



Universitatea Politehnica Timișoara

Facultatea de Construcții

Departamentul de Construcții Metalice și Mecanica Construcțiilor

CONSTRUCȚII MIXTE OȚEL - BETON

- CURS 5-b -

Îmbinări compuse

Conf.dr.ing Adrian CIUTINA

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

CAPITOLUL IV – ÎMBINĂRI COMPUSE

§ 4.1 Introducere

- O **îmbinare compusă** poate fi definită ca fiind prinderea dintre diferite elemente, dintre care cel puțin un element este compus (de obicei grinda) și în care barele de armare care leagă elementele contribuie la rezistența, rigiditatea respectiv ductilitatea îmbinărilor.
- Există o mare varietate de tipologii de îmbinare care pot fi considerate și proiectate ca îmbinări compuse. Acestea includ și îmbinările grindă-stâlp dintre stâlpii metalici (din elemente de tip I, H sau cheson) și grinzile care sunt prinse de planșeul din beton. În acest tip de structuri, planșeul poate consta din următoarele tipologii posibile:
 - n betonul care acționează compus cu o tablă metalică profilată;
 - n planșeu simplu turnat in-situ
 - n planșeu turnat in-situ pe predale din beton armat.

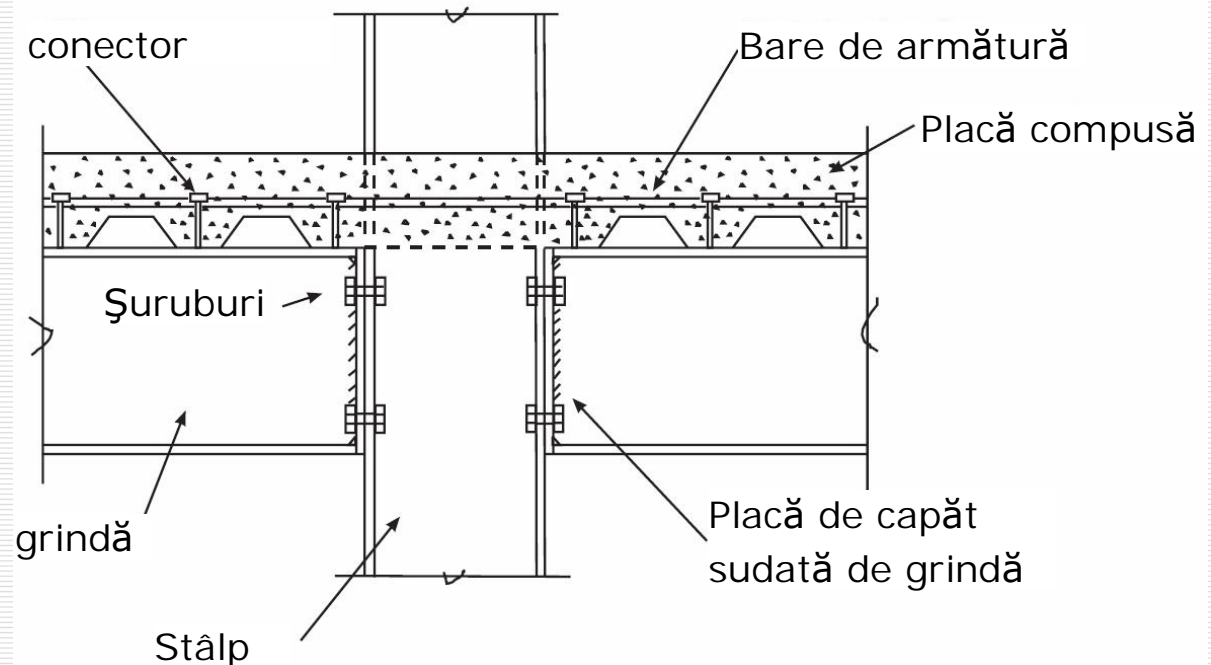
§ 4.1 Introducere

- Pot exista și alte forme de îmbinări compuse și acestea includ îmbinările de tip slimfloor, îmbinările dintre stâlpii cu secțiuni compusă și grinzile compuse, precum și îmbinările dintre grinzile compuse.
- Cele mai multe proceduri de calcul ale îmbinărilor compuse pornesc de la ipoteza că eforturile din îmbinări sunt preluate în parte de elementele metalice, în parte de armături și betonul comprimat.
- Prin urmare, procedurile de calcul presupun faptul că **armarea este proiectată și detaliată corespunzător** pentru a fi capabilă să efectueze transferul de la un element la altul. În cazul în care armarea nu este continuă, sau acolo unde este prevăzută o plasă de armare cu caracteristici fragile, capacitatea îmbinării trebuie calculată doar pe baza comportamentului elementelor metalice.
- Metodele normelor Eurocode 3 și 4 includ un sistem de clasificare a îmbinărilor pe baza momentului capabil și a rigidității acestora la rotire. Această abordare face diferența dintre îmbinările de **tip articulat, semi-rigid** respectiv **rigid**.

