



Universitatea Politehnica Timișoara

Facultatea de Construcții

Departamentul de Construcții Metalice și Mecanica Construcțiilor

CONSTRUCȚII MIXTE OȚEL - BETON

- CURS 6-a -

Îmbinări compuse (2)

Conf.dr.ing Adrian CIUTINA

Notele de curs pot fi descărcate de pe pagina de web
<http://www.ct.upt.ro/users/AdrianCiutina/>

§ 4.4 Clasificarea îmbinărilor compuse

- În conformitate cu Eurocode 3 și Eurocode 4, o îmbinare poate fi clasificată în funcție de rigiditate, rezistență și prin combinația celor doi parametri de rezistență și rigiditate. Figura *a)* de mai jos ilustrează cele trei moduri în care o îmbinare poate fi clasificată în funcție de rigiditate, iar figura *b)* prezintă clasificarea după rezistență. Aceste figuri prezintă de asemenea limitele date de Eurocode 3 pentru cadrele metalice.
- O îmbinare poate fi clasificată ca fiind rigidă, formal articulată sau semi-rigidă, în conformitate cu rigiditatea sa la rotire.
- În mod similar, o îmbinare poate fi clasificată după rezistența acesteia ca articulată, total rezistentă sau parțial rezistentă.
- O descriere completă a comportării unei îmbinări se obține prin clasificarea în funcție de ambii parametri (rezistență și rigiditate).

Obs: Această clasificare completă a îmbinărilor conduce la următoarele tipuri de îmbinări:

- | | |
|--|---------------------------------|
| - articulate, | - rigide/total rezistente, |
| - rigide / parțial rezistente, respectiv | - semi-rigide/total rezistente. |
-

§ 4.4 Clasificarea îmbinărilor compuse

CLASIFICAREA DUPĂ RIGIDITATE

a) Clasificarea îmbinărilor după rigiditate

Zona 1: rigid, dacă $S_{j,ini} \geq k_b E I_b / L_b$,

unde

$k_b = 8$ pentru cadre unde sistemul de contravântuiri reduce deplasările orizontale cu cel puțin 80%,

$k_b = 25$ pentru alte cadre cu condiția ca în fiecare etaj $K_b/K_c \geq 0,1$ *)

Zona 2: semirigid,

Zone 1: rigid, if $S_{j,ini} \geq k$

where $k_b = 8$ for frame system with bracing
displacement

$k_b = 25$ for other systems
every story

Toate îmbinările în zona 2 sunt clasificate ca semirigide.

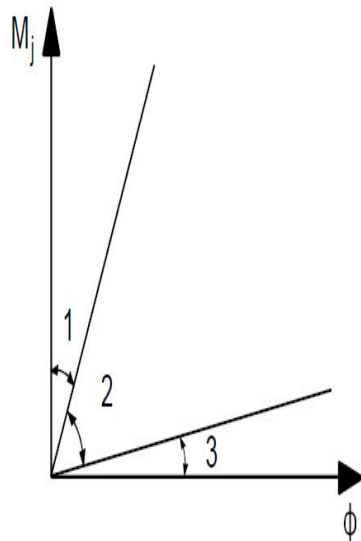
Îmbinările din zona 1 și 3 pot fi tratate în mod opțional ca semirigide.

Zona 3: articulații perfecte, dacă $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$

*) Pentru cadre la care $K_b/K_c < 0,1$ îmbinările se clasifică ca semirigide.

Zone 2: semi-rigid All joints in zone 2 should be classified as semi-rigid. Joints in zones 1 or 3 may optionally also be treated as semi-rigid.

Zone 3: nominally pinned, if $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$



§ 4.4 Clasificarea îmbinărilor compuse

CLASIFICAREA DUPĂ RIGIDITATE

unde:

K_b este valoarea medie a I_b/L_b pentru toate grinzile de la partea superioară a acestui etaj
 K_c este valoarea medie a I_c/L_c pentru toți stâlpii din acest etaj
 I_b este momentul de inerție al ariei unei grinzi
 I_c este momentul de inerție al ariei unui stâlp
 L_b este deschiderea grinzii (din ax în axul stâlpului)
 L_c este înălțimea de etaj a stâlpului.

CLASIFICAREA DUPĂ REZISTENȚĂ

- Pentru clasificarea după rezistență, trebuie comparată rezistența îmbinării cu capacitatea la încovoiere a barelor prinse în nod.
- Principalul scop al acestei clasificări este identificarea ordinei de cedare în nod (elemente sau îmbinare).
- Pentru grinzile compuse, se va considera rezistența acestora la momente negative.

