

Programa școlară  
pentru disciplina

## **PROIECTARE ASISTATĂ DE COMPUTER**

Clasa a XII-a  
Curriculum de specialitate (CS)

pentru filiera vocațională, profilul artistic,  
specializările:  
Arhitectură, Arte ambientale și Design

- 2025 -

## NOTĂ DE PREZENTARE

„Fără computer, acest tip de arhitectură nu ar fi posibil. Tehnologia ne permite să explorăm forme și structuri pe care nu le-am fi putut visa niciodată înainte.”

*Frank Gehry, în interviul pentru emisiunea Charlie Rose, 1999*

### 1. Statutul disciplinei și timpul alocat

Disciplina *Proiectare asistată de computer* este o componentă esențială a curriculumului diferențiat pentru învățământul liceal, filiera vocațională, profilul artistic, specializarea *Arhitectură, Arte ambientale și Design*. Este prevăzută în planul-cadru cu un buget de timp de 1 oră/săptămână pe durata unui an școlar în clasa a XII-a. Aceasta este o disciplină cu un pronunțat caracter aplicativ și tehnologic, în care dobândirea competențelor se realizează prin activități practice de modelare digitală și proiectare asistată.

### 2. Ancora în profilul de formare și documente de politici educaționale

Programa se elaborează în concordanță cu:

- Legea învățământului preuniversitar nr. 198/2023, precum și actele normative subsecvente;
- Profilul absolventului învățământului preuniversitar (2023), contribuind la dezvoltarea competențelor-cheie:
  - Competența digitală;
  - Competența în domeniile științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii (STEM);
  - Competența de spirit antreprenorial;
  - Competența personală, socială, de a învăța pe tot parcursul vieții.
- Standardul ocupațional pentru certificatul de calificare nivel 4, asigurând o corelare directă cu cerințele practice ale domeniilor arhitectură, arte ambientale și design;
- Cadrul European al Calificărilor (EQF) și documente de orientare educațională europeană.

### 3. Rolul și finalitatea disciplinei în formarea elevilor

Disciplina contribuie la atributele prioritare ale absolventului: gândire critică și creatoare, autonomie și responsabilitate, prin exercițiul riguros al reprezentării spațiale.

### 4. Natura disciplinei – continuitate și specificitate

Disciplina reprezintă punctul de culminație al pregătirii tehnologice a elevilor, punând la dispoziție instrumentele digitale esențiale pentru proiectarea contemporană. Ea facilitează trecerea de la gândirea conceptuală abstractă la materializarea precisă și profesională a ideilor de proiect. Prin interconexiunea cu disciplinele de specialitate (*Atelier de specialitate, Prelucrarea computerizată a imaginii, Modelare-machetare*, etc.), asigură o abordare interdisciplinară a formei și spațiului.

### 5. Repere majore – relevanța și utilitatea

**Caracterul de disciplină esențială și de final de ciclu:** Proiectarea asistată de computer este capstone-ul pregătirii tehnologice la liceu, sintetizând cunoștințele acumulate în disciplinele de desen, studiu al formelor și modelare. Ea aduce valoare prin introducerea în instrumente și fluxuri de lucr moderne, fără de care practica profesională actuală este de neconceput.

**Specificitatea și interdisciplinaritatea:** Disciplina este profund interconectată cu celelalte discipline de specialitate, precum *Atelier de specialitate, Procesarea computerizată a imaginii și Modelare-machetare*. Abordarea integrată este încurajată, proiectele finale putând beneficia de o documentație completă, de la schițe manuale la modele 3D și planșe de execuție.

