

# Normativ privind proiectarea și verificarea construcțiilor din lemn

## Indicativ NP 005-2022

**Beneficiar:**

**Ministerul Dezvoltării, Lucrărilor Publice și  
Administrației**

– Aprilie 2022 –

# Normativ privind proiectarea și verificarea construcțiilor din lemn NP005-2022

Redactarea I

Contract nr. M.D.L.P.A.  
nr. U.T.C.B. 117/2021  
Beneficiar: Ministerul Dezvoltării, Lucrărilor  
Publice Și Administrației

Rector: Prof. univ. dr. ing. Radu Văcăreanu  
Manager de contract: Conf. dr. ing. Viorel Popa

## Colectiv de elaboratori:

Elaboratori:

Daniela Țăpuși

Ruxandra Irina Erbașu

Monica Felicia Briciu

Ioana Teodorescu

Bogdan Ghioc

Cătălin Caraza

Marius Șoflete

Sergiu Petrea

Ionuț Anton

Coordonator:

Daniela Țăpuși

Această ediție a codului a fost elaborată ca revizuire a ediției din anul 2003, care a fost realizată de către Universitatea Tehnică de Construcții București, catedra de Construcții Civile, Inginerie Urbană și Tehnologică, coordonator Daniela Țăpuși și elaboratori Ruxandra Irina Erbașu, Monica Felicia Briciu, Ioana Teodorescu, Bogdan Ghioc, Cătălin Caraza, Marius Șoflete, Sergiu Petrea, Ionuț Anton.

1. <i>Generalități</i>	1
1.1. Obiect și domeniu de aplicare	1
1.2. Structura codului	1
1.3. Definiții generale	2
1.4. Unități de măsură	3
1.5. Simboluri	3
1.6. Documente normative de referință	3
2. <i>Cerințe fundamentale</i>	10
3. <i>Cerințe generale pentru proiectarea structurilor din lemn</i>	11
3.1. Probleme generale	11
3.2. Cerințe de proiectare a structurilor din lemn la acțiuni verticale și orizontale, altele decât acțiunea seismică (gruparea fundamentală)	11
3.3. Cerințe de proiectare a structurilor din lemn la acțiunea seismică	11
3.3.1. Condiții privind comportarea structurală disipativă	11
3.3.2. Mecanismul de disipare de energie	12
3.4. Reguli generale pentru alcătuirea și proiectarea elementelor și subsansamblurilor de lemn	13
4. <i>Proiectarea structurilor din lemn</i>	17
4.1. Calcul structural	17
4.2. Metode de calcul	17
4.3. Modelul de calcul	17
4.4. Valori de proiectare ale eforturilor	18
4.4.1. Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM	18
4.4.2. Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL	18
4.4.3. Verificări de rezistență pentru clădiri proiectate în clasa de ductilitate DCH sau DCM	18
4.4.3.1. Verificarea capacității de rezistență a elementelor de lemn (nedisipative)	19
4.4.3.2. Verificarea capacității de rezistență a zonelor de îmbinare nedisipativă	19
XXX	19
4.4.3.3. Verificarea mecanismului de disipare de energie	19
4.4.4. Verificări de rezistență pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL	20
5. <i>Prevederi constructive pentru proiectarea structurilor din lemn</i>	22
5.1. Structuri în cadre	22
5.2. Structuri de tip hale	22
5.2.1. Forma și alcătuirea de ansamblu	22
5.2.2. Cadre plane și arce – sisteme structurale	23
5.2.2.1. Stâlpi de cadru	23
5.2.2.2. Grinzi de cadru	23
5.2.2.3. Arce	24
5.2.2.4. Grinzi cu zăbrele	24
5.2.2.5. Pane de acoperiș	24
5.2.2.6. Pane de compresiune	25
5.2.2.7. Stâlpi intermediari și stâlpi de fronton	25
5.2.2.8. Fundații	25
5.2.3. Sisteme de contravântuire	25
5.2.3.1. Sisteme de contravântuire de tip liniar	26
5.2.3.2. Sistem de contravântuire cu elemente de suprafață	27
5.3. Structuri cu preți de lemn	27
5.3.1. Structuri cu pereți din panouri de lemn	27
5.3.1.1. Forma și alcătuirea de ansamblu	27
5.3.1.2. Panourile din lemn	28
5.3.1.3. Principii de modelare și dimensionare	28
5.3.1.4. Îmbinări	28
5.3.2. Structuri cu pereți din CLT	29
5.3.2.1. Generalități	29
5.3.2.2. Configurația geometrică a structurii cu pereți din CLT	29
5.3.2.3. Pereți din CLT	30

5.3.2.4. Diafragme din lemn	30
5.3.2.5. Îmbinări	31
<i>6. Prezervarea elementelor, subansamblelor și a construcțiilor din lemn împotriva biodegradării, umezelii, focului, și măsuri de protecție contra transferului termic și acustic</i>	32
6.1. Prescripții generale	32
6.2. Protecția contra agenților biologici	33
6.3. Protecția contra umidității și etanșeitătea la aer	33
6.4. Protecția la foc	36
6.5. Protecții contra transferului termic	37
6.6. Protecții acustice	38
6.7. Aspecte legate de utilizarea sustenabilă a resurselor și protecția mediului – nu am știut unde să o încadrez dar o las aici	39
<i>7. Anexa A</i>	40
<i>Verificarea deplasărilor laterale ale structurilor</i>	40
7.1. Proiectarea la încărcări verticale și orizontale, altele decât cea seismică (gruparea fundamentală)	40
7.1.1. Verificarea deplasărilor laterale la starea limită de serviciu	40
7.1.2. Verificarea deplasărilor laterale la starea limită ultima	40
7.2. Proiectarea seismică	40
7.2.1. Verificarea deplasărilor laterale la starea limită de serviciu	40
<i>Anexa B Structuri hale din lemn</i>	1

## **1. Generalități**

### **1.1. Obiect și domeniu de aplicare**

- (1) Prezenta normă se aplică la proiectarea clădirilor și lucrărilor de construcții ingineresti realizate din lemn natural și din produse derivate din lemn.
- (2) Standardul este conform principiilor și cerințelor de siguranță și de aptitudine în exploatare ale construcțiilor și cu bazele de proiectare și de verificare indicate în EN 1990 Bazele proiectării structurilor.
- (3) Cerințe de calitate minime pentru construcții stabilite prin această reglementare tehnică se asigură pe întreaga durată de existență a construcției.
- (4) Prevederile prezentei norme trebuie interpretate ca având caracter minimal, dar obligatoriu. De la caz la caz, proiectanții de structuri pot aplica și alte metode de calcul și pot lua și alte măsuri constructive în vederea obținerii nivelului de siguranță dorit.
- (5) Prevederile acestei norme se adresează proiectanților, executanților de lucrări, specialiștilor care își desfășoară activitatea în domeniul construcțiilor atestați/autorizați în condițiile legii, precum și organismelor de verificare și control (verificarea și/sau expertizarea proiectelor, precum și verificarea, controlul și/sau expertizarea lucrărilor).
- (6) Prevederile acestei reglementări tehnice reflectă nivelul de cunoaștere la data elaborării acestuia în ceea ce privește acțiunile, principiile și regulile de calcul și alcătuire ale construcțiilor, precum și performanțele și cerințele privind construcțiile și produsele pentru construcții utilizate.
- (7) La proiectarea elementelor de construcție din lemn, pentru asigurarea durabilității acestora în exploatare, se vor avea în vedere atât regimul expunerii la intemperii și la umiditate, precum și condițiile specifice de exploatare. În funcție de acești factori, în proiectele de execuție se stabilesc:
  - (a) specia utilizată și clasa de calitate a lemnului;
  - (b) modul de alcătuire a elementelor de construcție;
  - (c) măsurile de preservare necesare.

### **1.2. Structura codului**

- (1) Structura codului NP005 este următoarea:
    1. Generalități
    2. Cerințe fundamentale
    3. Reguli pentru proiectarea elementelor și structurilor din lemn
    4. Reguli generale pentru preservarea elementelor, subsansamblelor și a construcțiilor din lemn împotriva biodegradării, umezelii, focului și măsuri de protecție contra transferului termic și acustic
- Anexa A. Verificarea deplasărilor laterale ale structurilor (Anexă obligatorie)
- Anexa B. Scheme funcționale (Anexă informativă)

(2) Capitolele 1-4 au caracter normativ. Anexa A are caracter obligatoriu. Anexa B are caracter informativ.

### 1.3. Definiții generale

(1) Din punct de vedere al raportului dimensiunilor geometrice, elementele de construcție din lemn se clasifică în:

(a) elemente lineare (bare), la care lungimea elementului este sensibil mai mare în comparație cu dimensiunile secțiunii transversale (grinzi simple sau compuse, stâlpi);

(b) structuri plane, la care una dintre dimensiunile elementului este sensibil mai mică decât celelalte două, și care pot prelua forțe în planul acestora (grinzi cu zăbrele, cadre, arce, etc.); pentru asigurarea stabilității în plan transversal față de planul elementului se vor lua măsuri suplimentare de rigidizare și de contravântuire;

(c) structuri spațiale, dezvoltate tridimensional și care preiau încărcări pe trei direcții.

(2) În prezenta specificație tehnică, construcțiile și elementele de construcție din lemn se clasifică, în funcție de durata de exploatare în definitive și provizorii. În categoria elementelor și construcțiilor provizorii sunt incluse: elementele din lemn destinate cofrajelor, eșafodaje și susțineri, precum și construcțiile demontabile/remontabile care au durata de exploatare pe un amplasament sub doi ani.

(3) Din punct de vedere al condițiilor în care se exploatează elementele de construcție din lemn, clasele de exploatare se definesc conform SR EN 1995-1-1.

(4) În capitolul 2 sunt utilizați următorii termeni:

Amplasament: localizarea în teritoriu a unei activități, prin precizarea unei porțiuni de teren care urmează a fi organizat spațial, corespunzător unei anumite funcționalități.

Clădire: construcție supraterană și, după caz, subterană, având încăperi care servesc la adăpostirea oamenilor, materialelor etc.

CLT: element constructiv structural sub formă de panou prefabricat din lemn realizat din cel puțin trei straturi de lemn ecarisat înleiate cu adeziv structural pe două direcții ortogonale, cu grosime minimă de 60 mm.

Lemn lamelat înleiat: produs derivat din lemn, obținut prin înleierea mai multor piese de lemn ecarisat (scânduri sau dulapi).

Panouri din lemn - panouri structurale tip ramă din osatură cu dulapi de lemn ecarisat cu placare structurală colaborantă. Placarea structurală colaborantă poate fi OSB, fibrociment, DHF, MDF, placaj (plywood), CLT cu grosimi mici.

(5) În capitolul 3 definițiile termenilor utilizați sunt conform SR EN 1995-1-1.

(6) În capitolul 4 sunt utilizați următorii termeni:

Structură de tip hală: structură cu una sau mai multe deschideri și cu multiple travei, cu regim de înălțime parter.

Perete (perete structural): element structural vertical care susține alte elemente, la care raportul dimensiunilor laturilor secțiunii transversale  $l_w / b_w \geq 4$ .

Sistem structural tip pereți: sistem structural în care pereții verticali, preiau majoritatea încărcărilor verticale și orizontale, contribuția acestora la preluarea forțelor tăietoare la baza clădirii depășind 65% din forța tăietoare de bază.

Sistem structural tip cadru: sistem structural în care încărcările verticale cât și cele orizontale sunt preluate în principal de cadre spațiale a căror contribuție la preluarea forței tăietoare la baza clădirii depășește 65% din forța tăietoare de bază.

Structuri mixte: structuri ale căror elemente structurale sunt realizate din material lemnos și din alte tipuri de materiale de construcție (metal, beton) și structuri duale din alcătuite din cadre și pereți din lemn.

Cadru transversal/longitudinal: ansamblu structural spațial, alcătuit din stâlpi și grinzi legate rigid la noduri, cu rolul de a prelua încărcări gravitaționale și orizontale.

Sistem de contravântuire: sistem structural alcătuit din elemente lineare sau din elemente de suprafață, cu rol de a asigura stabilitatea spațială a construcției și de a prelua încărcări orizontale.

Îmbinări cu tije: îmbinări realizate cu elemente metalice (cuie, șuruburi, buloane, dornuri, etc) și care sunt încărcate perpendicular pe axă.

#### 1.4. Unități de măsură

- (1) Se utilizează unitățile din Sistemul Internațional.
- (2) Pentru calcule sunt recomandate următoarele unități de măsură:
  - Eforturi și încărcări: N;
  - Eforturi și încărcări distribuite liniar: N/mm;
  - Eforturi și încărcări distribuite pe suprafață: N/mm<sup>2</sup>;
  - Masa: kg;
  - Masa specifică (densitate): kg/m<sup>3</sup>;
  - Lungime: m;
  - Arie: m<sup>2</sup>;
  - Volum: m<sup>3</sup>;
  - Greutate specifică: kN/m<sup>3</sup>;
  - Eforturi unitare și rezistențe: N/mm<sup>2</sup> (MPa);
  - Momente (încovoietoare, de torsiune, etc.): Nm;

#### 1.5. Simboluri

- (1) Se preiau toate simbolurile din normativele de referință.

#### 1.6. Documente normative de referință

- (1) Documentele normative de referință sunt cele din Tabelul 1.1 și cele Tabelul 1.2.

**Tabelul 1.1 Reglementări tehnice de referință**

Nr. crt.	Reglementare tehnică



1.	Cod de proiectare. Bazele proiectării construcțiilor, indicativ CR 0
2.	Cod de proiectare seismică-Partea I-Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P100-1
3.	Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii zăpezii asupra construcțiilor, indicativ CR 1-1-3
4.	Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii vântului asupra construcțiilor, indicativ CR 1-1-4
5.	Instrucțiuni tehnice privind manipularea, depozitarea, transportul și montarea în construcții a tâmplăriei din lemn, indicativ C 199
6.	Instrucțiuni tehnice privind proiectarea, executarea și recepționarea pereților despărțitori din panouri prefabricate pe bază de produse lemnoase, indicativ P 113
7.	Îndrumător privind utilizarea în construcții a plăcilor din așchii de lemn și a plăcilor din fibre de lemn, indicativ C 36
8.	Îndrumător privind realizarea și utilizarea la pereții despărțitori a panourilor de perete demontabil, indicativ P 113/I
9.	Specificație tehnică privind protecția elementelor de construcții din lemn împotriva agenților agresivi. Cerințe, criterii de performanță și măsuri de prevenire și combatere, indicativ ST 049
10.	Ghid privind calculul și alcătuirea constructivă a plășelor compuse lemn-beton la clădiri vechi și noi, indicativ GP 116

**Tabelul 1.2 Standarde române de referință**

Nr. crt.	Indicativ	Titlu
1.	SR EN 1990	Eurocod: Bazele proiectării structurilor
2.	SR EN 1991-1-1	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-1: Acțiuni generale. Greutăți specifice, greutate proprii, încărcări utile pentru clădiri
3.	SR EN 1991-1-3	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-3: Acțiuni generale. Încărcări date de zăpadă
4.	SR EN 1991-1-4	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-4: Acțiuni generale - Acțiuni ale vântului
5.	SR EN 1991-1-5	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-5: Acțiuni generale - Acțiuni termice
6.	SR EN 1991-1-6	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-6: Acțiuni generale. Acțiuni pe durata execuției
7.	SR EN 1991-1-7	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-7: Acțiuni generale. Acțiuni accidentale
8.	SR EN 1992-4	Eurocod 2. Proiectarea structurilor de beton. Partea 4: Proiectarea prinderilor pentru beton
9.	SR EN 1995-1	Eurocod 5: Proiectarea structurilor de lemn. Partea 1-1: Generalități. Reguli comune și reguli pentru clădiri
10.	SR EN 1995-1-2	Eurocod 5: Proiectarea structurilor de lemn. Partea 1-2: Generalități. Calculul structurilor la foc
11.	SR EN 1990:2004/NA	Eurocod: Bazele proiectării structurilor. Anexă națională