§ 4.4 Clasificarea îmbinărilor compuse

CLASIFICAREA DUPĂ REZISTENȚĂ

b) Clasificarea îmbinărilor după rezistență

a) Ultimul nivel



$M_{j,Rd}$

Fie

$$M_{j,Rd} \geq M_{b,pl,Rd}$$

sau

$$M_{j,Rd} \geq M_{c,pl,Rd}$$

b) Nivel intermediar



$M_{j,Rd}$

Fie

$$M_{j,Rd} \geq M_{c,pl,Rd}$$

sau

$$M_{j,Rd} \geq 2M_{c,pl,Rd}$$

Unde:

$M_{b,pl,Rd}$

$M_{c,pl,Rd}$

este momentul capabil de calcul rezistent plastic al grinzii,
este momentul capabil de calcul rezistent plastic al stâlpului.

§ 4.4 Clasificarea îmbinărilor compuse

CLASIFICAREA DUPĂ REZISTENȚĂ

- O **îmbinare articulată** este capabilă să transmită eforturi axiale și de forfecare fără să dezvolte momente semnificative care ar putea influența în mod nefavorabil elementele sau structura în ansamblu.
- Un nod poate fi clasificat ca articulație formală, dacă momentul său de calcul rezistent $M_{j,Rd}$ nu este mai mare decât $0,25 \times$ momentul de calcul rezistent pentru o îmbinare de totală rezistență, cu condiția ca el să aibă suficientă capacitate de rotire.
- **Îmbinări total rezistente.** Rezistența de calcul a unei îmbinări total rezistente nu trebuie să fie mai mică decât cea a elementelor prinse în nod.
- O îmbinare poate fi clasificată ca fiind total rezistentă dacă îndeplinește criteriile din figura b) de mai sus.
- **Îmbinări parțial rezistente.** O îmbinare care nu îndeplinește criteriile corespunzătoare unei îmbinări total rezistente sau a unei îmbinări articulate este clasificată ca îmbinare parțial rezistentă.

§ 4.4 Clasificarea îmbinărilor compuse

CLASIFICAREA DUPĂ REZISTENȚĂ

- În cazul în care sunt folosite îmbinări parțial-rezistente în analizele plastice, îmbinările trebuie să satisfacă anumite criterii privitoare la capacitatea de rotire. Aceasta este necesară pentru redistribuirea momentelor.
- Limitele în care se face această redistribuție a momentelor depind de clasele de voalare (clasa 1 – plastică, clasa 2 – compactă, etc) a grinzii supuse la momente negative.

§ 4.5 Rezistența îmbinărilor compuse

- Funcțiunea structurală îndeplinită de îmbinări este ilustrată în figura următoare (exemplu pentru o îmbinare compusă cu placă de capăt):
 - n Rezistența la tracțiune este furnizată armătura din placa din beton și de către partea superioară a îmbinării metalice (șuruburi).
 - n Aceste eforturi de întindere sunt contrabalansate de eforturile de compresiune localizate în partea inferioară a grinzii metalice și stâlp.
 - n Rezistența la forfecare este furnizată de panoul de inimă al stâlpului.