### 6. Tipul de programă și partajarea competențelor

Această programă este un curriculum de specialitate (CS), axat pe:

- Formarea de competențe avansate în utilizarea tehnologiilor CAD/BIM (Computer-Aided Design/Building Information Modeling) pentru proiectare, vizualizare și documentare în domeniile arhitecturii, artelor ambientale și designului;
- Dezvoltarea unor deprinderi precum gândirea algoritmică, precizia, capacitatea de abstractizare spațială și de lucru într-un mediu profesional digital;
- Înzestrarea absolvenților cu competențe tehnice esențiale pentru o integrare rapidă atât în mediul academic superior, cât și pe piața muncii.

## **7. Orientări pentru aplicarea programei**

**Elemente obligatorii:** Elemente obligatorii pentru profesor sunt Competențele generale și Competențele specifice. Acestea definesc așteptările minimale și trebuie să fie însușite de toți elevii la finalul anului școlar.

**Libertăți didactice:** Elemente cu caracter orientativ sunt exemplele de activități de învățare, conținuturile și sugestiile metodologice. Profesorul are libertatea și responsabilitatea de a alege software-ul specific (în funcție de resurse), de a adapta proiectele la interesul și nivelul clasei și de a selecta metodele de evaluare cele mai potrivite. Exemplele de activități de învățare au rol orientativ, nu prescriptiv, și oferă profesorilor repere privind modul în care pot organiza situații de învățare relevante pentru elevi.

**Sugestii metodologice:** Se recomandă o abordare centrată pe proiecte semnificative, care să simuleze sarcini reale de proiectare. Este important să se familiarizeze elevii atât cu conceptele de bază (2D), cât și cu cele avansate (3D, parametrică, BIM). Colaborarea și prezentarea rezultatelor într-un format profesionist trebuie încurajate de-a lungul întregului an.

## COMPETENȚE GENERALE (CG)

CG1	Înțelege tehnologiile de proiectare asistată de computer pentru a selecta cele mai potrivite abordări în dezvoltarea unui proiect
CG2	Aplică principii de modelare geometrică 2D/3D și de randare pentru a materializa idei creative într-un spațiu virtual, de la concept la prezentarea finală
CG3	Utilizează în mod competent softuri specializate de CAD/BIM pentru a crea documentații de calitate în arhitectură și design

## COMPETENȚE SPECIFICE (CS) ȘI EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

### **CG 1 - *Înțelege tehnologiile de proiectare asistată de computer pentru a selecta cele mai potrivite abordări în dezvoltarea unui proiect***

#### **CS 1.1. *Selectează tehnici de reprezentare adecvate în funcție de cerințele specifice ale exercițiului***

- *înțelegerea tehnicilor de reprezentare 2D (planuri) și 3D (modelare volumică) pentru un proiect, prin analiză critică a avantajelor și limitelor fiecărei metode în funcție de scopurile de prezentare, rezultând în alegerea justificată a tehnicii optime și realizarea unei planșe comparative;*
- *compararea eficienței instrumentelor de modelare directă (push-pull) față de cea a modelării parametrice pentru rapiditatea realizării schițelor volumice inițiale, prin aplicarea ambelor metode pe același concept de bază și măsurarea timpului și flexibilității, cu producerea unei scurte analize comparative;*
- *analiza critică a metodelor de randare (ex. wireframe, hidden line, realistă) pentru vizualizarea unui model 3D al unui obiect de design, prin testarea fiecărei tehnici în soft specializat și identificarea potrivirii lor pentru diferite etape ale proiectului.*

#### **CS 1.2. *Evaluează critic metodele analitice însușite pentru a le aplica în rezolvarea unor probleme specifice***

- *înțelegerea instrumentelor de analiză a umbrelor și iluminatului natural pentru un spațiu, prin simulări comparative în softuri de CAD randare, identificând soluțiile optime pentru economisirea energetică și confortul vizual, rezultând într-un raport tehnic;*
- *evaluarea critică a metodelor de calcul parametric (ex. Grasshopper) în proiectarea unei fațade adaptive, prin testarea mai multor algoritmi și compararea rezultatelor din punctul de vedere al eficienței, complexității și fezabilității;*
- *analiza critică a metodelor de modelare 3D (NURBS vs. mesh) pentru un volum, prin aplicarea lor asupra aceluiași concept și analizând avantajele și limitele fiecăreia în funcție de precizie, ușurință în editare și compatibilitate.*