12.	SR EN 1991-1-1:2004/NA	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-1: Acțiuni generale. Greutăți specifice, greutatea propriei, încărcări din exploatare pentru construcții. Anexă națională
13.	SR EN 1991-1-1:2004/NA	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-1: Acțiuni generale. Greutăți specifice, greutatea propriei, încărcări din exploatare pentru construcții. Anexă națională
14.	SR EN 1991-1-3:2005/NA	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-3: Acțiuni generale - Încărcări date de zăpadă. Anexă națională
15.	SR EN 1991-1-4:2006/NB	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-4: Acțiuni generale - Acțiuni ale vântului. Anexa națională
16.	SR EN 1991-1-6:2005/NB	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-6: Acțiuni generale. Acțiuni pe durata execuției. Anexa Națională
17.	SR EN 1991-1-7:2007/AC	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-7: Acțiuni generale. Acțiuni accidentale
18.	SR EN 1995-1-2	Eurocod 5: Proiectarea structurilor de lemn. Partea 1-2: Generalități. Calculul structurilor la foc
19.	SR EN 1992-1-1:2004/AC	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
20.	SR EN 1992-1-1:2004/NB	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri. Anexă națională
21.	SR EN 1993-1-1:2006/NA	Eurocod 3: Proiectarea structurilor din oțel. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri. Anexa națională
22.	SR EN 1995-1-2:2004/NB	Eurocod 5: Proiectarea structurilor de lemn. Partea 1-2: Generalități. Calculul structurilor la foc. Anexă națională
23.	SR EN 1995-1-1:2004/A1	Eurocod 5: Proiectarea structurilor de lemn. Partea 1-1: Generalități. Reguli comune și reguli pentru clădiri
24.	SR EN 1995-1-1:2004/NB	Eurocod 5: Proiectarea structurilor de lemn. Partea 1-1: Generalități. Reguli comune și reguli pentru clădiri. Anexă națională
25.	SR EN 323	Plăci pe bază de lemn. Determinare a masei volumice
26.	SR EN 317	Plăci de aşchii și plăci de fibre. Determinare a umflării în grosime după imersie în apă
27.	SR EN 312	Plăci de aşchii de lemn. Cerințe
28.	SR EN 594	Structuri de lemn. Metode de încercare. Rezistența la solicitări axiale în plan și rigiditatea panourilor pentru pereți cu structură de lemn
29.	SR EN 622-2	Plăci de fibre. Condiții. Partea 2: Condiții pentru plăci dure
30.	SR EN 622-3	Plăci de fibre. Condiții. Partea 3: Condiții pentru plăci semidure
31.	SR EN 622-4	Plăci de fibre. Cerințe. Partea 4: Cerințe pentru plăci moi
32.	SR EN 622-5	Plăci de fibre. Condiții. Partea 5: Condiții pentru plăci obținute prin procedeul uscat (MDF)
33.	SR EN 15228	Lemn pentru construcții. Lemn pentru construcții tratat cu un produs de protecție împotriva atacurilor biologice
34.	SR EN 335	Durabilitatea lemnului și a produselor pe bază de lemn. Clase de utilizare: definiții, aplicație pentru lemnul masiv și produsele pe bază de lemn

35.	SR EN 350	Durabilitatea lemnului și a produselor derivate din lemn. Încercarea și clasificarea durabilității lemnului și a produselor derivate din lemn la agenți biologici
36.	SR EN 460	Durabilitatea lemnului și a materialelor derivate din lemn. Durabilitatea naturală a lemnului masiv. Ghid de condiții referitoare la durabilitatea lemnului pentru anumite utilizări, conform claselor de risc
37.	SR EN 351-1	Durabilitatea lemnului și a produselor pe bază de lemn. Lemn masiv tratat cu produs de protecție. Partea 1: Clasificarea penetrării și retenției produselor de protecție
38.	SR EN 927-1	Vopsele și lacuri. Produse de vopsire și sisteme de vopsire pentru lemn în exterior. Partea 1: Clasificare și selecție
39.	SR EN 13183-1	Conținutul de umiditate al unei piese de cherestea. Partea 1: Determinare prin metoda de uscare
40.	SR EN 13183-2	Conținutul de umiditate al unei piese de cherestea. Partea 2: Determinare prin metoda rezistenței electrice
41.	SR EN 1927-1	Clasificarea calitativă a lemnului rotund de rășinoase. Partea 1: Molid și brad
42.	SR EN 1927-2	Clasificarea calitativă a lemnului rotund de rășinoase. Partea 2: Pin
43.	SR EN 1927-3	Clasificarea calitativă a lemnului rotund de rășinoase. Partea 3: Larice și Douglas
44.	SR EN 1316-1	Lemn rotund de foioase. Clasificare calitativă. Partea 1: Stejar și fag
45.	SR EN 1316-2	Lemn rotund de foioase. Clasificare calitativă. Partea 2: Plop
46.	SR EN 1611-1	Cherestea. Clasificare după aspect a lemnului de rășinoase. Partea 1: Molid, brad, pin și Douglas European
47.	SR EN 975-1	Cherestea. Clasificare după aspect a lemnului de foioase. Partea 1: Stejar și fag
48.	SR EN 844	Lemn rotund și cherestea. Terminologie
49.	SR EN 1313-1	Lemn rotund și cherestea. Abateri admisibile și dimensiuni preferențiale. Partea 1: Cherestea de rășinoase
50.	SR EN 1611-1	Cherestea. Clasificare după aspect a lemnului de rășinoase. Partea 1: Molid, brad, pin și Douglas European
51.	SR EN 1611-1:2001/A1	Cherestea. Clasificare după aspect a lemnului de rășinoase. Partea 1: Molid, brad, pin, Douglas și larice europene
52.	SR EN 1438	Simboluri pentru lemn și pentru produsele pe bază de lemn
53.	SR EN 14250	Structuri de lemn. Cerințe pentru produse referitoare la elemente de structură prefabricate, asamblate cu elemente de fixare cu placă metalică ambutisată
54.	SR EN 12465	Stâlpi de lemn pentru linii aeriene. Condiții privind durabilitatea
55.	SR EN 12509	Stâlpi de lemn pentru linii aeriene. Metode de încercare. Determinarea modului de elasticitate, a rezistenței la încovoiere, a densității și a conținutului de umiditate
56.	SR EN 1363-1	Încercări de rezistență la foc. Partea 1: Cerințe generale

57.	SR EN 13501-1	Clasificare la foc a produselor și elementelor de construcție. Partea 1: Clasificare folosind rezultatele încercărilor de reacție la foc
58.	SR EN 13501-1	Clasificare la foc a produselor și elementelor de construcție. Partea 1: Clasificare folosind rezultatele încercărilor de reacție la foc
59.	SR EN 13501-2	Clasificare la foc a produselor și elementelor de construcție. Partea 2: Clasificare folosind rezultatele încercărilor de rezistență la foc, cu excepția produselor utilizate în instalațiile de ventilare
60.	SR EN 1365-3	Încercări de rezistență la foc pentru elemente de construcții portante. Partea 3: Grinzi
61.	SR EN 13823	Încercări de reacție la foc ale produselor pentru construcții. Produse pentru construcții, cu excepția îmbrăcăminte de pardoseală, expuse acțiunii termice a unui singur obiect care arde
62.	SR EN ISO 1182	Încercări de reacție la foc ale produselor. Încercarea de incombustibilitate
63.	SR EN ISO 9239-1	Încercări de reacție la foc ale produselor pentru pardoseli. Partea 1: Determinarea comportării la foc cu ajutorul unei surse de căldură radiantă
64.	SR EN 1309-1	Lemn rotund și cherestea. Metodă de măsurare a dimensiunilor. Partea 1: Cherestea
65.	SR EN 1309-2	Lemn rotund și cherestea. Metodă de măsurare a dimensiunilor. Partea 2: Lemn rotund. Cerințe pentru măsurare și regulile de calcul al volumului
66.	SR EN 1309-3	Lemn rotund și cherestea. Metode de măsurare. Partea 3: Caracteristici și degradări biologice
67.	SR EN 1312	Lemn rotund și cherestea. Determinarea volumului unui lot de cherestea
68.	SR EN 1313-1	Lemn rotund și cherestea. Abateri admisibile și dimensiuni preferențiale. Partea 1: Cherestea de rășinoase
69.	SR EN 14229	Lemn pentru construcții. Stâlpi de lemn pentru linii aeriene
70.	SR EN 336	Lemn pentru construcții. Dimensiuni, abateri admisibile
71.	SR EN 335	Durabilitatea lemnului și a produselor pe bază de lemn. Clase de utilizare: definiții, aplicație pentru lemnul masiv și produsele pe bază de lemn
72.	SR EN 460	Durabilitatea lemnului și a materialelor derivate din lemn. Durabilitatea naturală a lemnului masiv. Ghid de condiții referitoare la durabilitatea lemnului pentru anumite utilizări, conform claselor de risc
73.	SR EN 14081-1+A1	Structuri de lemn. Lemn pentru construcții cu secțiuni dreptunghiulară, sortat după rezistență. Partea 1: Cerințe generale
74.	SR EN 14358	Structuri de lemn. Determinarea și verificarea valorilor caracteristice
75.	SR EN 338	Lemn pentru construcții. Clase de rezistență

76.	SR EN 335	Durabilitatea lemnului și a produselor pe bază de lemn. Clase de utilizare: definiții, aplicație pentru lemnul masiv și produsele pe bază de lemn
77.	SR EN 301	Adezivi de natură fenolică și aminoplastă pentru structuri portante de lemn. Clasificare și cerințe de performanță
78.	SR EN 14080	Structuri de lemn. Lemn lamelat încleiat și lemn masiv încleiat. Cerințe
79.	SR EN 14279+A1	Lemn stratificat (LVL). Definiții, clasificare și specificații
80.	SR EN 14374	Structuri de lemn. LVL (Lemn stratificat). Cerințe
81.	SR EN 408+A1	Structuri de lemn. Lemn masiv și lemn lamelat încleiat. Determinarea anumitor proprietăți fizice și mecanice
82.	SR EN 26891	Structuri de lemn. Îmbinări cu elemente mecanice de fixare. Principii generale pentru determinarea caracteristicilor de rezistență și deformare
83.	SR EN 383	Structuri de lemn. Metode de încercare. Determinarea caracteristicilor de strivire locală și a portanței locale a elementelor de asamblare tip tijă
84.	SR EN 409	Structuri de lemn. Metode de încercare. Determinarea momentului plastic al elementelor de fixare
85.	SR EN 912	Organe de asamblare pentru lemn. Specificații pentru piese de fixare pentru lemn
86.	SR EN 1075	Structuri de lemn. Metode de încercare. Îmbinări realizate cu elemente de fixare tip placă metalică cu dinți realizați prin ștanțare
87.	SR EN 1380	Structuri de lemn. Metode de încercare. Cuie pentru îmbinări de rezistență, șuruburi, buloane și dornuri
88.	SR EN 1381	Structuri de lemn. Metode de încercare. Îmbinări de rezistență cu scoabe
89.	SR EN 1382	Structuri de lemn. Metode de încercare. Rezistența la smulgere a elementelor de fixare în lemn
90.	SR EN 1383	Structuri de lemn. Metode de încercare. Rezistența la trecerea prin lemn a capului elementelor de fixare
91.	SR EN 13271	Organe de fixare pentru lemn. Valori caracteristice pentru capacitatea de rezistență și pentru modulul de alunecare pentru îmbinări cu piese de fixare
92.	SR EN 13986+A1	Plăci pe bază de lemn destinate construcției. Caracteristici, evaluarea conformității și marcare
93.	SR EN 14545	Structuri de lemn. Piese de fixare. Cerințe
94.	SR EN 14592+A1	Structuri de lemn. Elemente de fixare tip tijă. Cerințe
95.	SR EN 26891	Structuri de lemn. Îmbinări cu elemente mecanice de fixare. Principii generale pentru determinarea caracteristicilor de rezistență și deformare
96.	SR EN ISO 8970	Structuri de lemn. Încercarea îmbinărilor realizate cu organe de asamblare. Cerințe referitoare la densitatea lemnului
97.	STAS 10164-92	Plăci din așchii de lemn. Plăci antiseptizate și ignifugate
98.	STAS 10805-86	Plăci din așchii de lemn. Plăci șpăcluite, emailate și texturate

99.	STAS 8616-80	Plăci din fibre de lemn. Plăci fonoabsorbante
100.	STAS 8561-80	Plăci din fibre de lemn. Panouri stratificate
101.	STAS 1040-85	Lemn rotund de rășinoase pentru construcții. Manele și prăjini
102.	STAS 3416-75	Lemn rotund pentru piloți
103.	STAS 4342-85	Lemn rotund de foioase pentru construcții
104.	STAS 3575-86	Cherestea de arin, plop, salcie și tei. Clase de calitate
105.	STAS 1452-80	Șuruburi cu filet pentru lemn. Șurub cu cap înecat, crestat. Dimensiuni
106.	STAS 1453-80	Șuruburi cu filet pentru lemn. Șurub cu cap semiînecat crestat. Dimensiuni
107.	STAS 1454-80	Șuruburi cu filet pentru lemn. Șurub cu cap hexagonal. Dimensiuni
108.	STAS 1455-80	Șuruburi cu filet pentru lemn. Șurub cu cap pătrat. Dimensiuni
109.	STAS 2111-90	Cuie din sârmă de oțel
110.	STAS 2925-86	Protecția lemnului din construcții împotriva atacului ciupercilor și insectelor xilofage

(2) Lista reglementărilor tehnice de referință dată în această reglementare tehnică se consultă împreună cu lista documentelor normative aflate în vigoare publicată către autoritățile de reglementare de resort.

(3) Se utilizează cele mai recente versiuni ale standardelor române de referință, împreună cu anexele naționale și, după caz, amendamentele sau eratele publicate de către organismul național de standardizare.

## 2. Cerințe fundamentale

- (1) Această reglementare tehnică conține prevederi pentru proiectarea construcțiilor cu structură din lemn în vederea îndeplinirii cerinței fundamentale „rezistență mecanică și stabilitate”.
- (2) Pentru îndeplinirea cerinței fundamentale „rezistență mecanică și stabilitate” se aplică reglementările tehnice specifice împreună cu prevederile suplimentare date în această reglementare tehnică.
- (3) Construcțiile cu structura din lemn se proiectează astfel încât să preia toate acțiunile din timpul execuției sau exploatării, pentru stări limită ultime și stări limită de serviciu, în acord cu prevederile CR 0.
- (4) Greutățile specifice ale materialelor de construcție, greutatele proprii ale elementelor de construcție și încărcările utile pentru clădiri se stabilesc conform SR EN 1991-1-1.
- (5) Încărcările din zăpadă se stabilesc conform prevederilor CR 1-1-3.
- (6) Încărcările din vânt se stabilesc conform prevederilor CR 1-1-4.
- (7) Proiectarea structurilor din lemn la acțiuni verticale și orizontale din gruparea fundamentală (altele decât cea seismică) se face conform prevederilor SR EN 1995-1-1.
- (8) Proiectarea structurilor din lemn la acțiunea seismică se realizează conform prevederilor P 100-1.
- (9) Proiectarea structurilor din lemn la acțiunea focului se face conform prevederilor SR EN 1995-1-2.
- (10) Cerințele fundamentale pentru proiectarea clădirilor cu structura din lemn (cerința de siguranță a vieții și cerința de limitare a degradărilor) și stările limită asociate (Starea Limită Ultimă, SLU și Starea Limită de Serviciu, SLS), sunt definite în Anexa A.
- (11) Cerința fundamentală (cerința de limitare a degradărilor) pentru proiectarea construcțiilor cu structura din lemn și starea limită asociată (Starea Limită de Serviciu SLS) pentru acțiunea seismică sunt definite în P 100-1.

### **3. Cerințe generale pentru proiectarea structurilor din lemn**

#### **3.1. Probleme generale**

(1) Proiectarea structurilor din lemn trebuie să urmărească satisfacerea tuturor cerințelor specifice de diferite naturi (funcționale, structurale, estetice, de încadrare în mediul construit, de execuție, de întreținere, de reparare/consolidare, etc.), în funcție de condițiile concrete ale amplasamentului (geotehnice, climatice, seismice, rezultate din vecinătatea cu alte construcții etc.) și de categoria de importanță a construcției. Astfel se poate asigura o comportare favorabilă în exploatare, cu un nivel controlat de siguranță.

(2) Satisfacerea cerințelor structurale referitoare la preluarea acțiunilor de diferite categorii se realizează prin:

(a) modelarea cât mai fidelă în raport cu comportarea reală și utilizarea unor metode de calcul adecvate pentru determinarea eforturilor și dimensionarea elementelor structurale;

(b) concepția generală de proiectare a structurii privind mecanismul de disipare de energie;

(c) respectarea prevederilor prezentului cod și ale celorlalte reglementări tehnice sub incidența cărora se află realizarea construcției, referitoare la calculul, alcătuirea și execuția tuturor elementelor structurale și nestructurale.

(3) Cerințele de proiectare a structurilor din lemn la acțiuni verticale și orizontale se aplică la proiectarea următoarelor tipuri de sisteme structurale:

(a) structuri în cadre;

(b) structuri de tip hală;

(c) structuri cu pereți din lemn;

(d) structuri mixte.

