

1. CARACTERISTICILE TEHNICE ALE PIESELOR DE CHERESTEA

A. CARACTERISTICILE MECANICE

Comportamentul mecanic al lemnului este puternic ANIZOTROP (pentru o aceeași sollicitare, rezistența este diferită funcție de direcție); în plus rezistența mecanică este influențată de conținutul de apă al lemnului. În paginile următoare sunt prezentate, cu caracter orientativ, câteva date generale privind caracteristicile mecanice ale pieselor de cherestea.

B. GREUTATEA SPECIFICĂ

În cadrul fiecărei specii în parte se pot lua în considerare valori stabile ale greutății specifice numai în raport cu conținutul de apă. În tabelul următor sunt prezentate câteva exemple de greutăți specifice (t/m^3) pentru diverse specii de lemn considerând o umiditate de 15%.

salcie	0.50	paltin	0.70	măslin	0.90
plop	0.54	salcîm	0.75	carpen	0.92
brad	0.60	cireș	0.77	stejar	0.94
mesteacăn	0.60	fag	0.80	abanos	1.26

C. POROZITATEA

În general, se consideră mai poros: lemnul moale, decît cel dur; cel cu vase mici și difuze, decît cel cu vase mari; cel fără rășină, decît cel cu rășină; suprafețele de capăt (secțiunile transversale) mai poroase decît cele longitudinale.

D. SENSIBILITATEA LA UMEZEALĂ

Constitue unul dintre aspectele cele mai semnificative ale lemnului și deci ale cherestelei. Conținutul de apă influențează greutatea specifică, dimensiunile, menținerea formei și rezistența mecanică (care scade cu creșterea umidității); umiditatea crescută (peste 18%) determină procese biologice de degradare.

Lemnul are proprietatea de a realiza schimburi de umiditate cu mediul ambiant (este extrem de higroscopic): de aceea, dincolo de practica uscării (aducerea umidității lemnului proaspăt tăiat la o limită acceptabilă pentru a permite utilizarea sa fără pericolul unor fenomene deformative importante), este indicată adaptarea lemnului la mediul în care va sta, respectiv atingerea unui echilibru higroscopic optim, înaintea punerii în operă. În paginile următoare sunt prezentate succint câteva aspecte legate de comportarea lemnului în raport cu umiditatea ce trebuie avute în vedere la proiectarea de detaliu a construcțiilor din lemn.

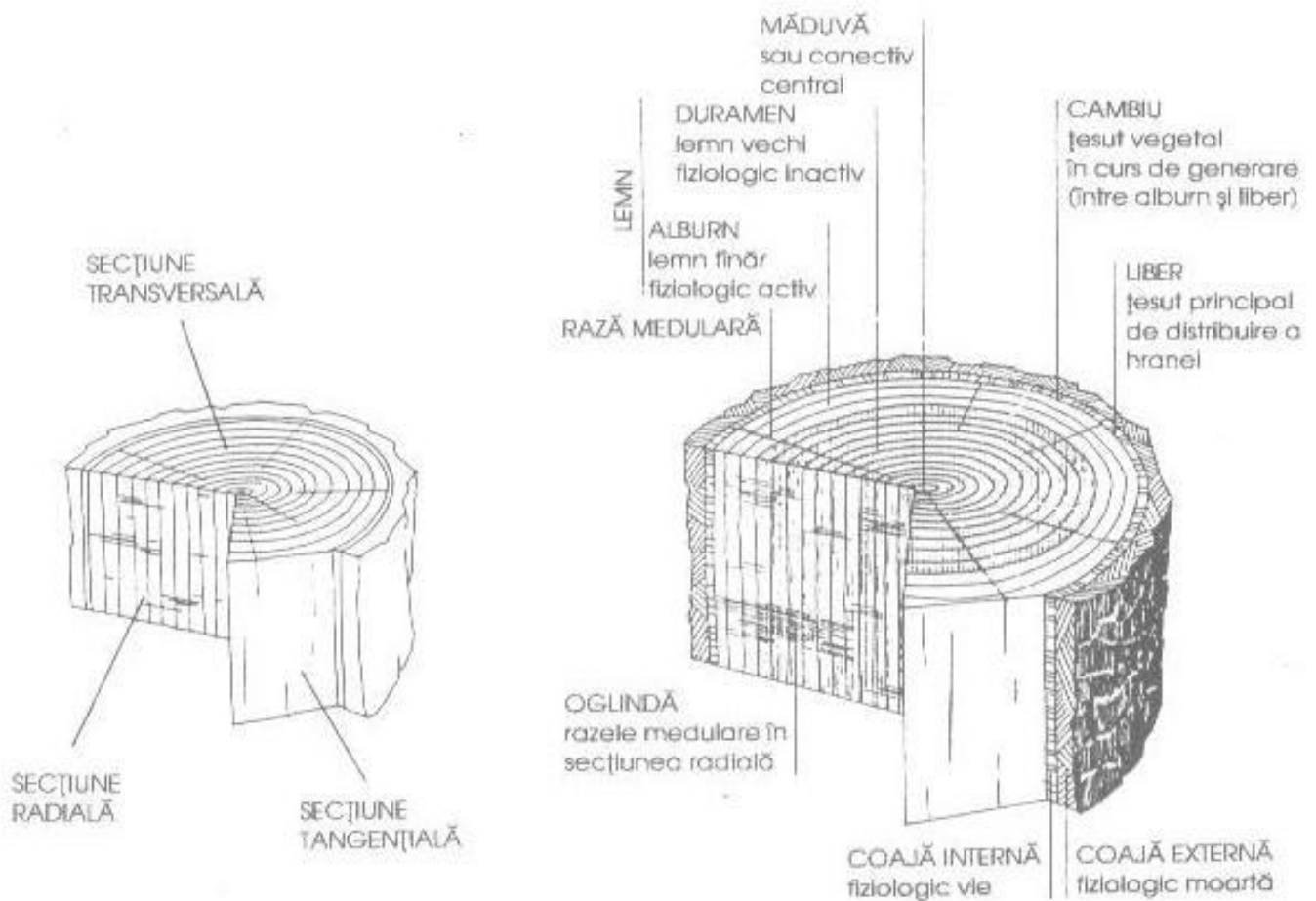
E. DEGRADAREA BIOLOGICĂ

Dată fiind originea sa organică, lemnul este atacabil de micro și macro organisme: bacterii de putrefacție, ciuperci, insecte parazite. Unii agenți biologici atacă lemnul uscat (insectele parazite), altele atacuri biologice (ciuperci, bacterii) sunt favorizate de umiditatea crescută. În ceea ce privește putrescibilitatea, lemnul este afectat în special de situațiile mixte (părți ude / părți uscate) și de variațiile ciclice de umiditate. Agenții biologici sunt de regulă specifici fiecărui tip de lemn. Sunt mai vulnerabile părțile tinere ale lemnului și, în general, speciile de lemn moale, decît cele de lemn dur.

F. SENSIBILITATEA LA FOC

Lemnul se aprinde cu ușurință, iar asigurarea unei rezistențe omogene la foc a tuturor pieselor unei structuri din lemn implică o serie de constrîngeri în ceea ce privește dimensionarea pieselor, îmbinările, calitatea lemnului și tratamentele superficiale, precum și gradul de expunere la foc a pieselor.

CARACTERISTICILE MECANICE ALE LEMNULUI



● **IN EVALUAREA PROPRIETĂȚILOR MECANICE ALE UNUI ELEMENT DIN LEMN TREBUIE ȚINUT CONT DE:**

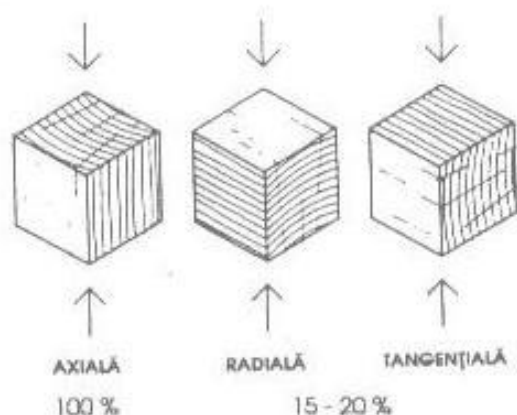
- REGULARITATEA CREȘTERII
- PREZENȚA, DISPUNEREA ȘI DIMENSIUNILE EVENTUALELOR NODURI SAU ALTE DEFECTE

➤ **CLASE DE CALITATE A LEMNULUI**

- **IN GENERAL, REZISTENȚA MECANICĂ CREȘTE CU GREUTATEA SPECIFICĂ**
- **REZISTANȚA MECANICĂ SCADE ODATĂ CU CREȘTEREA CONȚINUTULUI DE APĂ**
- **COMPORTAMENT MECANIC ANIZOTROP**

***Anizotrop.** Care nu are aceleași proprietăți fizice în toate direcțiile; care prezintă direcții privilegiate. (*Dicționarul explicativ al limbii române*, Ed. Univers Enciclopedic, București 1996)

■ REZISTENȚA LA COMPRESIUNE



■ REZISTENȚA LA INTINDERE

IN DIRECȚIE AXIALĂ, ESTE DE REGULĂ MAI MARE DE 1.3 - 2.0 ORI CA CEA LA COMPRESIUNE

■ MODULUL DE ELASTICITATE

- PARALEL CU FIBRELE, ESTE CU CCA. 10 % MAI MARE LA INTINDERE DECIT LA COMPRESIUNE
- RAPORTUL ÎNTRE MODULUL DE ELASTICITATE PARALEL CU FIBRELE, ȘI CELE PERPENDICULARE ȘI TANGENȚIALE LA FIBRE, ESTE APROXIMATIV:

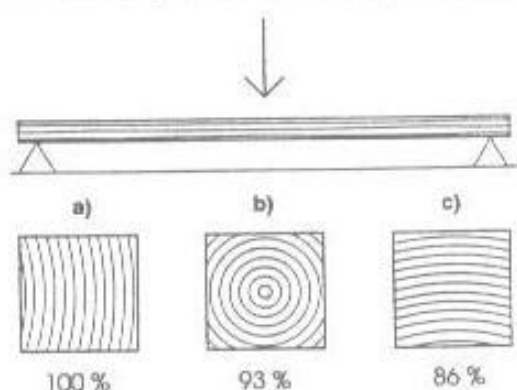
$$E_{PAR} / E_{RAD.} = 7 \dots 10$$

$$E_{PAR} / E_{TANG} = 15 \dots 20$$

➤ **CONSECINȚĂ: DEFORMABILITATE DIFERITĂ PE CELE TREI DIRECȚII, PENTRU O ACEEAȘI ÎNCĂRCARE**

■ COMPORTAMENTUL LA INCOVOIERE

PENTRU PROBE DE ACELEAȘI DIMENSIUNI ȘI FORȚE ACȚIONIND PERPENDICULAR PE AXĂ, REZULTĂ **CONDIȚIONAT DE DISPUNEREA ÎN SECȚIUNE A INEELOR DE CEȘTERE** (a - REZISTENȚĂ MAXIMĂ; c - REZISTENȚĂ MINIMĂ)



ÎN CIUDA REZISTENȚEI MAI MICI LA COMPRESIUNE, ELEMENTELE INCOVOIATE ATING COLAPSUL PRIN **CEDAREA FIBRELOR ÎNTINSE**, DATORITĂ BUNEI PLASTICITĂȚI A LEMNULUI LA COMPRESIUNE

■ DURITATEA (LUCRABILITATEA)

- DIFERĂ PENTRU DIVERSELE ZONE ALE TRUNCHIULUI (DURAMENUL MAI DUR CA ALBURNUL)
- ESTE PROPORȚIONALĂ CU DENSITATEA

SENSIBILITATEA LA UMEZEALĂ A LEMNULUI

● CONȚINUTUL DE APĂ AL LEMNULUI INFLUENȚEAZĂ:

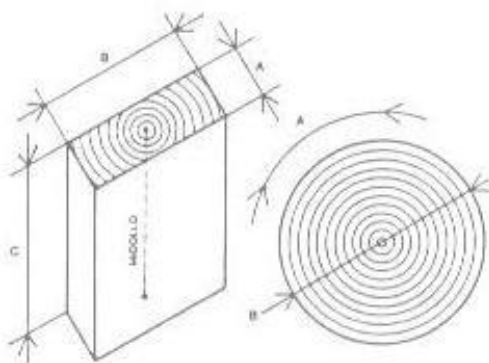
- GREUTATEA SPECIFICĂ
- DIMENSIUNILE
- MENȚINEREA FORMEI
- CARACTERISTICILE MECANICE

● UMIDITATE ACCEPTABILĂ PENTRU UTILIZARE ÎN CONSTRUCȚII

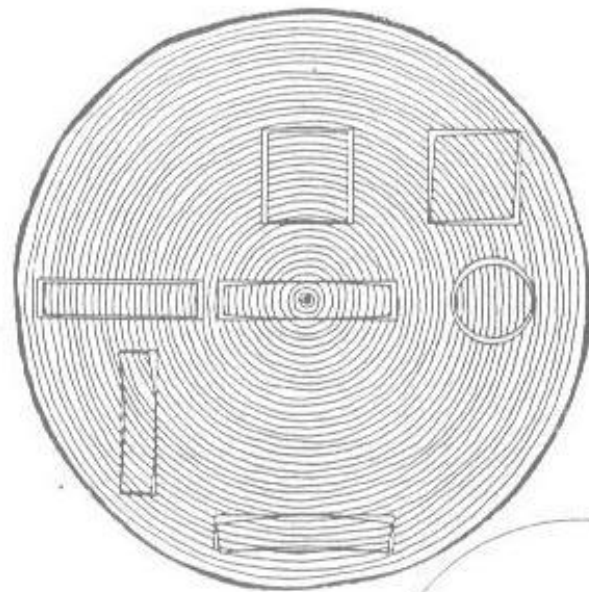
- LA INTERIOR: 8 - 12 %
- LA EXTERIOR: 13 - 18 %

(UMIDITATEA LEMNULUI PROASPĂT ȚĂIAT → PINĂ LA 75 % DIN GREUTATE)

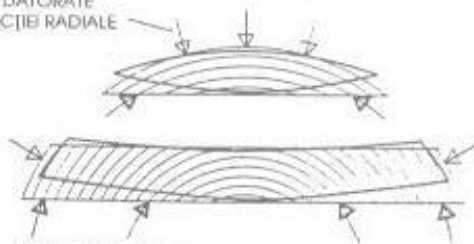
● CONTRACȚIA LEMNULUI PRIN PIERDEREA APEI PRODUCE TENSIUNI INTERNE ȘI DECI FENOMENE DEFORMATIVE, CU EFECTE DIFERITE ÎN FUNCȚIE DE SECȚIUNEA INTERESATĂ



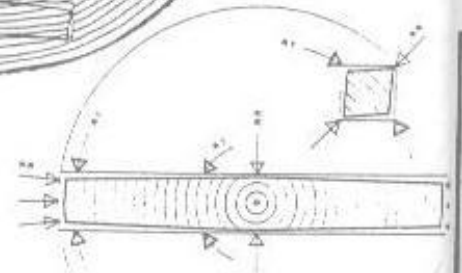
- A - CONTRACȚIE TANGENȚIALĂ (MAXIMĂ)
- B - CONTRACȚIE RADIALĂ (MEDIE)
- C - CONTRACȚIE AXIALĂ (MINIMĂ)