### **CG 2 - *Aplică principii de modelare geometrică 2D/3D și de randare pentru a materializa idei creative într-un spațiu virtual, de la concept la prezentarea finală***

#### **CS 2.1. *Aplică metode specifice proiectării asistate de calculator pentru a dezvolta o lucrare de arhitectură sau design coerentă***

- *înțelegerea principiilor de proiectare asistată 2D pentru realizarea planurilor, secțiunilor și vederilor, folosind strata (layers), cotare și simbolistica standardizată, rezultând în setul complet de planșe;*
- *implementarea modelării 3D parametrice în conceperea unui volum arhitectural modular, prin definirea relațiilor dimensionale și a constrângerilor geometrice, cu generarea unui model virtual funcțional și a desenelor de execuție;*
- *aplicarea tehnicilor de randare și post-procesare pentru o imagine de arhitectură sau design, prin setarea materialelor, a surselor de lumină și a punctelor de vedere, urmată de ajustări de contrast și inserare de anturaj, cu obținerea unei vizualizări fotorealiste.*

#### **CS 2.2. *Integrează metode matematice în procesul de modelare asistată de calculator pentru a obține modele precise și funcționale***

- *înțelegerea reprezentării parametrice în designul unui volum, prin corelarea informațiilor geometrice, generând automat variante de amplasare și formă;*
- *implementarea geometriei descriptive în modelarea 3D a unui volum de arhitectură sau design, prin aplicarea unor ecuații matematice pentru generarea formei, verificând corectitudinea geometrică și ergonomia, cu obținerea unui model precis și a secțiunilor descriptive;*

- integrarea calculului fractal în generarea unui model, folosind un algoritm simplu (ex. triunghiul lui Sierpinski) într-un mediu parametric (ex. Grasshopper), pentru a obține o compoziție complexă și scalabilă, cu producerea modelului 3D și a desenelor de detaliu.

**CS 2.3. Deține dependența de a lucra în echipă în cadrul activităților de proiectare asistată de computer**

- integrarea modelelor individuale create de membrii echipei într-un proiect unificat de arhitectură sau design, prin utilizarea funcțiilor de referințe externe și a stratelor de lucru, identificarea și rezolvarea conflictelor geometrice, cu obținerea unui model coerent și a unui raport de integrare;
- realizarea unei prezentări tehnice complete a unui proiect de arhitectură sau design, prin împărțirea sarcinilor între membrii echipei, cu respectarea unui ghid de stil unitar și a termenelor stabilite, urmată de susținerea prezentării în format echipă;
- revizuirea colegială a modelelor CAD realizate, prin analiza critică folosind liste de verificare standardizate, oferirea de feedback constructiv și propunerea de îmbunătățiri, cu evidențierea celor mai bune practici identificate și a soluțiilor tehnice optimizate.

**CG 3 - Utilizează în mod competent softuri specializate de CAD/BIM pentru a crea documentații de calitate în arhitectură și design**

**Clasa a XII-a**

**CS 3.1. Utilizează softuri specializate de CAD pentru a genera modele de arhitectură sau design**

- înșelegerea softului de modelare 3D pentru proiectarea unui obiect de arhitectură sau design, de la schița conceptuală până la modelul finisat cu specificații de materiale, urmată de randare de calitate și post-procesare, cu obținerea unei imagini de prezentare;
- implementarea instrumentelor CAD 2D pentru realizarea în detaliu a unui plan de amenajare a unui spațiu, cu organizarea pe straturi a elementelor structurale, rezultând în planșe tehnice clare și standardizate;
- utilizarea modulelor de randare avansată pentru a vizualiza un obiect de arhitectură sau design în diferite condiții de lumină, prin setarea surselor artificiale și naturale, cu generarea unei serii de imagini.

