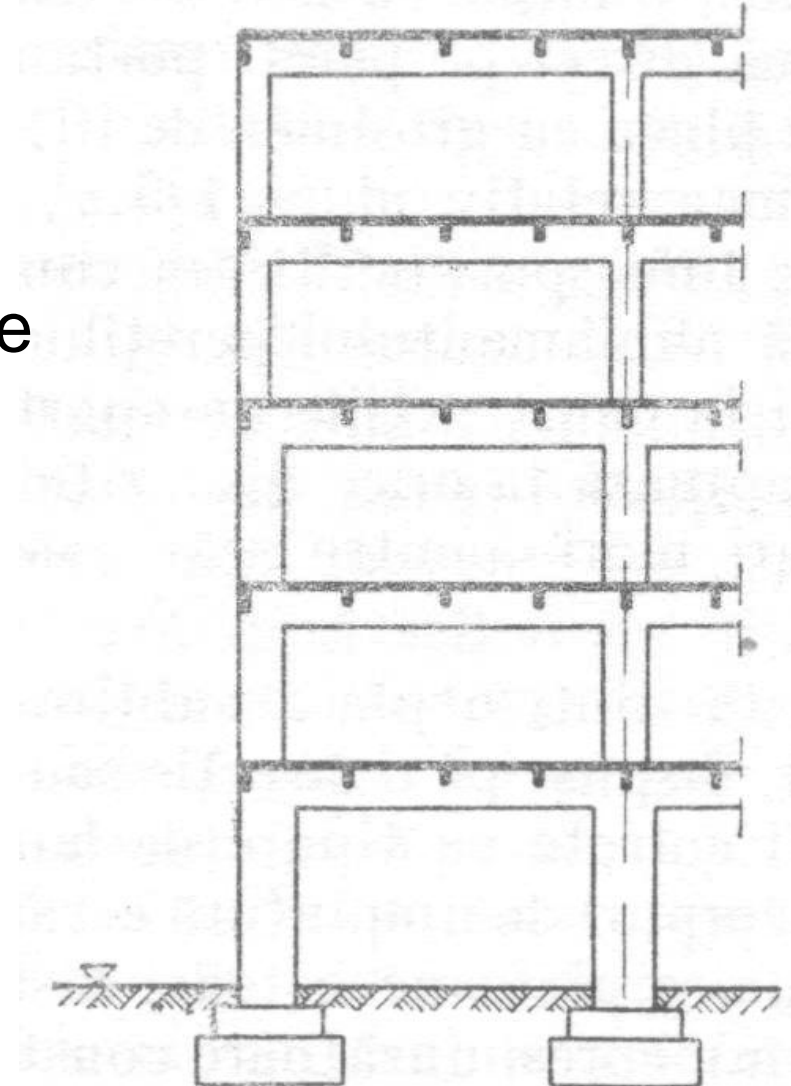


- Structuri spațiale alcătuite din: grinzi și stâlpi legați rigid la noduri + planșee orizontale.
- Oferă spații largi deschise.
- Proiectarea elementelor structurale se face la eforturile secționale rezultate din analiza statică și dinamică la încărcări exterioare:
 - momente încovoietoare
 - forțe axiale
 - forțe tăietoare
 - momente de torsiune



TIPURI DE STRUCTURI ÎN CADRE, funcție de

- Regimul de înălțime:
 - cadre parter
 - cadre etajate
- Acoperiș:
 - tip terasă - plan
 - tip șarpantă (de lemn) - înclinat
 - curbat
- Tipul elementelor structurale:
 - S.T. constantă
 - S.T. variabilă
- Tipul reazemelor:
 - cadre încastrate
 - cadre articulate
- Tipul armăturilor:
 - armătură flexibilă (bare din oțel)
 - armături rigide (profile metalice)
- Tehnologia de execuție:
 - cadre monolite
 - cadre prefabricate

- METODE MATEMATICE (exacte):
 - metoda forțelor
 - metoda deplasărilor

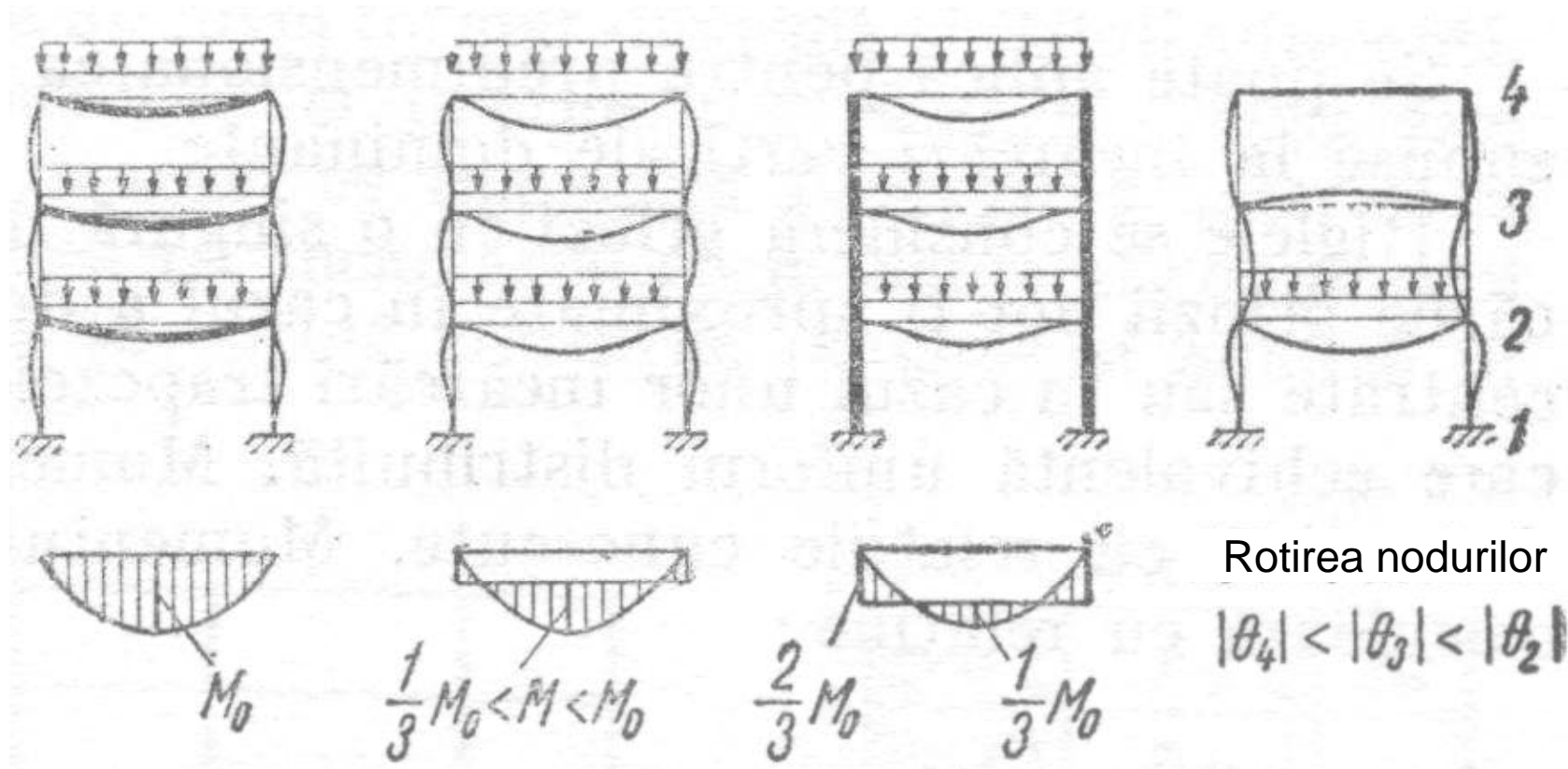
- METODE NUMERICE (aproximative): metoda elementelor finite (MEF): discretizarea structurii continue în elemente finite (bare).
 - Sistemul de ecuații: $[K] \cdot \{\delta\} = [F]$
unde:
 - $[K]$ - matricea de rigiditate
 - $\{\delta\}$ - vectorul deplasărilor
 - $[F]$ - vectorul încărcărilor la noduri
 - Se folosesc programe de computer: SAP2000, AXIS, etc.

METODE SIMPLIFICATE

- Ipoteze simplificatoare:
 - comportare elastică a materialelor
 - analiza unor structuri simplificate, părți ale structurii reale (ex. cadre plane)
 - rigiditate constantă a elementelor structurale
 - nu se iau în considerare panourile de umplură a ochiurilor de cadru

METODE SIMPLIFICATE

- COMPORTAREA LA ÎNCĂRCĂRI VERTICALE:



Grinzi
rigide

Grinzi
obișnuite

Grinzi
flexibile

Efectul unei
încărcări

METODE SIMPLIFICATE

- ANALIZA LA ÎNCĂRCĂRI VERTICALE:

Metoda I – pt. pre-dimensionare:

- grinzile – continue simplu rezemate pe stâlpi
- stâlpii – proiectați la compresiune centrică, la o forță axială mărită cu:

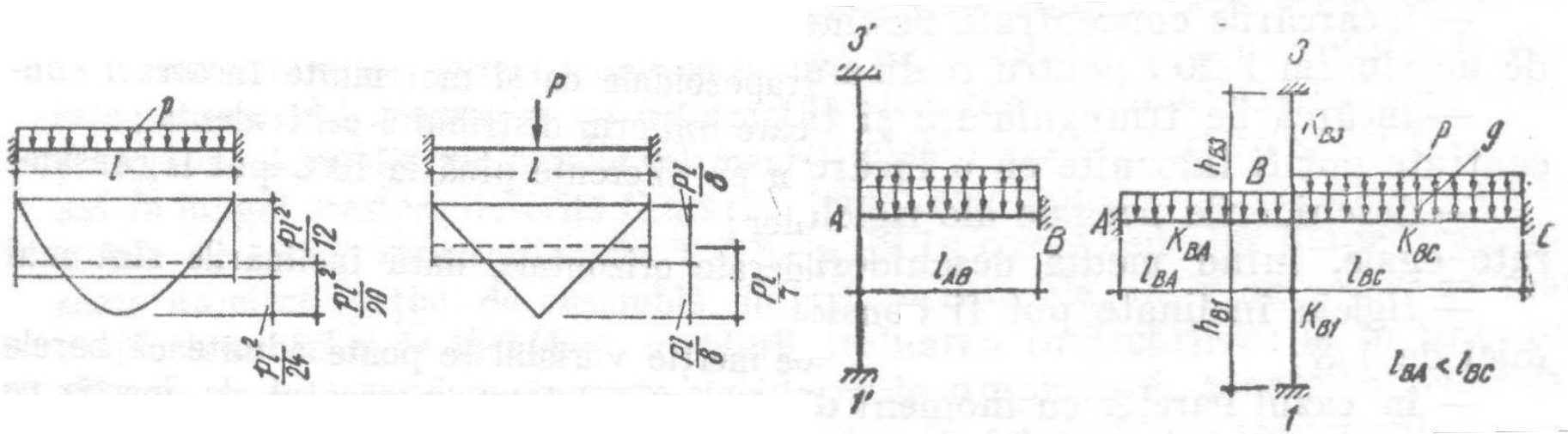
1.00	pt. stâlpi interiori și grinzi cu deschideri egale
1.10...1.75	pt. stâlpi interiori și grinzi cu deschideri inegale
1.20...2.20	pt. stâlpi marginali
1.60...3.30	pt. stâlpi de colț

