

# Structuri de Beton Armat și Precomprimat

## Proiect - IV CCIA

Elaborat de:

Ș.I.dr.ing. Sorin-Codruț FLORUȚ

Conf.dr.ing. Tamás NAGY-GYÖRGY

2014-2015

## Cuprins

- » I. Generalități
- » II. Concepția / alcătuirea preliminară a structurii de rezistență
- » III. Acțiuni
- » IV. Modelarea comportării structurale
- » V. Cerințe esențiale de verificare a elementelor din proiect
- » VI. Dimensionarea și alcătuirea grinzilor
- » VII. Dimensionarea și alcătuirea stâlpilor
- » **VIII. Dimensionarea și alcătuirea nodului**

Calculul nodurilor se face considerându-se nodul un nod plan, pe fiecare direcție principală în parte.

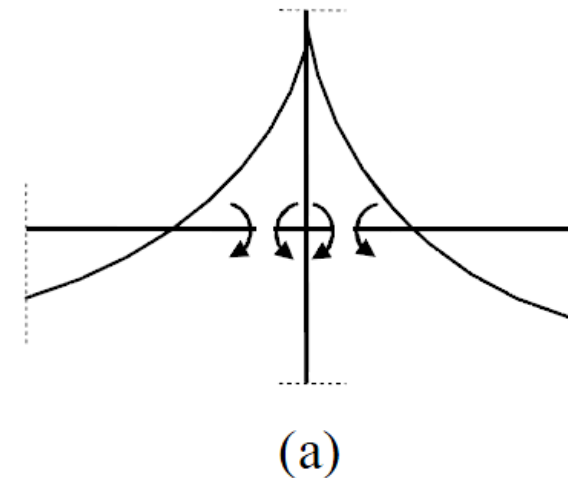
#### **Categorii de noduri:**

- a) noduri sollicitate preponderent la încărcări gravitaționale (permanente și temporare)
- b) noduri sollicitate preponderent la acțiuni seismice.

### Noduri solicitate preponderent la încărcări gravitaționale

- în capetele riglelor concurente în nod apar numai momente negative, în toate combinațiile luate în considerare
- solicitările maxime în zonele adiacente nodurilor (grinzi și stâlpi) rezultă din combinațiile fără seism.

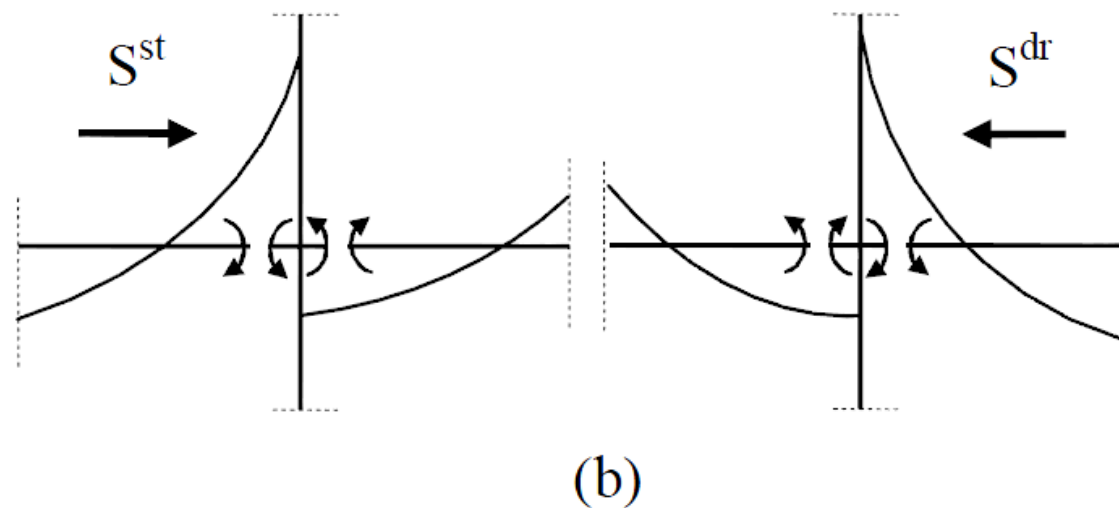
**Proiectarea acestor noduri trebuie să asigure ancorarea armăturilor longitudinale din grinzi și stâlpi ce converg în nod.**



