

Ģeoloģisko objektu un muzeju eksponātu 3D modelēšana

Seminārs «3D datu izmantošana darbā ar kultūrvēsturiskajiem un
arhitektūras objektiem», 11.09.2023

Ints Lukss, Mg.sc.phys.

Ģeomātikas katedras lektors

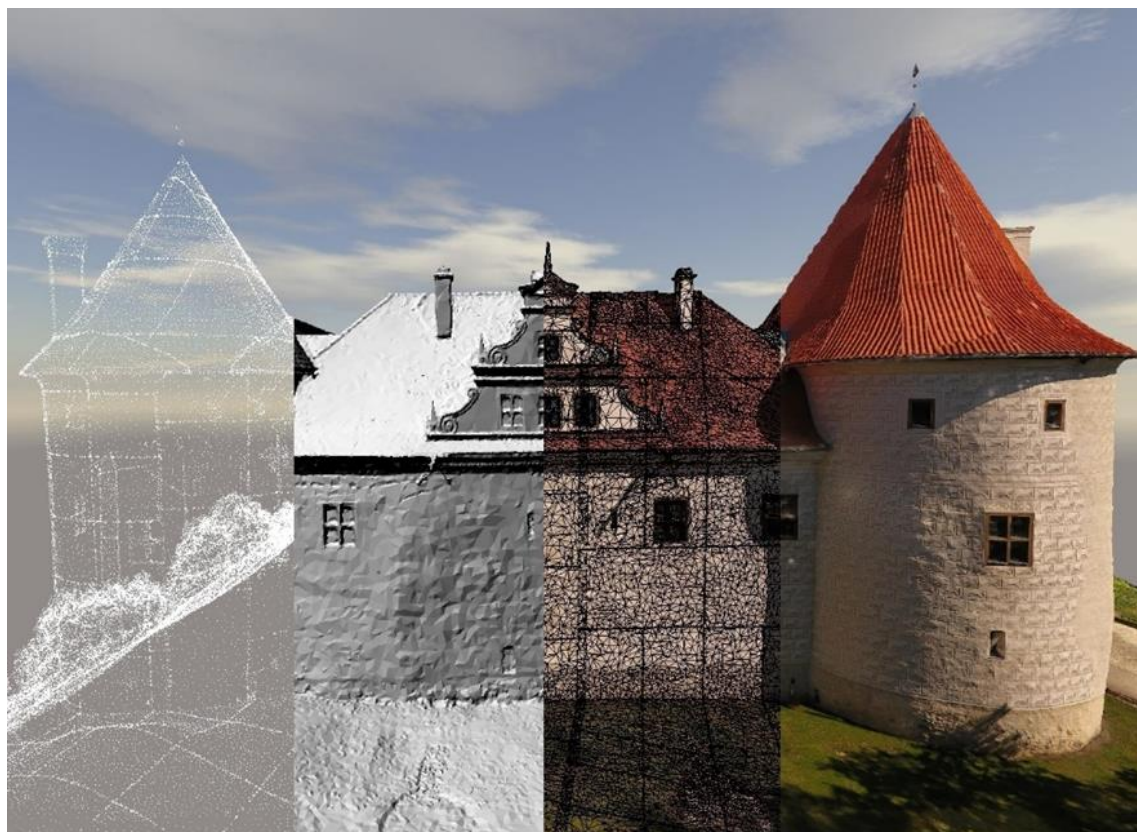
Ints.Lukss@rtu.lv



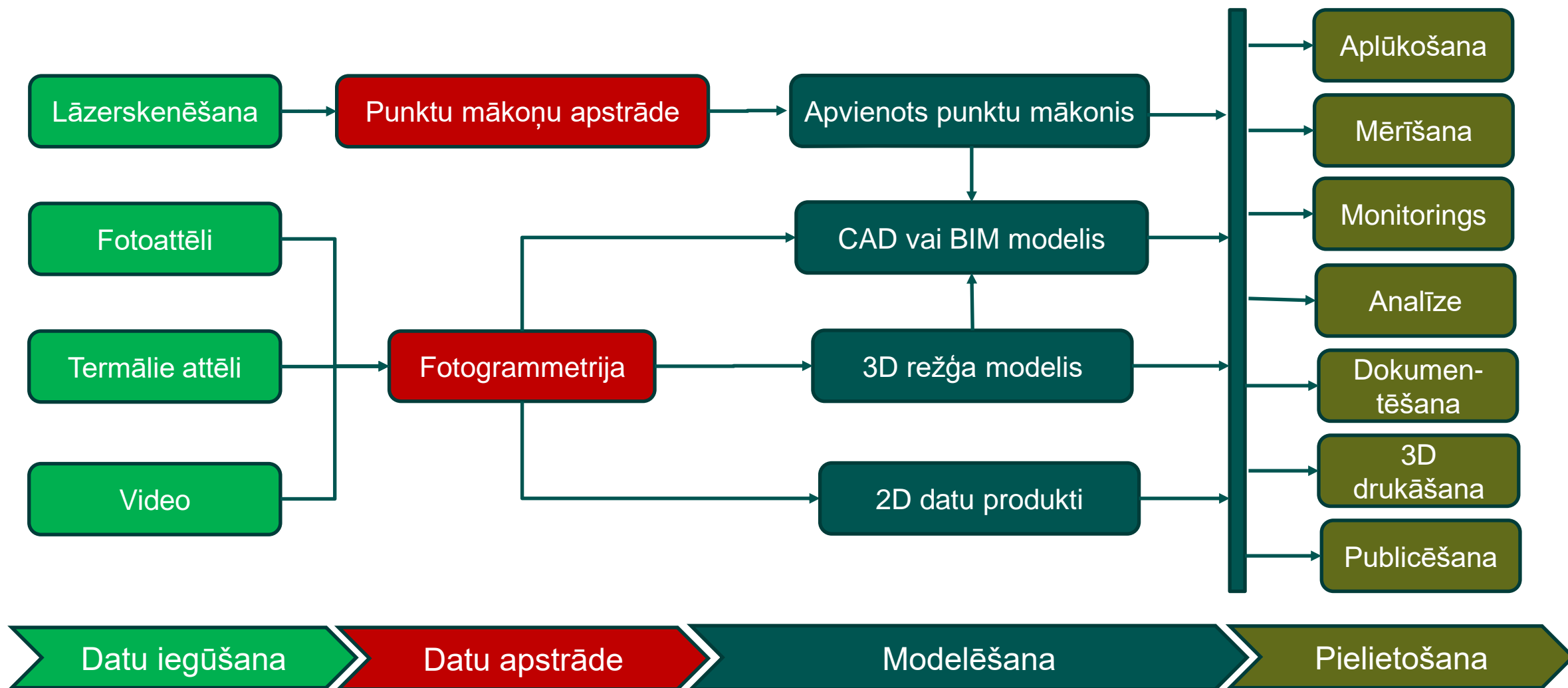
RTU
BŪVNICĪBAS
INŽENIERZINĀTŅU
FAKULTĀTE