TENSIUNI DATORATE
CONTRACȚIEI RADIALE



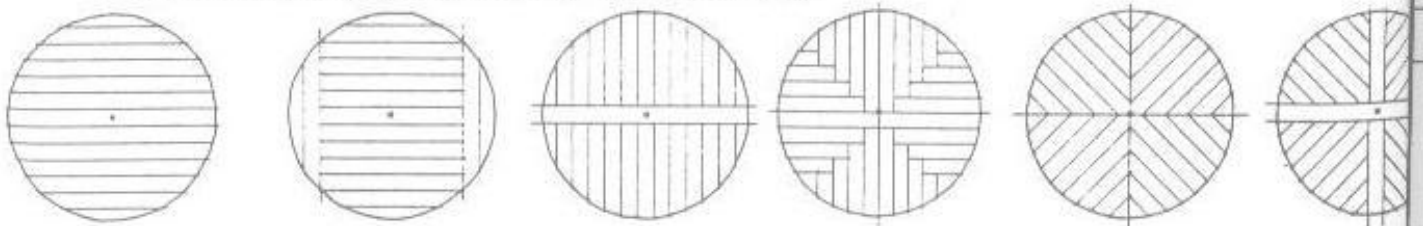
TENSIUNI DATORATE
CONTRACȚIEI TANGENȚIALE



DEFORMAREA PRIN USCARE A UNOR PIESE
EXTRASE DIN DIFERITE ZONE ALE TRUNCHIULUI
→ PIESE CU DIMENSIUNI MICI PE
DIRECȚIA DEFORMĂRILOR MAXIME

DIVERSE MODURI DE DEBITARE A SCINDURILOR

→ PROCENT MAI MIC SAU MAI MARE DE SCINDURI CU LATURA MARE A SECȚIUNI PERPENDICULARĂ PE DIRECȚIA CERCURILOR ANUALE (NEDEFORMABILE SAU PUȚIN DEFORMABILE)



IMPORTANT: PREVEDEREA SENSULUI PROBABIL AL VARIAȚIILOR DIMENSIONALE, CA URMARE A ÎMBĂTRINIRII LEMNULUI ȘI A MODIFICĂRII ÎN TIMP A CONDIȚIILOR DE UMIDITATE

→ CRITERII DE PROIECTARE ȘI PUNERE ÎN OPERĂ !

2. SISTEME PORTANTE

A. SISTEME CU STILPI ȘI GRINZI (sisteme 'deschise')

Inchiderile și compartimentările sunt diferite de structura portantă a clădirii (sunt neportante sau autoportante; au structură proprie).

	A1	A2	A3	A4	A5
	CU GRINZI PRINCIPALE ȘI SECUNDARE SUPRAPUSE	CU GRINZI PRINCIPALE ȘI SECUNDARE COPLANARE	CU GRINZI SECUNDARE 'IN CLEȘTE'	CU STILPI 'IN CLEȘTE' + GRINZI SECUNDARE 'IN CLEȘTE'	CU GRINZI PRINCIPALE ȘI SECUNDARE 'IN CLEȘTE'
NOD CARACTERISTIC					
NR. NIVELE	1	2	2	2	2
IMBINĂRI DULGHEREȘTI	<input checked="" type="checkbox"/>				
IMBINĂRI INGINEREȘTI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
OBS.	Acoperiș plat	Adecvat pt. prefabricare în serie mare		Posibilă variantă cu stilpi din 4 elem. + grinzi simple	

B. SISTEME CU PEREȚI PORTANȚI (sisteme 'închise')

Inchiderile și compartimentările coincid cu structura portantă a clădirii.

Varianțe:

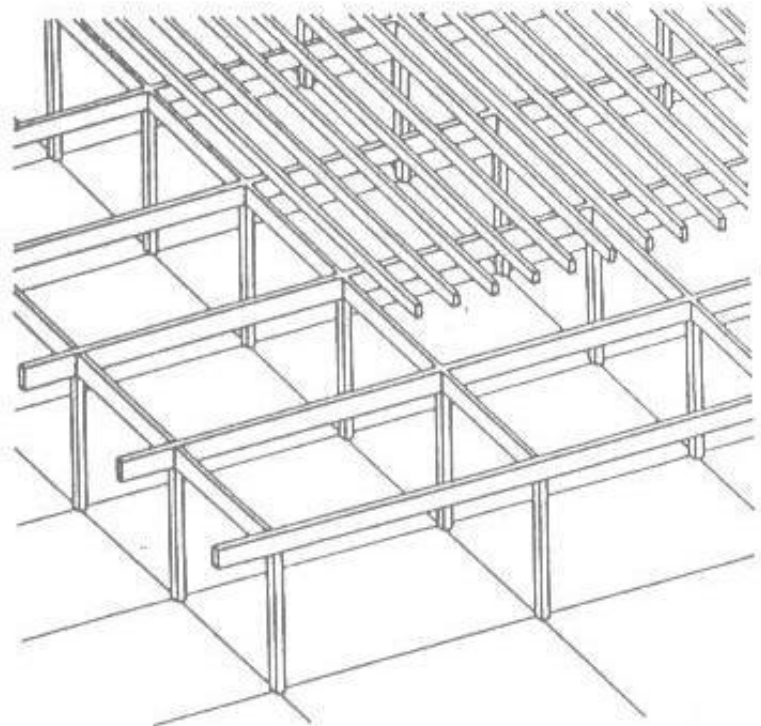
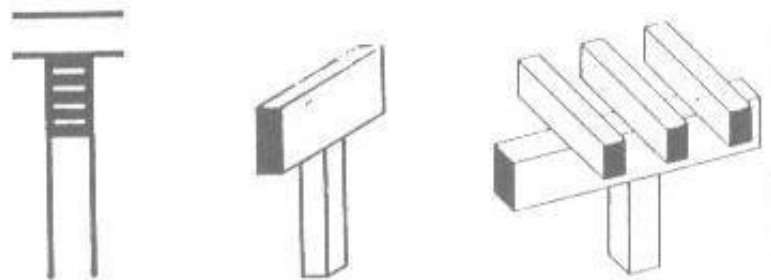
- pereți din birne suprapuse
- pereți cu schelet
- pereți din panouri

	PEREȚI DIN BIRNE SUPRAPUSE (BLOCKHAUS)		PEREȚI CU SCHELET			PEREȚI DIN PANOURI	
	B1		IN ZĂBRELE (FACHWERK) B2	DIN DULAPI B3			B4
	B1a FĂRĂ MONTANȚI	B1b CU MONTANȚI		B3a TIP 'BALOON'	B3b TIP 'PLATFORM'		
NOD CARACTERISTIC							
NR. NIVELE	2	2	>2	>2	>2	1	
IMBINĂRI DULGHEREȘTI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
IMBINĂRI INGINEREȘTI		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
OBS.			Sistemul tradițional cu umplutură din zidărie și sistemele contemporane derivate	Sistemele tradiționale americane (Balloon Frame, Draced Frame, Westwri Frame) și cele contemporane derivate Adecvat pt. prefabricarea în serie mare a clădirilor		Adecvat pt. prefabricare în serie mare a clădirilor	

A1. GRINZI PRINCIPALE ȘI SECUNDARE SUPRAPUSE

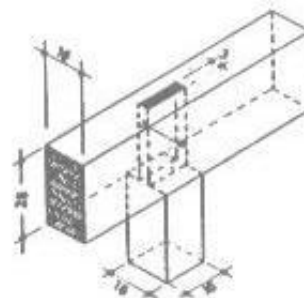
SCHEMĂ AXONOMETRICĂ A STRUCTURII

(pentru simplificare nu au
fost reprezentate diagonalele)

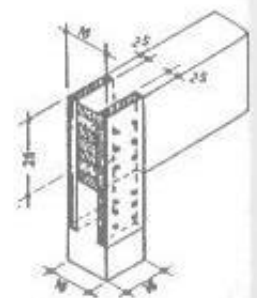
SCHEMA DE PRINCIPIU A NODULUI
CARACTERISTIC

EXEMPLE DE IMBINĂRI

- Imbinare cu cep și scobitură (tipul principal)
- Imbinare cu guseu din lemn, încastrat și fixat cu cule (la extremități)



a

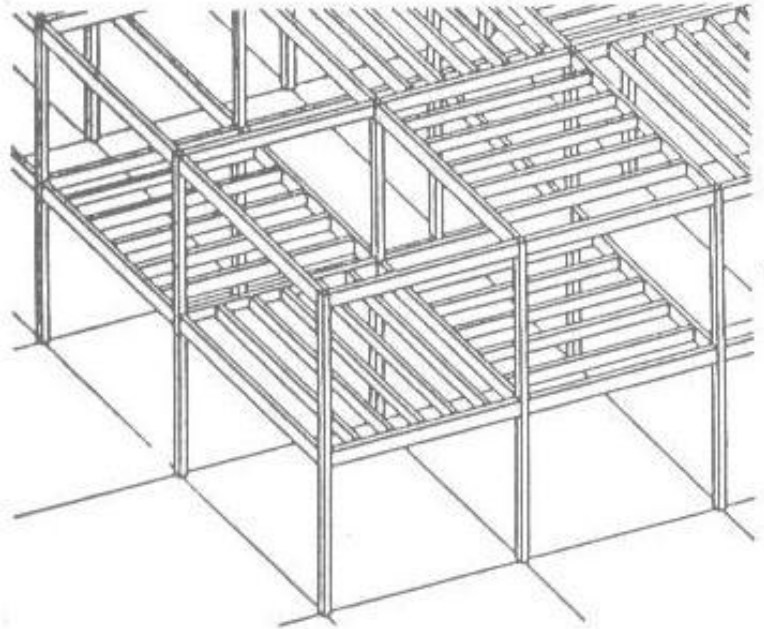
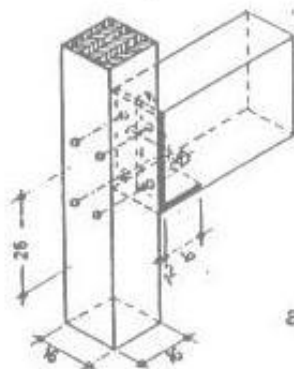
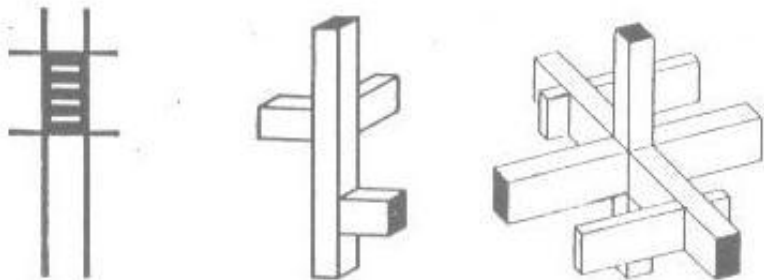


b

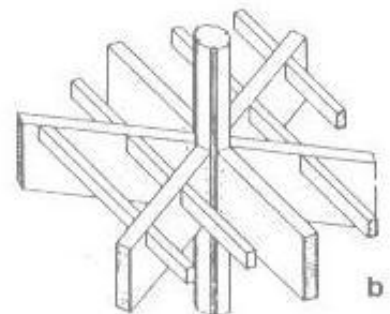
A2. GRINZI PRINCIPALE ȘI SECUNDARE COPLANARE

SCHEMĂ AXONOMETRICĂ A STRUCTURII

(pentru simplificare nu au
fost reprezentate diagonalele)

SCHEMA DE PRINCIPIU A NODULUI
CARACTERISTIC

a



b

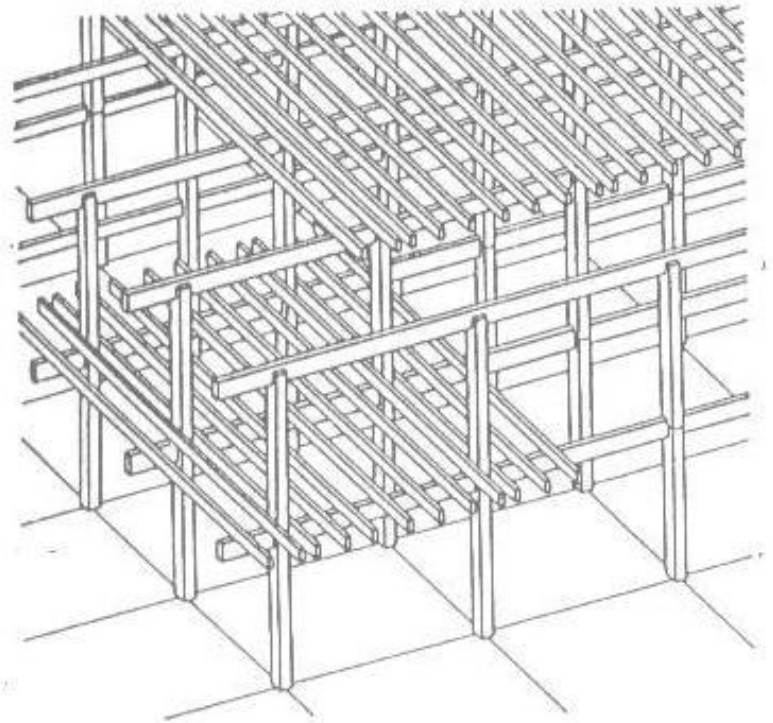
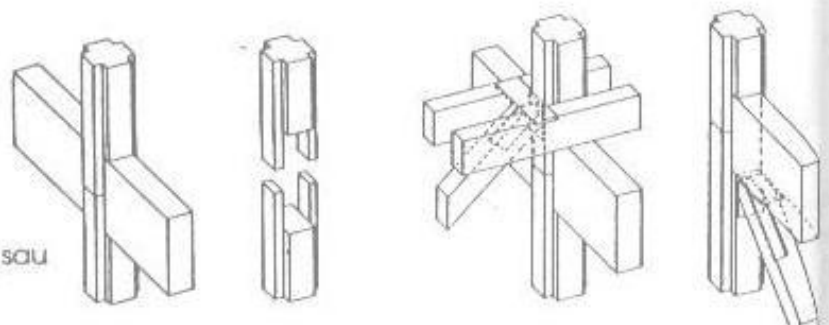
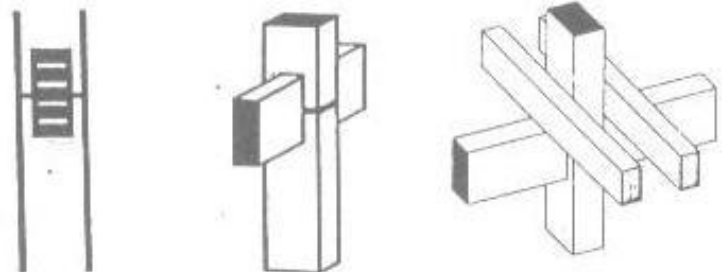
EXEMPLE DE IMBINĂRI

- a. Imbinare grindă / stîlp cu cornier din oțel
b. Grinzi principale îmbinate la 60° pe un
stîlp continuu

A3. GRINZI SECUNDARE 'IN CLEȘTE'

SCHEMĂ AXONOMETRICĂ A STRUCTURII

(pentru simplificare nu au
fost reprezentate diagonalele)

