Realizarea vizualizării 3D a ansamblului Bisericii fortificate Dealu Frumos

ANDREEA IOSIF

Realizarea vizualizării 3D a ansamblului Bisericii fortificate Dealu Frumos reprezintă un proces complex derulat în mai multe etape, care a necesitat utilizarea unor echipamente și tehnologii moderne atât pentru prelevarea de date și structurarea acestora, cât și pentru procesul ce stă la baza fotogrametriei.

De menționat este faptul că strategia de lucru a presupus scanarea pentru generarea geometriei, iar pentru obținerea de date pentru textură au fost folosite camerele foto.

Programul Reality Capture, aflat în Atelierul Experimental "Mac Popescu", a fost utilizat pentru toate etapele ce stau la baza fotogrametriei - știința care se ocupă cu determinarea în timp și spațiu a obiectelor fixe, mobile sau deformabile și cu reprezentarea lor fotografică, grafică sau numerică (prin coordonate) pe bază de fotografii speciale numite fotograme.

Având în vedere structura deosebit de complexă a întregului proces, se consideră absolut necesară prezentarea etapelor esențiale pentru o mai bună înțelegere a acestora.

Prelevarea datelor

Pentru realizarea replicii digitale de la Dealu Frumos am captat informație din trei surse:

1. Scanner BLK 360 pentru interiorul bisericii şi pentru cel al incintei;
2. Drona Mini DJI pentru acoperișuri și pentru legarea interiorului incintei de exteriorul acesteia;
3. Camere foto Sony A7 III (2 buc, din care una cu trepied) pentru:

3a. interior biserică

3b. interior incintă

3c. exterior incintă

Structurarea datelor

Am coordonat stocarea si structurarea datelor, care s-au făcut în foldere

separate pe echipamente şi zile, evitând a pune mai multe seturi de date în acelaşi folder pentru a nu suprascrie imagini cu conţinut distinct şi nume întâmplător identic.

Ca referinţă absolută s-a ales sistemul de coordonate local dat de scaner. În acest reper au fost importate si aliniate, pe rând, toate celelalte seturi de imagini.

Ca strategie de lucru, s-a folosit scanarea pentru generarea geometriei, iar camerele foto pentru textură. (De notat că scanerul a captat informaţie color, pe care Reality Capture o converteşte în imagini proprii, aşa încât acolo unde lipseşte orice altă informaţie despre textură se poate folosi cea furnizată de scaner.)

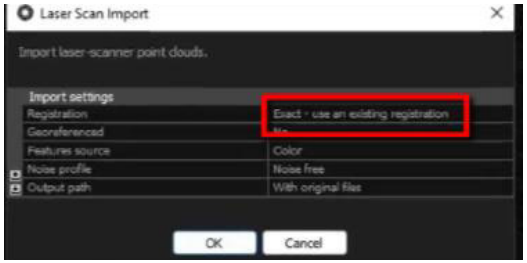
Drona a furnizat atât informaţia inaccesibilă de la sol (acoperişuri, împrejurimi), cât şi legătura geometrică dintre interiorul şi exteriorul incintei (neavând la acea dată scanările corespunzătoare exteriorului incintei). Drona a contribuit şi cu textură, în zonele în care nu exista informaţie de la camerele foto.

Fotogrametria

Pentru fotogrametrie am folosit programul Reality Capture, pentru care există 10 licenţe în Atelier Experimental “Mac Popescu”. Procesul implică următoarele etape:

Alinierea imaginilor





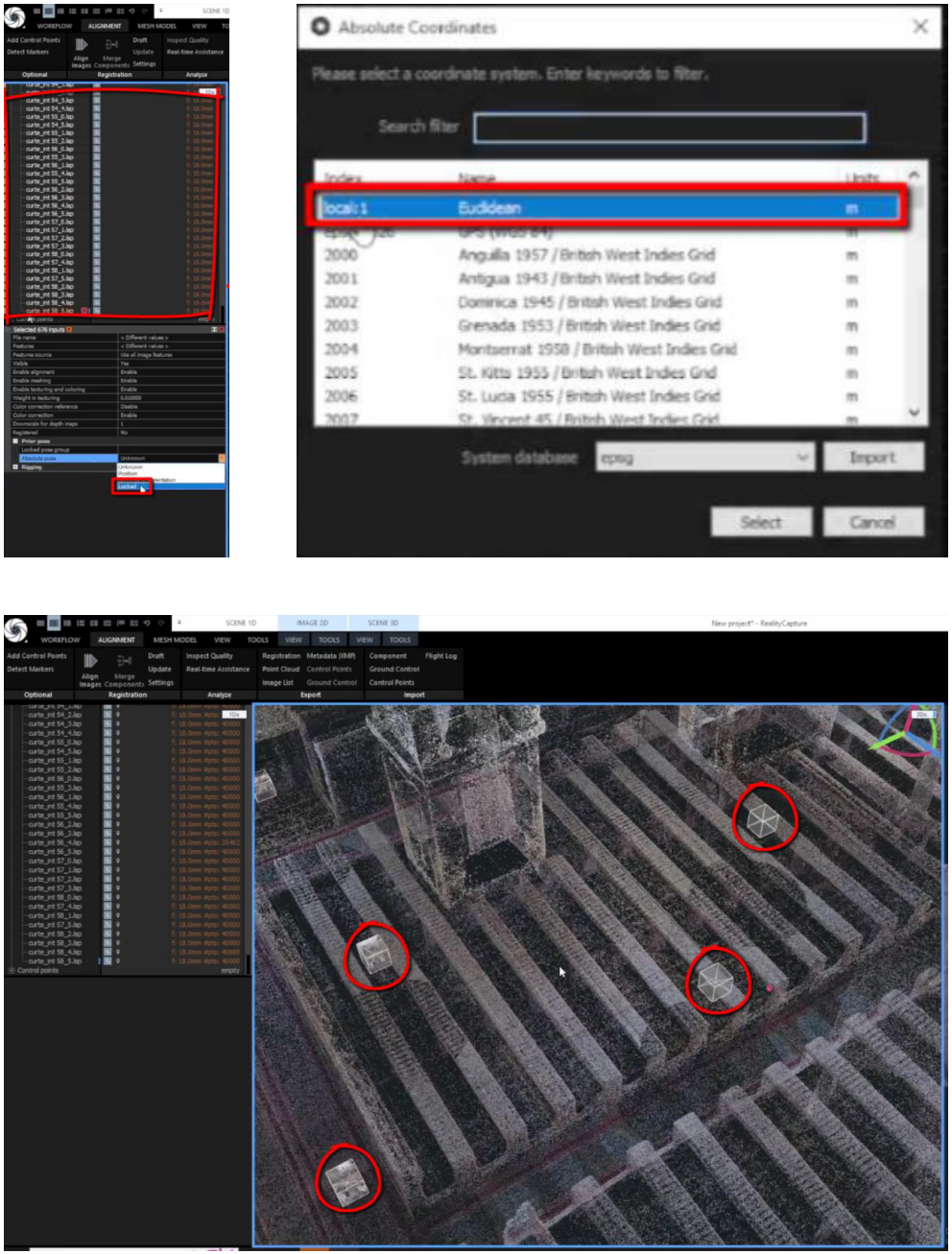
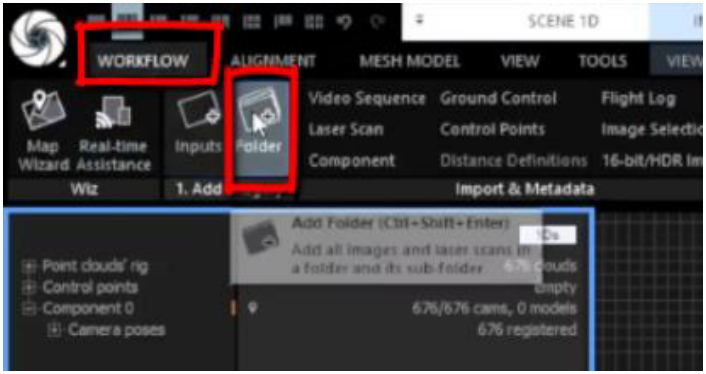

Absolute Coordinates
Please select a coordinate system. Enter keywords to filter.
Search filter
Index
Name
Units
local: 1
Euddean
m
2000
Angulla 1957 / British West Indies Grid
2001
Antigua 1943 / British West Indies Grid
2002
Dominica 1945 / British West Indies Grid
2003
Grenada 1953 / British West Indies Grid
2004
Montserrat 1958 / British West Indies Grid
2005
St. Kitts 1955 / British West Indies Grid
2006
St. Lucia 1955 / British West Indies Grid
System database
epsg
Import
Select
Cancel