3D realitātes modelēšana

- Datorgrafikas terminoloģijā: **3D modelēšana** ir objekta jebkuras virsmas matemātiskās reprezentācijas izstrāde 3 dimensijās ar specializētas programmatūras palīdzību.
- Reālās pasaules vai **realitātes modelēšana** tiek veikta, izmantojot reālā pasaulē veiktus mērījumus.
- Modelēšanas rezultātā iegūst reālā pasaules objekta digitālu repliku, kuru mēdz dēvēt par šī objekta **digitālo dvīni**.



Realitātes modelēšanas process



Kultūras un dabas pieminekļu 3D modelēšanā sasniedzamie mērķi

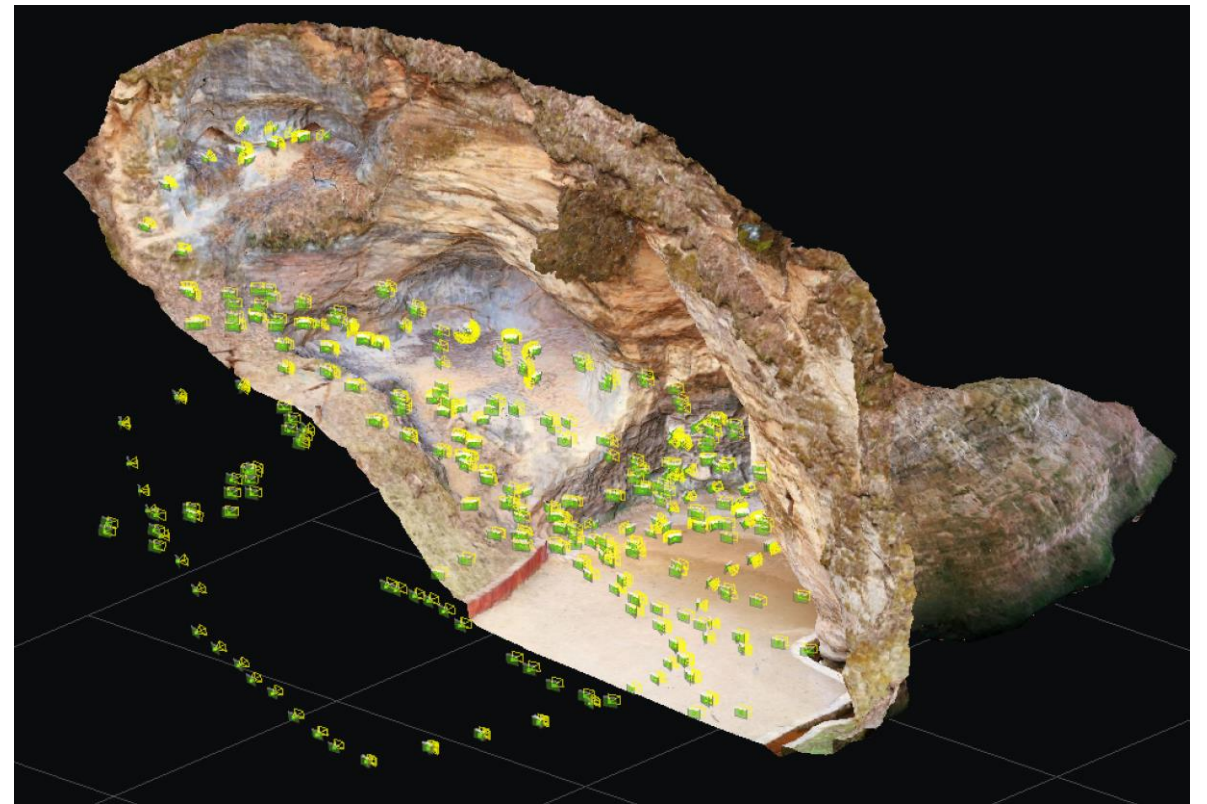
- **Restaurācija** – iepriekš izveidots 3D modelis ir vērtīgs datu avots precīzai un veiksmīgai atjaunošanai.
- **Monitorings** – regulāra 3D modeļa atjaunošana palīdz konstatēt objekta stāvokļa izmaiņas un pieņemt lēmumu par nepieciešamajiem aizsardzības vai glābšanas pasākumiem.
- **Pētniecība** – 3D modelis ir noderīgs dažādiem analīzes veidiem: salīdzinošā analīze, strukturālās izmaiņu noteikšana, mērījumu veikšana, arhitektūra, tekstūras, novietojums. Analīze notiek bez kontakta ar objektu.
- **Saglabāšana** – 3D modeļa izveidošana ir viens no veidiem, kā saglabāt un arhivēt kultūras un dabas pieminekli nākotnei.
- **Dokumentēšana** – 3D modelēšana vērtīgs kultūras un dabas pieminekļa dokumentēšanas rīks un 3D modelis vai tā replika papildina pieminekļa aprakstošo informāciju.
- **Reprezentācija** – 3D modelis ir padarāms pieejams plašai publikai, tai skaitā no attāluma (izmantojot Internetu), un prezentējams muzejos kā fiziska replika vai virtuālā realitāte.