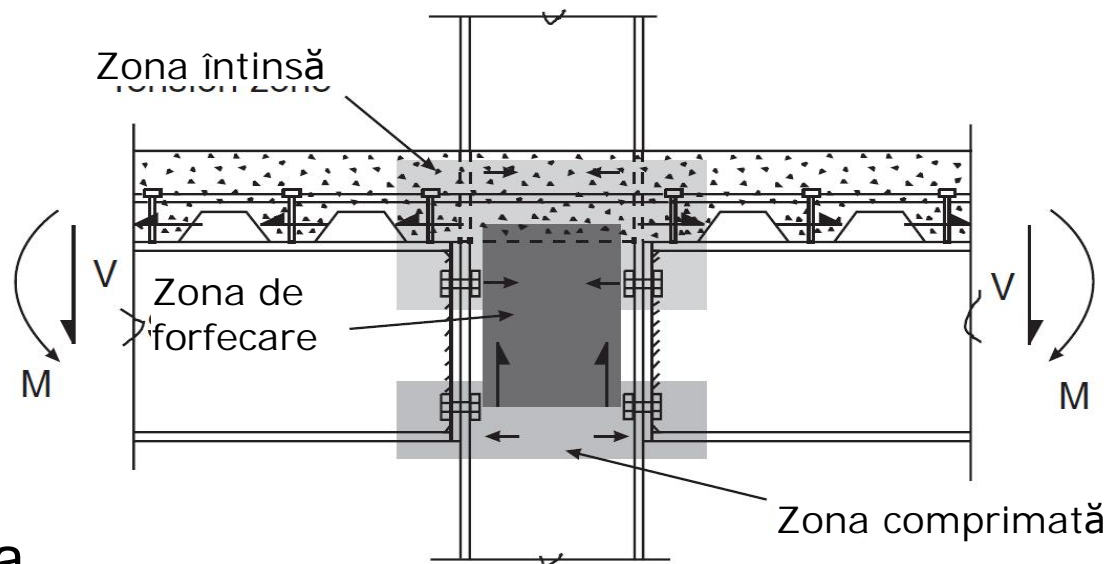
§ 4.5 Rezistența îmbinărilor compuse

Figura: transferul tipic al eforturilor în îmbinări prin intermediul diferitelor componente

○ Prin împărțirea îmbinării în zone de întindere, compresiune și forfecare, rezistența îmbinării poate fi determinată prin asamblarea

rezistențelor componentelor individuale astfel încât să fie satisfăcute următoarele trei condiții de bază:

- n Eforturile interne și forțele externe aplicate pe îmbinare sunt în echilibru;
- n Eforturile interne nu sunt mai mari decât rezistențele componentelor;
- n Nu este depășită capacitatea de deformare maximă a componentelor.



§ 4.5 Rezistența îmbinărilor compuse

○ Cercetările întreprinse pe îmbinări compuse au demonstrat faptul că următoarele componente pot controla **capacitatea la tracțiune** a îmbinării:

- n Rezistența la tracțiune a armăturii.
- n Conexiunea dintre grinda metalică și dala din beton armat.
- n Rezistența la tracțiune a componentelor din oțel.
- n Valoarea efortului longitudinal de forfecare dintre beton și grinda metalică.

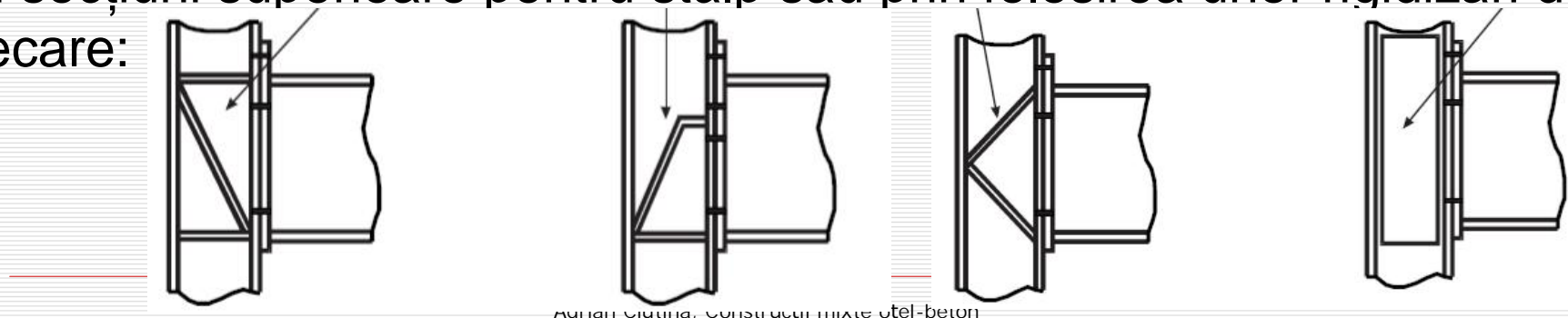
○ **Rezistența la compresiune** a tipului de îmbinare prezentat în figura de mai sus (detaliu metalic) se bazează pe considerarea următoarelor tipuri de cedare:

- n Prin considerarea rezistenței la compresiune a porțiunii inferioare a grinzii (inimă+talpa inferioară).
- n Prin considerarea rezistenței la compresiune a inimii stâlpului (strivire).

Obs: Pentru îmbinări cu alte tipologii, trebuie considerate moduri de cedare corespunzătoare, cum ar fi alunecarea șuruburilor în corniere sau flambajul prin încovoiere-răsucire pentru plăcuțele de inimă.

