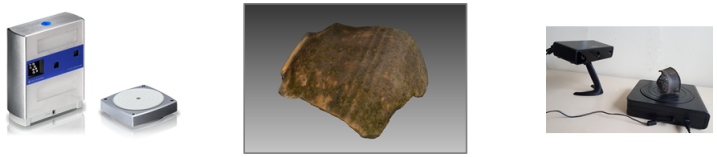
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

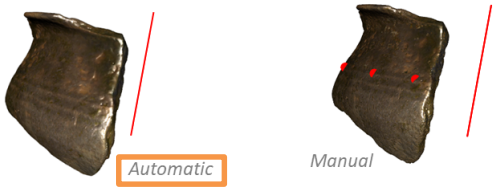
FF UHK

How to perform evaluation?

3D scan



Pre-orientation



Final orientation

Circle fitting I *Circle fitting II* *Pareto*

Profile superimposition *Polynomials* *Rim/Base*

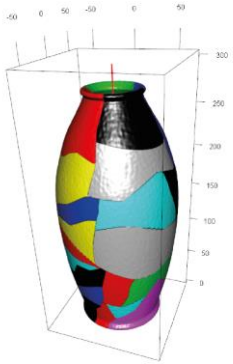
Result

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

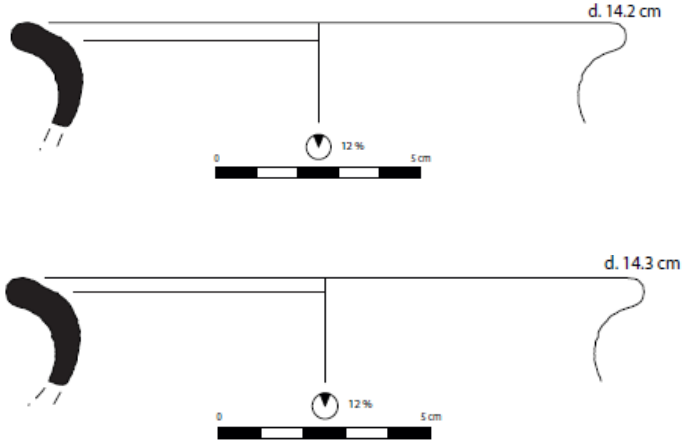
FF UHK

How to perform evaluation?



Synthetic vessel

Real-world fragments



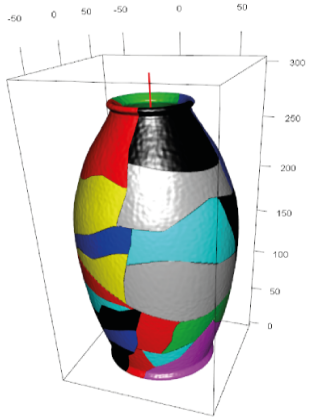
Human *vs* Human&Machine

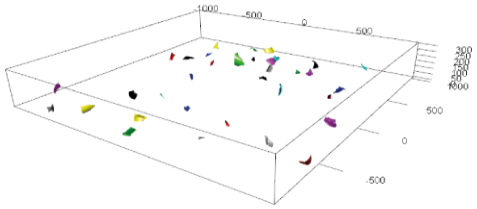
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

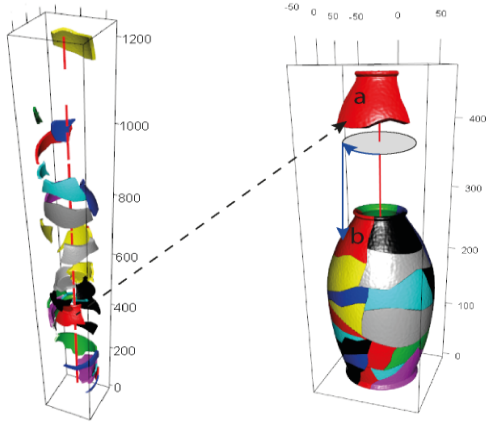
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

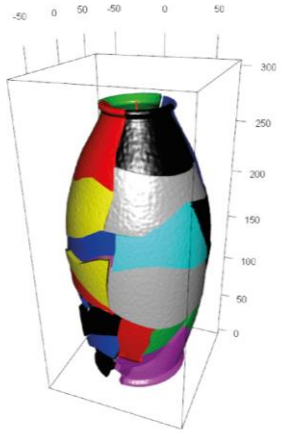
FF UHK

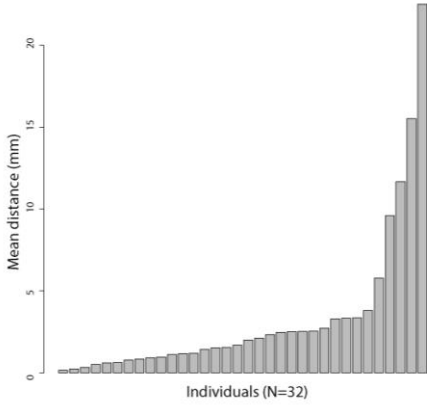
How to perform evaluation?

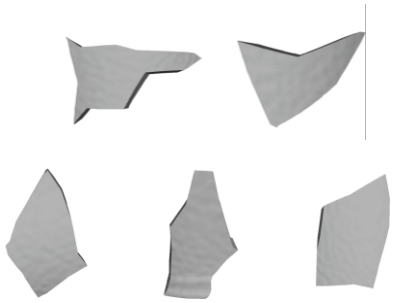












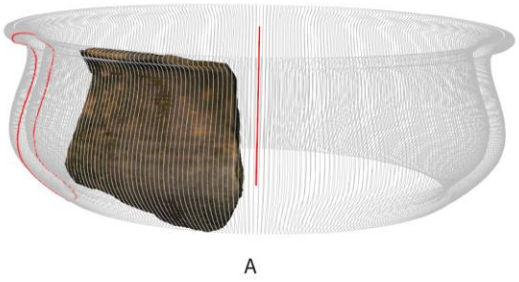
90% fragments well oriented
< 3 minutes per object

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform evaluation?



110 fragments tested

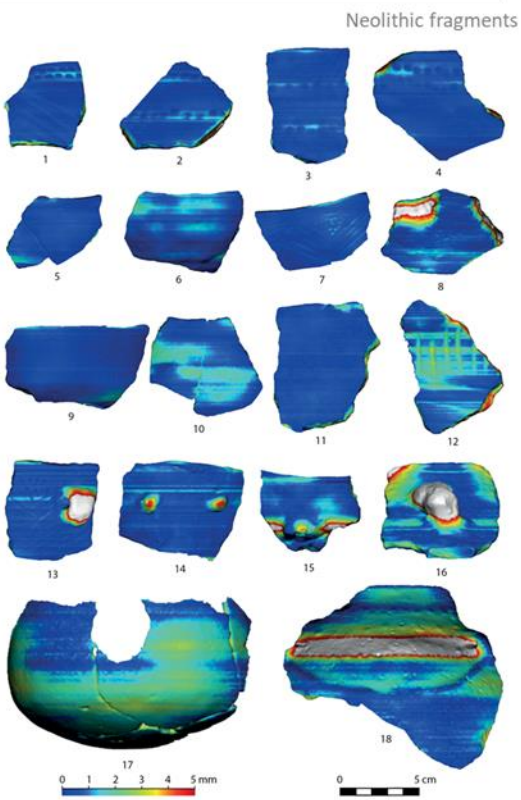
Chronology	Total	Site/Source
Neolithic	55	Lodève + Chassey-le-Camp
Bronze Age	26	Charmoy + Burgundy
Roman period	29	Burgundy + Autun

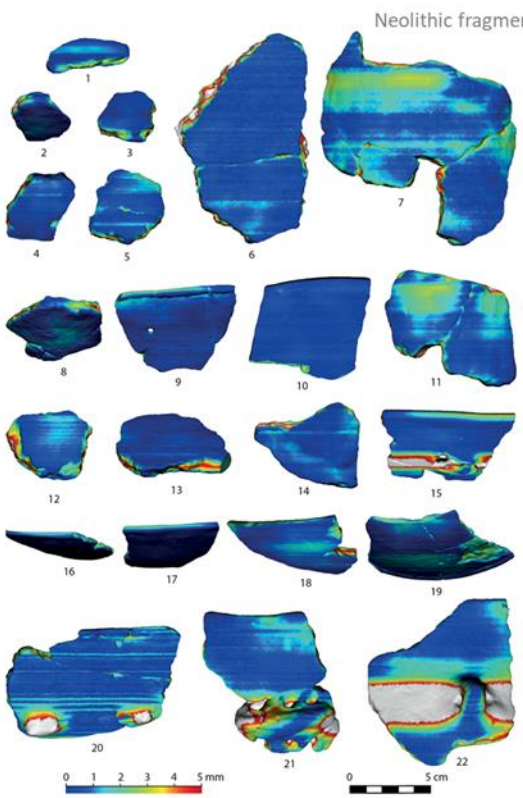
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