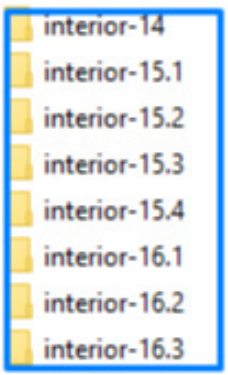
Fig.1-Fig 5

În Reality Capture scanările laser sunt convertite în puncte 3D. Scanările trebuie să includă fotosfere (una pentru fiecare scanare). În cursul procesului de import, acestea vor fi descompuse în câte 6 imagini pătrate, corespunzătoare fețelor unui cub (cube-maps). După conversie, fisierele inițiale (e57) nu vor mai fi necesare programului. Pentru ca importul să funcționeze, scanările pot fi separate sau în fisier unic, dar în acest caz el trebuie să fie structurat (adică să includă poziția fiecărei scanări individuale care s-a făcut în cursul procesului de colectare a datelor

Adăugarea de imagini suplimentare

[metodă folosită când imaginile noi nu pot fi legate între ele într-un număr rezonabil de componente, însă există o componentă de referință de care s-ar putea lega fiecare imagine în parte; acesta a fost cazul fotografiilor de la interior]





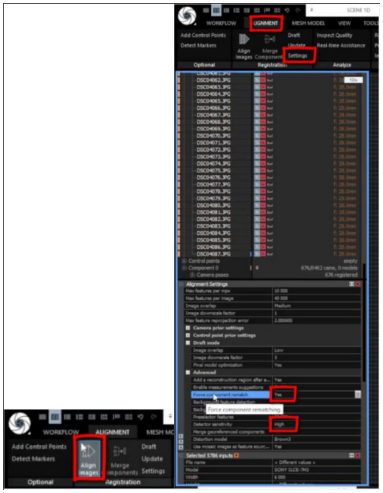


Fig. 6 -8

Alinieri automate pentru componentele importate

[metoda folosită când imaginile pot fi legate în fisier separat, formând grupuri relativ mari și coerente, cum a fost cazul fotografiilor din curte; se poate folosi și atunci când au fost deja procesate pentru testare anumite seturi parțiale, care s-au aliniat corect]

Metoda presupune două etape:

- se aliniază setul cel nou de imagini într-un fișier ajutător, de unde se exportă pe hard-disk;

- se importă alinierea de pe hard-disk în fișierul-master.

a/ în fișierul ajutător:

Fig. 9-12

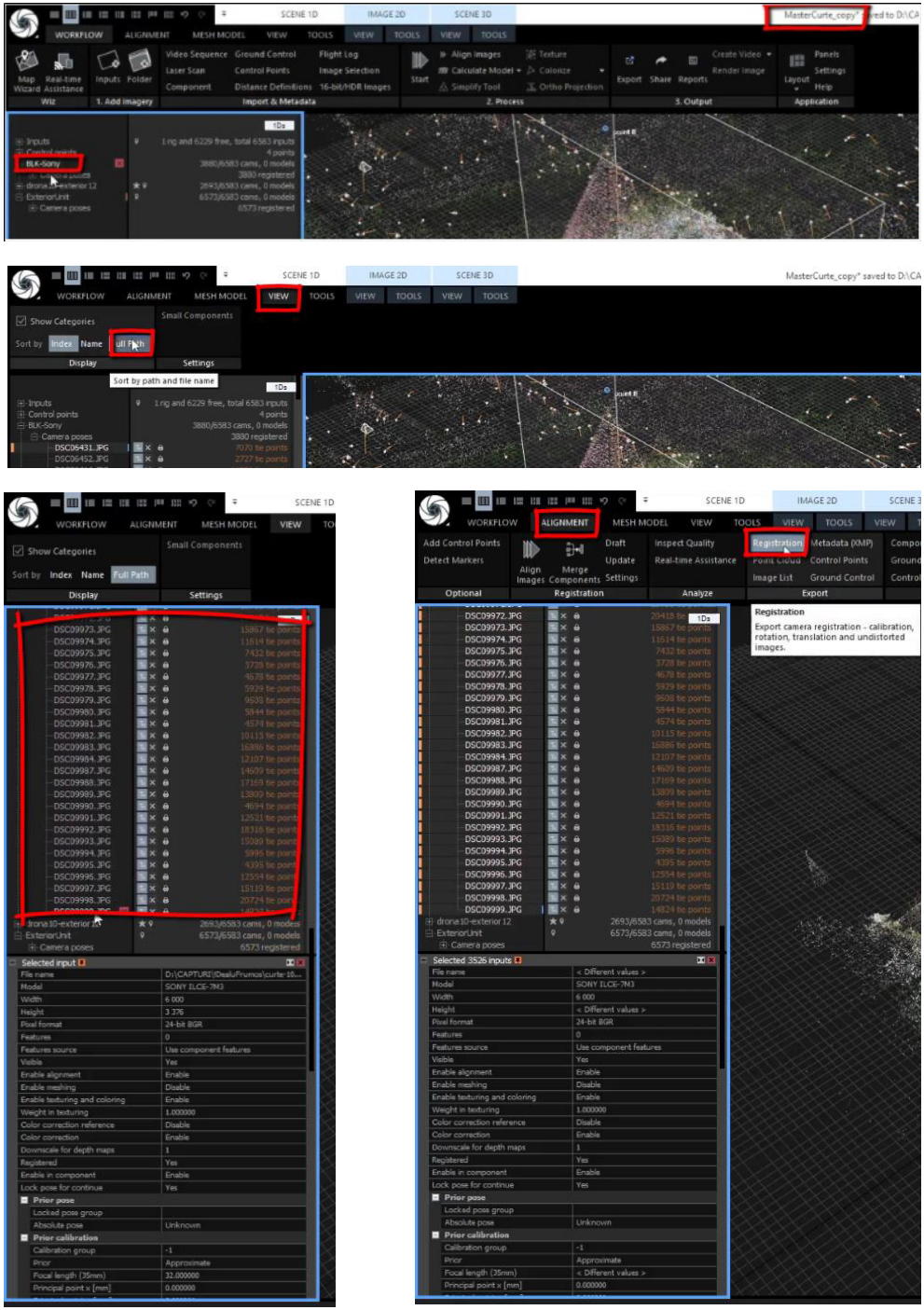
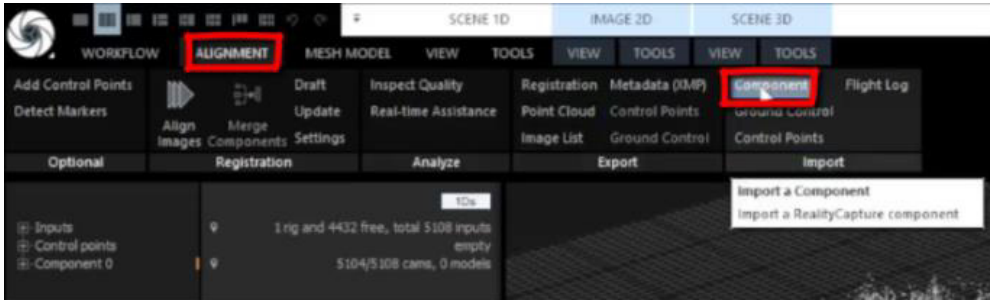
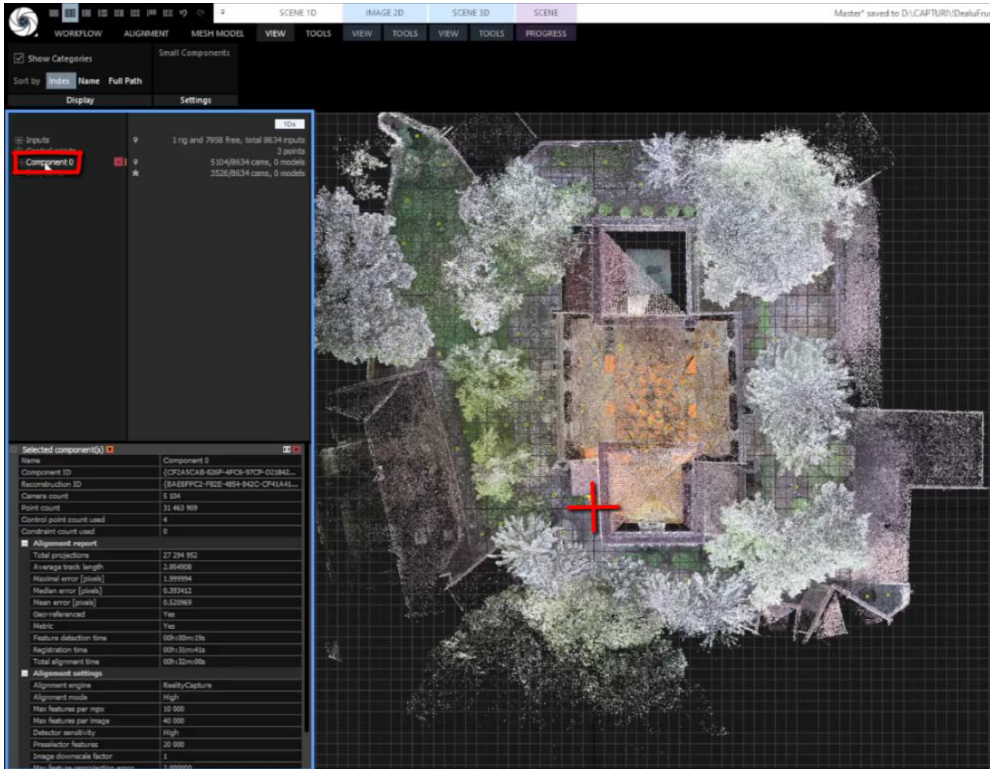