#### **3.2. Cerințe de proiectare a structurilor din lemn la acțiuni verticale și orizontale, altele decât acțiunea seismică (gruparea fundamentală)**

(1) La proiectarea construcțiilor din lemn solicitate la încărcări verticale și orizontale, altele decât cea seismică, se controlează următoarele caracteristici ale structurii:

(a) rezistență;

(b) rigiditate.

(2) Îndeplinirea cerințelor de rezistență și rigiditate se realizează simultan, ținând cont de influența cumulată a acestora în comportarea de ansamblu a structurii.

#### **3.3. Cerințe de proiectare a structurilor din lemn la acțiunea seismică**

##### **3.3.1. Condiții privind comportarea structurală disipativă**

(1) La proiectarea seismică a construcțiilor cu structura din lemn se controlează următoarele caracteristici ale structurii:

(a) rezistență;



- (b) rigiditate;
  - (c) ductilitate.
- (2) Îndeplinirea cerințelor de rezistență, rigiditate și ductilitate se realizează simultan, ținând cont de influența cumulată a acestora în comportarea de ansamblu a structurii.
- (3) Construcțiile cu structura din lemn pot fi proiectate pentru oricare din clasele de ductilitate, în condițiile specificate în P100-1.
- (4) La proiectarea structurilor din lemn pe baza conceptului de comportare disipativă, prezența factorului de comportare  $q$  conduce la structuri cu o rezistență redusă, care trebuie compensată printr-o buna ductilitate. Componentele structurale din zonele disipative se dimensionează la eforturile din gruparea seismică de încărcări și trebuie să îndeplinească cerințele care să le asigure o comportare ductilă.
- (5) În componentele nedisipative trebuie prevenite deformațiile plastice, prin asigurarea unei suprazistențe față de cele disipative. Eforturile de calcul în componentele nedisipative se stabilesc în conformitate cu conceptul de proiectare bazat pe capacitatea de rezistență.
- (6) Răspunsul seismic favorabil al construcțiilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCH și DCM este condiționat de formarea unui mecanism cu capacitate optimă de disipare a energiei indusă de acțiunea seismică orizontală.
- (7) La proiectarea structurilor din lemn pe baza conceptului de comportare slab disipativă (pentru clasa de ductilitate DCL), structura se bazează pe capacitatea de rezistență.
- (8) Verificarea componentelor structurale se face la eforturile de calcul din combinația cea mai defavorabilă de încărcări, în mod similar cu proiectarea în gruparea fundamentală de încărcări, nefiind necesare adoptarea unor măsuri speciale de asigurare a ductilității.
- (9) Aceste structuri vor respecta, în principal, reguli de proiectare generale pentru construcții din lemn din SR EN 1995-1-1, împreună cu prevederile suplimentare specifice acestei clase date în acest capitol.

### **3.3.2. Mecanismul de disipare de energie**

- (1) Mecanismul cu capacitate optimă de disipare a energiei indusă de acțiunea seismică pentru clasele de ductilitate DCM și DCH are următoarele caracteristici:
- (a) deformațiile plastice produse în zonele disipative se realizează cu reduceri ale capacității de rezistență în urma unor cicluri ample de solicitare seismică;
  - (b) deformațiile plastice se produc în zonele disipative care sunt specifice fiecărui tip de structură și care sunt localizate în îmbinări și conectori; alternativ, zonele disipative pot fi localizate și în afara îmbinărilor, în elemente constructive special concepute în acest sens;
  - (c) deformațiile plastice ale elementelor componente din zonele disipative sunt moderate și distribuite uniform în ansamblul structurii;
  - (d) elementele componente din zonele disipative au capacitate de deformare suficientă, în raport cu deformațiile plastic așteptate la incidența cutremurului de proiectare, în condițiile unei comportări histeretice stabile;

- (e) alcătuirea îmbinărilor va respecta prevederile din P100-1;
  - (f) elementele structurale din lemn rămân în domeniul de comportare elastică.
- (2) Planșeele sau acoperisurile contravântuite au o comportare elastică la încărcări în planul median provenite din acțiunea seismică și trebuie concepute ca diafragme.
- (3) Infrastructura și fundațiile rămân în domeniul elastic.

**Tabelul 3.1 Zone disipative pentru fiecare tip de structură din lemn**

Sistem structural	Zone disipative	Elemente proiectate cu suprarezistență
Pereți din CLT	Îmbinările verticale dintre panourile componente ale unui perete din CLT Conectorii de forfecare și de smulgere de la baza pereților care leagă pereții de diafragmele din lemn și de fundații sau de structura suport	Panourile de pereți și diafragme din CLT Îmbinările dintre panourile alăturate de diafragme Îmbinările dintre diafragme și pereții de dedesubt Îmbinările verticale dintre pereți perpendiculari, mai ales cele de la colțurile exterioare ale clădiri
Pereți din panouri de lemn	Îmbinările cu tije(capse, cuie profilate, șuruburi) de prindere a placării colaborante de osatura din lemn a panoului Îmbinările cu conectori de forfecare și de smulgere de la baza pereților care leagă pereții de diafragmele din lemn și de fundații sau de structura suport	Elementele componente din lemn Placările conlucrante Îmbinările cu tije (capse, cuie profilate, șuruburi) de prindere a placării colaborante de elementele de lemn ale diaframelor Îmbinările dintre diafragme și pereții de dedesubt Îmbinările dintre pereții perpendiculari
Cadre spațiale din lemn contravântuite sau necontravântuite	Îmbinările dintre elementele structurale din lemn	Elemente structurale din lemn
Hale	Îmbinările dintre elementele structurale din lemn	Elemente structurale din lemn

### 3.4. Reguli generale pentru alcătuirea și proiectarea elementelor și subsansamblurilor de lemn

- (1) Calculul elementelor de construcție din lemn se face pe baza principiilor generale de verificare a siguranței construcțiilor, prin verificarea comportării corespunzătoare față de stările limită ce pot apărea în diferite etape (execuție, exploatare, perioade de reparație). Verificarea se face ținând seama de cele mai defavorabile ipoteze de solicitare și de cele mai defavorabile caracteristici ale materialelor, ce pot apărea în condițiile considerate.
- (2) La calculul elementelor și a construcțiilor din lemn se iau în considerare următoarele stări limită:

(a) stări limită ultime ce corespund epuizării capacității de rezistență sau unei alte pierderi ireversibile a calităților necesare exploatării construcțiilor; principalele fenomene ce pot să conducă la apariția acestora sunt:

(i) ruperi de diferite naturi;

(ii) pierderea stabilității formei sau a poziției;

(iii) stări care implică ieșirea din lucru a construcției datorită unor deformații remanente excesive.

(b) stări limită ale exploatării normale ce corespund întreruperii capacității de asigurare a unei exploatări normale a elementelor de construcție; principalele fenomene ce pot să conducă la apariția acestei categorii de stări limită sunt deplasările statice sau dinamice excesive.

(3) Pentru fiecare element structural este îndeplinită condiția:

$$Ed \leq Rd$$

exprimată în termeni de rezistență, unde:

Ed valoarea de proiectare a efortului în combinația de proiectare cea mai defavorabilă, ținând seama și de efectele de ordinul 2, atunci când acestea sunt semnificative;

Rd valoarea corespunzătoare a capacității de rezistență a elementului, calculată cu valorile de proiectare ale rezistențelor materialelor, pe baza modelelor mecanice specifice tipului de element structural.

(4) În afara verificărilor menționate, prin proiectare trebuie să se asigure durabilitatea construcției din lemn la biodegradare printr-o alcătuire corespunzătoare și măsuri de preservare, conform Capitolului 6, din prezenta normă.

(5) Pentru proiectarea construcțiilor din lemn se adoptă măsuri și soluții constructive de protecție împotriva atacului ciupercilor și a insectelor xilofage și de evitare a umezirii, care să aibă ca efect o conservare bună a materialului lemnos utilizat, conform Capitolului 6, din prezenta normă.

(6) Pentru verificarea la diferite stări limită se va lua în considerare modul real de lucru al elementelor sau al structurii în ansamblu la starea limită considerată.

(7) Valoarea de proiectare a efectelor acțiunilor în secțiunea elementelor de lemn se determină cu luarea în considerare a încărcărilor conform prevederilor din normativul CR0 „Bazele proiectării structurilor în construcții” și a standardelor pentru diferite categorii de încărcări.

(8) Pentru proiectarea elementelor și subansamblurilor de lemn se vor utiliza standardele SR EN 1995-1-1 și SR EN 1995-1-2.

(9) Pentru construcțiile de importanță excepțională, nominalizate de către organele abilitate prin lege, pot fi admise măsuri de asigurare la nivel superior celui din prezentul normativ și pot fi adoptate prescripții speciale; proiectele astfel elaborate se aprobă de către organele stabilite prin lege.

(10) Efectul variațiilor de temperatură climatică nu se ia în considerare la calculul construcțiilor din lemn. Variația dimensională a lemnului în lungul fibrelor la diferențe de temperatură este mai mult redusă în comparație cu celelalte materiale de construcție.

Valoarea redusă a variației dimensionale a lemnului în lungul fibrelor la variații de temperatură elimină necesitatea prevederii rosturilor de dilatație.

(11) Dacă la punerea în operă, materialul lemnos are o umiditate mare (dar maxim 20%), și nu există posibilitatea uscării pe șantier, se adoptă soluții constructive, măsuri de protecție și detalii de alcătuire care să permită ventilarea elementelor de construcție, fără a induce în structura de rezistență deformații periculoase sau creșterea eforturilor secționale.

(12) În cazurile în care construcțiile sunt supuse acțiunii unor medii corozive pentru metal, se recomandă fie folosirea unor subansamble structurale fără piese metalice, de exemplu cu îmbinări realizate prin încliere, cu cuie din lemn sau cu pene elastice, fie aplicarea pe elementele metalice a unor pelicule speciale de protecție. Elementele metalice utilizate pentru montaj sau solidarizare trebuie să permită controlul și protecția în timpul exploatarei și să poată fi înlocuite ușor.

(13) Sistemele constructive se stabilesc astfel încât să fie asigurate execuția și montarea simplă. În acest scop se va folosi un număr cât mai redus de secțiuni diferite de cherestea (fără a spori însă consumul de material). De asemenea, se vor prefera subansamble constructive ce se pot prefabrica în ateliere dotate corespunzător, pe șantier executându-se numai operațiuni de montare.

(14) Pentru asigurarea comportării în exploatare a sistemelor constructive adoptate cât mai aproape de ipotezele de calcul admise, se vor respecta următoarele recomandări:

(a) se vor evita îmbinările la care transmiterea eforturilor se face prin mai multe mijloace de asamblare cu rigidități diferite (de exemplu chertări și tije);

(b) se va urmări, pe cât posibil, o repartizare uniformă a eforturilor în toate elementele componente ale barelor compuse comprimate sau întinse, prin adoptarea unor prinderi corespunzătoare;

(c) la elementele comprimate, se recomandă ca îmbinările de continuitate să fie amplasate în apropierea nodurilor și să se realizeze transmiterea eforturilor direct prin îmbinare cap la cap; eclisele de solidarizare vor avea o lungime de cel puțin trei ori mai mare decât lățimea elementelor înădite și vor fi fixate cu cel puțin două buloane cu diametrul mai mare sau egal cu 12 mm, amplasate de fiecare parte a rostului; găurile pentru buloane vor fi ovalizate pentru a asigura transmiterea directă a efortului în barele comprimate;

(d) la elementele întinse, se recomandă ca eforturile să se transmită centric, evitându-se momentele datorate excentricității, iar îmbinările de continuitate vor fi amplasate în zonele cu solicitări reduse;

(e) la grinzile cu zăbrele, barele vor fi centrate la noduri; în cazurile în care din considerente de ordin constructiv nu se pot evita prinderile excentrice, în calcul se va ține cont de solicitările suplimentare ce apar;

(f) când nu se pot folosi subansamble prefabricate, se recomandă adoptarea unor sisteme static determinate (grinzi simplu rezemate, arce cu trei articulații, ferme cu zăbrele static determinate etc.).

(15) În cazul utilizării unor subansambluri prefabricate, acestea se verifică la acțiunile provenite din transport și montaj, adoptându-se schemele statice și grupările de încărcări corespunzătoare acestor faze de lucru.

(16) Având în vedere valoarea redusă a eforturilor suplimentare ce apar din cauza variației de temperatură, a uscării sau umflării lemnului, acestea nu se iau în considerare la calculul construcțiilor din lemn.

(17) Elementele de rezistență cu secțiuni simplă întinse din lemn trebuie să aibă aria secțiunii nete (rezultată în urma scăderii slăbirilor din secțiune) de cel puțin  $4\,000\text{ mm}^2$  și minimum  $2/3$  din aria secțiunii brute. Grosimea secțiunii slăbite trebuie să fie de minimum  $38\text{ mm}$ , iar a secțiunii brute de minimum  $58\text{ mm}$ , în cazul elementelor solicitate la întindere pentru care tensiunea normală maximă depășește  $70\%$  din rezistența de calcul la întindere.

(18) Pentru evitarea supradimensionării elementelor de construcție din condiția de stabilitate laterală, la proiectarea acestora se vor respecta rapoartele maxime indicate în Tabelul 3.2.

**Tabelul 3.2 Condiții de asigurare la flambaj lateral**

Nr. crt.	Condiții de asigurare la flambaj lateral	Raport maxim h/b
1.	Când nu există reazeme intermediare pe latura comprimată	4 / 1
2.	Când se asigură rigidizarea laturii comprimate cu pane sau tiranți	5 / 1
3.	Când se asigură rigidizarea laturii comprimate prin platelajul elementului de planșeu	6 / 1
4.	Când se asigură rigidizarea elementului în planul flambajului atât în zona comprimată, cât și în zona întinsă	9 / 1

## 4. Proiectarea structurilor din lemn

### 4.1. Calcul structural

(1) Metodele de calcul ale sistemelor structurale din lemn se diferențiază în funcție de tipurile acestora, de modul în care este modelată acțiunea seismică, de particularitățile fiecărui sistem structural analizat în raport cu caracterul spațial, dinamic și neliniar al comportării structurale, precum și de modul concret în care sunt efectuate verificările privitoare la condițiile de conformare antiseismică.

(2) Deformabilitatea infrastructurii și/sau deformabilitatea terenului trebuie considerate, dacă acestea au o influență semnificativă asupra răspunsului structural, conform prevederilor din P 100-1.

### 4.2. Metode de calcul

(1) Stabilirea eforturilor și deformațiilor din elementele structurale pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM se face prin calcul structural, utilizând una sau mai multe dintre următoarele metode de calcul:

(a) Metoda de calcul static liniar:

- metoda forțelor laterale statice echivalente;

sau lemn

- metoda calculului modal cu spectre de răspuns.

(b) Metoda de calcul de calcul static neliniar;

(c) Metoda de calcul dinamic neliniar.

(2) Stabilirea eforturilor și deformațiilor din elementele structurale pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL se poate face printr-un dintre metodele de calcul liniar.

(3) Metodele de analiza globală a structurilor sunt:

(a) analiza de ordin I (simplificată) – determinarea eforturilor de proiectare se bazează pe teoria liniarității geometrice care consideră în analiză echilibrul sistemului static nedeformat. Calculul de ordinul I este de obicei o analiză liniar elastică, la care modificările de geometrie sub încărcări nu sunt luate în considerare;

(b) analiza de ordinul II – determinarea eforturilor de proiectare se bazează pe teoria neliniarității geometrice care consideră în analiză echilibrul sistemului static deformat. Efectele de ordinul II geometrice,  $p$ - $\delta$  și  $P$ - $\Delta$  trebuie luate în considerare și mai ales pentru structurile parter care sunt suficient de elastice și sensibile la astfel de efecte.

(4) La structurile cu neregularități în plan sau pe verticală (modificări la rețeaua de stâlpi, schimbări de rigiditate, schimbări de înălțime, etc.), dar care nu afectează substanțial comportarea de ansamblu a structurii, valorile factorului de comportare,  $q$ , dat de Normativul P100-1, vor fi sporite cu 20%.

### 4.3. Modelul de calcul

(1) Modelul de calcul variază în funcție de tipul structural considerat, de clasa de ductilitate și de localizarea și definirea zonelor disipative

(2) Deformabilitatea infrastructurii și/sau deformabilitatea terenului trebuie considerate, dacă acestea au o influență semnificativă asupra răspunsului structural, conform prevederilor din P 100-1.

