

Programa școlară  
pentru disciplina

GEOMETRIE DESCRIPTIVĂ ȘI PERSPECTIVĂ

Clasele a IX-a – a XII-a  
Curriculum de specialitate (CS)  
pentru filiera vocațională, profilul artistic, specializarea Arhitectură,  
Arte ambientale și Design

- 2025 -

## NOTĂ DE PREZENTARE

„Geometria descriptivă este limba universală a constructorului; prin proiecții ortogonale, ea descompune misterul formei în planuri și secțiuni, transformând abstractul în tangibil.”

Auguste Choisy - *Histoire de l'architecture*, 1899

Disciplina *Geometrie descriptivă și perspectivă* este o componentă esențială a curriculumului De specialitate 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 parcursul întregului ciclu liceal (la clasele a IX-a – a XII-a), ceea ce asigură o aprofundare progresivă a competențelor specifice.

Pentru această categorie de clase, conform planurilor-cadru pentru învățământul liceal, forma cu frecvență zi, aprobate ca anexe la OMEC nr. 4350/2025, studiul disciplinelor din domeniul Matematică are următoarea alocare orară săptămânală defalcată pe segmentul *trunchi comun* (TC), respectiv pe segmentul *curriculum de specialitate* (CS):

An de studiu	Clasa a IX-a		Clasa a X-a		Clasa a XI-a		Clasa a XII-a	
	TC	CS	TC	CS	TC	CS	TC	CS
Tip segment curricular								
Nr. săptămânal de ore pentru disciplina <i>Matematică</i> (cu programă aprobată ca Anexa nr. X.Z)	2	-	2	-	-	-	-	-
Nr. săptămânal de ore pentru disciplina <i>Geometrie descriptivă și perspectivă</i> (cu programă școlară aprobată în prezenta anexă)	-	1	-	1	-	1	-	1

Disciplina *Geometrie descriptivă și perspectivă* funcționează ca punte între raționamentul matematic și creativitatea arhitecturală, tratând geometria descriptivă ca metodă de rezolvare de probleme spațiale, nu ca simplă tehnică de desen. Elevii descompun forme reale în primitive, aleg sisteme de proiecție potrivite (ortogonală, axonometrică, perspectivă) și aplică transformări proiective pentru a obține soluții lizibile și fabricate. Desenul manual rămâne fundamental, iar modelarea digitală este folosită doar pentru a reproduce și verifica procedurile grafice, nu pentru a le substitui. Programa nu dublează Matematica prevăzută la TC și se corelează cu *Matematică aplicată în arhitectură* (MAA), accentul fiind pe proceduri constructive și reprezentare, iar în MAA pe modelare numerică, calcule și parametrici.

### Raportarea programei școlare la profilul de formare și documente de politici educaționale

Programa este elaborată în concordanță cu:

- *Legea învățământului preuniversitar* nr. 198/2023, precum și actele normative subsecvente.
- *Profilul absolventului învățământului preuniversitar* (OME nr. 6731/2023), contribuind – în principal – la dezvoltarea competențelor-cheie precum:
  - *competența matematică, în științe și tehnologie;*
  - *competența personală, socială și de a învăța să înveți;*
  - *competența în conștientizare și expresie culturală.*
- *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.

De asemenea, disciplina contribuie la dezvoltarea atributelor prioritare ale absolventului: gândire critică și creație, autonomie și responsabilitate, prin exercițiul riguros al reprezentării spațiale.

## Caracteristicile disciplinei – continuitate și specificitate

*Geometria descriptivă și perspectivă* constituie un element de noutate în ciclul liceal, pentru elevii care optează pentru specializare în domeniul arhitecturii, artelor ambientale și designului. Ea își are fundamentul în aria curriculară a disciplinelor artistice, dar introduce un limbaj grafic riguros, având la bază fundamente de geometrie necesare proiectării în cadrul specializării. Prin interconexiunea cu disciplinele de specialitate (Atelier de specialitate, Studiul formelor în desen, Studiul formelor în volum etc.), asigură o abordare interdisciplinară a formei și spațiului.

*Geometria descriptivă și perspectivă* ocupă un loc central în formarea în specialitate a elevilor, făcând legătura între gândirea matematică și exprimarea spațială specifică profesiilor vizuale și constructive. Prin conținuturile sale, disciplina oferă elevilor instrumentele prin care formele tridimensionale pot fi înțelese, analizate și transpuse riguros în reprezentări bidimensionale. Aceasta conferă geometriei descriptive un caracter dublu: rămâne ancorată în matematică, dar capătă relevanță directă în arhitectură, proiectare, design și modelare.

Disciplina reprezintă componenta matematică a procesului de învățare vizual-spațială. Ea pune la dispoziția elevilor un limbaj tehnic standardizat – proiecții, urme, sisteme de referință, secțiuni, intersecții, perspectivă – care permite descrierea precisă a obiectelor și relațiilor din spațiu. Într-o arhitectură curriculară în care alte discipline se concentrează pe desen expresiv, culoare, volum, machetare, istoria formelor sau simulare digitală, *Geometria descriptivă și perspectiva* oferă cadrul matematic prin care elevii înțeleg cum funcționează, în mod riguros, reprezentarea spațiului.

Relația dintre Geometria descriptivă și perspectivă (GDP) și Matematica aplicată în arhitectură (MAA) este una profund complementară. Dacă MAA dezvoltă modele matematice, proporții, vectori, transformări analitice și analize cantitative ale fenomenelor arhitecturale, GDP abordează aceleași idei prin mijloace grafice și constructive: proiecția unei forme, determinarea poziției unei drepte, transformarea unei configurații prin rabatare, rotație sau schimbare de plan. Cele două discipline construiesc împreună o dublă alfabetizare, analitică și grafică, prin care elevii învață nu doar să calculeze sau să descrie matematic un obiect, ci și să îl reprezinte, să îl manipuleze vizual și să îi înțeleagă structura internă. Această complementaritate elimină suprapunerile inutile și asigură o dezvoltare progresivă și echilibrată.

## Relația cu disciplinele artistice și tehnice ale specializării

Disciplina funcționează ca o punte între rigoarea matematică și expresivitatea vizuală. În timp ce discipline precum *Studiul formelor în desen, culoare sau volum* dezvoltă percepția, expresia și sensibilitatea plastică, iar *Prelucrarea computerizată a imaginii* sau *Proiectarea asistată de computer* se concentrează pe instrumente digitale, geometria descriptivă oferă fundamentul geometric și mecanismele constructive care permit ca orice volum, oricât de complex, să poată fi reprezentat în mod corect și verificabil. Nu este o disciplină de desen artistic, nu urmărește expresivitatea grafică și nu abordează estetica formei; ea asigură instrumentele prin care reprezentările devin exacte, coerente și standardizate, fiind indispensabilă pentru înțelegerea arhitecturii în mod structural, nu doar vizual.

## Logica internă a parcursului curricular pe cei patru ani

Structura programei este construită pe o progresie a învățării, în care fiecare an dezvoltă competențe tot mai avansate:

- *Clasa a IX-a* introduce limbajul grafic și tipurile de proiecții, oferind elevilor baza necesară pentru înțelegerea reprezentării spațiului. Accentul cade pe convenții, citirea cotelor, poziția elementelor și mecanismele esențiale ale proiecției.
- *Clasa a X-a* aduce în prim-plan procedurile constructive – schimbări de plan, rabateri, rotații – prin care elevii încep să determine mărimi reale, să obțină forme adevărate și să înțeleagă modul în care spațiul este manipulat grafic.
- *Clasa a XI-a* dezvoltă capacitatea de analiză spațială prin secțiuni complexe, intersecții între corpuri și reprezentarea volumelor arhitecturale. Aceasta este etapa în care elevii își formează gândirea spațială aplicată.
- *Clasa a XII-a* integrează toate competențele într-un registru avansat: perspective coerente, probleme compuse, analize grafice ale obiectelor arhitecturale reale. Elevul ajunge să utilizeze reprezentarea proiectivă ca instrument de raționament și decizie.

Progresia este construită intenționat, astfel încât să permită profesorului de matematică să predea disciplina fără a părăsi zona de confort a geometriei, dar să ofere elevilor instrumente relevante pentru toate celelalte discipline de profil.

## Rolul disciplinei în formarea gândirii spațiale

Geometria Descriptivă și Perspectiva cultivă o formă de gândire esențială în arhitectură: capacitatea de a vizualiza, transforma și reconstrui forme tridimensionale pornind din reprezentările lor bidimensionale. Această competență nu este doar tehnică, ci și cognitivă: elevul învață să își proiecteze mental obiectele, să anticipeze modificări, să controleze relațiile spațiale și să ia decizii informate pe baza unor reprezentări grafice corecte. În felul acesta, disciplina devine un mediu de dezvoltare intelectuală în sine, consolidând transferul între matematică și arhitectură, între analiză și proiectare.

## Repere majore – relevanță și utilitate

Parcursul acestei discipline de către elev este relevant și util în:

- *în formarea profesională*: dezvoltă capacitatea de a concepe, comunica și executa proiecte de arhitectură și design, prin metode standardizate de reprezentare (proiecții ortogonale, axonometrie, perspective);
- *în viața academică*: pregătește elevii pentru studii superioare în domenii tehnice și artistice (arhitectură, design);
- *în context civic și cultural*: învață citirea și interpretarea mediului construit, contribuind la formarea unui cetățean capabil să valorifice și să participe la transformarea spațiului public.

## Tipul de programă și partajarea competențelor

Această programă este o componentă de bază în curriculumul de specialitate (CS), având în vedere că asigură:

- *dobândirea unui limbaj grafic precis, capabil să transpună idei creative în reprezentări tehnice clare*;
- *aplicarea unor metode științifice (geometrice) în procesul de proiectare*;
- *dezvoltarea gândirii spațiale și a imaginației tehnice, esențiale în arhitectură și design*.

Structura competențelor generale ale disciplinei se bazează pe trei dimensiuni esențiale ale formării, care reflectă arhitectura internă a geometriei descriptive și proiective și susțin progresul cognitiv al elevilor. Prima dimensiune este aceea a *limbajului tehnic și a convențiilor grafice*, care constituie baza alfabetizării vizual-tehnice. Elevii învață să citească și să producă reprezentări corecte, standardizate, folosind reguli și coduri grafice specifice desenului proiectiv. Această componentă asigură fundamentul comunicării vizuale riguroase în arhitectură, design și inginerie.

A doua dimensiune este cea a *procedurilor și metodelor geometriei descriptive*, prin care elevii dobândesc capacitatea de a transpune formele tridimensionale în reprezentări bidimensionale exacte. Proiecțiile, secțiunile, rabaterile, rotațiile și celelalte operații specifice devin instrumente de raționament geometric aplicat. Ele permit nu doar reprezentarea corectă a obiectelor, ci și înțelegerea profundă a relațiilor spațiale și a mecanismelor prin care spațiul real este translat în spațiul grafic convențional.

