

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Construcții
1.3 Departamentul	Structuri
1.4 Domeniul de studii	Inginerie civilă
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Inginerie Geotehnică
1.7 Forma de învățământ	IF - învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	17.00

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Metoda Elementelor Finite						
2.2 Aria de conținut	Inginerie civilă						
2.3 Responsabil de curs	Prof. Cosmin Chiorean, Prof. Mihai Nedelcu						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Șef Lucr. Horațiu Mociran, Asist. Vasile Chiorean						
2.5 Anul de studiu	1	2.6 Semestrul	1	2.7 Tipul de evaluare	E	2.8 Regimul disciplinei	DA/DI

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar / laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	4	din care: 3.5 curs	2	3.6 seminar / laborator	2
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					24
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					12
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					33
Tutoriat					-
Examinări					-
Alte activități					-
3.7 Total ore studiu individual	69				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Nu este cazul	
4.2 de competențe	Matematici speciale; Programarea calculatoarelor; Mecanica teoretică; Rezistența materialelor; Teoria elasticității.	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Nu este cazul
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Sali de laborator dotate cu sisteme de calcul și aplicații software (Aplicațiile GFAS și RSL2D, www.geostru.eu ; MatLab)

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>Înțelegerea principiilor Metodei Elementului Finit (MEF) și a aplicării sale în studiul comportării în domeniul elastic și postelastice pentru structuri formate din bare, plăci plane și structuri masive. Conceperea de aplicații software bazate pe MEF pentru analiza liniară/nelinară a structurilor din bare și plăci plane. Abilitatea de a crea modele numerice utilizând tehnica elementului finit pentru analiza statică și dinamică a masivelor 2D și 3D. Abilitatea de a interpreta rezultatele obținute cu ajutorul programelor de calcul în problemele de determinare a răspunsului dinamic și seismic a barajelor, stabilitate a barajelor de pământ, a taluzurilor și masivelor de pământ, interacțiunea sol structură.</p> <p>C2.3 Utilizarea metodelor de calcul specifice tipurilor de structuri și metodelor de dimensionare a elementelor componente ale unei construcții civile, industriale și agricole în scopul întocmirii documentației tehnice specifice.</p>
Competențe transversale	<p>Să aplice programele de calcul realizate individual la analiza structurilor din bare și plăci plane. Să înțeleagă termenii folosiți în majoritatea programelor de calcul. Cunoștințe legate de tehnici de implementare numerică a metodei elementului finit. Cunoștințe teoretice privind formulările matematice ale MEF. Prelucrarea și interpretarea rezultatelor furnizate de aplicațiile software. Utilizarea unor aplicații software specializate în ingineria geotehnică [11].</p> <p>CT2. Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă, pe diverse paliere ierarhice.</p>

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Înțelegerea și aplicarea Metodei Elementului Finit în analiza structurală și geotehnică.
7.2 Obiectivele specifice	Conceperea de aplicații software bazate pe MEF. Analiza structurilor complexe cu ajutorul programelor de calcul comerciale.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
<ol style="list-style-type: none"> Noțiuni generale. Metode de calcul al structurilor. Caracteristicile calculului structural liniar și neliniar. Conceptul MEF. Scurt istoric. Metode energetice în analiza structurală. Principiul Lucrului Mecanic Virtual aplicat la MEF. Formulări MEF în deplasări sau tensiuni. Algoritmul MEF în deplasări pentru calculul structural liniar. Tipuri de discretizare. Funcții de interpolare pentru elemente finite de tip bară. Determinarea matricei de rigiditate a EF în coordonate locale. Determinarea matricei de rigiditate și a vectorului încărcărilor la nivel de structură pentru grinzi cu zăbrele și cadre plane. Matricea de rotație, matricea de localizare, forțe echivalente în noduri. Analiza geometrică neliniară pentru o bară simplă. Probleme generale ale calculului structurilor geotehnice. Schematizări ale sistemelor structurale. Schematizarea comportării materialului; Schematizarea comportării structurii. Structuri speciale în ingineria geotehnică. Tipuri de calcul al structurilor. Neliniaritate fizică și geometrică. Analiza statică și dinamică neliniară. Forțe perturbatoare armonice, forțe tranzitorii, accelerograme. Factori determinanți în răspunsul neliniar al structurilor geotehnice. Ipoteze de calcul. Elemente finite bidimensionale pentru probleme de stare plană de tensiuni și deformări specifice. Vectori și matrice elementare. Elemente finite simple și de ordin superior; Elemente triunghiulare și patrulatere în stare plană de tensiune sau 	<p>Metode de predare</p> <p>Expunere teoretică: Demonstrații și argumentări la tablă, expuneri comentarii pe marginea materialelor în format electronic (slideuri, internet, video, etc).</p>	

