PREDAREA MECANICII - TRADIȚIONAL ȘI MODERN

MATRAN Cristian[1]
[1]Lucian Blaga University of Sibiu, Romania

Abstract: *The aim of this paper is to present the results of teaching Mechanics to students from Textile knitting and clothing technology from Faculty of Engineering, Lucian Blaga University of Sibiu. Traditionally, the Mechanics has been taught using lectures, practical classes and tutorials and the students learnt to solve problems using classical methods (using paper and pencils). Also, the students lean to solve problems using computers and free or proprietary software, checking the theoretical and practical results. Using computer in the teaching activity will transfer the instructional purpose from the teacher to the student. Using the PBL (Problem Based Learning) and CBT (Computer Based Training) strategies will permit to students to increase their knowledge and understanding a particular subject, to develop problem-solving skills and to develop their specific language and computer/information technology (IT) skills.*

Key words: *student, problem, seminary, words, computer.*

1. INTRODUCERE

Evoluția metodelor de predare în învățământ a permis trecerea de la predarea centrată pe profesor (în care profesorul era elementul central) la predarea centrată pe elev/student. Acest transfer al învățării de la profesor la student (în cazul nostru) a permis o dezvoltare a abilităților de rezolvare a problemelor, a capacităților de analiză, a abilităților de comunicare între studenți, respectiv între studenți si cadrul didactic.

Astfel, studenții își dezvoltă abilități importante, cum ar fi munca în echipă, capacitatea de documentare, învățarea pe parcursul vieții. O altă îmbunătățire adusă de predarea centrată pe student vizează modificarea sistemului de evaluare. În acest caz, studentul nu mai este obligat să reproducă teoria prezentată în activitatea de predare, la examen el fiind obligat să rezolve anumite clase de probleme [1]. În final, elementul central al procesului educativ (studentul) va "învăța să învețe".

În continuare este prezentat studiul experimental al reducerii sistemelor de forțe coplanare cu ajutorul mesei Töppler (echivalența unui sistem de forțe cu torsorul de reducere), în final studenții verificând concordanța între rezultatele teoretice și cele experimentale [2].

2. CONSIDERAȚII GENERALE

Se consideră un sistem de forțe $\vec{F_i}$, cu componentele (X_i, Y_i), aplicate în punctele P_i (x_i, y_i), pentru i = 1,2,..n.

Reducând sistemul de forțe coplanare în raport cu punctul O, elementele torsorului de reducere vor fi:

$$\tau_{O(F_i)} = \begin{cases} \vec{R} = \sum_{i=1}^{n} X_i \cdot \vec{i} + \sum_{i=1}^{n} Y_i \cdot \vec{j} = \sum_{i=1}^{n} X \cdot \vec{i} + \sum_{i=1}^{n} Y \cdot \vec{j} \\ \vec{M}_{Oz} = \sum_{i=1}^{n} \left(x_i \cdot Y_i - y_i \cdot X_i \right) \cdot \vec{k} = M_{Oz} \cdot \vec{k} \end{cases} \quad [3] \qquad (1)$$

unde:

$\vec{R}$ - vectorul forță rezultantă;

$\vec{M}_{Oz}$ - momentul rezultant.

În urma reducerii sistemului de forțe coplanare, pot fi întâlnite următoarele situații:

1. $\vec{R} \neq 0$; $\vec{M}_{Oz} \neq 0$ sistemul de forțe se reduce la un torsor veritabil, având forța rezultantă în planul forțelor și momentul rezultant perpendicular pe planul forțelor;

2. $\vec{R} \neq 0$; $\vec{M}_{Oz} = 0$ - sistemul de forțe se reduce la o forță rezultantă unică, situată pe axa centrală, care are ecuația:

$$Y \cdot x - X \cdot y = M_{Oz} \qquad (2)$$

unde:
X – mărimea proiecției forței rezultante pe axa Ox;
Y – mărimea proiecției forței rezultante pe axa Oy.

3. $\vec{R} = 0$; $\vec{M}_{Oz} \neq 0$ - sistemul de forțe se reduce la un cuplu rezultant M_O;

4. $\vec{R} = 0$; $\vec{M}_{Oz} = 0$ - sistemul de forțe este în echilibru.

3. DESCRIEREA DISPOZITIVULUI [2]

Dispozitivul experimental este alcătuit dintr-o placă plană în care sunt practicate o serie de alezaje (2), plasată pe o masă (1). În alezaje din placă sunt introduse știfturi de care sunt legate fire cu greutăți, trecute apoi peste scripeții (4) plasați la marginea mesei (figura 1). Scripeții pot fi plasați oriunde pe marginea mesei. Frecare între placă și masă este neglijabilă (placa se sprijină pe masă prin intermediul unor bile). Inițial, placa cu alezaje (2) este fixată cu ajutorul elementelor de fixare (3).

4. EXECUTAREA PROBELOR

Se consideră planul plăcii ca fiind planul xOy în care sunt plasate forțele $\vec{F_i}$, cu originea O în unul din colțurile sale, astfel încât calculul elementelor torsorului de reducere să fie efectuate în raport cu acest punct O, folosind datele din tabelul 1. Astfel, mărimile componentelor forțelor pe cele două direcții și coordonatele punctelor de aplicație ale forțelor sunt indicate în tabelul 1 (valori propuse).

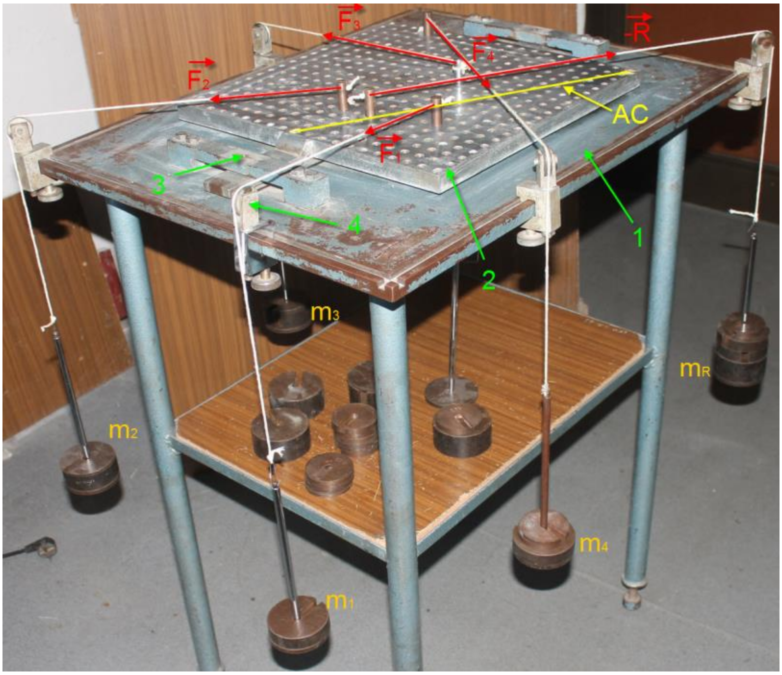

Figura 1: Dispozitivul experimental (1 – masă, 2 – placă cu alezaje, 3 – element de fixare, 4 - scripete)

Probele pot fi efectuate pentru diferite valori ale acestor mărimi fizice, în lucrare fiind considerat numai un set de valori.

Tabelul 1 [2]: Valorile numerice ale aplicației

Forța $\vec{F_i}$	X_i	Y_i	x_i	y_i	$x_i \cdot Y_i$	$y_i \cdot X_i$	$M_{Oz}(F_i)=x_i \cdot Y_i - y_i \cdot X_i$
[N]	[N]	[N]	[cm]	[cm]	[N·cm]	[N·cm]	[N·cm]
F_1	-8	8	8	10	64	-80	144
F_2	-8	8	8	20	64	-160	224
F_3	12	0	22	14	0	168	-168
F_4	-8	-6	36	30	-216	-240	24
Σ	X=-12	Y=10			-88	-312	224

Coloanele 2, 3 și 6, 7, 8 se sumează, obținând mărimile proiecțiilor elementelor torsorului de reducere (componentele pe cele două direcții ale vectorului forță rezultantă, respectiv momentul rezultant), apoi se determină mărimile obținute ale forțelor aplicate, al forței rezultante și momentului rezultant, respectiv masele ce generează forțele respective folosind relațiile (3) [3, 4].

$$\begin{aligned} F_i &= \sqrt{X_i^2 + Y_i^2}; F_i = m_i \cdot g \Rightarrow m_i = F_i/g \\ R &= \sqrt{X^2 + Y^2}; R = m \cdot g \Rightarrow m = R/g \end{aligned} \tag{3}$$

Rezultă:

$$F_1 = F_2 = 11{,}31[N]; F_3 = 12[N]; F_4 = 10[N]; R = 15.62[N]$$
$$m_1 = m_2 = 1.15[kg]; m_3 = 1.22[kg]; m_4 = 1.02[kg]$$

Folosind relația (2), se pot determina punctele de intersecție ale axei centrale cu axele sistemului de coordonate pentru planul xOy, A(0;18,67cm) și B(22,4; 0cm).

În continuare, este descris modul de calcul al elementelor prezentate în tabelul 1, cu ajutorul calculatorului, folosind programul Mathcad (figura 2). Pentru determinarea mărimilor necesare s-a folosit metoda de calcul cu matrice [5].

După efectuarea și verificarea calculelor, se trece la partea practică a problemei. Astfel, blocând placa orizontală cu ajutorul celor două șuruburi de fixare, se stabilesc pozițiile punctelor de aplicație ale forțelor prin introducerea știfturilor în alezajele corespunzătoare din placă. Stabilim direcția și sensul forțelor prin trecerea firelor peste scripeții glisanți plasați la marginea mesei, apoi se suspendă masele calculate de capetele libere ale firelor, corespunzătoare valorilor forțelor calculate. Desfăcând șuruburile de fixare ale plăcii orizontale, se pot întâlni următoarele cazuri:

1. dacă placa rămâne în repaus – sistemul de forțe considerat este în echilibru;
2. placa se rotește, fără translație – sistemul de forțe se reduce la un cuplu echivalent (moment);
3. placa se deplasează, fără rotație - sistemul de forțe se reduce la o forță rezultantă unică, plasată pe axa centrală;
4. placa se deplasează, cu rotație - sistemul de forțe se reduce la un torsor veritabil (cu ambele componente diferite de 0).

Pentru cazul 3, punerea în evidență a forței rezultante unice se face introducând pe direcția axei centrale, o forță egală cu mărimea rezultantei forțelor date, dar de sens opus $-\vec{R}$. Prin introducerea acesteia, placa dispozitivului va rămâne în echilibru.

Pentru cazul $\vec{R} \neq 0$ - cu valorile mărimilor calculate în tabelul 1 (X, Y, M_{Oz}), se scrie ecuația axei centrale. Se determină punctele în care axa centrală intersectează axele de coordonate ale planului xOy considerat. În acest caz, într-un punct de pe axa centrală, se aplică o forță $-\vec{R}$, care va menține placa în echilibru la desfacerea șuruburilor de fixare.

Se declară originea indexul primului element al matricelor:

$ORIGIN := 1$

Se declară (sub formă matriceală) mărimile proiecțiilor forțelor efectiv aplicate și coordonatele punctelor de aplicație, sub formă matriceală (conform Tabel 1):

$$X := \begin{bmatrix} -8 \\ -8 \\ 0 \\ -6 \end{bmatrix} N \qquad Y := \begin{bmatrix} 0 \\ 8 \\ 12 \\ -8 \end{bmatrix} N \qquad xi := \begin{bmatrix} 10 \\ 8 \\ 22 \\ 36 \end{bmatrix} cm \qquad yi := \begin{bmatrix} 8 \\ 20 \\ 14 \\ 30 \end{bmatrix} cm$$

Se calculează mărimile forțelor efectiv aplicate și a forței rezultante:

$$F := \sqrt{X^2 + Y^2} = \begin{bmatrix} 8 \\ 11.314 \\ 12 \\ 10 \end{bmatrix} N$$

$$Rx := \sum_{i=1}^{4} X_i = -22\ N \qquad Ry := \sum_{i=1}^{4} Y_i = 12\ N \qquad R := \sqrt{Rx^2 + Ry^2} = 25.06\ N$$

Se calculează masele aplicate la capetele firelor trecute peste scripeți, care vor genera forțele efectiv aplicate și forța rezultantă:

$$mf := \frac{F}{g} = \begin{bmatrix} 0.816 \\ 1.154 \\ 1.224 \\ 1.02 \end{bmatrix} kg \qquad mr := \frac{R}{g} = 2.555\ kg$$

Se calculează momentul rezultant generat de forțele efectiv aplicate:

$Mo := xi \cdot Y - yi \cdot X = 444\ N \cdot cm$

Folosind relația (2), se calculează punctele A(xa, ya) și B(xb,yb) în care axa centrală va intersecta cele două axe de coordonate, Ox și Oy:

$xa := 0\ cm$ $\qquad$ $yb := 0\ cm$

$$ya := \frac{-Mo + xa \cdot Ry}{Rx} = 20.182\ cm \qquad xb := \frac{Mo - yb \cdot Rx}{Ry} = 37\ cm$$

Figura 2: Algoritmul de calcul folosind Mathcad

5. CONCLUZII

Folosind strategiile de cooperare între studenți, pentru efectuarea calculelor și executarea probelor, studenții formează grupuri de lucru (4-6 persoane). Aceste grupuri sunt formate aleator (la inițiativa studenților), fiind temporare (numai pentru o lucrare) sau permanente (pe tot parcursul semestrului sau pe toată perioada studiilor), ceea ce confirmă informațiile din literatura de specialitate [6, 7].

De asemenea, de-a lungul activităților practice, s-a observat că după o perioadă de 2-3 săptămâni de lucru, studenții s-au grupat după afinități și compatibilități, transformând grupul temporar în grup permanent. Această grupare poate rămâne valabilă și în cadrul orelor pentru aplicații practice la alte discipline, iar în unele cazuri se formează grupuri noi (temporare sau permanente) numai pentru disciplina respectivă.

Același algoritm de calcul poate fi aplicat dacă se folosesc alte programe specifice pentru calcule matematice (Smath, Mathematica etc.) sau programe pentru calcul tabelar (Microsoft Excel, LibreOffice Calc etc.).

6. BIBLIOGRAFIE

[1] Duch, B. J., Groh S. E. & Allen, D. E.: Chapter 1. Why Problem Based Learning?, in *The Power of Problem Based Learning*, Stylus Publishing, LLC, ISBN 1-57922-037-1, Sterling, VA (2001), pp. 3-12.

[2] Sârbu, N., Gheorghe, I., Bercan, N.: Mecanică și vibrații mecanice. Îndrumar de laborator, Editura Universității "Lucian Blaga" din Sibiu, ISBN 973-9280-19-6, Sibiu, (1996).

[3] Bercan, N., Matran, C.: *Elemente de mecanică*, Editura Universității "Lucian Blaga" din Sibiu, ISBN 978-606-12-1434-1, Sibiu, (2016).

[4] Beer, F. P., Johnston, E. R., Mazurek, D. F, Eisenberg, E. R.: *Vector Mechanics for Engineers. Statics*, 9th Ed., McGraw-Hill, ISBN 978-0-07-352923-3, New York, (2010).

[5] Maxfield, B.: *Essential Mathcad for Engineering, Science and Math ISE,* Elsevier, ISBN 978-0-12-374783-9, Burlington, MA, (2009).

[6] Williams, B. A., Chapter 21. Introductory Physics. A Problem-Based Model, in *The Power of Problem-based Learning*, ISBN 1-57922-037-1, Sterling, VA (2001), pp. 251-270.

*** *Problem-based learning* [online] [cited 02.08.2017]. Available on <https://en.wikipedia.org/wiki/Problem-based_learning#cite_note-5ideas-8>.