A treia dimensiune este cea a *gândirii spațiale și a integrării reprezentărilor proiective în rezolvarea problemelor arhitecturale*. Dincolo de tehnică, geometria descriptivă devine un mediu formativ care dezvoltă imaginația spațială, capacitatea de vizualizare mentală și abilitatea de a utiliza reprezentările grafice ca suport pentru analiză, argumentare și decizie în contexte reale sau similare celor profesionale. Elevii sunt provocați să interpreteze situații arhitecturale, să analizeze forme complexe și să folosească instrumentele proiective pentru a propune soluții coerente.

Împreună, aceste trei dimensiuni creează un cadru coerent și progresiv al disciplinei, în care limbajul grafic, procedurile geometrice și gândirea spațială se susțin reciproc. Din această arhitectură conceptuală derivă în mod firesc competențele specifice și exemplele de activități de învățare, garantând relevanța formativă a disciplinei și integrarea ei autentică în formarea tehnică și vizual-spațială a elevilor.

## Orientări pentru aplicarea programei

Programa școlară este un ansamblu de elemente obligatorii și de decizie personală a cadrelor didactice, astfel:

- *elemente obligatorii*: competențele generale și specifice, respectiv domeniile de conținut și conținuturile;
- *libertăți didactice*: profesorul poate alege și adapta activitățile de învățare în baza exemplelor furnizate de programa școlară și în funcție de particularitățile elevilor și de resursele disponibile, având posibilitatea de a integra teme interdisciplinare și proiecte practice (de exemplu: vizite pe șantier, ateliere cu arhitecți);
- *sugestii metodologice*: secțiuni în care sunt cuprinse recomandări specifice, cu o orientare către o abordare centrată pe aplicații practice, combinând exercițiul tradițional cu instrumente digitale și explorări în mediul construit.

## COMPETENȚE GENERALE (CG)

<b>CG1</b>	<b>Utilizarea limbajului tehnic și a convențiilor grafice ale desenului proiectiv pentru reprezentări corecte standardizate</b>
<b>CG2</b>	<b>Aplicarea metodelor geometriei descriptive pentru transpunerea formelor tridimensionale în reprezentări bidimensionale corecte</b>
<b>CG3</b>	<b>Dezvoltarea gândirii spațiale prin rezolvarea problemelor arhitecturale cu ajutorul reprezentărilor proiective</b>

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

**CG 1 - Utilizarea limbajului tehnic și a convențiilor grafice ale desenului proiectiv pentru reprezentări corecte și standardizate**

<b>Clasa a IX-a</b>
<b>CS 1.1. Utilizarea convențiilor de desen tehnic pentru a reprezenta corect elemente geometrice în cadrul desenului proiectiv</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Identificarea și utilizarea corectă a tipurilor de linii (groasă, subțire, întreruptă, punct-linie) într-un desen simplu cu puncte, drepte și segmente</i></li> <li>- <i>Stabilirea scării potrivite (1:1, 1:2, 2:1 etc.) pentru o reprezentare geometrică și justificarea alegerii în funcție de dimensiunea reală</i></li> <li>- <i>Reprezentarea unui poligon regulat folosind corect cotele, liniile de ordine și notările standardizate</i></li> </ul>
<b>CS 1.2. Descrierea corectă a reprezentărilor realizate în proiecție centrală sau paralelă, prin raportare la terminologia specifică sistemelor de proiecție</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Identificarea termenilor „plan de proiecție”, „linie de referință”, „rază proiectantă” într-un exemplu dat de proiecție a unui punct sau a unei drepte</i></li> <li>- <i>Explicarea în cuvinte proprii a diferenței dintre proiecție centrală și paralelă pornind de la două imagini simple ale aceluiași obiect</i></li> <li>- <i>Etichetarea corectă a elementelor unei proiecții simple (punct de fugă, direcție de proiecție, proiecție pe PH sau PV)</i></li> </ul>

**CG 2 - Aplicarea metodelor geometriei descriptive pentru transpunerea formelor tridimensionale în reprezentări bidimensionale corecte**

<b>Clasa a IX-a</b>
<b>CS 2.1. Reprezentarea, în proiecție ortogonală, a punctelor, dreptelor și planelor, pentru a descrie matematic poziția acestora în spațiu</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Trasarea proiecțiilor unui punct pe două sau trei planuri perpendiculare și compararea poziției proiectate pentru deducerea poziției spațiale</i></li> <li>- <i>Construirea urmelor unei drepte pe planurile de proiecție și determinarea relației acestora cu planurile (paralelă, perpendiculară, oblică)</i></li> <li>- <i>Reprezentarea unui plan definit printr-o dreaptă și un punct și determinarea urmelor sale pe planurile de proiecție</i></li> </ul>
<b>CS 2.2. Utilizarea proiecțiilor centrale și paralele pentru transpunerea formelor geometrice elementare în plan</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Realizarea proiecției centrale a unei figuri plane simple și observarea modificării raporturilor în funcție de poziția centrului de proiecție</i></li> <li>- <i>Reprezentarea aceleiași figuri în proiecție paralelă oblică și ortogonală și compararea efectelor direcției razelor proiectante</i></li> <li>- <i>Analizarea diferențelor dintre două imagini proiectate ale aceleiași forme și argumentarea matematică a variațiilor determinate de tipul proiecției</i></li> </ul>

**CG 3 - Dezvoltarea gândirii spațiale prin rezolvarea problemelor arhitecturale cu ajutorul reprezentărilor proiective**

<b>Clasa a IX-a</b>
<b>CS 3.1. Identificarea relațiilor spațiale dintre puncte, drepte și plane pe baza analizării proiecțiilor acestora</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Analizarea proiecțiilor unei drepte pentru determinarea caracterului său față de un plan (paralelă, perpendiculară, oblică)</i></li> <li>- <i>Compararea proiecțiilor a două drepte pentru stabilirea pozițiilor relative (paralele, concurente, necoplanare)</i></li> <li>- <i>Interpretarea poziției unui punct față de un plan prin examinarea distanțelor proiecțiilor față de liniile de referință</i></li> </ul>
<b>CS 3.2. Utilizarea reprezentărilor proiective simple pentru vizualizarea relațiilor spațiale elementare din configurații geometrice de tip arhitectural</b>

**Clasa a IX-a**

- Reprezentarea unui paralelipiped în proiecție paralelă și identificarea muchiilor vizibile și ascunse în funcție de direcția razelor proiectante
- Compararea a două reprezentări proiective ale aceleiași configurații volumetrice și argumentarea coerenței dintre imaginea proiectată și structura spațială
- Transpunerea unei forme geometrice regulate din proiecție frontală în axonometrie izometrică pentru verificarea relațiilor spațiale dintre fețele și muchiile acesteia

**CLASA a IX-a****CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII****Clasa a IX-a**

Domenii de conținut	Conținuturi
<b>1. Elemente generale de geometrie descriptivă</b>	<p><b>1.1. Elemente de desen tehnic</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tipuri de scări de reprezentare a desenului (reală, de mărire, de micșorare) utilizate în desenul tehnic</li> <li>- tipuri de linii (denumire, aspect, utilizare) folosite în reprezentarea geometrică standardizată</li> <li>- formate normalizate (A0 - A5) utilizate în desenul tehnic</li> <li>- citirea cotelor și interpretarea dimensiunilor în funcție de scară</li> </ul> <p><b>1.2. Sisteme de proiecție</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- proiecția centrală (conică)</li> <li>- proiecția paralelă (cilindrică): oblică și ortogonală</li> <li>- sisteme de referință definite prin planuri perpendiculare între ele (orizontal, vertical, lateral)</li> </ul> <p><b>1.3. Transformări geometrice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- omologie (transformare proiectivă cu centru și axă)</li> <li>- omotetie (asemănare cu centru și factor de scalare)</li> <li>- afinitate (transformare ce conservă coliniaritatea și paralelismul)</li> <li>- congruență (transformări izometrice)</li> </ul> <p><b>1.4. Reprezentarea elementelor geometrice (punct, dreaptă, plan)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reprezentarea punctului: <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>proiecția punctului în sistemul de proiecție dublu ortogonal</i></li> <li>o <i>proiecția punctului în sistemul de proiecție triplu ortogonal</i></li> </ul> </li> <li>- reprezentarea drepte: <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>proiecțiile drepte pe planurile de proiecție</i></li> <li>o <i>urmele drepte pe planurile de proiecție</i></li> <li>o <i>poziții particulare ale drepte față de planurile de proiecție</i></li> <li>o <i>poziții relative ale două drepte: paralele, concurente, necoplanare</i></li> </ul> </li> <li>- reprezentarea planului: <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>urmele planului</i></li> <li>o <i>determinarea unui plan printr-o dreaptă și un punct/două drepte</i></li> <li>o <i>determinarea urmelor unui plan pe planurile de proiecție</i></li> <li>o <i>drepte particulare ale planului: drepte paralele cu un plan de proiecție - dreapta de nivel (orizontală), dreapta de front (frontală); linii de cea mai mare pantă față de planul orizontal/vertical</i></li> <li>o <i>pozițiile unui plan față de planurile de proiecție</i></li> <li>o <i>interpretarea teoremei celor trei perpendiculare și a reciprocelor acesteia din perspectiva proiecțiilor</i></li> </ul> </li> </ul> <p><b>1.5. Construcții geometrice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- construcția paralelelor</li> <li>- împărțirea unui segment de dreaptă în părți egale;</li> <li>- construcția mijlocului li mediatoarei unui segment de dreaptă</li> <li>- unghiuri și împărțirea unghiurilor</li> <li>- construcția bisectoarei unui unghi dat</li> </ul>