**CS 3.2. Corelează mijloacele CAD și BIM pentru a dezvolta o înțelegere transdisciplinară în vederea integrării cunoștințelor în proiecte complexe**

- înțelegerea modelului CAD 3D cu platforma BIM pentru un obiect, prin importarea geometriei și completarea cu informații despre materiale, costuri și durabilitate, simulând o etapă de coordonare a proiectului, cu generarea unei liste de materiale și a unei prezentări integrative;
- explicarea modelului arhitectural BIM cu analiza de costuri estimative prin exportarea cantitativelor de materiale și preluarea acestora într-un tabel de calcul, simulând etapa de ofertare a unui proiect;
- corelarea instrumentelor CAD/BIM în proiectarea colaborativă a unui spațiu, prin împărțirea sarcinilor între elevi și integrarea modelelor individuale într-un proiect unificat, cu evidențierea și rezolvarea conflictelor.

## CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

### Clasa a XII-a

Domenii de conținut	Conținuturi
Arhitectura programelor CAD (Computer-Aided Design)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- istoricul tehnologiei CAD;</li> <li>- clasificarea softurilor CAD pe domenii de utilizare (arhitectură, inginerie, design);</li> <li>- conceptele de bază ale modelării geometrice 2D și 3D;</li> <li>- fundamentele BIM (model informațional vs. desen)</li> </ul>
Vectorizarea desenului și modelarea 3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interfața de lucru (bara de meniu, setări, instrumente de lucru);</li> <li>- obiecte organizate pe straturi (layere);</li> <li>- utilizarea concomitentă a planurilor de vedere și model 3D pentru modelarea proiectului;</li> <li>- generarea automată a desenelor 3D pornind de la modelul 2D;</li> <li>- vectorizarea pieselor desenate 2D ale construcțiilor (în cazul specializării Arhitectură) sau obiectelor cotidiene (în cazul specializării Design);</li> <li>- modelarea 3D a desenelor vectorizate</li> </ul>
Modelarea parametrică	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizarea programelor CAD pentru rezolvarea diferitelor probleme de umbrire;</li> <li>- modelarea parametrică în arhitectură și design folosind softuri sau extensii de softuri dedicate modelării parametrice;</li> <li>- crearea unui model simplu 3D folosind metode matematice de reprezentare a curbelor și suprafețelor (curbe spline, Bézier, B-spline și NURBS);</li> <li>- studiul fractalilor (ex. triunghiul lui Sierpinski) prin modelare parametrică și studiul fractalilor utilizate în arhitectură și design.</li> </ul>
Exporturi și randări	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exportarea fișierelor în diferite formate 2D sau 3D;</li> <li>- crearea texturilor fără cusături;</li> <li>- randări 2D și 3D: setarea culorilor și texturilor, ajustarea surselor de lumină, randarea imaginilor;</li> <li>- procesarea computerizată a randărilor: inserarea randării în ambient, completarea imaginii cu anturaj (vegetație, personaje, etc.), ajustarea culorii și contrastului, filtre, efecte speciale, etc.</li> </ul>

## SUGESTII METODOLOGICE

Sugestiile metodologice au rolul de a orienta cadrul didactic în aplicarea programei școlare pentru proiectarea și derularea la clasă a activităților de predare-învățare-evaluare, în concordanță cu specificul disciplinei *Proiectare asistată de computer*.

Programa școlară permite o abordare didactică flexibilă, adaptată particularităților de vârstă și intereselor elevilor din ciclul liceal și lasă libertatea cadrului didactic de a propune teme și subiecte dorite de către aceștia.

Disciplinele *Atelier de specialitate*, *Procesarea computerizată a imaginii*, *Proiectarea asistată de computer* și *Modelare-machetare* pot fi combinate sau grupate într-un atelier, astfel temele de specialitate, după caz, pot fi studiate interdisciplinar.