#### **4.4. Valori de proiectare ale eforturilor**

(1) Acest capitol conține prevederi privind determinarea valorilor de proiectare ale eforturilor care se dezvoltă în elementele structurale de lemn.

(2) Valoarea de proiectare a efortului dintr-o secțiune a unui element structural reprezintă valoarea maximă a efortului care se poate mobiliza în secțiunea respectivă din combinația de încărcări cea mai defavorabilă.

(3) În cazul clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, determinarea valorilor de proiectare ale momentelor încovoietoare, forțelor tăietoare și forțelor axiale în elementele structurale, după caz, se face conform prevederilor de la 4.4.1.

(4) În cazul clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL, determinarea valorilor de proiectare ale momentelor încovoietoare, forțelor tăietoare și forțelor axiale în elementele structurale, după caz, se face conform prevederilor de la 4.4.2.

##### **4.4.1. Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM**

(1) Valoarea de proiectare a efortului din zona disipativă reprezintă valoarea efortului care se dezvoltă atunci când structura în ansamblu se află în stadiul de disipare de energie sub acțiuni orizontale din seism.

(2) Valorile de proiectare ale eforturilor sunt egale cu cele rezultate din calculul structural static liniar.

(3) Valorile de proiectare ale eforturilor în diafragme, constituite de planșeele solicitate la încărcări paralele cu planul median, sunt egale cu eforturile rezultate din calculul static liniar al structurii.

(4) Zonele disipative vor fi localizate în îmbinări și conectori metalici, luând în considerare și eventualele influențe locale datorate tijelor care se deformează, iar elementele din lemn rămân în domeniul de comportare elastică.

(5) Prin proiectare, se va urmări stabilirea poziției zonelor disipative astfel încât să se creeze un mecanism favorabil de disipare de energie și evitarea ruperilor fragile.

##### **4.4.2. Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL**

(1) Structurile de lemn se pot proiecta pentru o capacitate minimală de disipare a energiei seismice prin deformații plastice (de ductilitate), cu o creștere corespunzătoare a capacității de rezistență la forțe laterale.

(2) Structurile proiectate în conformitate cu clasa de ductilitate joasă (DCL) vor respecta, în principal, regulile de proiectare generale pentru construcții din lemn împreună cu prevederile suplimentare specifice acestei clase date în prezentul capitol.

(3) Valorile de proiectare ale eforturilor sunt egale cu cele rezultate din calculul structural static liniar.

##### **4.4.3. Verificări de rezistență pentru clădiri proiectate în clasa de ductilitate DCH sau DCM**

(1) Valorile capacității de rezistență a lemnului trebuie să fie determinate luând în considerare valorile coeficientului  $k_{mod}$  pentru încărcările instantanee și valorile coeficientului parțial aplicat materialului  $\gamma_M$  luând în considerare combinația seismică.

#### **4.4.3.1. Verificarea capacității de rezistență a elementelor structurale din lemn (nedisipative)**

(1) Pentru asigurarea unei comportări ductile caracterizată prin deformații inelastice ale mijloacelor metalice de îmbinare, orice tip de rupere fragilă anticipată în această regiune este obligatoriu de evitat.

(2) Capacitatea de rezistență a elementelor de lemn (liniare și de suprafață) care intră în îmbinare  $F_{Rd,nd}$  (elemente nedisipative (fragile)) trebuie să fie mai mare sau egală cu capacitatea de rezistență a îmbinării  $F_{Rd,d}$  (zona disipativă) multiplicată cu un factor de suprazistență  $\gamma_{Rd}$  și împărțită cu un factor de reducere a rigidității  $\beta_{sd}$  datorat degradării locale, astfel:

$$\gamma_{Rd} / \beta_{sd} F_{Rd,d} \leq F_{Rd,nd}$$

$\gamma_{Rd}$  factor de suprazistență,  $\gamma_{Rd} = 1.2$ ;

$\beta_{sd}$  factor de degradare a rezistenței zonelor disipative sub acțiuni ciclice ( $\leq 1$ );

$$\beta_{sd} = 0.8$$

#### **4.4.3.2. Verificarea capacității de rezistență locală a îmbinării disipative**

(1) Pentru evitarea rupei fragile locale a lemnului din îmbinare și asigurarea unei comportări ductile ale mijloacelor metalice de îmbinare, capacitatea de rezistență a elementelor de lemn din îmbinare  $F_{v,Rk,nd}$  (elemente fragile) trebuie să fie mai mare sau egală cu capacitatea de rezistență a mijloacelor metalice de îmbinare  $F_{v,Rd,d}$  (zona disipativă) multiplicată cu un factor de suprazistență  $\gamma_{Rd}$ , astfel:

$$\gamma_{Rd} F_{v,Rk,d} \leq F_{v,Rk,nd}$$

$\gamma_{Rd}$  factor de suprazistență,  $\gamma_{Rd} = 1.2$ .

$F_{v,Rk,d}$  valoarea caracteristică a capacității de rezistență a mijloacelor metalice din îmbinare;

$F_{v,Rk,nd}$  valoarea caracteristică a capacității de rezistență a elementului de lemn din îmbinare.

#### **4.4.3.3. Verificarea capacității de rezistență locală a îmbinării nedisipative din lemn**

(1) Capacitatea de rezistență a îmbinărilor nedisipative  $F_{Rd,nd,imb}$  trebuie să fie mai mare sau egală cu capacitatea de rezistență a elementelor de lemn (liniare și de suprafață) care intră în îmbinare  $F_{Rd,nd}$  multiplicată cu un factor de suprazistență  $\gamma_{Rd}$

$$\gamma_{Rd} F_{Rd,nd} \leq F_{Rd,nd,imb}$$

$\gamma_{Rd}$  factor de suprazistență,  $\gamma_{Rd} = 1.2$ .

#### **4.4.3.4. Verificarea mecanismului de disipare de energie**

Pentru zone disipative



(3) Verificarea la starea limită ultimă a unei zone disipative localizată în îmbinări sau conectori se face cu relația:

$$F_{Ed} \leq F_{Rd,d} \quad |$$

unde:

$F_{Ed}$  valoarea de proiectare a efortului rezultat din calculul structural static liniar;

$F_{Rd,d}$  valoarea de calcul a capacității de rezistență a zonelor disipative.

(4) Pentru verificările la stare limită ultimă a structurilor proiectate în conceptul de comportare disipativă (DCM și DCH), degradarea de rigiditate a zonelor disipative va fi luată în considerare prin multiplicarea rezistenței caracteristice la solicitări statice cu factorul de reducere  $\beta_{sd}$ .

(5) Capacitatea de rezistență a zonelor disipative va fi calculată ca:

$$F_{Rd,d} = \beta_{sd} k_{mod} F_{Rk,d} / \gamma_M \quad |$$

unde:

$\beta_{sd}$  factor de degradare a rezistenței zonelor disipative sub acțiuni ciclice ( $\leq 1$ );

$$\beta_{sd} = 0.8$$

$k_{mod}$  factor care ține seama de modificarea duratei încărcării și a conținutului de umiditate

$\gamma_M$  coeficient parțial aplicat proprietăților materialului, ce ține seama și de aproximări de model și variații dimensionale

$F_{Rk,d}$  valoarea caracteristică a capacității de rezistență a zonelor disipative.

Pentru zone nedisipative

(6) Verificarea la starea limită ultimă a unei zone nedisipative localizate în elemente, îmbinări sau conectori se face cu relația:

$$F_{Ed} \leq F_{Rd,nd} \quad |$$

unde:

$F_{Ed}$  valoarea de proiectare a efortului rezultat din calculul structural static liniar;

$F_{Rd,nd}$  valoarea de calcul a capacității de rezistență a zonelor nedisipative (moment încovoietor, forță axială și forță tăietoare).

(7) Degradarea de rigiditate a zonelor nedisipative nu va fi luată în considerare.

(8) Capacitatea de rezistență a zonelor nedisipative va fi calculată ca:

$$F_{Rd,nd} = k_{mod} F_{Rk,nd} / \gamma_M \quad |$$

unde:

$F_{Rk,nd}$  valoarea caracteristică a capacității de rezistență a zonelor nedisipative.

#### **4.4.4. Verificări de rezistență pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL**

(1) Pentru verificarea la starea limită ultimă a structurilor proiectate conform conceptului de comportare structurală slab disipativă (Clasa DCL), se aplică coeficienții

parțiali de siguranță ai proprietăților materialului  $\gamma_M$  pentru combinațiile fundamentale de încărcări, conform SR EN 1995-1-1.

(2) Pentru verificările la stare limită ultimă a structurilor proiectate în conceptul de comportare slab disipativă (DCL), degradarea de rigiditate a zonelor disipative nu va fi luată în considerare.

(3) Verificarea la starea limită ultimă a unei zone nedisipative (elemente de lemn și îmbinări sau conectori) se face cu relația:

$$F_{Ed} \leq F_{Rd,nd} \quad |$$

unde:

$F_{Ed}$  valoarea de proiectare a efortului rezultat din calculul structural static liniar;

$F_{Rd,nd}$  valoarea de calcul a capacității de rezistență a zonelor nedisipative (moment încovoietor, forță axială și forță tăietoare).

(4) Capacitatea de rezistență a zonelor nedisipative va fi calculată ca:

$$F_{Rd,nd} = k_{mod} F_{Rk,nd} / \gamma_M \quad |$$

unde:

$F_{Rk,nd}$  valoarea caracteristică a capacității de rezistență a zonelor nedisipative.

## 5. Prevederi constructive pentru proiectarea structurilor din lemn

### 5.1. Structuri în cadre

(1) Cadrele spațiale din lemn sunt ansamble structurale formate din stâlpi, grinzi și planșee din lemn, dispuse pe mai multe direcții și niveluri. Preluarea încărcărilor verticale și laterale se realizează prin intermediul unor cadre din lemn, cu diferite scheme statice.

(2) Pentru o structură eficientă, de regulă, deschiderile pe direcțiile principale sunt de 5m x 5m sau 5m x 6m. În acest interval de deschideri, planșeele se pot rezolva eficient din punct de vedere economic.

### 5.2. Structuri de tip hale

#### 5.2.1. Forma și alcătuirea de ansamblu

(1) Structurile de tip hala sunt, în general, structuri în cadre cu una sau mai multe deschideri mari și mai multe travee, având regim de înălțime parter sau parter și etaj.

(2) În funcție de materialele utilizate, construcțiile pot avea structura în totalitate din material lemnos sau pot fi mixte (cu stâlpi metalici sau din beton și elemente de acoperiș din lemn).

(3) Alcătuirea de ansamblu a structurii implică utilizarea de cadre transversale, unde fiecare cadru plan constituie un sistem geometric indeformabil în planul lui Figura 5.1 (a).

(4) Indeformabilitatea geometrică în direcția longitudinală se realizează printr-un sistem de contravântuiri (format din elemente liniare sau din elemente de suprafață) Figura 5.1 (b).

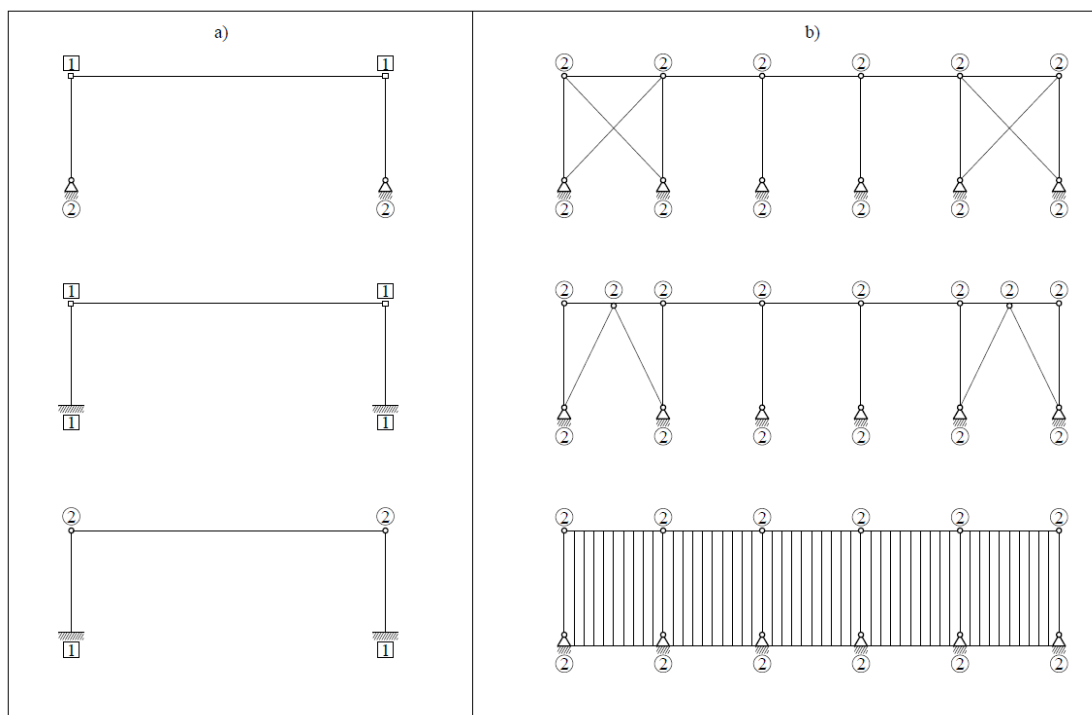


Figura 5.1 Structuri cu cadre transversale cu 1) noduri încastrate, 2) noduri articulate

(5) La stabilirea conformării construcției, pentru criteriile referitoare la condițiile de regularitate în plan și pe verticală, se vor respecta prevederile din P 100-1.

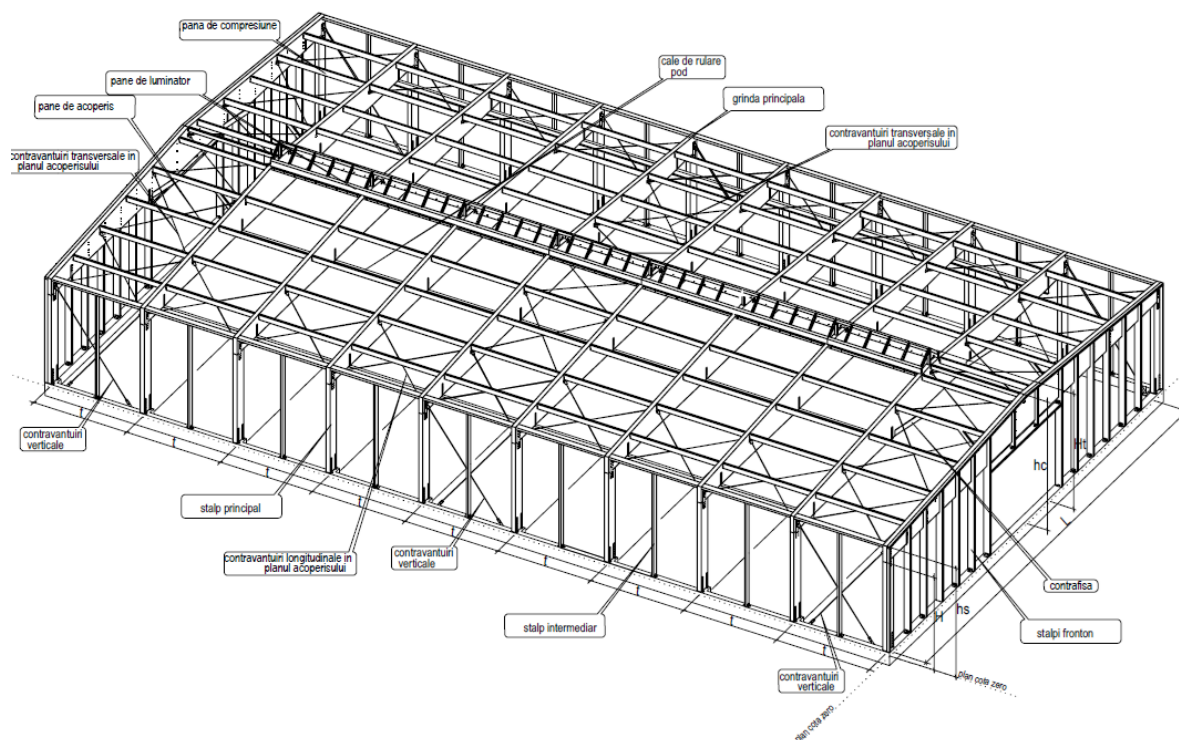


Figura 5.2 Structuri cu cadre transversale

### 5.2.2. Cadre plane și arce – sisteme structurale

- (1) Cadrele transversale sunt constituite din ansambluri stâlp-grindă sau arce ((2)).
- (2) Pentru concepția și alcătuirea nodurilor structurii, precum și a nodurilor de reazem, se va ține cont de schema statică de calcul.