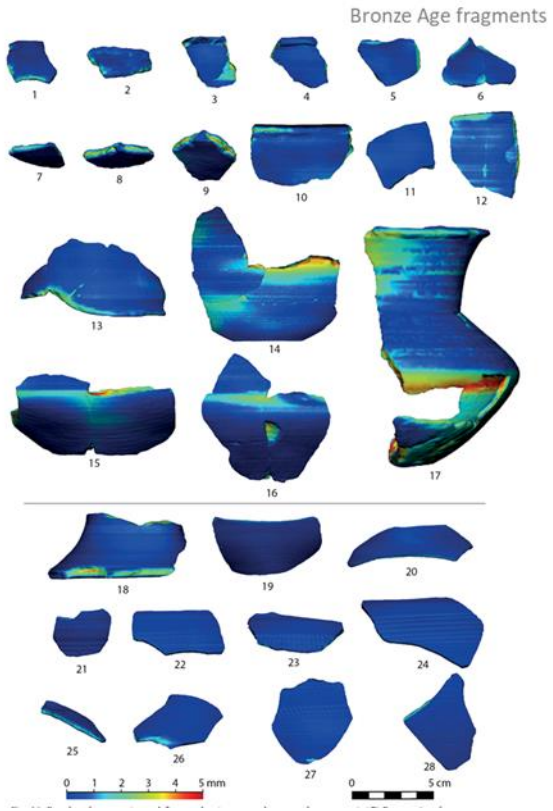
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform evaluation?





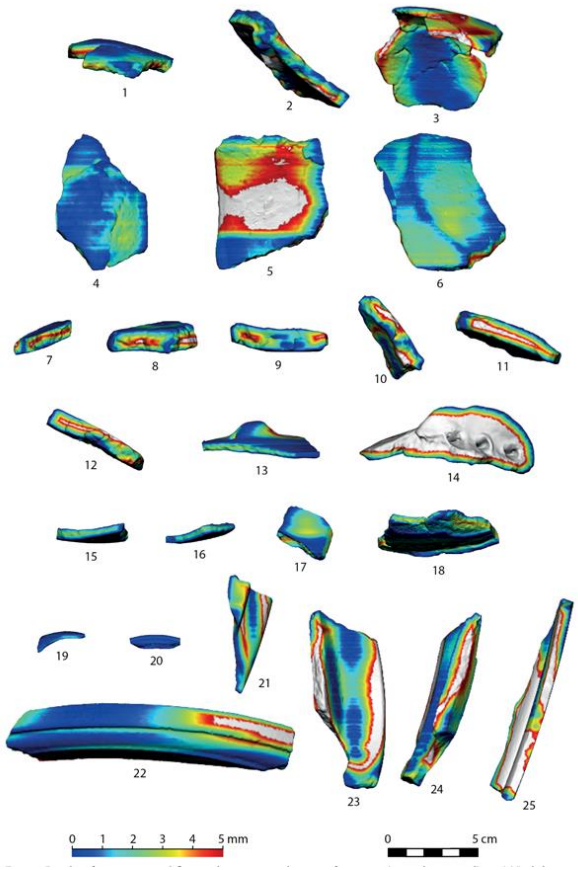


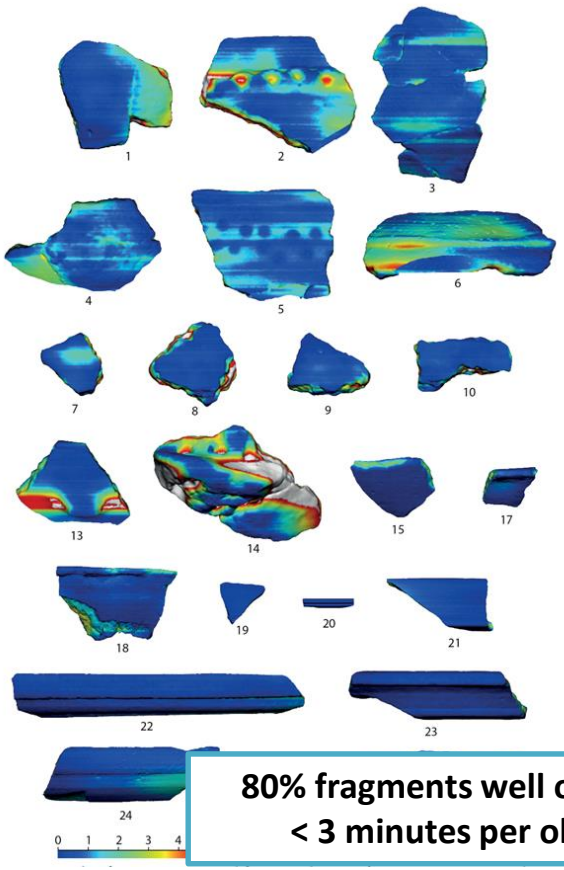
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform evaluation?





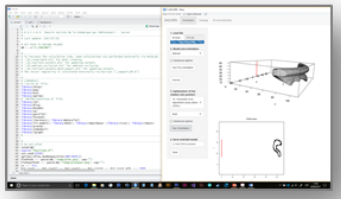
80% fragments well oriented
< 3 minutes per object

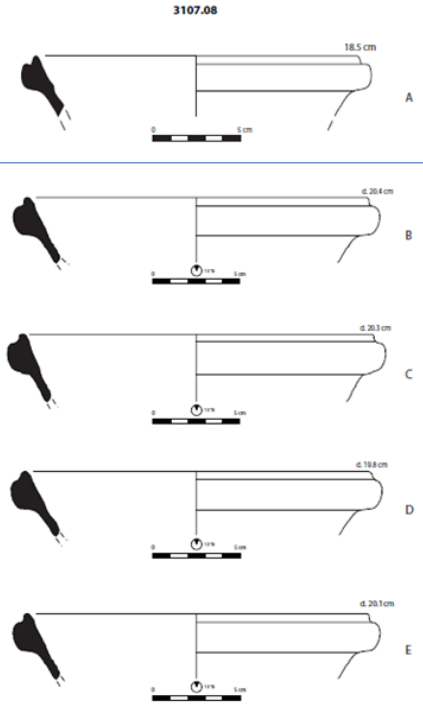
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform evaluation?





6 fragments

Table 1. Comparison of the Radius of Six Fragments, Determined (i) by an Expert Using Traditional Tools (Radius Expert Column) and (ii) by Four Archaeologists Using Different Procedures of Pre-Orientation and Final Adjustment (R1–4 Columns)

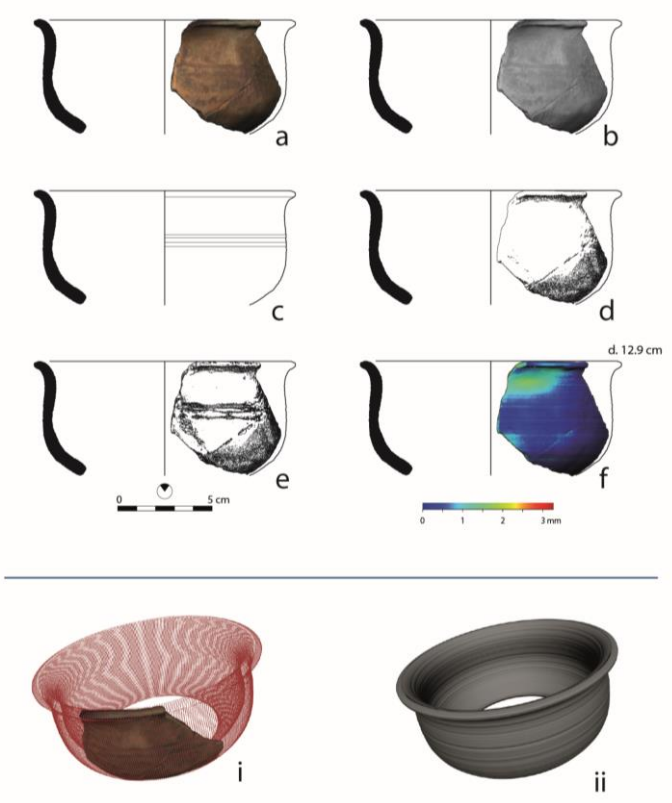
Fragment number	Sector angle	Radius expert (cm)	R1 (cm)	R2 (cm)	R3 (cm)	R4 (cm)	Range (cm)	sd (cm)
3077.22	9°	10.00	9.55	9.10	9.30	9.20	0.45	0.19
3077.35	12°	7.25	7.10	7.15	7.00	7.00	0.15	0.08
3077.42	7°	12.25	-	12.50	-	12.70	0.20	0.14
3107.08	13°	9.25	10.20	10.15	9.90	10.05	0.30	0.13
3107.25	10°	11.00	11.45	11.80	-	11.75	0.35	0.19
3107.26	18°	5.00	5.05	4.95	4.35	4.35	0.70	0.38