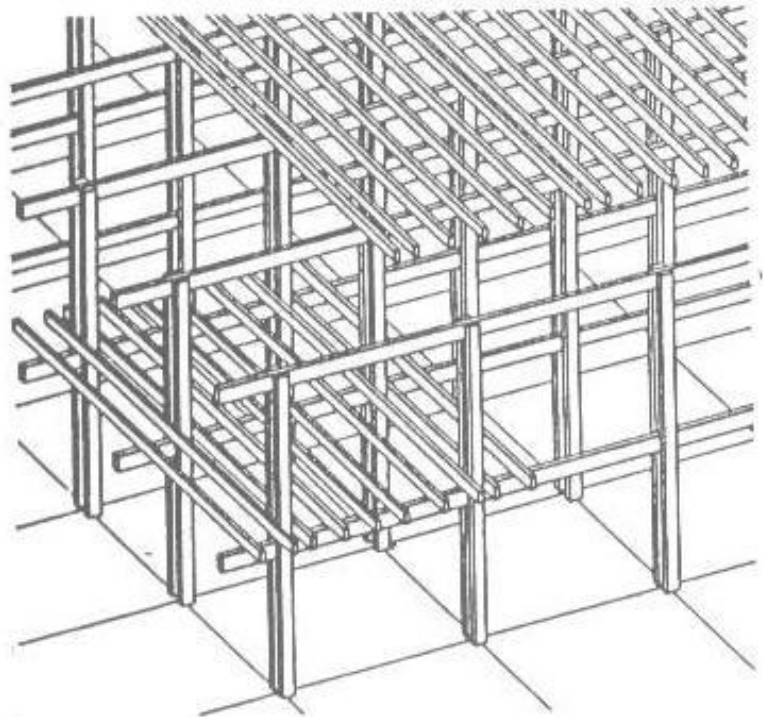
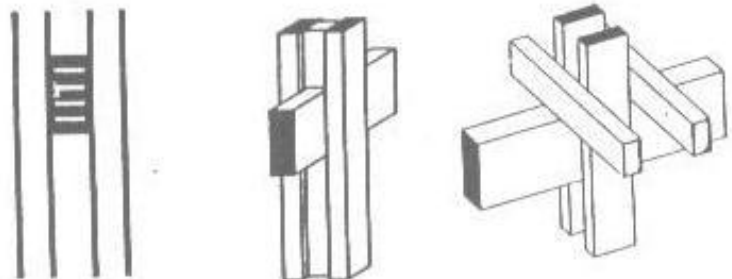
SCHEMA DE PRINCIPIU A NODULUI
CARACTERISTIC

EXEMPLE DE IMBINĂRI cu eclise din lemn sau
din oțel; fixarea diagonalelor.

A4. STILPI 'IN CLEȘTE'+ GRINZI SECUNDARE 'IN CLEȘTE'¹

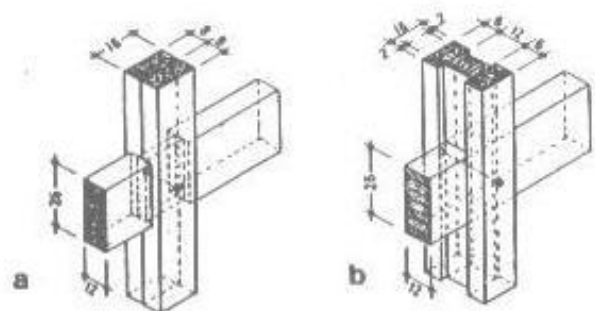
SCHEMĂ AXONOMETRICĂ A STRUCTURII

(pentru simplificare nu au
fost reprezentate diagonalele)

SCHEMA DE PRINCIPIU A NODULUI
CARACTERISTIC

EXEMPLE DE IMBINĂRI

- a. Imbinare cu buloane; stîlp cu secțiune
compusă prin alipirea a doi dulapi.
b. Imbinare cu buloane; stîlp cu secțiune
compusă din doi dulapi + furură

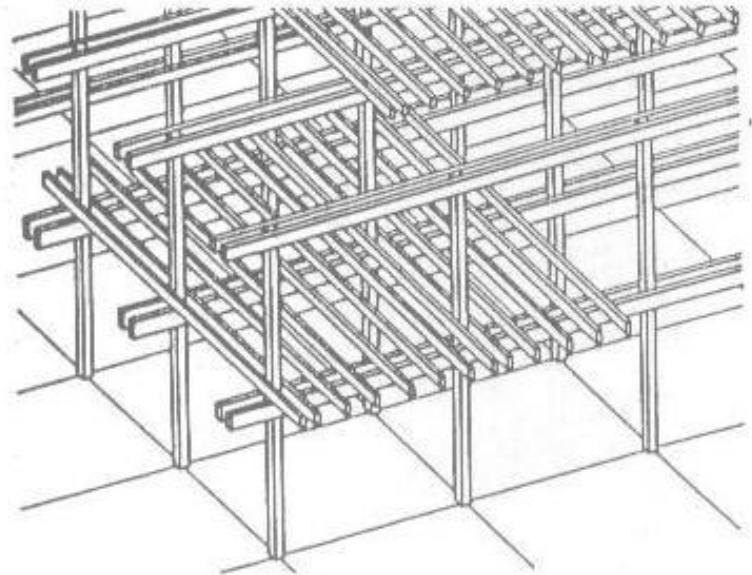
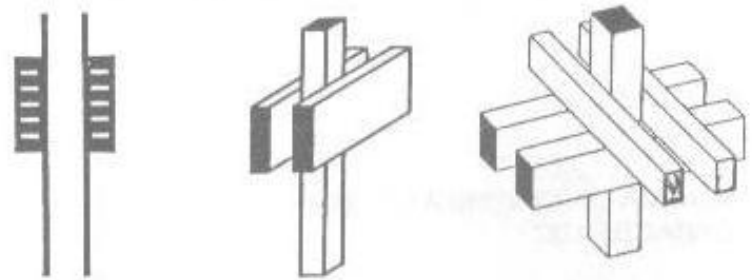


¹ Variantă: stîlp compus din 4 elemente + grinzi cu secțiune simplă continui pe 2 direcții.

A5. GRINZI PRINCIPALE ȘI SECUNDARE 'IN CLEȘTE'

SCHEMĂ AXONOMETRICĂ A STRUCTURII

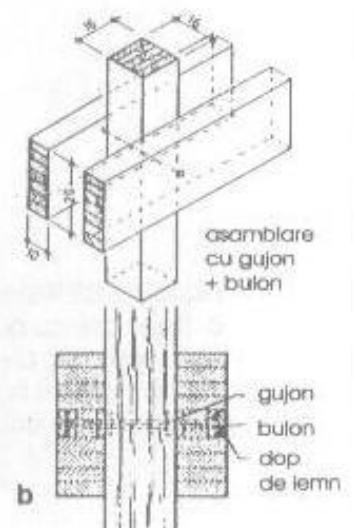
(pentru simplificare nu au
fost reprezentate diagonalele)

SCHEMA DE PRINCIPIU A NODULUI
CARACTERISTIC

EXEMPLE DE IMBINĂRI

a. Imbinare grindă / stîlp cu secțiune
circulară cu buloane galvanizate și
crampoane 'bull-dog', la o construcție cu
deschideri mici.

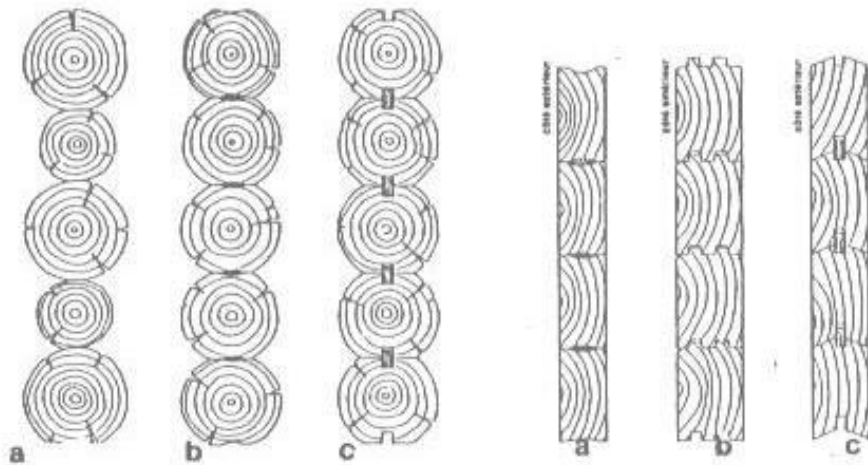
b. Imbinare cu buloane + gujoane; dopurile
de lemn conferă imbinărilor metalice o mai
bună rezistență la foc.



B1. PEREȚI DIN BIRNE SUPRAPUSE (BLOCKHAUS)

B1a. FĂRĂ MONTANȚI

SECȚIUNI TRANSVERSALE



BIRNE CU SECȚIUNI CIRCULARE

a. Birne din lemn brut, suprapuse alternativ în raport cu diametrele; perete aerat.

b. Birne cu secțiune regulată; rost cioplit concav, etanșat cu mușchi sau fulor de cînepă gudronată.

c. Birne cu suprafață mare de rezemare; îmbinare cu lambă adăugată.

BIRNE CU SECȚIUNI RECTANGULARE (LEMN ECARISAT)

'Inima' lemnului spre exterior.

Grosimi:

- pereți exteriori: 10 - 12 - 14 cm
- pereți interiori: 8 - 10 cm

a. Birne cu rosturi cioplite concav, umplute cu mușchi sau cînepă gudronată (strașină suficient de amplă)

b. Birne cu dublă lambă și uluc (min. 10 cm grosime)

c. Birne cu dublă pantă, cu uluc + lambă adăugată

IMBINĂRI

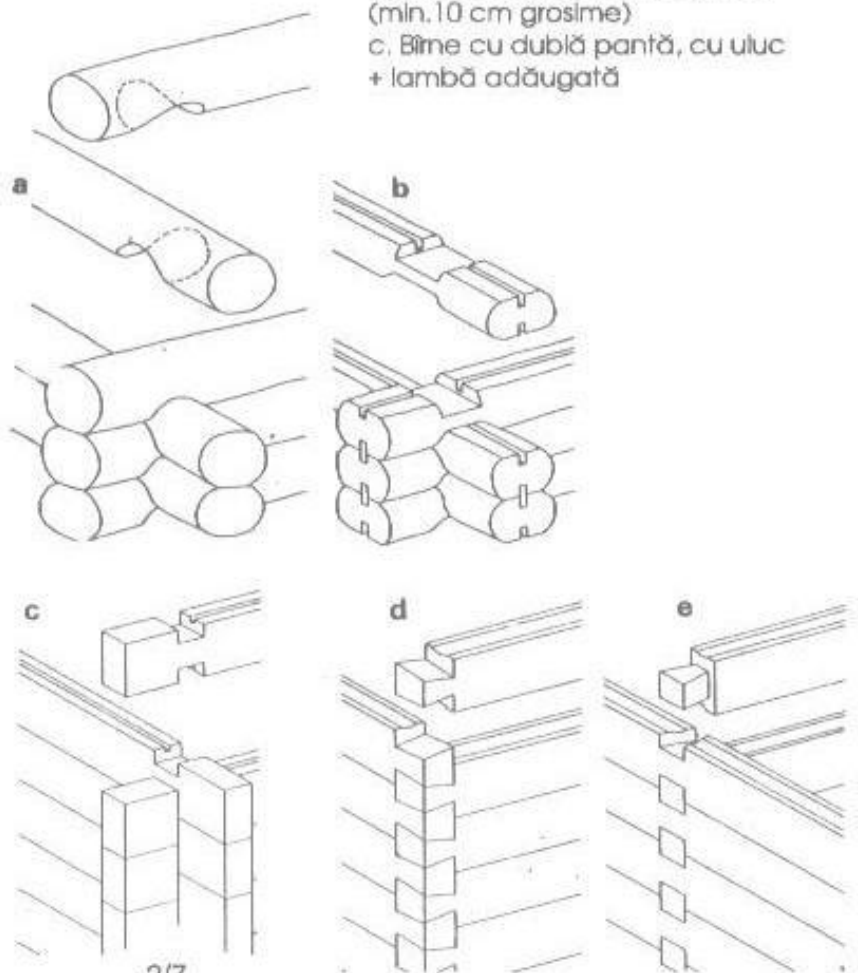
a. Birne circulare: îmbinare de colț la jumătate-lemn

b. Birne circulare cu suprafață mare de rezemare: îmbinare de colț la 2/4 lemn

c. Birne rectangulare: îmbinare de colț la 2/4 lemn, cu capetele petrecute

d. Birne rectangulare: îmbinare de colț în coadă de rîndunică (la față)

e. Birne rectangulare: îmbinare cu perete interior în coadă de rîndunică (la față)



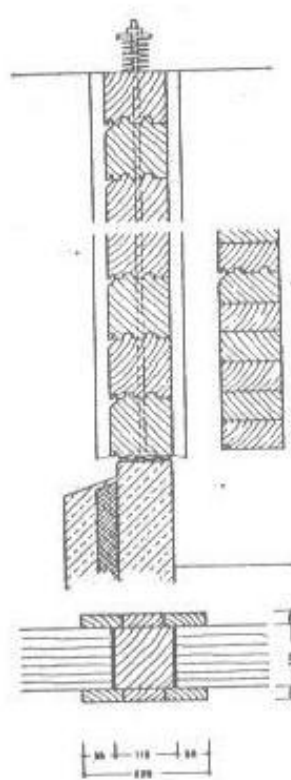
B1. PEREȚI DIN BIRNE SUPRAPUSE (BLOCKHAUS) B1b. CU MONTANȚI

PEREȚI CU MONTANȚI DIN LEMN

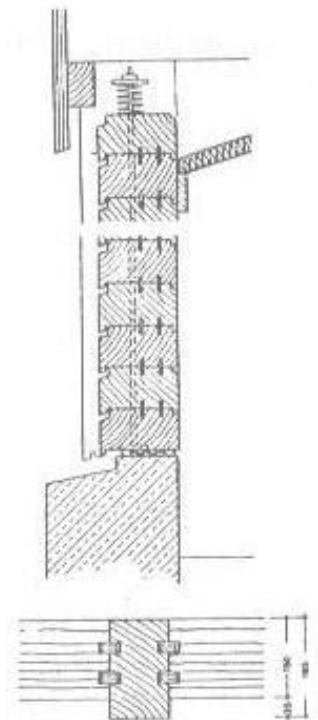
a. Montantul servește la asamblarea și rigidizarea pereților portanți.

b. Montant cu rol de stîlp (dimensionat pentru preluarea încărcărilor verticale); perete autoportant.

Etanșeitatea poate fi ameliorată prin comprimarea unui resort.