#### 5.2.2.1. Stâlpi de cadru

- (1) Stâlpii de cadru sunt elemente principale ale structurii de rezistență supuse la compresiune, încovoiere și forfecare.
- (2) Pentru situațiile în care funcționalitatea construcției impune eliminarea unui stâlp, se recomandă amplasarea unor grinzi care să asigure continuitatea structurii.
- (3) Stâlpii pot fi cu secțiune constantă sau variabilă pe înălțime și pot fi realizați din elemente simple sau compuse. Dimensiunea minimă a stâlpilor de lemn nu va fi mai mică de 100 mm.
- (4) În funcție de schema statică a cadrelor transversale, stâlpii pot fi încastrați sau articulați la extremități.

#### 5.2.2.2. Grinzi de cadru

- (1) Grinzile sunt elemente principale ale structurii de rezistență supuse preponderent la încovoiere și forfecare. Există situații când grinzi de cadru pot fi supuse la compresiune excentrică.

(2) Grinzile de cadru se pot realiza ca elemente cu secțiuni de formă constantă sau variabilă sau ca elemente de tip fermă. Pentru utilizarea cât mai judicioasă a materialului se recomandă secțiunea variabilă care urmărește diagrama de eforturi de proiectare.

(3) Secțiunile elementelor folosite pot fi simple sau compuse. Dimensiunea minimă a grinzilor de cadru nu va fi mai mică de 100mm.

(4) În cazul halelor industriale, grinzile principale de acoperiș susțin și grinzile de rulare ale podurilor rulante sau monoraiurilor.

(5) În funcție de schema statică a cadrelor transversale, grinzile pot fi articulate sau încastrate la capete sau articulate la un capăt și încastrate la capătul celălalt.

### **5.2.2.3. Arce**

(1) Arcele sunt elemente principale ale structurii de rezistență supuse preponderent la compresiune excentrică și forfecare.

(2) Arcele sunt elemente realizate, în general, din lemn lamelat încleiat în vederea obținerii de forme curbe în elevație, cu secțiuni constante sau variabile.

(3) Secțiunile elementelor folosite pot fi simple sau compuse. Dimensiunea minimă a arcelor nu va fi mai mică de 100mm.

(4) În funcție de schema statică a cadrelor transversale, arcele pot fi dublu sau triplu articulate.

### **5.2.2.4. Grinzi cu zăbrele**

(1) Grinzile cu zăbrele, ca ansamblu, sunt elemente de construcții care lucrează la încovoiere și sunt formate dintr-o rețea de triunghiuri geometric indeformabile.

(2) Elementele componente ale grinzii cu zăbrele: talpa superioară, talpa inferioară, diagonalele și montanții sunt elemente care lucrează la eforturi axiale.

(3) Sistemul de zăbrele va fi ales astfel încât să respecte următoarele condiții:

(a) poziția nodurilor se va stabili ținând seama de încărcările la care este supusă grinda cu zăbrele, astfel încât acestea să se aplice numai în noduri; în cazul în care încărcările se aplică și între noduri, tălpile se vor dimensiona la efort axial și moment de încovoiere ;

(b) unghiurile diagonalelor vor fi cât mai apropiate de  $45^\circ$  .

(4) Secțiunile elementelor folosite pot fi simple sau compuse. Dimensiunea minimă a grinzilor cu zăbrele nu va fi mai mică de 100 mm.

(5) Pentru grinzile cu zăbrele care nu respectă dimensiunea minimă a secțiunii de 100mm, se va acorda o atenție deosebită stabilității structurii prin realizarea unui sistem spațial cu rol de contravântuire.

### **5.2.2.5. Pane de acoperiș**

(1) Paneele de acoperiș sunt elemente secundare ale structurii halei, sollicitate preponderent la eforturi de moment încovoiator și forța tăietoare, de încovoiere și forfecare.

- (2) Se recomandă ca paneele de acoperiș să fie realizate ca elemente cu secțiune constantă articulate la capete între grinzile principale ale acoperișului.
- (3) În situația în care paneele sunt poziționate deasupra grinzilor principale, vor fi tratate ca grinzi continue.

#### **5.2.2.6. Pane de compresiune**

- (1) Paneele de compresiune sunt elemente solicitate la eforturi de compresiune și încovoiere și fac parte din sistemul de contravântuire orizontal al acoperișului halei.
- (2) Paneele de compresiune sunt dispuse la intersecțiile contravântuirilor orizontale cu grinzile principale de acoperiș.
- (3) În cazul unei structuri fără pane la care panourile de învelitoare reazemă direct pe grinzile principale, se recomandă poziționarea paneelelor de compresiune în axul grinzii, fără a mai fi solicitate și la încovoierea produsă de încărcările din acoperiș.
- (4) Paneele de compresiune sunt elemente cu secțiune constantă, considerate articulate la ambele capete.

#### **5.2.2.7. Stâlpi intermediari și stâlpi de fronton**

- (1) Stâlpii intermediari și stâlpii de fronton sunt elemente secundare supuse la încovoiere (cu sau fără compresiune) și forfecare, amplasați între cadrele structurale pentru fixarea panourilor de închidere.
- (2) Se recomandă utilizarea elementelor din material lemnos cu secțiune constantă, în cazul unor hale foarte înalte putând avea și secțiune variabilă. Stâlpii vor fi considerați articulați la ambele capete.

#### **5.2.2.8. Fundații**

- (1) La alegerea sistemului de fundare trebuie să se țină seama de natura terenului și nivelului apelor subterane.
- (2) Fundațiile stâlpilor din lemn se realizează sub formă de fundații izolate alcătuite din bloc din beton simplu cu cuzinet din beton armat sau fundații izolate din beton armat legate cu grinzi de fundare.
- (3) La proiectarea fundațiilor se vor respecta condițiile prevăzute în Normativul P112.

#### **5.2.3. Sisteme de contravântuire**

- (1) Contravântuirile au rolul de a asigura conlucrarea spațială a elementelor structurii pe direcția longitudinală a construcției și de a prelua încărcările orizontale, provenite în principal din acțiunea seismului și vântului.
- (2) Sistemul structural transversal - cadrele transversale - al structurilor de tip hală preia forțe orizontale și verticale care acționează în planul lui.
- (3) Sistemul de contravântuire este obligatoriu în asigurarea stabilității locale și de ansamblu a construcției. Amplasarea acestora se va face în plan vertical (între stâlpii cadrelor transversale) și în plan orizontal (în planul acoperișului) pentru asigurarea unei contravântuiri la nivelul acestuia.

- (4) Sistemul de contravântuiri verticale și orizontale preia încărcările și le transmite până la fundații, contribuind la conlucrarea spațială a elementelor structurale.
- (5) Sistemului de contravântuire va fi amplasat astfel încât să se obțină un sistem structural uniform, compact și simetric, cu posibilitatea distribuirii eforturilor cât mai simplu și mai avantajos între elemente structurale ale construcției și a transmiterii lor la terenul de fundare.
- (6) Sistemul de contravântuire poate fi constituit din elemente liniare sau din elemente de suprafață.

#### **5.2.3.1. Sisteme de contravântuire de tip liniar**

(1) Sistemul de contravântuire de tip liniar este constituit din elemente liniare din lemn sau metal, cu secțiune constantă.

(2) Sistemul de contravântuire cuprinde :

La nivelul acoperișului :

- (a) contravântuiri orizontale dispuse transversal halei;
- (b) contravântuiri orizontale dispuse în lungul halei;
- (c) contravântuiri verticale longitudinale ale acoperișului (contrafișe);

În plan vertical, între cadrele transversale:

(d) contravântuiri verticale între stâlpi.

(3) Sistemul de contravântuiri orizontale dispuse transversal halei se amplasează la partea superioară a grinzilor principale, la intersecția cu paneele, formează o travee rigidă împreună cu elementele de contravântuire din planul vertical.

(4) Contravântuirile orizontale dispuse în lungul halei, perimetral, au rolul de a asigura repartizarea eforturilor de la cadrele solicitate mai puternic la cadrele vecine mai puțin solicitate. Acestea asigură conlucrarea spațială a elementelor structurale la nivelul acoperișului.

(5) Contravântuirile verticale longitudinale ale acoperișului (contrafișe) se recomandă a fi prevăzute în cazul grinzilor înalte ( $h / b > 6$ ) în scopul evitării pierderii stabilității. De cele mai multe ori este suficient și se recomandă un singur rand de contrafișe longitudinale dispuse în sens longitudinal halei, în dreptul paneei de coamă. În situația în care hala este prevăzută cu un luminator central pe toată lungimea, se recomandă dispunerea a două rânduri de contrafișe de o parte și de alta a acestuia pentru a nu obstrucționa pătrunderea luminii.

(6) În cazul halelor industriale echipate cu poduri rulante este obligatorie utilizarea contravântuirilor verticale longitudinale ale acoperișului (contrafișe).

(7) Tramele contravântuite se vor amplasa în prima și în ultima travee. În cazul în care cadrele de capăt au o rigiditate sporită datorită pereților de închidere, tramele contravântuite din primul și din ultimul interval se deplasează în traveele adiacente. Se urmărește ca tramele contravântuite să se obțină din cadre consecutive cu rigidități identice sau apropiate.

(8) În funcție de dimensiunea halei, se recomandă distribuirea tramelor contravântuite în mod uniform, la distanțe de câte 4-5 travei; numărul și poziția acestora va rezulta în urma unui calcul structural.

### **5.2.3.2. Sistem de contravântuire cu elemente de suprafață**

- (1) Sistemul de contravântuire al halei poate fi asigurat prin dispunerea unor panouri rigide atât în planul pereților cât și al acoperișului.
- (2) Panourile de contravântuire pot fi realizate din elemente CLT, din elemente de tip panouri de lemn, panouri rigide cu tablă cutată, panouri de zidărie etc.
- (3) În planul acoperișului, panourile de contravântuire realizează efectul de diafragmă dacă fixarea lor de pane se face cu șuruburi și acest efect este verificat prin calcul, iar paneele sunt fixate rigid de grinzi. De asemenea, este necesar ca producătorul să garanteze o bună comportare în timp a prinderii. În caz contrar, învelitoarea se consideră flexibilă și sunt necesare contravântuiri în planul acoperișului.
- (4) În planul pereților, dacă panourile de contravântuire sunt fixate de elementele structurale orizontale ale pereților asigurând efectul de diafragmă, se poate renunța la contravântuirile verticale din planul pereților longitudinali și frontali.
- (5) Dimensionarea panourilor de contravântuire și îmbinarea cu elementele structurii se va verifica prin calcul.
- (6) Sistemul de contravântuire al halei poate fi realizat în sistem dual, folosind ambele tipuri de contravântuiri, liniare și de suprafață, fiecare sistem asigurând rigiditatea planului în care a fost poziționat (de exemplu: panouri rigide în planul pereților și contravântuiri de tip liniar în planul acoperișului).
- (7) Nu se vor utiliza două sisteme de contravântuiri având același rol, în același loc în sistemul structural al halei.

## **5.3. Structuri cu preți de lemn**

### **5.3.1. Structuri cu pereți din panouri de lemn**

#### **5.3.1.1. Forma și alcătuirea de ansamblu**

- (1) Structurile cu pereți din panouri portante din lemn sunt ansambluri structurale în care panourile și diafragmele orizontale alcătuiesc sistemul de preluare al forțelor verticale și orizontale, având unul sau mai multe niveluri.
- (2) La stabilirea conformării construcției, pentru criteriile referitoare la condițiile de regularitate în plan și pe verticală, se vor respecta prevederile din P 100-1.
- (3) La nivelul fiecărui planșeu trebuie asigurată comportarea de diafragmă rigidă a acestuia, astfel încât să se asigure transmiterea corectă a încărcărilor către elementele verticale.
- (4) La alcătuirea structurilor cu pereți din panouri portante se recomandă distribuția simetrică în plan a elementelor structurale verticale astfel încât să se asigure repartiția simetrică a rigidităților. Poziția elementelor structurale se va suprapune pe verticală astfel încât să existe o continuitate a transmiterii încărcărilor către fundații.
- (5) Se pot admite retrageri la ultimele niveluri cu suprimări totale sau parțiale ale unor pereți, cu condiția să se evite apariția unor excentricități importante de mase și de rigidități.

#### **5.3.1.2. Panourile din lemn**



- (1) Panourile portante pentru pereți sunt alcătuite dintr-un schelet de rezistență format din elemente orizontale (tălpi), montați, rigidizări și fețe din elemente pe baza de lemn de tip OSB și termoizolație/fonoizolație la interior.
- (2) Montații sunt așezați la distanțe de minimum 65 cm, aceasta variind în funcție de dimensiunile materialului utilizat pentru fețele panourilor și fixați la extremități cu o talpa superioară și inferioară.
- (3) Dimensiunea minimă a tuturor elementelor liniare constitutive ale panourilor este de 50mm.
- (4) Panourile sunt dispuse pe direcții ortogonale și sunt rigidizate la partea superioară cu elemente de rigidizare continue care le solidarizează și repartizează încărcările verticale și orizontale.
- (5) Încărcările verticale și orizontale sunt preluate de panourile de lemn și sunt transmise la fundații sau la panoul de lemn de la nivelul inferior.
- (6) Peretele trebuie fixat corespunzător pentru a fi evitată răsturnarea și alunecarea în secțiunea de bază.
- (7) Rezistența la răsturnare a unui perete se verifică în concordanță cu SR EN 1995-1-1.
- (8) Elementele orizontale clasificate ca diafragme rigide (cu rigiditate semnificativă) fac parte, alături de cele verticale din sistemul de asigurare a transferului încărcărilor verticale și orizontale inclusiv din acțiunea seismică.
- (9) Tipuri de panouri :
  - (a) panouri deschise care sunt alcătuite din montați, elemente orizontale și sunt rigidizate numai pe o singură față;
  - (b) panouri închise care sunt alcătuite din montați, elemente orizontale și sunt rigidizate pe ambele fețe.

#### **5.3.1.3. Principii de modelare și dimensionare**

- (1) Montații sunt elemente solicitate la compresiune paralelă cu fibrele sau compresiune excentrică sub acțiunea încărcărilor verticale și orizontale din vânt.
- (2) Flambajul lateral al montaților este împiedicat fie de rigiditatea fețelor panourilor fixate direct pe elementul de lemn fie prin prevederea unor elemente transversale de rigidizare.
- (3) Tălpile sunt elemente de lemn solicitate la compresiune perpendiculară pe fibre.
- (4) Calculul panourilor de lemn se realizează conform prevederilor SREN 1995-1-1.

#### **5.3.1.4. Îmbinări**

- (1) Componentele îmbinărilor metalice – buloane, șuruburi autoforante pentru lemn, cuie profilate, colțari, plăci metalice, dornuri, bolțuri, tije filetate - vor satisface prevederile din P100-1.
- (2) Se aplică regulile pentru configurarea îmbinărilor ductile din P100-1.
- (3) Îmbinările se vor dimensiona pentru a putea prelua și forțele rezultate din acțiunea seismică - forța tăietoare, forța de smulgere și forțe de compresiune.

- (4) Îmbinările trebuie proiectate în așa fel încât eforturile să se împartă proporțional între mijloacele de îmbinare astfel încât acestea să se încarce uniform cu efortul corespunzător fiecăruia.
- (5) Soluțiile de îmbinare vor trebui alese astfel încât să se asigure rezistența, rigiditatea și stabilitatea laterală adecvată unui transfer continuu de încărcări.

### **5.3.2. Structuri cu pereți din CLT**

#### **5.3.2.1. Generalități**

- (1) Structurile cu pereți din CLT sunt ansamble structurale în care pereții și diafragmele din lemn fac parte din sistemul de preluare a forțelor laterale.
- (2) Pe lângă pereții din CLT, o structură cu pereți din CLT poate conține și alte ansamble de preluare a forțelor laterale cum ar fi: panouri din lemn, cadre contravântuite sau necontravântuite din lemn și derivate din lemn (de exemplu din lemn lamelat încleiat, LVL), cadre contravântuite sau necontravântuite din oțel, cadre din beton armat, pereți din beton armat.
- (3) Pereții secundari din CLT sunt elemente verticale din CLT care nu fac parte din sistemul de preluare a forțelor laterale așa cum sunt definiți în P100-1 și care nu îndeplinesc condițiile minime specificate în continuare. Pereții secundari din CLT pot fi pereți cu rol de compartimentare sau închidere cu sau fără rolul de a prelua încărcări gravitaționale.