§ 4.5 Rezistența îmbinărilor compuse

- Panoul de inimă al stâlpului trebuie calculat să reziste **forțelor orizontale de forfecare**. Pentru calculul acestor forțe, trebuie considerate toate prinderile care sunt concurente în nod.
- Pentru o îmbinare cu prindere de o singură parte a stâlpului, fără forță axială, rezultanta forțelor de forfecare va fi egală cu forța de compresiune din partea inferioară a grinzii.
 - n Pentru un nod cu două prinderi simetrice și momente egale, forța rezultantă de forfecare este 0.
 - n În cazul unui nod cu două prinderi simetrice și momente acționând în același sens, forțele de forfecare din panou se vor aduna.
- Rezistența panoului de inimă a stâlpului poate fi mărită prin alegerea unei secțiuni superioare pentru stâlp sau prin folosirea unor rigidizări de forfecare:

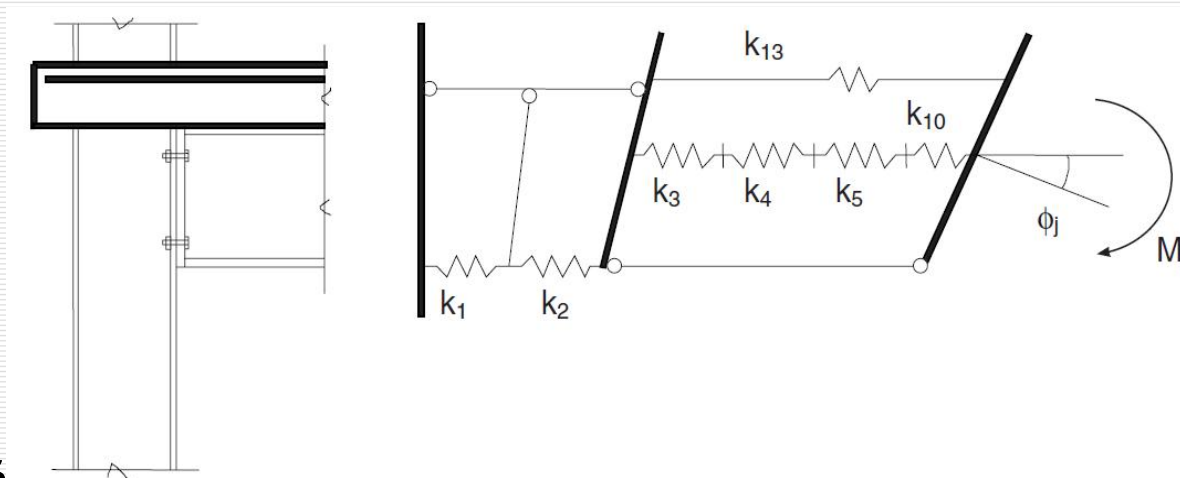


§ 4.6 Rigiditatea îmbinărilor compuse

- Eurocode 3, Partea 1.8 conține o metodă simplificată pentru calculul rigidității îmbinărilor metalice. Această metodă folosește “*metoda componentelor*”, în care răspunsul rotațional este determinat din proprietățile mecanice ale diferitelor componente ale îmbinării: placa de capăt, corniere, talpa stâlpului, șuruburi etc.
- Avantajul acestei abordări rezidă în faptul că pentru orice îmbinare poate fi calculat comportamentul, prin descompunerea acesteia în componente.
- Procedura constă în derivarea rigidității la rotire a unei îmbinări din rigiditățile elastice ale componentelor constitutive. Rigiditatea elastică a fiecărei componente este reprezentată printr-un resort care se supune unei legi de tip forță-deformație:
unde:
$$F_i = E k_i w_i$$
 - F_i este forța în componenta i ;
 - E modulul de elasticitate al oțelului;
 - k_i este rigiditatea componentei i ;
 - w_i este deformația resortului componentei i .

§ 4.6 Rigiditatea îmbinărilor compuse

○ Aceste componente sunt legate în serie sau paralel astfel încât întreaga îmbinare poate fi echivalată cu un singur resort. Metoda este ilustrată în figura din dreapta (îmbinare cu placă de capăt).



○ În acest exemplu, rigiditatea îmbinării poate fi determinată din rigiditatea următoarelor componente:

- n Panoul de inimă al stâlpului nerigidizat la forfecare (k_1)
- n Panoul de inimă al stâlpului nerigidizat la compresiune (k_2)
- n Inima stâlpului la întindere (k_3)
- n Talpa stâlpului la încovoiere (k_4)
- n Placa de capăt la încovoiere (k_5)
- n Șuruburile la întindere (k_{10})
- n Barele de armare la întindere (k_{13})