



Academia Oamenilor de Știință
din România



**PROIECTE DE CERCETARE A ACADEMIEI OAMENILOR DE
ȘTIINȚĂ DIN ROMÂNIA DESTINATĂ TINERILOR CERCETĂTORI
„AOSR-TEAMS-III EDIȚIA 2024-2025 – Transformarea digitală în
științe”**

RAPORT INTERMEDIAR DE ACTIVITATE

Titlul proiectului:

*Dezvoltarea unor corpuri de iluminat mimetice, pentru a redefini lumina naturii urbane, în era digitalizării
SLIMIO (Smart Light Mimetic Objects)*

Echipa de cercetare:

Conf.dr.ing. Attila SIMO - coordonator

Drd.ing. Florian Iulian CRIȘOVAN - membru

Drd.ing. Elvis Alexandru DOGARU - membru

Data: 04.12.2024

1. Obiectivul proiectului și importanța acestuia

Obiectivul (scopul) principal al proiectului este de a realiza, la nivel de model (TRL 6 - demonstrarea funcționalității modelului în condiții relevante de funcționare), o serie de corpuri de iluminat independente energetic (cu micro panouri solare), originale ca design (mimetice, imitând vegetația, crengile sau arbuștii din mediul ambiant), interconectate (pentru asigurarea unui iluminat dinamic), destinate parcurilor, spațiilor verzi sau zonelor unde intervenția arhitecturală sau tehnologică trebuie camuflată sau minimizată. Actualitatea temei și importanța acesteia sunt vizibile, fiind suficient să amintim doar despre tendințele actuale în arhitectură, generarea asistată de calculator a modelelor funcționale, utilizarea surselor regenerabile de mică putere, interconectarea smart a diferitelor device-uri etc.

Inspirația naturală în design și arhitectura de interior este o temă recurent întâlnită în multiple domenii creative și tehnice, oferind soluții versatile prin procese pas cu pas și adaptabile la rezolvarea problemelor complexe ale umanității. Continua transformare a stilului de viață a dus la îndepărtarea omului și arhitecturii din mediul natural, cu efecte vizibile la nivel global asupra schimbărilor climatice și creșterea stresului ca principală cauză a degradării sănătății în societatea modernă. Introducerea vegetației în ambientul construit devine o cerință contemporană, deoarece timpul petrecut în spații create artificial crește constant. Această idee stă și la baza proiectului nostru, de data aceasta urmărind mimetismul, inspirația naturală însăși în crearea obiectelor de design de iluminat, urmărind o cât mai bună conexiune cu natura, fără a genera obstacole vizuale perceptivă. Trend-ul actual în care mimetismul/biofilia ocupă un loc și o direcție importantă în design, este un pas înainte spre o revenire și o reintegrare în natură. Acest mimetism ajutat de tehnici moderne de digitalizare prin modelare, reprezentare, construcție 3D, vor genera aceste obiecte care au pe lângă scop estetic și unul funcțional.

Conceptul de SMART CITY, esențial pentru urbanismul viitorului, vizează și implementarea unor sisteme inteligente de iluminat urban (și nu numai), care să aibă un impact redus asupra mediului ambiant (care să se integreze chiar, prin mimetism, în peisajul natural existent, în parcuri sau zone verzi), autonome din punct de vedere energetic (alimentate cu energie din surse regenerabile), interconectate într-o rețea de tip Low Power Wide Area (LPWA), care să genereze diverse soluții de iluminare (culori, intensități, sincronizări, temporizări etc.), în scopul reducerii impactului vizual diurn al acestora, atât asupra omului, cât și asupra habitatului celorlalte viețuitoare.

Digitalizarea (ca o consecință directă a digitizării) este elementul cheie al acestui proiect, care își propune, încă din faza incipientă, să recurgă la tehnologiile de concepere asistată de calculator (CAD, modelare, simulare) a acestor obiecte, urmată de execuția modelelor funcționale prin imprimare 3D, precum și, la final, integrarea părții electronice de alimentare, iluminat și de comunicație în structura corpurilor de iluminat mimetice (simulări privind setarea protocoalelor de comunicație, dispunerea în teren a acestora etc.). Prin digitalizare putem utiliza tehnici de scanare pentru a putea studia forme naturale diverse, utilizate ca posibile surse de inspirație pentru generarea de forme noi, integrate/camuflăte în natură. Scanarea poate folosi inclusiv device-uri simple, de tip smartphone care au capacități de a genera prin multiple fotografii, forma 3D a obiectului scanat.

Modelarea digitală 3D a formelor noi create are scopul de a genera o colecție de obiecte de iluminat care să poată fi integrate în natură, într-un traseu definit, utilizat ca surse de lumină/ marcaje în anumite locații. Vom dori să amplasăm aceste lumini într-un mediu natural existent, într-o zonă de pădure fără surse de iluminat existente. Astfel vom genera un iluminat ambiental unic, camuflat în natură. Programele actuale de real render vor putea genera imagini și video-uri la un grad de realism extrem de ridicat.