**Noduri solificate preponderent la acțiuni seismice**

- capetele riglelor adiacente solificate la momente alternante, valorile maxime și minime ale lor rezultând din combinațiile ce includ seismul

**Pentru o direcție a acțiunii seismice momentele de la cele două capete de grindă au același sens de rotire.**



### Calculul nodurilor plane solicitate preponderent la acțiuni seismice

Nodurile se proiectează pentru a **prelua și transmite forțele tăietoare** ce acționează asupra lor, corespunzătoare situației grinzilor plastificate care intră în nod, astfel încât **nodurile să aibe o comportare elastică**.

Calculul se face pentru ambele sensuri de acțiune ale seismului.

Nodurile sunt solicitate la forțe tăietoare orizontale  $V_{jhd}$  și verticale  $V_{jvd}$   
(*j* - joint; *h* - orizontal; *v* - vertical; *d* - design)

**Dacă** la dimensionarea cadrului se respectă condiția de **realizare a mecanismului de disipare a energiei** (stâlpi puternici – grinzi slabe) și prevederile constructive (în special dispunerea pe fiecare latură a nodului a cel puțin o armătură verticală intermediară) **verificarea nodului la forța tăietoare verticală nu mai este necesară**.

**Respectarea mecanismului de disipare a energiei** duce doar la plasticizarea grinzilor concurente în nod, nu și a stâlpilor. În consecință, **nodurile vor fi solicitate la momentele capabile de la capetele grinzilor și la solicitările de dimensionare de la capetele stâlpilor**.

DCH

Valorile forțelor tăietoare **orizontale** (proiecția după axa orizontală)

➤ pentru noduri interioare

$$V_{jhd} = \gamma_{Rd} \underbrace{(A_{ss} + A_{si})}_{\max} f_{yd} - V_c$$

➤ pentru noduri marginale

$$V_{jhd} = \gamma_{Rd} \underbrace{A_{ss}}_{\text{pt } A_{\max} \rightarrow V_{\max}} f_{yd} - V_c$$