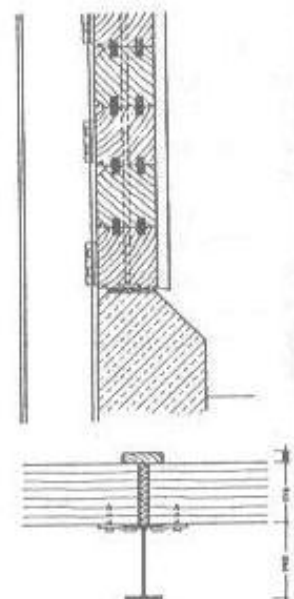
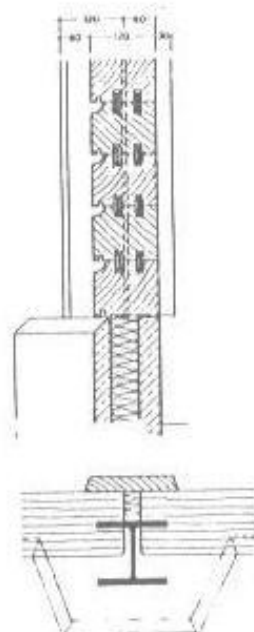


a



b

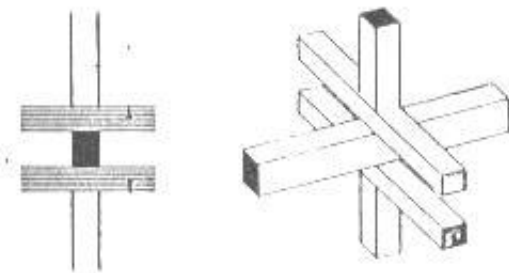
PEREȚI CU MONTANȚI METALICI



B2. PEREȚI CU SCHELET IN ZĂBRELE (FACHWERK)

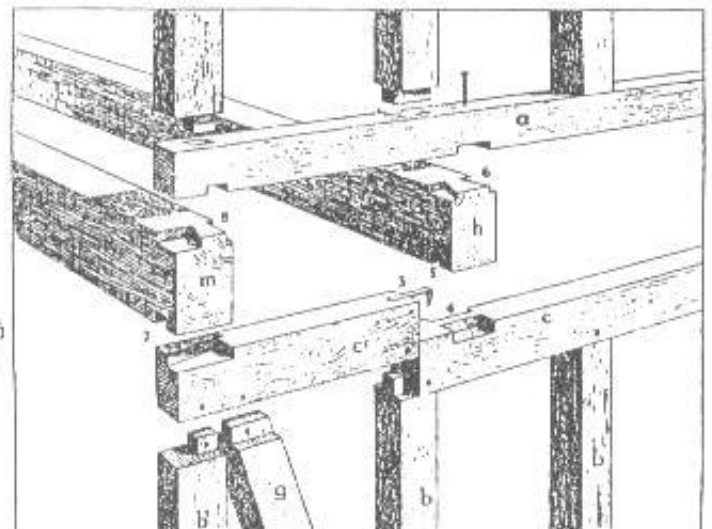
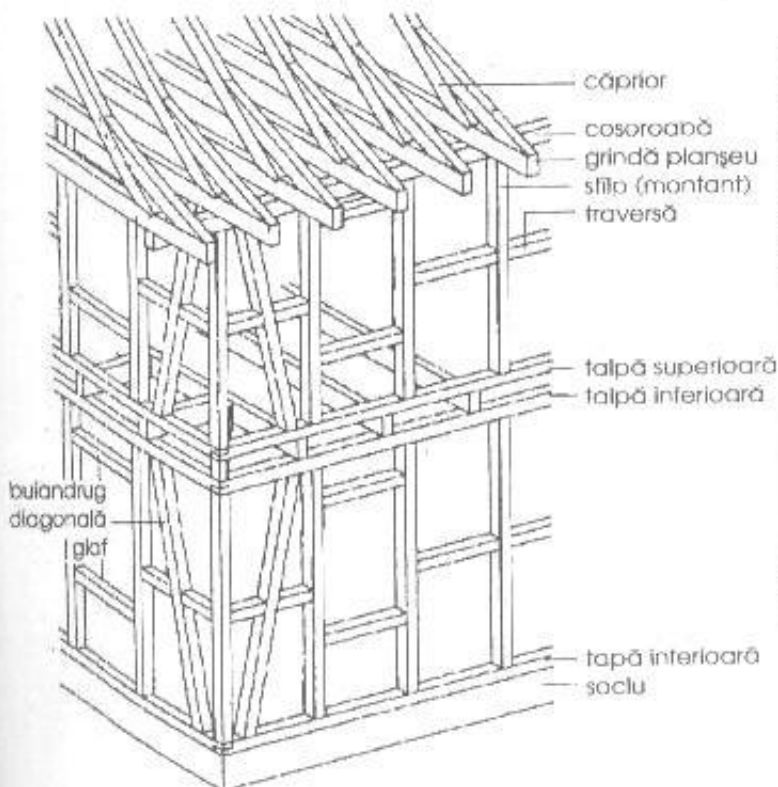
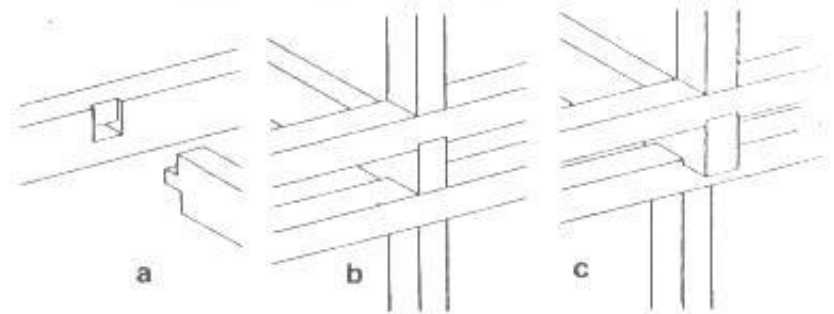
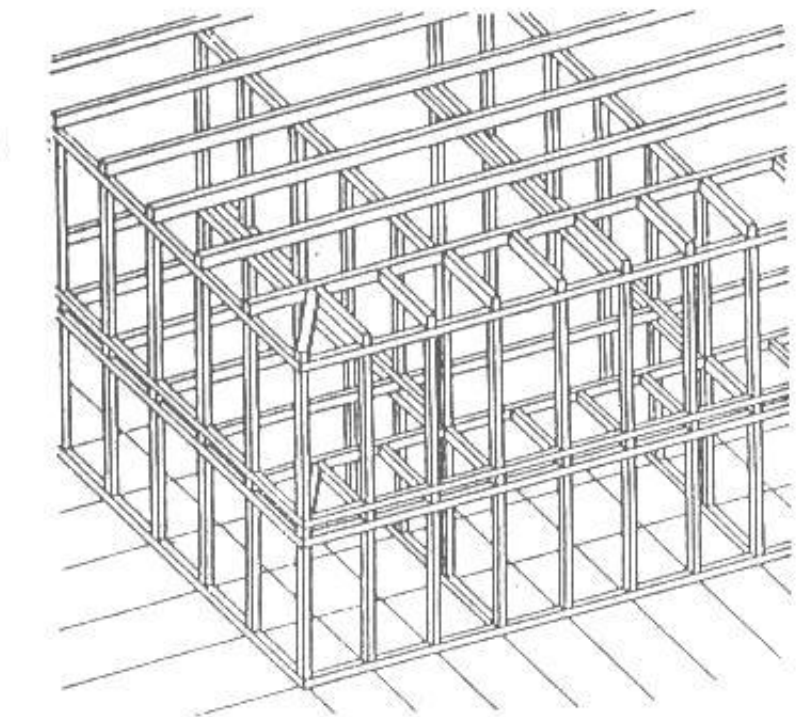
SCHEMĂ AXONOMETRICĂ A STRUCTURII

(pentru simplificare nu au
fost reprezentate diagonalele)

SCHEMA DE PRINCIPIU A NODULUI
CARACTERISTIC

EXEMPLE DE IMBINĂRI

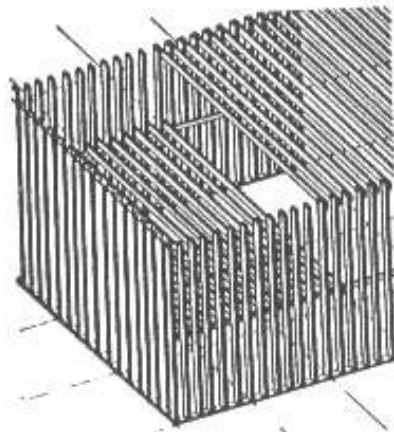
a. Imbinare cu cep și scobitură
b - c. Imbinare în planul fațadei,
în dreptul planșeului intermediar
(var. c - etaj în consolă)

PRINCIPALELE NODURI ALE SCHELETULUI
TRADIȚIONAL

B3. PEREȚI CU SCHELET DIN DULAPI

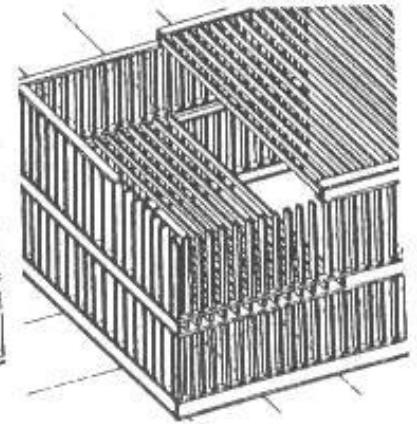
SCHEMĂ AXONOMETRICĂ A STRUCTURII

(pentru simplificare nu au fost reprezentate diagonalele)



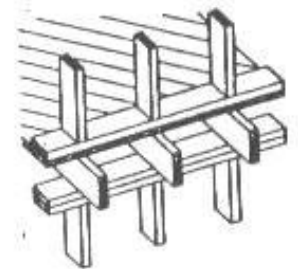
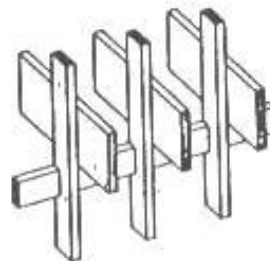
Structura tip 'BALOON'

B3a



Structura tip 'PLATFORM'

B3b



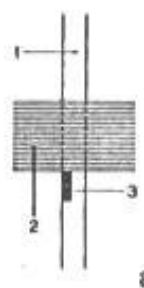
SCHEMA DE PRINCIPIU A NODULUI CARACTERISTIC

a. Structura tip 'BALOON'

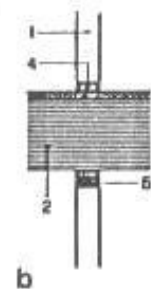
b. Structura tip 'PLATFORM'

1. Stâlp
2. Grindă secundară
3. Grindă principală
4. Talpă inferioară
5. Talpă superioară

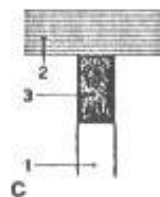
c. Pentru comparație, la aceeași scară, schema nodului sistemului cu stâlpi și grinzi



a



b



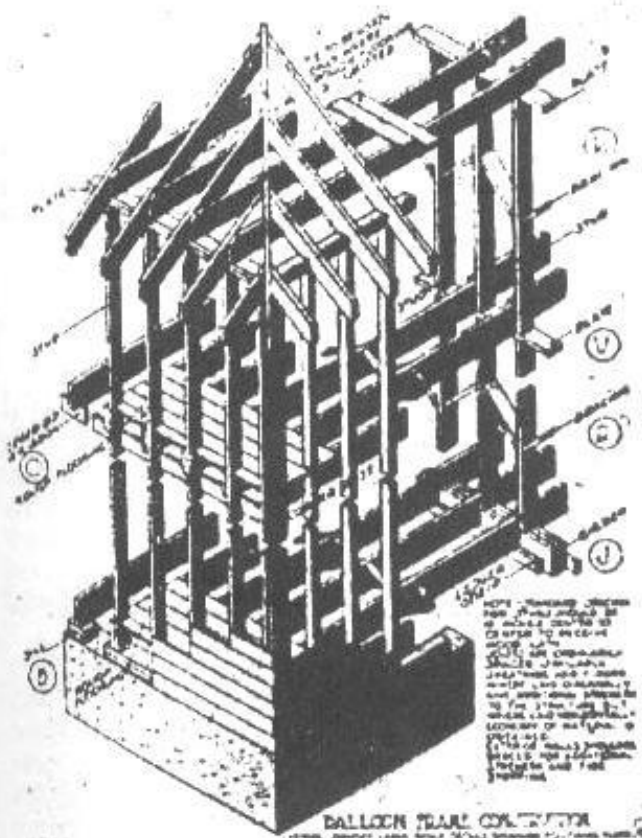
c

B3. PEREȚI CU SCHELET DIN DULAPI

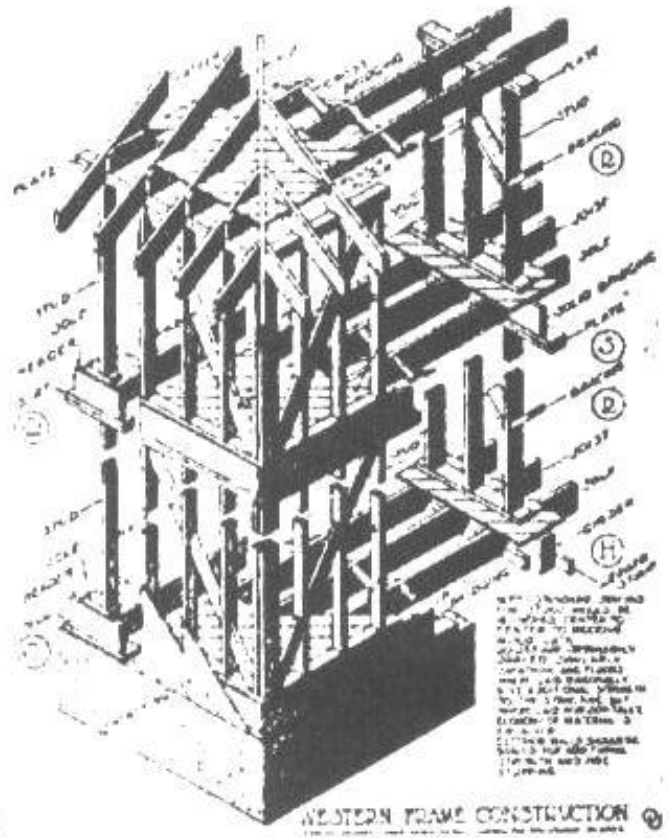
SISTEMELE CONSTRUCTIVE TRADIȚIONALE AMERICANE

Balloon Frame, Draced Frame, Western Frame

În sistemul Balloon Frame - cel mai simplu și cel mai frecvent utilizat - stâlpii peretelui (montanții), dispuși la cca. 40 cm interval, sunt continui pe 2 nivele. În celelalte sisteme construcția peretelui este întreruptă în dreptul fiecărui nivel de către o structură orizontală. Sistemul Western Frame se diferențiază în plus prin faptul că se plachează cu scînduri diagonale atît pereții, cît și tavanele și pardoselile; astfel scheletul este rigidizat în cel mai simplu mod, ne mai fiind necesare elemente de contravîntuire (diagonale) în compunerea scheletului. Toate piesele utilizate au dimensiuni standard; îmbinările sunt realizate cu cule.