Astfel vom putea crea simulări extrem de bine integrate în natură, care vor pune în valoare instinctul înăscut al omului de a se conecta cu natura și alte ființe vii, biofilia. Metodele complexe de modelare și simulare 3D gestionate de diverse programe de lucru asistate de calculator (CAD), permit crearea de obiecte diverse forme, generând o gamă variată de soluții. Modelele generate CAD se pot printa 3D la diferite dimensiuni, ținând cont de latura tehnică: restricții de dimensiuni maxime imprimantă, material rezistent la intemperii, cerințe tehnice funcționale ale componentelor electronice (obiectul trebuie să aibă gradul de protecție IP65 minimal). Tehnologiile clasice de interconectare „fără fir”, non-celulare nu sunt ideale pentru a conecta dispozitive cu un consum de energie redusă, distribuite pe zone geografice mari, deoarece raza de acțiune a acestor tehnologii este limitată la câteva sute de metri în cel mai bun caz. Prin urmare, dispozitivele nu pot fi instalate sau mutate în mod arbitrar oriunde, ceea ce este o cerință pentru multe aplicații pentru orașe inteligente, sisteme de iluminat autonome și distribuite, monitorizarea florei sau faunei sălbatice etc.

Tehnologiile Low Power Wide Area (LPWA) oferă seturi unice de caracteristici, inclusiv conectivitate pe suprafață largă pentru dispozitive cu putere redusă și cu rată redusă de date, care nu sunt furnizate de tehnologiile wireless clasice. Rețelele LPWA sunt unice, deoarece fac compromisuri diferite față de tehnologiile tradiționale predominante în peisajul IoT, cum ar fi rețelele fără fir cu rază scurtă de acțiune (Zig-Bee, Bluetooth, Z-Wave), rețelele locale fără fir vechi (WLAN) și rețelele celulare (GSM, LTE) etc. Cu o rază de acțiune de la câțiva până la zeci de kilometri și o durată de viață a bateriei de zece ani și mai mult, tehnologiile LPWA ”promit” Internetului dispozitive cu consum redus de energie și costuri reduse. Aceste caracteristici permit dispozitivelor să acopere zone geografice mari, astfel încât dispozitivele IoT și M2M conectate prin tehnologiile LPWA pot fi pornite oriunde și oricând pentru a detecta și a interacționa cu mediul lor.

2. Rezumatul rezultatelor de la primul raport intermediar de activitate

Prezenta fază a avut ca obiectiv principal conceperea și modelarea/ realizarea unor corpuri de iluminat mimetice. Pentru atingerea activității A1.1, am realizat un studiu bibliografic amănunțit al diferitelor soluții existente privind tematica proiectului. Felul în care diverse entități au abordat acest subiect ne-au inspirat și ne-au ajutat să ne concepem o bază de date cu diferite experimente și soluții. Ulterior acestui studiu bibliografic am început și scanarea elementelor de vegetație a ecosistemului vizat, prin căutarea formelor care ne pot ajuta să ne apropiem de rezultatul dorit, și anume fabricația digitală a 3 tipuri de corpuri mimetice.

Propunere etape ce trebuie parcurse

1. Selectarea Plantelor

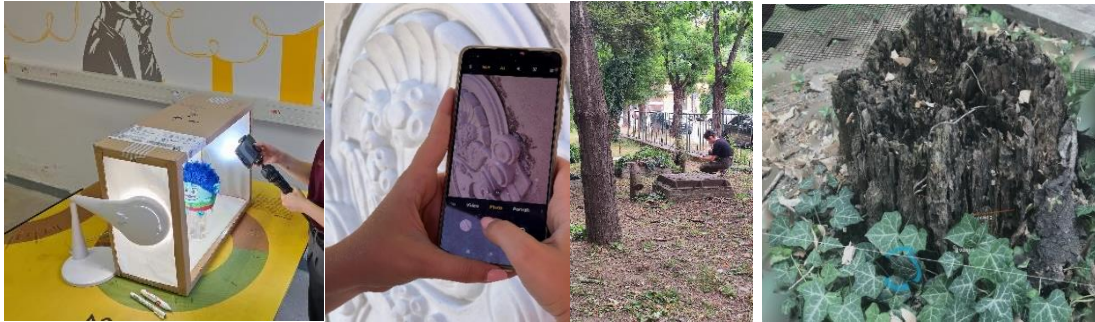
Selecția unor plante care au forme și structuri interesante din punct de vedere estetic și funcțional pentru designul corpurilor de iluminat.

2. Scanarea Plantelor

Scanarea 3D este esențială pentru a capta detaliile exacte ale plantelor. Există mai multe metode de scanare 3D:

- **Scanere 3D de birou:** Acestea sunt utile pentru obiecte mici și detalii fine. Ex: Artec Spider, Shining 3D.
- **Scanere 3D portabile:** Ideale pentru obiecte mai mari și mobilitate. Ex: Artec Eva, Creaform HandySCAN.