<p>deformatie; Coordonate naturale; Coordonate globale; Puncte de integrare numerica Gauss; Transformari de coordonate; Integrarea numerica a elementelor matricei de rigiditate si a vectorului fortelor nodale; Calculul deformatiilor si al tensiunilor in punctele de integrare numerica; Evaluarea tensiunilor si deformatiilor in nodurile elementelor finite</p>		
<p>9-10. Modelarea matematica a comportarii elasto-plastice a pamintului. Analiza stabilitatii barajelor de pamint a taluzurilor si versantilor. Ecuatiile fundamentale ale mecanicii paminturilor cu comportare neliniara. Metode de calcul neliniar. procedee incremental-iterative; procedee iterative. Matrice de rigiditate tangenta; Matrice de rigiditate secanta. Forte reziduale; Neliniaritate fizica, zone plastice. Modele tipice de exprimare matematica a comportarii neliniare a pamintului: comportare elasto-plastica; comportare visco-plastica; Modele neliniare: Mohr-Coulomb, Drucker-Prager; Cam-Caly; Hoek-Brown. Determinarea capacitatii portante a terenului (bearing capacity analysis). Analiza stabilitatii taluzurilor si versantilor (Slope stability analysis). Determinarea coeficientului de siguranta pe baza analizei MEF</p>		
<p>11. Elemente de hidraulica subterana. Determinarea spectrului hidrodinamic; determinarea gradientilor hidraulici critici; Legea Darcy; Integrarea ecuatiei lui Laplace; Efectul actiunii apei de infiltratie. Modelul in element finit pentru determinarea spectrului hidrodinamic in cazul paminturilor anizotrope.</p>		
<p>12. Particularitati privind analiza stabilitatii barajelor de pamint a taluzurilor si versantilor supuse actiunii apei de infiltratie si actiunii seismice. Calculul presiunii apei din pori. Analiza taluzurilor submersate. Analiza taluzurilor in ipoteza Coborarii rapide a apei. Efectul actiunii seismice asupra stabilitatii taluzurilor. Evaluarea fortelor seismice; Estimarea coeficientului de siguranta in conditii de solicitare seismica. Determinarea raspunsului seismic local. Determinarea spectrelor seismice de raspuns.</p>		
<p>13. Interactiunea sol-structura. Cuplarea elementelor finite unidimensionale –bare- cu elemente finite bidimensionale aflate in stare plana de deformatie sau tensiune. Maparea elementului finit liniar (element de bara dublu articulata) in elementul finit in stare plana de deformatie. Matricea de rigiditate a elementului compozit. Integrarea elementelor finite de tip „beam-column” in reseaua de elemente finite in stare plana de deformatie. Asamblarea matricei de rigiditate globale a structurii. . Modelarea ancorajelor; Modelarea geogrilelor (geosinteticelor); Modelarea pilotilor.</p>		
<p>14. Aplicatii ale metodei elementelor finite la analiza starii de tensiune si deformatie in masive ca urmare a lucrarilor de interventie pentru combaterea si stabilizarea alunecarilor de teren. Monitorizarea starii de tensiune si deformatie in cazul <i>lucrarilor etapizate</i> si a <i>excavatiilor</i>. Determinarea coeficientului de siguranta in cazul interventiilor mecanice de stabilizare: Baraje de pamint, <i>Ziduri de sprijin</i>; <i>Sisteme si retele de piloti</i>; <i>Ancoraje</i>; Teserea pamintului (<i>soil nailing</i>). Determinarea eforturilor si monitorizarea cedarii (plastificarilor) elementelor uniaxiale (beam-column)</p>		
<p>Bibliografie</p> <ul style="list-style-type: none"> • AVRAM C., BOB C., FRIEDRICH R., STOIAN V., Structuri din beton armat – Metoda Elementelor Finite, Teoria Echivalențelor, Ed. Acad. RSR, 1984. • Bănuț V., Calculul neliniar al structurilor, Ed. Tehnică, București, 1981. • MARȚIAN I., Teoria elasticității și plasticității pentru constructori, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 1999. • PANTEL E., BIA C., Metode numerice in proiectare - Metoda Elementelor Finite - Litografia UTC-N, 1992. • BIA C., ILLE V., SOARE M.V., Rezistenta materialelor si Teoria elasticitatii, E.D.P. ,1983. • SMITH, I.M., GRIFFITHS, D.V., Programming the finite element method - John Wiley, 2004. • ZIENKIEWICZ, O.C., TAYLOR R.L., The finite element method: Ist Basis and Fundamentals - Butterworth-Heinemann, 2005. 		

<ul style="list-style-type: none">• CHIOREAN, C.G., <i>Aplicatii software pentru analiza neliniara a structurilor in cadre</i>, Ed. UTPRES, 2006.• CHIOREAN, C.G., www.cosminchiorean.com: <i>Metoda elementului finit. Note de curs online</i>.• CHIOREAN, C.G., www.cosminchiorean.com GFAS & RSL2D Manuale de utilizare, 2017. www.geostru.com		
8.2 Lucrări	Metode de predare	Observații
1. Introducere în limbajul de programare MATLAB (I).	Expunere, aplicații	Calculator, soft Matlab, GFAS, RSL2D video-proiector.
2. Introducere în limbajul de programare MATLAB (II).		
3. Programare aplicație 1: bară acționată axial.		
4. Programare aplicație 2: grindă cu zăbrele.		
5. Programare aplicație 3: cadre plane.		
6. Programare aplicație 4: cadre plane.		
7-8. <u>Aplicatia GFAS, Analiza stabilitatii barajelor de pamint a taluzurilor si versantilor</u> . Crearea modeului numeric pentru determinarea coeficientului de siguranta a taluzurilor tinind cont de efectul apei de infiltratie si a seismului.(Aplicatia GFAS)		
9-10. <u>Determinarea spectrului hidrodinamic in cazul unui masiv 2D</u> . Crearea modelului numeric pentru evaluarea presiunii apei din pori. Analiza taluzurilor submersate. Analiza barajelor in ipoteza coborarii rapide a apei. (Aplicatia GFAS).		
11-12 <u>Interactiunea sol structura</u> . Monitorizarea starii de tensiune si deformatie in cazul <i>lucrurilor etapizate</i> si a <i>excavatiilor</i> . (Aplicatia GFAS)		
13-14. <u>Determinarea raspunsului seismic local</u> . Spectre seismice de raspuns. Metoda elastic echivalenta, determinarea raspunsului dinamic al ansamblului „structura-teren” (Aplicatia GFAS si RSL2D).		
Bibliografie		
<ul style="list-style-type: none">• Nedelcu M., Mociran H., <i>Metoda Elementelor Finite – Îndrumător de laborator</i>, Ed. U.T.PRES, Cluj-Napoca, 2016.• Bia, C., Ille. V., Soare, M.V., <i>Rezistența materialelor și Teoria elasticității</i>, Edit. Didactica și Pedagogică, București 1983.• Marțian, I., <i>Teoria elasticității și plasticității pentru constructori</i>, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 1999.• CHIOREAN, C.G., www.cosminchiorean.com GFAS & RSL2D - Manuale de utilizare, 2017. www.geostru.com		

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Competențele achiziționate vor fi necesare angajaților care-și desfășoară activitatea în cadrul firmelor de proiectare.

10. Evaluare în regim normal (onsite)

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Prezentarea a 2 subiecte de teorie	Proba scrisă – durată evaluării 1 ora	40%
10.5 Lucrări	Adaptarea unei aplicații software pentru o nouă configurație a structurii. Prezentarea unui model de analiza în aplicațiile GFAS sau RSL2D.	Proba orală – durată evaluării 1 ora	50%
10.5 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"> • Prezentare corectă a fiecărui subiect de teorie în proporție de 50%, adaptare aplicație software respectiv crearea unui model de analiza în aplicațiile GFAS și RSL2D în proporție de 50% și predarea la termen a temelor de la lucrări. 			

11. Evaluare în regim online pe perioada stării de urgență/alertă

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Prezentarea a 2 subiecte de teorie	Evaluare orală	50%
11.5 Lucrări	Adaptarea unei aplicații software pentru o nouă configurație a structurii. Prezentarea unui model de analiza în aplicațiile GFAS sau RSL2D.	Evaluare orală	50%
11.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none">Prezentare corectă a fiecărui subiect de teorie în proporție de 50%, adaptare aplicație software respectiv crearea unui model de analiza în aplicațiile GFAS și RSL2D în proporție de 50% și predarea la termen a temelor de la lucrări. <i>Evaluarea teoretică se va face în sistemul online pe platformele specificate.</i>			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
15/06/2025	Curs	Prof.dr.ing. Cosmin G. Chiorean	
		Prof. dr ing Mihai Nedelcu	
	Laborator	Şef Lucr. Horațiu Mociran	
		Asist Vasile Chiorean	

Data avizării în Consiliul Departamentului 19/06/2025	Director Departament conf.dr.ing. Anca-Gabriela POPA
Data aprobării în Consiliul Facultății Construcții 25/06/2025	Decan prof.dr.ing Daniela MANEA