

MINISTERUL TRANSPORTURILOR, CONSTRUCȚIILOR ȘI TURISMULUI

**ORDINUL Nr. 303
din 16.09.2003**

**pentru aprobarea reglementării tehnice
„Normativ privind proiectarea construcțiilor din lemn
(revizuire NP 005-96)", indicativ NP 005-03**

În conformitate cu prevederile art. 38 alin. 2 din Legea nr. 10/1995, privind calitatea în construcții, cu modificările ulterioare,

În temeiul prevederilor art. 2 pct. 45 și ale art. 5 alin. (4) din hotărârea Guvernului nr. 740/2003 privind organizarea și funcționarea Ministerului Transporturilor, Construcțiilor și Turismului,

Având în vedere avizul nr. 41/08.07.2003 al Comitetului Tehnic de Specialitate,
Ministrul transporturilor, construcțiilor și turismului emite următorul

ORDIN:

Art. 1. - Se aprobă reglementarea tehnică „Normativ privind proiectarea construcțiilor din lemn (revizuire NP 005-96)", indicativ NP 005-03, elaborată de Universitatea Tehnică de Construcții București prevăzută în anexa care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2. - Prezentul ordin va fi publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I,

Art. 3. - La data publicării prezentului ordin își încetează valabilitatea reglementarea tehnică **Codul pentru calculul și alcătuirea elementelor de construcții din lemn**, indicativ NP 005-96, aprobată prin Ordin MLPAT nr. 25/N/08.04.1996

Art. 4. - Direcția Generală Tehnică va aduce la îndeplinire prevederile prezentului ordin.

MINISTRU,

MIRON TUDOR MITREA

Anexa se publică în *Buletinul Construcțiilor* editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor - INCERC București.

NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR

1.5.4.2. Pentru construcțiile din lemn de serie mare (de ex: case prefabricate) se pot folosi și alte relații de calcul decât cele cuprinse în prezentul standard, sau se pot introduce coeficienți suplimentari ai nilițiilor de lucru, pe baza unor justificări teoretice și verificări experimentale concludente; se pot, de asemenea, adopta dispoziții distinctive speciale, verificate experimental.

1.5.4.3. La elementele de importanță secundară, pentru verificările la stările limită ale exploataării normale se permite să se utilizeze metode de calcul simplificate, sau să se verifice numai satisfacerea unor condiții constructive corespunzătoare, dacă aceste prevederi nu conduc la rezolvări neacoperitoare prin calcul sau la un consum sporit de material.

1.5.5. Acțiuni

1.5.5.1. Valorile încărcărilor normate și ale coeficienților linii de siguranță aplicați încărcărilor se stabilesc pe baza standardelor de acțiuni în vigoare.

1.5.5.2. Efectul variațiilor de temperatură climatică nu se ia în considerare la calculul construcțiilor din lemn. Variația dimensională a lemnului în lungul fibrelor la variații de temperatură este mult mai redusă decât la celelalte materiale de construcții. Coeficientul de dilatare termică a lemnului în lungul fibrelor este de 3...6 milionimi din lungime pentru fiecare grad de creștere a temperaturii, iar normal pe fibre este de aproximativ 10 ori mai mare. Valoarea redusă a dilatăiei dimensionale a lemnului în lungul fibrelor la variații de temperatură elimină necesitatea prevederii de rosturi de dilatație.

1.5.5.3. În cazul unor utilaje și instalații care nu se încadrează în standardele de acțiuni prevăzute la punctul 1.5.5.1., precum și la calculul elementelor de construcție din lemn utilizate pentru cofraje sprijiniri și eșafodaje, valorile normate ale încărcărilor, ale coeficienților parțiali de siguranță aplicați încărcărilor și ale coeficienților dinamici se determină de către proiectant pe baza datelor din proiectul tehnologic, sau a celor prevăzute în instrucțiunile tehnice speciale.

1.5.5.4. Grupările de încărcări pentru diferitele stări limită ultime și pentru stări limită ale exploataării normale se stabilesc conform STAS 10101/0A-77.

Cap. 2. MATERIALE

2.1. Specii de lemn utilizate și domenii de folosință

2.1.1. Principalele specii de lemn indigen utilizate sunt:

Lemn de rășinoase

- *bradul*, care se încadrează la categoria lemnului ușor și moale, cu contrageri mici și rezistențe mecanice medii; prelucrările mecanice se fac fără dificultăți, dar relativ mai greu decât la molid din cauza smulgerilor de fibre;

- *laricele*, caracterizat ca un lemn potrivit de greu, moale, cu rezistențe mecanice foarte mari pentru specia de rășinoase;

- *molidul*, caracterizat ca un lemn ușor și moale, cu contragere totală mică și rezistențe mecanice medii; prelucrarea mecanică a lemnului de molid se realizează fără dificultăți;

- *pinul*, care se încadrează în categoria lemnului greu și moale, cu rezistențe bune la solicitări mecanice.