Ģeoloģisko un dabas objektu modelēšana

- Mērķi:
 - Veikt objektu ģeometrijas un stāvokļa izpēti;
 - Noteikt un precizēt to atrašanās vietu;
 - Veikt objektu stāvokļa monitoringu;
 - Noskaidrot potenciālos objekta apdraudējumus un riskus;
 - Konstatēt un izpētīt cilvēku darbības pēdas uz tiem – petroglifi, uzraksti u.c.;
 - Nodrošināt objektu attālinātu apskati, tai skaitā grūti pieejamiem vai stingri aizsargājamiem objektiem;
 - Dot izejas datus virtuālās un papildinātās realitātes risinājumiem.
- 2019. gadā Valsts pētījuma programmas “Latvijas mantojums un nākotnes izaicinājumi valsts ilgtspējai” finansēta projekta “**Dokumentārā mantojuma izpētes nozīme, veidojot sinerģijas starp pētniecību un sabiedrību**” ietvaros tika veikta 3 ģeoloģisko objektu modelēšana: **Gūtmaņu ala, Skaņaiskalns un Lībiešu upurālas.**
- Darbus veica Vidzemes Augstskolas, SIA MikroKods un Rīgas Tehniskās universitātes speciālisti un studenti.
- Rezultāti ir publicēti Latvijas Nacionālās bibliotēkas “Zinātnisko rakstu” 7. (XXVII) sējumā: **Juris Smaļinskis, Agita Līviņa, Ints Iukss, Oskars Java «Klinšu uzrakstu un petroglifu dokumentēšana ar 3D tehnoloģijām – lāzerskenēšanu un fotogrammetriju. Piemērs: smilšakmens atsegumi un alas Latvijā», 294-312.lpp.**

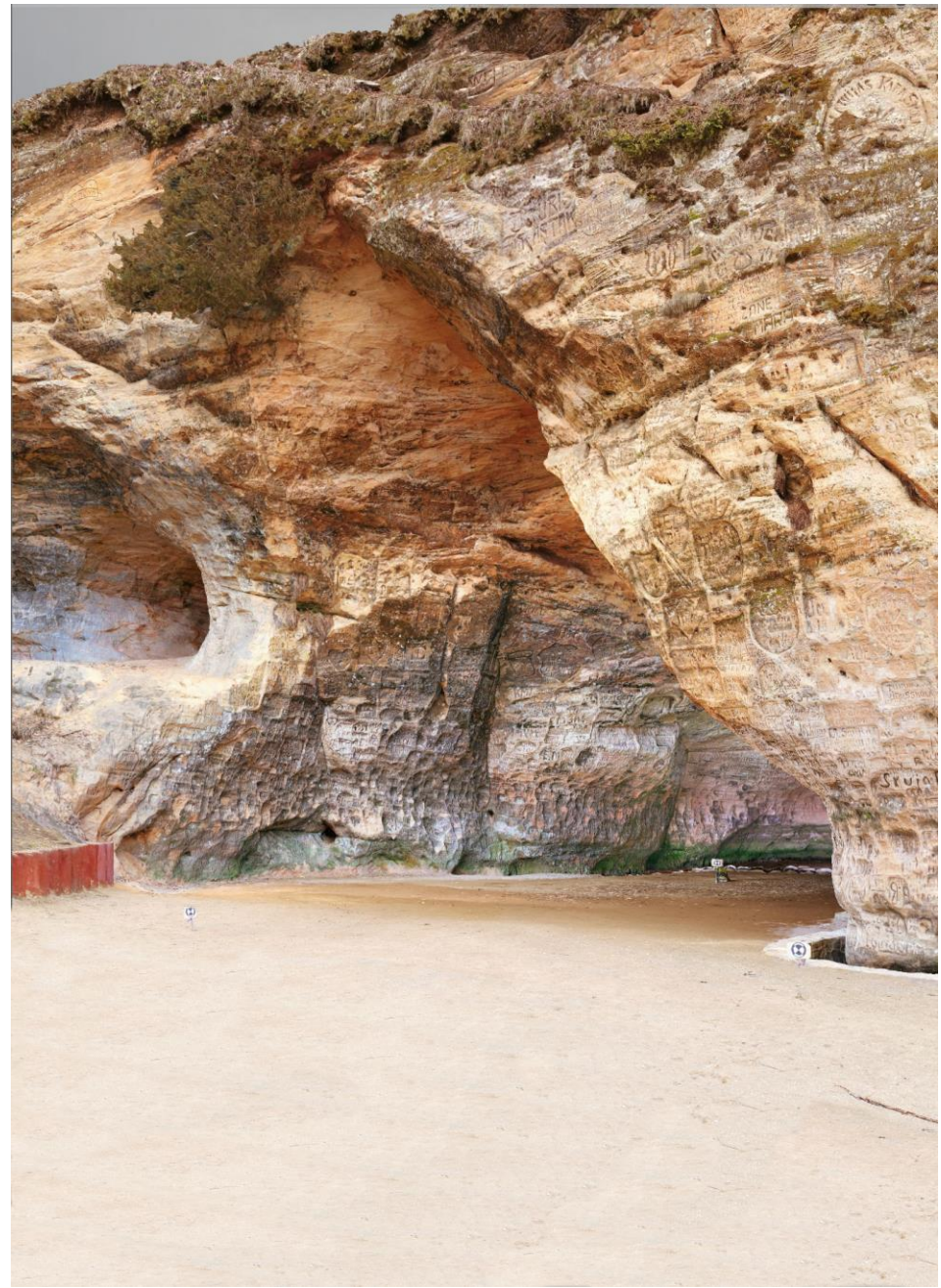
Gūtmaņu ala

- Gūtmaņa ala atrodas Siguldā, Gaujas senlejas pamatkrasta nogāzē, ap 1,3 km dienvidos no Turaidas. Alas, kas drīzāk ir alveidīga niša, tilpums ir 500 m³, pamatnes laukums – 170 m², bet garums – 18,8 m.
- Ala fotogrammetriski uzmērīta 12.04.2019, izmantojot dronu DJI Phantom 4 Advanced un fotokameru Fujifilm X-T10, iegūstot 903 fotouzņēmumus.
- Attēli apstrādāti ar fotogrammetrijas programmu Bentley ContextCapture, izveidojot 3D režģa modeli un 3D punktu mākonī.
- Rezultāts aplūkojams:
<http://demo.mikrokods.lv>