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Archaeological illustration



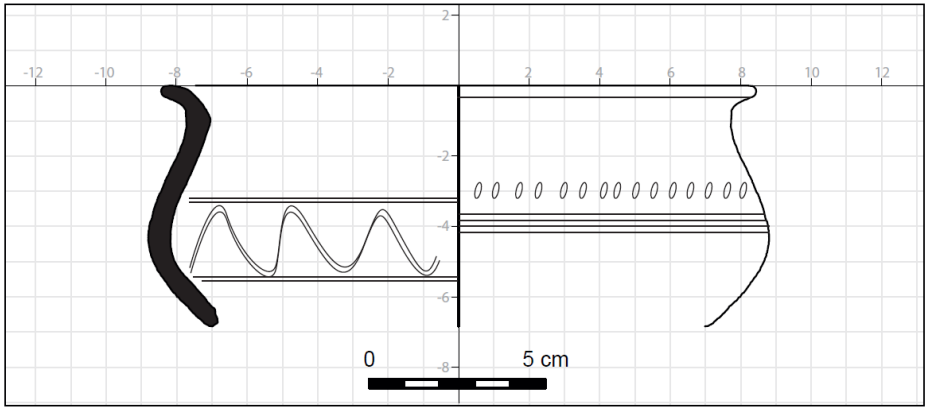
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

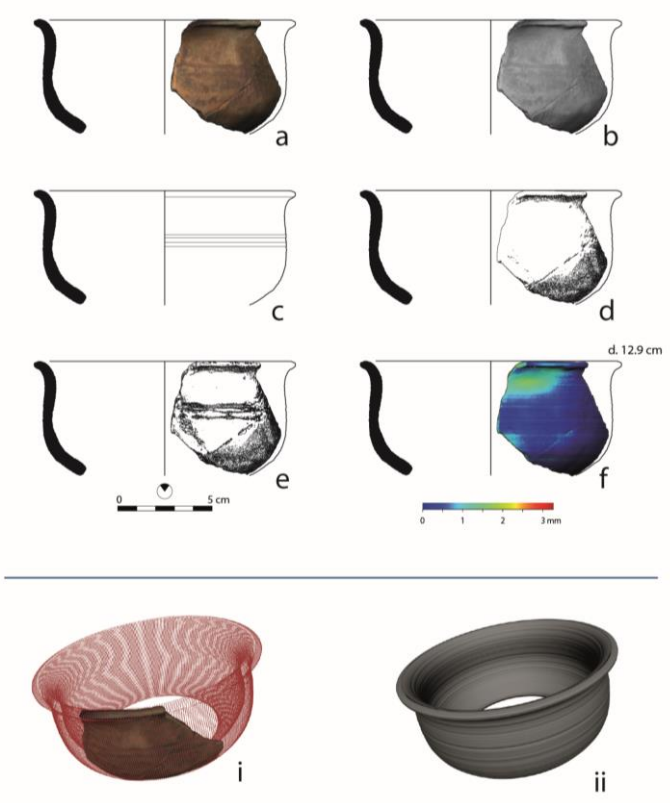
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Basics



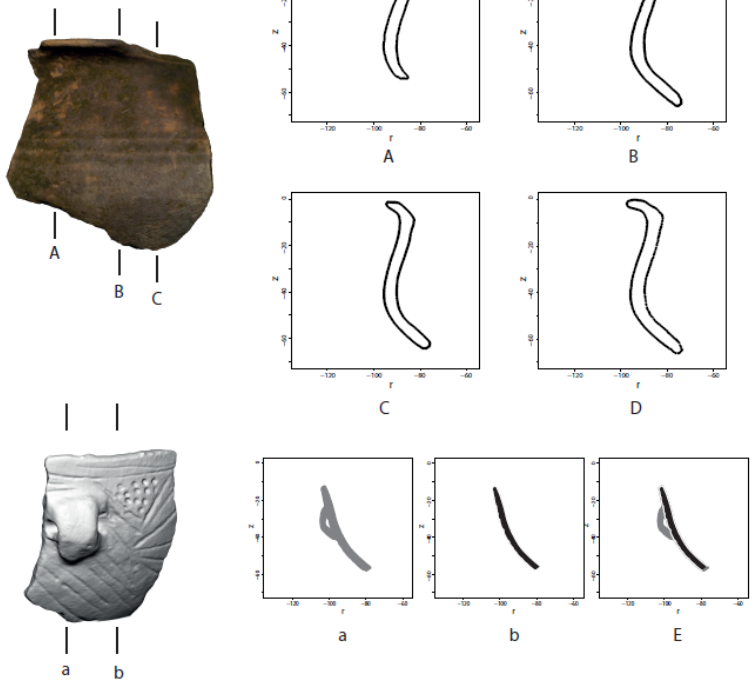


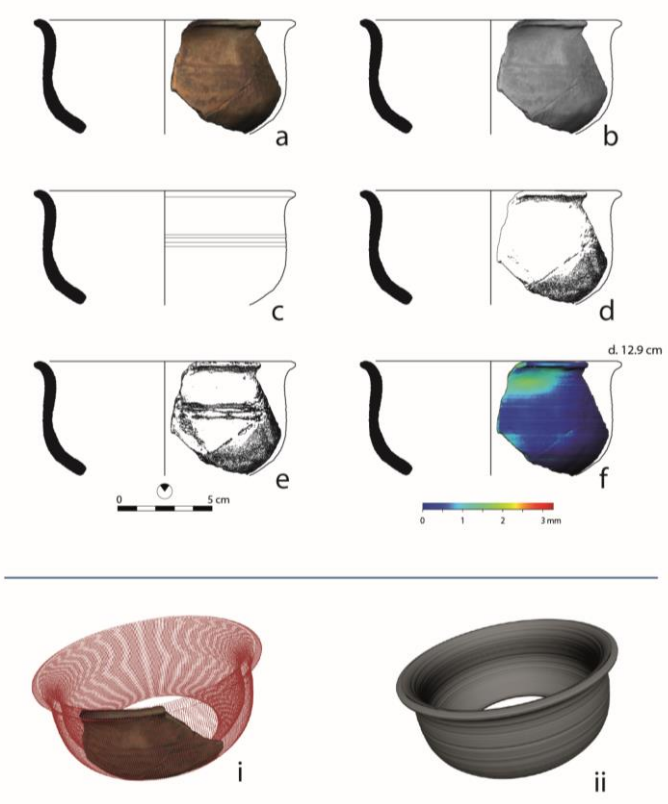
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Profile definition





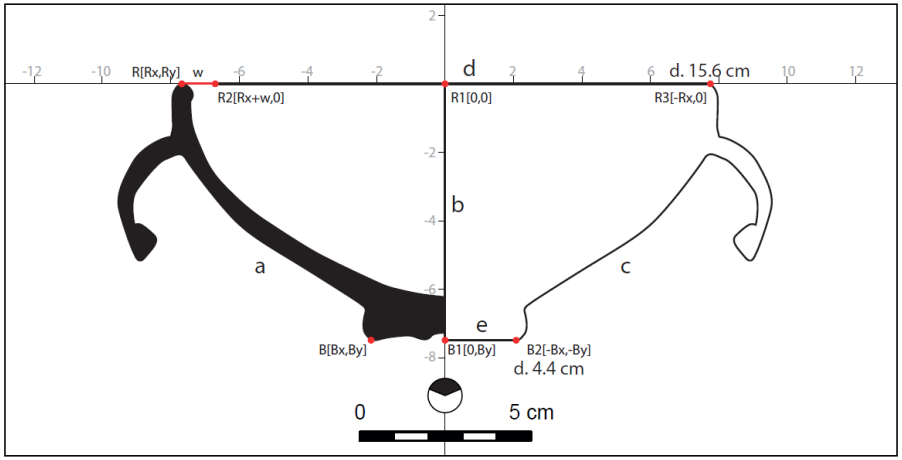
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