Lemn de foioase

- *carpenul*, care se încadrează în categoria lemnului greu și tare, cu contrageri mari și rezistențe mecanice medii, superioare fagului;

- *fagul*, lemn greu și tare, cu contrageri mari și proprietăți mecanice medii; prezintă dificultăți la uscare, având tendința de a crăpa și a se deforma;

- *frasinul*, care se încadrează în categoria lemnului greu și tare, cu contrageri și rezistențe mecanice la nivel mediu pentru specia de foioase;
- *mesteacănul*, lemn relativ greu și tare, cu contracții mari;
- *paltinul de câmp sau de munte*, lemn relativ greu și tare, cu rezistențe încadrate în categoria medie;
- *plopul*, din clona indigenă, negru sau tremurător, și din clona adaptată la condițiile de vegetație din țara noastră (euramerican), lemn ușor și moale, cu contrageri reduse și rezistențe mecanice reduse;
- *salcâmul de plantație*, care este un lemn greu și tare, cu contrageri și rezistențe mecanice reduse;
- *cerul*, lemn greu și potrivit de tare cu contrageri mari și rezistențe apropiate de cele ale stejarului;
- *gorunul*, lemn greu și tare, cu contrageri mari și rezistențe mecanice mari, similare cu cele ale stejarului;
- *stejarul*, atestat ca un lemn greu și tare, cu contrageri și rezistențe mecanice mari.

2.1.2. Domeniile de utilizare în tehnica construcțiilor ale diverselor specii de lemn de rășinoase și foioase sunt prezentate în tabelul 2.1.

Observație: Domeniile de utilizare pentru diferitele specii de lemn prezentate în tabelul 2.1. nu sunt restrictive. Pentru diversele construcții se pot utiliza și alte specii, cu respectarea specificațiilor de rezistență, stabilitate, comportare la umiditate și biodegradare etc.

2.1.3. La alegerea materialului lemnos se ține seama de condițiile de exploatare în cadrul construcțiilor, de defectele și anomaliile admise, precum și de corelarea acestora cu categoriile pieselor și elementelor din lemn prevăzute în prescripțiile tehnice din domeniu.

2.1.4. Materialul lemnos pe sortimente, utilizat pentru diferite elemente de rezistență ale construcțiilor din lemn este specificat în următoarele standarde:

2.1.4.1. Lemn brut (rotund):

- STAS 256-79 „Lemn pentru mină”;
- STAS 257-78 „Stâlpi și adaosuri de lemn pentru linii aeriene de telecomunicații și pentru rețele electrice de distribuție”;
- STAS 1040-85 „Lemn rotund de rășinoase pentru construcții. Manele și prăjini”;
- STAS 3416-75 „Lemn rotund pentru piloți”;
- STAS 4342-85 „Lemn rotund de foioase pentru construcții”.

2.1.4.2. Lemnul ecarisat și semiecarisat se folosește sub formă de:

- scânduri și dulapi;
- șipci și rigle;
- grinzi cu două, cu trei și cu patru fețe plane și paralele între ele și grinzi cu țesături (cioplitură);
- margini, lăturoaie, restrole.

Sortimentele de cherestea (lemn ecarisat) se livrează la dimensiuni stabilite conform STAS 942-86 „Cherestea de rășinoase. Dimensiuni nominale” și conform STAS 8689-86 „Cherestea de foioase. Dimensiuni nominale”, precum și la dimensiunile stabilite pe bază de înțelegere între producător și beneficiar.

Clasele de calitate pentru diferitele specii de lemn sunt specificate în STAS 1928-90 „Cherestea de stejar. Clase de calitate” STAS 1949-86 „Cherestea de rășinoase. Clase de calitate”, STAS 1961-80 „Cherestea de fag. Clase de calitate”, STAS 3363-86 „Cherestea de cireș, frasin, paltin, păr și ulm. Clase de calitate”. STAS 3575-86 „Cherestea de arin, plop, salcie și tei. Clase de calitate” STAS 6709-86 „Cherestea de arțar, carpen, jugastru, mesteacăn și salcâm. Clase de calitate”.

Tabelul 2.1.

**Domeniile de utilizare a diverselor specii de lemn indigen
la realizarea elementelor structurale**

Specia	Domenii de utilizare
Brad, molid	Elemente structurale la clădiri civile, industriale și agrozootehnice, lemn lamelat încleiat, case prefabricate, construcții provizorii, panouri de cofraj, tâmplărie
Larice	Elemente structurale la clădiri civile, industriale și agrozootehnice, stâlpi pentru eșafodaje și susțineri
Pin	Elemente structurale la clădiri civile, industriale și agrozootehnice, case prefabricate, construcții provizorii, panouri de cofraj, tâmplărie
Carpen, frasin, paltin	Elemente structurale cu solicitări reduse, șarpante de acoperiș cu deschideri mici și medii
Fag	Elemente de rezistență la construcții provizorii, stâlpi pentru eșafodaje și susțineri
Mesteacăn	Elemente structurale la construcții civile, industriale și agrozootehnice
Plop	Elemente structurale în cazul unor solicitări mecanice reduse
Salcâm	Elemente structurale la construcții agrozootehnice, stâlpi pentru eșafodaje și susțineri
Cer, gorun	Stâlpi de rezistență la construcții civile, industriale și agrozootehnice, șarpante de acoperiș pentru deschideri mici și medii, tâmplărie
Stejar	Elemente structurale cu solicitări mecanice importante la construcții civile, industriale și agrozootehnice, case prefabricate, construcții provizorii, tâmplărie

I_{brut} - momentul de inerție al secțiunii brute în raport cu axa neutră, considerând întreaga secțiune a barei.

5.5.2.3. Verificarea la forță tăietoare, luând în considerare forța de lunecare la care trebuie să reziste fiecare element de îmbinare se face cu relația:

$$L_t \leq L_{ri} \quad (5.23)$$

în care:

L_t – este forța de lunecare totală pe jumătate din lungimea grinzii în N, calculată cu relația:

$$L_t = \frac{S \cdot A_T}{I} \quad (5.24)$$

S - momentul static al jumătății de secțiune în raport cu axa neutră, perpendiculară pe planul de acțiune al solicitărilor, în mm^3 ;

I - momentul de inerție brut al secțiunii în raport cu axa centrală principală de inerție perpendiculară pe planul de acțiune al solicitărilor, în mm^4 ;

A_T - suprafața diagramei de forță tăietoare de la extremitatea barei și până la mijlocul acesteia, în Nmm; în cazul grinzilor acționate de sarcini mobile, reprezintă înfășurătoarea forțelor tăietoare maxime pe o jumătate de grindă;

L_{ri} - capacitatea de rezistență la lunecare a mijloacelor de îmbinare, distribuite pe jumătate din lungimea grinzii, stabilită cu relația (5.18).