Fig 13 - 14 *b/ în fisierul-master: fig 13 - 14*





Componentele din fișierul-master trebuie să își păstreze poziția relativă față de sistemul de coordonate după fiecare nouă aliniere. Pentru aceasta se selectează imaginile și se fac următoarele setări:

Lock pose for continue = YES

Absolute pose = Locked

Absolute coordination = Local 1 (euclidian)



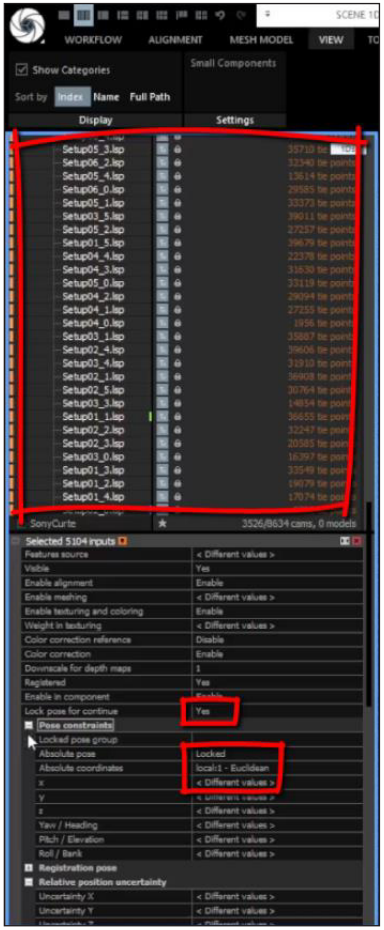


Fig. 15-16

Alternativ, am folosit si alinieri manuale prin puncte de control [metodă folosită numai în caz de forță majoră, pentru componente care nu se leagă automat; este cazul exteriorului care s-a legat într-o componentă unică, dar care nu poate fi aliniat cu componenta-dronă deoarece, din cauza unghiurilor diferite de privire, există prea puține suprapuneri]

Procesarea modelelor

Ultima etapă a fotogrametriei este procesarea modelelor 3D care s-a făcut astfel: Am generat un mesh în Normal details, apoi pe un calculator am pus în lucru textura la calitate maximă (am ales pozele care contribuie la textură și în ce măsură + fixel texel size, optimal. Când am generat două meshuri distincte pentru interior și exterior, am făcut textura pe fiecare între timp, pe alt calculator am extras geometria necesară.

Prelucrările realizate pentru vizualizarea modelului în Reality Capture

Separat grosier pe zone, încadrând cu lasso și alte unelte de selecție; atenție la cazul în care s-a generat tot modelul interior-exterior – teoretic se separă prin golurile de uși/ferestre, dar în cazul fotogrametriilor defectuoase există zeci de conexiuni nedorite care trebuie identificate și șterse.