Domenii de conținut	Conținuturi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- determinarea centrului cercului, cunoscând un arc de cerc al acestuia</li> <li>- construcții de cercuri și a unor elemente conexe: <ul style="list-style-type: none"> <li>o cerc cu rază dată prin două puncte date</li> <li>o tangenta la un cerc într-un punct dat</li> <li>o tangente comune, exterioare și interioare) la două cercuri date</li> <li>o cerc circumscris unui triunghi/pătrat/dreptunghi/poligon regulat dat</li> <li>o cerc înscris într-un triunghi/poligon regulat dat</li> </ul> </li> </ul> <p><b>1.6. Reprezentări axonometrice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tipuri de axonometrii ortogonale și oblice (izometrică, dimetrică, anizometrică)</li> </ul> <p><b>1.7. Reprezentarea corpurilor geometrice regulate în triplă proiecție ortogonală și în axonometrie izometrică</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- poliedre regulate (cub, prismă, piramidă, tetraedru, trunchi de piramidă)</li> <li>- corpuri de rotație (cilindru, con, trunchi de con, sferă)</li> <li>- plan tangent la suprafețe conice, cilindrice și sferice</li> </ul> <p><b>1.8. Reprezentări și compoziții geometrice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reprezentarea poligoanelor regulate în proiecție triplă și axonometrie izometrică</li> <li>- reprezentarea poliedrelor regulate în proiecție triplă și axonometrie izometrică</li> <li>- construcția elipsei în axonometrie pornind de la cerc</li> <li>- reprezentarea corpurilor de rotație în proiecție triplă și axonometrie</li> <li>- compoziții din volume regulate (poliedre, corpuri de rotație)</li> <li>- secțiuni plane în solide regulate (poliedre, corpuri de rotație)</li> <li>- înscrierea formelor regulate în alte forme regulate</li> </ul> <p><b>Notă:</b>  <i>Domeniul asigură familiarizarea elevilor cu convențiile minimale ale desenului tehnic necesare lucrului geometric ulterior: tipuri de scări, tipuri de linii, formate standardizate și citirea cotelor. Conținuturile sunt tratate într-o manieră strict matematică, fără intrarea în tehnici de desen artistic, execuții elaborate sau standarde profesionale de proiectare. Accentul este pus pe înțelegerea proporțiilor, a codificării informației geometrice și pe utilizarea convențiilor elementare, suficiente pentru reprezentările ce vor urma în această disciplină.</i></p>
<p><b>2. Sisteme de proiecție (introducere în perspectivă)</b></p>	<p><b>2.1. Proiecția conică (perspectivă centrală)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- proiecția unui punct, a unei drepte și a unei forme geometrice elementare prin raze proiectante concurente într-un punct (centrul de proiecție)</li> <li>- caracteristicile proiecției centrale: raze proiectante divergente, punct de fugă, modificarea raporturilor</li> </ul> <p><b>2.2. Proiecția cilindrică (perspectivă paralelă)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- proiecția prin raze proiectante paralele</li> <li>- proiecția paralelă oblică</li> <li>- proiecția paralelă ortogonală</li> </ul> <p><b>2.3. Sisteme de referință</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sisteme de referință definite prin două sau trei planuri perpendiculare între ele</li> <li>- intersecția planurilor de proiecție și liniile lor de referință</li> <li>- orientarea punctelor și elementelor geometrice față de planurile de proiecție</li> </ul> <p><b>Notă:</b>  <i>Acest domeniu are ca scop introducerea conceptuală în principalele sisteme de proiecție folosite în geometrie și arhitectură — proiecția conică, proiecția cilindrică și raportarea elementelor la planuri de referință. Tratatul este una fundamentală, orientată pe idee geometrică, nu pe execuție grafică detaliată. Elevii lucrează cu exemple simple (punct, dreaptă, forme geometrice elementare), iar noțiunile de perspectivă sunt abordate în sens strict geometric, fără aplicarea tehnicilor de desen liber sau a procedurilor de randare spațială. Proiecțiile sunt utilizate ca suport pentru înțelegerea modului în care obiectele spațiale sunt transpuse în plan.</i></p>

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

**CG 1 - Utilizarea limbajului tehnic și a convențiilor grafice ale desenului proiectiv pentru reprezentări corecte și standardizate**

<b>Clasa a X-a</b>
<b>CS 1.1. Utilizarea convențiilor grafice în reprezentarea configurațiilor spațiale obținute prin schimbare de plan, rotație și rabatare</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Aplicarea tipurilor de linii (vizibile, ascunse, de construcție) în reprezentări rezultate din rotația sau rabatarea unui element geometric</i></li> <li>- <i>Marcarea coerentă a liniilor de referință și a pozițiilor reale determinate prin schimbarea planului de proiecție</i></li> <li>- <i>Notarea corectă a punctelor, urmelor și direcțiilor în configurații obținute prin metoda rabaterii</i></li> </ul>
<b>CS 1.2. Utilizarea terminologiei specifice perspectivelor cu unu și două puncte de fugă în reprezentarea volumelor regulate</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Identificarea și notarea corectă a punctelor de fugă, liniei orizontului și direcțiilor fugilor în reprezentarea unui volum regulat</i></li> <li>- <i>Marcarea liniilor proiectante, a direcțiilor paralele și a muchiilor vizibile/ascunse în perspectiva dependentă</i></li> <li>- <i>Utilizarea termenilor „direcție de fugă”, „verticală proiectată”, „linia solului” în explicarea construirii unei perspective</i></li> </ul>
<b>CS 1.3. Vizualizează volume spațiale simple pe baza reprezentărilor plane pentru a dezvolta înțelegerea spațială</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Reprezentarea volumelor neregulate simple în triplă proiecție ortogonală și axonometrie izometrică</i></li> <li>- <i>Jocul „Ghicește volumul” pentru volume neregulate, pe baza desenelor în dublă proiecție ortogonală, soluționat în triplă proiecție ortogonală și axonometrie izometrică</i></li> <li>- <i>Redarea în perspectivă la unu și două puncte de fugă a volumelor regulate pe baza desenelor în proiecție ortogonală</i></li> </ul>

**CG 2 - Aplicarea metodelor geometriei descriptive pentru transpunerea formelor tridimensionale în reprezentări bidimensionale corecte**

<b>Clasa a X-a</b>
<b>CS 2.1. Determinarea poziției reale a punctelor, dreptelor și planurilor prin utilizarea metodelor geometriei descriptive</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Aplicarea schimbării planului vertical sau orizontal de proiecție pentru determinarea poziției reale a unui punct sau a unei drepte.</i></li> <li>- <i>Utilizarea rotației de nivel sau de front pentru obținerea mărimii reale a unei figuri plane.</i></li> <li>- <i>Executarea rabaterii unui plan pe planul orizontal de proiecție și revenirea prin ridicarea rabaterii pentru verificarea coerenței reprezentării</i></li> </ul>
<b>CS 2.2. Reprezentarea formelor geometrice regulate și neregulate prin metode de perspectivă dependentă</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Construirea perspectivei la un punct de fugă pentru un corp geometric regulat utilizând direcțiile fugilor și poziția centrului de proiecție</i></li> <li>- <i>Trasarea perspectivei la două puncte de fugă pentru reprezentarea volumetrică a unui paralelipiped sau a unui ansamblu simplu de volume</i></li> <li>- <i>Compararea reprezentării unui volum în proiecție ortogonală și în perspectivă dependentă pentru observarea transformărilor vizuale ale muchiilor și fețelor</i></li> </ul>

## CG 3 - Dezvoltarea gândirii spațiale prin rezolvarea problemelor arhitecturale cu ajutorul reprezentărilor proiective

<b>Clasa a X-a</b>
<b>CS 3.1. Analizarea relațiilor spațiale în configurații tridimensionale utilizând schimbarea planurilor, rotația și rabatarea</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Determinarea poziției relative dintre două plane sau dintre o dreaptă și un plan prin aplicarea metodei de rotație sau a schimbării planului de proiecție</i></li> <li>- <i>Verificarea paralelismului sau perpendicularității dintre două drepte sau dintre o dreaptă și un plan utilizând proiecția după rabatare</i></li> <li>- <i>Compararea configurației spațiale inițiale cu reprezentarea obținută după rabatare sau rotație pentru validarea transformării</i></li> </ul>
<b>CS 3.2. Compararea reprezentărilor proiective pentru interpretarea coerentă a configurațiilor geometrice în perspectivă</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Compararea a două proiecții în perspectivă ale aceleiași configurații volumetrice și evidențierea diferențelor determinate de poziția punctelor de fugă</i></li> <li>- <i>Identificarea muchiilor vizibile și ascunse în două reprezentări proiective ale aceluiași volum în funcție de direcția razelor proiectante</i></li> <li>- <i>Transpunerea unei forme geometrice regulate din proiecție frontală în axonometrie izometrică și verificarea coerenței relațiilor spațiale dintre fețele proiectate</i></li> </ul>

### CLASA a X-a

## CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

### Clasa a X-a

Domenii de conținut	Conținuturi
<b>1. Metodele geometriei descriptive</b>	<p><b>1.1. Metode de determinare a poziției reale a elementelor geometrice:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- metoda schimbării planelor de proiecție, aplicată pentru un punct, o dreaptă sau un plan: <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>schimbarea planului vertical de proiecție</i></li> <li>o <i>schimbarea planului orizontal de proiecție</i></li> </ul> </li> <li>- metoda rotației, utilizată pentru determinarea poziției reale: <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>rotația în jurul planului orizontal (rotație de nivel)</i></li> <li>o <i>rotația în jurul planului vertical (rotație de front)</i></li> <li>o <i>determinarea mărimii adevărate a unei figuri plane prin rotație</i></li> </ul> </li> <li>- metoda rabaterii: <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>rabaterea pe planul orizontal de proiecție</i></li> <li>o <i>ridicarea rabaterii</i></li> </ul> </li> </ul> <p><b>1.2. Reprezentarea volumelor neregulate simple</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reprezentarea volumelor neregulate simple în triplă proiecție ortogonală</li> <li>- transpunerea volumelor neregulate simple în axonometrie izometrică</li> </ul> <p><b>Notă:</b>  <i>Acest domeniu aprofundează tehnicile geometriei descriptive utilizate pentru determinarea poziției reale a elementelor geometrice. Conținuturile sunt tratate riguros matematic, fără intrarea în tehnici de desen artistic. Se urmărește înțelegerea mecanismelor de schimbare a planurilor de proiecție, rotație și rabatare, și aplicarea lor în reprezentarea corectă a configurațiilor tridimensionale. Reprezentarea volumelor neregulate se limitează la transpunerea geometrică în proiecție ortogonală și axonometrie izometrică, fără solicitarea unor execuții grafice elaborate.</i></p>
<b>2. Metodele perspectivei</b>	<p><b>2.1. Perspectiva dependentă (mixtă) pentru volume geometrice regulate:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- perspectiva construită la un punct de fugă pentru: <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>corpuri geometrice regulate izolate (cub, prismă, piramidă, tetraedru, trunchi de piramidă; cilindru, con, trunchi de con, sferă)</i></li> <li>o <i>ansambluri alcătuite din volume regulate</i></li> </ul> </li> <li>- perspectiva construită la două puncte de fugă pentru:</li> </ul>

Domenii de conținut	Conținuturi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ corpuri geometrice regulate izolate</li> <li>○ ansambluri de corpuri regulate</li> </ul> <p><b>Notă:</b>  <i>Domeniul introduce perspectiva dependentă exclusiv din punct de vedere geometric, cu accent pe mecanismul razelor proiectante, al direcțiilor de fugă și al transformărilor liniilor și muchiilor. Reprezentările cu unu și două puncte de fugă vizează înțelegerea geometrică a proiecției, fără trimitere la desen artistic, lumină, texturi sau procedee de randare. Volumele utilizate sunt strict cele geometrice regulate sau ansambluri simple necesare exersării principiilor proiecției.</i></p>

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

**CG 1 - Utilizarea limbajului tehnic și a convențiilor grafice ale desenului proiectiv pentru reprezentări corecte și standardizate**