Cap 6. CALCULUL ȘI EXECUȚIA ÎMBINĂRILOR ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE DIN LEMN

Îmbinările elementelor din lemn masiv apar necesare datorită sortimentului limitat atât ca lungime, cât și ca secțiune, care nu corespund întotdeauna cu deschiderile necesare și cu solicitările din elementele de construcție.

La construcțiile din lemn, îmbinările se folosesc pentru:

- realizarea unor secțiuni compuse, când sortimentul existent este insuficient pentru preluarea solicitărilor (v. fig. 5.1 și 5.3);
- îmbinarea în lung a pieselor din lemn - îmbinări de prelungire (fig. 6.1, a și b);
- îmbinări între piese la noduri sau la intersecții, executate atunci când două sau mai multe piese fac un unghi α între ele (fig. 6.1, c și d).

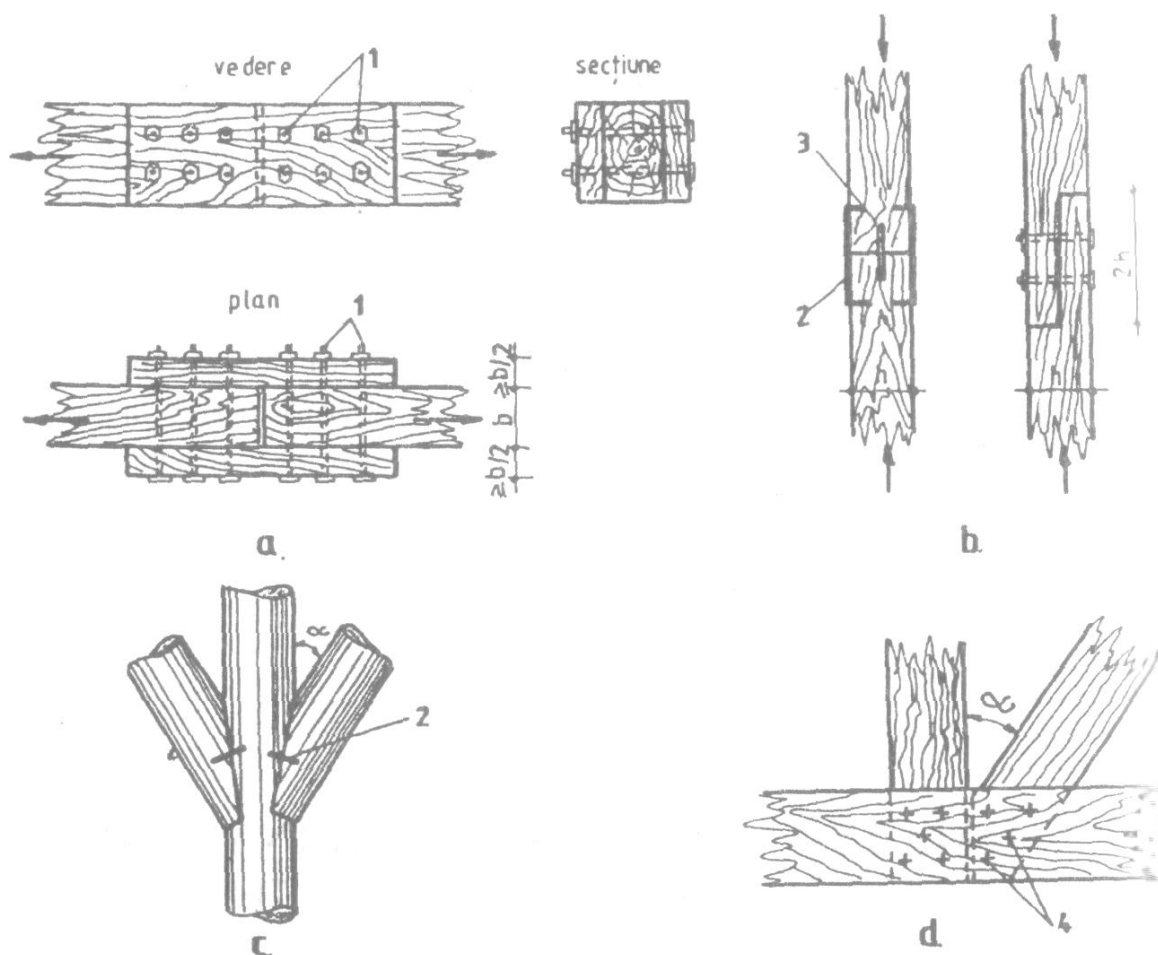


Fig. 6.1. Tipuri de îmbinări

- a – de prelungire la piese tensionate;
- b – de prelungire la piese comprimate;
- c – îmbinare pop-contrafișă;
- d – îmbinarea montantului și a diagonalei la o grindă cu zăbrele;
- 1 – buloane;
- 2 – scoabe;
- 3 – dorn;
- 4 – cuie.

6.1. Clasificarea îmbinărilor

6.1.1. După modul de execuție, îmbinările pot fi demontabile sau nedemontabile, executate pe șantier sau în ateliere specializate, pe baza unor tehnologii moderne.