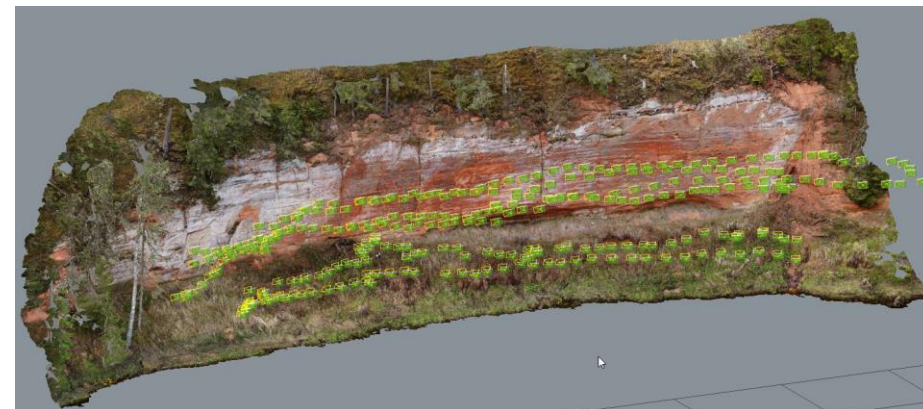
W. S. Stavenhagen 1866.



Realitātes modelis 2019.

Skaņaiskalns

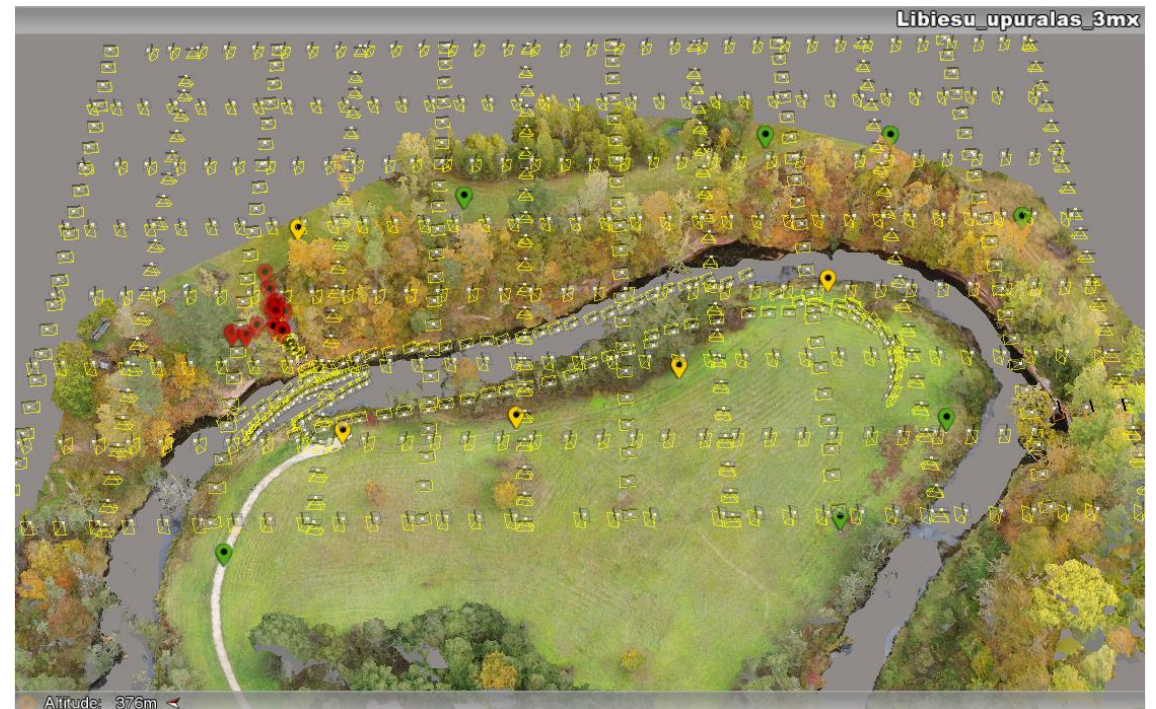
- Skaņaiskalns atrodas aptuveni 4 km ziemeļrietumos no Mazsalacas, Skaņākalna parka teritorijā, Salacas kreisā krasta ielokā. Skaņākalna garums ir 70 m, Salacas ielejas krasta augstums līdz 20 m, bet smilšakmens atseguma augstums ir 12 m.
- Fotogrammetrisko uzmērīšanu veica 03.05.2019 ar dronu DJI Phantom 4 Advanced, iegūstot 317 aerofotouzņēmumus.
- 3D modelis aplūkojams: <http://demo.mikrokods.lv>