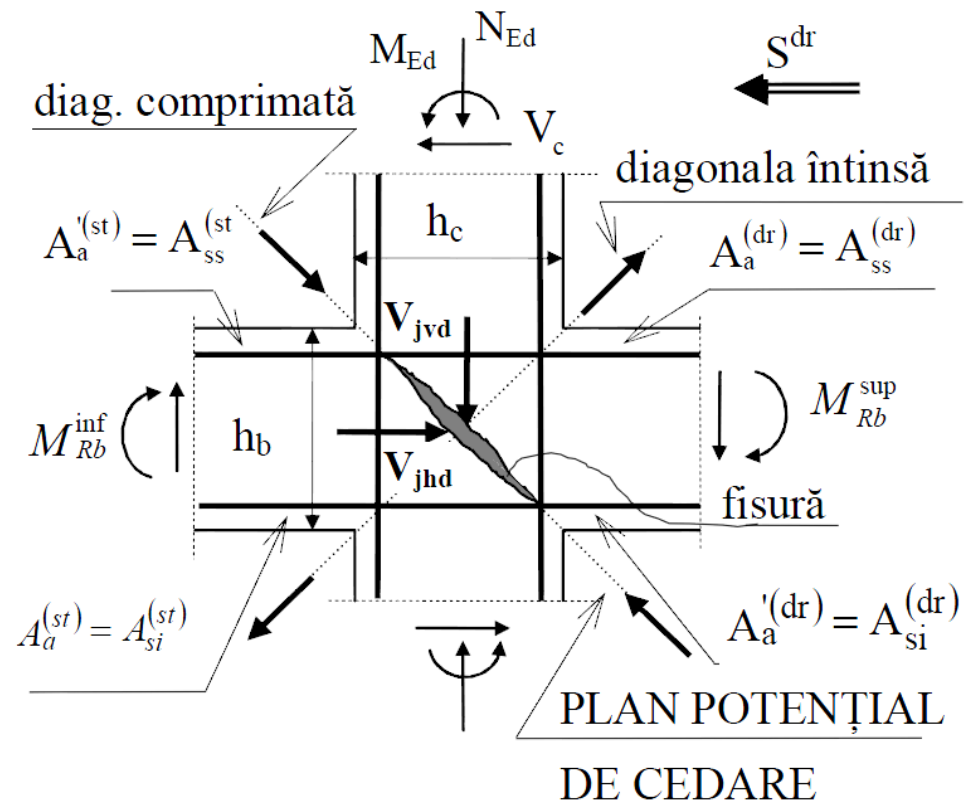
unde

$A_{ss}$ ,  $A_{si}$  - ariile armăturilor de la partea superioară și de la partea inferioară a grinzilor, stabilite funcție de sensul acțiunii seismice.

$V_c$  - forța tăietoare din stâlpul superior, corespunzătoare combinației de acțiuni pentru sensul considerat al seismului, la plasticizarea grinzilor ( $V_{dc}$  din cap. VII)

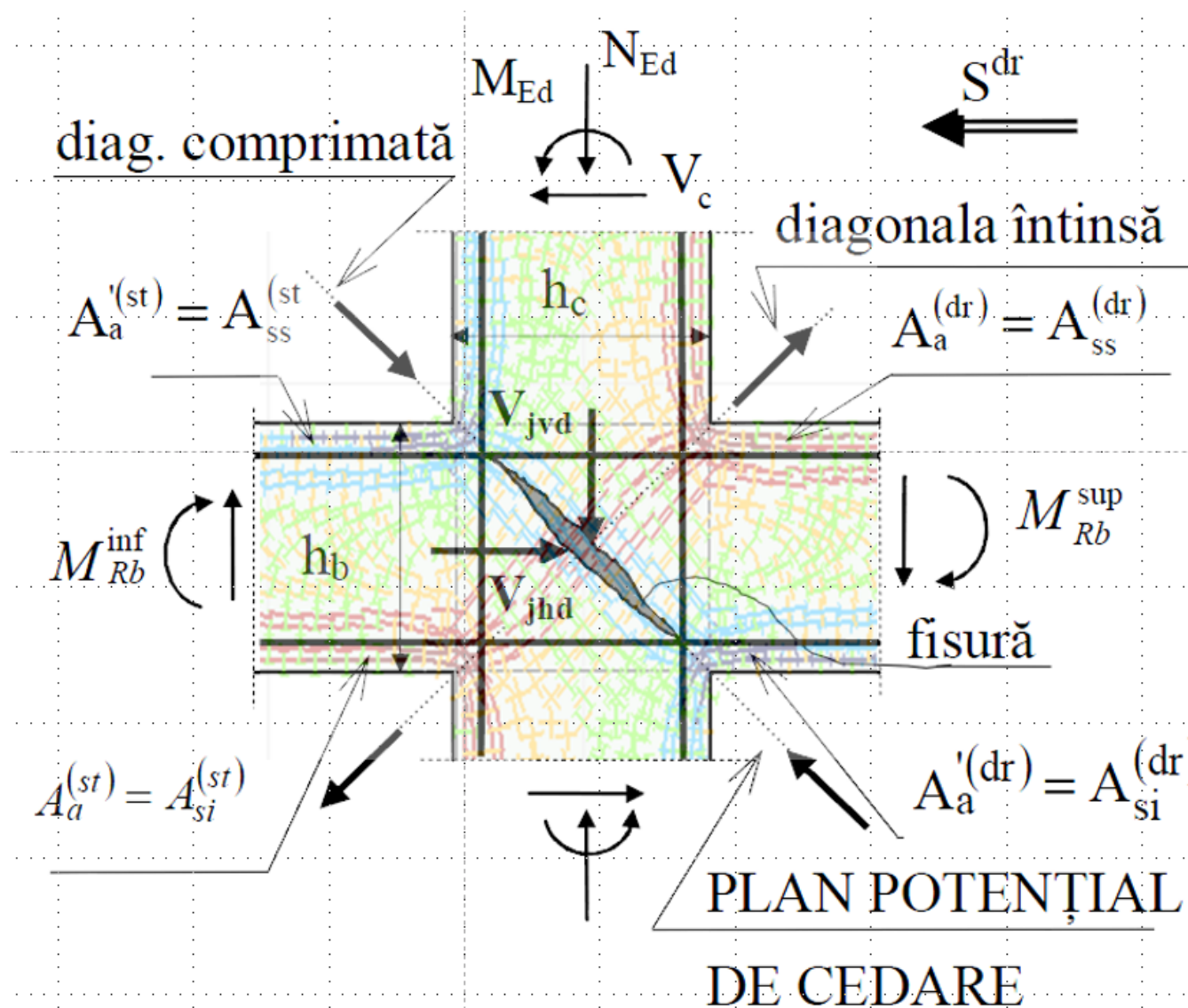
$\gamma_{Rd}$  - factor de suprarezistență cu valorile:

- = 1,1 pentru ductilitate H
- = 1,0 pentru ductilitate M



DCH

Valorile forțelor tăietoare **orizontale** (proiecția după axa orizontală)

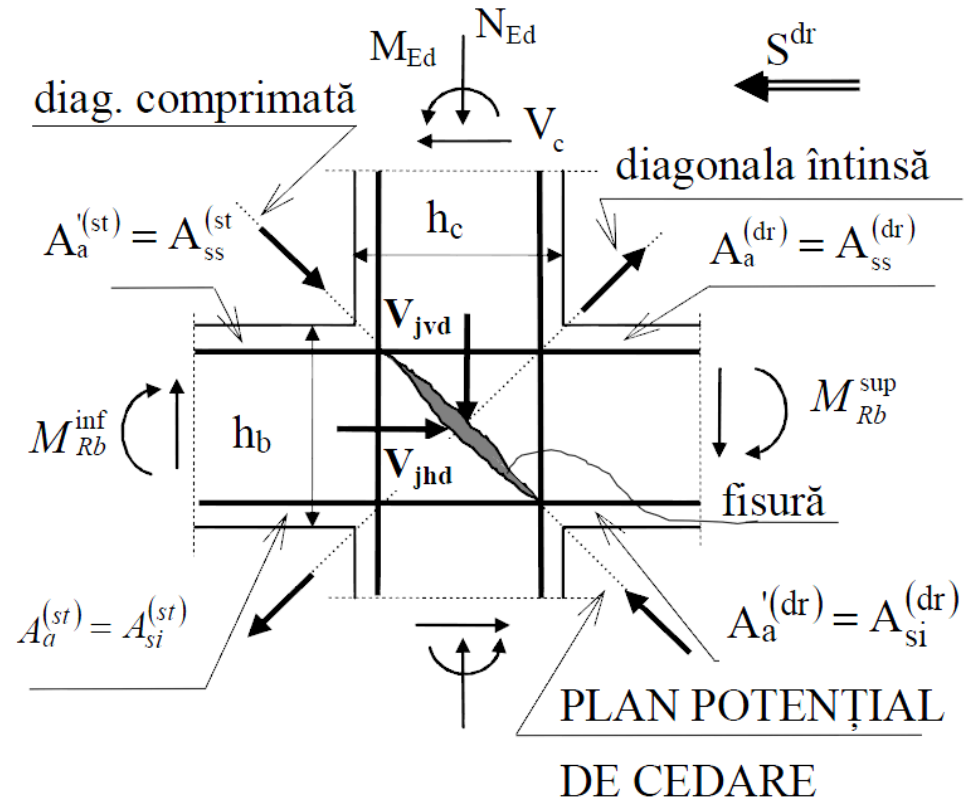




DCH

Valoarea forței tăietoare **vertical** (proportionalitate)

$$V_{jvd} = \frac{h_b}{h_c} V_{jhd}$$



unde

 $h_b$ - înălțimea secțiunii transversale a grinzilor concurente în nod $h_c$ - înălțimea secțiunii transversale a stâlpului.

