

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj Napoca
1.2 Facultatea	Constructii
1.3 Departamentul	Mecanica constructiilor
1.4 Domeniul de studii	Inginerie civila
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	CDB/inginer
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	2.0

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Analiza statica si dinamica neliniara a structurilor						
2.2 Titularul de curs	Prof.Dr.Ing. Cosmin-Gruia Chiorean-Cosmin.Chiorean@mecon.utcluj.ro						
2.3 Titularul activităților de laborator	Prof.Dr.Ing. Cosmin-Gruia Chiorean-Cosmin.Chiorean@mecon.utcluj.ro						
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	1	2.6 Tipul de evaluare	C	2.7 Regimul disciplinei	DA/DI

### 3. Timpul total estimate

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	din care:	3.2 Curs	1	3.3 Seminar	-	3.3 Laborator	1	3.3 Proiect	-
3.4 Număr de ore pe semestru	28	din care:	3.5 Curs	14	3.6 Seminar	-	3.6 Laborator	214	3.6 Proiect	-
Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										ore
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										24
(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren										15
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri										33
(d) Tutoriat										
(e) Examinări										
(f) Alte activități:										
3.7 Total ore studiu individual (suma (3.7(a)...3.7(f)))					72					
3.8 Total ore pe semestru (3.4+3.8)					100					
3.9 Numărul de credite					4					

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Statica construcțiilor; Dinamica si stabilitatea construcțiilor
4.2 de competențe	Cunoștințe teoretice privind formulările matematice si schematizarea structurilor;

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Nu este cazul
5.2. de desfășurare a laborator	Sali de laborator dotate cu sisteme de calcul si aplicațiile software (NEFCAD, ASEP, OpenSees, Abaqus) instalate.

### 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>Cunoștințe legate de tehnici de implementare numerică a programelor de analiză avansată a structurilor. Cunoștințe teoretice privind formulările matematice ale principalelor surse de neliniaritate întâlnite în comportarea statică și dinamică a structurilor. Prelucrarea și interpretarea rezultatelor furnizate de aplicațiile software. Utilizarea unor aplicații software specializate în inginerie structurală.</p> <p>-- Sa modeleze corect o structură în vederea utilizării unei metode aproximative de calcul neliniar;</p> <p>-- Sa înțeleagă termenii folosiți în majoritatea programelor de calcul;</p> <p>-- Sa interpreteze corect rezultatele în contextul modelului ales.</p> <p>-- Utilizarea programelor de calcul la analiză statică și dinamică neliniară a structurilor.</p> <p>-- Abilitatea de a crea modele numerice pentru analiză statică și dinamică neliniară a structurilor.</p> <p>-- Abilitatea de a interpreta rezultatele obținute cu ajutorul programelor de calcul în problemele de statică și dinamică neliniară cu aplicabilitate în analiză avansată a structurilor în cadre</p>
Competențe transversale	Conceperea, dezvoltarea unui model de calcul structural neliniar (geometric și material) static și dinamic.

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de competențe privind crearea și dezvoltarea unor modele de calcul static și dinamic neliniar al structurilor. Dezvoltarea unor modele de analiză și dimensionare avansată a elementelor de rezistență.
7.2 Obiectivele specifice	Asimilarea cunoștințelor teoretice și practice privind determinarea răspunsului static și dinamic neliniar al structurilor.

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
<p>Curs 1 – Probleme generale ale calculului structurilor de rezistență. Schematizări ale sistemelor structurale. Schematizarea comportării materialului; Schematizarea comportării structurii. Tipuri de calcul al structurilor. Surse de neliniaritate: Neliniaritate fizică și geometrică. Analiză statică și dinamică neliniară. Factori determinanți în răspunsul neliniar al cadrelor. Ipoteze de calcul [1-5,8,9].</p> <p><b>Curs 2 - <u>Calculul secțiunilor de beton armat și mixte otel-beton în domeniul elasto-plastic.</u></b> Curbe moment încovoietor-curbura. Curbe de interacțiune plastică. Relații constitutive <math>\sigma</math>-<math>\epsilon</math> neliniare pentru beton și oțel. Analiză M-N-<math>\Phi</math> a secțiunilor de formă oarecare. Formularea matematică a procedurii de trasare a curbelor moment-curbura parametrice în forța axială în cazul încovoierii oblice cu efort axial (solicitări monotone și ciclice). Efectul tensiunilor reziduale. Efectul curgerii lente.</p> <p>Curs 3 - Răspunsul dinamic neliniar al sistemelor cu număr finit de grade de libertate. Forțe perturbatoare armonice, forțe tranzitorii, accelerograme. Determinarea caracteristicilor inerțiale, de rigiditate și de amortizare ale schemei de calcul. Matrice inerțială, de rigiditate și de amortizare. Ecuația diferențială matriceală a mișcării. Răspunsul dinamic neliniar al sistemelor cu „n” grade de libertate produs de forțe perturbatoare oarecare</p>	<p>Expunere teoretică: Demonstrații și argumentări, expuneri comentarii pe marginea materialelor în format electronic (slide-uri, internet, video, etc).</p>	.

Curs 4 – Metode de analiza elasto-plastica a structurilor in cadre plane si spațiale. Plastificare concentrata: articulație plastica cu formare instantanee; articulație plastica cu formare graduala. Legea potențialului plastic. Plastificare distribuita: conceptul de zone plastice. Formularea metodei deplasărilor si a flexibilităților.		
Curs 5 – Calculul geometric neliniar. Efectul neliniarității geometrice locale. Funcții de stabilitate. Matricea de rigiditate a elementului de bara de cadru spațial in calculul de ordinul al II-lea, Efectul neliniarității geometrice globale.		
Curs 6 – Metode de determinare a soluției in calculul elasto-plastic de ordinul al II-lea. Metoda pașilor controlați de încărcări. Metoda Newton-Raphson		
Curs 7 - Aplicarea conceptului de analiza statica neliniara avansata (advanced analysis) la proiectarea structurilor in cadre. Stabilirea relațiilor între concepțiile actuale de proiectare structurala si analiza statica neliniara avansata a structurilor. Comparații între metodele de proiectare clasice si metoda de analiza avansata (advanced analysis method) [1-5, 10,17,18].		
<p>Bibliografie</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chiorean, C.G., Aplicatii software pentru analiza neliniara a structurilor in cadre, Ed. UTPRES, 2006.</li> <li>2. Chiorean, C.G., Calculul neliniar al structurilor. Partea I. Structuri plane, Ed. UTPRES, 2009.</li> <li>3. Chiorean, C.G., Computerised interaction diagrams and moment capacity contours for composite cross sections of arbitrary shapes, Elsevier Science Publisher, 2010.</li> <li>4. Chiorean, C.G., Second-order flexibility based model for nonlinear inelastic analysis of 3D semirigid steel frameworks, Engineering Structures, , Elsevier Science Publisher, 2017.</li> <li>5. Chiorean C.G., Marchis I.V., A second-order flexibility based model for steel-frames of tapered members, Journal of Constructional Steel Research, Elsevier, 2017.</li> <li>6. Alfano, G., Marmo, F., Rosati, L., An unconditionally convergent algorithm for the evaluation of the ultimate limit state of RC sections subject to axial force and biaxial bending, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 72(6), 924-963, 2007.</li> <li>7. Rosati, L., Marmo, F., Seroieri, R., Enhanced solution strategies for the ultimate strength analysis of composite steel-concrete sections subject to axial force and biaxial bending, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 197(9-12), 1033-1055, 2008.</li> <li>8. Avram, C, s.al., Structuri din beton armat-metoda elementelor finite, teoria echivalentelor, Ed. Academiei Romane, 1984.</li> <li>9. Barsan, G.M., Dinamica si stabilitatea constructiilor, Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1979.</li> <li>10. Li,G.Q., Li, J.J., Advanced analysis and design of steel frames, John Wiley &amp; Sons, 2007</li> <li>11. COOK, R.D., MALKUS, D.S., PLESHA, M.E., Concepts and applications of finite element analysis, John Wiley&amp;Sons, 1996.</li> <li>12. CHIOREAN, C.G., <a href="http://www.cosminchiorean.com">www.cosminchiorean.com</a> : Metoda elementului finit. Note de curs online. 2009.</li> <li>13. CHIOREAN, C.G., <a href="http://www.cosminchiorean.com">www.cosminchiorean.com</a> GFAS, NEFCAD, ASEP- Manuale de utilizare, 2009.</li> <li>14. GFAS, Geostru software, <a href="http://www.geostru.com">www.geostru.com</a></li> <li>15. ABAQUS, Dessault Systems, <a href="http://www.simulia.com">www.simulia.com</a></li> <li>16. OpenSees, <a href="https://opensees.berkeley.edu/">https://opensees.berkeley.edu/</a></li> <li>17. Eurocode 8, Design of structures for earthquake resistance, January, 2003, European Committee for Standardization, 2003.</li> <li>18. FEMA 356 — Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency, 2000.</li> </ol> <p>Reviste: Journal of Computers and Structures</p>		

Journal of Engineering Structures  
Journal of Constructional Steel Research  
International journal of Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering.  
Journal of Structural Engineering.

Structura de cercetare  
COMPUTATIONAL MODELING AND ADVANCED SIMULATION IN STRUCTURAL AND  
GEOTECHNICAL ENGINEERING <https://constructii.utcluj.ro/files/Departamente/Mecon/2019-2020/CMASSGE.pdf>

8.2 laborator	Metode de predare	Observații
<p>Lucrarea 1-2 <u>Analiza secțiunilor in domeniul elasto-plastic</u> . Crearea modelului numeric pentru trasarea curbelor de interacțiune plastica si moment-curbura a secțiunilor din beton armat, din oțel sau compozite oțel beton (<i>Aplicația ASEP, OpenSees</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Influenta tensiunilor reziduale si a relațiilor constitutive asupra răspunsului elasto-plastic a secțiunilor metalice, din beton-armat si compozite oțel-beton. Trasarea curbelor moment-încovoietor curbura.</li><li>- Trasarea curbelor de interacțiune plastica si moment încovoietor-curbura (monoton si ciclic) pentru o secțiune de beton armat si compozita oțel-beton de forma oarecare.</li></ul> <p>Dimensionarea automata a secțiunilor din beton armat si mixte oțel-beton.</p>	Expunere, aplicații	<p>Lucrările vor consta in crearea si rularea unor modele numerice asociate problemelor întâlnite în practica curenta de proiectare. Vor fi utilizate aplicațiile software :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. NEFCAD/ASEP(cos minchiorean.com);</li><li>2. ABAQUS/NONLIN EAR- (www.simulia.com. )</li><li>3. OpenSees</li><li>4. GFAS www.geostru.com.</li></ol>
Lucrarea 3-4: <u>Analiza avansata neliniara a structurilor in cadre</u> (elemente de tip bara, elemente de tip shell, elemente de tip brick). Crearea unor modele avansate si determinarea răspunsului static si dinamic neliniar a principalelor structuri de calibrare propuse in literatura de specialitate pentru structuri din oțel si compozite oțel-beton armat. ( <i>Aplicațiile NEFCAD , OpenSEES, Abaqus</i> )		
Lucrarea 5-6- <u>Evaluarea performantelor seismice a unei structuri in cadre spațiale din beton armat</u> . Vor fi comparate rezultatele analizei push-over cu rezultatele analizei dinamice neliniare „time-history”. Aplicații <i>NEFCAD; GFAS; ABAQUS, PERFORM 3D</i> .		
Lucrarea 7-8: Modelarea avansata a grinzilor compozite oțel beton considerând conectarea parțială intre dala de beton si profilul din oțel. <i>Aplicații NEFCAD, Open Sees</i> .		
Bibliografie		

19. CHIOREAN, C.G., [www.cosminchiorean.com](http://www.cosminchiorean.com) GFAS, NEFCAD, ASEP- Manuale de utilizare, 2009.

20. GFAS, Geostru software, [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

21. ABAQUS, Dessault Systems, [www.simulia.com](http://www.simulia.com)

22. OpenSees, <https://opensees.berkeley.edu/>

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

Competențele acumulate vor fi necesare absolvenților care-si vor desfășura activitatea în cadrul firmelor de proiectare, în ciclurile de studiu superioare (masterat ani superiori și doctorat)

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Prezentarea teoretică a două probleme (subiecte) din lista de subiecte discutate pe durata cursului.	Proba orală – durata evaluării 5 ore	50%
10.5 laborator	Rezolvarea problemelor primite în cadrul orelor de laborator și a unei aplicații numerice transmise de cadrul didactic în timpul semestrului	Proba orală durată 5 ore	50%
10.6 Standard minim de performanță			
•promovarea ambelor tipuri de activități cu nota 5. Evaluarea subiectelor teoretice se va desfășura în sistemul online.			

Data completării: 09.06.2024	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
	Curs	Prof.Dr.Ing. Cosmin-Gruia Chiorean	
	laborator	Prof.Dr.Ing. Cosmin-Gruia Chiorean	

Data avizării în Consiliul Departamentului MECON 26.06.2024	Director Departament conf.dr.ing. Anca-Gabriela POPA
Data aprobării în Consiliul Facultății Construcții 12.07.2024	Decan prof.dr.ing Daniela Manea