Lectura personalizată a programei școlare are scopul de a identifica modalitățile concrete de aplicare a programei școlare la un context educațional specific. În absența manualelor școlare, documentele de proiectare elaborate de către profesor (planificarea calendaristică și proiectul unității de învățare) oferă profesorului răspunsuri la următoarele întrebări:

- *Etapa 1:* Alegerea competențelor specifice
- *Etapa 2:* Selectarea conținuturilor și a temelor de lucru
- *Etapa 3:* Identificarea conceptelor cheie
- *Etapa 4:* Schițarea evaluărilor sumative
- *Etapa 5:* Elaborarea de performanță pentru competențe specifice
- *Etapa 6:* Formularea a 3-5 întrebări esențiale (necesare pentru direcționarea către înțelegerea conceptelor cheie; formulate pentru a provoca și a susține interesul elevului)
- *Etapa 7:* Crearea unor sugestii/mostre de planuri de lecții
- *Etapa 8:* Elaborarea / alegerea evaluărilor formative: Cum știm că elevii au învățat și mai ales cum au înțeles ei pe parcurs? Pentru a ne asigura, până a ajunge la evaluarea sumativă, că au avut șansa de a-și fi îmbunătățit învățarea și cunoștințele în urma feedback-ului primit de la profesor.

Acestea vor fi urmate de:

- *Etapa 9:* Construirea evaluării sumative - în detaliu, adaptată funcție de dinamica și nivelul clasei precum și a totalității cunoștințelor acoperite în unitatea de învățare pentru dobândirea competențelor.
- *Etapa 10:* Corectarea evaluărilor și Reflecția

Elaborarea strategiilor de predare – învățare – evaluare:

- *Intenție și sinteză:* Fiecare lecție conține o idee forță, un concept de bază.
- *Gândire laterală și îmbogățire:* Reluarea unui principiu care este privit din unghiuri diferite produce o conștientizare în profunzime în structura mentală a elevului.
- *Repetiție și preselecție:* În lecția următoare, ca demers logic, se face o recapitulare a celei precedente.
- *Aplicație practică și deschidere:* Orice teorie are elemente practice, direct aplicative.
- *Multidisciplinaritate și transversalitate:* Orice lecție, se recomandă, să facă trimiteri și la alte domenii.
- *Perseverență și problematizare:* Dacă examinarea nu atestă sedimentarea competenței urmărite se reia ciclul de învățare și din perspective diferite, până la aprofundarea competențelor.
- *Empatie și parteneriat:* Se reia demersul examinării cu cât mai puțină presiune pe elev, elevul fiind văzut ca un partener în tot acest proces.

Pentru studiile de caz de modelare parametrică, se vor analiza opere arhitecturale sau de design relevante pentru această tehnologie de proiectare, precum:

- arhitectura – opțiuni incluzive, precum (se vor prezenta exemple din listă, sau alte exemple relevante la alegerea profesorului):

- Opera din Guangzhou, China (arh. Zaha Hadid): forma sa este inspirată de pietrele de pe râul Pearl și a fost modelată parametric pentru a optimiza acustica, circulația și vizualul din fiecare punct al sălii;
- Guggenheim Museum Bilbao (arh. Frank Gehry): fiecare placă de titan a fost modelată și fabricată individual pe baza unui model digital;
- Apple Park, Cupertino (arh. Foster + Partners): în timp ce forma circulară este simplă, multe detalii, de la panourile de sticlă curbată la sistemele de umbrire, au fost optimizate parametric;
- World Trade Center Transportation Hub, New York (arh. ing. Santiago Calatrava): „oasele de porumbel” ale structurii sunt un exemplu magnific de cum o formă parametrică complexă poate deveni un punct de reper

➤ design – opțiuni incluzive, precum (se vor prezenta exemple din listă, sau alte exemple relevante la alegerea profesorului):

- Scaunul „Go” pentru Bernhardt Design (des. Ross Lovegrove): are o structură internă asemănătoare cu oasele, generată pentru a fi extrem de rezistentă și ușoară;
- Apă „Ty Nant” (des. Ross Lovegrove): sticla sa a fost modelată parametric pentru a imita forma unui picătură de apă și pentru a fi ergonomică.