DCH

**Limitarea forței de compresiune dezvoltată după diagonală comprimată**

Forța de compresiune înclinată dezvoltată după diagonală nodului nu va depăși rezistența la compresiune a betonului în prezența eforturilor transversale de întindere.

Condiția se realizează prin limitarea forței tăietoare orizontale:

➤ **la toate nodurile cu excepția celor exterioare (noduri interioare)**

$$V_{jhd} \leq 0,3b_jh_c f_{cd}$$

➤ **la nodurile exterioare (noduri marginale)**

$$V_{jhd} \leq 0,25b_jh_c f_{cd}$$

$V_{jhd}$  - forța tăietoare orizontală din nod

$b_j$  - lățimea de proiectare a nodului

$$= \min[b_c ; (b_w + 0.5h_c)]$$

$b_w$  - lățimea inimii grinzii

DCH

## Verificarea armăturilor din nod

### 1) Verificarea etrierilor orizontali

În nod se va prevedea suficientă armătură transversal pentru a asigura integritatea acestuia după fisurarea înclinată  $\Rightarrow$

➤ **la toate nodurile cu excepția celor de capăt:**

$$A_{sh}f_{ywd} \geq 0,8(A_{ss} + A_{si})f_{yd}(1 - 0,8v_d)$$

unde

$A_{sh}$  - aria totală de etrieri orizontali într-un nod grindă-stâlp

$A_{ss}, A_{si}$  - ariile armăturilor întinse de la partea superioară și, respectiv, inferioară ale grinzilor care intră în nod în direcția considerate a acțiunii seismice, stabilite funcție de sensul acțiunii seismice.

$v_d$  - forța axială a stâlpului inferior (din Modal)

**În cazul nodurilor exterioare armătura  $A_{sh}$  rezultată se sporește cu 20%!**

(coeficientul 0,8 din relație se mărește la 1,0)

DCH

## Verificarea armăturilor din nod

### 1) Verificarea etrierilor orizontali

În nod se va prevedea suficientă armătură transversal pentru a asigura integritatea acestuia după fisurarea înclinată  $\Rightarrow$

➤ **la noduri de capăt:**

$$A_{sh}f_{ywd} \geq 0,8A_{si}f_{yd}(1 - 0,8v_d)$$

unde

$A_{sh}$  - aria totală de etrieri orizontali într-un nod grindă-stâlp

$A_{si}$  - aria armăturilor **comprimate** care intră în nod în direcția considerate a acțiunii seismice, stabilite funcție de sensul acțiunii seismice.

$v_d$  - forța axială a stâlpului inferior (din Modal)

**În cazul nodurilor exterioare armătura  $A_{sh}$  rezultată se sporește cu 20%!**

(coeficientul 0,8 din relație se mărește la 1,0)

DCH

## Verificarea armăturilor din nod

### 2) Verificarea armăturii longitudinale verticale

Armătura longitudinală verticală  $A_{sv}$  care trece prin nod, ce include armătura longitudinală totală din secțiunea stâlpului, va satisface relația:

$$A_{sv} \geq \frac{2}{3} A_{sh} (h_{jc} / h_{jw})$$

$A_{sh}$  - aria totală a etrierilor orizontali din nod;