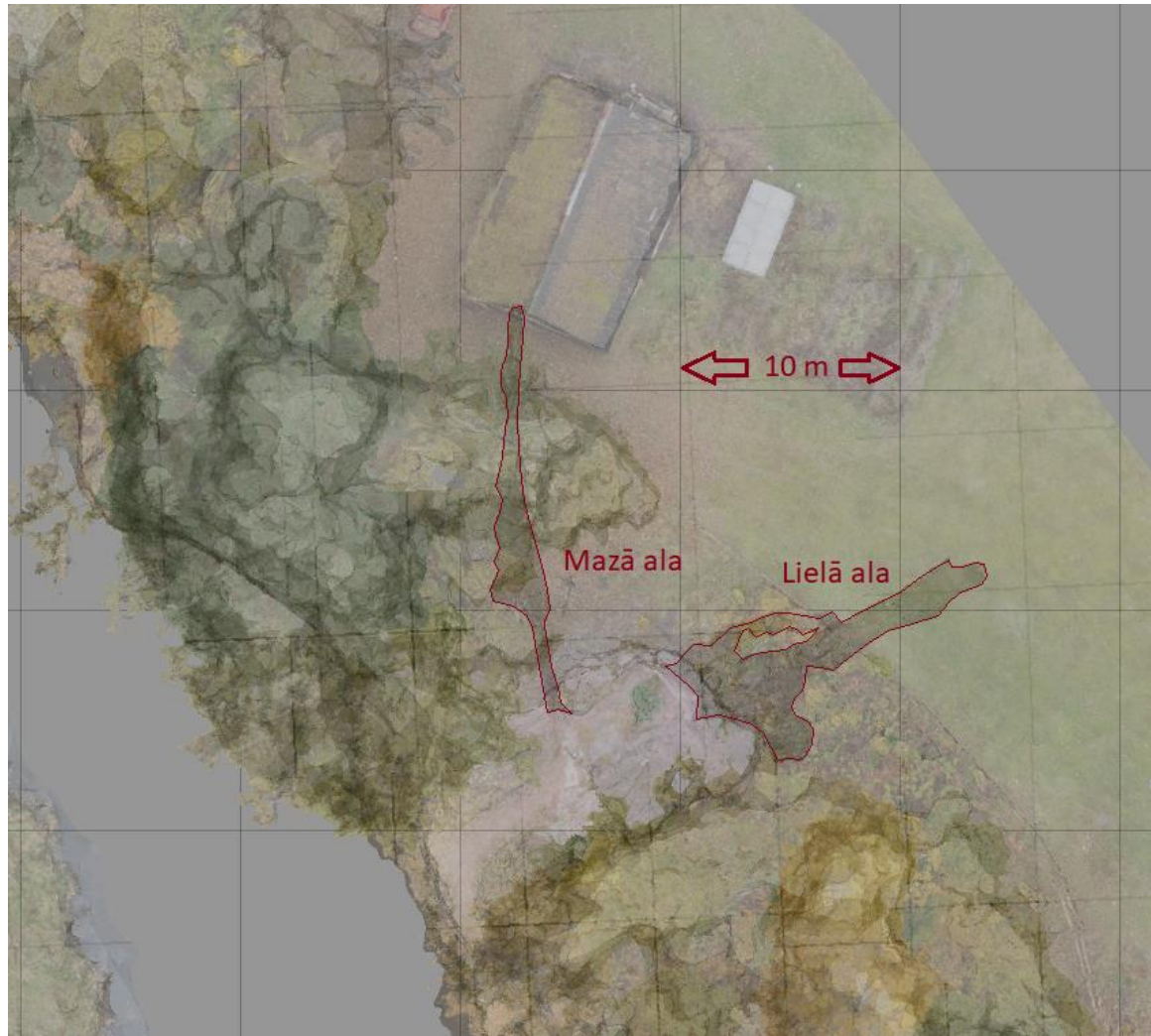
Lībiešu upuralas

- Lībiešu Upuralas atrodas Svētupes labajā krastā pie Kuiķules ciema, ap 0,1 km no Kuiķuļu un Lielkuiķuļu mājām. 19. gadsimtā Lībiešu Upuralām ir bijusi viena ieeja, kas, alas priekšējai velvei sabrūkot, izveidojusi divas atsevišķas alas – Lielo Upuralu (garums 46 m) un Mazo Upuralu (garums 19,5 m).
- 17. un 18. gadsimtā Lībiešu Upuralas kā ziedošanas vietas minētas baznīcu vizitācijas protokolos.
- Alās ir 1973. gadā ir veikti arheoloģiskie izrakumi arheologa Jura Urtāna vadībā, atklājot dažāda veida senlietas.
- Mazajā Upuralā ir atrasti šobrīd vecākie zināmie uzraksti Latvijā: “HANS SEHVENSEN 1642” un “BACH SALIS 1664”.

- Lībiešu Upuralas uzmērīja 07.10.2019: teritoriju ar dronu DJI Phantom 4 Advanced, alas ar kamerām Fujifilm XF10 un Garmin VIRB Ultra 30, kā arī ar stacionāro lāzerskenneri Leica RTC360.
- Uzņemti 2295 fotoattēli, tai skaitā Mazajā Upuralā – 935, Lielajā Upuralā – 798.
- Ar lāzerskenēšanu iegūti punktu mākoņi: Mazajā Upuralā ar 370.5 milj. punktiem, Lielajā Upuralā ar 496.5 milj. punktiem.