6.1.2. După rolul pe care îl au, îmbinările pot fi:

- de solidarizare, care se prevăd în vederea asigurării stabilității relative a elementelor, transmit eforturi de care, în general, nu se ține seama în calcul și care se execută pe criterii constructive, de exemplu solidarizarea cu scoabe, dornuri sau buloane la îmbinarea de prelungire a barelor comprimate din figura 6.1, b, sau solidarizarea cu scoabe la îmbinarea din figura 6.1, c;
- de rezistență, dimensionate pe bază de calcul la eforturile pe care le transmit.

6.1.3. Din punctul de vedere al deformațiilor inițiale și în care se produc în îmbinare, pot fi:

- îmbinări prin păsuire, la care efortul se transmite direct, fără piese de legătură, elementul principal al îmbinării fiind suprafața de contact; la aceste tipuri de îmbinări deformațiile inițiale sunt mari datorită așezării pieselor în îmbinare, iar în timp deformațiile cresc foarte puțin;
- îmbinări nepăsuite (cuie, buloane, plăcuțe elastice) la care deformațiile sunt foarte mici în prima etapă și cresc mult în timp.

6.1.4. În funcție de mijloacele de îmbinare utilizate și de natura solicitărilor la care sunt supuse, pot fi:

- îmbinări prin chertare, solicitate la strivire și forfecare (v. paragraful 6.3);
- îmbinări cu pene prismatice și pene inelare netede, cu dinți sau cu gheare, solicitate la strivire și forfecare (v. paragraful 6.4);
- îmbinări cu tije cilindrice și cu pene lamelare, flexibile, solicitate în principal la încovoiere, iar elementele îmbinate solicitate la strivire (v. paragraful 6.5);
- îmbinări cu cuie și șuruburi pentru lemn, solicitate la smulgere (v. paragraful 6.6);
- îmbinări cu asamblaje mecanice care preiau diferite solicitări - juguri, tiranți, elemente de reazem, piese pentru articulații etc. (v. paragraful 6.7);
- îmbinări încheiate, care lucrează în principal la forfecare (v. paragraful 6.8).

6.2. Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească îmbinările

Pentru a satisface exigențele de performanță impuse, îmbinările trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- prin mijloacele de îmbinare utilizate, trebuie să se asigure o repartizare uniformă a eforturilor în elementele componente ale barelor compuse; suprasolicitarea unor elemente apare datorită inexactităților de execuție a îmbinărilor și a prezenței unor deformații inițiale inegale;
- să se realizeze, pe cât posibil, fracționarea elementelor prin transmitere a eforturilor (tije cilindrice sau lamelare, pene prismatice sau inelare etc), asigurându-se astfel un număr mai mare de secțiuni de lucru și prin urmare o rezistență și o siguranță sporită a îmbinărilor chiar în cazul prezenței unor defecte (noduri, crăpături medulare etc);
- îmbinările trebuie astfel realizate încât să se evite efectele defavorabile ale contracției și umflării și să nu faciliteze apariția fenomenului de biodegradare (prin stagnarea apei sau împiedicarea aerisirii îmbinării);
- tipul de îmbinare ales trebuie să se potrivească cu materialul lemnos folosit și cu solicitările din piese, de exemplu îmbinările încheiate nu se pot utiliza decât la lemn ecarisat sub formă de scânduri sau dulapi, având umiditatea de echilibru maxim 18%; îmbinările prin chertare transmit numai eforturi de compresiune la piese din lemn rotund sau din lemn ecarisat tip grinzi sau rigle; îmbinările cu inele necesită material ecarisabil de calitate superioară; nu se pot realiza construcții exterioare îmbinate cu cuie, chiar în cazul protejării acestora, întrucât ruginesc din cauza umidității relative mari a aerului exterior;
- îmbinările trebuie astfel realizate încât să nu reducă sensibil capacitatea de rezistență a pieselor îmbinate; slăbirea secțiunii trebuie să fie minimă;
- îmbinările trebuie astfel concepute încât să fie ușor de executat și întreținut; se recomandă ca la realizarea construcțiilor din lemn să se aleagă tipuri de îmbinări ce se pot realiza

industrializat și se pot asambla ușor pe șantier (de exemplu: îmbinări încleiate, îmbinări cu plăcuțe multi-cuie, asamblaje metalice), sau care necesită manoperă mai puțin calificată (de exemplu: îmbinări cu cuie sau buloane);

- îmbinările trebuie astfel concepute încât să se mențină axialitatea eforturilor în bare; excentricitățile prezente la noduri măresc secțiunile barelor datorită faptului că acestea lucrează la solicitări compuse (întindere sau compresiune excentrică);

- la calculul îmbinărilor nu se iau în considerare forțele de frecare favorabile pentru comportarea elementelor de construcție în îmbinări, datorate legăturilor de strângere (buloane sau cuie), deoarece acestea sunt în general de scurtă durată;

- efectul favorabil al forțelor de frecare se ia în considerare în condițiile prevăzute în paragraful 3.2.8.;

- datorită modului de lucru diferit al diverselor tipuri de îmbinări (diferențe mari de deformății inițiale și în timp) nu este permisă pentru transmiterea aceluiași efort folosirea îmbinărilor de diferite tipuri; se permite transmiterea eforturilor prin diferite mijloace de îmbinare, dar integral și succesiv.

Comentariu C. 6.2.

6.3. Îmbinări prin chertare

6.3.1. Elemente generale

6.3.1.1. Îmbinările prin chertare asigură transmiterea eforturilor de la o piesă la alta, direct pe suprafața de contact corespunzător pășuită.