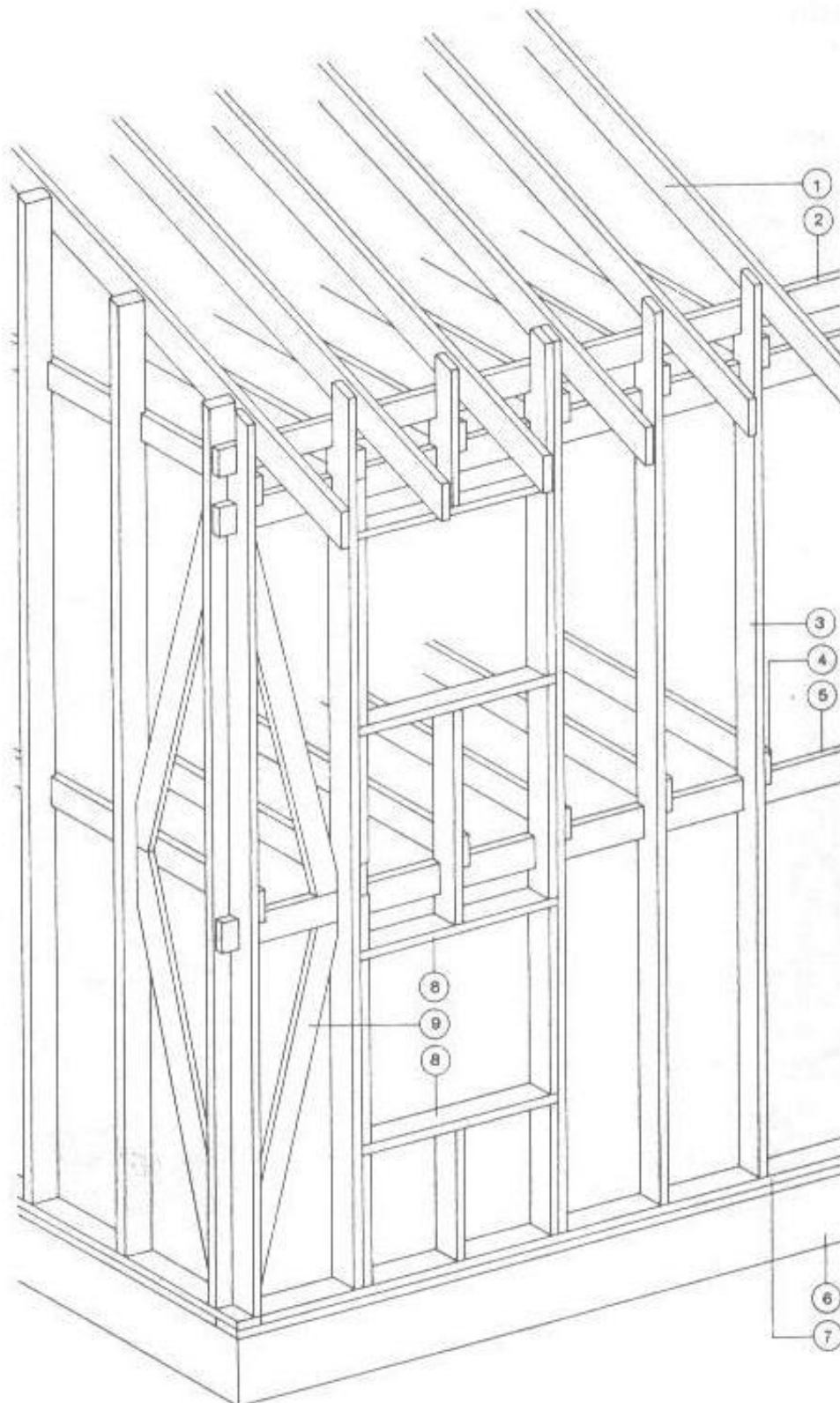


Balloon Frame



Western Frame

B3. PEREȚI CU SCHELET DIN DULAPI



SCHEMĂ AXONOMETRICĂ A UNEI CONSTRUCȚII CU STILPI CONTINUI DIN DULAPI
(sistem contemporan derivat din Baloon Frame)

1. Căprior; 2. Cosoroabă; 3. Stîlp (montant); 4. Grindă de planșeu; 5. Traversă; 6. Soclu; 7. Talpă inferioară; 8. Bulandrug și glaf fereastră; 9. Diagonală.

B4. PEREȚI PORTANȚI DIN PANOURI

Sistemul permite industrializarea cea mai completă a construcției de case, utilizând panouri prefabricate de catalog; implică proiectare modulară.

Profilatura ramel panoului permite îmbinarea dintre panouri, fie cu lambă și uluc, fie cu montant intermediar.

De regulă rosturile dintre panouri sunt marcate de baghete de acoperire sau de nuturi, generând o imagine specifică. Uneori, după montare, panourile pot primi o placare exterioară continuă.

TIPURI DE PANOURI

* de mici dimensiuni: $l = 1 - 1.2 \text{ m}$ (funcție de materialul de umplutură sau de placare); $h = h \text{ etaj}$

* de mari dimensiuni: cca. $2.4 \times 8.4 \dots 10 \text{ m}$; au schelet propriu; distanța între montanții interiori este determinată de: modul de descărcare a încărcărilor, modul de racordare cu pereții perpendiculari, trama compozițională, dimensiunea materialelor de placare.

* verticale: în variantele definite anterior

* orizontale: panouri de planșeu

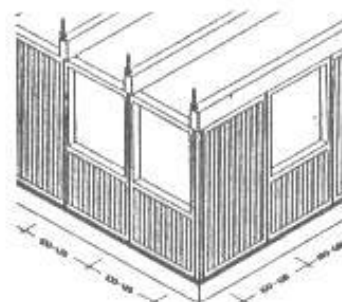
* interioare

* exterioare

* plane

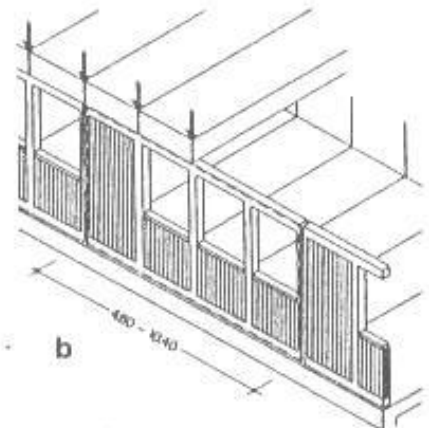
* spațiale: grad avansat de prefabricare - structură, compartimentări, finisaje, rețea echipare integrată; dimensiuni decise (între altele) funcție de greutate + posibilitățile de transport, depozitare, manipulare.

a. Construcție din panouri portante de mici dimensiuni, fără placare exterioară suplimentară; rosturile mai multe și expuse implică rezolvări 'delicate' pentru asigurarea etanșării



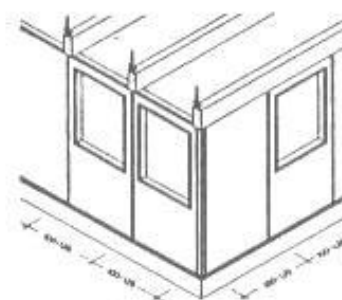
a

b. Construcție din panouri portante de mari dimensiuni, realizate prin preasamblarea unor panouri de dimensiuni mici, fără placare exterioară suplimentară



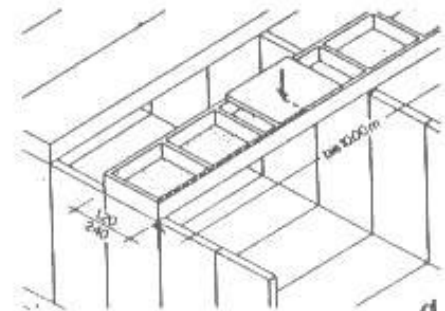
b

c. Construcție din panouri de mici dimensiuni, urmînd să primească o placare exterioară



c

d. Construcție cu panouri chesonate de planșeu



d

B4. PEREȚI PORTANȚI DIN PANOURI

Panourile au o ALCĂȚUIRE MULTISTRAT BAZATĂ PE ACELEAȘI PRINCIPII CA ȘI ÎN CAZUL PEREȚILOR CU SCHELET 'MONTAJI' (v.cap.3 - Alcătuirea principalelor subsansambluri). Aceiași tip de alcătuire este valabilă și pentru PANOURILE NEPORTANTE (folosite ca închideri ext. la construcții cu stâlpi și grinzi); diferența este dată de DIMENSIUNILE ÎN SECȚIUNE ALE ELEMENTELOR CE COMPUN SCHELETUL.

PANOURILE - și, în general, ÎNCHIDERILE EXTERIOARE CU SCHELET - pot fi:

a. NEVENTILATE (alcătuiți compacte)

b. VENTILATE: stratul de aer ventilat cu aer exterior împiedică condensul și protejează construcția împotriva supraîncălzirii datorate radiației solare; S goluri intrare/ieșire aer = min. 1/500 din S ventilată.

b1. PANOURI VENTILATE ÎNCHISE: între stratul de aer ventilat și termoizolație se interpune o așternală (scânduri sau plăci pe bază de lemn - ex. PAL); dezavantaje: consum mai mare de material; avantaje: rezistență mai bună la foc, protecție mai bună contra insectelor și contra umidității.

b2. PANOURI VENTILATE DESCHISE: termoizolația este în contact direct cu stratul de aer ventilat; de regulă se prevede o protecție a termoizolației contra ploii asociate cu vânt, dintr-un material hidrofug dar permeabil la vapori (ex. hârtie uleiată).

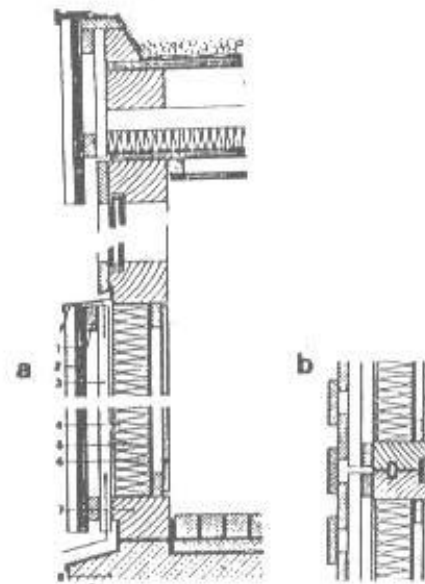
PANOU VENTILAT DESCHIS, CU
PLACARE EXTERIOARĂ
(l = cca 20 cm)

a. Secțiune verticală

b. Secțiune orizontală

Rostul dintre panouri este rezolvat cu lambă adăugată + acoperire cu baghetă (la interior) și scândură de placare (la exterior). Placarea exterioară cu scânduri verticale este continuă.

1. Șipci orizontale
2. Placare cu scânduri verticale
3. Șipci verticale
4. Termoizolație
5. Barieră contra ploii + vânt (permeabilă la vapori)
6. Plăci de ipsos (gips-carton)
7. Talpă inferioară
8. Beton



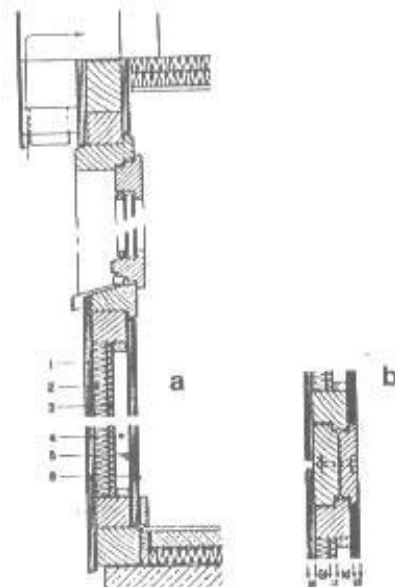
PANOU DE FAȚADĂ NEVENTILAT, CU
STRAT DE AER INTERIOR ETANȘ
(l = cca 10 cm)

a. Secțiune verticală

b. Secțiune orizontală

Îmbinarea dintre panouri se realizează prin intermediul unui montant intermediar.

1. Plăci din derivate de lemn, tencuite
2. Vată minerală
3. Plăci PAL
4. Strat de aer neventilat (cu rol termoizolant)
5. Barieră contra vaporilor
6. Plăci din derivate de lemn

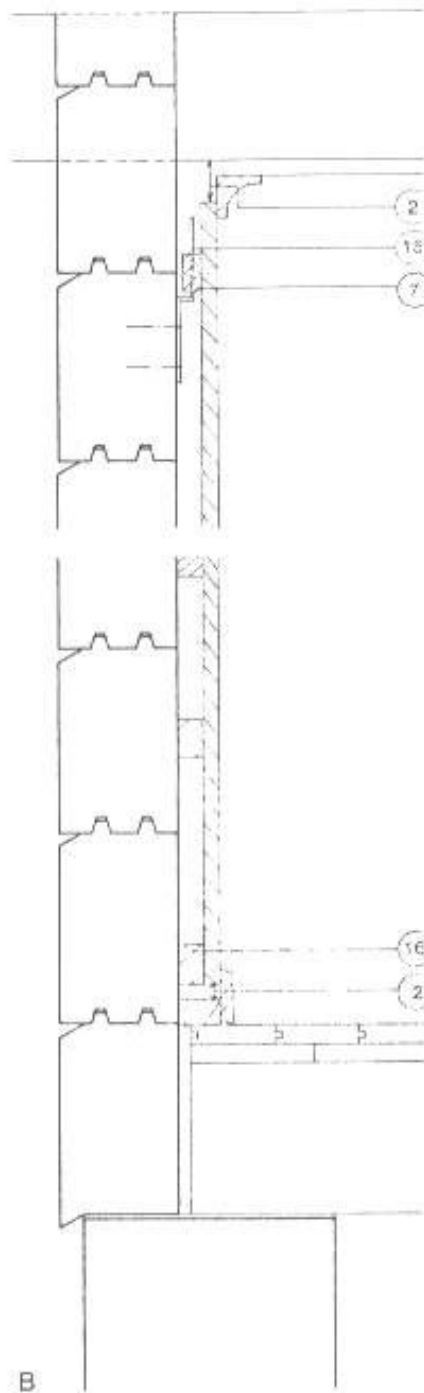
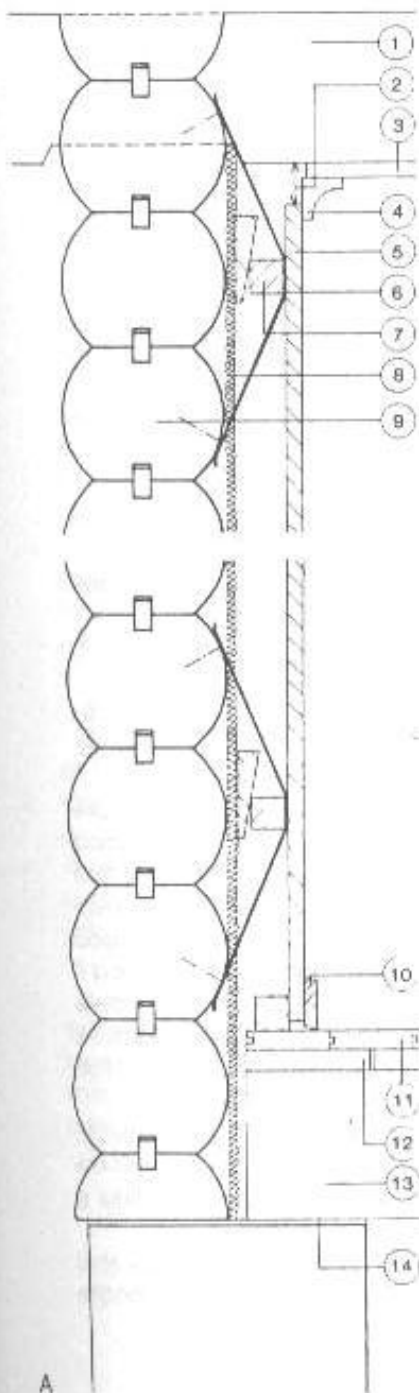


3. ALCĂTUIREA PRINCIPALELOR SUBANSAMBLURI CONSTRUCTIVE

3.1. PEREȚI EXTERIORI

○ PEREȚI DIN BÎRNE SUPRAPUSE

FINISAJ INTERIOR 'USCAT'; RACORDAREA CU SOCLUL



A. CONSTRUCȚIE CU PEREȚI DIN BIRNE ROTUNDE

B. CONSTRUCȚIE CU PEREȚI DIN BIRNE RECTANGULARE

Rezolvarea de detaliu a plăcii interioare (finisaj 'uscat') ține cont de tasarea peretelui prin contragerea transversală a bînelor.