§ 4.2 Tipuri de îmbinări compuse

- Figura de mai jos prezintă o îmbinare compusă tipică, care constă dintr-o prindere metalică și o placă din beton cu armătură longitudinală întinsă care traversează îmbinarea. În cazul acestei îmbinări, barele de armare și partea superioară a îmbinării metalice oferă rezistența necesară la întindere iar aceste eforturi sunt contrabalansate de forțele de compresiune situate la partea inferioară, dintre partea inferioară a grinzii metalice și stâlp.

Figura: Îmbinare tipică compusă oțel-beton



§ 4.2 Tipuri de îmbinări compuse

- În cazul îmbinărilor compuse, rezistența la forța de forfecare verticală a dalei din beton este mică și este foarte dificil de calculat. De aceea, se consideră că rezistența la forța de forfecare verticală a îmbinării este dată doar de către îmbinarea metalică.
- Tipologia îmbinării metalice folosite poate avea o influență semnificativă atât pentru viteza de construcție a structurii cât și pentru performanța îmbinării compuse.
- În timp ce alegerea prinderii metalice se bazează primordial pe simplitate, ușurința replicării și a fabricației, trebuie considerată și influența acesteia asupra comportamentului global al îmbinării compuse.
- În figurile de mai jos sunt prezentate câteva variante tipice de îmbinări compuse oțel-beton cu diferite prinderi ale elementelor metalice.
- Configurații similare pot fi folosite și în cazul prinderilor grindă-grindă.

§ 4.2 Tipuri de îmbinări compuse

○ **Îmbinările sudate pe șantier**

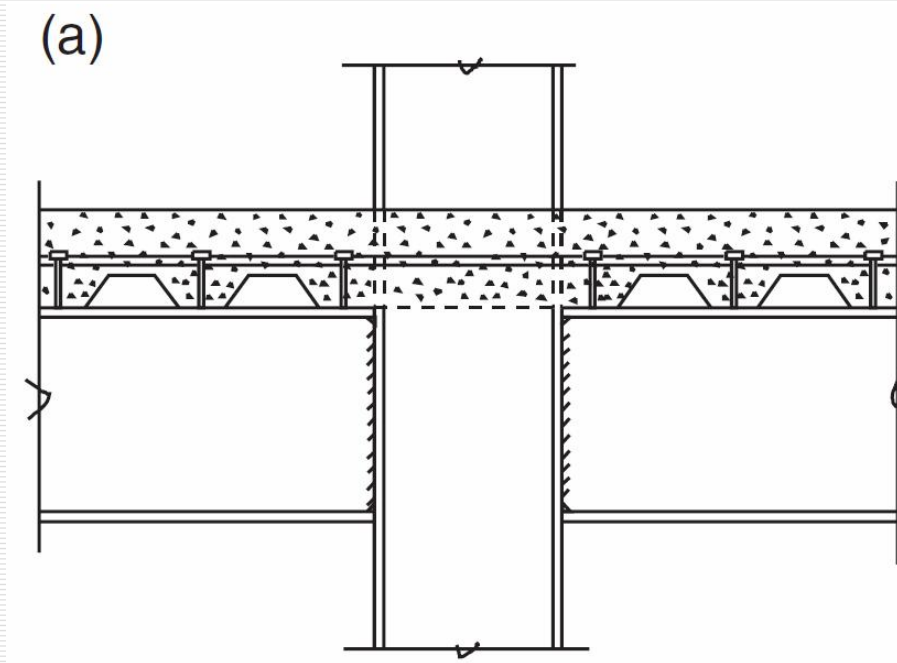
(vezi figura din dreapta), pot fi folosite ca parte ale îmbinărilor compuse. Acestea prezintă un grad ridicat de rezistență și rigiditate.

○ Cu toate acestea, realizarea acestora este scumpă, iar rezistența lor poate fi limitată de voalarea tăpii grinzii comprimate sau datorită deformațiilor excesive cauzate de

încovoierea tăpii stâlpului, în cazul în care nu sunt prevăzute rigidizări orizontale.