6.3.1.2. Îmbinările prin chertare se caracterizează prin deformății mari în prima fază a solicitării, până la realizarea unui contact direct între suprafețele care transmit efortul și deformății mai mici în faza a doua a solicitării, după realizarea contactului dintre piese.

6.3.1.3. Piesele unei îmbinări prin chertare se fixează între ele prin buloane, scoabe sau tiranți, care au rolul de a menține contactul între suprafețele care transmit efortul și de a împiedica deplasările relative între piese. În calculul de rezistență al îmbinărilor prin chertare nu se ține seama de eforturile pe care ar putea eventual să le preia elementele de prindere, dar se ține seama de slăbirile de secțiune pe care acestea le produc.

6.3.2. Îmbinări prin chertare la piese amplasate în prelungire

6.3.2.1. La realizarea îmbinărilor de prelungire la piesele comprimate se recomandă respectarea datelor constructive prevăzuți în figura 6.2.

6.3.2.2. Nu se recomandă îmbinări prin chertare nesimetrice deoarece produc momente în bare datorită dezaxării eforturilor.

6.3.2.3. Verificarea capacității de rezistență a îmbinării este satisfăcută apriori întrucât:

$$R_{str||}^c = R_{c||}^c.$$

6.3.2.4. Dacă îmbinarea este supusă și la moment încovoietor, legăturile cu zbanțuri sau buloane se verifică la acțiunea aceluia moment.

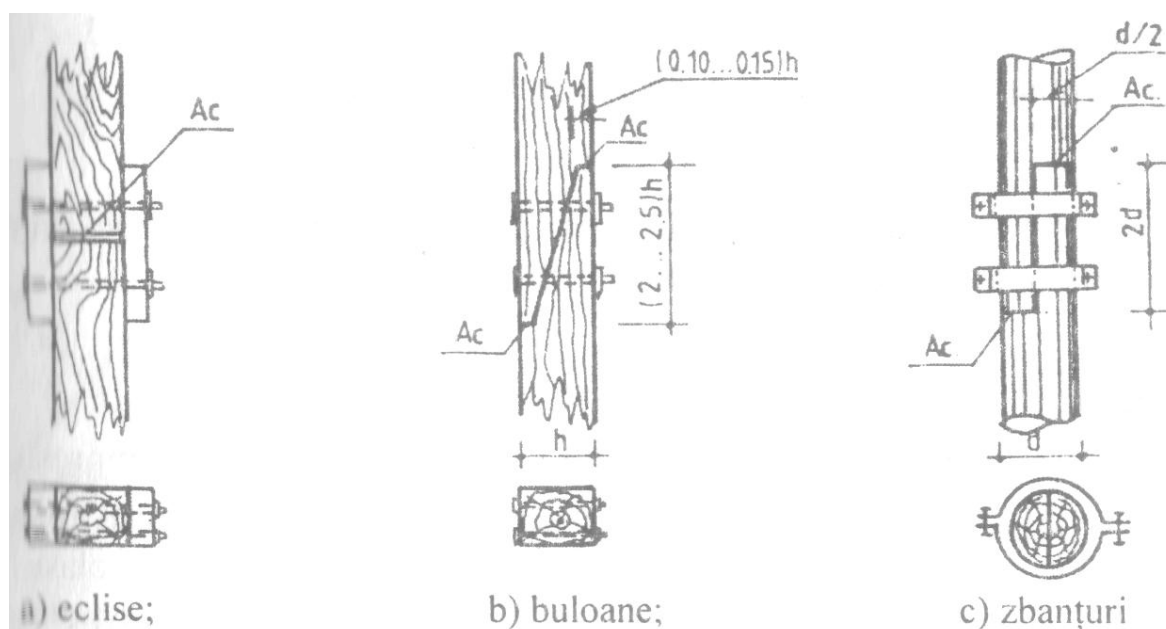


Fig. 6.2. Îmbinări de prelungire prin chertare solidarizate

6.3.3. Îmbinări prin chertare la piese dispuse perpendicular

6.3.3.1. Îmbinările transversale prin chertare pentru solidarizare se utilizează la rezemarea grinzilor pe stâlpi, a stâlpilor sau popilor pe stâlpi, a subgrinzilor de la nodurile fermelor cu zăbrele pe cosoroabe etc. La realizarea acestor îmbinări trebuie să se respecte datele constructive prezentate în figura 6.3.

6.3.3.2. Pentru asigurarea stabilității la deplasări laterale, îmbinarea se rigidizează cu cepuri (fig. 6.3, a, c și e) sau scoabe (fig. 6.3, b și f). Pentru a se transmite efortul pe suprafața de contact, adâncimea locașului va depăși cu 5...10 mm înălțimea cepului.

6.3.3.3. Transmiterea efortului pe suprafața de contact dintre cele două elemente se face prin strivire normală pe fibre la grindă, talpă, subgrindă, cosoroabă și în lungul fibrelor la stâlpi și popi. În cazul utilizării îmbinărilor cu cep, la calculul suprafeței de contact se va scade suprafața cepului.

6.3.3.4. În cazul utilizării lemnului rotund, rezemarea grinzii pe stâlp se realizează prin chertarea cu teșitură a grinzii (v. fig. 6.3, c); nu se recomandă chertarea fără teșirea grinzii (v. fig. 6.3, d).