#### **5.3.2.2. Configurația geometrică a structurii cu pereți din CLT**

- (1) La conformarea unei structuri cu pereți din CLT supuse la acțiuni laterale, se vor respecta prevederile privind regularitatea în plan și în elevație prevăzute în P100-1, precum și prevederile suplimentare prezentate în continuare.
- (2) La alcătuirea structurii cu pereți din CLT se recomandă adoptarea unor contururi regulate în plan, compacte și, pe cât posibil, simetrice, astfel încât să se asigure un traseu sigur și cât mai scurt, de transmitere a încărcărilor verticale și orizontale la terenul de fundare sau la structura.
- (3) Distribuția în plan a pereților din CLT care fac parte din sistemul principal de preluare a forțelor laterale, va fi, de regulă, aceeași la toate nivelurile, iar aceștia se vor suprapune pe verticală.
- (4) Se admit retrageri la ultimele niveluri ale pereților din CLT care fac parte din sistemul de preluare a forțelor laterale, inclusiv cu suprimări totale sau parțiale ale unor pereți, urmărindu-se să se evite apariția unor excentricități importante de mase și de rigidități.
- (5) Se poate accepta și suprimarea unor pereți din CLT la primul nivel sau la alte niveluri intermediare ale construcției, doar dacă se iau măsuri pentru a menține la aceste niveluri capacități suficiente de rigiditate, de rezistență și de ductilitate, pe ambele direcții, prin continuarea până la baza structurii de lemn a celorlalți pereți și prin alcătuirea unui sistem structural suplinitor și adecvat de preluare a eforturilor de la baza peretelui suprimat.
- (6) Dimensiunile pereților din CLT pot fi micșorate gradual de la bază către vârful structurii. Între nivelurile consecutive, variația rigidității și a rezistenței laterale trebuie

să fie uniformă, fără reduceri bruște de la un nivel inferior la un nivel superior, conform P100-1.

### 5.3.2.3. Pereți din CLT

- (1) Un perete din CLT este un element structural vertical realizat din CLT, capabil să preia încărcări în planul lui și încărcări perpendiculare pe planul lui.
- (2) Grosimea minimă a unui perete din CLT va fi de 80 mm.
- (3) Un perete din CLT poate fi alcătuit dintr-un singur panou, dacă tehnologia de producție și condițiile de transport permit acest lucru, sau din mai multe panouri conectate între ele prin îmbinări verticale realizate cu tije metalice de tip șuruburi structurale pentru construcții din lemn, cuie profilate sau conectori specifici structurilor din lemn. Rigiditatea îmbinărilor verticale și numărul acestora influențează comportarea disipativă a elementului.
- (4) Lățimea  $b$  a unui panou din CLT care face parte dintr-un perete nu va fi mai mică decât  $h/4$ , unde  $h$  este înălțimea dintre două nivele consecutive.
- (5) Pereții secundari din CLT sunt neglijați în calculul structurii la acțiuni laterale, urmărindu-se ca prinderile lor de structura principală să se realizeze astfel încât să se evite mobilizarea rigidității lor laterale.
- (6) Golurile și nișele în pereții din CLT pot fi acceptate în urma unei analize structurale în detaliu a elementului pentru evaluarea influenței acestora asupra rezistenței și rigidității laterale.
- (7) Pereții din CLT vor avea prinderi la partea inferioară și superioară cu conectori adecvați, capabili să preia forțele tăietoare de nivel și forțele de smulgere mobilizate la capetele elementului.

### 5.3.2.4. Diafragme din lemn

- (1) Diafragmele din lemn sunt planșee cu rigiditate semnificativă în planul lor, capabile să colecteze și să transfere forțele laterale la elementele verticale ale structurii și să asigure angajarea solidară și coordonată a acestora.
- (2) În general, diafragmele din lemn pot fi realizate în sistemele constructive:
  - (a) simple, folosind doar produse din lemn (de exemplu panouri din CLT, panouri din CLT și grinzi sau rigidizări din lemn lamelat încleiat, panouri din CLT și grinzi sau rigidizări din LVL);
  - (b) mixte, folosind lemn împreună cu alte materiale structurale (de exemplu panouri din CLT și grinzi din oțel, alcătuirile anterior prezentate împreună cu o suprabetonare conlucrantă).
- (3) Exemplele de alcătuire a unei diafragme din lemn menționate mai sus nu sunt limitative. Se admit soluții structurale viabile, raționale, dacă sunt îndeplinite cerințele de rezistență și rigiditate în plan.
- (4) Planșeele din lemn pot îndeplini rolul de diafragmă dacă deplasarea pe orizontală a acesteia este maxim dublul mediei deplasărilor laterale relative a elementelor structurale verticale și dacă elementele componente rezistă eforturilor induse. În calculul deplasării pe orizontală se va ține cont de rigiditatea prinderilor dintre elementele structurale verticale și planșeul de lemn.

### 5.3.2.5. Îmbinări

- (1) Conectorii din oțel - șuruburi autoforante pentru lemn, cuie profilate, colțari, plăci metalice, dornuri, bolțuri, tije filetate și altele - vor fi realizate din oțel ductil care satisface prevederile din P100-1.
- (2) Pentru îmbinările disipative (cu cerințe de ductilitate), se aplică regulile pentru configurarea îmbinărilor ductile din P100-1.
- (3) Îmbinările se vor dimensiona pentru a putea prelua forțele rezultate din acțiunea seismică - forța tăietoare, forța de smulgere și forțe de compresiune.
- (4) Îmbinările de la intersecțiile pereților interiori și exteriori care fac parte din sistemul de preluare a forțelor laterale, se vor realiza cu cel puțin un șurub diametru 8 mm, dispus la fiecare 200 mm sau cu altă îmbinare echivalentă ca rezistență și rigiditate cu aceasta.
- (5) Plăcile metalice care alcătuiesc conectorii vor avea minim 2.5 mm grosime.
- (6) Se va asigura un drum al descărcării cu rezistență și rigiditate adecvată pentru a transfera forțele din punctul de aplicare până la punctul final de rezistență.

## **6. Prezervarea elementelor, subansamblelor și a construcțiilor din lemn împotriva biodegradării, umezelii, focului, și măsuri de protecție contra transferului termic și acustic**

### **6.1. Prescripții generale**

- (1) La proiectarea construcțiilor de lemn se vor adopta măsuri și soluții constructive de protecție împotriva atacului ciupercilor și a insectelor xilofage și de evitare a umezirii, care să permită conservarea în bune condiții a materialului lemnos folosit.
- (2) Dacă la punerea în operă, materialul lemnos are o umiditate mare (dar maxim 18%) și nu există posibilitatea de a fi uscat pe șantier, se vor adopta soluții constructive, măsuri de protecție și detalii de alcătuire care să permită ventilarea elementelor de construcție fără a induce în structura de rezistență deformații periculoase sau creșterea eforturilor secționale. Se vor utiliza îmbinări care să nu fie influențate de umiditate (îmbinări încheiate, cu tije, cu piese metalice) și care sunt ușor accesibile pentru reglare și control.
- (3) În cazul în care construcțiile sunt supuse acțiunii unor medii corozive pentru metal, se recomandă folosirea unor ansambluri structurale fără piese metalice, de ex. cu îmbinări prin încheiere sau piese metalice protejate corespunzător împotriva corodării.
- (4) Sistemele constructive se vor stabili astfel încât să se asigure o execuție și o montare simple. Se recomandă folosirea unui număr cât mai redus de secțiuni diferite de cherestea. Se recomandă reducerea la minim a consumului de material. De asemenea, se vor prefera subansamble constructive ce se pot prefabrica în spații de producție dotate corespunzător, pe șantier executându-se numai operațiuni de montare.
- (5) La alegerea produselor și tehnologiilor de protecție a lemnului trebuie să se țină seama de condițiile și locul de utilizare ale acestuia, respectiv de riscul mai mare sau mic de biodegradare pe perioada de exploatare a construcției. La proiectarea construcțiilor din lemn se vor lua în considerare cerințele impuse de beneficiar în funcție de destinația viitoare a construcției, precum și de eventuala schimbare de destinație pe timpul exploatării acesteia.
- (6) Tehnologiile de aplicare ale substanțelor de protecție insectofungicidă și ignifugă pot fi: prin băi calde-reci, imersie, pulverizare, pensulare sau vid. Orice tratament al lemnului trebuie efectuat după tăierea elementelor sau panourilor la dimensiunea lor finală. În general, lemnul poate fi protejat preventiv prin măsuri constructive sau de protecție chimică, fie prin tratament la fața locului sau în fabrica de producție, în mediu controlat.
- (7) Produsele pentru prezervarea biologică și împotriva focului vor avea atestarea producătorului.
- (8) Piesele metalice folosite pentru îmbinări, care vor fi confecționate în baza unui proiect de execuție, se protejează prin grunduire cu vopsea preparată cu ulei de in dublu fiert și miniu de plumb, care trebuie să acopere întreaga suprafață a elementului metalic. Înainte de aplicarea stratului de protecție anticorozivă, suprafața metalului trebuie curățată de poajhița de laminare și de alte impurități și să fie perfect uscată.
- (9) Lemnul utilizat în construcții civile, industriale și agrozootehnice poate fi expus acțiunii unor:
  - (c) agenți biologici xilofagi (ciuperci, insecte);

- (d) factori de mediu (umiditate, din cauze interne sau externe, radiație solară);
- (e) agenți termici (foc);
- (f) fenomenelor de transfer termic sau acustic.

## **6.2. Protecția contra agenților biologici**

(1) Din punct de vedere al durabilității la alterarea biologică, speciile de lemn se clasifică în:

- (a) specii puțin durabile: fag, plop, mesteacăn;
- (b) specii cu durabilitate normală: brad, molid, salcâm, pin;
- (c) specii foarte durabile: stejar.

(2) Clasele de durabilitate ale principalelor specii de lemn industrializabil sunt: față de atacul ciupercilor xilofage:

- (a) clasa I - foarte durabile: cireș, stejar (duramen);
- (b) clasa a II-a - durabile: frasin, salcâm;
- (c) clasa a III-a - mediu durabile: pin (duramen), larice, cer;
- (d) clasa a IV-a - puțin durabile: molid, brad, carpen, paltin, ulm;
- (e) clasa a V-a - nedurabile: fag, mesteacăn, tei, anin, plop, salcie.

față de atacul insectelor xilofage:

- (f) D - durabil;
- (g) M - durabilitate medie;
- (h) S - sensibil.

## **6.3. Protecția contra umidității și etanșeitatea la aer**

(1) În privința impregnabilității elementelor, subansamblelor și construcțiilor din lemn sunt utilizate patru niveluri de clasificare:

- (a) Clasa I - ușor de tratat: lemnul debitat poate fi penetrat cu un tratament sub presiune, fără dificultăți;
- (b) Clasa a II-a - destul de ușor de tratat: în mod obișnuit o penetrare completă nu este posibilă, dar după un interval de 2-3 ore cu un tratament sub presiune, este posibilă atingerea unei penetrări laterale de peste 6 mm;
- (c) Clasa a III-a - dificil de tratat: după un interval de 3-4 ore cu un tratament sub presiune, este posibilă atingerea unei penetrări laterale de maxim 3-6 mm;
- (d) Clasa a IV-a - în mod virtual imposibil de tratat: o cantitate mică din produsul de protecție este absorbit chiar după 3-4 ore cu un tratament sub presiune; se obțin penetrări longitudinale și laterale minime.

(2) La aplicarea măsurilor de protecție chimică a lemnului trebuie să se țină cont de clasele de risc, care definesc condițiile de utilizare ale acestuia și exigențele tratamentului de protecție aplicat. Clasele de risc pentru domeniile de utilizare ale lemnului se consideră conform tabelului de mai jos.

**Tabelul 6.1 Clasele de risc pentru domeniile de utilizare**

Clasa de risc	Domenii de utilizare ale lemnului	Condiții de expunere la umezire a lemnului pus în operă	Apariția agenților biologici - ciuperci	Apariția agenților biologici - insecte
1	Fără contact cu solul, sub adăpost	Nu	-	Da
2	Fără contact cu solul, sub acoperiș, cu risc de umezire	Ocazional	Da	Da
3	Fără contact cu solul, neacoperit	Frecvent	Da	Da
4	În contact cu solul sau cu apă dulce	Permanent	Da	Da
5	În apă sărată	Permanent	Da	Da

(1) Lemnul utilizat în construcții este expus la patru grade de risc de biodegradare:

(a) Gradul 1 - lemnul utilizat în interiorul construcțiilor, unde nu există pericolul de umezire care să favorizeze instalarea și dezvoltarea ciupercilor xilofage (lemn utilizat în amenajări interioare, scări interioare, grinzi și stâlpi aparenti, parchet);

(b) Gradul 2 - lemnul utilizat în construcții acolo unde sunt condiții minime de degradare sub atacul ciupercilor xilofage (lemn utilizat la elemente situate sub acoperiș: căpriori, grinzi, pane, stâlpi, șipci, pereți interiori);

(c) Gradul 3 - lemnul utilizat în construcții cu risc de biodegradare sub atacul ciupercilor xilofage, în situații în care umiditatea acestuia poate atinge valoarea de 30% - alternarea umezirii cu uscarea (lemn utilizat la elemente de construcție exterioare: lambriuri exterioare, rame, traverse și montanți pentru panourile de pereți exteriori, pereți din lemn rotund sau ecarisat, balcoane, scări exterioare, balustrade etc.);

(d) Gradul 4 - lemnul utilizat în condiții favorabile de biodegradare, care este în permanent contact cu solul (piloți pentru fundații, tălpi inferioare pe pământ sau pe socluri de zidărie, grinzi, traverse și rame din panouri de pardoseală) sau care este permanent expus la intemperii fără a fi finisat peliculogen (învelitori din lemn - șite și șindrile la acoperișuri).

(2) Etanșeitatea la aer și la vânt a anvelopei clădirii și a componentelor individuale ale clădirii (perete, tavan și acoperiș) este o cerință esențială care are impact asupra multor aspecte: climatul interior, izolarea la zgomotul aerian, protejarea de apariția defectelor structurale, performanța energetică a clădirilor.

(3) Împreună, stratul etanș la aer (în general în interiorul clădirii) și stratul etanș la vânt (în exteriorul clădirii) împiedică transferul de aer prin structură. Aceste straturi sunt esențiale pentru calitatea și durabilitatea structurală a clădirilor din lemn.

(a) Etanșeitatea la aer: Etanșeitatea are un impact asupra echilibrului higrotermic al unei structuri. Termenul „etanșeitate la aer” se referă la prevenirea fluxurilor convective, adică pătrunderea componentelor structurale de către curenții de aer, prin deplasarea acestora din interior spre exterior. Etanșeitatea necorespunzătoare conduce la apariția condensului în structură, o protecție termică redusă și atingerea unor temperaturi mai scăzute pe suprafețele interioare. Pericolele care pot apărea drept consecință sunt:

deteriorarea structurii, formarea mușgaiului, afectarea confortului interior și creșterea consumului de energie.

(b) Etanșeitatea la vânt: Etanșeitatea la vânt a anvelopei unei clădiri este la fel de relevantă ca și etanșeitatea sa la aer, cu consecințe similare cu cele care apar la atingerea unui grad necorespunzător de etanșeitate. Stratul etanș la vânt din exteriorul clădirii împiedică pătrunderea aerului din exterior în componentele clădirii și în straturile de izolație, integritatea structurală și proprietățile izolante ale componentelor clădirii nefiind afectate.

(4) Dacă etanșeitatea la aer este inadecvată, pot apărea niveluri substanțial mai mari de condens în componentele clădirii ca urmare a fluxurilor de aer umed prin pereți, tavane și acoperișuri decât prin condens care se acumulează doar ca rezultat al difuziei.

(5) La proiectarea construcțiilor de lemn se vor adopta măsuri și soluții constructive care să asigure o sigilare etanșă la conexiunile dintre componentele clădirii precum și la zonele de racord dintre diferite elemente distincte. În diferitele configurații de asamblare și conectare ale elementelor de închidere este important să se utilizeze un sistem unitar în ceea ce privește etanșeitatea la aer și etanșeitatea la vânt, respectiv toate îmbinările orizontale și verticale trebuie să formeze o unitate etanșă. Trecherile de componente sau sisteme de instalații prin anvelopanta clădirilor de lemn trebuie rezolvate cu detalii specifice și materiale dedicate, care să respecte gradul de etanșare al ansamblului.