METODE SIMPLIFICATE

- ANALIZA LA ÎNCĂRCĂRI VERTICALE:

Metoda II – pt. pre-dimensionare:

- grinzile – cu o singură deschidere, dublu încastrate



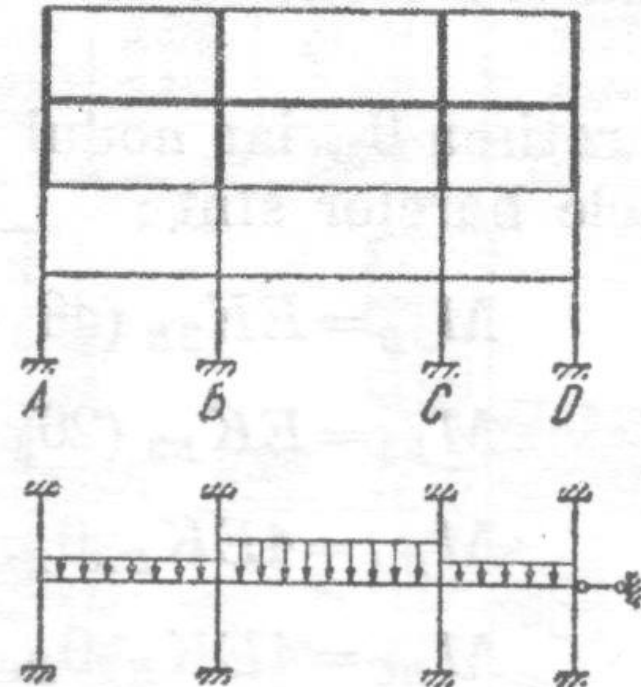
- stâlpii – proiectați la forțe axiale și, momentele încovoietoare din noduri distribuite proporțional cu rigiditatea elementelor din nod

METODE SIMPLIFICATE

- ANALIZA LA ÎNCĂRCĂRI VERTICALE:

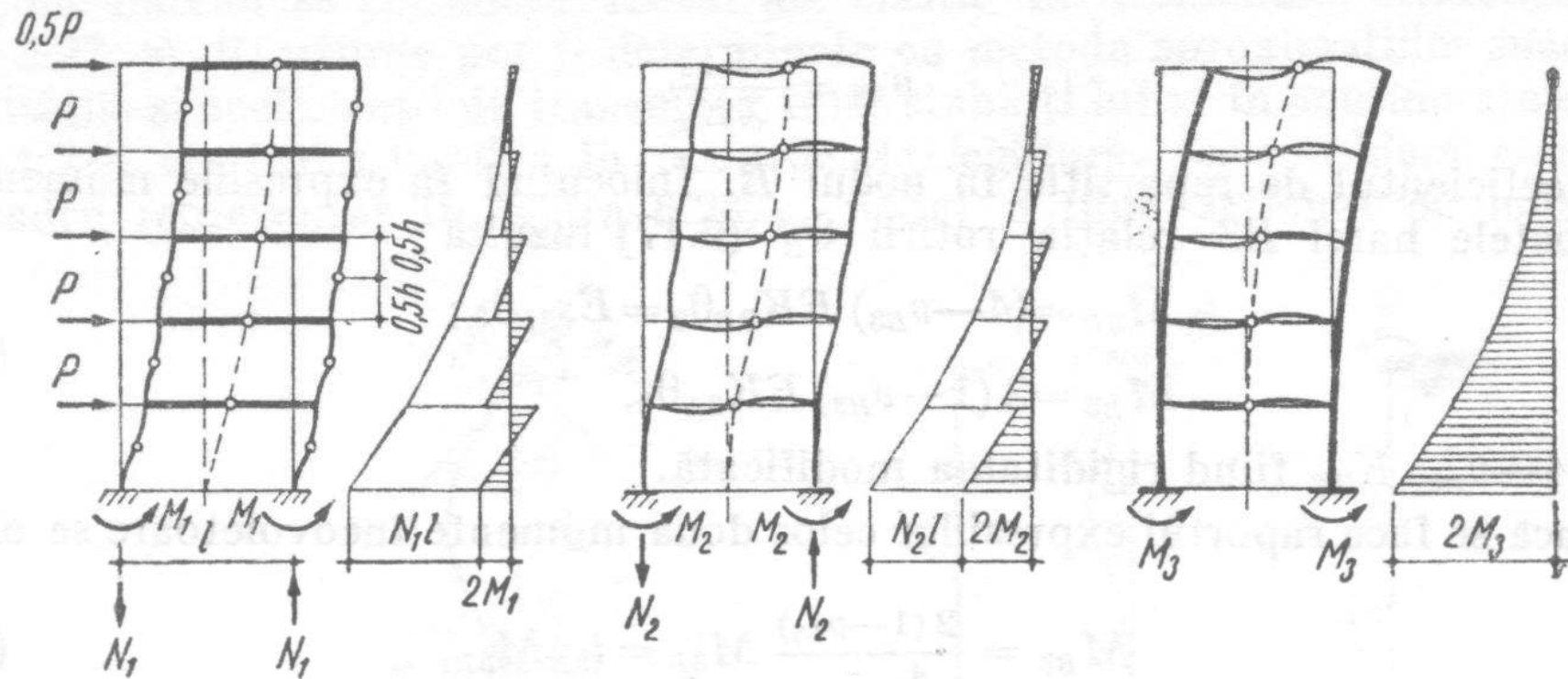
Metoda III – pt. pre-dimensionare:

- se izolează părți din structură formate din: o grindă de nivel + stâlpii adiacenți încadrați la capete în nivelul superior și inferior;
- deplasarea orizontală este blocată.



METODE SIMPLIFICATE

- COMPORTAREA LA ÎNCĂRCĂRI ORIZONTALE:



$$K_{grindă} \gg K_{stâlp}$$

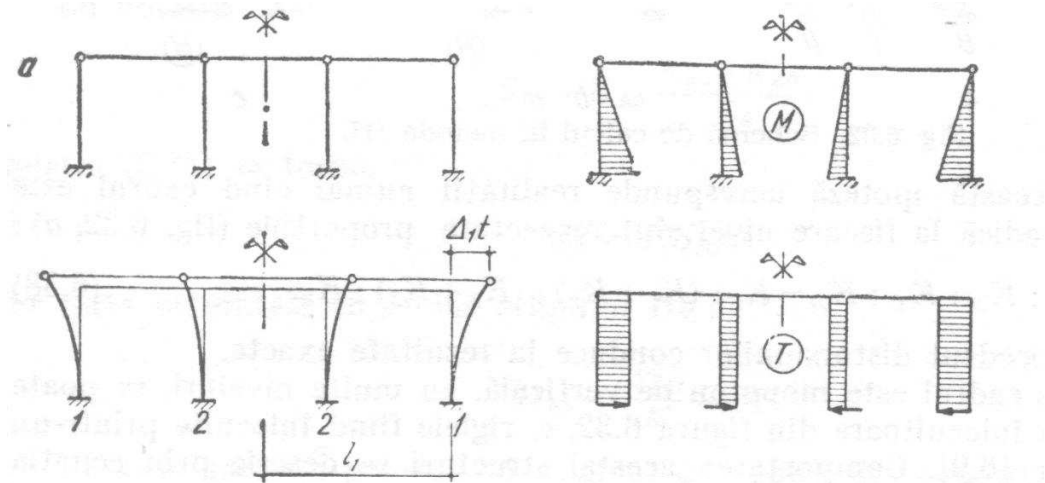
$$K_{grindă} \approx K_{stâlp}$$

$$K_{grindă} \ll K_{stâlp}$$

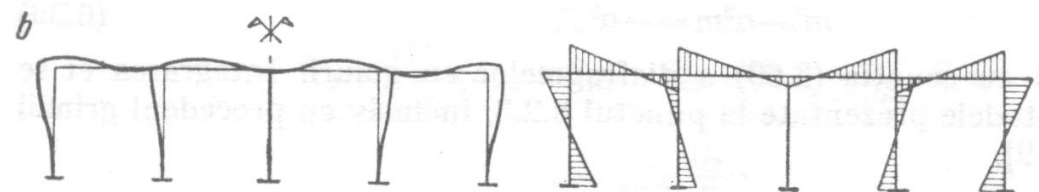
EFFECTUL DEFORMAȚIILOR – DIN VARIAȚII DE TEMPERATURA ȘI DIN CONTRACȚIE

- La structurile cu deschideri mari, sau distanțe mari între rosturi sau variații mari de temperatură din procesele tehnologice.

- (a) cu neglijarea deformațiilor grinzilor:

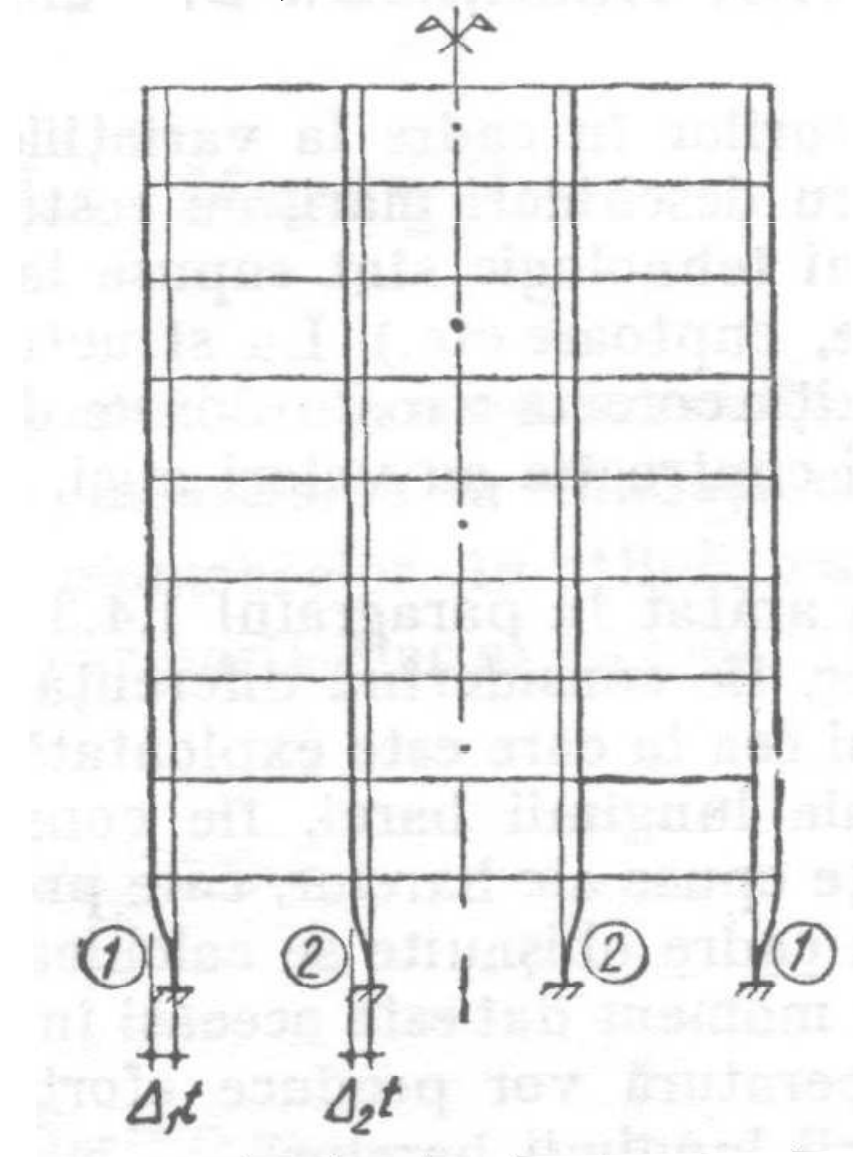


- (b) cu considerarea deformațiilor grinzilor:



EFECTUL DEFORMAȚIILOR – DIN VARIAȚII DE TEMPERATURA ȘI DIN CONTRACȚIE

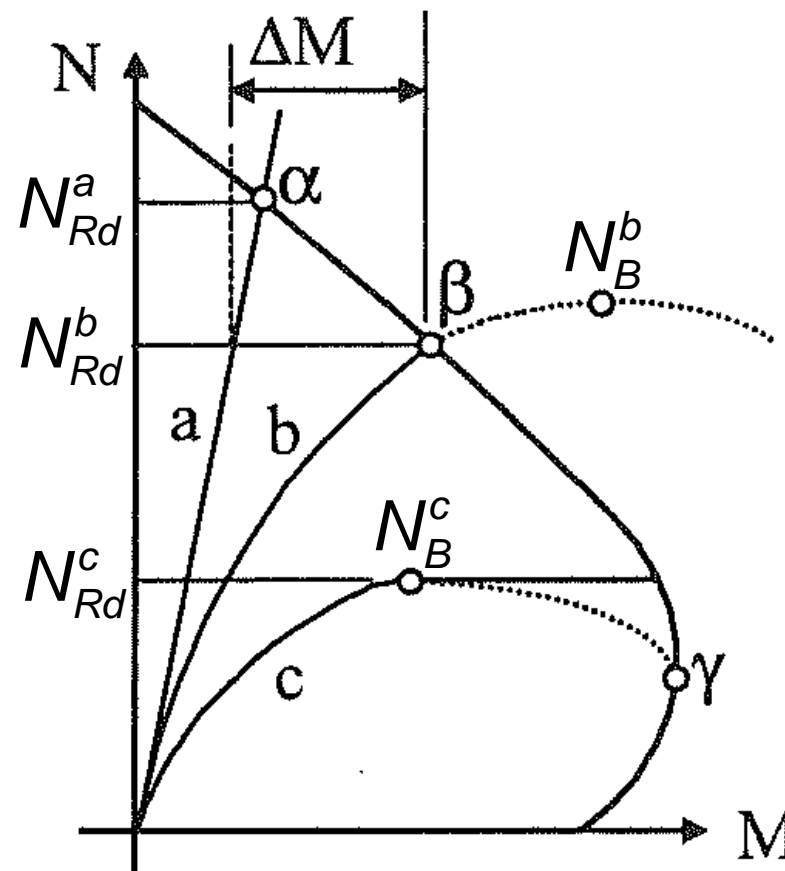
- La cadre etajate:



EFECTE DE ORDINUL II, ȘI FLAMBAJUL LA STÂLPI

Cedarea stâlpilor luând în considerare efectele de ordinul II:

- la stâlpii izolați, încărcarea longitudinală crește de la 0 până la rupere. Variația momentului încovoietor maxim va fi:



EFECTE DE ORDINUL II, ȘI FLAMBAJUL LA STÂLPI

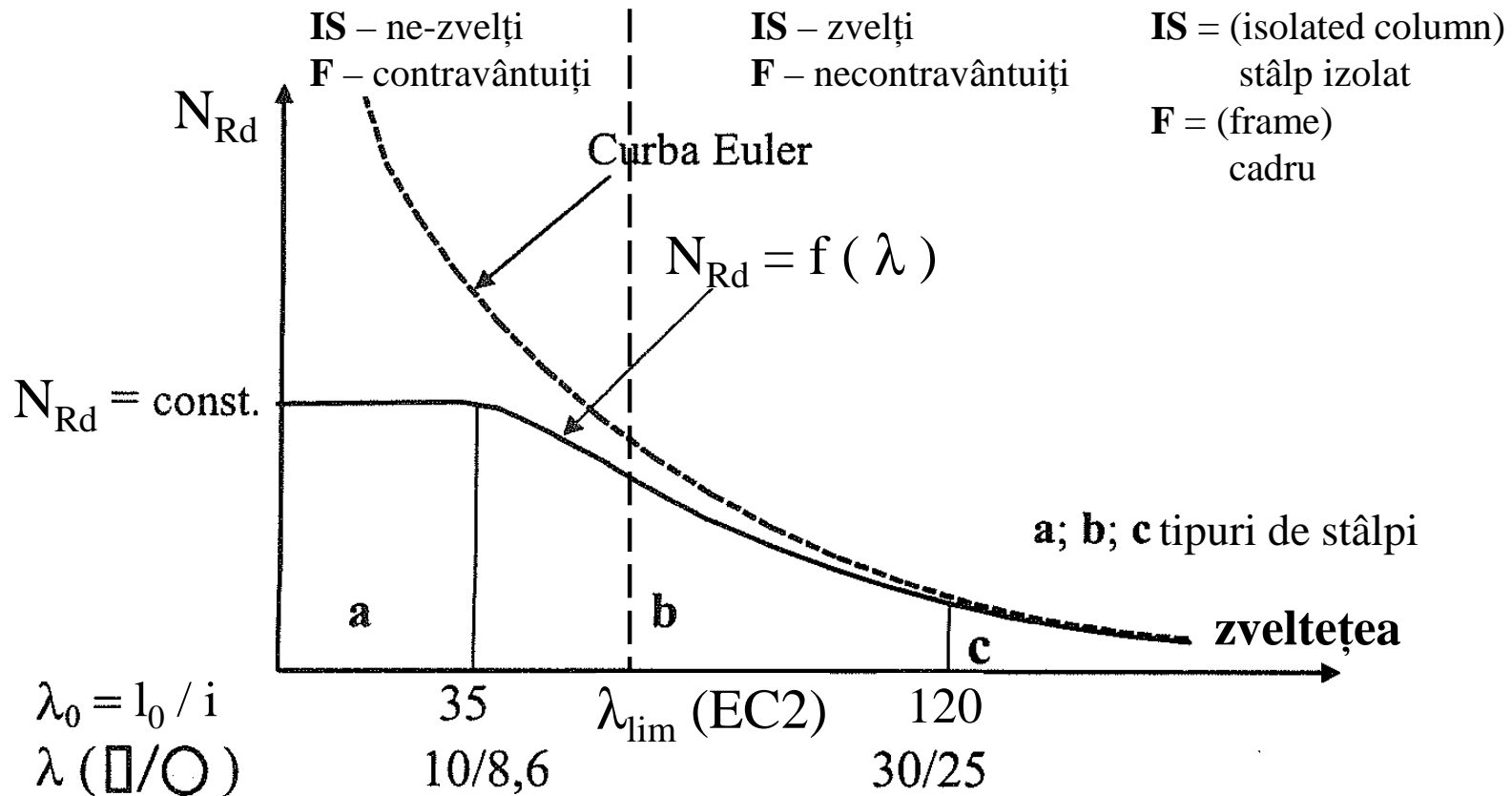
Cedarea stâlpilor luând în considerare efectele de ordinul II :

- cazul a :
 - $\lambda \leq 35$; stâlpi scurți; efectele de ordinul II sunt neglijate;
 - M este proporțional cu N – dreapta (a) ;
 - cedarea stâlp: la N_{Rd}^a ; în punctul α – intersecția cu curba M-N ; cedarea prin depășirea rezistenței.
- cazul b :
 - $35 < \lambda \leq 120$; stâlpi zvelți;
 - efectele de ordinul II sunt luate în considerare;
 - M crește mai rapid (datorită efectelor de ordinul II – ΔM) decât N – curba (b) ;
 - cedarea stâlp: la N_{Rd}^b ; în punctul β – intersecția cu curba M-N ; cedarea prin depășirea rezistenței.
 - N_B^b este forța de flambaj.
- cazul c :
 - $\lambda > 120$; stâlpi foarte zvelți (cazuri foarte rare);
 - variația M-N este – curba (c) ;
 - cedarea stâlp: datorită fenomenului de flambaj;
 - capacitatea de rezistență este dată de forța longitudinală care include fenomenul de flambaj: $N_{Rd}^c = N_B^c$

EFECTE DE ORDINUL II, ȘI FLAMBAJUL LA STÂLPI

- Forța critică de flambaj este dată de formula lui Euler :
- Comportarea reală a stâlpilor din beton armat este diferită.

$$N_B = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_0^2}$$

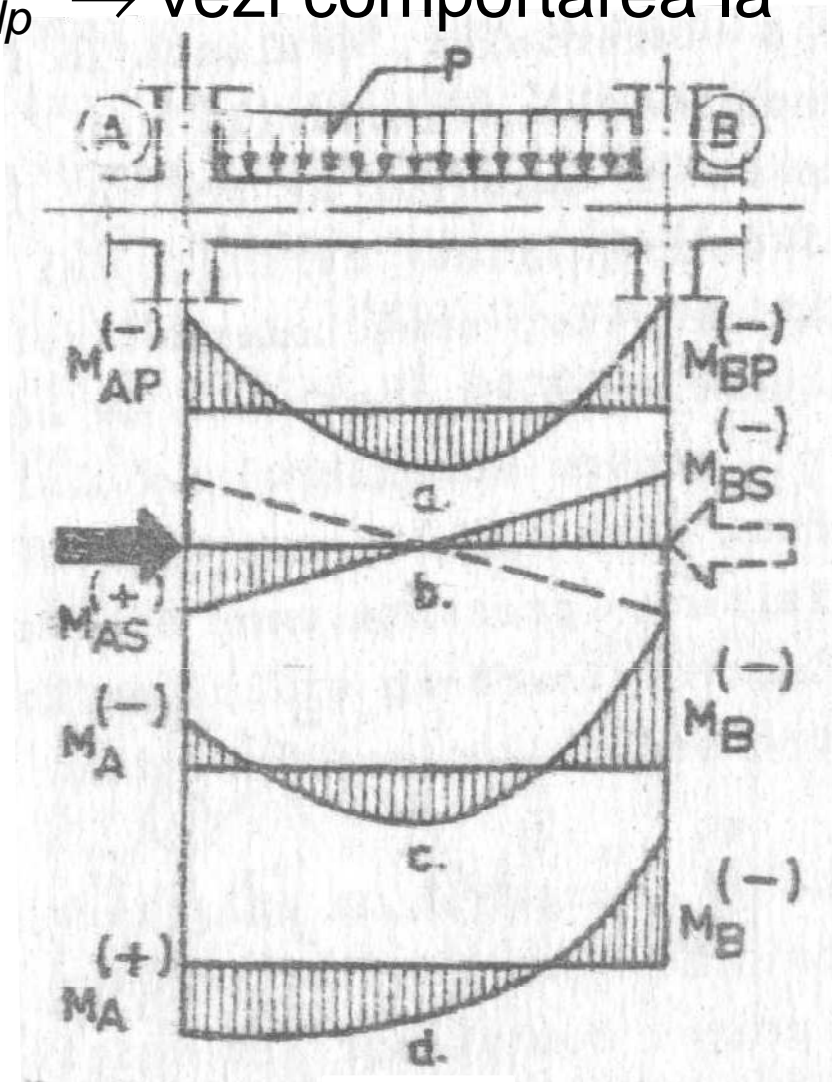


$\lambda_0 = l_0 / i$
 $\lambda (\square/O)$

STÂLPI		
scurți	zvelți	foarte zvelți
CEDAREA STÂLPIILOR		
- prin depășirea stării limite de rezistență - caz uzual pt. elementele din beton armat		- prin flambaj - nespecific elem. din b.a.