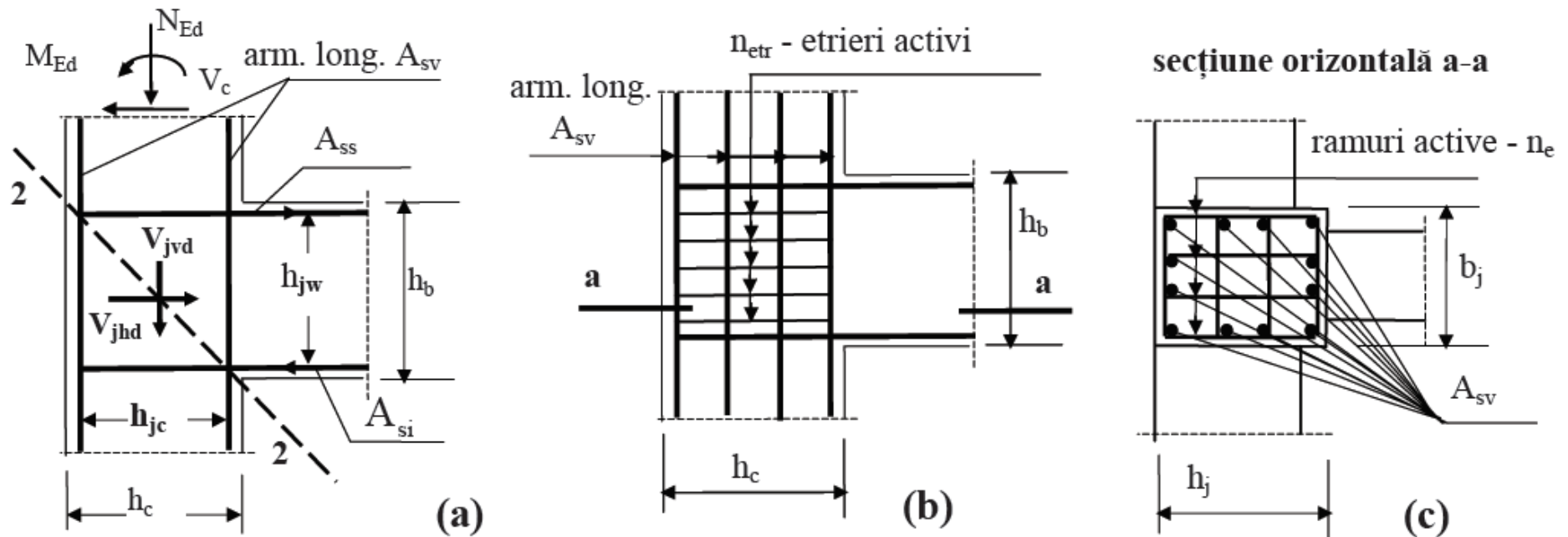
$h_{jc}$  - distanța interax dintre armăturile marginale ale stâlpilor

$h_{jw}$  - distanța interax între armăturile de la partea superioară și cea inferioară a grinzilor

**Armătura orizontală a nodului nu va fi mai mică decât armătura transversală îndesită din zonele critice ale stâlpului.**

DCH

## Verificarea armăturilor din nod

Modul de apreciere a etrierilor pentru calculul ariei  $A_{sh}^{ef}$ 

2-2 - plan potențial de cedare

DCM

## Verificarea armăturilor din nod

### 1) Verificarea etrierilor orizontali → DCM

**Armătura orizontală** de confinare în nodurile de cadru ale elementelor seismice principale va fi cel puțin **egală cu cea dispusă în zonele critice** adiacente ale stâlpilor care concură în nod.

Dacă în **nod intră grinzi pe toate cele 4 laturi** și lățimea acestora este cel puțin egală cu  $\frac{3}{4}$  din lățimea stâlpului paralelă cu secțiunea transversală a grinzii, distanța între etrierii orizontali se poate dubla față de valoarea prevăzută, **fără însă a depăși 150 mm.**

**Trebuie prevăzută cel puțin o bară verticală intermediară** (între barele de la colțurile stâlpului) **pe fiecare latură a nodului.**