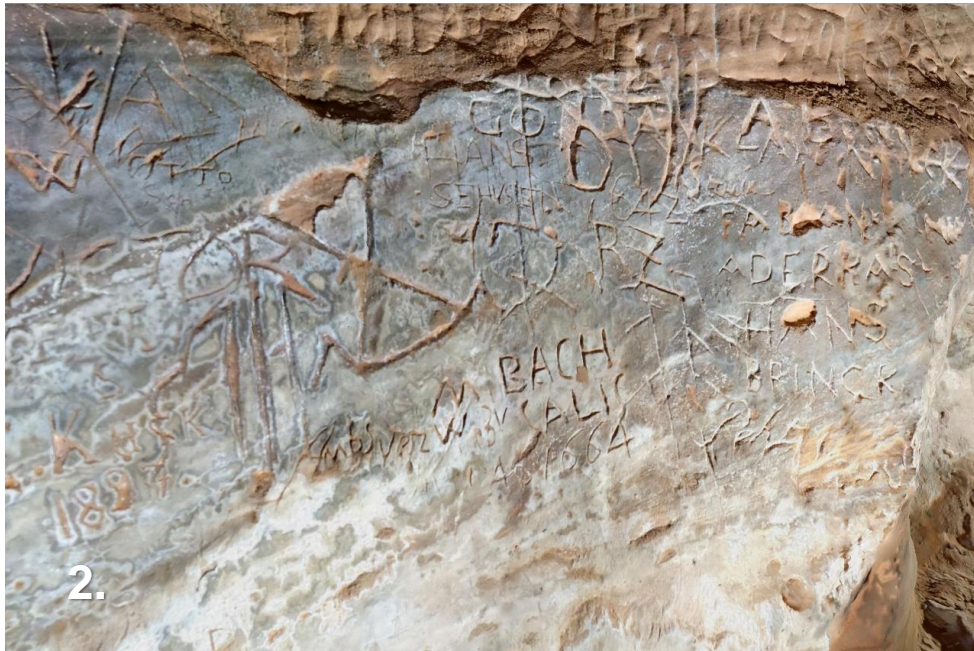
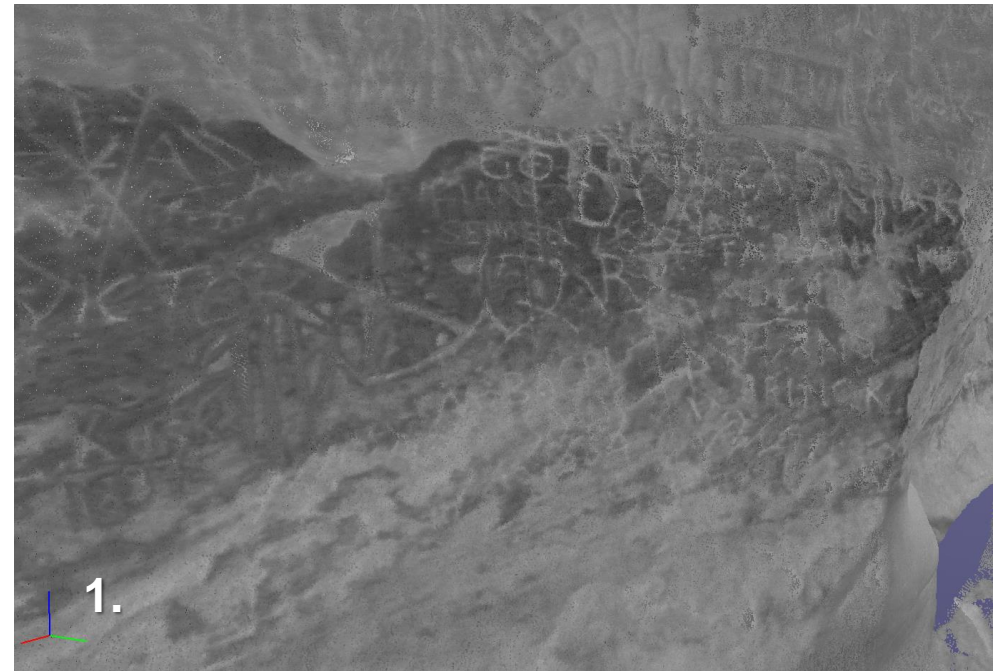


Lībiešu upuralu novietojums



Uzrakstu izpēte

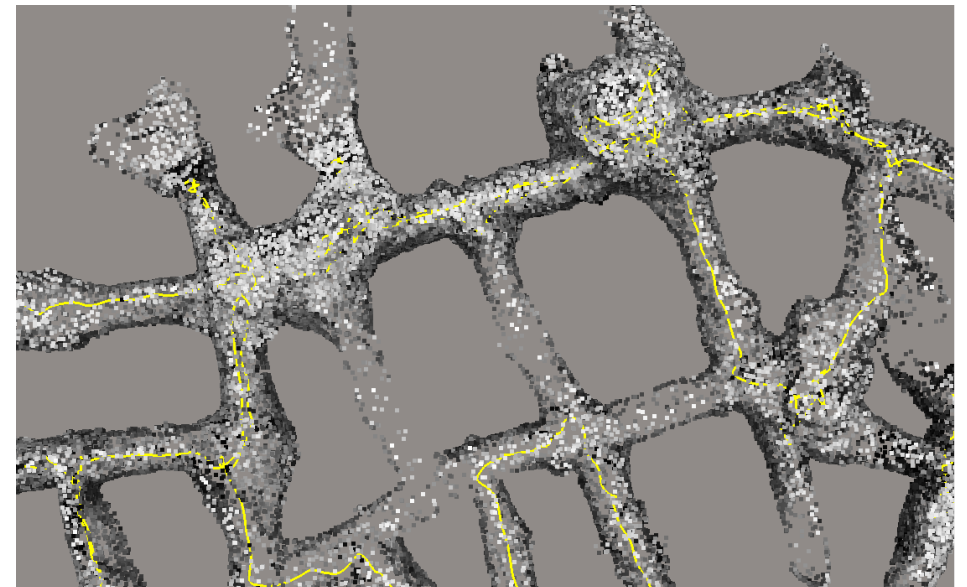
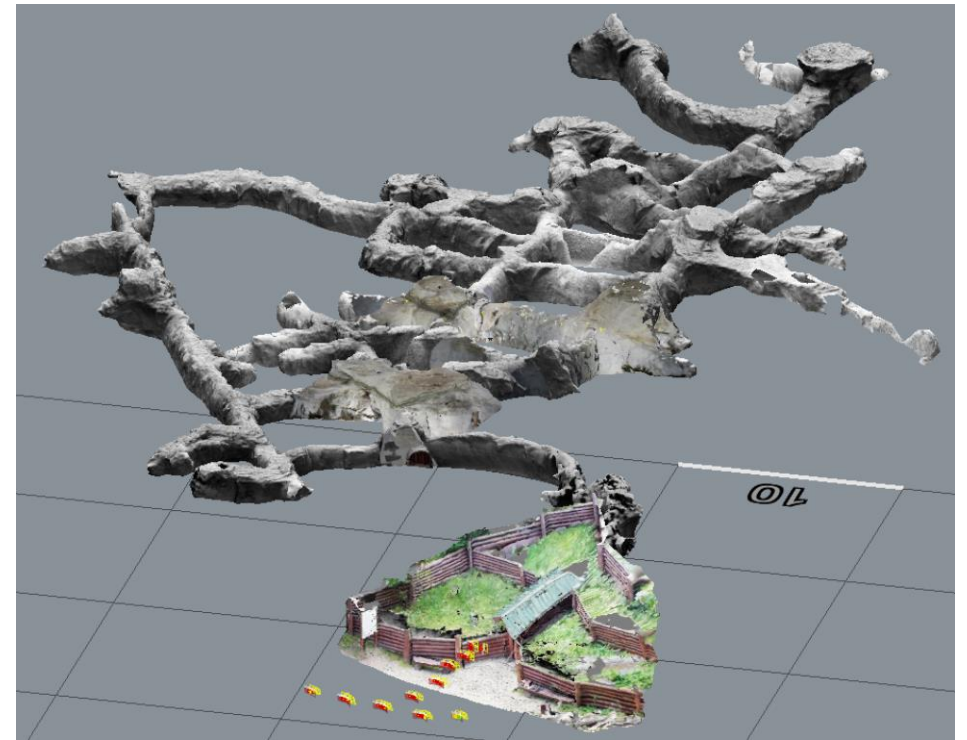
1. Punktu mākonis – precīzs reljefa atspoguļojums, sliktas tekstūras.
2. Režģa modelis no fotoattēliem – izcilas tekstūras, ne tik labs reljefa atspoguļojums.
3. Režģa modelis no fotoattēliem un punktu mākoņa – izcilas tekstūras un precīzs reljefa atspoguļojums.