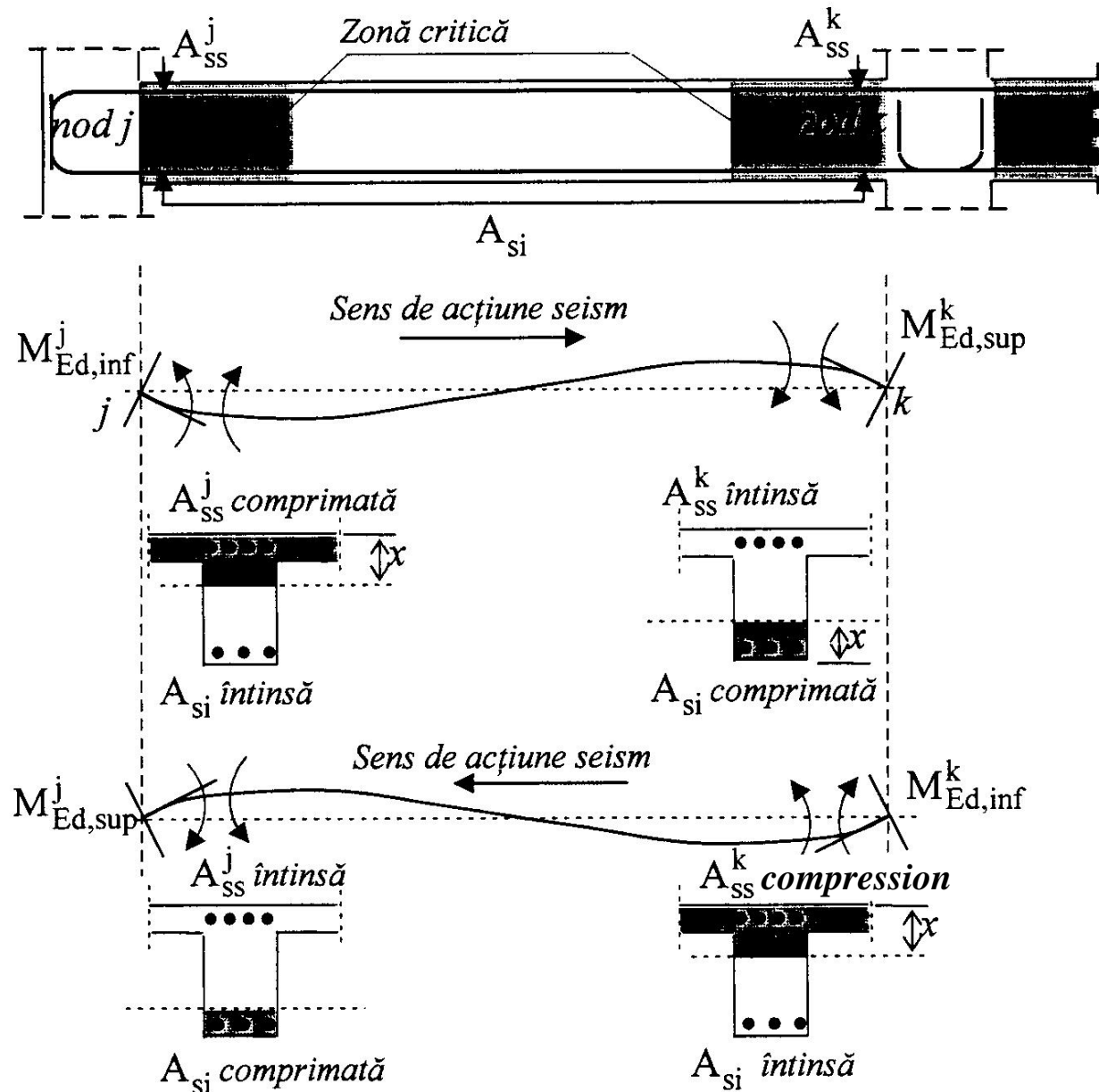
ASPECTE DE PROIECTARE SPECIFICE

- Influența raportului $K_{grindă} / K_{stâlp}$ → vezi comportarea la încărcări verticale și orizontale
- Influența magnitudinii încărcării seismice asupra momentelor încovoietoare la grinzi:



ASPECTE DE PROIECTARE SPECIFICE

- Influența magnitudinii încărcării seismice asupra momentelor încovoietoare la grinzi:



ASPECTE DE PROIECTARE SPECIFICE

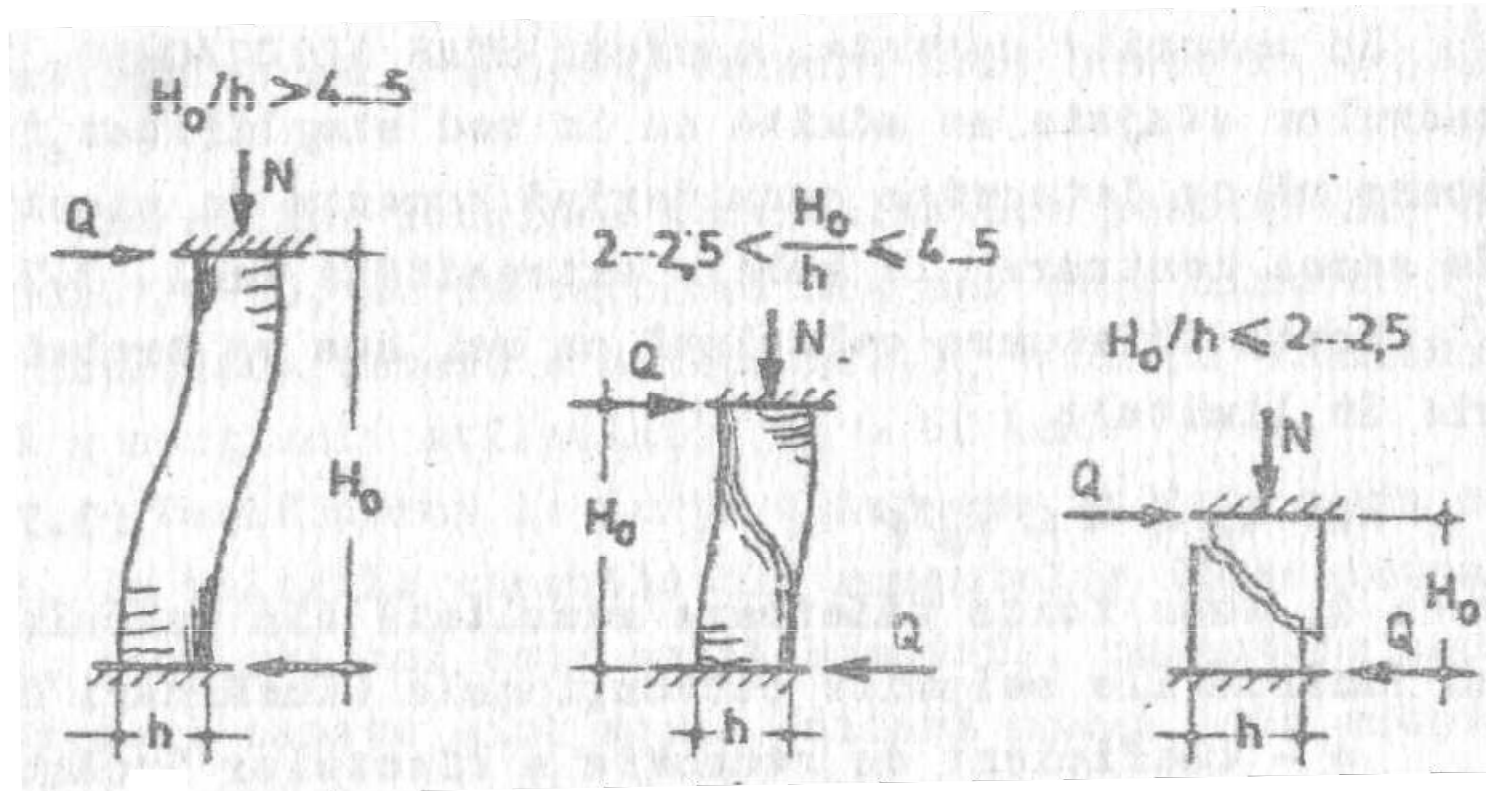
- Verificarea comportării plastice:
 - apariția articulațiilor plastice prima dată în grinzi și apoi în stâlpi

- GRIZI:
 - limitarea nivelului de solicitare la forțe tăietoare

- STÂLPI:
 - limitarea nivelului forței axiale \Rightarrow dimensiunile S.T. clasa de beton
 - limitarea nivelului de solicitare la forțe tăietoare

ASPECTE DE PROIECTARE SPECIFICE

- Verificarea comportării plastice:
 - STÂLPI SCURȚI:



stâlp:

lung

scurt

foarte scurt

cedarea:

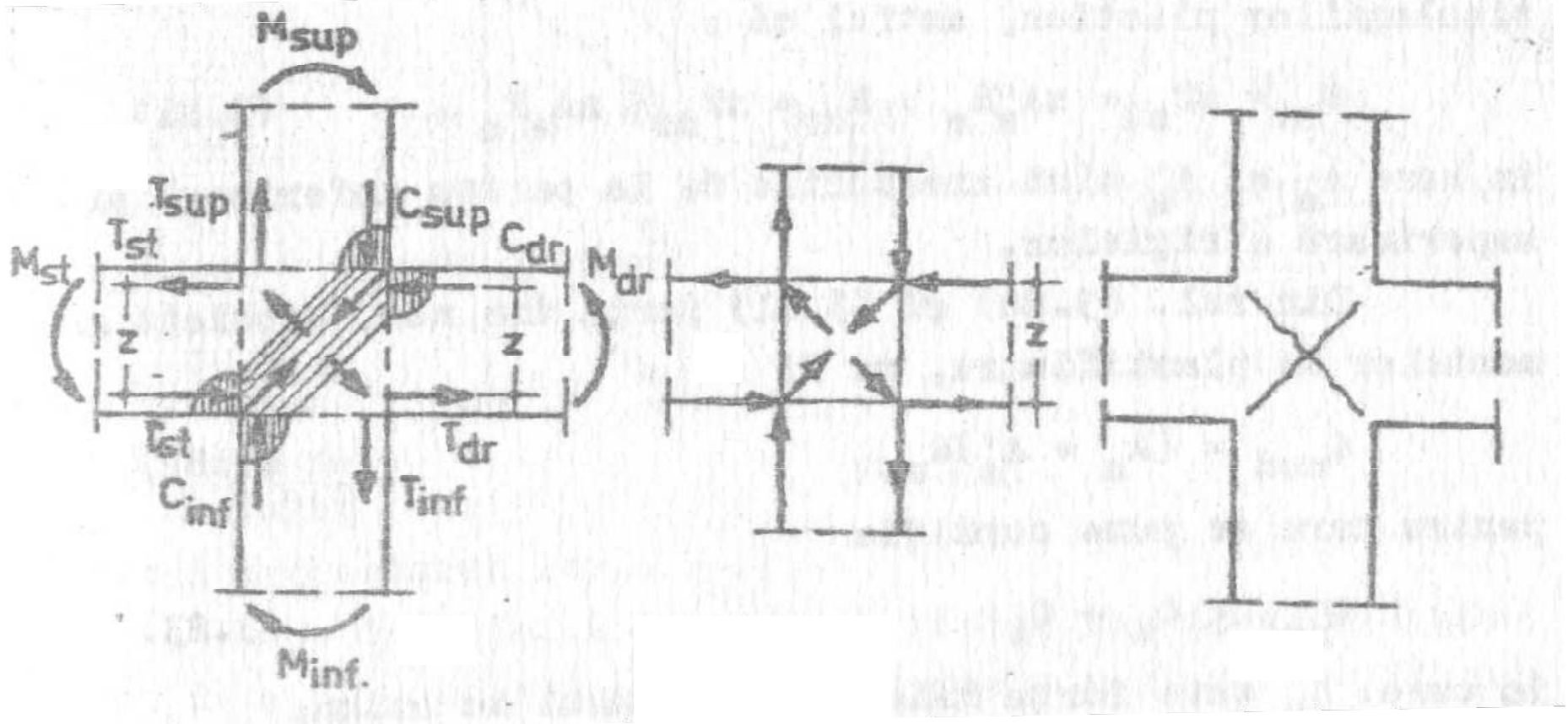
la $(M+N)$

la $(M+N)+V$

la V

ASPECTE DE PROIECTARE SPECIFICE

- Verificarea comportării plastice:
 - NODURI:

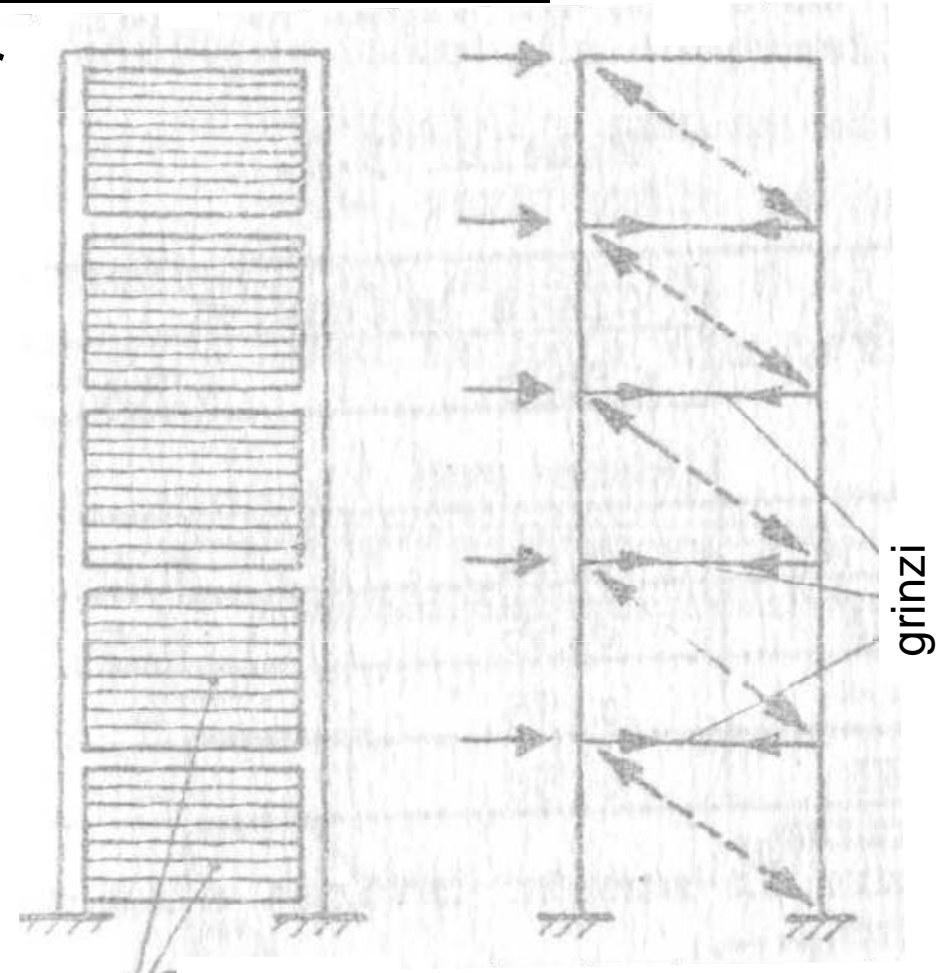
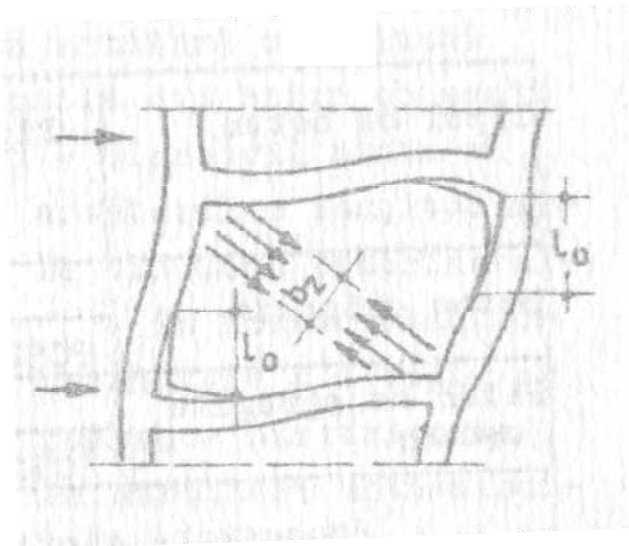


ASPECTE DE PROIECTARE SPECIFICE

- Verificarea comportării plastice:

- INFLUENȚA PANOURILOR DE UEMPLUTURĂ:

- mărirea rigidității cadrelor
- zidăria de umplutură → diagonala comprimată a grinzii cu zăbrele



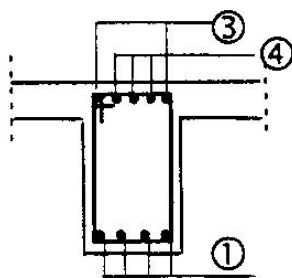
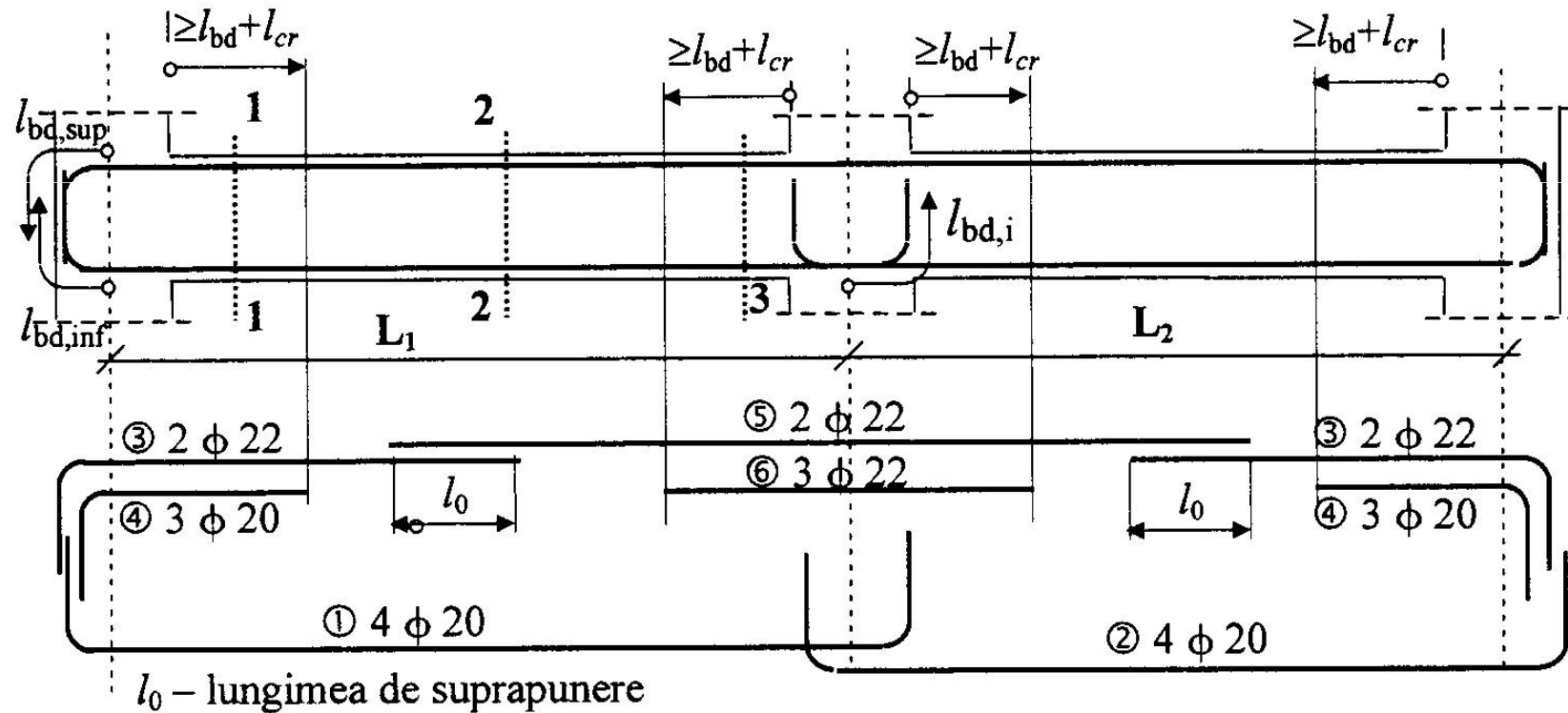
zidărie de umplutură

DETALII DE ALCĂTUIRE

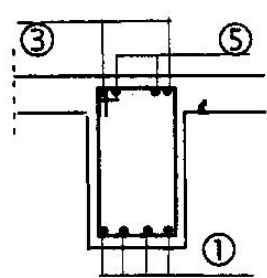
- Funcție de ductilitatea structurală DCH (ridicată) sau DCM (medie)
- Clasa de beton
- Detalii de alcătuire a grinzilor:
 - extinderea zonei plastice !!
 - armarea longitudinală !!
 - armarea transversală (etrieri) !!
 - exemple de alcătuire și armare a grinzilor !!