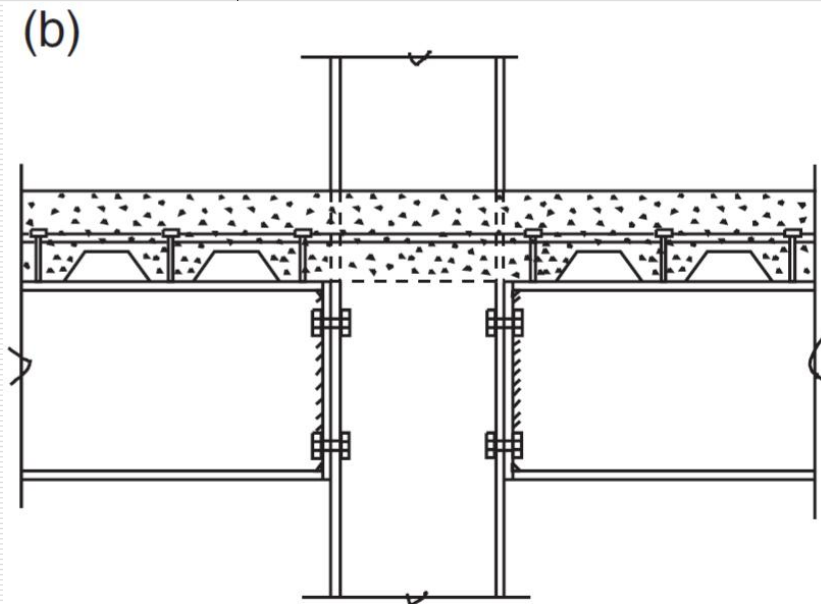
○ În plus, sudurile trebuie calculate folosind un factor parțial de siguranță important, pentru a preveni cedarea fragilă a îmbinării.

○ Acest tip de îmbinare este folosit rar, dar reprezintă o soluție viabilă pentru condiții speciale de construcție.

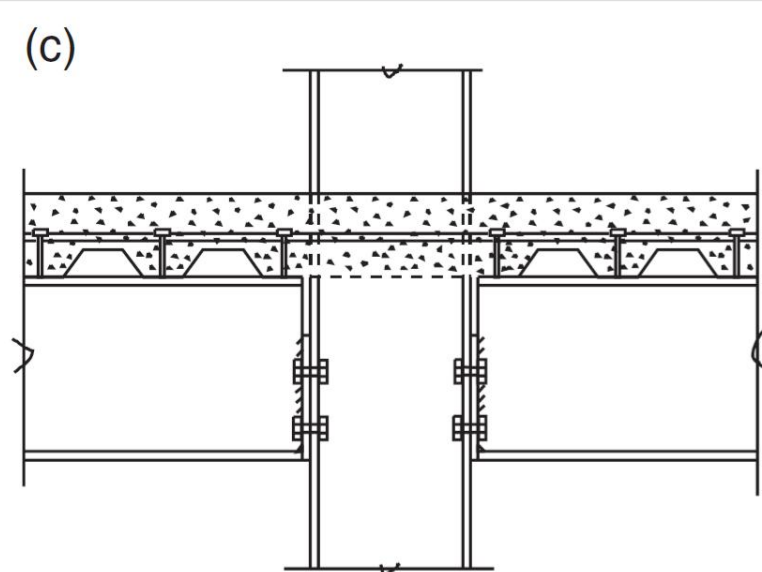


§ 4.2 Tipuri de îmbinări compuse

- **Îmbinările cu plăci de capăt** ca și cele prezentate în figurile b și c, sunt cel mai des folosite în Europa ca parte a îmbinărilor compuse. Acestea pot fi de tip exact, extinse sau cu înălțime parțială și constau dintr-o placă sudată la capătul grinzii metalice, fiind prinse cu șuruburi pe șantier de stâlpul sau grinda pe care reazemă.
- Acest tip de îmbinare are dezavantajul că nu există posibilitatea realizării ajustajelor de șantier, elementele trebuind montate și realizate cu toleranțe mici.