6.3.3.5. Capacitatea de rezistență a îmbinărilor la piese amplasate perpendicular se stabilește cu relația:

$$Q_{ri} = R_{c\perp}^c \cdot A_c \cdot m_T \cdot m_r \quad (6.1)$$

în care:

$R_{c\perp}^c$ - rezistența de calcul a lemnului masiv la compresiune (strivire) perpendicular pe fibre, stabilită conform relației (2.1) în funcție de specia de material lemnos, clasa de calitate a lemnului și condițiile de exploatare a elementelor de construcție, în N/mm^2 ;

A_c - aria de contact dintre cele două elemente (aria reazemului) în mm^2 , stabilită conform indicației din paragraful 6.3.3.3

m_T - coeficient de tratare a lemnului cu valorile specificate în tabelul 4.1;

m_r - coeficient de reazem, cu valoarea 1,60, dacă suni îndeplinite condițiile constructive prevăzute în figura 6.3.

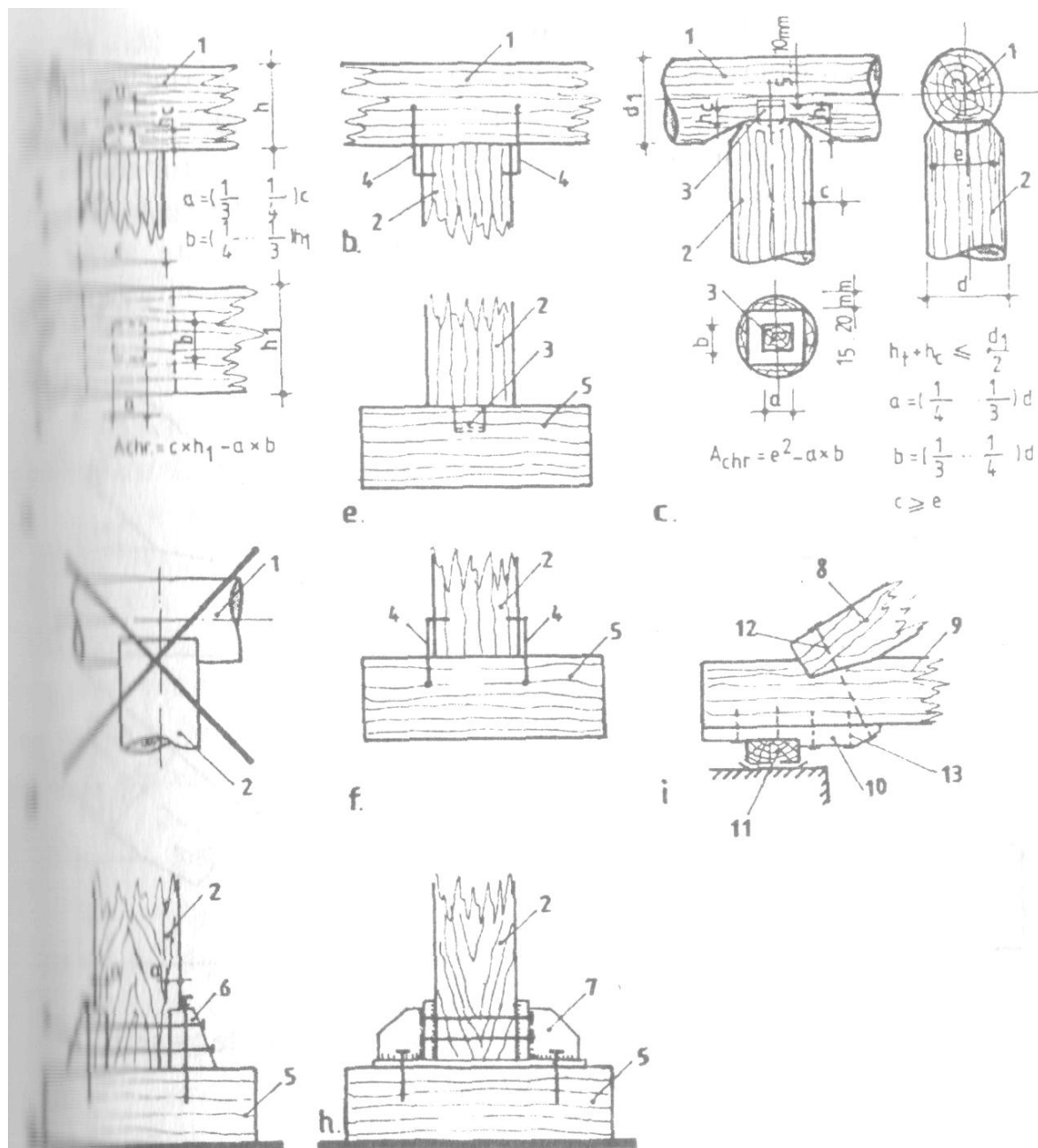


Fig. 6.3. Tipuri de bare compuse solicate la compresiune perpendiculară pe fibre:

- | | | |
|-------------|-----------------------------|-----------------|
| 1 – grindă; | 6 – saboți; | 11 – cosoroabă; |
| 2 – stâlp; | 7 – cutie metalică; | 12 – bulon; |
| 3 – cep; | 8 – talpă superioară fermă; | 13 – cuie. |
| 4 – scoabe; | 9 – talpă inferioară fermă; | |
| 5 – talpă; | 10 – subgrindă; | |

6.3.3.6. La rezemarea popilor pe tălpi, dacă $Q_{fi} < Q_{ef}$, pentru a nu mări dimensiunile elementului vertical, talpa se poate realiza din lemn de foioase (fag, stejar, salcâm), sau se poate mări aria de contact prin dispunerea unor saboți (fig. 6.3, g) sau a unor cutii metalice (fig. 6.3, h). În cazul utilizării saboților, aceștia se fixează împotriva deplasării laterale prin buloane dispuse în găuri ovalizate, astfel încât transmiterea efortului să se facă pe suprafețele de strivire și nu prin buloane.