DETALII DE ALCĂTUIRE

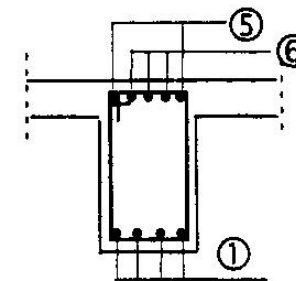
- Exemplu de armare longitudinală grindă:



Secțiunea 1-1



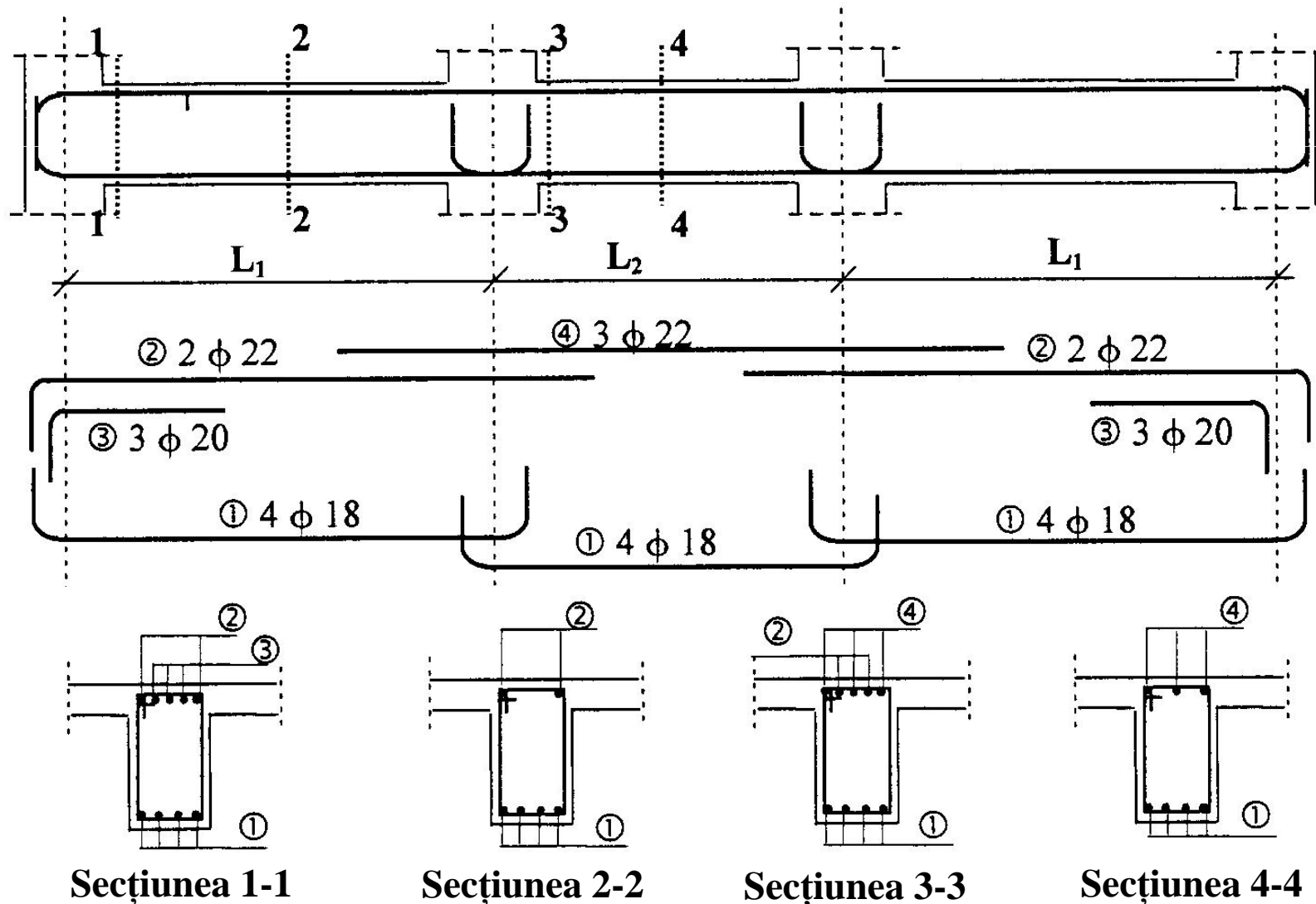
Secțiunea 2-2



Secțiunea 3-3

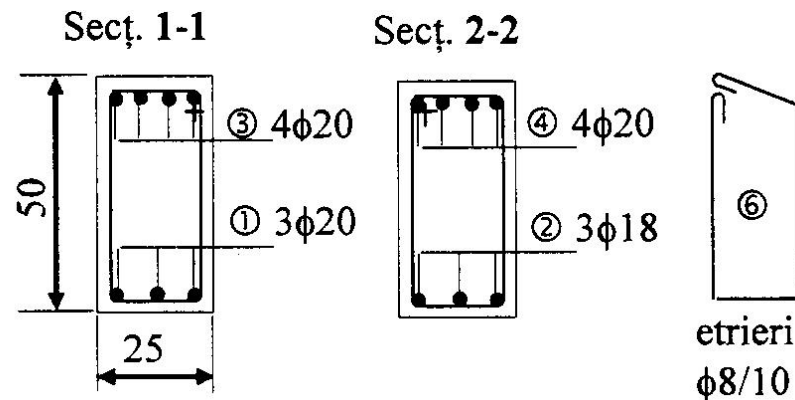
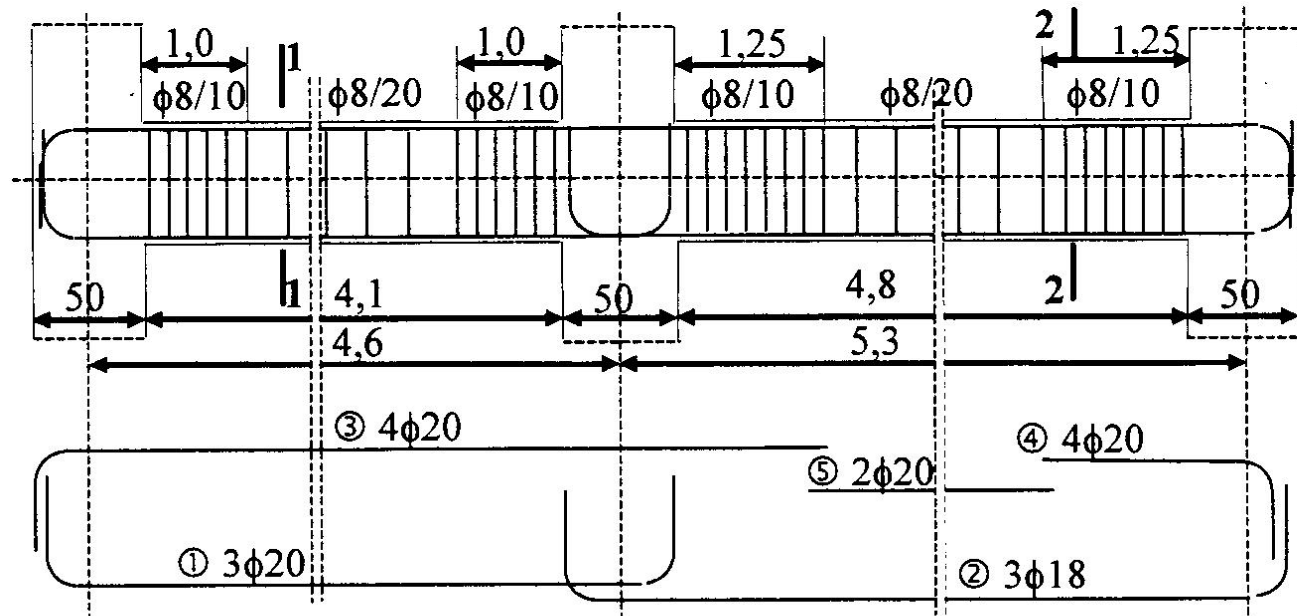
DETALII DE ALCĂTUIRE

- Exemplu de armare longitudinală grindă:



DETALII DE ALCĂTUIRE

- Exemplu de armare grindă:

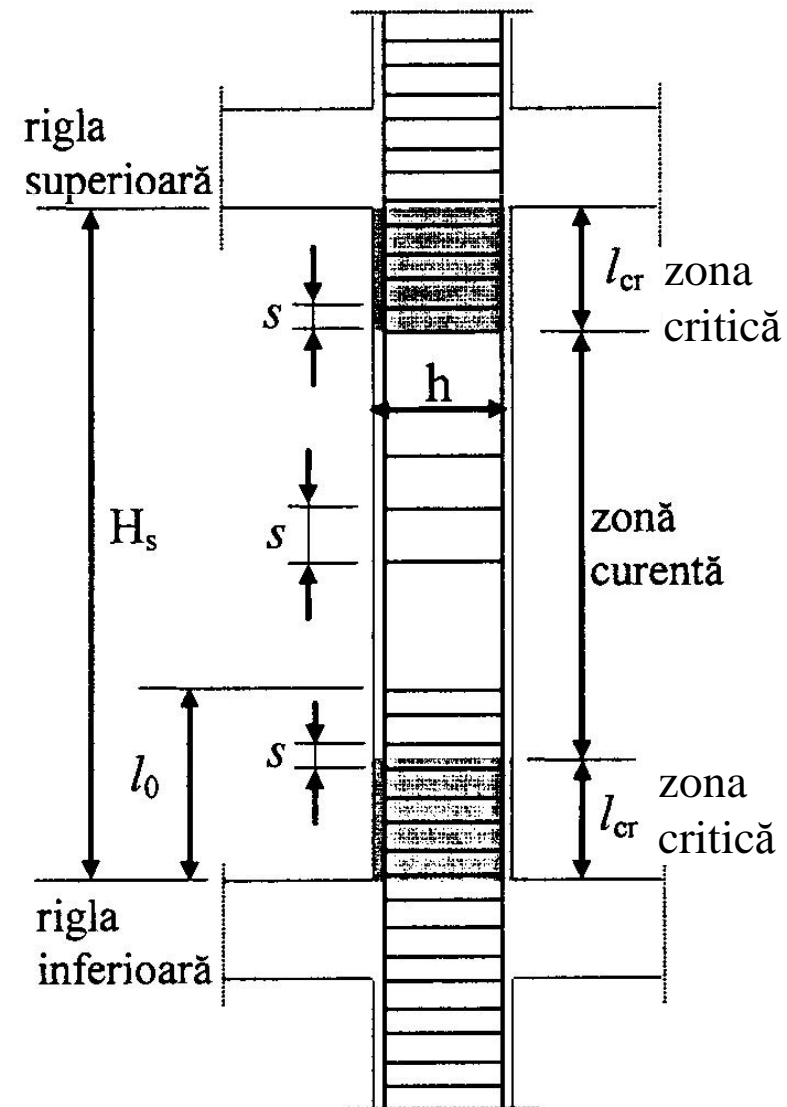


DETALII DE ALCĂTUIRE

- Funcție de ductilitatea structurală DCH (ridicată) sau DCM (medie)
- Detalii de alcătuire a stâlpilor:
 - proiectarea dimensiunilor S.T. **!!**
 - extinderea zonei plastice **!!**
 - armarea longitudinală **!!**
 - armarea transversală (etrieri) **!!**
 - exemple de alcătuire și armare a stâlpilor **!!**