Construcții



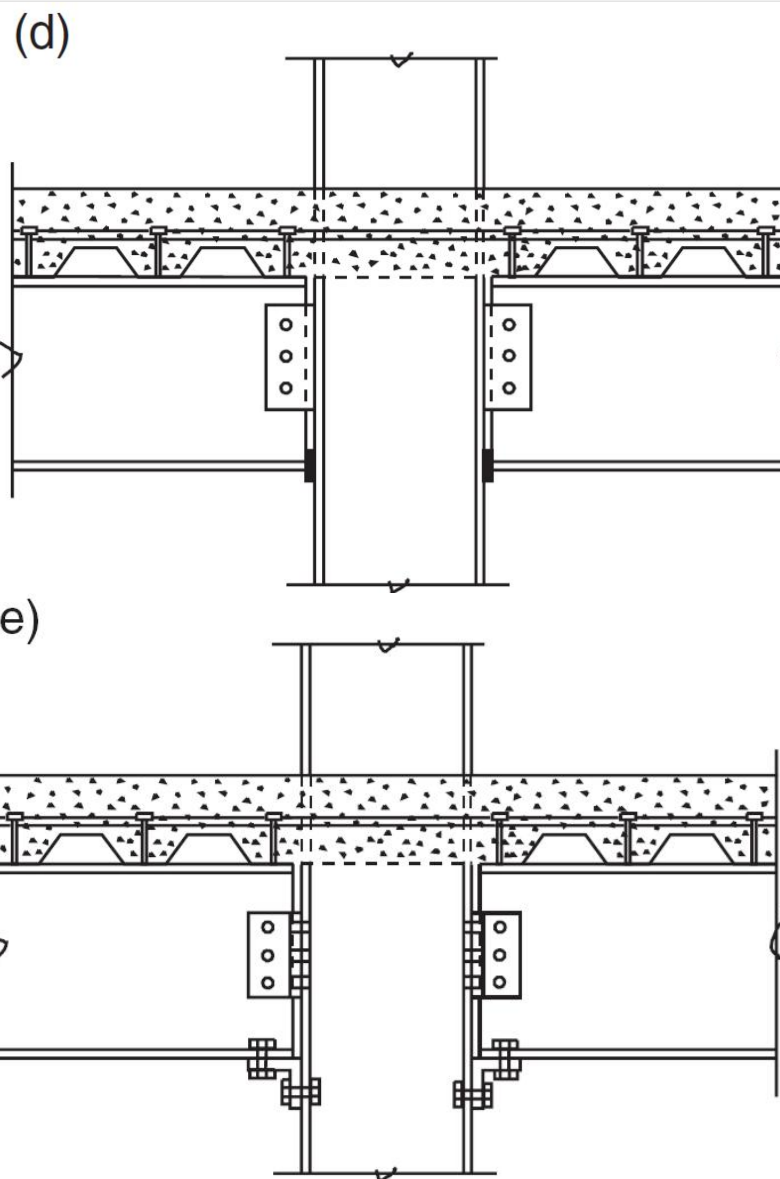
§ 4.2 Tipuri de îmbinări compuse

- Contribuția plăcii de capăt în comportamentul general al îmbinării compuse va fi influențată de plastificarea tălpii stâlpului și/sau a plăcii de capăt, cât și de voalarea inimii stâlpului.
- Un alt avantaj al folosirii plăcilor de capăt este rezistența globală, rigiditatea și ductilitatea îmbinării compuse, care în acest caz poate fi ajustată prin varierea diferitelor elemente geometrice și a proprietăților componentelor îmbinării.
- **Îmbinările cu prindere pe inimă** sunt adesea folosite în practică, datorită faptului că ele sunt simplu de realizat și de montat. Cu toate acestea, îmbinările cu prindere pe inimă nu conferă același grad de continuitate ca și îmbinările cu placi de capăt sau sudate.
- În plus, plăcuțele de prindere trebuie să preia atât forțe de forfecare cât și cele de compresiune (dacă există), ceea ce poate conduce la anumite restricții de folosire. În general, aceste îmbinări conduc la reduceri ale ductilității respectiv ale rezistenței la încovoiere.