Pentru studiile de caz de modelare parametrică a fractalilor se vor analiza opere arhitecturale sau de design relevante pentru această tehnologie de proiectare, precum (se vor prezenta exemple din listă, sau alte exemple relevante la alegerea profesorului):

- arhitectură: Turnul Canton, Guangzhou, China: Forma turnului este generată de un algoritm fractal cunoscut ca "tri-tree fractal". Acest design nu este doar estetic; optimizează stabilitatea structurală și reduce forțele vântului.
- planuri urbanistice: Kartal-Pendik Masterplan, Istanbul (arh. Zaha Hadid): La fel cum venele dintr-o frunză se ramifică de la nervura principală la cele mai mici capilare, sistemul de străzi și transport se ramifică de la bulevarde mari la străzi locale și alei. Această abordare „fractală” asigură o conectivitate și o eficiență mai bună a circulației.
- design de produs interior: faianța și covoarele islamice: Modelele repetitive și infinite din covoarele persane sau plăcile de faianță din Maroko și Iran.

Pentru experimentarea prin modelare parametrică se vor utiliza softuri de specialitate sau extensii de soft, dedicate modelării parametrice (ex. Grasshopper, sau alte asemenea).

În funcție de subiect, de unitatea de învățare sau de perioada din an (sărbători religioase, sărbători din folclor, zile din calendarul naturii, zile cu importanță pentru anul școlar etc.), pot fi organizate activități în afara școlii care susțin demersul didactic derulat la clasă, precum:

- vizite la Muzeul de Artă, la galerii de artă pentru vizionarea expozițiilor permanente sau pentru a participa la diferite ateliere;
- participarea la expoziții stradale;
- vizite la monumente de arhitectură și arheologie;
- participarea la ateliere tematice;
- organizarea de întâlniri cu arhitecți și designeri consacrați, oameni de cultură, specialiști în domeniu etc.;
- vizite la birouri de proiectare în domeniul arhitecturii și designului;
- vizite la situri arheologice, lucrări de restaurare a monumentelor și șantiere;
- participarea la festivaluri de arhitectură și arte plastice pe diferite teme;
- participarea la concursuri școlare sau la simpozioane pentru elevi;

Evaluarea reprezintă o componentă intrinsecă a predării și a învățării. Este recomandată cu prioritate abordarea modernă a evaluării ca activitate de învățare. Astfel, sunt potrivite metode precum: urmărirea progresului personal, observarea sistematică, autoevaluarea, interevaluarea, realizarea de proiecte care să valorifice achizițiile elevilor, dar să stimuleze în același timp dezvoltarea de valori și atitudini, în contexte firești, adaptate vârstei, construirea de portofolii sau mape de lucrări. Procesul de evaluare va pune, de asemenea, accent pe recunoașterea experiențelor de învățare și a competențelor achiziționate de către elevii în mediul nonformal sau informal. Se recomandă evaluarea lucrărilor pe

baza unor criterii specifice, cunoscute de către elevii sau pe baza unor grile de evaluare care urmăresc procese de realizare a unui produs final pe o perioadă mai mare de timp.

### Condiții recomandate pentru desfășurarea activității

Sala: Atelier – informatică.