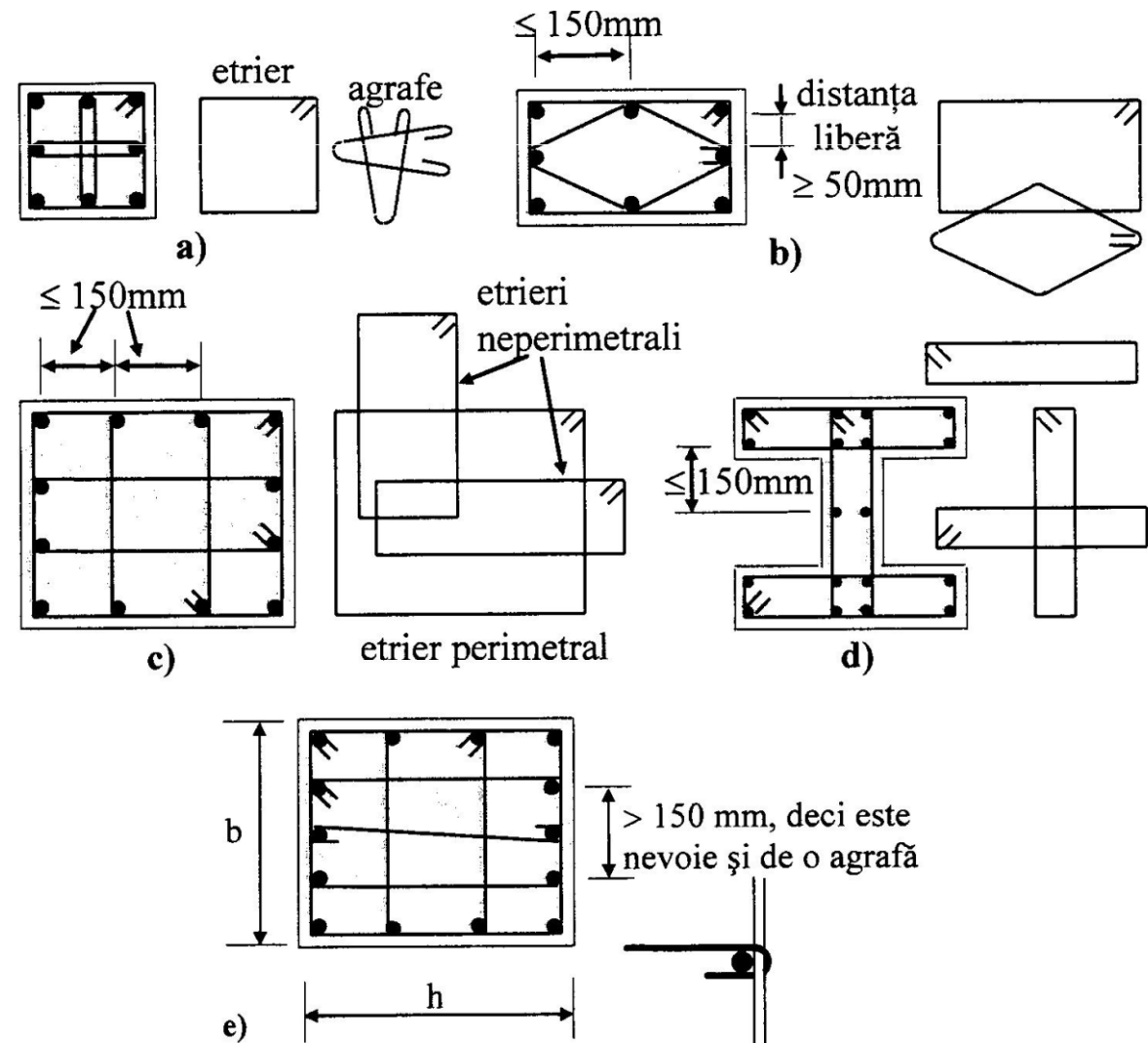
DETALII DE ALCĂTUIRE

- Funcție de ductilitatea structurală DCH (ridicată) sau DCM (medie)
- Exemplu de alcătuire stâlp:



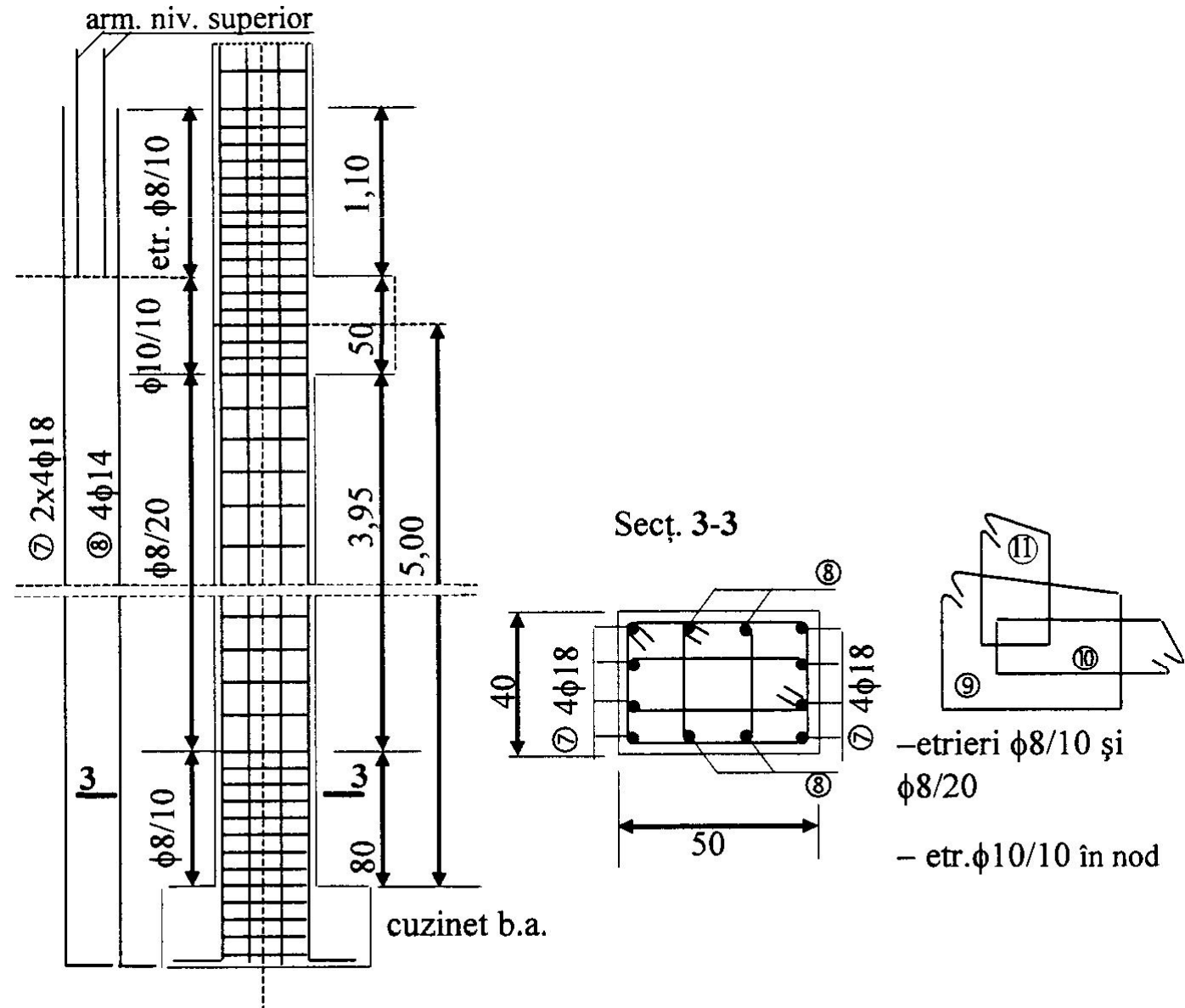
DETALII DE ALCĂTUIRE

- Funcție de ductilitatea structurală DCH (ridicată) sau DCM (medie)
- Exemplu de alcătuire stâlp:

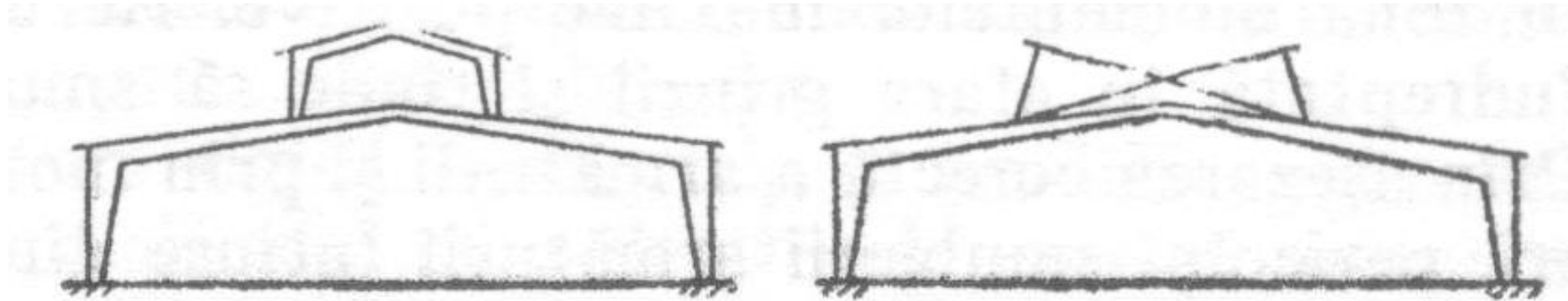


DETALII DE ALCĂTUIRE

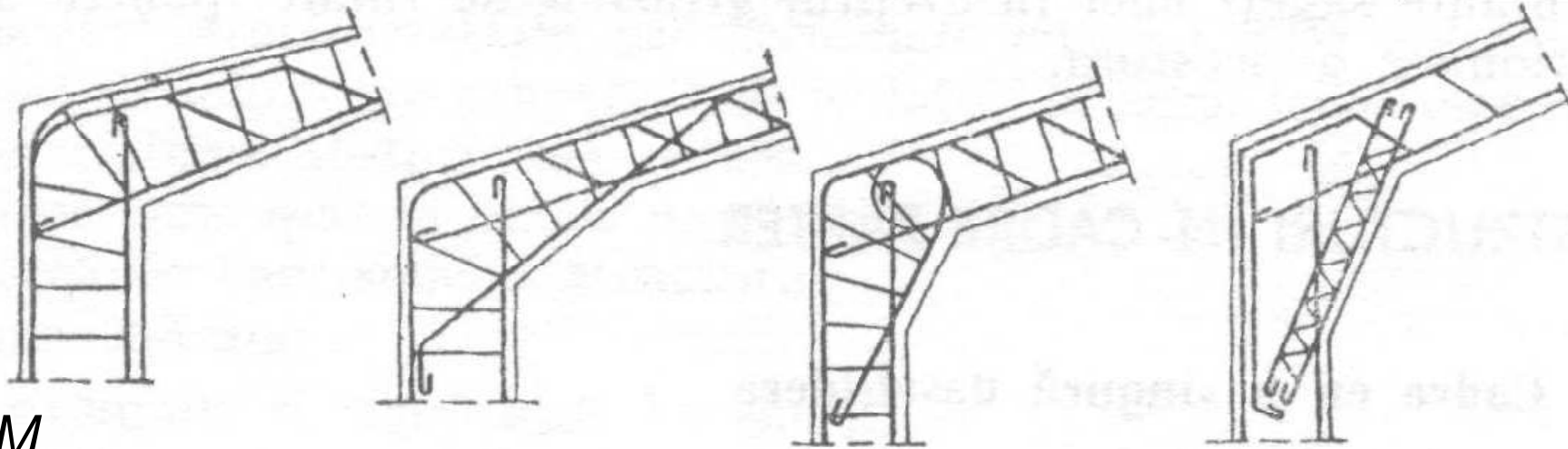
- Exemplu de alcătuire stâlp:



CADRE CU O SINGURĂ DESCHIDERE



- Alcătuirea nodurilor:

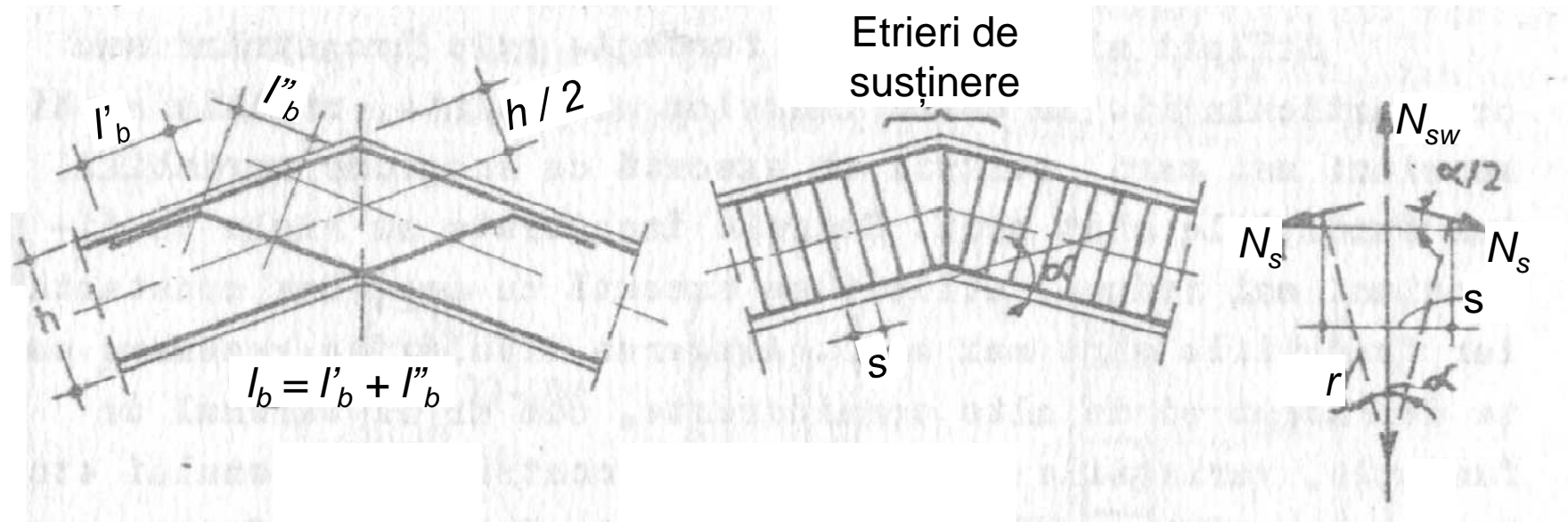


$$\frac{M}{N \cdot h} < 0.25$$

(N, M) – eforturi în stâlp la nodul grindă-stâlp
h – înălțimea S.T. a stâlpului

CADRE CU O SINGURĂ DESCHIDERE

- Alcătuirea nodurilor:



Ecuții de echilibru:
$$\frac{N_{sw}}{2} = N_s \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = N_s \cdot \frac{\alpha}{2}$$

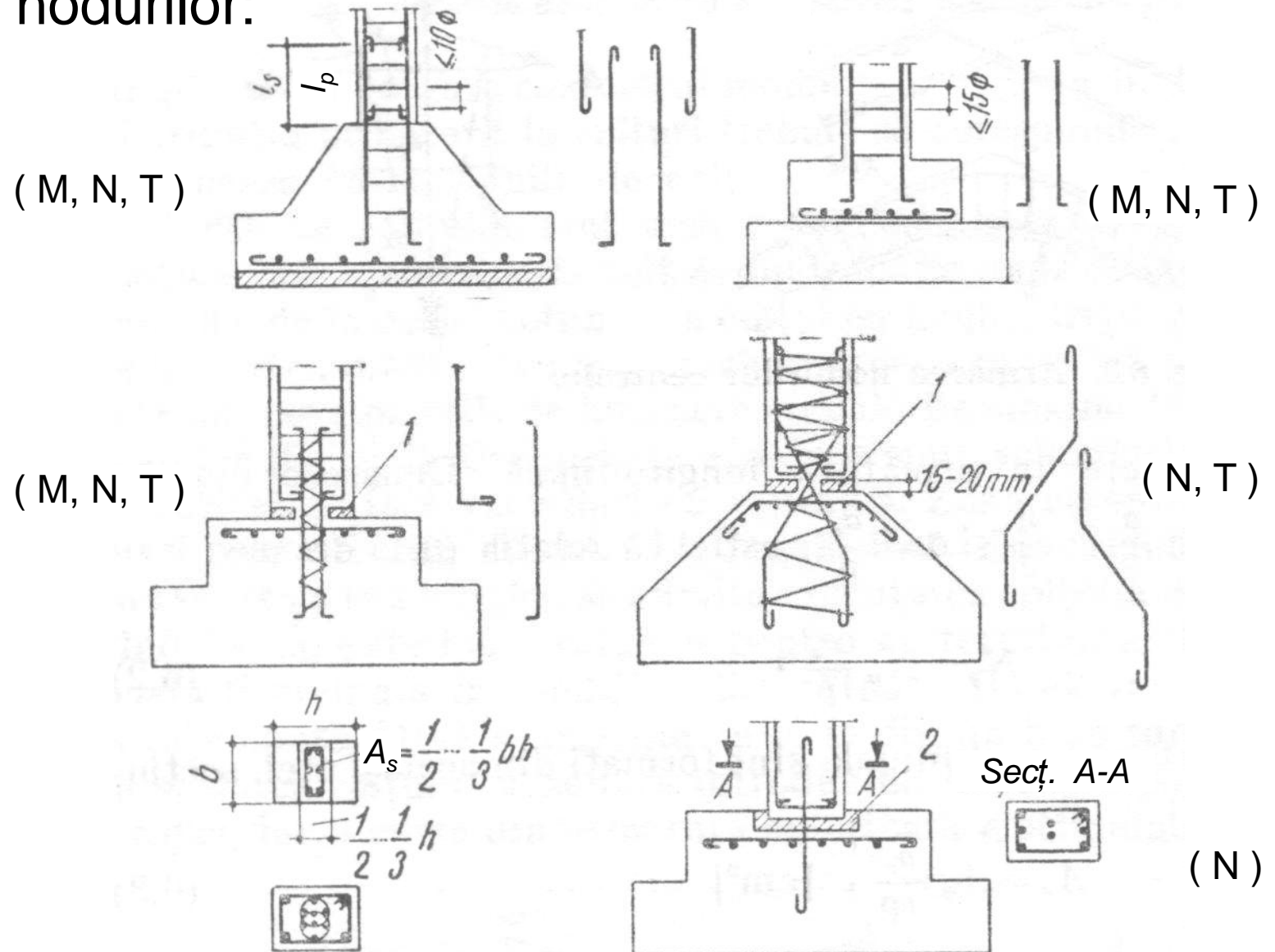
pt. unghiuri mici:
$$\alpha = \operatorname{tg} \alpha = s/r$$

$$N_{sw} = A_{sw} \cdot f_{ywd} ; N_s = A_s \cdot f_{yd} \Rightarrow A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{s}{r} \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_{sw} = A_s \cdot \frac{f_{yd}}{f_{ywd}} \cdot \frac{s}{r}$$

CADRE CU O SINGURĂ DESCHIDERE

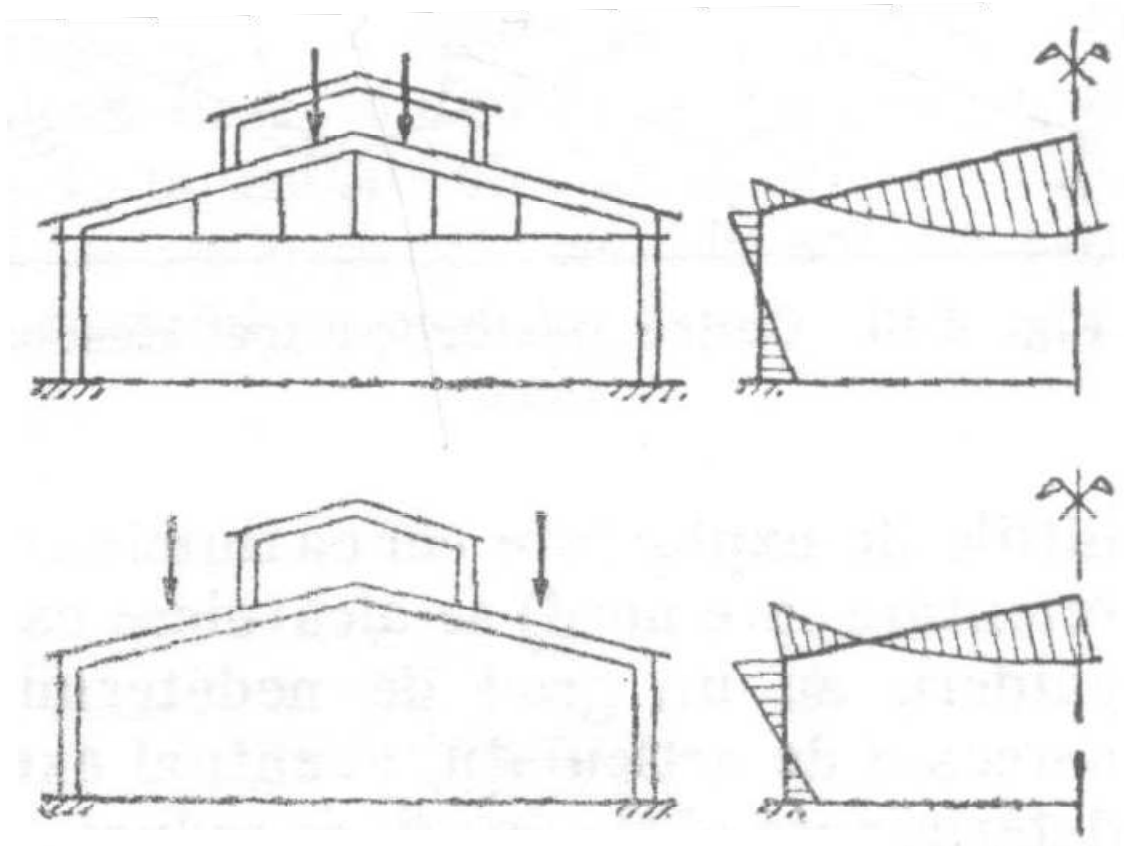
- Alcătuirea nodurilor:



CADRE CU O SINGURĂ DESCHIDERE

- Cadre cu tirant orizontal:
 - pt. a reduce forțele orizontale transmise terenului de fundare

eforturi
reduse



CADRE CU MAI MULTE DESCHIDERI