1. Grindă de planșeu
2. Luft de tasare
3. Finisaj 'uscat' la plafon (scînduri, plăci pe bază de lemn, gips-carton)
4. Baghetă
5. Finisaj 'uscat' la pereți (scînduri, plăci pe bază de lemn, gips-carton)
6. Platbandă oțel
7. Rigiă de fixare
8. Termolizolație
9. Perete din bîne
10. Plintă
11. Pardoseală din scînduri cu lambă și uluc
12. Dușumea oarbă
13. Grindă de planșeu
14. Folie izolantă
15. Profil tablă îndoită
16. Rigiă inferioară

0 PEREȚI EXTERIORI CU SCHELET

ALCĂȚUIREA COMPLETĂ A UNEI FAȚADE "STANDARD"

O fațadă "standard", adică ce cuprinde toate straturile obișnuite, și care poate fi utilizată în marea majoritate a cazurilor, are în componența sa de la interior la exterior următoarele elemente, pe lângă elementele portante ale fațadelor (stâlpi, montanți, grinzi, traverse, diagonale, etc.):

- Placare interioară
- Barieră contra vaporilor
- Termozolație
- Barieră contra vântului și a apei purtate de vânt spre interior
- Suport pentru bariera de vânt având câteodată și rol de rigidizare
- Strat de aer ventilat
- Placare exterioară

Placarea interioară se poate realiza practic cu orice tip de material ce poate prelua eventualele tensiuni (contrageri-dilatări) generate de lucrul elementelor structurale. Cele mai bune rezolvări sunt cele cu plăci din gips carton, cu lambriuri din lemn sau din înlocuitorii de lemn. Placarea interioară propriu-zisă (cea vizibilă dinspre interior) poate necesita, de la caz la caz, un schelet-suport. Este cazul plăcilor din gips carton unde este recomandată utilizarea unor profile din tablă îndoită între structura casei și plăci, pentru a evita unele fisurări sau deformații ce pot surveni datorită lucrului elementelor structurale.

Bariera contra vaporilor constituie un subiect de discuție ce nu și-a găsit o soluție general valabilă. Există 2 atitudini diferite care în esență spun următoarele lucruri:

- Pentru evitarea producerii condensului pe fața rece a termozolației este obligatorie introducerea pe fața caldă a termozolației a unei bariere contra vaporilor
- Pentru a avea o casă sănătoasă aceasta trebuie să "respire", deci să se asigure o bună permeabilitate la vaporii.

Prima poziție o întâlnim cu precădere la aproape toate soluțiile de fațade din lemn din Germania și Franța în timp ce în Elveția, țară cu o înaltă tehnologie în realizarea caselor din lemn, această barieră este în general absentă.

Poziția noastră este că bariera trebuie pusă într-o manieră selectivă, analizând cu atenție fiecare context în parte: acolo unde umiditatea aerului interior se apropie în permanență de valoarea umidității de saturație sau o depășește frecvent (băi, bucătării) și unde soarele nu poate activa eliminarea condensului eventual format pe acea fațadă, acolo o barieră de vaporii este binevenită. Este cazul pereților exteriori ai băilor expuse spre nord, unde soarele în sezonul rece nu "vede" acea fațadă, și deci nu o poate încălzi, iar condensul eventual format nu va putea fi diminuat sau înlăturat. Prin efecte cumulative, în lipsa unor straturi de aer ventilat, efectele produse pot fi extrem de grave. Iată de ce recomandăm în principiu utilizarea locală, în aceste cazuri, a unei bariere de vaporii; în plus considerăm necesară prezența unui strat de aer ventilat, pe toată anvelopa clădirii.

Bariera de vaporii se realizează de regulă prin aplicarea unor folii de polietilenă cu îmbinări petrecute, continui și etanșe sau prin utilizarea unor termozolații ce au prevăzute astfel de folii de polietilenă sau aluminiu. Se mai pot executa bariere prin vopsirea unor straturi suport continui și etanșe.

Atenție! O clădire trebuie să respecte principiul creșterii permeabilității la vaporii de la interior spre exterior. O placare exterioară cu scânduri cu lambă și uluc vopsite cu vopsele curente poate deveni o barieră de vaporii nedorită, acolo unde nu este prevăzut un strat de aer ventilat.

Termoizolația se dispune obligatoriu la toate fațadele clădirilor permanente, și numai la clădirile ce nu adăpostesc spații încălzite ea poate lipsi. Termoizolația este benefică nu numai pentru obținerea rezistenței termice necesare a pereților exteriori, dar ea poate ameliora în cazul utilizării sortimentelor din vată minerală, protecția acustică necesară față de zgomotele aeriene exterioare. Spațiile interioare ale pereților exteriori devin de regulă spații de rezonanță, deci amplificatoare ale sunetului; dacă introducem o termoizolație realizată dintr-un material absorbant (cum este cazul termoizolației din vată minerală), atunci vom insonoriza aceste cavități rezonatoare.

Termoizolația se poate *supradimensiona* (ajungând astfel spre grosimi de 15-20 cm) cu scopul *compensării de inerție termică*. Toate fațadele ușoare, deci și cele ale clădirilor din lemn, nu posedă o inerție termică satisfăcătoare, și de aceea pentru a compensa acest lucru, se poate crește dimensiunea stratului termoizolant, totuși fără a rezolva pe deplin problema.

Alte materiale utilizate în afara sortimentelor de vată minerală ca termoizolații curente sunt polistirenul expandat, PFL-ul poros (mai rar) și alte materiale din polimeri expandate (atenție la incendii în cazul poliuretanului expandat).

Bariera contra vântului. Termoizolația este protejată spre exterior de acțiunea cumulată apă+vânt în care vântul poate împinge picăturile de apă provenite din plai sau zăpadă până în porii termoizolației, anihilându-i rolul, prin înlocuirea porilor de aer (cel ce asigură efectul termoizolant propriu-zis) cu picături de apă, bune conductoare de căldură.

Bariera de vânt barează, bineînțeles, și pătrunderea vântului spre interior prin discontinuitățile fațadelor.

Ea se realizează de regulă din folii de polietilenă sau din folii de carton asfaltat nelipite pe contur astfel încât să permită difuzia liberă a vaporilor spre exterior. Se mai realizează și din hârtie groasă tip Kraft. Bariera trebuie să permită uscarea eventualului condens produs în termoizolație. Bariera necesită un suport pe care să fie prinsă.

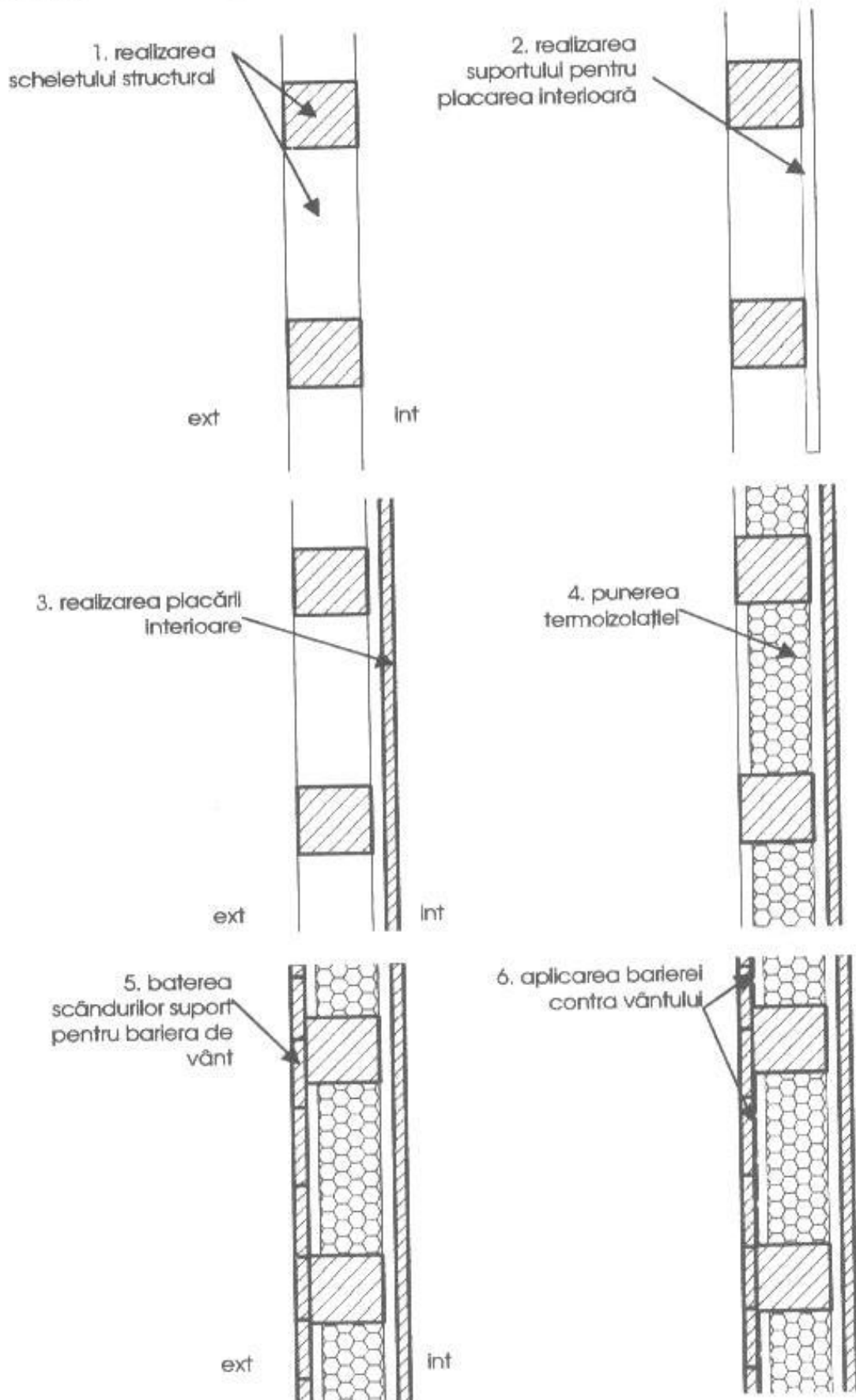
Supportul pentru bariera de vânt se realizează de regulă din scânduri bătute normal sau în diagonală, sau din plăci din placaj, PFL PAL sau OSB. Acest suport îndeplinește de multe ori și rolul de *rigidizare a elementelor structurale ale fațadelor*. Din acest unghi de vedere aceste elemente de rigidizare se utilizează și la pereții interiori, acolo unde este necesar, pierzându-și însă rolul de suport pentru bariera de vânt.

Stratul de aer ventilat ajută la eliminarea eventualului condens produs. Activarea aerului se face mai ales când fațada este încălzită prin însoțire directă. Nu avem un strat propriu-zis ci o distanțare a placării exterioare de suportul barierei de vânt sau de termoizolație. Acest ecartament este realizat de o serie de șipci dispuse vertical, orizontal sau pe ambele direcții. Aceste șipci prezintă de regulă găuri sau fante ce permit ascensiunea aerului și deci ventilația. O problemă legată de acest strat este *evitarea tirajului în caz de incendiu*, de aceea fantele sau găurile se dispun șicanat (alternat pe verticală) pentru diminuarea acestui tiraj.

Placajul exterior se poate realiza din orice material sau alcătuire capabile de a prelua tensiunile induse de lucrul structurilor, de a bloca penetrarea apei spre interior, și nu în ultimul rând, de a rezista la intemperii. De regulă se folosesc placajele cu scânduri din lemn, placajele metalice, mai rar și cu multă precauție, tencuilele aditivitate și armate cu fibră de sticlă pe un substrat de Heraclit.

COMPONENTELE UNUI PERETE EXTERIOR CU SCHELET: ORDINEA DE MONTAJ ȘI POZIȚIA ÎN CADRUL ALCĂȚUIRII MULTISTRAT.

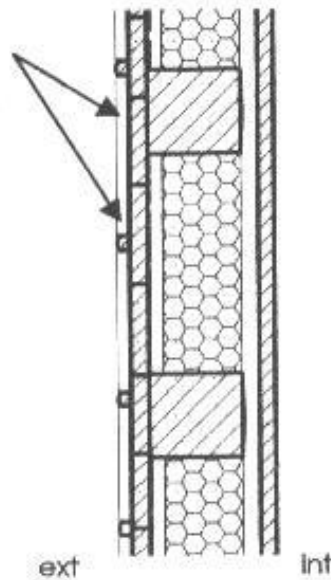
(SECȚIUNE VERTICALĂ LOCALĂ)



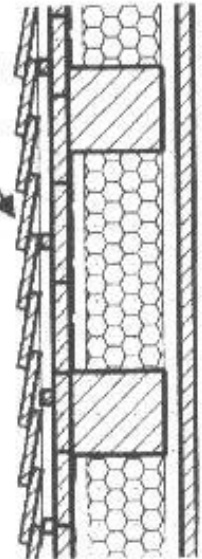
COMPONENTELE UNUI PERETE EXTERIOR CU SCHELET: ORDINEA DE MONTAJ ȘI POZIȚIA ÎN CADRUL ALCĂȚUIRII MULTISTRAT.