<b>Clasa a XI-a</b>
<b>CS 1.1. Aplicarea convențiilor grafice în reprezentarea secțiunilor poliedrelor și corpurilor de rotație</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Trasarea secțiunii plane a unui cub și notarea muchiilor vizibile și ascunse conform convențiilor grafice</i></li> <li>- <i>Reprezentarea intersecției unui con cu un plan și diferențierea grafică a curbilor aparente</i></li> <li>- <i>Marcarea umbrelor purtate în cazul intersecțării unui cilindru cu un poliedru prin utilizarea liniilor standardizate</i></li> </ul>
<b>CS 1.2. Utilizarea limbajului tehnic în descrierea operațiilor de roto-translație</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Redactarea succesiunii operațiilor geometrice implicate într-o rotație de nivel a unei suprafețe plane</i></li> <li>- <i>Notarea corectă a axelor și direcțiilor de translație într-o configurație de scară</i></li> <li>- <i>Utilizarea terminologiei „generatoare”, „axă de rotație”, „pas elicoidal” în reprezentarea unei scări elicoidale</i></li> </ul>
<b>CS 1.3. Utilizarea terminologiei specifice perspectivei centrale în construirea reprezentărilor proiective</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Identificarea și marcarea punctului de fugă într-o perspectivă centrală.</i></li> <li>- <i>Notarea razelor proiectante pentru un paralelipiped desenat în perspectivă la un punct de fugă.</i></li> <li>- <i>Redactarea unei descrieri tehnice privind diferențele dintre proiecția la un punct și la două puncte de fugă</i></li> </ul>

**CG 2 - Aplicarea metodelor geometriei descriptive pentru transpunerea formelor tridimensionale în reprezentări bidimensionale corecte**

<b>Clasa a XI-a</b>
<b>CS 2.1. Determinarea bidimensională a secțiunilor prin metode ale geometriei descriptive</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Determinarea secțiunii unui tetraedru printr-un plan oblic utilizând metoda urmelor</i></li> <li>- <i>Construirea secțiunii unui cilindru cu un plan oblic și identificarea tipului de curbă rezultată</i></li> <li>- <i>Determinarea conturului intersecției dintre o prismă și un cilindru prin proiecții succesive</i></li> </ul>
<b>CS 2.2. Aplicarea rotației și translației pentru generarea configurațiilor spațiale specifice scărilor și suprafețelor</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Aplicarea rotației de nivel pentru a determina mărimea reală a unei trepte într-o scară</i></li> <li>- <i>Translația verticală a unei trepte pentru determinarea proiecției complete a unei rampe</i></li> <li>- <i>Aplicarea unei roto-translații unei suprafețe plane pentru a obține dezvoltarea unei trepte elicoidale</i></li> </ul>
<b>CS 2.3. Construirea perspectivelor regulate ale volumelor simple în sisteme de proiecție centrală</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Construirea perspectivei la un punct de fugă a unui paralelipiped orientat frontal</i></li> <li>- <i>Determinarea poziției punctelor de fugă într-o perspectivă la două puncte pentru un cub rotit în plan</i></li> <li>- <i>Reprezentarea unui cilindru în perspectivă centrală prin proiecția generatoarelor acestuia</i></li> </ul>

**CG 3 - Dezvoltarea gândirii spațiale prin rezolvarea problemelor arhitecturale cu ajutorul reprezentărilor proiective**

<b>Clasa a XI-a</b>
<b>CS 3.1. Analizarea relațiilor spațiale prin interpretarea secțiunilor și intersecțiilor volumelor</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Compararea a două secțiuni diferite ale aceluiași poliedru pentru a identifica modificările raporturilor</i></li> <li>- <i>Analizarea conturului unei secțiuni oblice într-un trunchi de piramidă</i></li> <li>- <i>Investigarea relației dintre direcția planului secant și tipul curbei obținute într-un con</i></li> </ul>
<b>CS 3.2. Modelarea configurării spațiale a unei scări plane sau elicoidale prin roto-translație</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Determinarea traseului elicoidal al unei trepte prin succesiune de translații și rotații</i></li> <li>- <i>Verificarea coerenței spațiale între proiecțiile unei scări plane și modelul rezultat prin roto-translație</i></li> <li>- <i>Compararea configurațiilor generate prin roto-translație pentru diferite valori ale pasului elicoidal</i></li> </ul>
<b>CS 3.3. Compararea reprezentărilor proiective pentru evaluarea coerenței geometrice a volumelor arhitecturale simple</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Compararea unei perspective la un punct de fugă cu o axonometrie izometrică pentru același volum</i></li> <li>- <i>Analizarea diferențelor dintre două proiecții centrale ale aceluiași obiect cu poziții diferite ale tabloului</i></li> <li>- <i>Verificarea coerenței proiecției centrale prin compararea raporturilor păstrate sau deformată</i></li> </ul>

## CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

## Clasa a XI-a

Domenii de conținut	Conținuturi
<p><b>1. Geometrie descriptivă: secțiuni</b> (determinarea grafică a intersecției unui corp solid cu un plan)</p>	<p><b>1.1. Poliedre regulate:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Secțiuni plane în poliedre regulate</li> <li>- Intersecția unui poliedru regulat cu un plan, prin metoda trasării urmelor</li> <li>- Intersecții de poliedre regulate, incluzând construcția umbrelor purtate în proiecție paralelă</li> </ul> <p><b>1.2. Corpuri de rotație:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Secțiuni plane în corpuri de rotație</li> <li>- Intersecția unui corp de rotație cu o dreaptă (cilindru, con, trunchi de con, sferă)</li> <li>- Intersecția unui corp de rotație cu un plan, prin transformări auxiliare (rotație, schimbarea planului)</li> <li>- Intersecții corpuri de rotație cu poliedre cu trasarea umbrelor purtate</li> <li>- Intersecții între două corpuri de rotație, cu evidențierea umbrelor purtate</li> </ul> <p><b>Notă:</b> <i>Domeniul vizează utilizarea de algoritmi geometrici pentru a determina intersecții între volume prin proiecții ortogonale succesive. Umbrele purtate sunt tratate doar ca aplicații ale proiecției paralele.</i></p>
<p><b>2. Geometrie descriptivă: roto-translația</b></p>	<p><b>2.1. Modelare geometrică a configurației unei scări plane</b> (prin analiza proiecțiilor ortogonale și a relațiilor dintre trepte, rampe și planul de sprijin)</p> <p><b>2.2. Reprezentarea elementelor unei scări</b> (treaptă, contratreaptă, rampa) <b>în sistem triplu ortogonal și axonometrie izometrică</b></p> <p><b>2.3. Obținerea unei roto-translații</b> (prin aplicarea rotației și translației succesive unei suprafețe plane)</p> <p><b>2.4. Determinarea proiecției și axonometriei unei scări elicoidale</b> (prin utilizarea principiilor de roto-translație)</p> <p><b>Notă:</b> <i>Conținuturile sunt tratate matematic, prin transformări rigide și similare în spațiu; scara este un context geometric de aplicare, nu privită drept obiect arhitectural de proiectare.</i></p>
<p><b>3. Perspectivă: reprezentarea unor obiecte de arhitectură</b></p>	<p><b>3.1. Realizarea perspectivei unor volume arhitecturale simple prin metoda dependentă/mixtă:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perspectiva construită la un punct de fugă pentru volume simple (construcții arhitecturale simple: paralelipipedice sau cilindrice) prin utilizarea razelor proiectante și a planului tabloului</li> <li>- Perspectiva centrală construită la două puncte de fugă pentru volume simple (construcții arhitecturale simple: paralelipipedice, de explicat de ce nu cilindrice)</li> </ul> <p><b>Notă:</b> <i>Abordarea rămâne strict geometrică: raze proiectante, plan de proiecție, puncte de fugă, raporturi modificate și verificări geometrice ale consistenței. Se justifică matematic imposibilitatea utilizării a două puncte de fugă pentru forme cilindrice (generatoarele nu sunt paralele).</i></p>

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

**CG 1 - Utilizarea limbajului tehnic și a convențiilor grafice ale desenului proiectiv pentru reprezentări corecte și standardizate**

<b>Clasa a XII-a</b>
<b>CS 1.1. Aplicarea convențiilor grafice și a terminologiei specifice în reprezentarea configurațiilor volumetrice complexe (acoperișuri, intersecții, simetrii)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Notarea muchiilor vizibile, ascunse și a liniilor de intersecție în proiecția ortogonală a unui acoperiș în mai multe ape</i></li> <li>- <i>Utilizarea convențiilor pentru marcarea umbrelor proprii și purtate într-o configurație alcătuită din două corpuri</i></li> <li>- <i>Redactarea unei descrieri tehnice folosind termenii „pantă”, „coamă”, „plan secant”, „simetrie” pentru o reprezentare grafică dată</i></li> </ul>
<b>CS 1.2. Utilizarea terminologiei specifice perspectivei centrale în construirea și interpretarea perspectivelor complexe</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Notarea punctelor de fugă, a liniei orizontului și a razelor proiectante într-o perspectivă la un punct pentru un ansamblu volumetric</i></li> <li>- <i>Marcarea direcțiilor de fugă și a muchiilor principale într-o perspectivă la două puncte</i></li> <li>- <i>Redactarea unei explicații tehnice privind modul în care o configurație volumetrică este transpusă în perspectivă prin metoda dependentă/mixtă</i></li> </ul>

**CG 2 - Aplicarea metodelor geometriei descriptive pentru transpunerea formelor tridimensionale în reprezentări bidimensionale corecte**

<b>Clasa a XII-a</b>
<b>CS 2.1. Determinarea reprezentărilor bidimensionale ale configurațiilor complexe (acoperișuri, negativul corpurilor, ansambluri intersectate)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Trasarea în proiecție ortogonală a liniilor de intersecție ale suprafețelor unui acoperiș în trei ape cu pante date</i></li> <li>- <i>Determinarea formei rezultate prin extragerea unui volum („negativul”) dintr-un corp inițial, utilizând proiecții succesive</i></li> <li>- <i>Determinarea conturului secțiunii unui ansamblu de corpuri printr-un plan oblic</i></li> </ul>
<b>CS 2.2. Construirea perspectivelor centrale ale ansamblurilor volumetrice complexe la unul sau două puncte de fugă</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Construirea perspectivei la un punct pentru un ansamblu format din paralelipede și prisme</i></li> <li>- <i>Determinarea pozițiilor celor două puncte de fugă pentru un ansamblu paralelipedic și trasarea proiecției corespunzătoare</i></li> <li>- <i>Construirea unei perspective prin metoda mixtă pentru un volum compus din forme regulate și neregulate</i></li> </ul>

**CG 3 - Dezvoltarea gândirii spațiale prin rezolvarea problemelor arhitecturale cu ajutorul reprezentărilor proiective**