(6) Proiectarea elementelor de construcție realizate din lemn, sub aspectul comportării la umezire cauzată de condensarea vaporilor de apă în interiorul lor, în scopul asigurării unui regim de umiditate normal în timpul exploatarei construcțiilor se va face în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice privind comportarea elementelor de construcție la difuzia vaporilor de apă (C107- Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor și SR EN 16798 – Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Parametrii ambientali pentru proiectare și evaluarea performanței energetice a clădirilor, privind calitatea aerului interior, confortul termic, iluminatul și acustica).

(7) Se vor detalia corespunzător detaliile de închidere, etanșare, hidroizolare și finisare pentru a evita apariția umidității în straturile de construcție prin greșeli de proiectare (de exemplu, punți termice sau îmbinări deschise ale componentelor) și accidente nedorite (ruperi ale conductei de apă, racorduri precare ale sistemelor de încălzire) precum și un grad insuficient de ventilare a spațiilor.

(8) Acumularea progresivă, de la un an la altul, a apei provenite din condensul vaporilor în interiorul elementelor de construcție realizate din lemn, în timpul exploatarei lor, nu este admisă.

(9) În alegerea alcătuirilor constructive complexe care conțin elemente realizate din lemn și în detalierea lor se va facilita uscarea oricărei umezeli provenite din infiltrații în aceste alcătuiuri.

(10) Componente de construcție direct expuse la intemperii trebuie să beneficieze de o protecție eficientă împotriva acestora prin prevederea din faza de proiectare a unor detaliile de închidere, etanșare, hidroizolare și finisare corecte, verificate și prin simulări prin metode grafice, de calcul sau cu softuri dedicate de proiectare.

(11) La nivelul soclului, în zonele climatice critice, se pot prevedea baze din beton armat sau materiale alternative care să evite contactul direct cu solul al elementelor de



lemn. O distanțare de minim 30 cm și o protecție corespunzătoare cu membrane sau benzi hidroizolante constituie o protecție crescută și eficientă pentru baza construcțiilor supuse acțiunii zăpezii.

#### **6.4. Protecția la foc**

(1) Clasa de reacție la foc a produselor de construcții este clasificată conform EN 13501-1. Calculul de rezistență și stabilitate structurilor de lemn în comportarea la incendiu se va realiza în conformitate cu prevederile SR EN 1995-1-2.

(2) Clasa de reacție la foc a panourilor de CLT și a elementelor de lemn stratificat este clasificată ca D-s2, d0. Când se utilizează substanțe ignifuge care pot întârzia arderea produselor derivate din lemn, clasa de reacție la foc a panoului de CLT și a elementelor de lemn stratificat poate, în funcție de retardantul utilizat, să fie încadrată drept clasa C sau B.

(3) Când se vor utiliza panouri de CLT pentru podele brute (fără nicio structură compozită deasupra), se va considera clasa Dfl-s1.

(4) Dacă în elementele CLT se fac decupaje/găuri pentru atașarea diferitelor dispozitive de ridicare, acestea trebuie sigilate cu dopuri din lemn sau umplute cu fibră minerală (punct de topire 1000 °C) și nu afectează rezistența acestuia.

(5) În vederea îmbunătățirii performanțelor la comportarea la incendiu a elementelor de construcție realizate din lemn se pot avea în vedere următoarele:

(a) încasetarea totală a elementelor structurale de lemn în materiale cu clase favorabile de reacție la foc/ rezistență la foc/ performanță la foc exterior, în vederea realizării de elemente cu rezistență la foc sporită;

(b) încasetarea parțială a elementelor structurale de lemn în materiale cu clase favorabile de reacție la foc/ rezistență la foc/ performanță la foc exterior, în funcție de cerințele globale ale clădirii de securitate la incendiu;

(c) termoprotejarea elementelor structurale de lemn cu soluții/vopseluri ignifuge, agrementate, pentru sporirea performanțelor de comportare la incendiu/ clasei de reacție la foc a elementului de lemn;

(d) utilizarea unor elemente structurale din lemn masiv încleiat supradimensionate, pentru a avea o acoperire de strat de sacrificiu, determinată prin calcul, ce poate proteja secțiunea structurală pentru îmbunătățirea timpului normat de rezistență și stabilitate.

(6) Dacă apare necesitatea utilizării de goluri tehnologice sau arhitecturale în elementele de CLT care au și rol structural sau trebuie să aibă un grad de rezistență la foc, perimetrul golului se va proteja corespunzător.

(7) La clădirile care utilizează panourile din CLT cu rol structural, instalațiile electrice trebuie să fie montate aplicat, cu protecții realizate conform prevederilor P118 și I7. Instalarea directă în elementul CLT este permisă numai dacă se efectuează teste suplimentare.

(8) În cazul construcțiilor cu grad V de rezistență la foc, cablurile pot fi instalate în canale tăiate direct în elementul CLT. Grosimea rămasă a elementului trebuie să fie minim jumătate din grosimea acestuia. Se vor monta maxim cu condiția trei aparataje sau o cutie de distribuție pe canal. Aparatajele de pe partea opusă decupajului se vor monta la minim 20 cm față de acesta.

(9) În cazul utilizării de fațade ventilate la închiderile exterioare, în acord cu cerințele Normativului NP 135, se vor lua și măsuri de preîntâmpinare a propagării incendiului pe fațada ventilată, pe toată lungimea construcției din lemn; astfel, la fiecare 20 m liniari de fațadă, sau rost de dilatare, de tasare sau antisismic, care survine primul, se vor prevedea bariere rezistente la foc E30 (prin una din metodele prevăzute în figurile explicative din același act normativ).

(10) Pentru trecerile cu elemente și sisteme de instalații prin panourile de CLT este necesar să se asigure detalierea corespunzătoare a etanșării acestora și menținerea rezistenței la foc a structurilor. Detaliile speciale de închidere a rosturilor, străpungerilor, ghenelor (canalelor orizontale) și decupajelor se vor realiza conform prevederilor P118 și I7.

(11) Golurile pentru trecerea cablurilor prin planșee, pardoseli sau pereți, inclusiv cele prevăzute pentru extinderi vor fi etanșate în vederea evitării propagării flăcărilor, trecerii fumului sau a gazelor. Limita de rezistență la foc a elementelor de etanșare a golurilor trebuie să fie cel puțin egală cu cea a elementului străbătut. În mod obligatoriu golurile de trecere a cablurilor sau a canalelor de cabluri prin planșee, pardoseli, pereți sau grinzi nu trebuie să afecteze integritatea structurii de rezistență.

(12) La construcțiile cu structură din lemn care conțin spații care necesită un anumit grad de protecție la foc pentru elementele de închidere (structuri de perete sau tavan), intersecțiile dintre acestea și restul construcției trebuie sigilate din punct de vedere al protecției împotriva incendiilor, astfel încât rezistența la foc necesară a componentei cu care se intersectează să nu fie afectată. Sigiliul de protecție al unei intersecții trebuie să respecte gradul de rezistență la foc al componentei care urmează să fie protejată.

## **6.5. Protecții contra transferului termic**

(1) La proiectarea, execuția și exploatarea construcțiilor din lemn, pentru îndeplinirea cerinței fundamentale economie de energie și izolare termică se aplică prevederile MC 001 - Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor și C107- Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor .

(2) Elemente constructive realizate din lemn trebuie să facă parte din alcătuirii complexe care au în compoziție și alte materiale cu proprietăți izolatoare termice pentru a putea îndeplini condițiile prevăzute de MC 001.

(3) În vederea asigurării unei izolări termice corespunzătoare a elementelor de construcție realizate din lemn se va avea în vedere reducerea punților termice. Pentru elemente din lemn masiv înțeliat se recomandă realizarea unui calcul termotehnic pentru determinarea comportării la izolare termică în Analiză de Element Finit (FEM) pentru determinarea comportării elementelor constructive în cazul unor punți termice.

(4) O atenție deosebită trebuie acordată zonelor de contact ale elemente din lemn cu suprafețe reci, cum ar fi fundațiile și planșeele de peste subsol. Zonele de transfer de căldură, sistemele de prindere care favorizează apariția punților termice, articulațiile și rosturile dintre elemente constructive diferite trebuie să fie permanent protejate din punct de vedere higrotermic prin prevederea din faza de proiectare a unor detaliile de închidere, etanșare, hidroizolare și finisare corecte, verificate și prin simulări prin metode grafice, de calcul sau cu softuri dedicate de proiectare.

(5) În zonele climatice critice, trebuie acordată atenție evitării punților termice la nivelul prinderilor metalice de fixare a suprastructurii de lemn de infrastructura din beton armat, pentru a se evita fenomenul de apariție a condensului, care poate produce daune grave pe termen lung. Se pot aplica măsuri constructive precum instalarea de traverse de montaj din esențe de lemn rezistent la umezeală ( de ex. zada) sau proiectarea corectă a detaliilor prin elevarea panourilor de lemn față de zonele critice și protejarea lor cu materiale izolatoare.

## 6.6. Protecții acustice

(1) Cerința privind protecția împotriva zgomotului implică respectarea de către elementele constructive realizate din lemn a prevederilor stipulate în reglementările tehnice privind proiectarea și executarea lucrărilor de izolații.

(2) Elemente constructive realizate din lemn trebuie să facă parte din alcătuirii complexe care au în compoziție și alte materiale cu proprietăți acustice pentru a putea îndeplini cerințele de protecție împotriva zgomotului prevăzute în Normativul C125 - Normativ privind acustica în construcții și zone urbane și SR EN 16798 – Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Parametrii ambientali pentru proiectare și evaluarea performanței energetice a clădirilor, privind calitatea aerului interior, confortul termic, iluminatul și acustica.

(3) Asigurarea unei protecții adecvate împotriva zgomotului este un factor important pentru asigurarea confortului interior în clădiri. Prin urmare, izolarea fonică trebuie să fie o prioritate maximă în toate etapele procesului interdisciplinar de proiectare.

(4) După identificarea sursei de zgomot la care este expusă o componentă a construcției, conformarea acustică a elementelor de construcție trebuie să țină cont de sunetul aerian și cel transmis prin structură.

(a) sunetul aerian – undele sonore ale aerului provoacă vibrarea componentelor, iar aceste vibrații sunt transmise încăperilor adiacente fațadelor clădirii. Sursele de sunet aerian includ traficul, zgomotele exterioare - vocile sau muzica.

(b) sunetul transmis de structură – sunetul de mers, lovituri, manipulări de mobilier, activități fizice etc. este transmis componentelor constructive și emis ca sunet aerian în încăperile adiacente. Sunetul de impact este deosebit de relevant pentru conformarea acustică a construcțiilor de lemn.

(5) În vederea îmbunătățirii performanțelor în ceea ce privește protecția împotriva zgomotului descrise la **articolul 5.6.2.**, se recomandă utilizarea următoarelor soluții:

(a) introducerea între elementele de construcție realizate din lemn și finisajele interioare sau exterioare de straturi de izolare vibro-absorbante;

(b) utilizarea unor elemente elastice, cu rol de izolare a zgomotului de impact, transmis prin pereți sau planșee la îmbinarea între elementele constructive;

(c) utilizarea unor materiale cu rol de atenuare a zgomotului la trecerea componentelor sau sistemelor de instalații prin elementele de construcție realizate din lemn.

(6) Izolarea acustică a structurilor de tavan/planșeu poate fi îmbunătățită fie prin creșterea masei, fie prin îmbunătățirea izolației mecanice a componentelor. Adăugarea de masă prin balastarea unui tavan prin placări specifice sau a unui plafon suspendat

reduce vibrațiile, provocând reducerea transmisiilor acustice. De asemenea, se poate obține același efect prin utilizarea unei șape flotante (șapă de ciment de 5–7 cm) pe o placă moale cu rol de izolare fonică. În cazul tavanelor aparente (vizibile), fără sisteme suspendate, grosimea șapei trebuie mărită la cca. 10 cm și, datorită capacității sale mari de atenuare a sunetului, aceasta ar trebui să fie de preferință neaderentă față de elementele perimetrare. Cavitățile trebuie izolate cu vată minerală pentru a preveni apariția fenomenului de rezonanță.

(7) În timp ce izolarea fonică a componentelor cu un singur strat este determinată de masa lor pe bază de suprafață și de rigiditatea la încovoiere, în cazul panourilor verticale de închidere, de tip multistrat, se poate obține o izolare fonică mai mare cu o masă mai mică. Frecvența de rezonanță poate fi redusă prin creșterea golurilor dintre straturi, creșterea masei straturilor individuale și prin atașarea flexibilă a panourilor de finisaj de peretele portant. Pentru a evita rezonanța cavității, panourile de finisaj ar trebui să fie umplute cu material fibros izolator, fonoabsorbant.

### **6.7. Aspecte legate de utilizarea sustenabilă a resurselor și protecția mediului – nu am știut unde să o încadrez dar o las aici**

(1) Se recomandă promovarea construcțiilor din lemn pentru că au o performanță sporită în ceea ce privește protecția mediului, fiind superioare sistemelor constructive tradiționale prin factori care țin de reutilizare, reciclare, amprentă redusă de carbon, stocare de carbon și considerarea lemnului drept un material regenerabil pentru construcții. De asemenea, în perspectiva utilizării sustenabile a resurselor, construcțiile de lemn presupun costuri de transport mai mici și un volum de manipulare mai mic pe șantier, greutatea mai redusă a ansamblului final și economisirea energiei la producerea materialelor de construcții.

(2) Construcțiile de lemn au un impact pozitiv asupra mediului în toate fazele de implementare, în ceea ce privește metoda de evaluare LCA - ANALIZA CICLULOR DE VIAȚĂ, cunoscută și sub denumirea de ecobalace. Datorită importanței temei, metoda a fost dezvoltată pentru a identifica, pe de o parte, amprenta CO<sub>2</sub> a clădirilor (Amprenta de carbon) și, pe de altă parte, pentru a evalua sarcina de mediu în timpul utilizării și, ulterior, ca rezultat al demolării.

(3) La alegerea materialelor și sistemelor constructive din lemn se va avea grijă la existența Declarației EPD - DECLARAȚIA DE PRODUS DE MEDIU care descrie performanța de mediu a respectivului material de construcție.

## 7. Anexa A

### Verificarea deplasărilor laterale ale structurilor

#### 7.1. Proiectarea la încărcări verticale și orizontale, altele decât cea seismică (gruparea fundamentală)

##### 7.1.1. Verificarea deplasărilor laterale la starea limită de serviciu

(1) Verificarea la starea limită de serviciu are drept scop menținerea funcțiunii principale a clădirii în urma solicitării la încărcări orizontale și verticale (altele decât cele seismice), prin limitarea degradării elementelor nestructurale și a componentelor instalațiilor construcției.

(2) Verificarea deplasărilor laterale ale structurii va respecta condiția:

$$d_r^{SLS} \leq d_{r, adm}^{SLS} \quad |$$

unde:

$d_r^{SLS}$  deplasarea relativă de nivel sub acțiunea efectelor grupării fundamentale asociate SLS determinată prin calcul static elastic

$d_{r, adm}^{SLS}$  valoarea admisibilă a deplasării relative de nivel. În lipsa unor valori specifice componentelor nestructurale utilizate, determinate experimental, se recomandă utilizarea valorilor date în tabelul P100-1, Anexa E, tabelul E.2.

##### 7.1.2. Verificarea deplasărilor laterale la starea limită ultima

(1) Verificarea deformațiilor laterale la starea limită ultimă are drept scop evitarea pierderilor de viați omenești prin prevenirea prăbușirii elementelor nestructurale în urma solicitării la încărcări orizontale și verticale (altele decât cele seismice).

(2) Verificarea deplasărilor laterale ale structurii va respecta condiția:

$$d_r^{SLU} \leq d_{r, adm}^{SLU} \quad |$$

unde:

$d_r^{SLU}$  deplasarea relativă de nivel sub acțiunea efectelor grupării fundamentale asociate SLU determinată prin calcul static elastic

$d_{r, adm}^{SLU}$  valoarea admisibilă a deplasării relative de nivel.

(3) În lipsa unor valori specifice componentelor nestructurale și modului de prindere pe structură utilizat, determinate experimental, se recomandă:

$d_{r, adm}^{SLU} = h / 600$  – valoarea admisibilă a deplasării relative de nivel;  $h$  – înălțime de nivel

(4) Valoarea totală a deplasării absolute a structurii în punctul cel mai înalt al elementului structural vertical nu va depăși  $H / 200$ , unde  $H$  – înălțime totală a structurii.