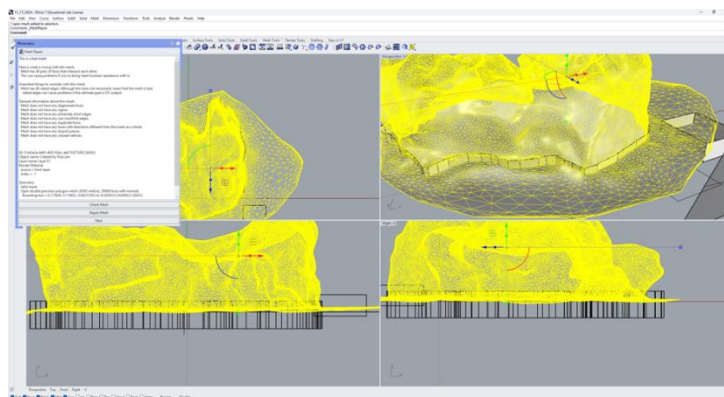
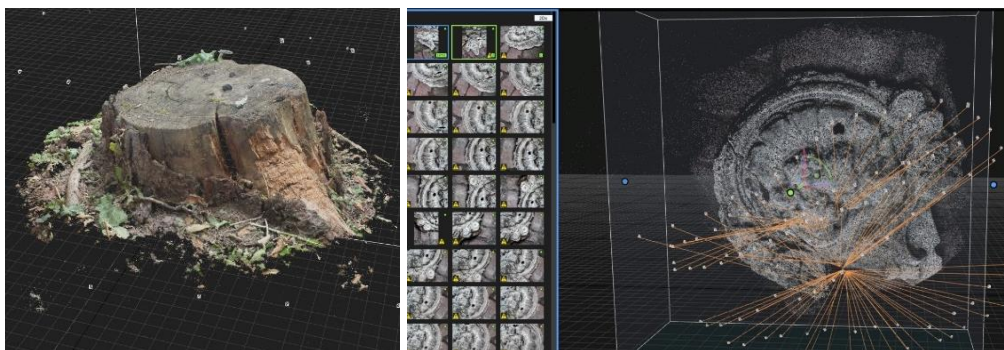
- **Fotogrammetrie:** Folosirea fotografiilor din multiple unghiuri pentru a reconstrui un model 3D. Software: Agisoft Metashape, RealityCapture. Fotogrametria este un procedeu disponibil publicului larg, fiind nevoie doar de un telefon performant pentru această operațiune. Am experimentat cu acest procedeu pentru scanarea diferitelor obiecte interesante, ornamente și plante. În articolul publicat în revista MDPI (*Photogrammetry as a Digital Tool for Joining Heritage Documentation în Architectural Education and Professional Practice*) se pot vedea câteva dintre aceste scanări realizate de echipa noastră împreună cu student din diferiți ani de studiu.



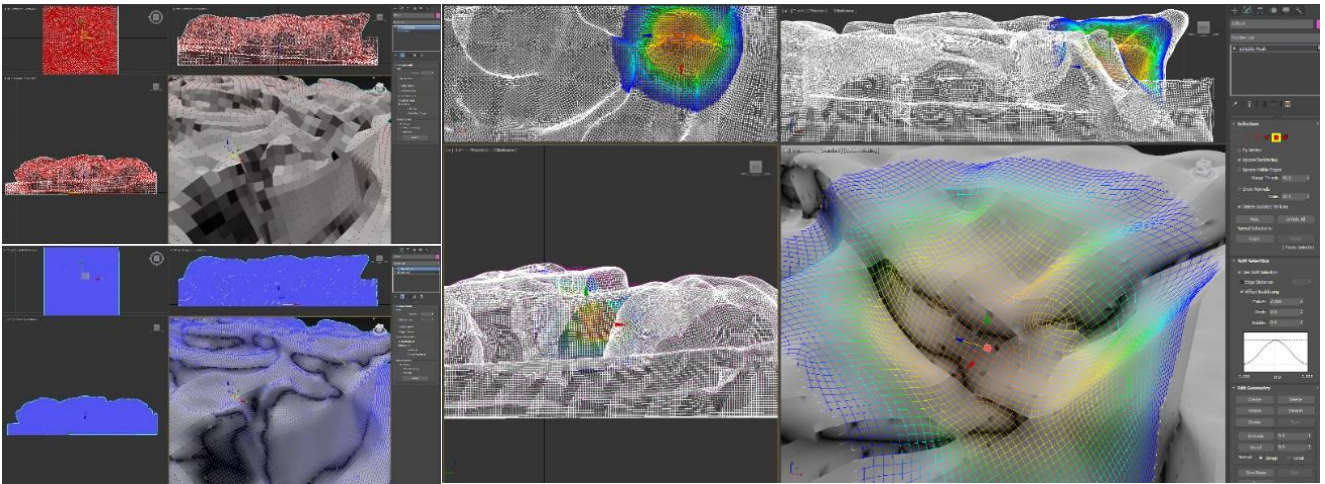
3. Procesarea Scanărilor

După scanare, datele brute trebuie procesate pentru a crea un model 3D curat:

- **Curățarea modelului:** Eliminarea artefactelor și zgomotului.
 - **Reconstrucția suprafețelor:** Asigurarea că toate suprafețele sunt netede și fără găuri.
 - **Optimizarea poligoanelor:** Reducerea numărului de poligoane fără a sacrifica detaliile.
- Software util: MeshLab, Blender, Autodesk Meshmixer.



După ce am parcurs pașii anteriori va urma: **designul corpurilor de iluminat utilizând modelele 3D** obținute pentru a crea designul corpurilor de iluminat. Programele de **CAD Software:** Fusion 360, Rhino, SolidWorks, Archicad ne vor ajuta pentru modelarea și adaptarea scanărilor la nevoile designului. Aici vom pune accent și pe partea de **simulări de iluminat**, unde vom testa cum se comportă lumina cu formele pe care le-am creat (Software: DIALux, Relux, Autodesk Revit).



Fabricarea prototipurilor este o etapă foarte importantă și anume alegerea metodei de fabricație potrivită pentru a crea prototipuri ale designului corpului create. Vom folosi pe lângă procedeul de **imprimare 3D** (pentru prototipuri rapide și complexe. Materiale: PLA, ABS, reșine, **tăiere și gravare laser** (pentru zonele corpurilor care sunt plate sau designuri cu detalii fine) și **CNC routing** (dacă va fi nevoie, pentru piesele mai robuste și detaliate).

Testarea și ajustarea: După crearea prototipurilor, urmează testarea și ajustarea funcționalității și esteticii corpurilor de iluminat. Vom verifica distribuția luminii și efectele create și vom ajusta designul pentru a îmbunătăți performanța și aspectul lor.

Producția finală: Odată ce prototipurile sunt optimizate, vom trece la producția finală folosind metodele și materialele alese. Ne vom asigura că produsul final este de calitate și respectă toate standardele de siguranță.

Corpurile de iluminat mimetice sunt inspirate din natură și concepute astfel încât să imite forme, texturi și comportamente naturale. Aceste corpuri de iluminat nu doar oferă lumină, ci și aduc un element artistic și organic în spațiile interioare și exterioare. Pentru designul acestor corpuri de iluminat mimetice am studiat diferite exemple care ne vor ajuta:

- Lămpi florale: petale mari, deschise, care difuzează lumina delicat, utilizând ca și materiale Acril transparent sau colorat, rășini, fibre optice etc.



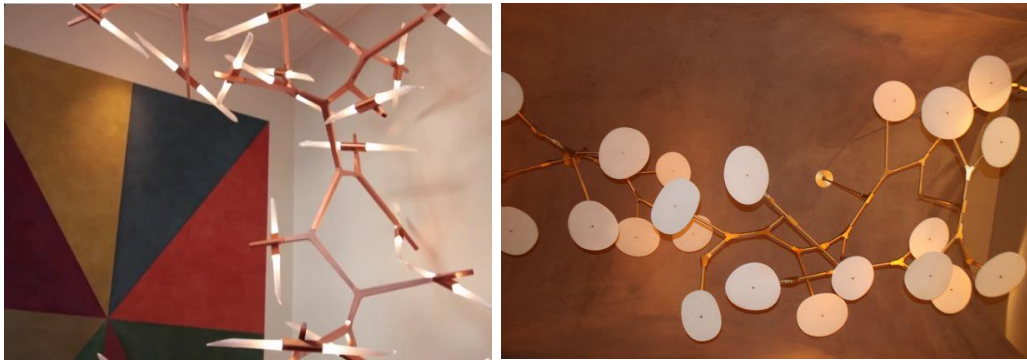
Exemplu Coral Reef Floor Lamp QISDESIGN

- „Lămpi inspirate din frunze: frunze suprapuse sau individuale care filtrează lumina și utilizează ca și materiale lemn, metal perforat, textil, print 3D.