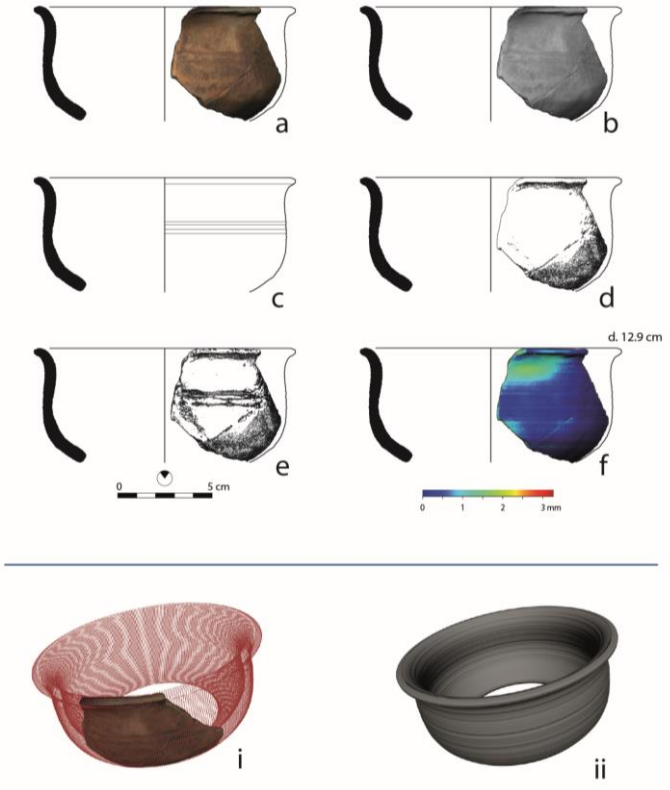
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Simple effect of the mirror



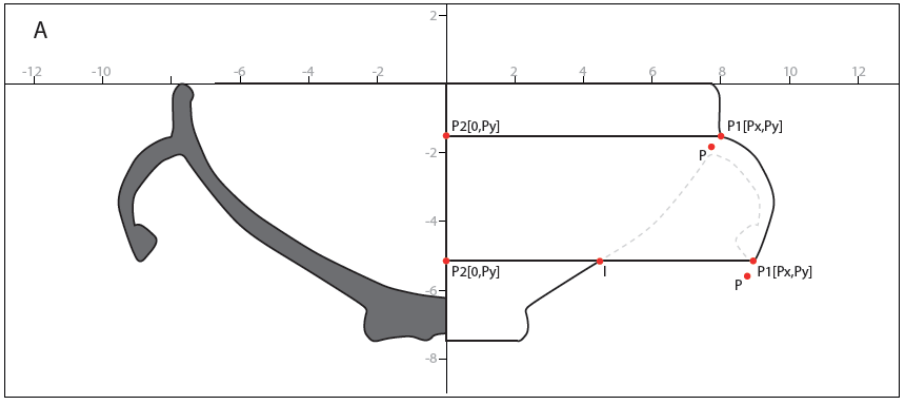


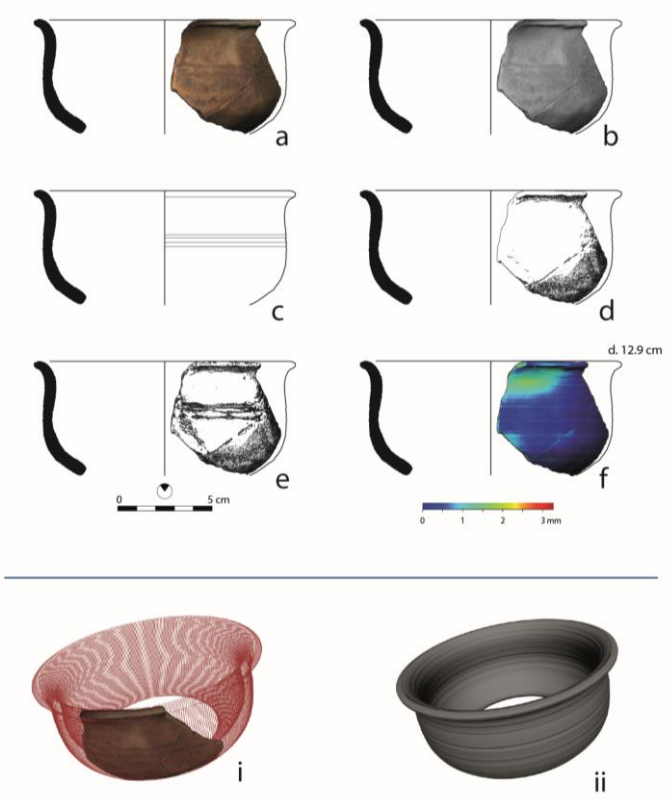
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Sometimes some adjustments may be required



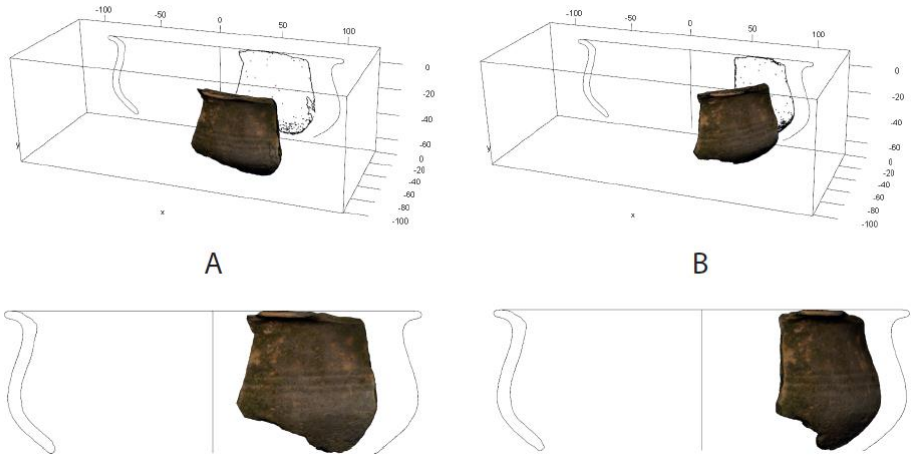


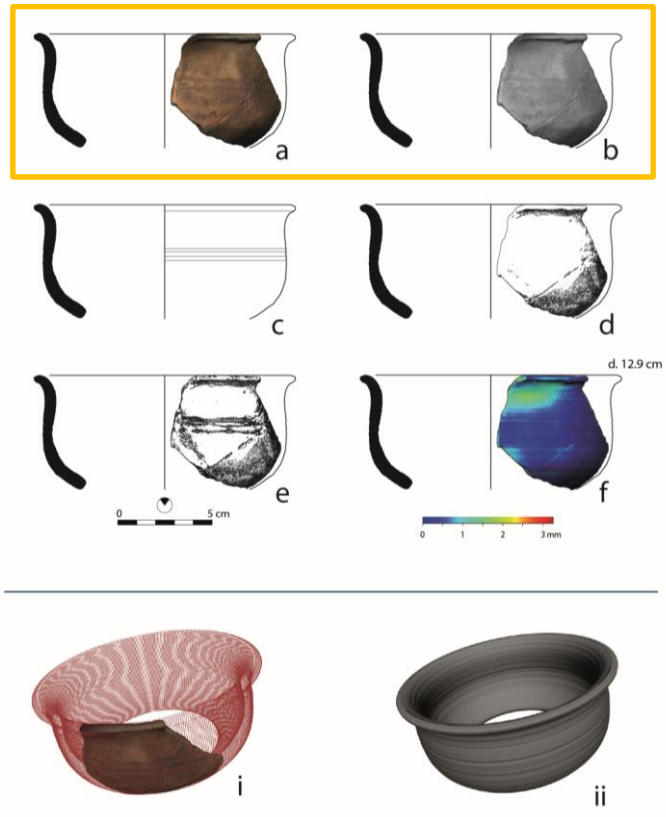
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Use of the orthogonal/parallel projection