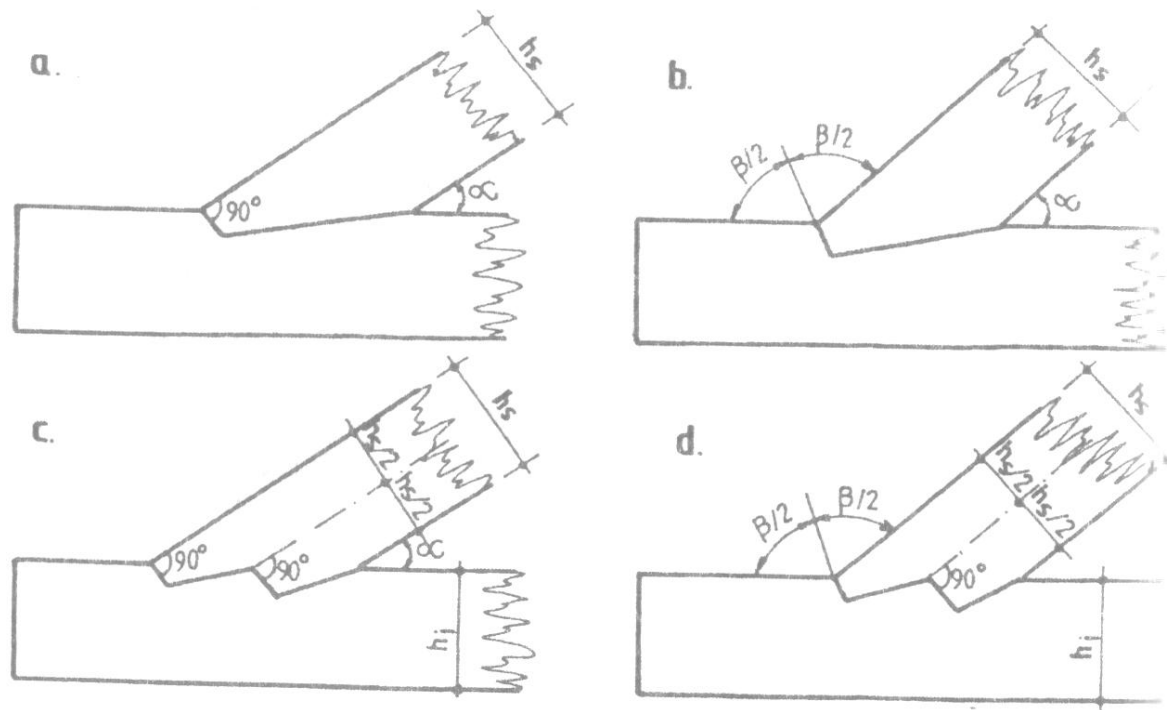


Fig. 6.4. Posibilități de teșire a pragurilor simple (a și b) și duble (c și d)

6.3.4. Îmbinări prin chertare la piese amplasate sub unghiul α

6.3.4.1. Date constructive

a. În funcție de mărimea solicitărilor și de dimensiunile piesetei componente, îmbinările cu chertare frontală se realizează cu unul sau două praguri.

b. Teșirea pragurilor se realizează:

- perpendicular pe elementul comprimat, la unghiuri $\alpha < 30^\circ$ (fig. 6.4. a și c);
- la bisectoarea unghiului exterior dintre cele două piese, la unghiuri $\alpha > 30^\circ$ (fig. 6.4, b și

d)

Comentariul C. 6.3.4.1.

c. La îmbinările frontale cu prag simplu se vor avea în vedere următoarele date constructive (fig. 6.5, a):

- înălțimea pragului (adâncimea chertării) h_c trebuie să fie minim 2 cm la grinzi ecarisate, respectiv 3 cm la cele rotunde și maxim $h/3$ la nodurile de reazem ale grinzilor cu zăbrele,

respectiv $h/4$ la nodurile intermediare ale grinzilor cu zăbrele sau la elementele cu o grosime mai mică de 8 cm;

- lungimea pragului l_p trebuie să fie: $l_p \geq 10 h_c$; $l_p \geq 2h$; $l_p \geq 20$ cm;
- pentru calculul îmbinării la forfecare, lungimea pragului se ia: $l_f \leq 10h_c$; $l_f \leq 2h$;
- buloanele de solidarizare se amplasează perpendicular pe talpa superioară, la valori ale unghiului $\alpha < 30^\circ$, și perpendicular pe teșitură, la valori $\alpha \geq 30^\circ$ și se poziționează la mijlocul teșiturii;
- subgrinda va fi astfel alcătuită încât buloanele să treacă simetric față de teșitură ei;
- în cazul în care din calcul rezultă diametre mai mici, buloanele se vor lua cu diametrul minim $1/25$ din lungimea lor și cel puțin 12 mm.

d. Îmbinările prin chertare ortogonală cu prag dublu se folosesc în cazul în care efortul din îmbinare nu poate fi preluat de un singur prag, adâncimea de chertare rezultată din calcul depășind adâncimea maximă admisă ($h/3$, respectiv $h/4$). La o asemenea îmbinare se impune condiția ca cele două praguri să lucreze concomitent, ceace ce se poate obține numai printr-o execuție extrem de îngrijită.