<b>Clasa a XII-a</b>
<b>CS 3.1. Analizarea relațiilor spațiale în configurații complexe prin interpretarea proiecțiilor ortogonale (acoperișuri, simetrii, intersecții)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Compararea pantelor a două versante ale acoperișului pe baza proiecțiilor lor în plan vertical</i></li> <li>- <i>Analizarea transformării volumului rezultat din simetria unui corp față de un plan vertical</i></li> <li>- <i>Verificarea coerenței geometrice a unei configurații formate din corpuri intersectate, prin analizarea proiecțiilor multiple</i></li> </ul>
<b>CS 3.2. Compararea perspectivelor centrale pentru evaluarea coerenței geometrice a unor ansambluri volumetrice</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Compararea unei perspective la un punct cu axonometria izometrică a aceluiași ansamblu pentru identificarea deformărilor specifice</i></li> <li>- <i>Evaluarea corectitudinii raporturilor unui volum prin analiza diferențelor dintre perspectiva la două puncte și proiecția frontală</i></li> </ul>

**Clasa a XII-a**

- Identificarea elementelor incoerente într-o perspectivă construită și justificarea corecțiilor necesare prin argument geometric

**CLASA a XII-a****CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII****Clasa a XII-a**

Domenii de conținut	Conținuturi
<b>1. Geometrie descriptivă: rezolvarea problemelor complexe</b>	<p><b>1.1. Determinarea geometrică a acoperișurilor în mai multe ape cu pante egale:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizarea proiecțiilor ortogonale (dublă sau triplă proiecție)</li> <li>- analiza direcțiilor de pantă și a liniilor de intersecție ale suprafețelor plane</li> </ul> <p><b>1.2. Probleme complexe de geometrie descriptivă, cu umbre proprii și umbre purtate:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- determinarea „negativului” unui volum ca diferență geometrică între două corpuri</li> <li>- determinarea imaginilor reflectate ale corpurilor geometrice prin simetrie față de una sau două plane</li> <li>- reprezentarea ansamblurilor formate din mai multe corpuri (poliedre regulate, corpuri de rotație, corpuri neregulate) în proiecții ortogonale, cu determinarea umbrelor proprii și purtate</li> <li>- determinarea secțiunii ansamblurilor de corpuri printr-un plan și reprezentarea configurației rezultate în proiecții ortogonale</li> </ul> <p><b>Notă:</b></p> <p><i>Domeniul tratează situații geometrice complexe în spațiu, prin algoritmi proiectivi, fără a solicita exerciții de proiectare arhitecturală. Conținuturile rămân strict în sfera geometriei: intersecții, simetrii, diferențe de volume, umbre ca aplicații ale proiecției paralele și centrale.</i></p>
<b>2. Perspectivă: exemple arhitecturale și de design reprezentative</b>	<p><b>2.1. Perspective de complexitate ridicată prin metoda dependentă/mixtă:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- construirea perspectivei centrale la un punct de fugă pentru ansambluri formate din volume regulate și neregulate</li> <li>- construirea perspectivei centrale la două puncte de fugă pentru ansambluri arhitecturale simple și compuse (exclusiv forme cu generatoare paralele, cum sunt paralelipipedele), cu explicarea matematică a faptului că suprafețele cilindrice nu pot fi tratate în două puncte de fugă deoarece generatoarele nu sunt toate paralele</li> </ul> <p><b>Notă:</b></p> <p><i>Perspectiva este tratată ca sistem geometric, pe baza razelor proiectante, a punctelor de fugă și a planului tabloului. Exemplele arhitecturale sunt utilizate exclusiv drept configurații volumetrice, nu pentru analiză estetică sau compozițională.</i></p>

## SUGESTII METODOLOGICE

Disciplina *Geometrie descriptivă și perspectivă* are două domenii majore care se dezvoltă coerent pe durata celor patru ani:

- (1) *Geometria descriptivă* – modul în care obiectele 3D sunt transpuse riguros pe plan
- (2) *Perspectiva* – modul în care obiectele 3D sunt vizualizate, interpretate și construite grafic în spațiul perceptiv

Aceste două direcții sunt abordate gradual și complementare:

<b>Clasa a IX-a</b> <b>Alfabetizare</b> <b>geometrică</b>	Fundamentarea limbajului, a proiecțiilor și a relațiilor spațiale elementare	<p>- <i>Geometria descriptivă</i> introduce baza absolut necesară: <i>punct–dreaptă–plan, proiecții ortogonale și paralele, axonometrie, transformări elementare</i></p> <p>- <i>Perspectiva</i> este doar prefigurată, prin înțelegerea mecanismelor proiecției centrale și paralele.</p> <p>- Accentul este pus pe <i>citirea și înțelegerea desenului geometric</i>, nu pe construcții arhitecturale</p> <p><i>Competențele specifice</i> pun accent pe <i>stăpânirea vocabularului tehnic, pe aplicarea regulilor proiecției și pe formarea primelor intuiții spațiale</i></p>
<b>Clasa a X-a</b> <b>Proceduri și operații</b>	Manipularea configurațiilor spațiale prin procedee riguroase	<p>- <i>Geometria descriptivă</i> trece la metodele de transformare a poziției unui obiect în raport cu planurile: <i>schimbarea planurilor, rotație, rabatere</i>; acestea nu sunt simple tehnici grafice, fiecare metodă implică o transformare geometrică controlată; se introduc <i>volum neregulate</i> și primele ansambluri spațiale</p> <p>- <i>Perspectiva</i> trece de la conceptual la construcție controlată: <i>un punct de fugă, două puncte de fugă, volume regulate</i></p> <p><i>Competențele specifice</i> pun accent pe <i>execuția procedurilor standard în mod riguros matematic, pe transpunerea unui obiect între sisteme de proiecție și pe înțelegerea coerenței dintre diverse reprezentări</i></p>
<b>Clasa a XI-a</b> <b>Interpretare spațială și generarea formelor</b>	Determinarea de secțiuni, intersecții, roto-translații, configurații spațiale reale	<p>- <i>Geometria descriptivă</i> atinge nucleul formativ: <i>secțiuni plane, intersecții solide–solide, umbre purtate, roto-translații, scări plane și elicoidale</i>; aceste teme dezvoltă gândire spațială aplicată, într-o expresie riguroasă a matematicii</p> <p>- <i>Perspectiva</i> trece din sfera geometriei pure spre forme arhitecturale reale</p> <p><i>Competențele specifice</i> pun accent pe <i>analizarea modificărilor unui obiect supus unei operații geometrice, pe anticiparea rezultatelor spațiale și verificarea lor prin proiecții și pe menținerea utilizării corecte a convențiilor grafice</i></p>
<b>Clasa a XII-a</b> <b>Sinteză, rezolvare de probleme și integrare arhitecturală</b>	Reprezentarea de compoziții complexe, ansambluri, negative, umbre, acoperișuri multiple	<p>- <i>Geometria descriptivă</i> devine un cadru de rezolvare a problemelor spațiale complexe: <i>acoperișuri în mai multe ape, ansambluri de corpuri, secțiuni în sisteme volumetrice, umbre proprii și purtate</i></p> <p>- <i>Perspectiva</i> se extinde către ansambluri arhitecturale reale, cu complexitate mare, cu două puncte de fugă și compoziție integrată</p> <p><i>Competențele specifice</i> pun accent pe <i>claritate și acuratețe în reprezentări la nivel de mini-proiect, pe integrarea tuturor operațiilor geometrice anterioare într-un demers coerent, precum și pe raționament spațial avansat prin perspective aplicate în arhitectură</i></p>

## Principii generale pentru proiectarea activităților de învățare

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 *Geometrie descriptivă și perspectivă*. 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.

Orele de *Geometrie descriptivă și perspectivă* bugetate în curriculumul de specialitate (CS) și orele de *Geometrie descriptivă și perspectivă*, opțional de aprofundare, bugetate în curriculumul la decizia elevului din oferta școlii (CDEOȘ) se vor organiza grupat, într-un singur atelier.

Lectura personalizată a programei școlare are scopul de a identifica modalitățile concrete de aplicare a programei școlare la un context educațional specific, reflectate în documentele de proiectare elaborate de către profesor (planificarea calendaristică și proiectul unității de învățare). Acestea orientează și asigură conformitatea demersului didactic, prin raportare la strategiile de predare – învățare – evaluare care trebuie să acopere:

- *intenție și sinteză*: fiecare activitate conține o idee forță, un concept de bază;
- *gândire laterală*: încurajarea diferențelor de perspectivă produce o conștientizare în profunzime în structura mentală a elevului;
- *repetiție*: atenție asupra ancorelor în învățare, ca demers logic, de relaționare a etapelor de proces, în baza recapitulărilor;
- *legătura cu practica*: orice teorie are elemente practice, direct aplicative, acestea dau sens învățării;
- *multidisciplinaritate și transversalitate*: plus-valoare prin conexiuni și trimiteri la alte domenii;
- *recurență*: reluarea ciclului de învățare, până la aprofundarea competențelor;
- *evaluare și feedback*: accent pe evaluarea progresului în învățare.

În acord cu specificul disciplinei și al specializării, în funcție 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, în scop formativ. 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 de desfășurare a activităților

### Sală:

- atelier sau sală de clasă, iluminare naturală adecvată.

### Echipamente:

- masă de desen sau bancă de elev dotată cu planșetă de lucru 50x70 cm
- tablă școlară/tablă interactivă
- trusă geometrie pentru tablă școlară
- videoproiector/ecran, computer/laptop
- spațiu pentru depozitarea/arhivarea desenelor
- acces la modele geometrice și modele arhitecturale (sau de design) simple
- acces la imagini și desene tehnice de arhitectură și design, acces la imagini de referință
- posibilitate de expunere a lucrărilor

### Materiale utilizate pentru desen manual

- hârtie albă format A3, 50x70 cm, adeziv pentru fixarea hârtiei
- instrumente utilizate pentru desen: teu, echer 30°/60°, echer 45°, compas, creion mecanic, creioane grafit de diferite tării, creioane colorate, gumă de șters

## Clarificări asupra sensului matematic al conceptelor și relația acestora cu arhitectura

În această secțiune sunt incluse repere conceptuale și interpretative pentru înțelegerea și predarea conținuturilor specifice geometriei într-un context arhitectural, având în vedere că fiecare concept abordat în cadrul disciplinei *Geometrie descriptivă și perspectivă* comportă o dublă dimensiune: una matematică, ce asigură rigoarea raționamentului, și una tehnică, care asigură relația geometriei cu domeniul arhitecturii.