Riežupes smilšu alas

- Riežupes smilšu alas ir mākslīgu alu labirints. Alas izcirstas baltajā smilšakmenī — pēc 1999. gada mērījuma 351 m kopgarumā, bet pēc citiem avotiem 460 m. Tā ir šobrīd garākā alu sistēma Latvijā. Šīs alas atrodas Riežupes dabas parkā Rumbas pagastā, Kuldīgas novadā, aptuveni 4—5 km no Kuldīgas.
- Alas uzmērīja 22.08.2019 studentu noslēguma darbu ietvaros:
 - izdarot 860 fotouzņēmumus 3 alu zālēs ar kameru Fujifilm XF10;
 - veicot visa labirinta lāzeskenēšanu ar mobilo skeneri Geoslam ZEB Revo, iegūstot punktu mākonī ar 21.7 milj. punktiem.



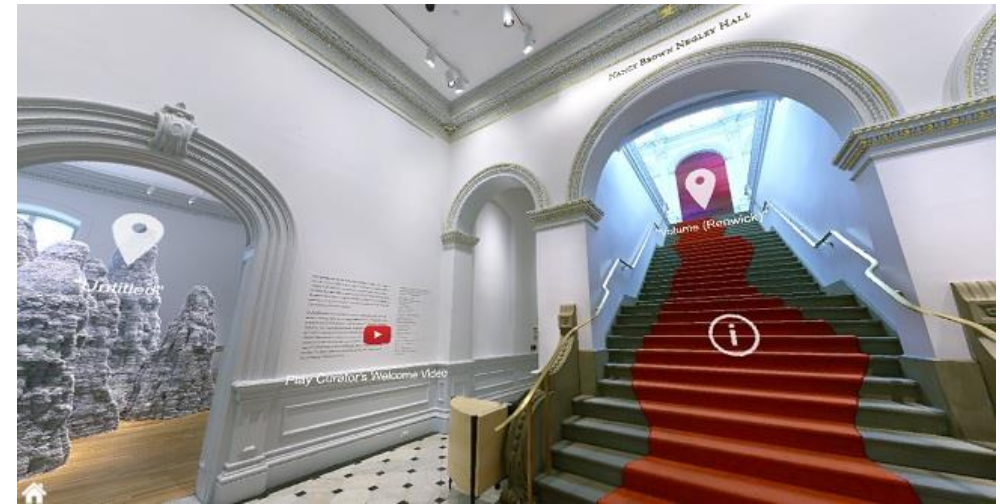
Riežupes smilšu alu horizontāls griezumam





Muzeju eksponātu 3D modelēšana

- Mērķi:
 - Detalizēta eksponātu bezkontakta izpēte;
 - Eksponātu virtuāla aplūkošana un reprezentācija;
 - Virtuāla eksponātu restaurācija;
 - Fiziskas replikas izgatavošana ar 3D printeri;
 - Attālinātas muzeja apmeklēšanas nodrošināšana tiešsaistē – **virtuālie muzeji**.
- Šobrīd jau vairāk kā 1200 pasaules muzeji nodrošina virtuālu to apmeklējumu, tai skaitā:
 - Britu muzejs Londonā;
 - Gugenheima muzejs Ņujorkā;
 - Nacionālā mākslas galerija Vašingtonā;
 - Orsē muzejs Parīzē;
 - Pergamona muzejs Berlīnē;
 - Rijksmuzejs Amsterdamā...



Japānas zobens

- Japānas zobens ir mākslas muzeja «Rīgas Birža» eksponāts, kas ir pieņemts muzeja kolekcijā 1923. gada 15. martā ar piezīmi, ka tas ir bijis dāvinājums no politiskās pārvaldes, bet par tā izcelsmi ir maz kas zināms. Zobena un tā maksts ziloņkaula apdare ļauj iepazīt dažādus budisma simbolus un elementus, kas būtībā ir šīs mācības pamatā.
- Zobena makrouzņemšanu veica 09.03.2020, ar fotokameru Fujifilm XF10 uzņemot 1611 attēlus.
- Attēlu fotogrammetriskā apstrāde nodrošināja augstu detalizācijas pakāpi ar izšķirtspēju līdz 0.02 mm.
- Zobena 3D realitātes modeli izmantoja, lai izgatavotu tā joslu 2D notinumus, kas atvieglo attēloto sižetu prezentāciju un izpēti.