Echipamente:

- punct de lucru pentru elev dotat cu calculator, și:
  - program de grafică 2D, cu capacitatea de a opera cu grafică rastel și grafică vectorială, inclusiv cu layere
  - program pentru modelarea volumelor arhitecturale și/sau a obiectelor cotidiene (precum produse de design), cu funcție de randare 2D și 3D
  - conexiune la internet
- tablă școlară
- videoproiector/ ecran, computer/ laptop
- surse de lumină studio pentru activități foto
- scanner format A4 sau A3
- acces la imagini și desene tehnice de arhitectură și design, acces la imagini de referință
- posibilitate de expunere a lucrărilor

### Echipamente necesare pentru desfășurare a activității

Aparat foto digital sau telefon mobil dotat cu cameră foto.

### Dicționar de termeni

*Grafică raster:* Format de imagine digitală constând dintr-o matrice (grilă) de pixeli (elemente picturale), unde fiecare pixel stochează informații despre culoare și luminanță. Reprezentarea se bazează pe valori numerice, iar calitatea imaginii este direct dependentă de rezoluție (numărul de pixeli pe unitate de lungime).

*Grafică vectorială:* Format de imagine digitală bazat pe instrucțiuni matematice (vectori, puncte, curbe și ecuații geometrice) care definesc forme, contururi și proprietăți ale elementelor grafice. Spre deosebire de grafica raster, redarea este independentă de rezoluție, permițând scalare infinită fără pierdere de calitate.

*Layer:* Element structural în editarea imaginilor digitale care permite suprapunerea și manipularea independentă a componentelor vizuale (imagini, text, forme, efecte). Fiecare strat funcționează ca o foie transparentă ce poate fi modificată, mascată sau reorganizată fără a afecta celelalte elemente ale compoziției.

*CAD (Computer-Aided Design):* Sistem informatic utilizat pentru proiectarea precisă a obiectelor sau structurilor prin modelare geometrică 2D/3D. El înlocuiește desenul tehnic manual, oferind **precizie matematică** în definirea formelor (prin coordonate, dimensiuni, constrângeri), **eficiență superioară** prin editare parametrică (modificări automate la întreg modelul după ajustarea unui parametru) și **capacități avansate** de modelare 2D și 3D, simulare și generare automată de piese desenate și liste de materiale.

*BIM (Building Information Modeling):* Un proces colaborativ bazat pe un **model digital inteligent 3D**, care integrează geometrie, date tehnice și atribute funcționale (cost, termene, durabilitate) ale unei construcții. El permite simulări, detectarea erorilor în faza virtuală și gestionarea informației de-a lungul întregului ciclu de viață al clădirii – de la proiectare și execuție la exploatare și demolare.

*Vectorizare:* Procesul de conversie a unui desen existent (de obicei o imagine **raster** sau o scanare, formată din pixeli) într-un format **vectorial** compus din entități geometrice precise (linii, arce, polilinii,

texte, etc.), definite matematic prin coordonate, puncte, raze și ecuații. Acest proces transformă reprezentarea grafică într-un set de obiecte editabile și scalabile la infinit fără pierdere de calitate, potrivite pentru manipulare într-un mediu CAD.

Reprezentare parametrică: Este o metodă matematică de a descrie o formă geometrică (o curbă, suprafață sau solid) folosind una sau mai multe variabile independente, numiți parametri, și un set de ecuații care definesc coordonatele punctelor respectivei forme în funcție de acești parametri.

Fractali: Fractalii sunt forme geometrice complexe și neregulate, care păstrează o structură asemănătoare (autosimilară) indiferent de scara la care sunt priviți. Asta înseamnă că dacă iei o mică parte a unui fractal și o mărești, ea va arăta foarte asemănător cu întregul.

Textură fără cusături: Imagini digitale (de obicei în format raster) proiectate astfel încât marginile lor să se potrivească perfect atunci când sunt repetate orizontal și vertical (tiling). Acestea creează iluzia unei suprafețe continue, fără rupturi vizibile, chiar și atunci când acoperă zone extinse.