- Simplify la maxim 5M per zona, dar în general mult mai puțin – pe încercări
- Smooth cu factor cuprins între 0.05 și 0.5 (cu cât mai low mesh-ul, cu atât mai mic factorul)
- Clean urmat de Export (atenție, Clean închide golurile mici, nu e neapărat bun)
- pentru separări de finețe și pentru probleme locale (spărturi, margini urâte, artefacte) se exportă ca obj in.

În Meshmixer

După ce am extras cele două coji, corespunzătoare interiorului, respectiv exteriorului (care sunt disjuncte fiindcă fie le-am generat de la început separat, fie

am făcut model unic din care am șters ulterior tâmplăria), am făcut următoarele:

Reparații - toată coaja se tratează ca un obiect unic:

- curățat contur ferestre, atât la coaja interioară, cât și la cea exterioară
- astupat găuri
- șters clusteri mici
- reparat zone stricate
- închis golurile cu foi cvasi-plane care formează grup / obiect distinct

Separări – se divide fiecare coajă în componente mai mici, urmărind:

a) diferențele de detaliere (un perete va putea fi simplificat de 100 de ori mai mult decât o sculptură);

b) mărimea suprafeței desfășurate a fiecărui obiect, așa încât să arate bine cu o mapă unică de textură de 8k

c) compactificarea (un obiect trebuie să fie o formă adunată în spațiu, așa încât să nu se vadă părți din el în cadru oriunde te uiți)

Pentru separare se folosesc două metode majore:

> selectat manual poligoanele care încadrează un obiect de interes pentru a-l putea izola de mediu (la finalul selecției aceasta se optimizează, se face grup, apoi se dă clic+G în insula care a fost izolată). În principiu, separările după criteriul densității de detalii (a) se fac cu această metodă.

> split grosier cu Plane Cut urmărind să separăm arhitectura în părți distincte. Aplicabil pentru criteriile (b) si (c).

Ca exemplu, în interiorul bisericii am separat inițial 13 zone corespunzătoare partiției planului: 2x3 travee ale navelor laterale, 3 travee nava centrală, corul, sacristia, vestibulul de acces și depozitul din spatele bisericii. Am importat pe cea mai mare (vestul navei) și pe cea mai mică (vestibulul) în Reality Capture și am generat coordonatele de mapare, pentru a vedea la ce calitate ar ajunge textura în cazul utilizării unei mape unice de 8K. Prima atingea 44%, ultima 113%. Ulterior am extras obiectele detaliate și am mai subîmpărțit arhitectura pe verticală.

Texturarea

Cosmetica finală se realizează în Reality Capture, pe fiecare componentă în parte, lucrând în fișierul cu textura precalculată **pe întreg obiectul**.

OBS: E foarte important să nu se calculeze textura fiecărei componente în

parte, ci să se preia prin proiecție de la cea calculată pentru întreg [explicația cu "fantomele"] Criteriu de calitate: suprafața desfășurată a fiecărui obiect din primplan ar trebui să fie relativ mică pentru a obține o calitate bună folosind o singură textură (1px = 0.25mm conduce la o dimensiune de aprox 2MP pentru a avea o textură unică de 8K) Dimensiunea "metrică" a pixelilor se va cunoaște imediat după Unwrap, când programul va afișa calitatea prezumată a viitoarei texturi. E ideal ca aceasta să se apropie de 100% și în orice caz, să nu coboare sub 50%.

Pașii următori s-au făcut pentru fiecare componentă separată din fișierul **Meshmixer** (cu sau fără pasul de simplificare, care e opțional):

- export componenta selectată din **Meshmixer**, în format .obj
- import în Reality Capture
- simplify 20% (opțional, numai pentru obiectele care nu au detalii minuțioase de geometrie)
- unwrap (mapă de 8K, stil = max texture count, nr mape = 1). După unwrap se analizează calitatea viitoarei texturi
- texture reprojection cu mape de culoare și normal map, de pe modelul mare texturat în prealabil pe modelul în lucru
- export în format FBX
- *eventual salvat modelul lucrat Reality Capture cu același nume ca în Meshmixer, pentru organizare.*

Spor la treabă și vă așteptăm cu drag în Atelierul Experimental Mac Popescu!