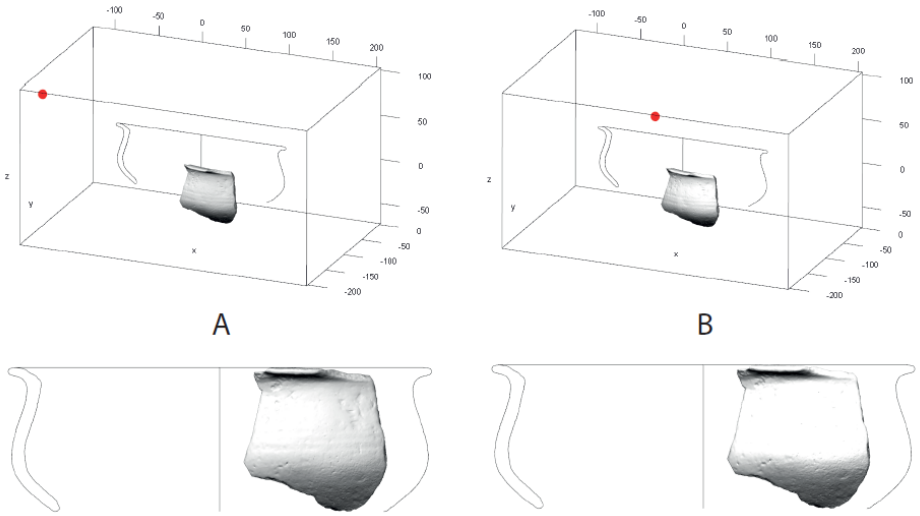


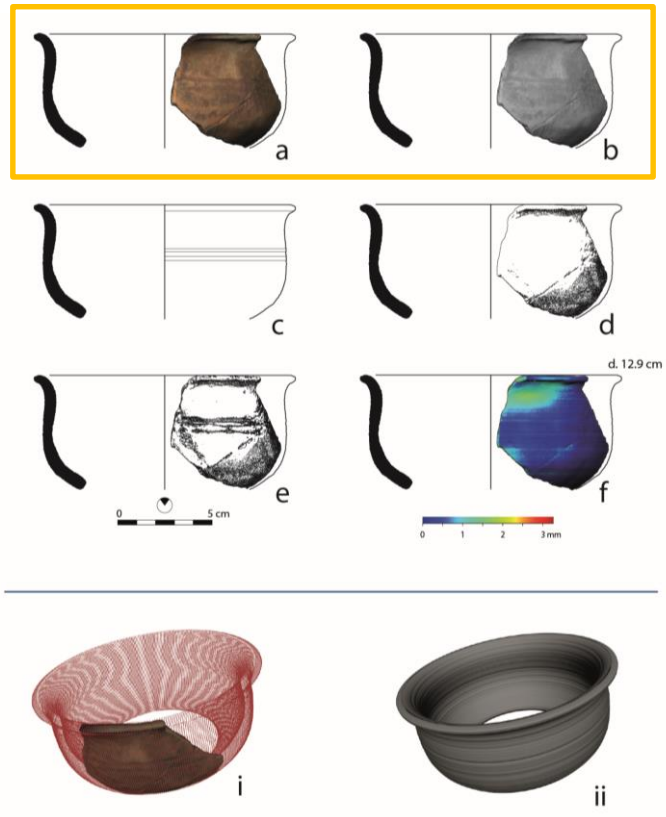
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Control of the illumination





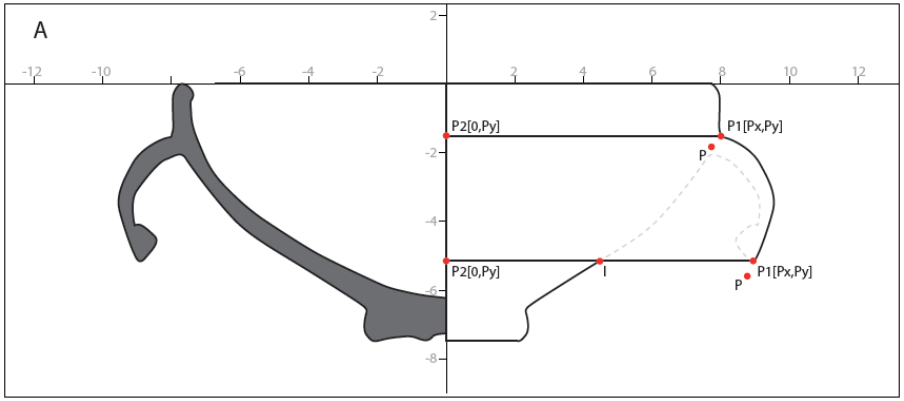
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

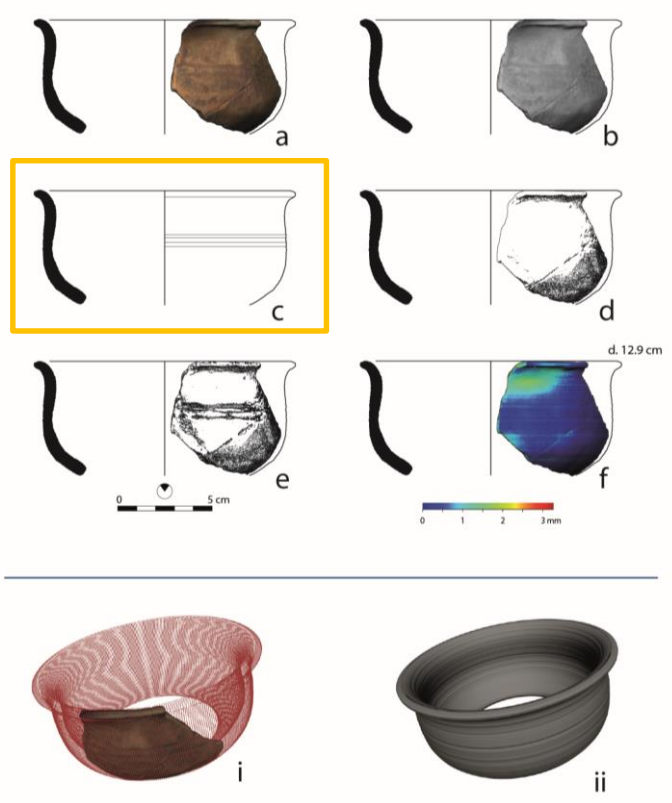
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Changes in the curvature or manual clicking



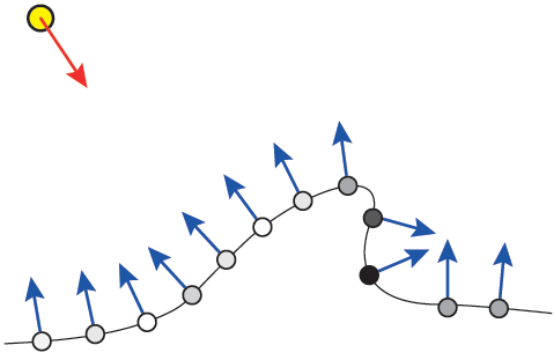


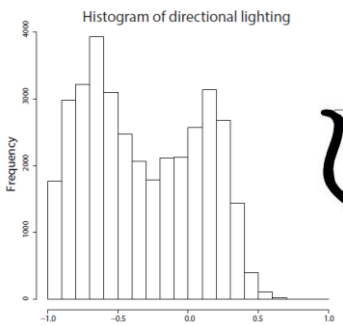
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

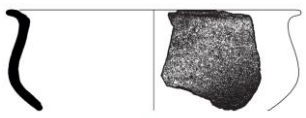
FF UHK

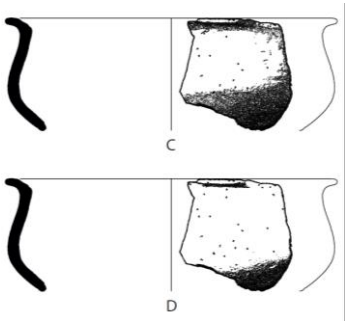
How to perform illustrations?