Exemplu Lampa Podlogova Cosmic Leaf de la Artemide

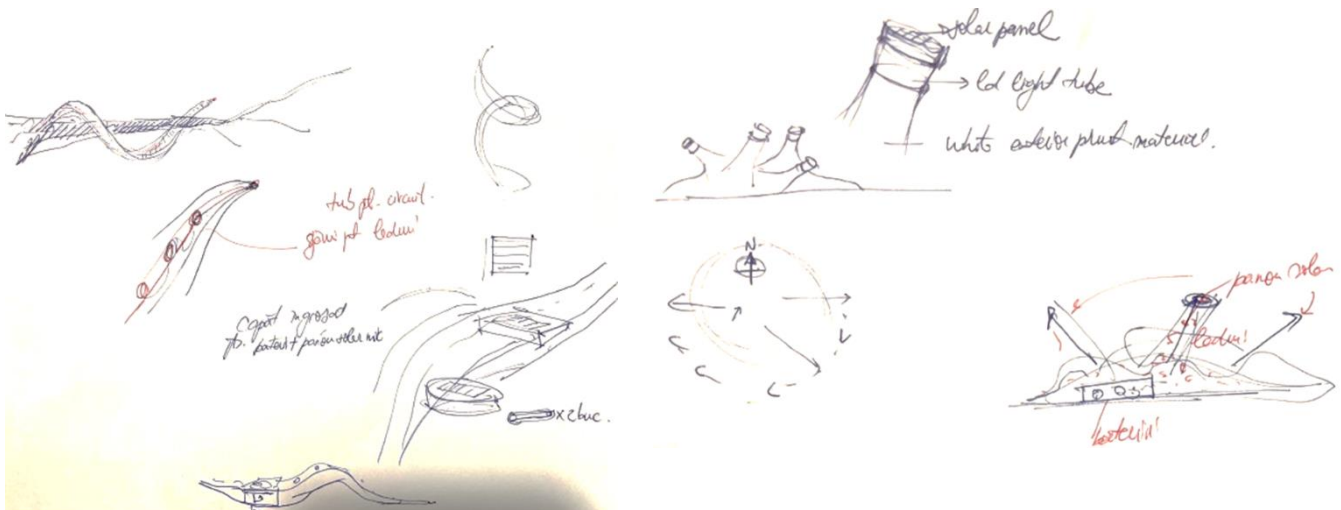
- Lămpi Ramificate/ Liane: Structuri asemănătoare ramurilor care se extind în spațiu, iluminat care se încolățește și se extinde, creând un efect natural de liane. Materiale utilizate pot fi metal, lemn, rășini epoxidice , rășini flexibile, fibre optice, plastic etc.



Exemplu: Lampile realizate de Lindsey Adelman, care imită structura unei ramuri.

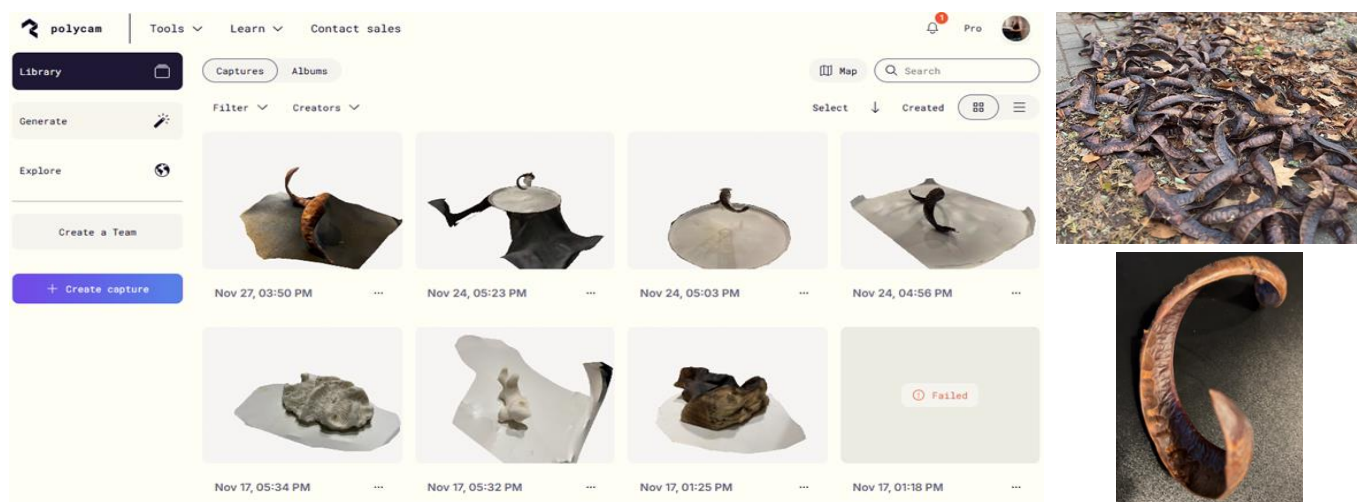
2. Rezultate raport intermediar de activitate nr. 2

În această perioadă s-a trecut la stabilirea unor design-uri mimetice, în conformitate cu obiectivele proiectului, începând cu schițele primelor prototipuri de corpuri de iluminat.