La proiectarea îmbinărilor frontale cu prag dublu se vor avea în vedere următoarele date constructive (fig. 6.5, b):

- înălțimea primului prag (adâncimea chertării) h_{c1} , trebuie să fie minim 2 cm la grinzile ecarisate, respectiv 3 cm la rotunde;
- înălțimea celui de al doilea prag h_{c1} , trebuie să fie cu puțin 2 cm mai mare decât înălțimea primului prag și să fie limitată superior în raport cu înălțimea grinzii chertate la maxim $h/3$ la nodurile de reazem ale grinzilor cu zăbrele, respectiv $h/4$ la nodurile intermediare ale grinzilor cu zăbrele, sau la elementele cu o grosime mai mică de 8 cm;
- lungimea pragurilor l_{p1} și l_{p2} trebuie să fie $l_{p1} \geq 10 h_{c1}$, $l_{p1} \geq 2h$, $l_{p2} \geq 10h_{c2}$;
- pentru calculul îmbinărilor la forfecare, lungimea pragurilor se ia: $l_{f1} \leq 10 h_{c1}$, $l_{f1} \leq 2h$, $l_{f2} \leq 10 h_{c2}$;
- la unghiuri de înclinare $\alpha \leq 45^\circ$, este obligatorie montarea buloanelor de siguranță și a subgrinzilor; în acest se respectă aceleași condiții ca la îmbinarea prin chertare frontală cu prag simplu;
- având în vedere eforturile relativ mari care acționează în îmbinare, se recomandă ca centrarea nodului să se facă după axa netă a tălpii inferioare.

e. La nodurile intermediare ale grinzilor cu zăbrele se admite că transmiterea eforturilor din zăbrelele comprimate să se facă prin intermediul unui călcâi (fig. 6.6).

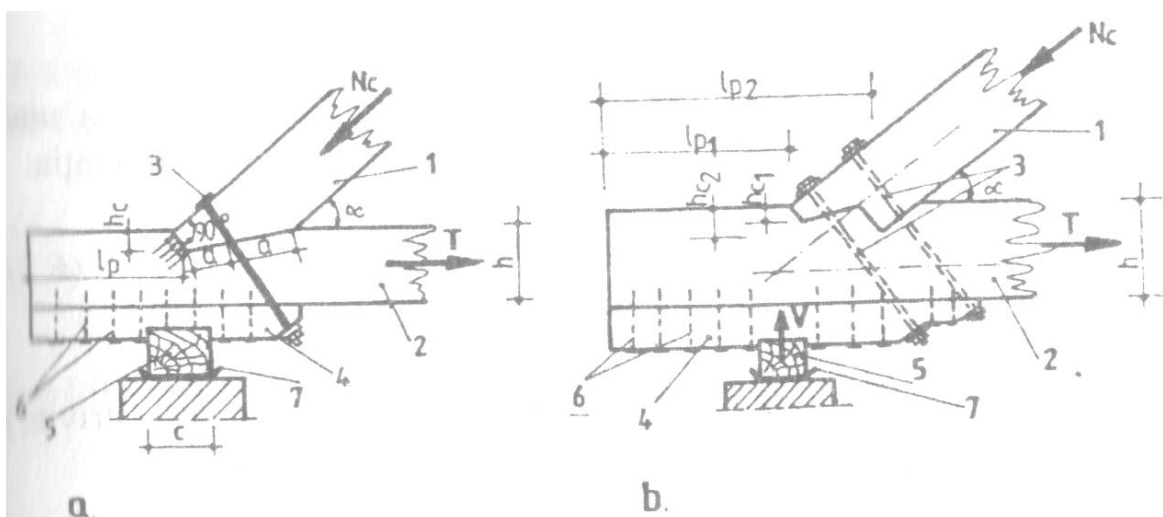


Fig. 6.5. Îmbinări prin chertare frontală:

a – cu prag simplu;

b – cu prag dublu;

1 – talpă superioară;

5 – cosoroabă;

2 – talpă inferioară;

6 – cuie;

3 – buloane de siguranță;

7 – foaie de carton bitumat

4 – subgrindă;

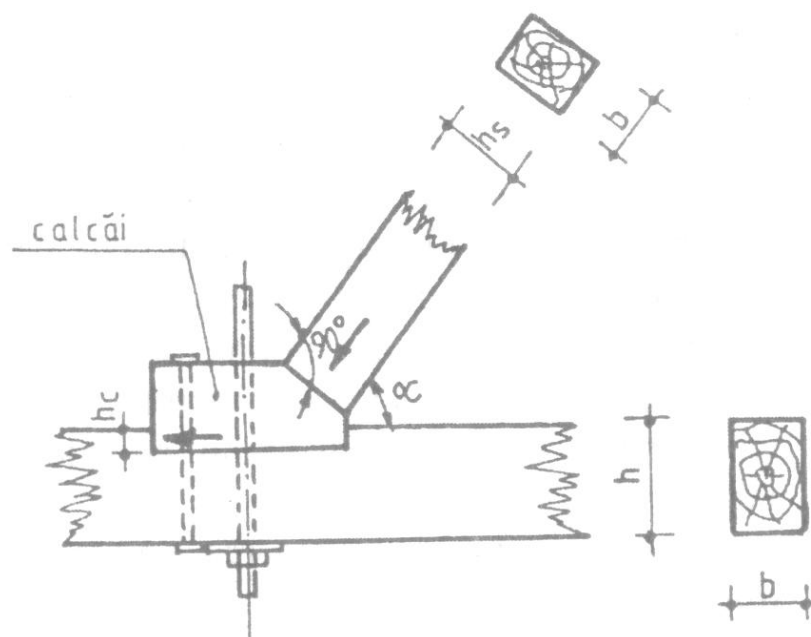


Fig. 6.6. Îmbinare cu călcâi la nodul intermediar al unei grinzi cu zăbrele