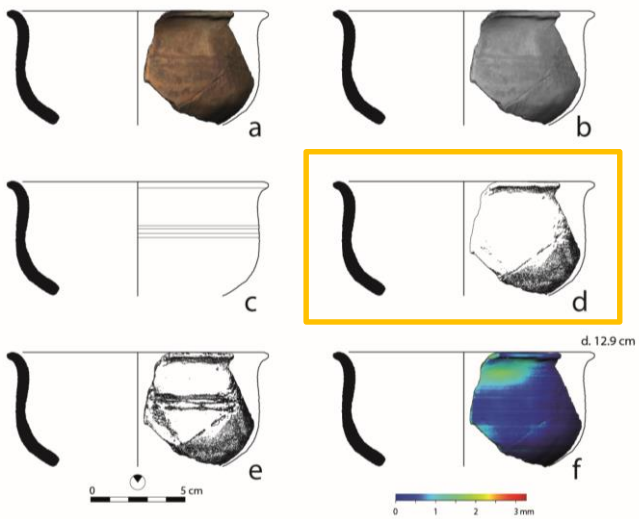
Directional lighting
Analogy in the landscape











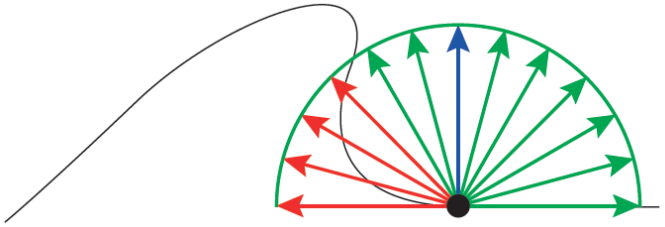
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

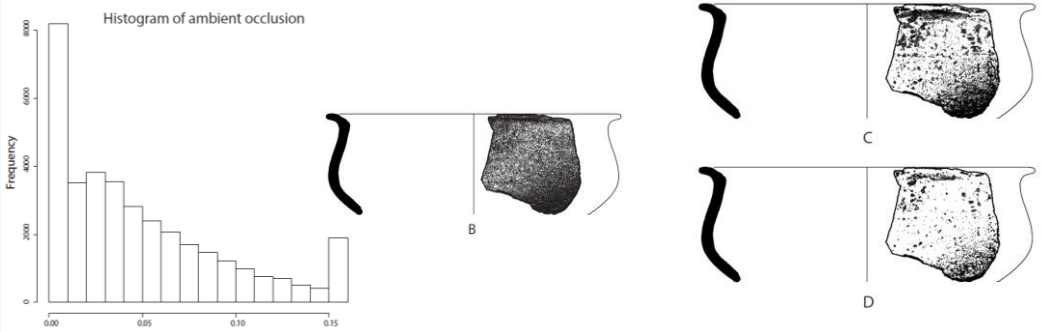
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

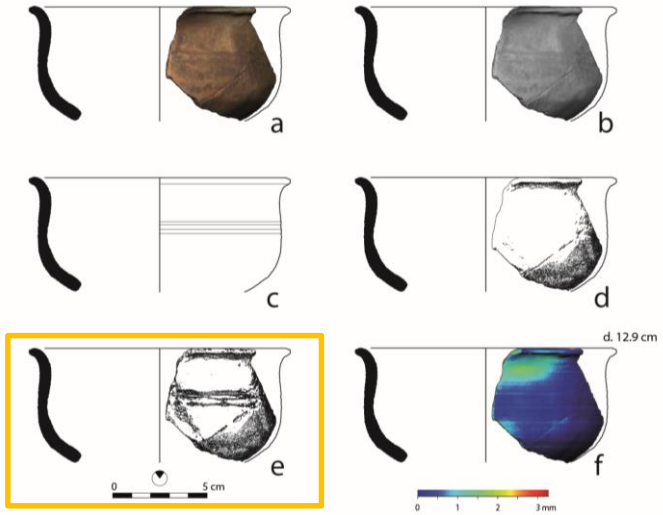
FF UHK

How to perform illustrations?

Ambient occlusion
Analogy in the landscape







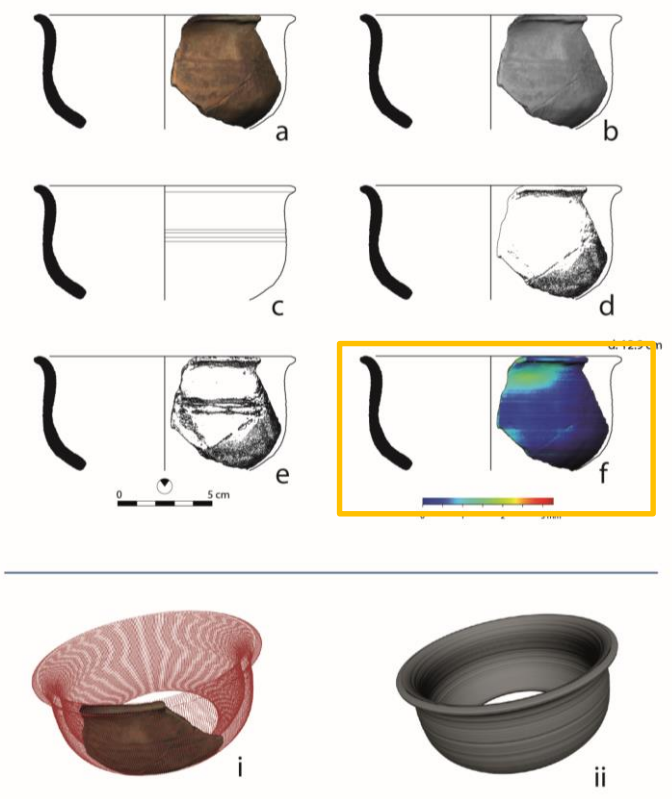
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Model symmetry visualisation

- related to the rotational axis precision
- interest for evaluation of the potter technicity and shape standardisation

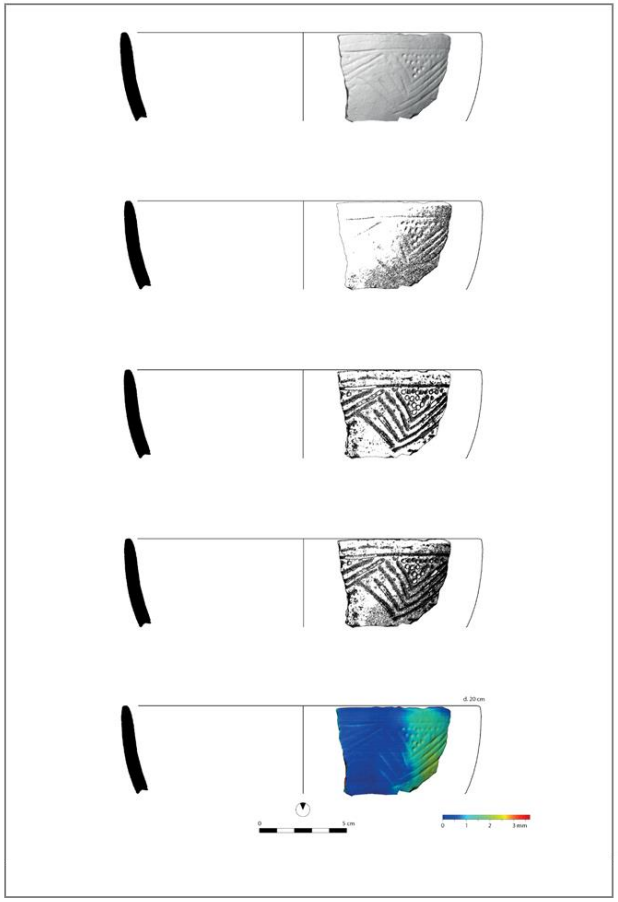


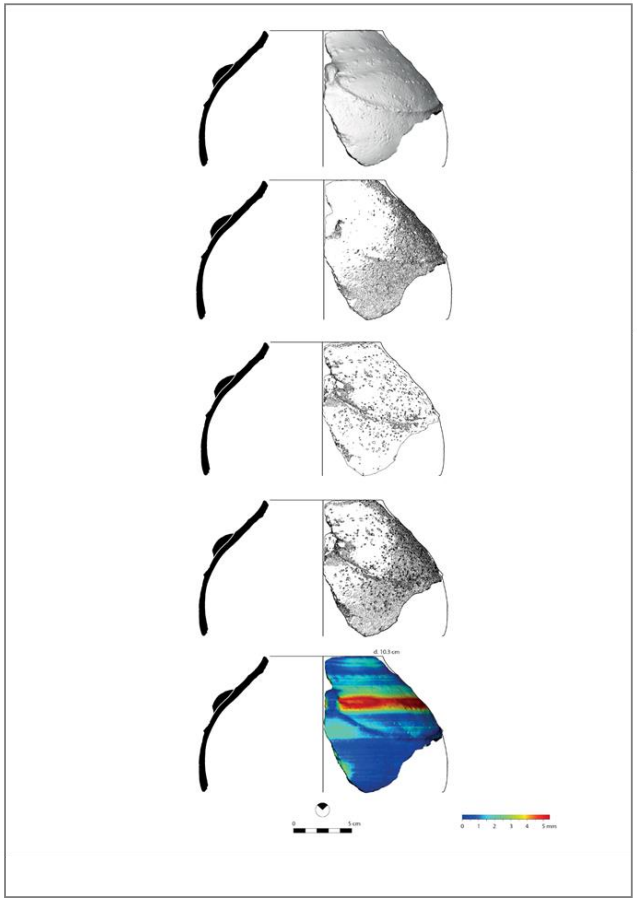
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?