Conceptele și principiile matematice de bază includ:

- *metode de proiecție*: Gaspard Monge a creat sistemul de proiecție ortogonală dublă, care utilizează două plane perpendiculare primare (orizontal și vertical)
- *sisteme de coordonate*: funcționează într-un spațiu geometric definit, utilizând concepte abstracte de spațiu 3D (puncte, linii, plane etc.) care au o corespondență în sisteme de coordonate 2D prin proiecție
- *proprietăți și relații geometrice*: matematica de bază implică definirea și manipularea precisă a proprietăților geometrice, cum ar fi lungimea reală a liniilor, forma reală a planurilor și unghiurile dintre elementele geometrice; acest lucru permite măsurarea și analiza configurațiilor spațiale
- *transformări*: operațiile-cheie implică metode caracteristice (de exemplu, rotația obiectelor sau a planurilor de proiecție) pentru a obține vederi specifice, cum ar fi *lungimea reală a unei linii*; acestea se bazează pe principiile transformărilor geometrice
- *raționament axiomatic*: geometria descriptivă este o ramură a geometriei care folosește raționamentul logic riguros pentru a-și justifica procedurile

## Elemente matematice esențiale în geometria descriptivă

### 1. Punctul

- element geometric fundamental, reprezentat prin proiecțiile sale pe două plane principale:
  - *planul orizontal* (PO) → proiecția punctului A: A'
  - *planul vertical* (PV) → proiecția punctului A: A''
- proiecțiile sunt legate prin *linia de pământ* (LP), înțeleasă ca intersecția dintre planele PO și PV

### 2. Dreapta

- o dreaptă în spațiu este definită prin:
  - două puncte necoliniare
  - un punct și o direcție
- în proiecții:
  - dreapta are două urme:
    - *urma orizontală* (UO) – intersecția dreptei cu PO
    - *urma verticală* (UV) – intersecția cu PV

- se studiază:
  - poziția drepte față de plane (oblică, paralelă, perpendiculară)
  - adevărata mărime, prin rotații sau rabateri ale planului

### 3. Planul

- un plan se definește prin:
  - trei puncte necoliniare
  - o dreaptă și un punct exterior
  - două drepte secante/paralele
- în geometria descriptivă:
  - planul are *urme*:
    - *urma orizontală* ( $p_1$ ) – linia de intersecție cu PO
    - *urma verticală* ( $p_2$ ) – linia de intersecție cu PV
  - poziții importante:
    - *plan proiectant* (perpendicular pe unul din plane)
    - *plan orizontal/vertical*
    - *plan oblic*

### 4. Unghiuri și distanțe reale (adevărata mărime)

- dacă obiectul nu este paralel cu planul de proiecție, mărimile apar deformat
- se folosesc transformări precum:
  - *rotația* în jurul unei drepte
  - *rabatarea* planului
  - *schimbarea de plan*
- prin aceste metode se obțin/determină:
  - *adevărata lungime* a segmentelor
  - *adevăratur unghi* între drepte sau între o dreaptă și un plan (ca măsură)
  - *distanța reală* dintre două elemente spațiale

### 5. Transformări fundamentale

- *rotația* (în jurul axei) → pentru a aduce un element paralel cu un plan și a-i măsura lungimea reală
- *rabatarea* → „culcarea/repoziționarea” unui plan pentru a vedea obiectele în mărime reală
- *schimbarea de plan* → folosirea unui alt sistem de proiecție pentru simplificarea problemei
- *axoanți* (axe de coordonate) și *epura Monge* sunt reprezentările principale

### 6. Poziții relative între elemente

- *punct – dreaptă*:
  - apartenență (punct pe dreaptă)
  - distanța de la punct la dreaptă
- *dreaptă – dreaptă*:
  - intersecție
  - paralelism
  - perpendicularitate
  - panta drepte (în epura Monge)
- *dreaptă – plan*:
  - intersecție (într-un punct)
  - paralelism
  - perpendicularitate
- *plan – plan*:
  - intersecție (dreaptă)
  - paralelism
  - unghi diedru

## 7. Suprafețe

- cazuri simple de studiate:
  - plane
  - cilindrice
  - conice
  - sferice
- pentru fiecare se analizează (după caz):
  - generatoarele
  - secțiunile plane
  - umbrele, intersecțiile, dezvoltările

## Elemente matematice esențiale pentru perspectiva geometrică

Perspectiva geometrică se bazează pe un set de concepte matematice înrudite cu cele ale geometriei descriptive, dar cu funcții distincte. Dacă geometria descriptivă transpune riguros obiectele din spațiu pe plan prin proiecții ortogonale și paralele, perspectiva lucrează cu *proiecții centrale* (prin raze concurente într-un punct) și cu *proiecții paralele* (utilizate pentru randări intuitive).

Elementele fundamentale, suplimentare față de lista asociată geometriei descriptive, sunt:

### 1. Centrul de proiecție

- punct unic, interpretat drept poziția observatorului

### 2. Raza vizuală

- dreaptă ce unește punctul obiectului cu centrul de proiecție
- intersecția cu planul tabloului generează imaginea

### 3. Planul tabloului

- planul pe care se proiectează figura
- echivalent geometric al foii pe care se desenează
- este analog planului vertical în epura Monge, dar cu funcție diferită

### 4. Linia orizontului

- intersecția planului vizual orizontal cu planul tabloului
- locul punctelor de fugă ale oricăror direcții orizontale

### 5. Punctele de fugă

- imaginile punctelor „la infinit” ale unei familii de drepte paralele
- formal, intersecția direcției cu planul tabloului

### 6. Proiecția paralelă (pentru perspectivele axonometrice)

- transformare afină în care lungimile pe direcții neparalele cu planul sunt reduse prin factori de scalare specifici

## Clarificări asupra rolului fiecărui domeniu de conținut (exemplificare pentru clasa a IX-a)

### Domeniul 1 - Elemente generale de geometrie descriptivă

Domeniul se sprijină pe conținuturi pe care elevul le-a parcurs deja în clasele gimnaziale, dar care trebuie reconsolidate într-o formă aplicată:

- *geometria plană*: punct, dreaptă, semiplan, unghi, perpendiculare, paralele, bisectoare;
- *relații metrice*: distanțe, meditoare, construcția cercului, tangente;
- *elemente de reprezentare*: coordonate carteziane simple, identificarea pozițiilor relative;
- *proporții și scalare*: lucrul cu scări (reală, de mărire, de micșorare);
- *noțiuni intuitive de proiecție*: „vederi” din matematică sau din desen tehnic (fără formalizarea epurei).

Profesorul trebuie să plece de la aceste ancoră și să clarifice diferențele fundamentale: în GDP, reprezentarea nu este artistică, ci strict geometrică, rezultatul fiind consecința unei relații spațiale, nu a opțiunii grafice.

Domeniul introduce logica specifică geometriei descriptive:

- cele două planuri principale de proiecție (orizontal și vertical);
- proiecția ortogonală – ca operație geometrică;
- urmele drepte și planului – ca instrumente pentru identificarea poziției în spațiu;
- proiecția punctului, drepte și planului;
- transformări plane elementare (omologie, omotetie, afinitate, congruență), cu rol de relație între configurații;
- axonometrii ortogonale și oblice – ca forme de proiecție paralelă;
- principiul echivalenței între forma din spațiu și imaginea sa în epură.

Acest domeniu asigură relații între fundamentele conceptuale, astfel:

- față de matematică: transpune cunoștințele plane într-o logică spațială; introduce transformări riguroase, nu doar figurative;
- față de restul curriculumului de specialitate: oferă limbajul geometric necesar atelierului, studiului formelor, modelării și MAA;
- față de perspectivă: construită ca o extensie conceptuală naturală; elevul trebuie să înțeleagă mai întâi cum se proiectează ortogonal, apoi cum se proiectează central;
- față de disciplinele de specialitate ulterioare: devine instrumentul prin care se pot reprezenta scări, volume, secțiuni, acoperișuri etc.

Legătura cea mai importantă – elevul învață să gândească în paralel în două registre:

- spațiul tridimensional real
- imaginea bidimensională necesară proiectării

## Recomandări pentru predare

a) *Se pornește de la spațiul real, nu de la desen*: profesorul trebuie să înceapă de la un obiect fizic (cub, prismă, cutie) sau un model digital simplu, apoi să întrebe cum ar arăta proiecțiile lui pe un plan.

b) *Construcțiile trebuie motivate geometric, nu mecanic*: elevul trebuie să înțeleagă de ce construim o paralelă sau o perpendiculară, nu doar cum.

c) *Introducerea epurei trebuie să fie graduală și vizuală*: reprezentarea dublă ( $A'$  și  $A''$ ) devine inteligibilă doar dacă este corelată cu modelul 3D, nu cu o schemă abstractă.

d) *Transformările (omotetie, omologie, afinitate)* – sunt tratate vizual-dinamic, cu reflecție asupra:

– ce se întâmplă cu o figură dacă schimbăm scara?

– cum se transformă direcțiile?

– ce înseamnă a conserva coliniaritatea?

e) *Axonometria trebuie introdusă intuitiv*: nu se cere ca elevii să cunoască formalismul factorilor de reducere, ci logica privind ce se întâmplă cu o latură înclinată față de planul de proiecție.

f) Nu se intră în tehnici profesionale (de tip CAD sau randare), nu se cer detalii de execuție specifice arhitecților.

## Recomandări de evaluare

Evaluarea trebuie să fie:

- tehnică (conformă cu regulile geometriei descriptive),
- predictibilă (criterii clare),
- non-artistică (nu se evaluează estetica desenului).

Ce se evaluează:

a) *Înțelegerea mecanismelor de proiecție*: corectitudinea poziționării proiecțiilor unui punct/drepte/plan; relația dintre proiecțiile verticale și orizontale.

b) *Corectitudinea transformărilor*: aplicarea omotetiei asupra unei figuri; recunoașterea modificării raporturilor în proiecția oblică.

c) *Utilizarea corectă a convențiilor*: tipuri de linii; scări și cotări corect transcrise.

d) *Capacitatea de reconstrucție*: deducerea poziției unui element în spațiu pornind de la proiecțiile sale.

e) *Elementele de raționament geometric*: justificarea unei construcții; explicarea diferenței între proiecție paralelă și centrală.

## **Domeniul 2 - Sisteme de proiecție (introducere în perspectivă)**

Pentru a înțelege proiecția centrală și paralelă, elevul trebuie să se sprijine pe câteva idei deja formate în matematica gimnazială:

- *reprezentarea punctului și a drepte*, inclusiv poziționarea relativă și intersecția;
- *geometria plană*: unghiuri, paralele, perpendiculare, segmente coliniare;
- *proporții și raporturi*, necesare în analiza modificărilor de lungime în proiecții;
- *transformări intuitive*: translație, rotație, scalare, deja întâlnite în alte contexte;
- *noțiunea de fascicul de drepte* (raze concurente într-un punct), utilă în proiecția centrală.

La acest nivel, elevul nu trebuie să cunoască noțiuni avansate de geometrie proiectivă. Tot ce este necesar este *intuiția geometriei vizuale*: felul în care un obiect se proiectează pe un plan în funcție de maniera în care „cade” lumina sau „privește” observatorul.