§ 4.2 Tipuri de îmbinări compuse

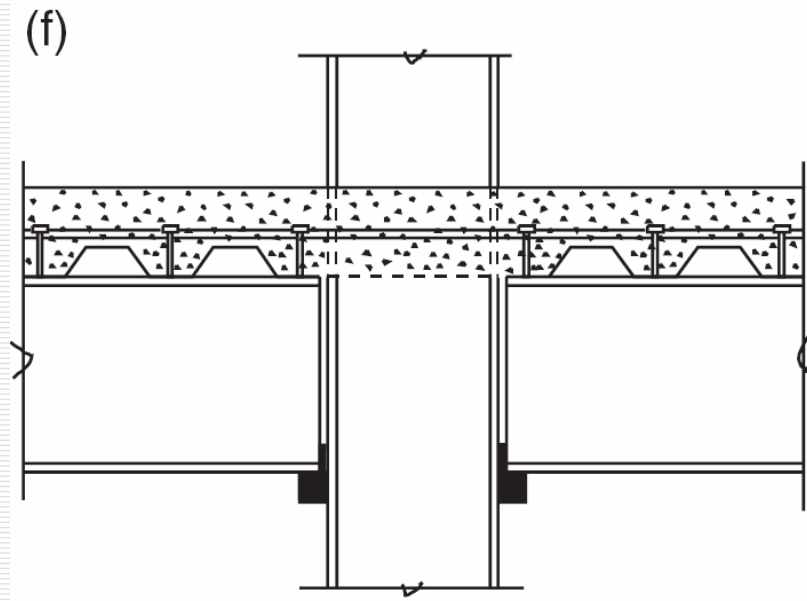
○ Ca o alternativă pentru acest tip de îmbinare se poate dispune o plăcuță de contact (ca și cea din figura d) între talpa stâlpului și talpa comprimată a grinzii, aceasta având rolul de transmitere a eforturilor de compresiune.

○ **Îmbinările *tachet*** ca și cele din figura e pot fi de asemenea utilizate. Pentru aceste prinderi, cornierul inferior preia efortul de compresiune. Cu toate acestea, eficacitatea acestei îmbinări este redusă datorită toleranțelor găurilor de îmbinare. Pretensionarea șuruburilor de pe cornierul inferior poate crește frecarea cu talpa grinzii, îmbunătățind acest fenomen.



§ 4.2 Tipuri de îmbinări compuse

○ **Îmbinări cu plăcuță de contact** (sau îmbinări fără șuruburi) precum cele din figura f sunt folosite cu precădere în zonele neseismice. Prin sudarea unei plăcuțe de talpa stâlpului se asigură un transfer direct al forțelor de compresiune la partea inferioară (fără alunecări), în timp ce armătura transmite forțele de întindere, asigurând un anumit transfer al momentelor încovoietoare.



§ 4.3 Principii de calcul (proiectare)

- Eurocode 3 și 4 oferă trei principii de proiectare a unei structuri, pentru care comportamentul îmbinărilor este fundamental. Definițiile acestor metode sunt: **Articulate**, **Continue** și **Semi-continue**.
- Pentru fiecare dintre aceste concepte poate fi folosită atât metoda elastică, plastică cât și metoda elastic-plastică de analiză globală.
- **Calculul articulat** se bazează pe ipoteza că grinzile sunt simplu rezemate și implică o prindere suficient de flexibilă pentru a nu dezvolta momente în îmbinări.
- Dacă este folosit acest concept, îmbinările sunt clasificate ca **nominal articulate**, indiferent de metoda de analiză globală.
- Dacă este adoptat **conceptul continuu**, tipul de îmbinare folosit depinde de metoda de analiză globală. Dacă este folosită analiza elastică, îmbinarea trebuie clasificată în funcție de rigiditate și se vor utiliza **îmbinări rigide**. Dacă este folosită o metodă plastică, îmbinarea trebuie clasificată în funcție de rezistență (capacitatea la încovoiere) și vor fi folosite îmbinări total rezistente.

§ 4.3 Principii de calcul (proiectare)

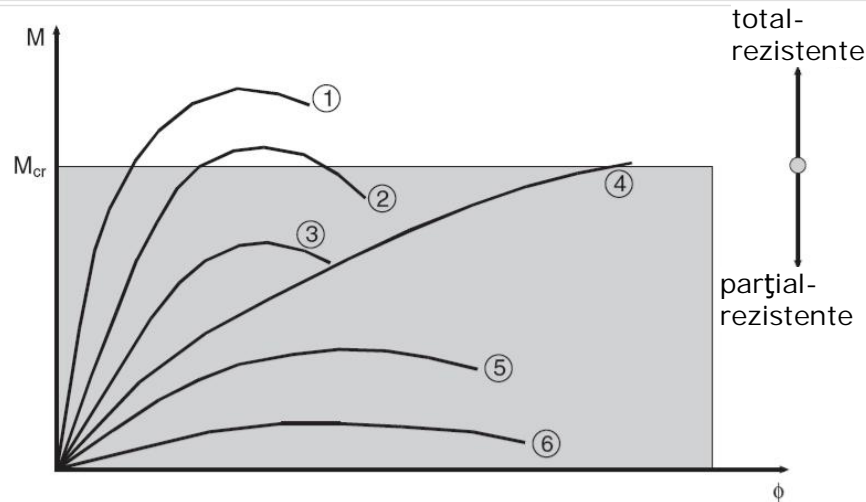
- Termenul de total rezistent se referă la rezistența îmbinării, în comparație cu cea a grinzii îmbinate. Dacă rezistența la încovoiere a îmbinării este mai mare decât cea a grinzii îmbinate, atunci îmbinarea este total rezistentă.
- Dacă metoda globală de analiză folosită este elastic-plastică, atunci îmbinările trebuie clasificate atât după rigiditate cât și după rezistență. Se vor folosi îmbinări rigide și total rezistente. Aceste îmbinări trebuie să fie capabile să preia momentul încovoiator de calcul, forța de forfecare și forța axială, cu menținerea rigidității globale a îmbinării.
- Metoda **semi-continuă** acceptă faptul că cele mai multe din îmbinările reale sunt capabile să preia un anumit grad de rigiditate, iar momentul capabil al îmbinării să fie limitat.
- În cazul în care este folosită analiza elastică, vor fi folosite îmbinările semi-rigide (clasificare conform rigidității).