(SECȚIUNE VERTICALĂ LOCALĂ)

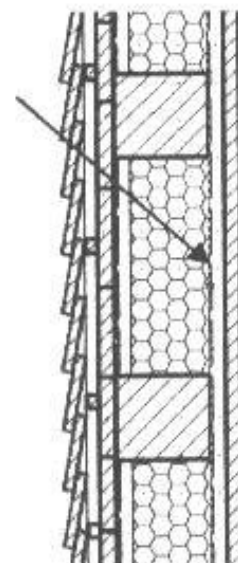
7. montarea șipclor
(aici pe 2 direcții) pentru
realizarea stratului de
aer ventilat



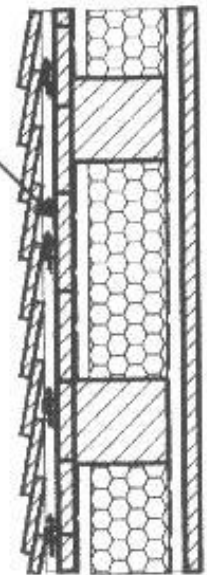
8. realizarea plăcii
exterioare (aici cu
scânduri orizontale
bătute "în caplama")



9. Introducerea (dacă
este cazul) a barierei
contra vaporilor pe fața
caldă a termolizolației

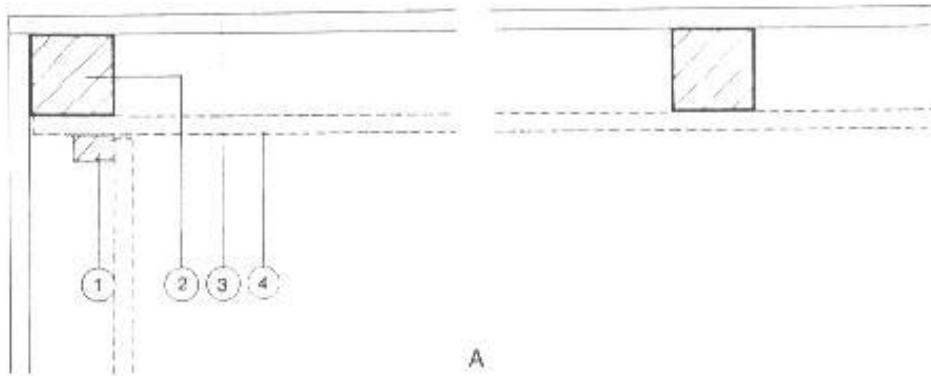


Soluția finală cu
marcarea mișcării
ascensionale a aerului în
stratul de aer ventilat,
prin fantele prevăzute în
șipclie orizontale



○ PEREȚI EXTERIORI CU SCHELET - EXEMPLE DE ALCĂȚUIRI

(SECȚIUNI ORIZONTALE)

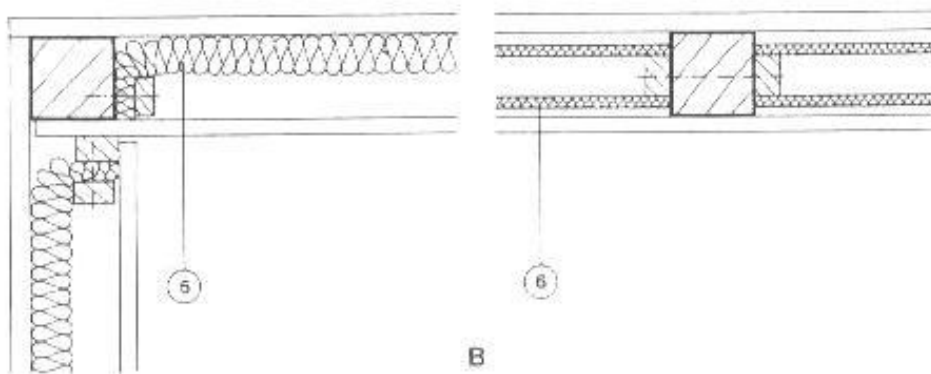


A. PERETE EXTERIOR MINIMAL

B. PERETE EXTERIOR CU
TERMOIZOLAȚIE

C. PERETE EXTERIOR CU ASTEREALĂ
ȘI ETANȘARE CONTRA PLOII + VINT

D. PERETE EXTERIOR CU PLACAJ
VENTILAT



1. Șipcă verticală de fixare

2. Sfișp

3. Placare exterioară

4. Placare interioară

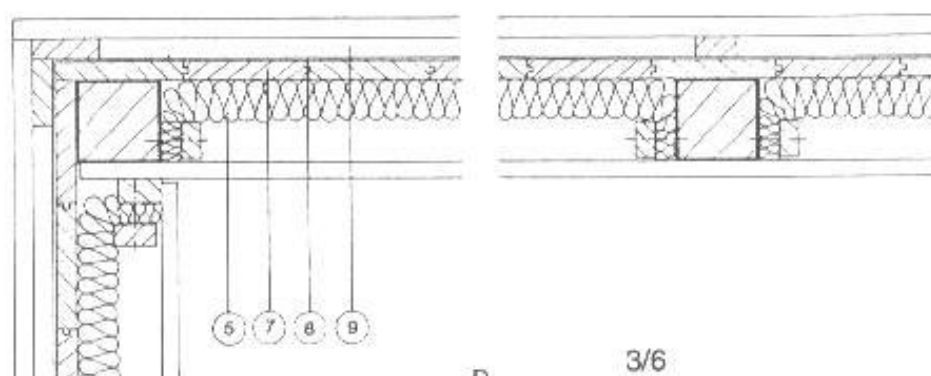
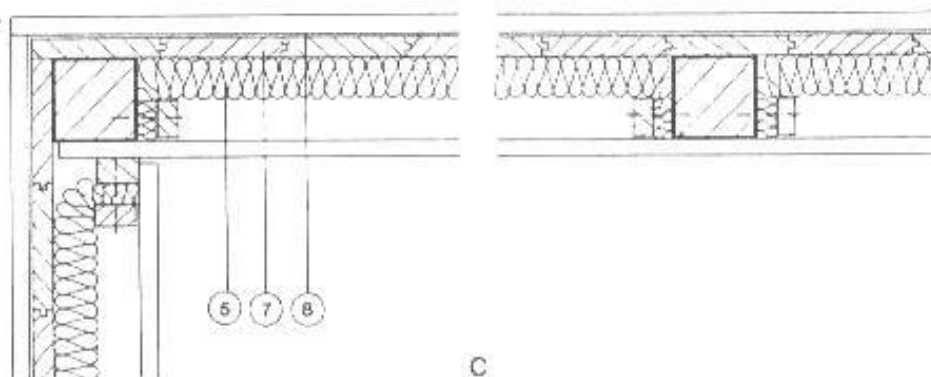
5. Saltea termoizolantă

6. Placă termoizolantă

7. Astereală din scînduri așezate
diagonal

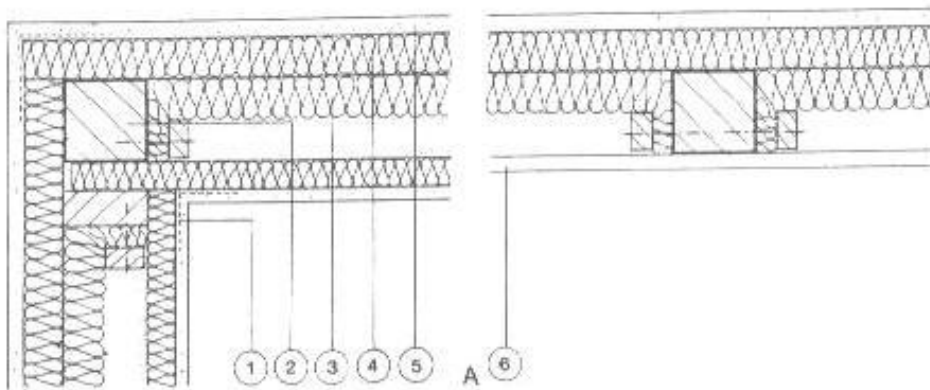
8. Barieră de vînt

9. Strat de aer ventilat



○ PEREȚI EXTERIORI CU SCHELET - EXEMPLE DE ALCĂTUIRI

(SECȚIUNI ORIZONTALE)

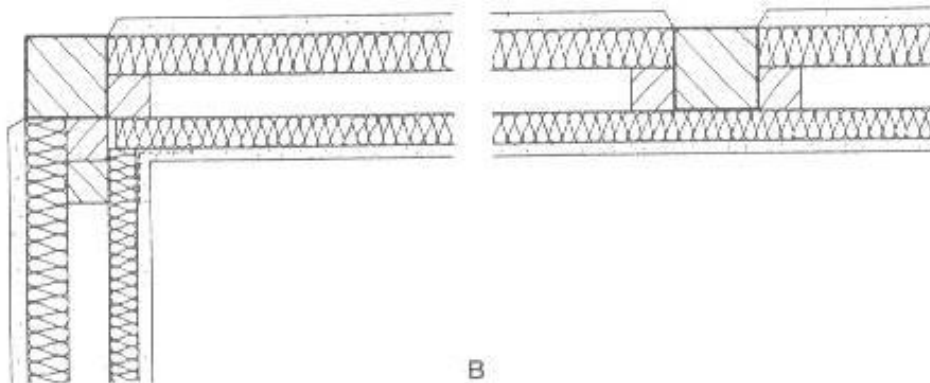


A. PERETE EXTERIOR CU SCHELET ȘI PLACAJ EXTERIOR DIN PANOURI UȘOARE PE BAZĂ DE DEȘEURI LEMNOASE (tip STABILIT)

B. PERETE EXTERIOR CU SCHELET ȘI UMPLUTURĂ DIN PANOURI UȘOARE PE BAZĂ DE DEȘEURI LEMNOASE (tip STABILIT)

C. PERETE EXTERIOR CU SCHELET ȘI UMPLUTURĂ DIN ZIDĂRIE DE CĂRĂMIDĂ

În cazul clădirilor cu mai mult de 1 nivel, rezolvarea de tip A se aplică numai la sistemele cu stâlpi continui. Rezolvările de tip B și C sunt specifice sistemelor cu stâlpi întrerupți în dreptul planșeului.



1. Plasă rabiț

2. Stâlp

3. Saltea termoizolantă

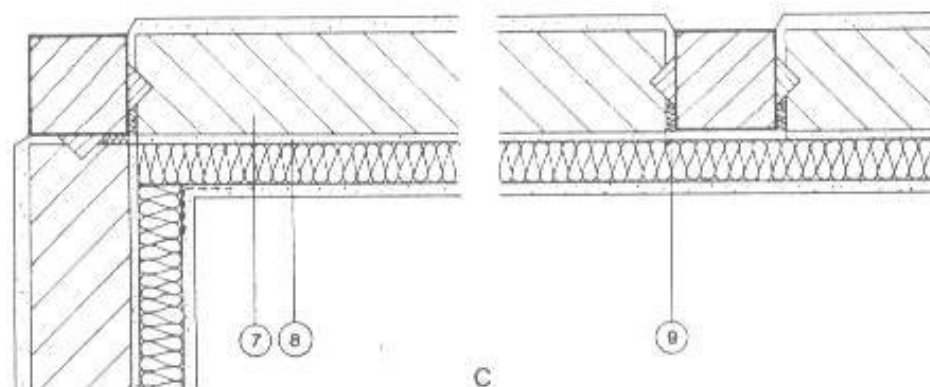
4. Panou ușor pe bază de deșeuri lemnoase (tip Stabilit)

5. Tencuală

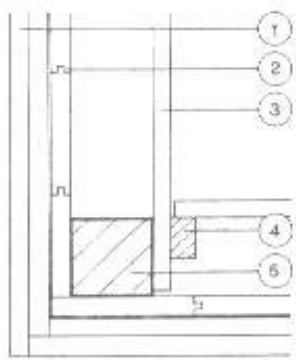
6. Placare interioară

7. Umplutură zidărie de cărămidă

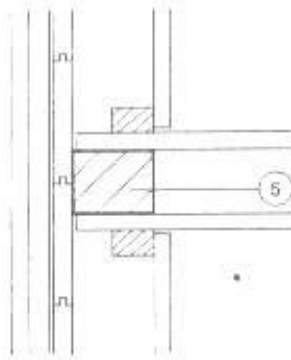
8. Strat nivelare mortar



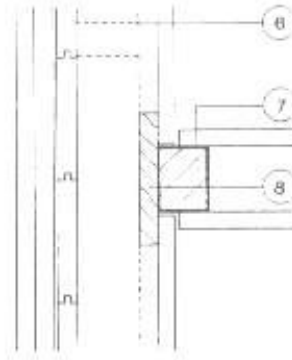
○ PEREȚI EXTERIORI CU SCHELET COLȚURI ȘI RACORDĂRI CU PEREȚII INTERIORI (SECȚIUNI ORIZONTALE)



A



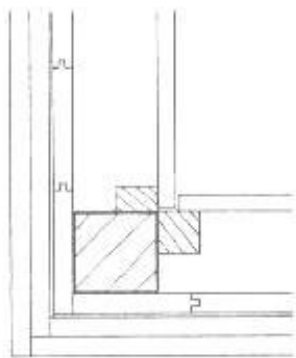
E



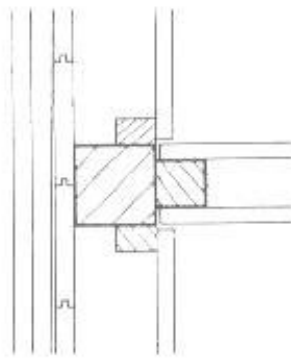
I

A - D: COLȚ EXTERIOR
E - M: RACORDARE CU PEREȚI INTERIORI

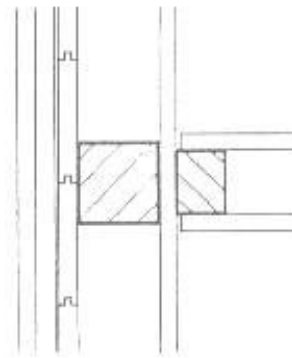
1. Placare exterioară cu strat de aer ventilat
2. Astereală cu barieră de vânt
3. Placare interioară
4. Șipci de montaj
5. Stîlp
6. Riglă superioară
7. Montant perete interior
8. Scîndură sau montant de montaj



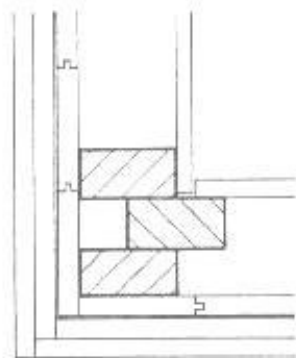
B



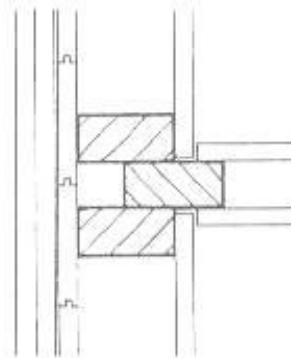
F



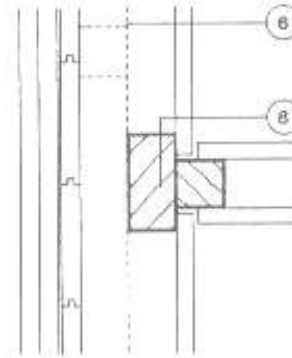
K



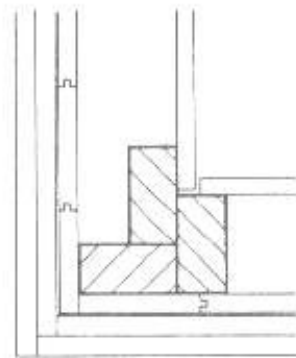
C



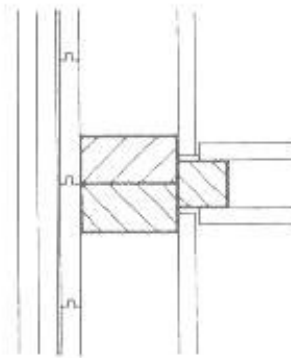
G



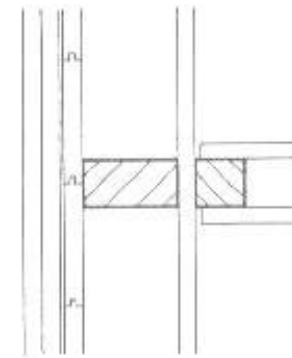
L



D

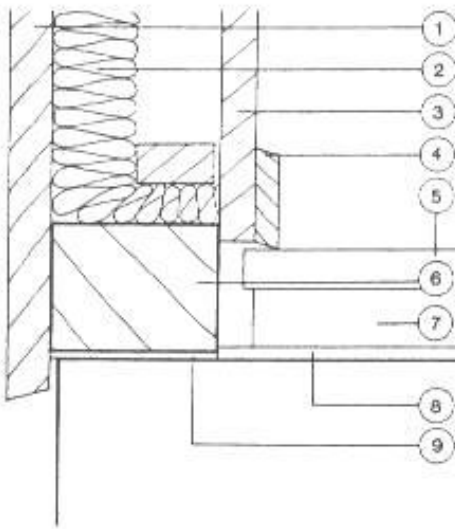


H

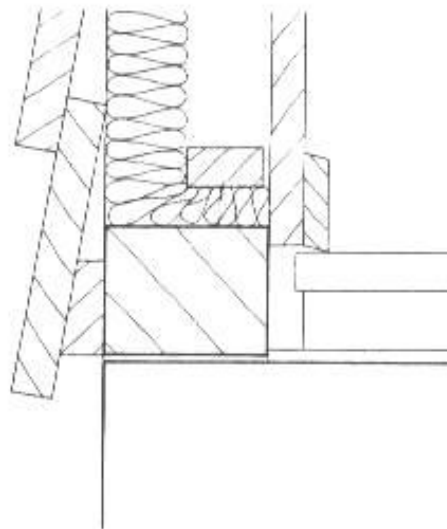


M

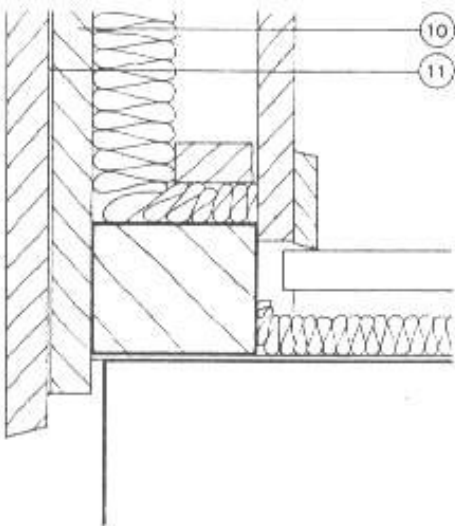
● PEREȚI EXTERIORI CU SCHELET RACORDAREA CU SOCLUL (SECȚIUNI VERTICALE)