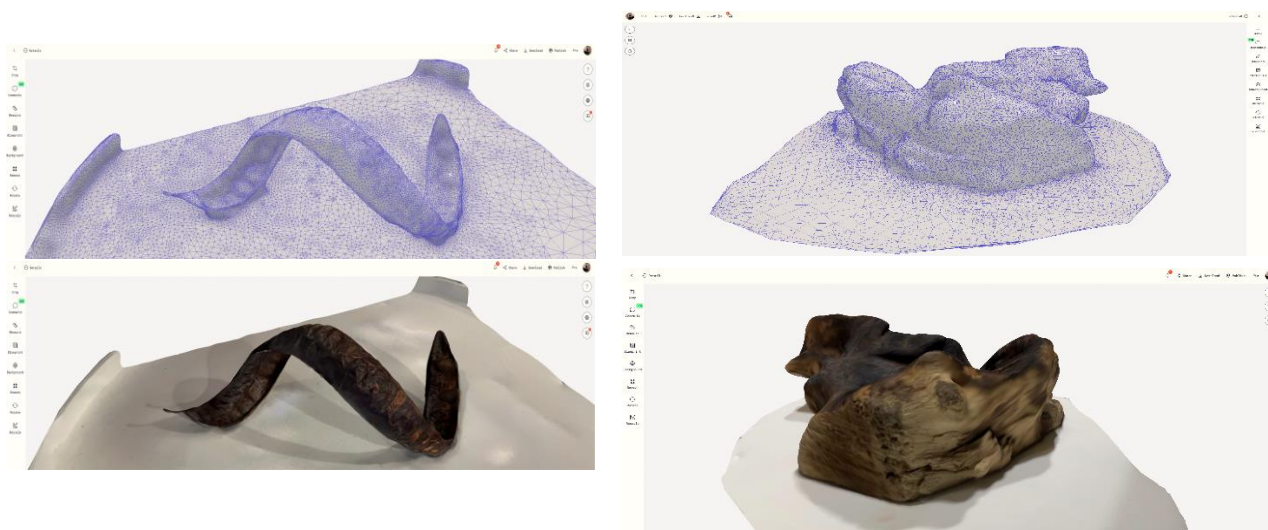
Schițele de principiu pentru corpurile de iluminat

Aceste schițe au pornit de la identificarea unor corpuri din mediul ambiant de tip frunze, ciuperci, crengi, tulpini sau buturugi:



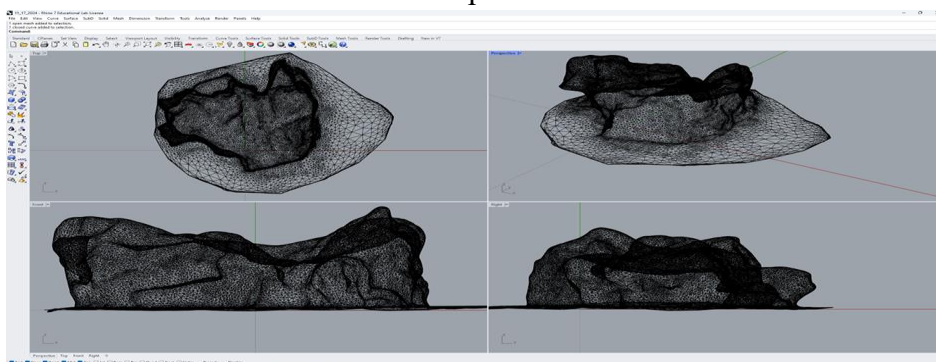
Principalele rezultate ale scanării

Realizarea modelului 3D, într-un format exportabil (cel mai utilizat fiind aferent mediului Rhino 7) a fost următorul pas materializat în această perioadă.

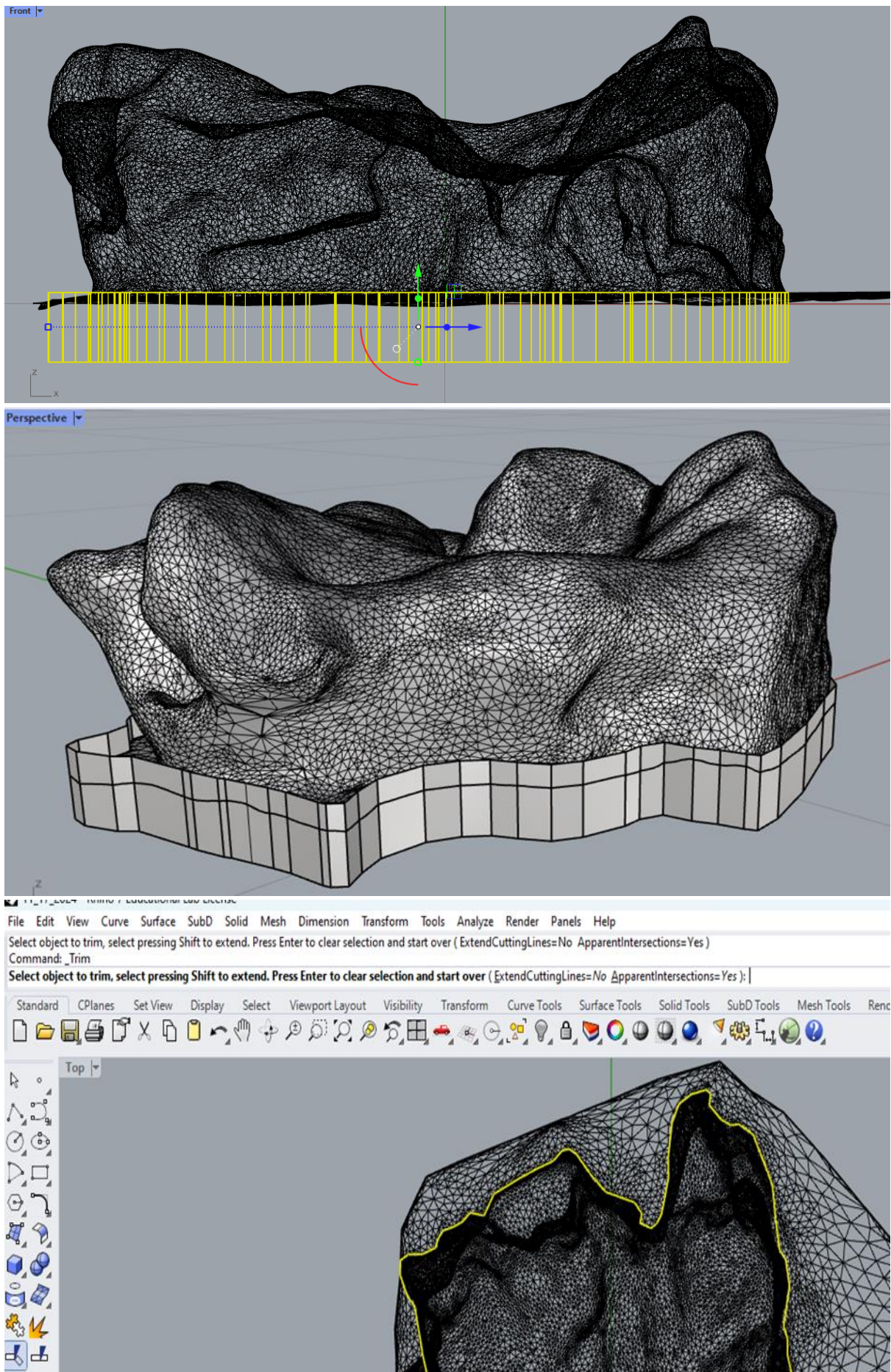


Exemple de modele 3D

Următoarea etapă a constat în prelucrarea modelului pentru a obține diverse profiluri și a permite fixarea, amplasarea modulelor LED sau alte detalii specifice.