Randare: Procesul informatic de generare a unei imagini 2D sau 3D dintr-un model digital prin calculul interacțiunilor dintre lumină, materiale, geometrie și efecte optice. Rezultatul este o reprezentare vizuală realistă sau stilizată a scenei.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

### A. Manuale și cărți

1. AutoCAD 2024 For Beginners – CADFolks – Editura Kishore – 2023
2. ArhiCAD - Getting Started Guide – Graphisoft SE – Editura Graphisoft – 2023
3. Allplan 2023 Basics: A practical introduction to 3D building design – Editura Nemetschek Allplan Systems GmbH, 2022
4. Rhino 7 Essentials – Center for Technical Knowledge – Editura Ascent – 2023
5. Grasshopper Primer – Mode Lab (Aleksandra Jaeschke, Dale Fugier, Brian James) – Editura Robert McNeel & Associates – 2017
6. Adobe Photoshop Classroom in a Book – Adobe Creative Team – Editura Adobe Press – 2022
7. Choma Joseph – Morphing: A Guide to Mathematical Transformations for Architects and Designers, Laurence King Publishing – 2015
8. Kothari D. P., et. al. – Mathematics for Computer Graphics and Game Programming, Mercury Learning and Information – 2017
9. Lastra Alberto – Parametric Geometry of Curves and Surfaces: Architectural Form-Finding, Birkhäuser - 2021
10. Shirley Peter, Marschner Steve – Fundamentals of Computer Graphics (Third Edition), CRC Press – 2009
11. Sintaxa imaginii – Donis A. Dondis – Editura Meridiane – 1994
12. Pixelgrafika építészeknek – Ruga Máté – Editura TERK Budapesta – 2020

### B. Surse online

1. SketchUp Campus (fostul LearnCampus): <https://learn.sketchup.com>
2. Blender Fundamentals: [https://docs.blender.org/manual/en/latest/getting\\_started](https://docs.blender.org/manual/en/latest/getting_started)
3. The evolution of the digital curve: from shipbuilding spline to the diffusion of NURBS subdivision surface and t-splines as tools in architectural design, Giuseppe Gallo, Fulvio Wirz: <https://www.giuseppegallosdesign.com/publications-talks/the-evolution-of-the-digital-curve-from-shipbuilding-spline-to-the-diffusion-of-nurbs-subdivision-surface-and-t-splines-as-tools-for-architectural-design>
4. Representation of Curves and Surfaces: <https://web.mit.edu/hyperbook/Patrikalakis-Maekawa-Cho/node3.html>
5. Splines in 5 minutes: Part 1 cubic curves: <https://www.youtube.com/watch?v=YM125iCCRew>
6. Splines in 5 Minutes: Part 2 Catmull-Rom and Natural Cubic Splines: <https://www.youtube.com/watch?v=DLsqkWW6Cag&t=11s>
7. Splines in 5 minutes: Part 3 -- B-splines and 2D: <https://www.youtube.com/watch?v=JwN43QAIF50>

## GRUP DE LUCRU

<b>Nume și prenume</b>	<b>Instituție de apartenență, localitate, județ</b>
Responsabil MEC Prof. BOBEICĂ LILIANA	Ministerul Educației și Cercetării
Responsabil CNCE Prof. PAULIUC LĂCRĂMIOARA-ANA	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare
Coordonator științific Conf. Univ. dr. Arh. UAR, OAR PAMFIL FRANCOISE	Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București Ordinul Arhitecților din România
Coordonator științific Arh. MICLĂUȘ MARIUS	Universitatea Politehnică din Timișoara, Facultatea de Arhitectură și Urbanism / Fundația Archaeus
Responsabil MEC Prof. BOBEICĂ LILIANA	Ministerul Educației și Cercetării
Membru Prof. BALAJTI ROBERT	Liceul de Arte Oradea
Membru Prof. RUDEI ALINA MIHAELA	Liceul Vocațional de Arte Plastice „Hans Mattis Teutsch”
Membru Conf. Univ. dr. VITCU ANCA GABRIELA	Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu” București