

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA  
 Facultatea de CONSTRUCȚII  
 Catedra “Mecanica construcțiilor”  
 Anul universitar: 2008-2009

**PROGRAMA ANALITICA**  
 pentru disciplina  
**“ STRUCTURI DIN BARE ARTICULATE, CABLURI ȘI MEMBRANE ”**

Forma de învățământ: Ingineri, Studii aprofundate.

Număr ore: 28 Curs + 28 Lucrări – Semestrul I (14 săptămâni)

**I. CURS**

**Partea I – STRUCTURI DIN BARE ARTICULATE ȘI CABLURI: 20 ore**

1. CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA STRUCTURILOR DIN BARE ARTICULATE ȘI CABLURI.
  - Sisteme structurale (sisteme suspendate, sisteme din bare articulate): clasificare, exemple de structuri realizate.
  - Avantaje ale sistemelor suspendate și din bare articulate.
  - Analiza statică a structurilor din bare și cabluri (analiza neliniară, metoda Newton pentru ecuații neliniare).
  - Analiza dinamică neliniară a structurilor din bare și cabluri (analiza neliniară, operatori de integrare directă).
2. CALCULUL APROXIMATIV AL FERMELOR-CABLU CU MONTANȚI VERTICALI
  - Cablul parabolic simetric
  - Ferma-cablu cu montanți verticali
3. ANALIZA NELINIARĂ ÎN DEFORMAȚII FINITE – TEORIA DE CALCUL (elemente)
  - Cinematica deformației: reprezentarea langrangeană și euleriană.
  - Principiu de minim absolut în dinamica continuului elasto-plastic, la deformații finite.
  - Ecuații generale de mișcare și echilibru ale rețelelor de cabluri și bare articulate: Ipoteze; Funcționala  $J$  pentru un cablu; Discretizarea cablului; Legătura tensiuni-deformații; Ecuații de mișcare și de echilibru, cazul rețelei.
4. PROGRAMUL NELSAS (Analiza statică neliniară)
  - Caracteristici, structura programului, coduri, opțiuni;
  - Descrierea topologiei structurii;
  - Modelarea curbei caracteristice;
  - Fișierele de intrare și de ieșire.
  - Rularea programului. Post-procesoare.
5. ANALIZA DINAMICĂ LINIARĂ
  - Analiza dinamică liniară;
  - Calculul pulsațiilor proprii și formelor proprii de vibrație;
  - Programe de calcul.

6. OPERATORI DE INTEGRARE DIRECTĂ ÎN DINAMICA STRUCTURILOR
  - Operatori de integrare directă. Formule generale;
  - Operatorul Newmark; Un operator de ordinul 3;
  - Integrarea ecuațiilor neliniare de mișcare ale rețelelor din cabluri și bare articulate.
7. PROGRAMUL DINSAS (Analiza dinamică neliniară)
  - Caracteristici, structura, coduri, opțiuni;
  - Modelarea curbei caracteristice;
  - Fișierele de intrare și de ieșire;
  - Rularea programului. Post-procesoare.
8. CONSIDERAȚII DE PROIECTARE
  - Materiale;
  - Încărcări. Combinații de încărcări;
  - Detalii constructive (noduri, ancoraje, fundații).

## **Partea II – STRUCTURI CU MEMBRANE: 8 ore**

9. STRUCTURI CU MEMBRANE - PROBLEME GENERALE - 2 ore
  - Scurt istoric și lucrări remarcabile;
  - Clasificarea structurilor portante cu membrane;
  - Stadiul utilizării structurilor portante cu membrane în România;
  - Materialele utilizate pentru realizarea structurilor portante cu membrane. Determinări experimentale.
10. FORMULAREA CALCULULUI STRUCTURILOR PORTANTE CU MEMBRANE ÎN REGIM STATIC ȘI DINAMIC GEOMETRIC NELINIAR - 6 ore
  - Formularea incrementală a problemelor elasticității neliniare;
  - Modelarea discretă a structurilor portante cu membrane;
  - Element finit de membrană de tip izoparametric cu sau fără fibre înglobate;
  - Element finit izoparametric cu tensiunea constantă;
  - Formularea MEF pentru structuri portante cu membrane în metoda deplasărilor;
  - Programul de calcul SUM 01. Exemple de aplicare.

## **II. LUCRARI**

### **I – Structuri din bare articulate și cabluri: 20 ore**

1. Lucrarea I: Analiza statică aproximativă, liniară și neliniară, a unei ferme-cablu - 4 ore.
2. Programul NELSAS: caracteristici; topologia structurii; pretensionare; fișiere de intrare; generare automată a datelor de intrare; post-procesoare. Teste - 4 ore.  
Lucrarea I (continuare): Analiza statică neliniară a fermei-cablu, prin programul NELSAS. - 1 oră.
3. Lucrarea II: Analiza dinamică liniară a unei ferme-cablu - 4 ore.
4. Programul DINSAS: caracteristici; date de intrare; post-procesoare. Teste - 5 ore.
5. Lucrarea III: Analiza dinamică neliniară a unei ferme-cablu, prin programul DINSAS. - 2 ore.

### **II – Structuri cu membrane: 8 ore**

6. Calculul practic, static și dinamic, al structurilor portante cu membrane. - 2 ore.
7. Structuri cu membrana tensionate mecanic: imbinarea foliilor; probleme constructive. - 2 ore.

8. Structuri pneumatice: îmbinarea foliilor; probleme constructive. - 1 oră.
9. Suprafețe funiculare întoarse (comprimate). - 1 oră.
10. Aplicații la programul SUM 01. - 2 ore.

*Notă:* Temele lucrărilor I-III sunt personalizate. Lucrările se susțin în cadrul examenului.

### **III. BIBLIOGRAFIE**

#### **I – Structuri din bare articulate și cabluri**

1. Chisăliță, A., “ Contribuții la studiul răspunsului neliniar, static și dinamic, al sistemelor suspendate “, Teză de doctorat, I.P.C.-N., Cluj-Napoca, 1983
2. Chisăliță, A., “ Finite Deformation Analysis of Cable Network “, Journal of Engineering Mechanics Division, vol.100, No.2, February 1984
3. Chisăliță, A., “Structuri din bare articulate și cabluri“, Curs on-line, U.T.C.-N., 2008-2009,  
[ftp.utcluj.ro/pub/users/chisalita/Studii\\_Aprofundate/](ftp.utcluj.ro/pub/users/chisalita/Studii_Aprofundate/)
4. Chisăliță, A., “ANA–Biblioteca de Analiză numerică“, (on-line),  
<ftp.utcluj.ro/pub/users/chisalita/ANA/>
5. Krishna, P., “ Cable Suspended Roofs “, McGraw Hill Book Co., 1978
6. Buchholdt, H.A., “An introduction to cable roof structures”, 2<sup>nd</sup> ed., Thomas Telford, 1999
7. Irvine, M., “ Cable Structures “, Dover Publications, Inc., N.Y., 1981
8. Chisăliță, A., “ Program NELSAS “, Manual de utilizare, U.T.C.-N., 2006
9. Chisăliță, A., “ Program DINSAS “, Manual de utilizare, U.T.C.-N., 2006
10. Chisăliță, A., Chisăliță, F., “ Analise de l’opérateur de Newmark “, Studia Univ. “Babeș-Bolyai”, Mathematica, XXXVIII, 4, 1993

#### **II – Structuri cu membrane**

1. Kopenetz, L.G., Cătărig, A. ” Teoria structurilor ușoare cu cabluri și membrane “, U.T. Press, 2006
2. Kopenetz, L.G.,” Contribuții la calculul structurilor portante cu cabluri “, Teza de doctorat, I.P.C.-N., 1989
3. Otto, F., Trostel, R.,” Zugbeanspruchte Konstruktionen ”, vol.1, Ullstein Verlag, Frankfurt-Berlin, 1962
4. Otto, F., Schleyer, F.K.,” Zugbeanspruchte Konstruktionen ”, vol.2, Ullstein Verlag, Frankfurt-Berlin, 1966

Octombrie 2008

Responsabili disciplină,

Prof.dr.ing.mat. Adrian CHISĂLIȚĂ

Prof.dr.ing. Ludovic KOPENETZ