Domeniul introduce fundamentul matematic al reprezentării perspective – nu desenul liber, ci mecanismul geometric care produce imaginea.

a) *Proiecția centrală (conică)* - matematic, elevul descoperă faptul că:

- o familie de drepte paralele nu mai rămâne paralelă în imagine, ci converge într-un punct de fugă;
- lungimile se modifică în funcție de unghiul dintre dreaptă și planul de proiecție;
- raporturile nu se conservă în general, dar imaginea păstrează ordinea punctelor și aliniamentele;
- proiecția centrală este o transformare proiectivă: transferul unui punct  $P$  la intersecția razei  $[SP)$  cu planul tabloului, unde  $S$  este centrul de proiecție.

b) *Proiecția paralelă (cilindrică)* - elevul învață că această proiecție este o transformare afină, în care:

- direcțiile paralele sunt păstrate;
- raporturile pe direcții paralele se păstrează;
- lungimile se scurtează în funcție de unghiul direcției cu planul de proiecție;
- proiecția paralelă ortogonală este un caz special, analog „umbrei” unui obiect atunci când lumina vine perpendicular.

c) *Sisteme de referință* - se dezvoltă în mod natural ideea de:

- două sau trei planuri perpendiculare;
- intersecțiile lor ca linii de referință;
- rolul lor în stabilirea „poziției” imaginii proiectate;
- trecerea spre epura Monge din clasa a X-a, fără a o introduce explicit.

Domeniul reprezintă spațiul de învățare unde elevul înțelege pentru prima dată diferența esențială dintre a vedea și a reprezenta, rolul matematic al direcției într-o proiecție și modul în care se transformă formele atunci când trec din spațiu în plan.

*Legătura dintre matematică și GDP* este una naturală:

- proiecția centrală se sprijină pe ideea matematică de rază, unghi, intersecție;
- proiecția paralelă este o transformare liniară, element de matematică deja intuit din lucrul cu translații și scalări.

*Legătura cu arhitectura* devine vizibilă:

- elevul începe să vadă cum „funcționează” o imagine perspectivală;
- înțelege de ce mulți par să se întâlnească în depărtare;
- recunoaște legile geometrice ale imaginilor tehnice și artistice.

## Recomandări pentru predare

a) *Se pornește de la situații reale*: profesorul poate folosi fotografii cu străzi sau interioare pentru a arăta elevilor unde apar punctele de fugă, cum se modifică dimensiunile și cum sunt orientate muchiile; fotografia devine un exemplu matematic, nu artistic.

b) *Se introduce terminologia doar după stabilirea intuiției*: de exemplu, elevul trebuie să vadă mai întâi convergența direcțiilor înainte de a învăța termenul „punct de fugă”.

c) *Proiecția paralelă trebuie prezentată comparativ cu cea centrală*: comparația directă ajută elevul să înțeleagă ideea de deformare (ce rămâne paralel, ce se întâlnește „în depărtare”, ce se scurtează).

d) *Se evită construirea perspectivelor elaborate*: nu se cere redarea fidelă a unui spațiu complex, ci înțelegerea mecanismului geometric.

e) *Se utilizează instrumente simple*: riglă, echer, hârtie milimetrică.

## Recomandări de evaluare

Evaluarea în acest domeniu pune accentul pe matematică, nu pe expresie artistică. Astfel, se verifică:

a) *înțelegerea mecanismului proiecției centrale*: identificarea punctelor de fugă în imagini simple, recunoașterea direcțiilor care converg în perspectiva la un punct, interpretarea modificării raporturilor în proiecție.

b) *înțelegerea mecanismului proiecției paralele*: determinarea corectă a direcției de proiecție, identificarea elementelor care își păstrează paralelismul.

c) *interpretarea sistemelor de referință*: stabilirea poziției unui punct în raport cu planurile, recunoașterea planurilor dominante într-o reprezentare.

d) *justificarea geometrică*: în raport cu orice sarcină de evaluare, elevul trebuie să poată justifica de ce un segment se proiectează într-un anumit mod, ținând cont de direcția acestuia față de planul de proiecție.

## Utilizarea tehnologiei în predarea geometriei descriptive și a perspectivei

Integrarea tehnologiei în geometria descriptivă și perspectivă are ca scop principal sprijinirea vizualizării și clarificarea mecanismelor geometrice, nu înlocuirea desenului sau a raționamentului matematic. Profesorul de matematică poate utiliza instrumente digitale accesibile, intuitive și ușor de folosit, fără a necesita competențe avansate în software specializat de arhitectură.

*Rolul tehnologiei în învățare*. Tehnologia are trei funcții pedagogice principale în această disciplină:

- Clarificarea relațiilor spațiale (prin modele 3D simple, rotații digitale, suprapuneri de proiecții);
- Verificarea și validarea demersului geometric (elevul poate compara proiecția realizată manual cu un model digital);
- Dezvoltarea intuiției spațiale (prin manipularea obiectelor geometrice și observarea simultană a efectului asupra proiecțiilor).

*Instrumente accesibile și recomandate*. Profesorul poate utiliza aplicații gratuite sau integrate în mediile educaționale existente, cum ar fi: GeoGebra 3D, SketchUp Free (versiunea online), aplicații mobile/AR simple, modele fizice printate 3D sau piese modulare. Toate aceste instrumente sunt suplimentare, nu obligatorii. Ele nu substituie desenul geometric, ci permit profesorului să facă vizibile concepte dificil de intuit doar din epură.

## Recomandări pentru predare

a) Tehnologia trebuie utilizată selectiv, în momentele în care reprezentarea manuală este prea abstractă sau când elevii întâmpină dificultăți în a vizualiza o configurație;

b) Explorările digitale trebuie să fie urmate de întoarcerea la reprezentarea pe hârtie, unde elevul transpune în mod controlat ceea ce a observat;

c) Este utilă alternarea dintre: vizualizare 3D (observarea obiectului), epură (proiecțiile sale);

d) Discurs matematic (ce relații se păstrează, ce se deformează, ce este real și ce este doar proiectat).

## Recomandări pentru evaluare

Evaluarea în acest domeniu pune accentul pe înțelegerea mecanismelor geometrice, nu pe utilizarea tehnologiei în sine. Astfel, se verifică:

a) *înțelegerea mecanismului geometric al proiecției*: explicarea modului în care obiectele se proiectează pe plan, recunoașterea relației dintre direcția de proiecție și forma obținută, identificarea situațiilor în care reprezentarea se modifică în funcție de poziția elementelor în spațiu.

b) *capacitatea de a explica și justifica proiecția*: descrierea clară a pașilor efectuați în realizarea epurei, argumentarea geometrică a transformărilor, justificarea modului de proiectare a segmentelor, muchiilor și planurilor.

c) *corectitudinea reprezentării manuale*: redarea proporțiilor, plasarea corectă a punctelor și liniilor, respectarea convențiilor grafice specifice epurei.

d) *utilizarea tehnologiei în sprijinul verificării*, nu ca substitut al raționamentului geometric: elevul poate folosi instrumente digitale pentru verificarea corectitudinii configurației, însă evaluarea urmărește capacitatea de a realiza și interpreta reprezentarea fără dependență de software;

e) *analiza critică a reprezentărilor*: identificarea proiecțiilor greșite în modele digitale sau desenate, reinterpretarea unui model digital în epură, explicarea erorilor și corectarea lor.

## Beneficii pentru elevi

- crește capacitatea de orientare și vizualizare în spațiu;
- reduce anxietatea față de desen și geometrie;
- conectează conținuturile cu realitatea construcțiilor și a designului vizual;
- oferă oportunități pentru explorare independentă și în ritm propriu.

## Abordări diferențiate

Predarea geometriei descriptive și a perspectivei presupune lucrul simultan cu două dimensiuni ale gândirii elevului: rigoarea matematică și reprezentarea vizual-spațială. Clasele pot fi eterogene atât în ceea ce privește competențele matematice, cât și în ceea ce privește sensibilitatea vizuală sau capacitatea de abstractizare. Din acest motiv, programa oferă un cadru flexibil care permite adaptarea ritmului, a metodelor și a nivelului de complexitate, fără a pierde din vedere structura matematică a conținuturilor.

Profesorul poate adapta abordarea în funcție de profilul cognitiv al elevilor:

- *pentru elevii cu înclinație vizual-creativă*: se pot accentua activitățile care pornesc de la observație, schițare, analiză vizuală a formelor, identificarea proiecțiilor în fotografii, simulări simple cu obiecte reale sau modele digitale; rolul profesorului este să transforme intuiția vizuală în raționament geometric, conducând elevii către formularea regulilor;
- 
- *pentru elevii orientați spre matematică*: se poate insista asupra justificărilor teoretice, asupra mecanismelor transformărilor, relațiilor dintre proiecții, determinării adevăratei mărimi sau reconstrucției unei configurații 3D pornind de la epură; acești elevi pot fi provocați să verifice proprietăți, să compare metode (rotație versus rabatere) sau să investigheze simetrii și invariante;
- 
- *pentru toți elevii*: se recomandă activități de grup, lucrul în perechi, argumentare orală și colaborativă, explorări ghidate pe modele reale; reprezentarea devine astfel un proces partajat, în care elevii își explică unii altora pașii și raționamentele geometrice, reducând blocajele și facilitând trecerea de la intuiție la formalizare.

Flexibilitatea programei permite profesorului să ajusteze nivelul de abstracție, gradul de detaliu sau complexitatea desenelor în funcție de ritmul clasei, menținând însă centrul formativ: dezvoltarea gândirii spațiale prin raționament geometric și reprezentare riguroasă.

## Recomandări pentru adresabilitatea programei către elevii cu cerințe educaționale speciale (CES)

În predarea geometriei descriptive și a perspectivei, adaptarea pentru elevii cu CES presupune regândirea modului de acces la conținuturi, astfel încât fiecare elev să poată *înțelege relațiile spațiale* și să își poată exprima, în ritmul său, modul în care percepe formele și transformările. Accentul se mută de la acuratețe tehnică la proces, de la performanță la *progres individual*.

Profesorul are libertatea de a adapta:

- *volumul și complexitatea sarcinilor*: reducerea numărului de elemente într-o construcție, simplificarea figurilor, utilizarea unor exemple incrementale și evitarea detaliilor care nu sunt esențiale pentru înțelegerea mecanismului geometric;
- *modalitățile de prezentare*: folosirea explicațiilor pas cu pas, a corespondențelor culoare–direcție, a reperelor tactile (șabloane, modele fizice), a fișelor vizuale sau a aplicațiilor digitale care permit manipularea 3D intuitivă;
- *instrumentele de evaluare*: se poate apela la portofolii vizuale, explicații orale, prezentări cu sprijin grafic, discuții ghidate sau reconstrucția unor pași fără realizarea completă a desenului tehnic; evaluarea nu trebuie să penalizeze finețea grafică sau execuția liniară, ci să pună în valoare înțelegerea relațiilor spațiale.

Pentru mulți elevi cu CES, vizualizarea concretă este elementul-cheie. Tehnologiile simple - aplicații de vizualizare, animații, modele digitale manipulabile - pot constitui un sprijin major în construirea sensului geometric. Înțelegerea se dezvoltă prin acțiune: mutare, rotire, comparare, suprapunere.