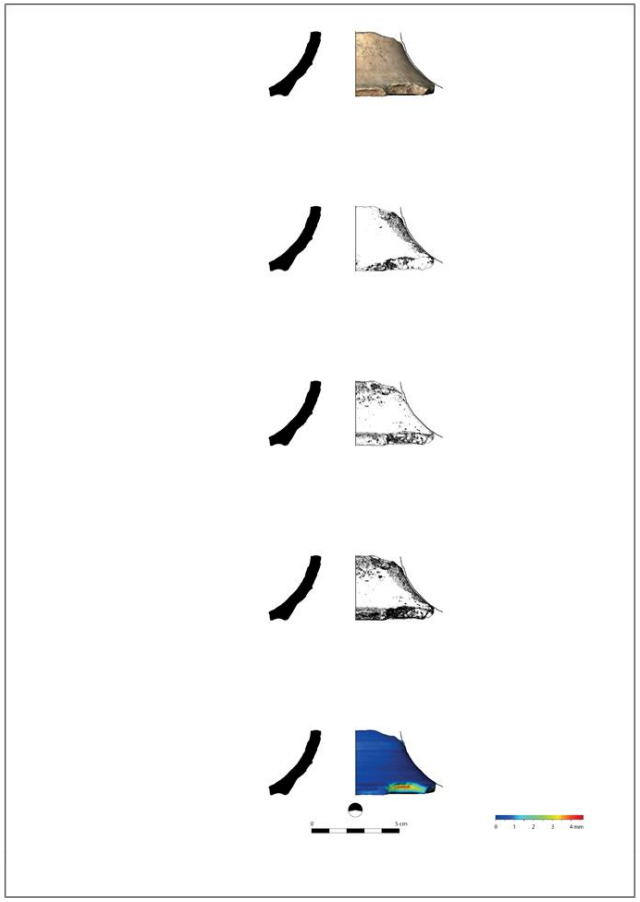


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

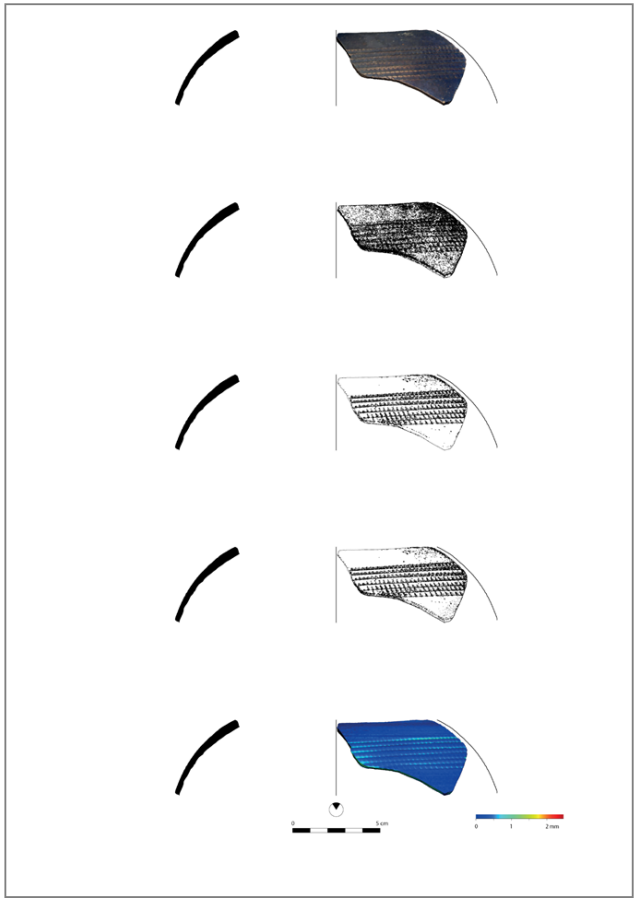


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

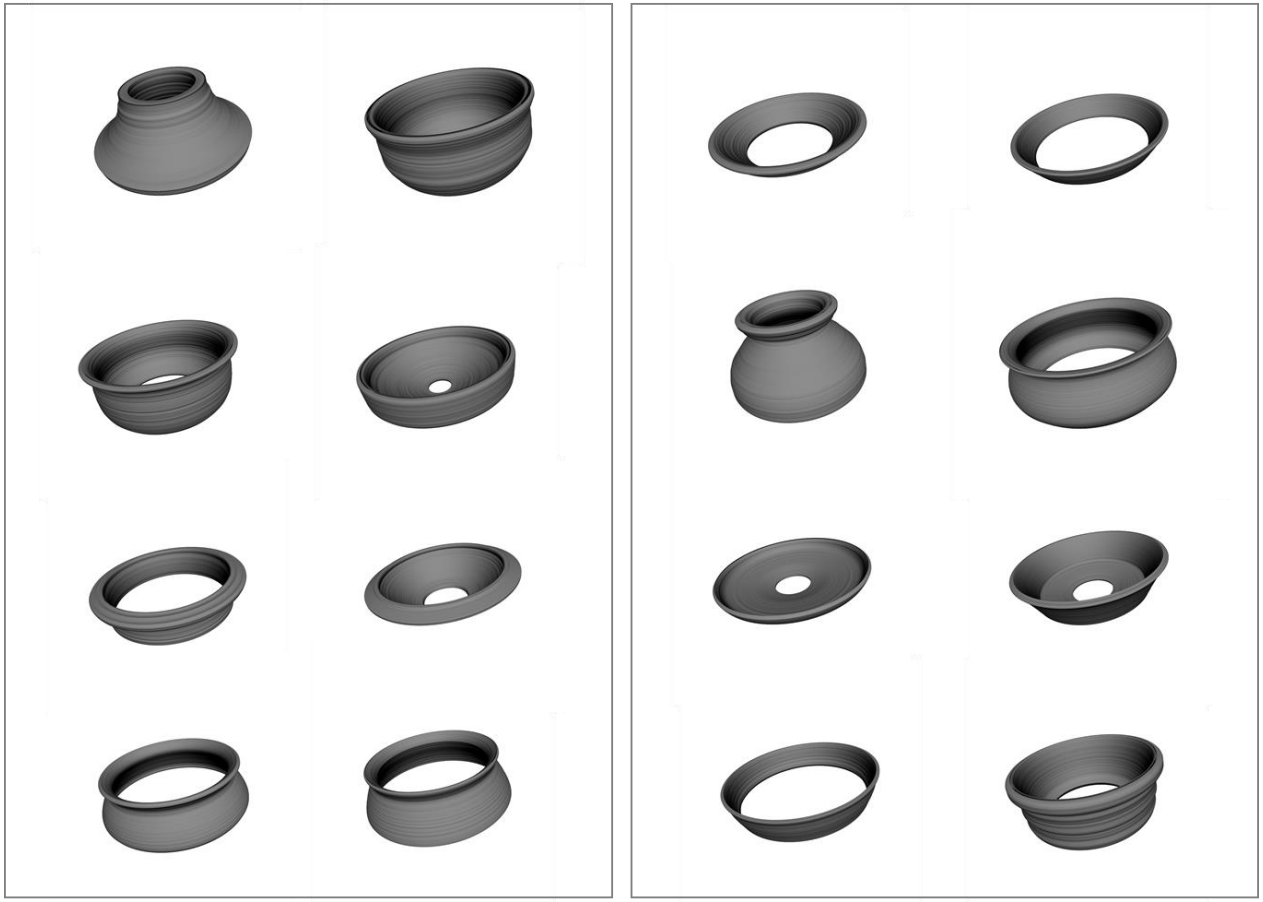


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

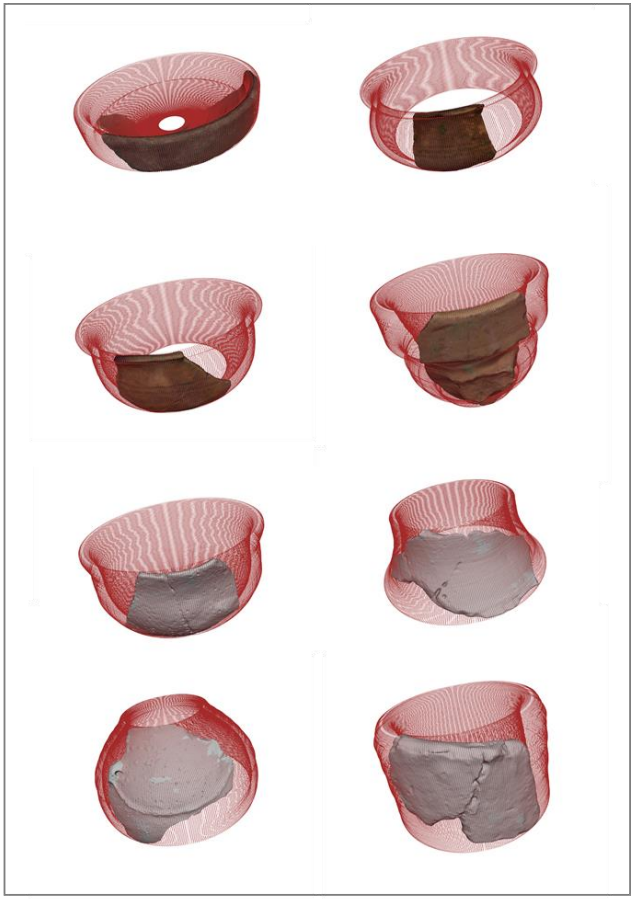


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

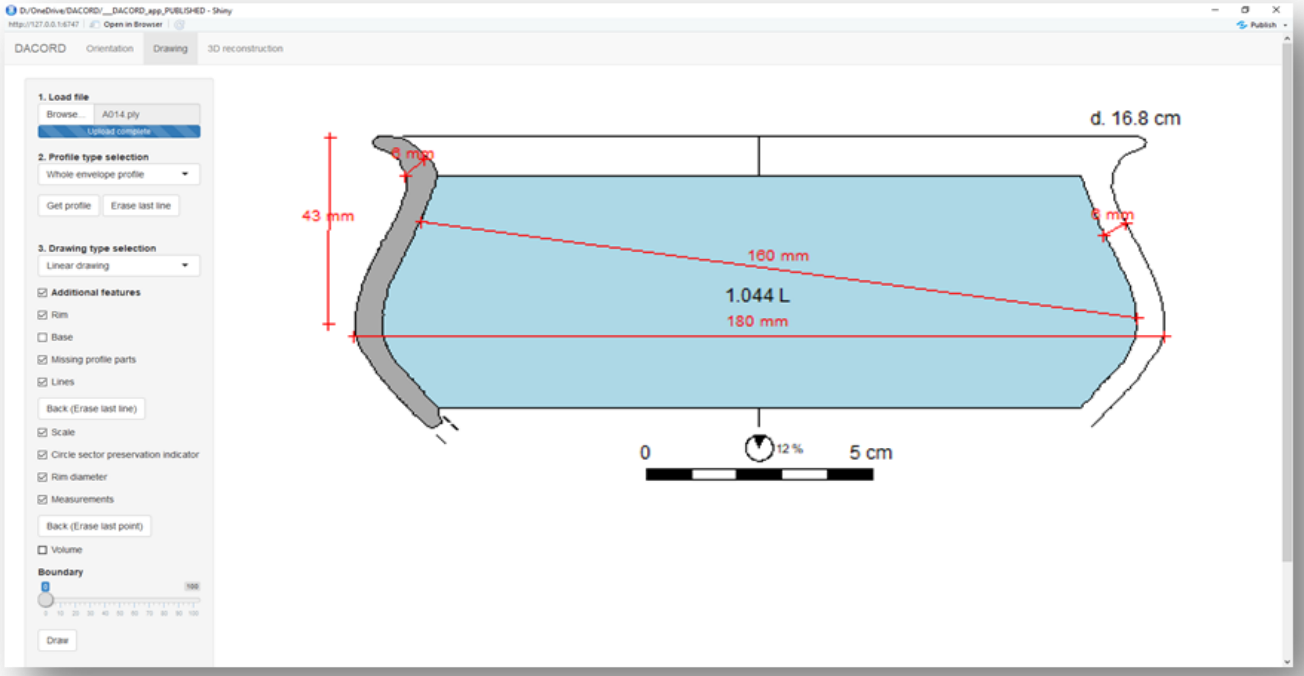
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Analytical features

- estimation of missing parts
- volume estimations
- measures



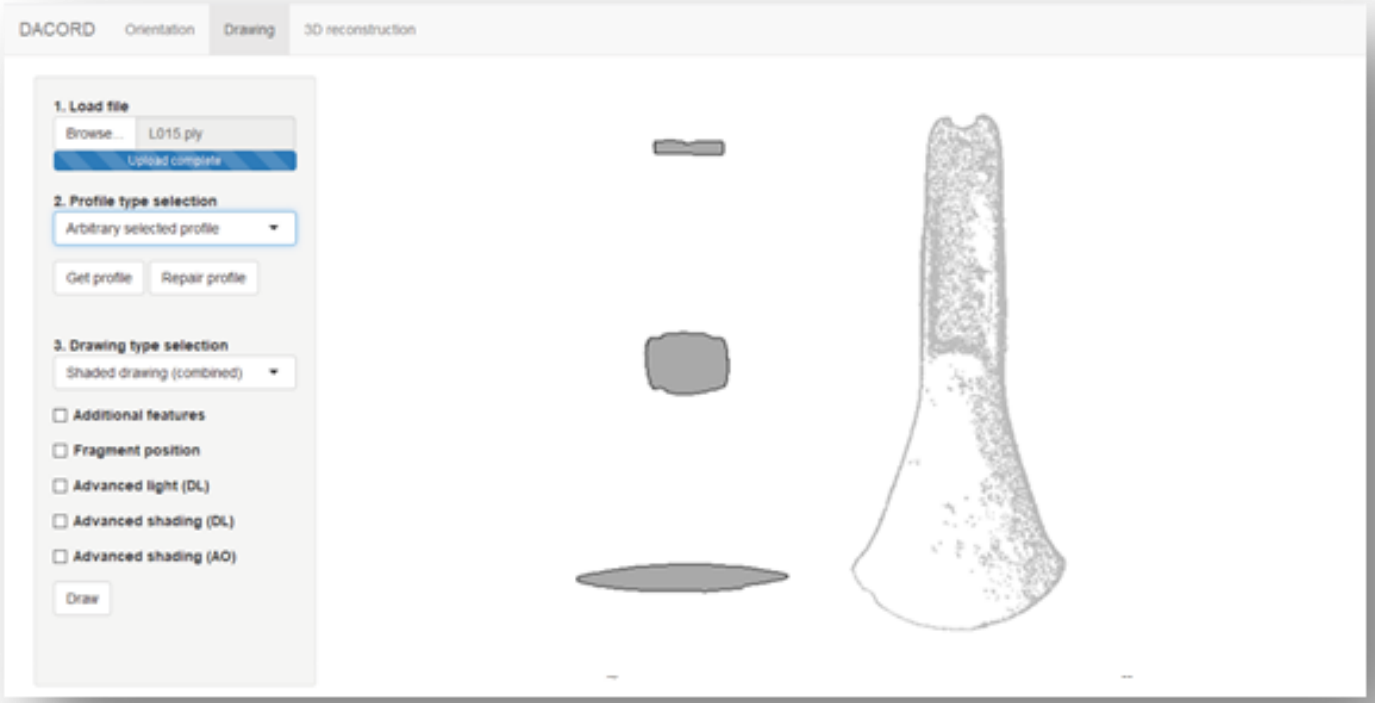
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

FF UHK

How to perform illustrations?

Not limited only to ceramics



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

References:

- Monna, F. Wilczek, J., Barral, P., Jébrane, A., Labruère-Chazal, C., Navarro, N., Couette, S., Bolte, J. 2015: Etude Morphométrique de la Céramique celtique. https://slideplayer.fr/slide/5389225/
- Wilczek, J., 2017. New approaches for the acquisition, systematisation and interpretation of archaeological artefacts. Doctoral Thesis. Masarykova univerzita & Université Bourgogne - Franche-Comté, Brno & Dijon.
- Wilczek, J., Monna, F., Jébrane, A., Labruère-Chazal, C., Navarro, N., Couette, S., Chateau Smith, C., 2018. Computer-assisted Orientation and Drawing of Archaeological Pottery. Journal on Computing and Cultural Heritage, 11/4, Article 22.

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY