

# COMPARATIVE STUDY REGARDING THE MODELING OF A BEAM WITH SOLID OR BEAM TYPE ELEMENTS

COSTACHE Filofteia-Bianca

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,  
Anul de studii: II, e-mail: [costachebianca248@yahoo.com](mailto:costachebianca248@yahoo.com)

Conducător științific: Ș.I. dr. ing. **Virgil TUDOSE**

Summary: The purpose of the study is to observe the differences in the modeling of a beam with two finite elements from the Ansys software library, namely Beam 188 and Solid185. For this purpose, an analytical calculation was performed, and the results of this calculation were compared with the results obtained from the finite element analyzes. Subsequently, the errors introduced by each finite element were followed in order to see their efficiency and to be able to easily outline the advantages and disadvantages of modeling with Beam and Solid, respectively.

CUVINTE CHEIE: model, elemente finite, grindă, tensiune, deformație

## 1. Introducere

Grinzile sunt elemente de rezistență în construcții sau în sistemele mecanice, având lungimea mult mai mare în raport cu dimensiunile secțiunii transversale. Rolul lor este de a prelua încărcările elementelor pe care le susțin și de a le transmite mai departe, împreună cu greutatea proprie, către structurile de rezemare (stâlpi, pereți, alte piese din structură). Importanța lor în practică este notabilă și studierea lor în detaliu este justificată, putându-se stabili concluzii practice utile privind limitările și modurile cele mai eficiente de modelare a acestor elemente.

În cadrul acestei lucrări este prezentat studiul unei grinzi cu secțiune „I”, încastrată la un capăt și încărcată cu o forță concentrată în capătul liber. Scopul lucrării este de a compara rezultatele obținute numeric, prin modelarea cu elemente de tip grindă (BEAM) și cu elemente de volum (SOLID), cu cele obținute analitic din relațiile cunoscute din literatura de specialitate. Au fost extrase din analizele numerice tensiunile, deformațiile specifice și deplasările în lungul grinzii pe limita superioară a secțiunii și s-au calculat abaterile acestor valori față de rezultatele analitice.

## 2. Stadiul actual

Beam 188 este un element finit din biblioteca softului Ansys, potrivit atât pentru analiza grinzilor subțiri cât și pentru cele masive. Elementul oferă multiple opțiuni pentru modelarea avansată a structurilor din grinzi. De asemenea, Beam188 prezintă avantajul unei modelări simplificate și mai eficiente, fiind cel mai apropiat de modelul analitic.

Solid 185 este un element finit utilizat pentru modelarea 3D a structurilor solide. Este definit de 8 noduri și are capacitate mare de deformare. Un avantaj important în alegerea acestui tip de element finit este postprocesarea rezultatelor, care permite vizualizarea și interpretarea rezultatelor pentru orice mărime de interes.

### 3. Grinda studiată

În figura 1 este prezentată geometria parametrizată, modul de rezemare și cel de încărcare al grinzii analizate. Valorile parametrilor utilizate în calcul sunt:  $P = 10 \text{ kN}$ ,  $l = 1 \text{ m}$  și  $t = 10 \text{ mm}$ . Caracteristicile elastice ale materialului sunt  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$  și  $\nu = 0,3$ .

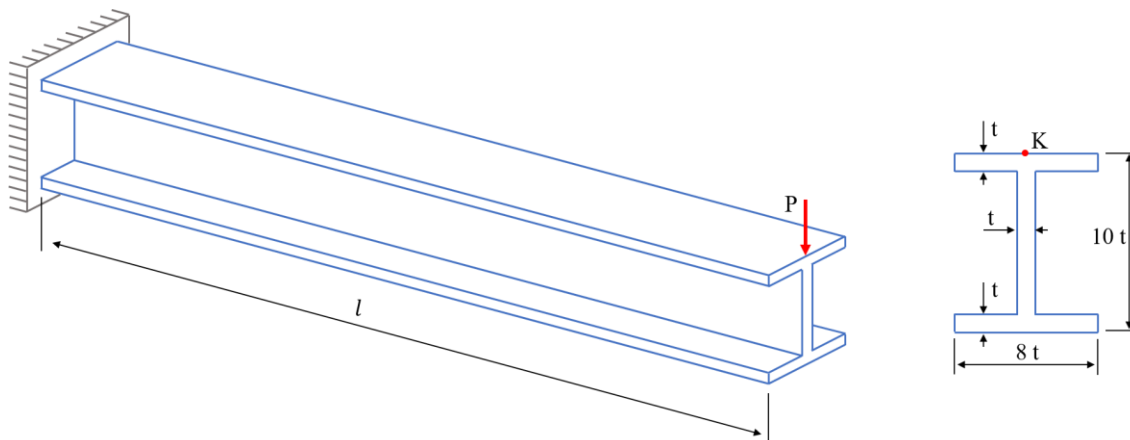


Fig. 1. Geometria, rezemarea și încărcarea grinzii studiate

În figură este marcat punctul  $K$  în care au fost urmărite valorile tensiunilor și deformațiilor specifice în secțiunile de coordonate  $x = \{0; 0.1 \text{ m}; 0.2 \text{ m} \dots 1 \text{ m}\}$ . Pentru aceleași secțiuni au fost extrase valorile deplasărilor pe direcția forței (axa  $z$ ), notate  $w(x)$ . Tensiunile și deformațiile specifice extrase sunt cele pe direcția axei longitudinale  $x$ .

### 4. Calcul analitic

Calculul analitic pentru mărimile de interes, tensiunile și deformațiile specifice în punctul  $K$  din lungul grinzii și deplasările secțiunilor transversale, este realizat cu ajutorul relațiilor (1)...(4), cunoscute din cursul elementar de Rezistența Materialelor [1], [2], [3].

$$M(x) = -P(l - x) \quad (1)$$

$$\sigma_K(x) = \frac{M(x)}{I_y} z_K \quad (2)$$

$$\varepsilon_K(x) = \frac{\sigma_K(x)}{E} \quad (3)$$

$$w(x) = \frac{Pl}{EI_y} \frac{x^2}{6} \left(3 - \frac{x}{l}\right) \quad (4)$$

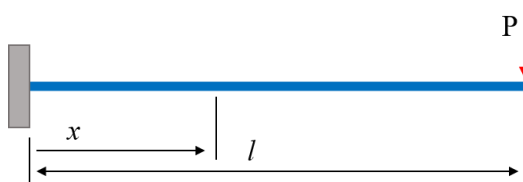


Fig. 2. Stabilirea secțiunii de interes

În figura 2 este prezentată secțiunea de interes, funcție de coordonata  $x$ . Așadar, avem funcții de  $x$ , pentru care vom da valorile de interes și vom obține tensiunea, deplasarea și deformațiile specifice în diferite puncte pe suprafața superioară.

## 5. Modelele cu elemente finite

În analiza cu elemente Beam188, geometria este reprezentată de axa longitudinală a barei, pentru care s-a specificat tipul secțiunii și dimensiunile acesteia (Fig. 3).

Pentru Solid185 am definit 12 puncte pentru realizarea conturului secțiunii prin linii drepte, am creat aria secțiunii cu ajutorul acestor linii și am obținut volumul grinzii cu ajutorul funcției „Extrude” pe lungimea  $l$  pentru aria respectivă (Fig. 4).

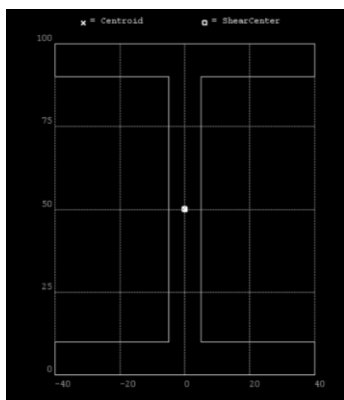


Fig. 3. Secțiunea grinzii

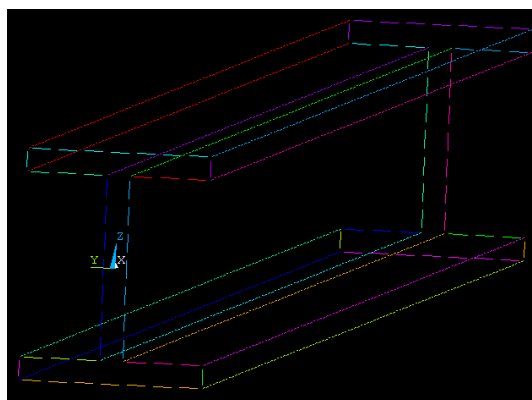


Fig. 4. Conturul secțiunii pentru modelul 3D

Pentru discretizarea cu Beam188 am împărțit bara în 100 de elemente (Fig.5) în timp ce pentru modelul cu Solid185 am realizat o discretizare cu elemente de formă cât mai apropiată de cea ideală de cub (Fig.6).

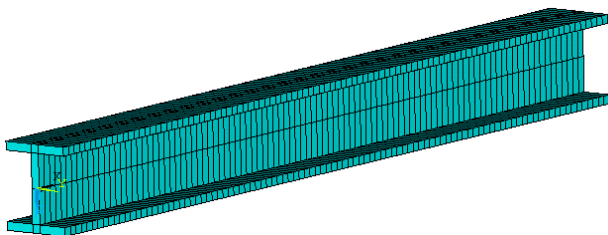


Fig. 5. Discretizarea cu Beam188

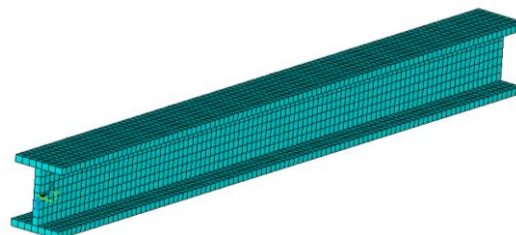


Fig. 6. Discretizarea cu Solid185

Am aplicat blocajele necesare încadrării în capătul din stânga și forța în capătul opus, după cum este prezentat în tabelul 1. În figurile 7 și 8 sunt prezentate capturi din Ansys.

**Tabelul 1. Blocajele și încărcările aplicate**

	Model	Beam188	Solid185
Blocaje	Entitate utilizată	Punct cheie (keypoint)	arie
	Deplasări blocate	UX, UY, UZ, ROTX	UX, UY, UZ
Încărcare	Entitate utilizată	Punct cheie (keypoint)	4 puncte cheie
	Forță aplicată	10000 N	2500 N

În modelul 3D am împărțit forța în patru puncte pentru a evita concentrarea de tensiuni.

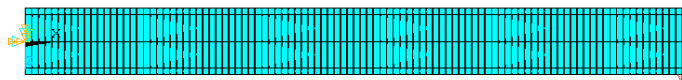


Fig. 7. Blocaje și încărcarea pentru Beam

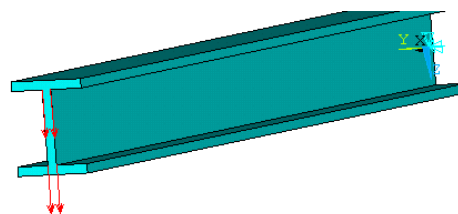


Fig. 8. Blocaje și încărcarea pentru Solid

## 6. Rezultate

Tabelul 1. Tensiuni  $\sigma_x$  [MPa]

$x$ [mm]	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Analitic	136.24	122.62	108.99	95.37	81.74	68.12	54.5	40.87	27.25	13.62	0
Beam188	135.19	121.6	108.02	94.43	80.84	67.255	53.67	40.08	26.495	12.9	0
Solid185	129.26	116.67	103.54	90.6	77.66	64.715	51.72	38.83	25.89	12.9	0

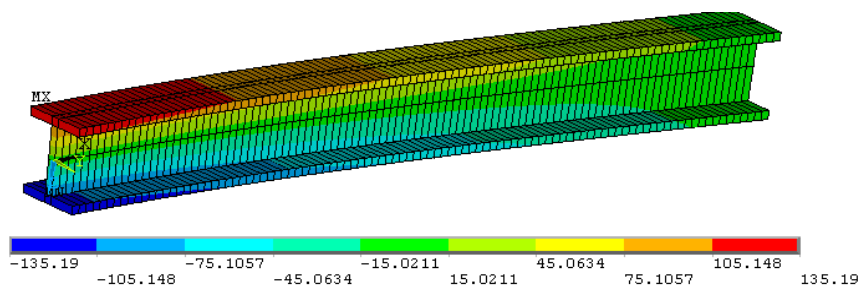


Fig.9. Câmpul de tensiuni - Beam 188

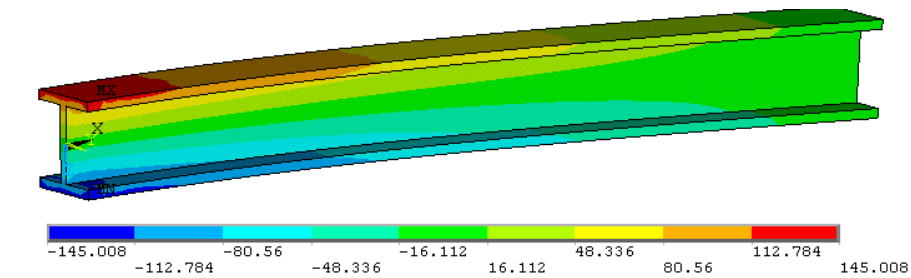


Fig.10. Câmpul de tensiuni - Solid 185

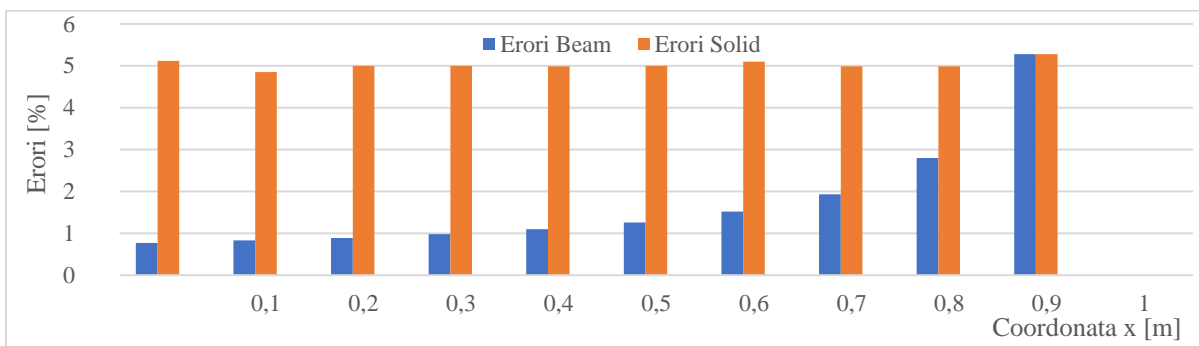


Fig. 11. Erorile obținute pentru tensiuni

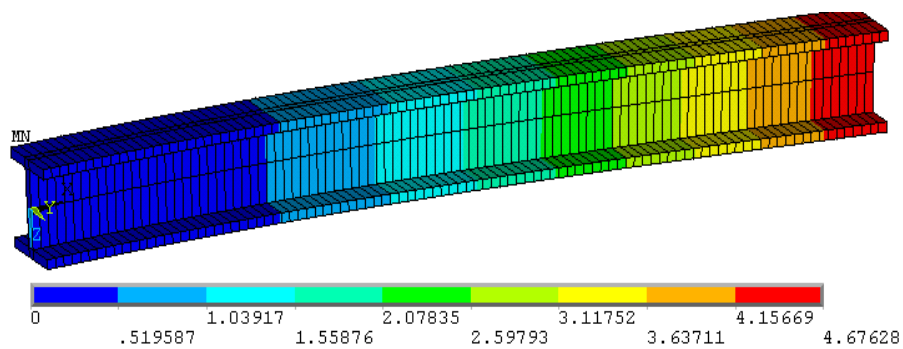


Fig.12. Deplasări pe direcția z – Beam 188

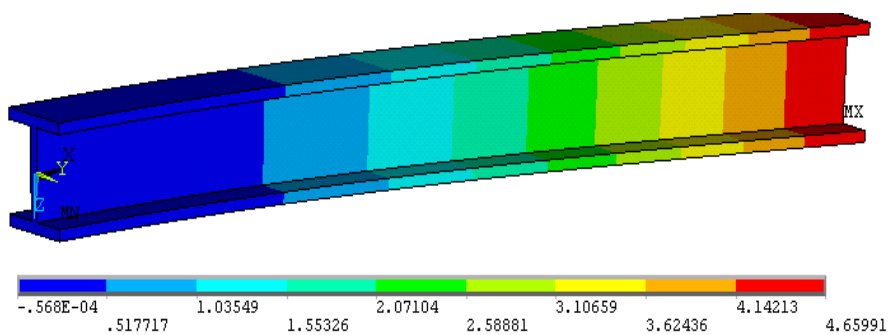


Fig.13. Deplasări pe direcția z – Solid 185

**Tabelul 3. Deplasări pe direcția z, w(x) [mm]**

x [mm]	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Analitic	0	0.066	0.254	0.552	0.945	1.419	1.962	2.55	3.19	3.85	4.53
Beam188	0	0.0804	0.283	0.594	1.0009	1.49	2.0449	2.65	3.31	3.98	4.67
Solid185	0	0.0802	0.2805	0.589	0.994	1.48	2.0331	2.64	3.29	3.97	4.66

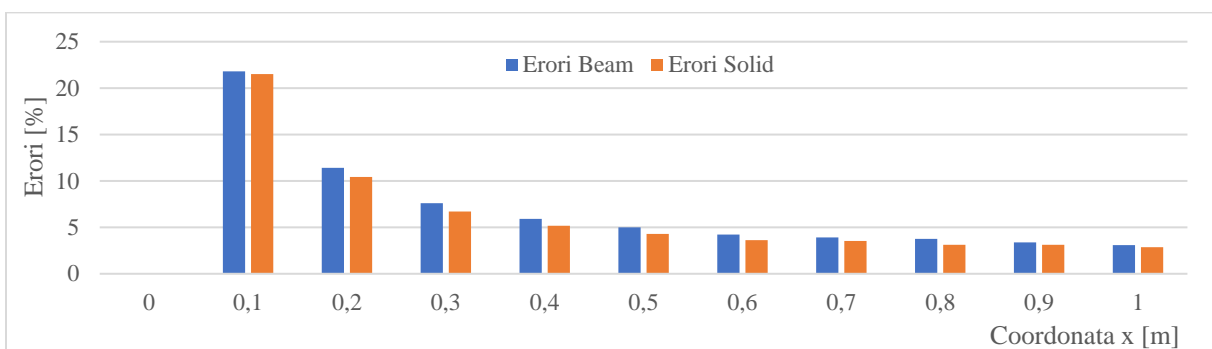


Fig. 14. Erori obținute pentru deplasări

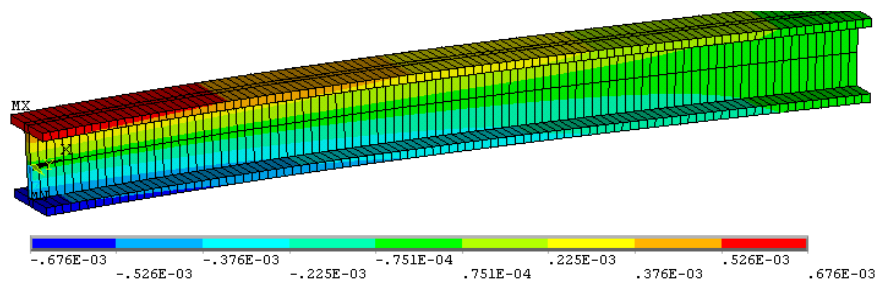


Fig. 15. Deformații specifice liniare – Beam188

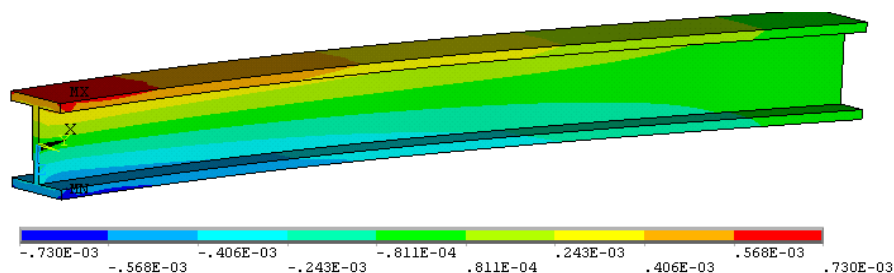


Fig. 16. Deformații specifice liniare – Solid185

**Tabelul 4. Deformații specifice liniare pe direcția x [ $\times 10^{-3}$  mm/mm]**

$x$ [mm]	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Analitic	0.681	0.613	0.545	0.477	0.4087	0.3406	0.272	0.2044	0.136	0,0681	0
Beam188	0.676	0.608	0.54	0.472	0.404*	0.336	0.26	0.200	0.132	0.0645	0
Solid185	0.659	0.592	0.525	0.459	0.39	0.328	0.26	0.197	0.131	0.0653	0.0195

## 7. Concluzii

În urma comparării rezultatelor analitice cu cele numerice, am observat că, atât pentru tensiuni cât și pentru deformațiile specifice, erorile în cazul modelului Beam cresc liniar spre capătul liber al barei, în timp ce erorile în cazul modelului Solid sunt aproximativ constante. În analiza deplasărilor se observă că erorile scad liniar în ambele cazuri, cu cât ne apropiem mai mult de capătul liber.

## 8. Bibliografie

- [1] *Bia, C., Ilie, V., Soare, M.*, Rezistența materialelor și teoria elasticității, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983;
- [2] *Radeș, M.*, Rezistența materialelor I, Editura Printech, 2004;
- [3] *Gere, J.M., Timoshenko, S.P.*, Mechanics of Materials, PWS-KENT Publishing Company, Boston, 1990;
- [4] [ANSYS Product Help](#)

## 9. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

$P$  = forța aplicată în capătul barei

$l$  = lungimea barei

$E, \nu$  = caracteristicile elastice ale materialului

$M$  = moment încovoietor

$\sigma_K(x)$  = tensiunea normală pe direcția axei longitudinale  $x$

$\varepsilon_K(x)$  = deformații specifice liniare pe direcția axei  $x$

$w(x)$  = deplasarea pe direcția axei  $z$