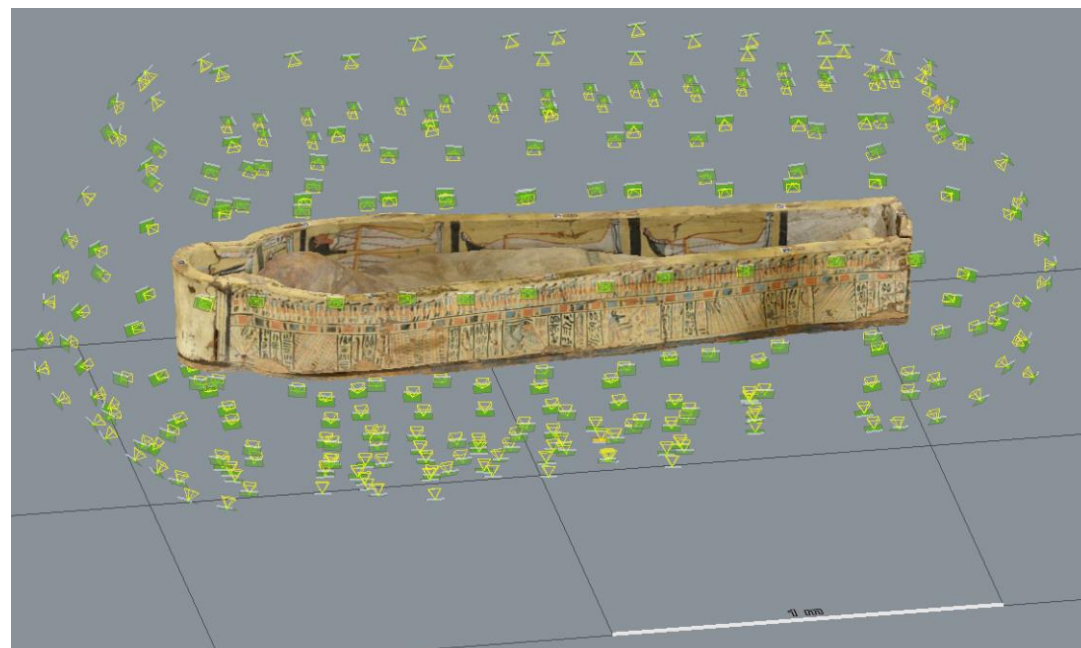
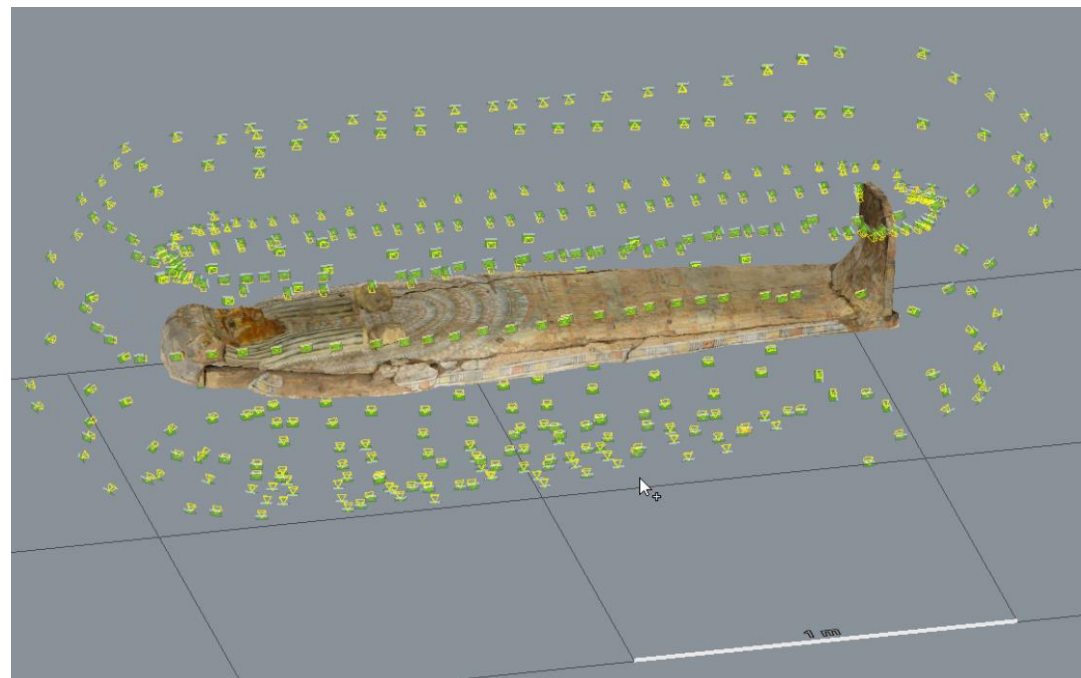
Zobena apdares notinumi





Ēģiptiešu mūmija

- Ēģiptiešu mūmija koka sarkofāgā uz Rīgu atceļojusi 1902. gadā no Kairas muzeja un tika uzdāvināta Doma muzejam, bet tagad glabājas mākslas muzejā «Rīgas Birža». Mūmija ir 35 līdz 40 gadus vecs vīrietis ar smalkiem kauliem, labi saglabājušamies zobiem, nav slimojis, dzīvojis romiešu perioda laikā (30. g. pr. Kr. - 100. g.).
- Sarkofāgu ar mūmiju fotogrammetriski uzmērīja 09.11.2020, veicot 300 sarkofāga un 460 tā vāka fotouzņēmumus.
- Sarkofāga 3D modelis ļauj to pilnvērtīgi prezentēt un izpētīt bez riska to sabojāt.

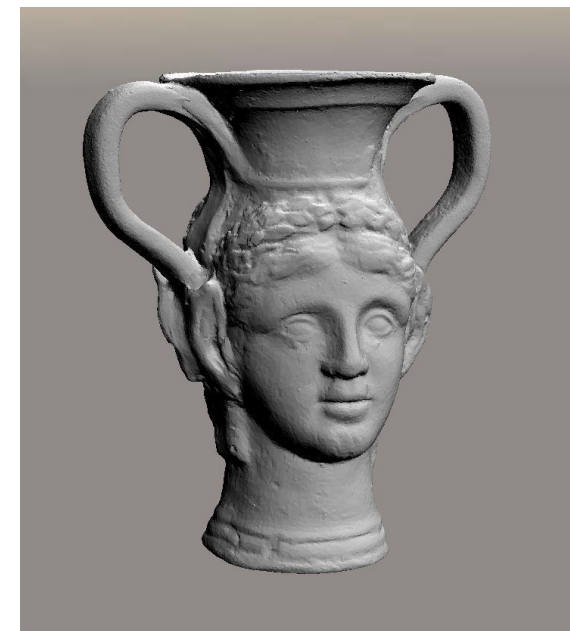


Sarkofāga ortogonālās projekcijas





Virtuāla restaurēšana



Paldies par uzmanību!

3D modelēšanā piedalījās:

Māris Kaļinka
Lauris Goldbergs
Juris Smaļinskis
Ēriks Trišins
Baiba Uburģe
Imelda Piļpuka
Mariama Žuka