§ 4.3 Principii de calcul (proiectare)

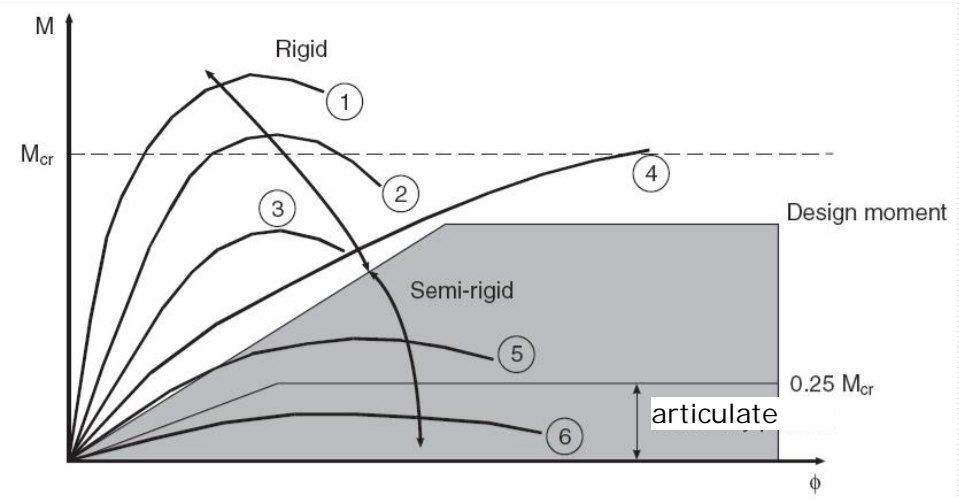
- Dacă este folosită analiza globală de tip plastic, îmbinările sunt clasificate în funcție de rezistență. Îmbinările care prezintă un moment încovoietor capabil mai mic decât cel al elementelor îmbinate sunt de tip parțial-rezistent.
- În acest caz îmbinarea va ceda înaintea elementului îmbinat și de aceea ea trebuie să posede o ductilitate suficientă pentru a permite dezvoltarea articulațiilor plastice în alte părți ale structurii.
- Dacă este folosită metoda globală de tip elastic-plastic, îmbinările trebuie clasificate atât după rigiditate cât și după rezistență, și vor fi utilizate îmbinări de tip semi-rigid și parțial rezistente.
- Figurile de mai jos prezintă curbele caracteristice moment-rotire pentru diferite tipuri de îmbinări compuse:
 - n În mod evident, îmbinările 1,2 și 4 sunt clasificate ca total rezistente, datorită faptului că momentul capabil este mai mare decât cel al grinzii.
 - n Momentul capabil al îmbinărilor 3 și 5 este mai mic decât cel al grinzii îmbinate, iar acestea pot fi clasificate ca îmbinări parțial rezistente.

§ 4.3 Principii de calcul (proiectare)

n Îmbinarea 6 reprezintă o îmbinare articulată.



Clasificare după rezistență



Clasificare după rigiditate

- Pentru un sistem structural care include îmbinări de tip semi-continue, este de preferat să se folosească proprietățile structurale ale îmbinărilor ca o modalitate de clasificare a acestora.
- Pentru aceasta, Eurocode 3 și Eurocode 4 prevede un sistem de clasificare pe domeniile de rigiditate și de rezistență, pentru definirea limitelor pentru cele trei tipuri de îmbinări.