#### 7.2. Proiectarea seismică

##### 7.2.1. Verificarea deplasărilor laterale la starea limită de serviciu

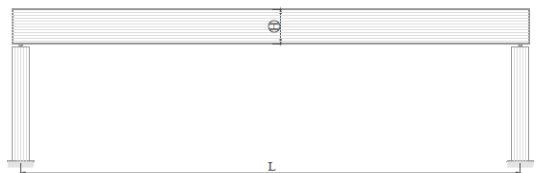
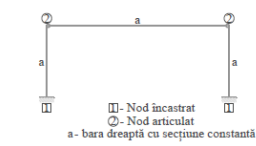
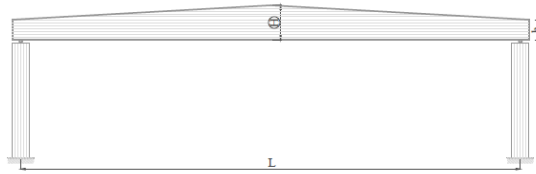
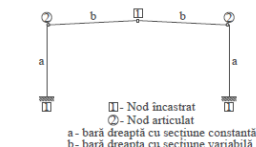
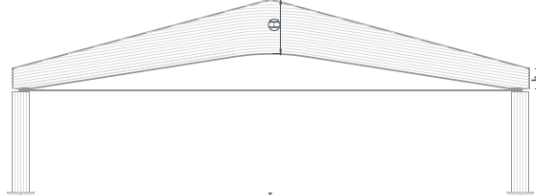
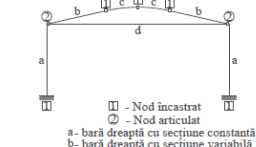
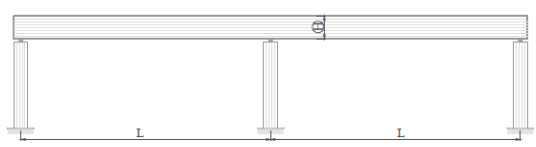
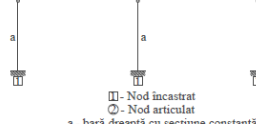
Verificarea deplasărilor laterale ale structurii la starea limită de serviciu se va face în conformitate cu Anexa E din P100-1.

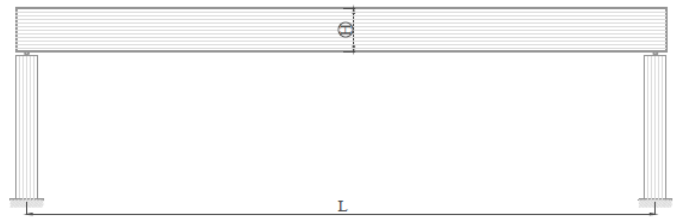
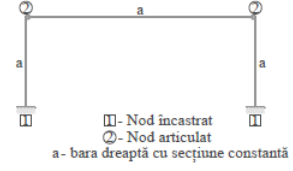
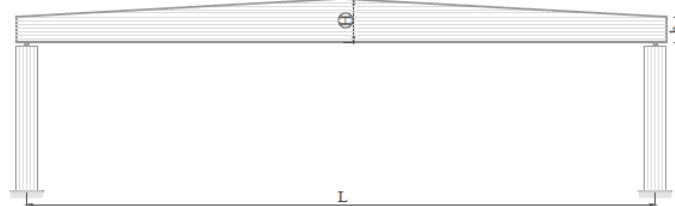
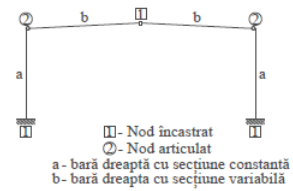
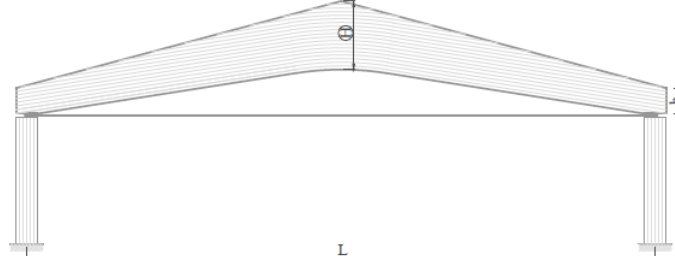
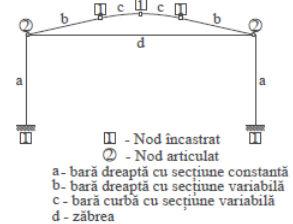
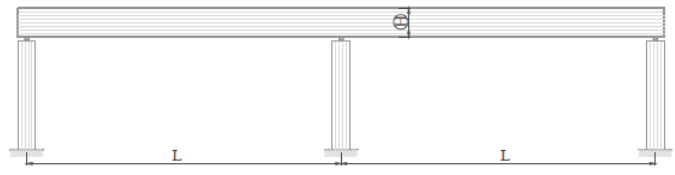
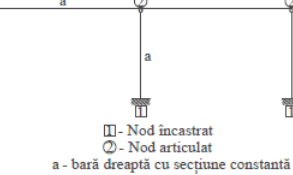
DRAFT

## Anexa B Structuri hale din lemn

- (1) În prezentul capitol sunt prezentate scheme privind alcătuirea și modelarea structurilor de lemn de tip hală.
- (2) Regulile generale de alcătuire a structurilor cu pereți din elemente prefabricate, privind configurația structurii, forma pereților și modul de dispunere în plan, sunt cele indicate la capitolul 4.2.

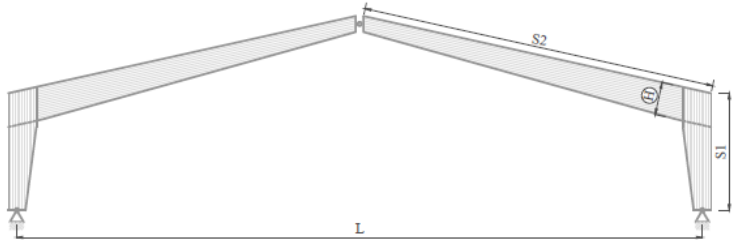
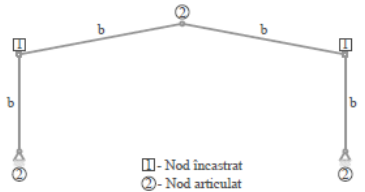
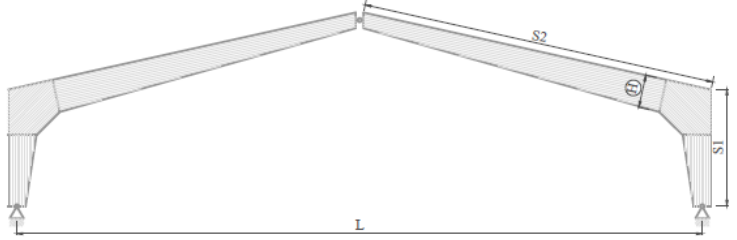
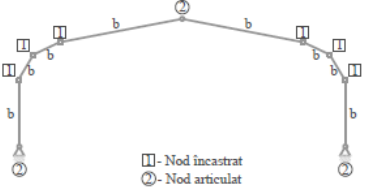
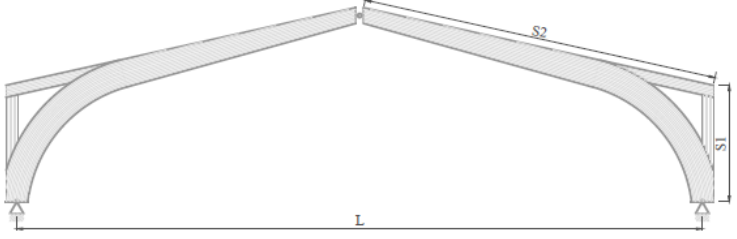
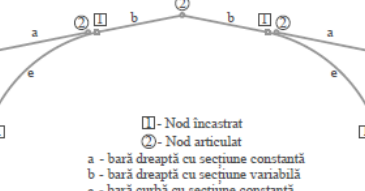
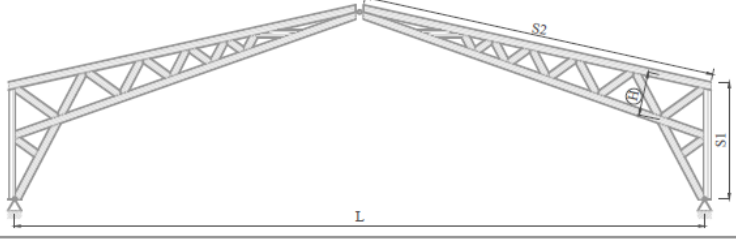
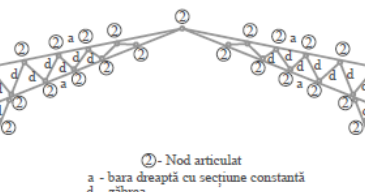
**Tabelul B1. Structuri hale din lemn**

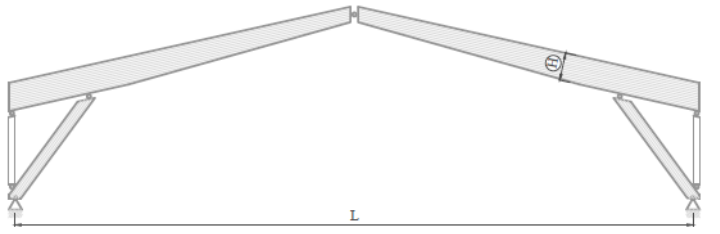
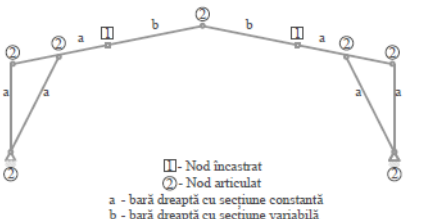
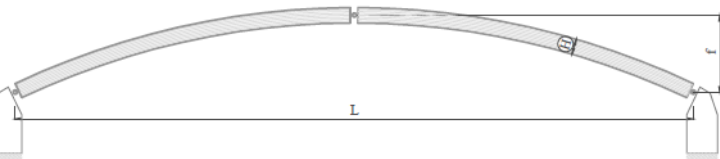
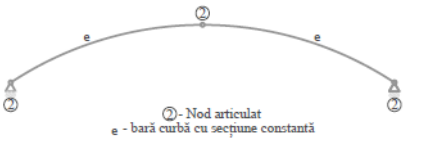
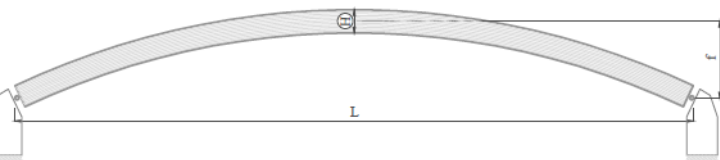
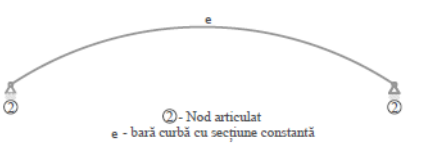
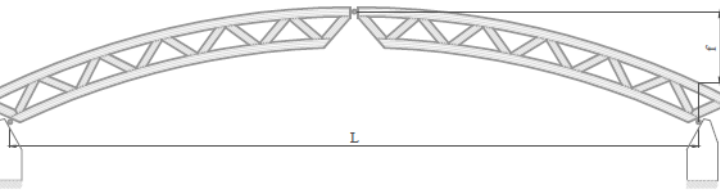
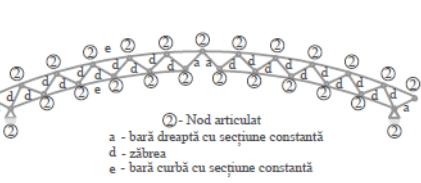
Nr. crt.	Alcătuire	Schema statică	Sistem structural	Deschidere optimă	Înălțimea estimată
1		 □ - Nod încastrat ○ - Nod articulat a - bară dreaptă cu secțiune constantă	Cadru cu stâlpi încastrați la bază și grindă cu secțiune constantă	< 20 m	$H \approx L/12 \div L/15$
2		 □ - Nod încastrat ○ - Nod articulat a - bară dreaptă cu secțiune constantă b - bară dreaptă cu secțiune variabilă	Cadru cu stâlpi încastrați la bază și grindă cu secțiune variabilă	< 25 m	$H \approx L/15$ $h \approx L/20$
3		 □ - Nod încastrat ○ - Nod articulat a - bară dreaptă cu secțiune constantă b - bară dreaptă cu secțiune variabilă c - zăbreă d - zăbreă	Cadru cu stâlpi încastrați la bază și grindă bumerang cu tirant	< 15 m	$H \approx L/12$ $h \approx L/20$
4		 □ - Nod încastrat ○ - Nod articulat a - bară dreaptă cu secțiune constantă	Cadru cu stâlpi încastrați la bază și grindă continuă cu secțiune constantă	< 25 m	$H \approx L/14$

Nr. crt.	Alcătuire	Schema statică	Sistem structural	Deschidere optimă	Înălțimea estimată
1		 □ - Nod încastrat ○ - Nod articulat a - bară dreaptă cu secțiune constantă	Cadru cu stâlpi încastrați la bază și grindă cu secțiune constantă	< 20 m	$H \approx L/12 \div L/15$
2		 □ - Nod încastrat ○ - Nod articulat a - bară dreaptă cu secțiune constantă b - bară dreaptă cu secțiune variabilă	Cadru cu stâlpi încastrați la bază și grindă cu secțiune variabilă	< 25 m	$H \approx L/15$ $h \approx L/20$
3		 □ - Nod încastrat ○ - Nod articulat a - bară dreaptă cu secțiune constantă b - bară dreaptă cu secțiune variabilă c - bară curbă cu secțiune variabilă d - zăbreă	Cadru cu stâlpi încastrați la bază și grindă bumerang cu tirant	< 15 m	$H \approx L/12$ $h \approx L/20$
4		 □ - Nod încastrat ○ - Nod articulat a - bară dreaptă cu secțiune constantă	Cadru cu stâlpi încastrați la bază și grindă continuă cu secțiune constantă	< 25 m	$H \approx L/14$



Nr. crt.	Alcătuire	Schema statică	Sistem structural	Deschidere optimă	Înălțimea estimată
5			Cadru cu stâlpi încastrați la bază și grindă continuă cu secțiune variabilă	< 30 m	$H \approx L/16$ $h \approx L/20$
6			Cadru cu stâlpi încastrați la bază, grindă cu secțiune constantă și titant	< 25 m	$H \approx L/15$ $h \approx L/25$
7			Cadru cu stâlpi încastrați la bază și grindă cu zăbrele	40+ 50 m	$H \approx L/10 \approx L/12$
8			Cadru dubluarticulat	< 20 m	$H \approx L/16$

Nr. crt.	Alcățmire	Schema statică	Sistem structural	Deschidere optimă	Înălțimea estimată
9		 <p data-bbox="1218 501 1384 560">           □ - Nod incastrat            ○ - Nod articulat            b - bară dreaptă cu secțiune variabilă         </p>	Cadru tripluarticulat cu umăr drept	< 25 m	$H \approx (S1+S2)/12$
10		 <p data-bbox="1218 769 1384 828">           □ - Nod incastrat            ○ - Nod articulat            b - bară dreaptă cu secțiune variabilă         </p>	Cadru tripluarticulat cu umăr îmbinat în dinți	15÷20 m	$H \approx (S1+S2)/12$
11		 <p data-bbox="1218 1002 1384 1086">           □ - Nod incastrat            ○ - Nod articulat            a - bară dreaptă cu secțiune constantă            b - bară dreaptă cu secțiune variabilă            e - bară curbă cu secțiune constantă         </p>	Cadru tripluarticulat cu umăr curb	20÷35 m	$H \approx (S1+S2)/15$
12		 <p data-bbox="1218 1289 1384 1348">           ○ - Nod articulat            a - bară dreaptă cu secțiune constantă            d - zăbreă         </p>	Cadru tripluarticulat cu zăbrele	< 40 m	$H \approx (S1+S2)/12$

Nr. crt.	Alcătuire	Schema statică	Sistem structural	Deschidere optimă	Înălțimea estimată
13		 <p>□ - Nod încastrat ○ - Nod articulat a - bară dreaptă cu secțiune constantă b - bară dreaptă cu secțiune variabilă</p>	Cadru tripluarticulat cu contrafișă	< 30 m	$H \approx (S1+S2)/15$
14		 <p>○ - Nod articulat e - bară curbă cu secțiune constantă</p>	Arc tripluarticulat	< 60 m	$H \approx L/40$
15		 <p>○ - Nod articulat e - bară curbă cu secțiune constantă</p>	Arc dubluarticulat	< 30 m	$H \approx L/20$
16		 <p>○ - Nod articulat a - bară dreaptă cu secțiune constantă d - zăbrea e - bară curbă cu secțiune constantă</p>	Arc cu zăbrele tripluarticulat	< 100 m	$H \approx L/20$