Obiectivul central este creșterea încrederii în sine și a capacității de a observa, compara și descrie forme și proiecții, chiar dacă anumite construcții sunt simplificate sau asistate. În evaluarea elevilor cu CES se valorizează:

- progresul personal,
- implicarea în activitate,
- capacitatea de a explica în cuvinte proprii ceea ce se întâmplă într-o proiecție sau transformare.

## Dictionar de termeni-cheie și delimitări conceptuale

- *Desen proiectiv*: metodă de reprezentare grafică a obiectelor tridimensionale pe un plan bidimensional, utilizând principii din geometria proiectivă; acesta se bazează pe proiecții geometrice pentru a reda corect relațiile spațiale, formele și proporțiile obiectelor, respectând reguli matematice precise; definiția subliniază rigorile științifice ale reprezentării spațiale, distingându-l de desenul liber sau intuitiv; există două categorii principale de proiecții: proiecția centrală (perspectiva) și proiecția paralelă (de exemplu: ortogonală, axonometrică)
- *Geometrie descriptivă*: ramură a geometriei care studiază metode și tehnici de reprezentare precisă a obiectelor spațiale (tridimensionale) pe un plan bidimensional, cu scopul de a rezolva probleme legate de poziția, forma și măsurarea acestora în spațiu; aceasta se bazează pe proiecții ortogonale (perpendiculare) și pe reguli riguroase de transpunere a elementelor geometrice din 3D în 2D; în timp ce geometria proiectivă se concentrează pe proprietăți invariante sub transformări proiective (de exemplu, perspectiva), geometria descriptivă este orientată spre precizie metrică și rezolvarea numerică a problemelor spațiale
- *Perspectivă (proiecția centrală)*: metodă de reprezentare grafică a obiectelor tridimensionale pe un plan bidimensional, bazată pe principiile geometriei proiective; aceasta simulează percepția vizuală umană, redând adâncimea și distanța prin convergența liniilor paralele către unul sau mai multe puncte de fugă; proiecția centrală se caracterizează prin faptul că toate liniile de proiecție (razele vizuale) pornesc dintr-un punct unic (centrul de proiecție sau ochiul observatorului). În proiecția centrală, dimensiunile obiectelor scad proporțional cu distanța față de centrul de proiecție, pe când în proiecția paralelă (de exemplu, axonometrie) dimensiunile rămân constante; roiecția centrală nu păstrează paralelismul liniilor din spațiu (decât pentru cele paralele cu planul de proiecție).
- *Punct de fugă*: liniile paralele din spațiu converg către un punct pe linia orizontului (de exemplu, șinele de tren care par să se întâlnească la orizont); poate implica perspectivă cu 1, 2 sau 3 puncte de fugă, în funcție de orientarea obiectului față de planul de proiecție
- *Centru de proiecție*: punct din care se proiectează obiectul (analog cu poziția ochiului)
- *Plan de proiecție*: suprafața bidimensională pe care se realizează desenul (de exemplu, foaia de hârtie)
- *Linia orizontului*: linie orizontală care corespunde cu nivelul ochiului observatorului

- *Proiecție ortogonală (proiecție dreaptă)*: metodă de reprezentare grafică a obiectelor tridimensionale pe un plan bidimensional, în care liniile de proiecție sunt perpendiculare pe planul de proiecție; aceasta face parte din categoria proiecțiilor paralele și este fundamentală în geometria descriptivă și desenul tehnic, datorită preciziei sale în redarea dimensiunilor și unghiurilor; toate razele proiectante sunt paralele între ele și formează un unghi de  $90^\circ$  cu planul de proiecție; nu există distorsiuni de perspectivă (puncte de fugă), ceea ce permite măsurarea directă a lungimilor și unghiurilor pe axele alese; păstrează paralelismul, distanțele și unghiurile pe direcțiile paralele cu planul de proiecție; nu redă adâncimea vizuală (spre deosebire de proiecția centrală), dar permite reprezentarea exactă a formei și dimensiunilor
- *Proiecție axonometrică*: metodă de reprezentare grafică a obiectelor tridimensionale pe un plan bidimensional, aparținând categoriei proiecțiilor paralele; aceasta utilizează un sistem de axe înclinate față de planul de proiecție, redând într-o singură imagine cele trei dimensiuni (lungime, lățime, înălțime), cu o distorsiune controlată a unghiurilor și proporțiilor. Este frecvent utilizată în desenul tehnic și geometria descriptivă pentru vizualizări 3D intuitive; cele trei axe ( $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ ) sunt proiectate pe planul de desen cu unghiuri specific între ele. Păstrează paralelismul liniilor din spațiu; nu păstrează unghiurile și lungimile reale (cu excepția proiecției izometrice standard, unde scalarea este uniformă); redă volumul și orientarea obiectului într-un mod mai intuitiv decât proiecția ortogonală simplă; față de proiecția ortogonală, axonometrica combină mai multe fețe ale obiectului într-o singură reprezentare, în timp ce proiecția ortogonală utilizează vederea separată (frontală, laterală etc.); față de perspectiva centrală, nu are puncte de fugă, iar liniile paralele rămân paralele (datorită proiecției paralele); oferă o vizualizare echilibrată între precizie și claritate vizuală, fără distorsiuni extreme de perspectivă
- *Proiecție axonometrică izometrică (proiecție izometrică)*: tip special de proiecție axonometrică în care cele trei axe spațiale ( $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ ) formează unghiuri egale între ele ( $120^\circ$ ) pe planul de proiecție, iar scalarea pe fiecare axă este identică; aceasta permite reprezentarea obiectelor tridimensionale într-un mod echilibrat, păstrând proporțiile și facilitând măsurarea dimensiunilor; este una dintre cele mai utilizate metode în desenul tehnic pentru vizualizări 3D intuitive; față de proiecția dimetrică/trimetrică, în izometrică, toate axele au aceeași scalare și unghiuri egale, în timp ce în dimetrică/ trimetrică acestea diferă
- *Proiecție axonometrică dimetrică*: două axe au aceeași scalare și unghiuri diferite față de a treia
- *Proiecție axonometrică trimetrică*: toate axele au scalări și unghiuri diferite
- *Planul tabloului*: în cadrul proiecției centrale, se utilizează planul tabloului, înțeles drept planul geometric pe care se construiește imaginea proiectată; acest plan servește ca suport al perspectivei și determină poziția liniei orizontului și a punctelor de fugă.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

### A. Manuale și cărți

1. Admitere Arhitectura – Propuneri și Subiecte – Dragoș Ciolacu, Sorin Șerban – Editura Tehnopress Iași – 2012
2. Geometrie descriptivă – Gheorghe Țiclete, Dumitru Onose, Ileana Mihaela Crăciun, Ana-Cornelia Badea – Editura Matrix Rom București – 2014
3. Perspectivă, axonometrie și umbre – Gheorghe Țiclete, Dumitru Onose, Ileana Mihaela Crăciun – Editura Matrix Rom București – 2011
4. Geometrie descriptivă și desen tehnic – T. Ivănceanu, E. Sofronescu, V. Buzila – Editura didactică și pedagogică București – 1979
5. Desen tehnic – Manual pentru licee de specialitate și școli de maiștri – Editura didactică și pedagogică – București – 1973
6. Desfășurarea suprafețelor – Jean Moncea, Ileana Alămoreanu, Elisabeta Vasilescu, Doina Trandafir Constantinescu – Editura tehnică București – 1975
7. Curs de perspectivă – Aurelian Tănăsescu – Institutul de arhitectură „Ion Mincu” – București – Editura didactică și pedagogică București – 1963
8. Perspectivă, probleme – Aurelian Tănăsescu – Institutul de arhitectură „Ion Mincu” – București – Editura didactică și pedagogică București – 1971
9. Tehnica desenului perspectiv în construcții și arhitectură – Adrian Gheorghiu – Editura Tehnica București – 1963
10. Perspectiva – Horia Teodoru – Perspectiva – Editura de stat pentru literatură și artă - 1958
11. Perspektive – Gerhard Weiner – Fachbuchverlag Leipzig – 1955

*B. Reglementări tehnice*

1. Standard de stat STAS 2-75 – Desene tehnice – Scări
2. Standard de stat STAS 1434-83 – Desene tehnice de construcții – Linii, cotare, reprezentări convenționale, indicator

## GRUP DE LUCRU

Nume și prenume ... <sup>(13)</sup>	Funcție/Titlu științific ... <sup>(13)</sup>	Instituție de apartenență, localitate, județ ... <sup>(14)</sup>
BALAJTI ROBERT	Arhitect, Profesor de arhitectură asociat	Liceul de Arte, Oradea
DOBRICĂ-VĂSI LAVINIA-ELENA	Profesor de matematică, Grad didactic I	Colegiul Tehnic de Arhitectură și Lucrări Publice „I. N. Socolescu”, București
DRĂCEA VIORICA JENI	Profesor de matematică, Grad didactic I	Liceul de Artă „Gh. Tattarescu”, Focșani
ENACHE ANDREEA	Profesor de arhitectură, Grad didactic II	Colegiul Tehnic de Arhitectură și Lucrări Publice „I. N. Socolescu”, București
FĂGĂRĂȘANU CORNELIU	Arhitect, Șef catedră specializarea arhitectură, profesor de arhitectură, Definitivat	Liceul de Arte „Corneliu Baba”, Bistrița
IONESCU BOGDAN	Profesor de arhitectură, Grad didactic II	Colegiul Tehnic de Arhitectură și Lucrări Publice „I. N. Socolescu”, București
LEU ALEXANDRU	Profesor de arhitectură, Grad didactic II	Colegiul de Artă „Carmen Sylva”, Ploiești
POP BENOVSZKY ESZTER MAGDA	Arhitect, Profesor de arhitectură asociat	Liceul de Arte „Aurel Popp”, Satu Mare
RĂDUCAN EMILIA ȘTEFANIA	Profesor de matematică, Grad didactic I	Colegiul Național „Traian”, Drobeta Turnu Severin
SEVAN IOANA	Profesor de arhitectură, Definitivat	Colegiul de Artă „Ciprian Porumbescu”, Suceava
VITCU ANCA GABRIELA	Conf. univ./dr. matematică	Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București

## RESPONSABILI/COORDONATORI ȘTIINȚIFICI

Nume și prenume	Funcție/Titlu științific	Instituție de apartenență	Calitate
CRISTESCU BOGDAN	Director General	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	Coordonator GL
VRÎNCEANU GABRIEL	Șef Serviciu Dezvoltare Curriculum	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	Coordonator GL
STREINU-CERCEL GABRIELA	consilier	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	Coordonator GLC aria curriculară <i>Matematică și științe ale naturii</i>
NAGHI ELISABETA ANA	inspector	Ministerul Educației și Cercetării	Responsabil MEC
DAN STELUȚA	consilier	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	Responsabil SGLC_CS
PAULIUC LĂCRĂMIOARA-ANA	consilier	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	Responsabil SGLC_CS
VITCU ANCA GABRIELA	Conf. univ./dr.	Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București	Coordonator științific