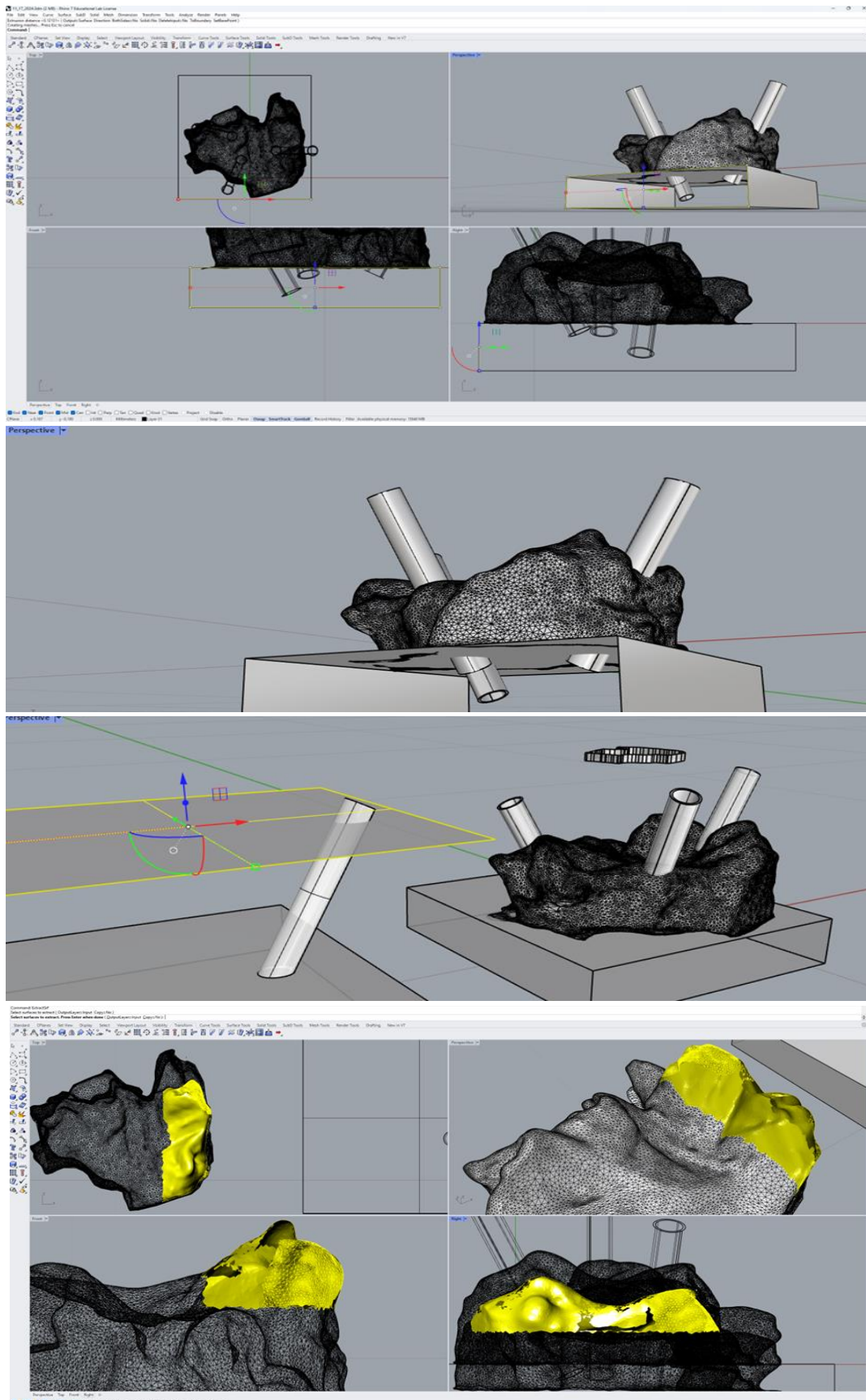


Prelucrarea modelului 3D



Prelucrarea planeității și decupajul interior

Inserarea lămpilor și a tuburilor aferente este o altă prelucrare a modelului 3D.



Prelucrarea modelului 3D pentru inserarea lămpilor

Împreună cu colegii de la Facultatea de Arhitectură și Urbanism a Universității POLITEHNICA Timișoara (în primul rând d-na Ș.I.dr.arh. Andreea A. Anghel) și compania locală Cyberscanning, am organizat joi, 21 noiembrie 2024, ora 16.00, o întâlnire (tip masă rotundă) cu studenții anului I Master Arhitectură.

Scopurile acestei întâlniri au fost:

- Prezentarea proiectului și a conceptelor;
- Diseminarea primelor rezultate;
- Familiarizarea studenților din zona arhitectură/design cu conceptele de fotogrammetrie digitală;
- Atragerea unor studenți în dezvoltarea unor proiecte conexe;
- Stimularea creativității grupurilor de studenți în vederea stabilirii unor noi soluții originale.



Masa rotundă de la Facultatea de Arhitectură și Urbanism a UPT

Toate aceste obiective au fost atinse, concluziile și rezultatele acestei colaborări urmând a fi

prezentate în etapele următoare.

Dintre lucrările științifice realizate în această perioadă amintim:

1. Frigură-Iliasa Flaviu Mihai, Simo Attila, Andea Petru, *Sistem de supraveghere 3D bazat pe elemente 2D (3D Recognition System Based on 2D Elements)*
2. Simo Attila, Frigură-Iliasa Flaviu Mihai, Andea Petru, *Managementul inteligent al utilităților pentru orașele inteligente (Smart Utilities Management for Smart Cities)*

Ambele lucrări au fost susținute și publicate în cadrul CONFERINȚEI ȘTIINȚIFICE DE TOAMNĂ a AOȘR, 2024, IAȘI, 23-24 septembrie 2024, având Tema: ROLUL INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN DEZVOLTAREA DURABILĂ A ROMÂNIEI

3. Simo Attila, Anghel Andreea Anamaria, Frigură-Iliasa Flaviu Mihai, Dogaru Elvis Alexandru, *Urban Regeneration of Universal Expos' Ex-Sites. Case Study of Seville*

Trimisă spre publicare la revista MDPI Urban Sciences, ISSN: 2413-8851, IF 2.4, încadrată în Q2, aflată în curs de recenzie

3. Concluzii

În această etapă a proiectului s-au stabilit câteva forme concrete ale corpurilor de iluminat mimetice, în baza unor elemente peisagistice existente în natură (frunze, crengi, ciuperci, buturugi, etc.). S-a trecut la scanarea acestor elemente și la crearea unor modele 3D exportabile în diverse medii grafice.

Ulterior realizării acestor modele 3D virtuale s-au stabilit variante de prelucrare digitală a acestora, pentru a avea diferite suprafețe plane, de așezare, fixare, pentru golirea interiorului sau amplasarea unor lămpi sau tuburi optice, pentru a ajunge la fabricația digitală a cel puțin 3 tipuri de corpuri mimetice.

S-a reușit extinderea dimensiunii și impactului proiectului prin atragerea și altor cadre didactice sau studenți, mai ales din zona de design/arhitectură/urbanism a UPT.