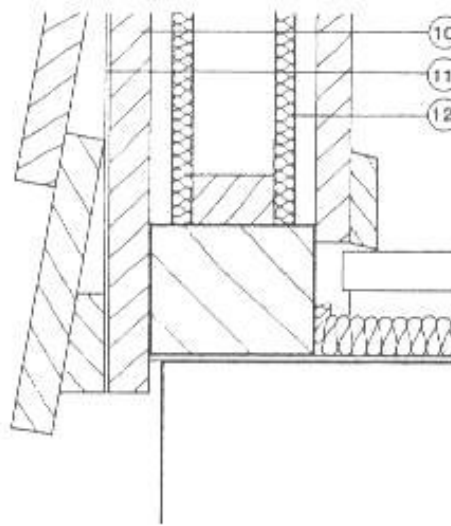
A



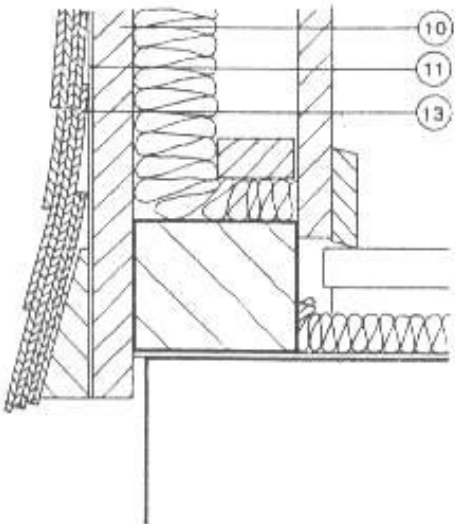
B



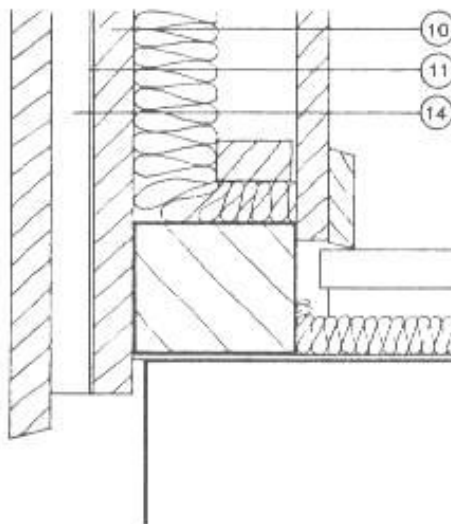
C



D



E

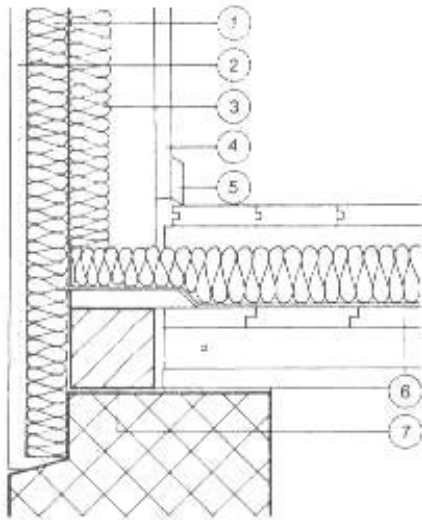


F

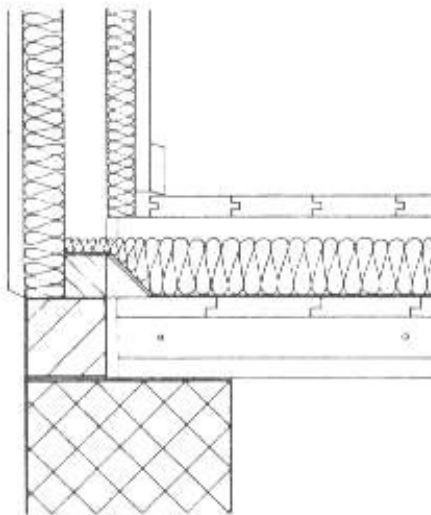
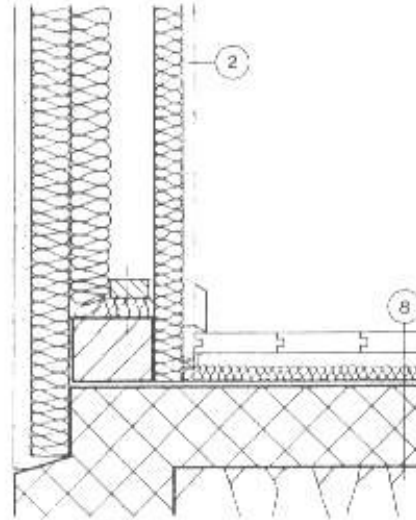
- A. PERETE EXTERIOR MINIMAL
 B. PERETE EXTERIOR PLACAT CU SCINDURI ORIZONTALE IN CAPLAMA, ALCĂTUIRE MINIMALĂ
 C. PERETE EXTERIOR CU ASTEREALĂ
 D. PERETE EXTERIOR PLACAT CU SCINDURI ORIZONTALE IN CAPLAMA ȘI ASTEREALĂ
 E. PERETE EXTERIOR PLACAT CU ȘINDRILĂ (ȘIȚĂ)
 F. PERETE EXTERIOR CU PLACAJ VENTILAT

1. Placaj exterior
 2. Saltea termolizantă
 3. Placaj interior
 4. Plintă
 5. Pardoseală
 6. Talpă inferioară
 7. Grinzășoare
 8. Fișie de placă termolizantă sau calaj
 9. Folie izolantă
 10. Astereală
 11. Barieră de vânt
 12. Placă termolizantă
 13. Placaj șindriliă (șiță)
 14. Strat de aer ventilat (șipc)

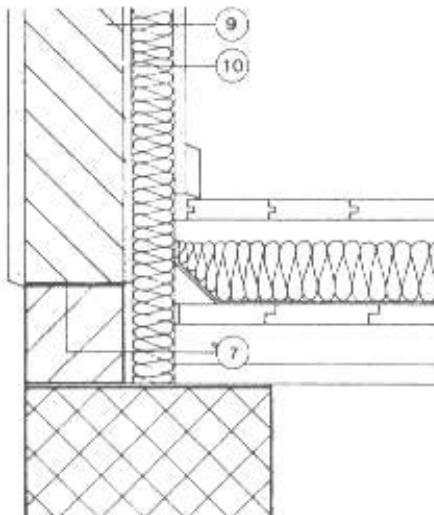
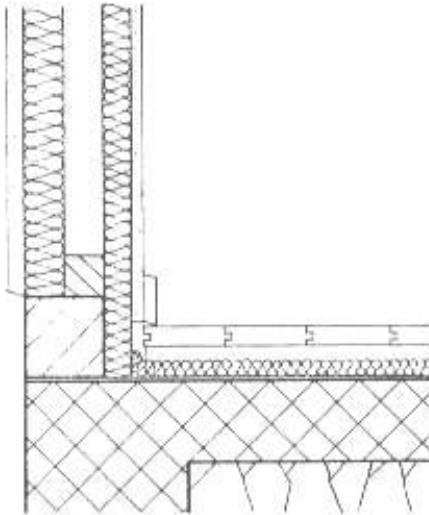
○ PEREȚI EXTERIORI CU SCHELET RACORDAREA CU SOCLUL (SECȚIUNI VERTICALE)



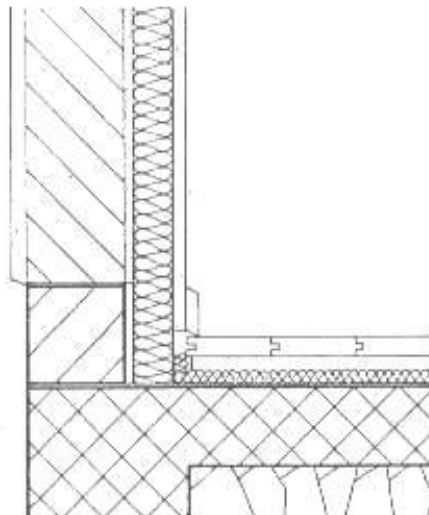
A



B



C

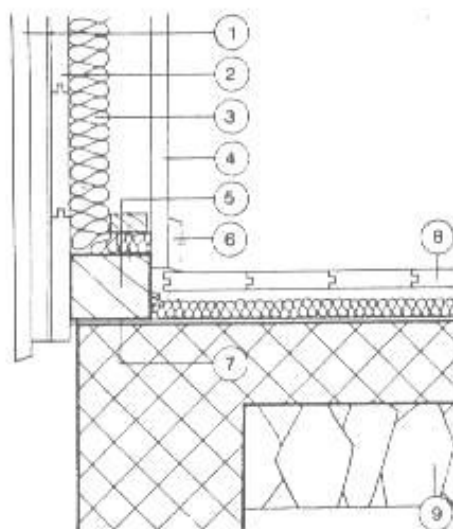


- A. PERETE EXTERIOR PLACAT CU PANOURI UȘOARE (tip STABILIT)
 B. SCHELET 'IN ZĂBRELE' CU UMLUTURĂ DIN PANOURI UȘOARE (tip STABILIT)
 C. B. SCHELET 'IN ZĂBRELE' CU UMLUTURĂ DIN ZIDĂRIE DE CĂRĂMIDĂ

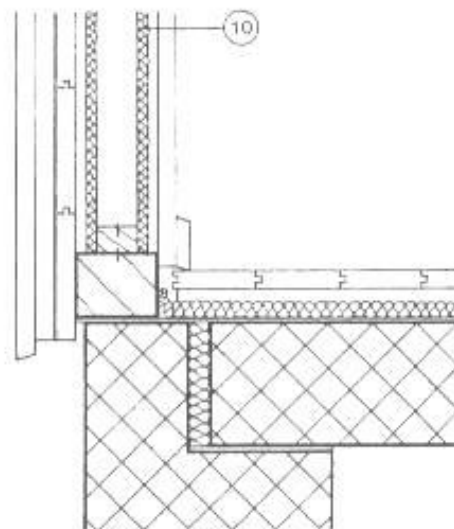
Intrucât în variantele B și C scheletul de lemn este *aparent*, se recomandă folosirea lemnului de stejar, esență mai rezistentă la intemperii decât rășinoasele.

1. Panou ușor pe bază de deșeur lemnoase
2. Tencuală exterioară
3. Saltea termolizantă
4. Placare interioară
5. Plintă
6. Podină între grinzi, cu umplutură în vrac
7. Folie izolantă
8. Pietriș și piatră spartă
9. Umplutură din zidărie de cărămidă
10. Nivelare mortar

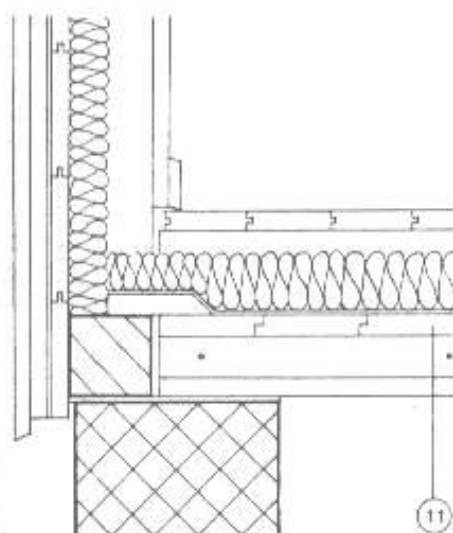
○ PEREȚI EXTERIORI CU SCHELET RACORDAREA CU SOCLUL (SECȚIUNI VERTICALE)



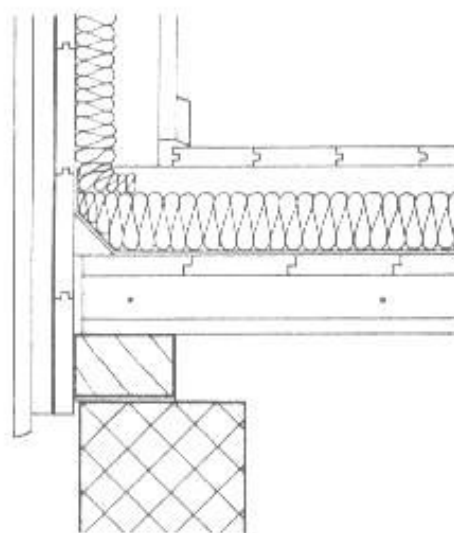
A



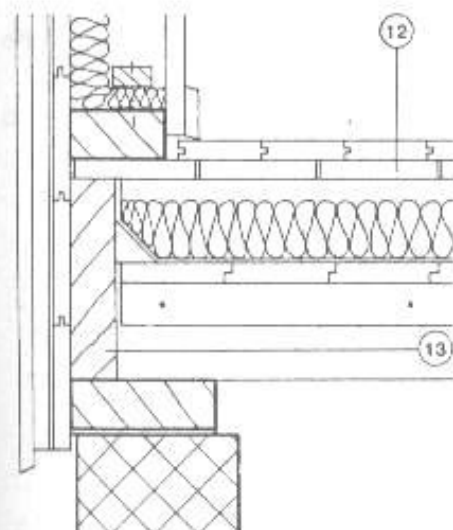
B



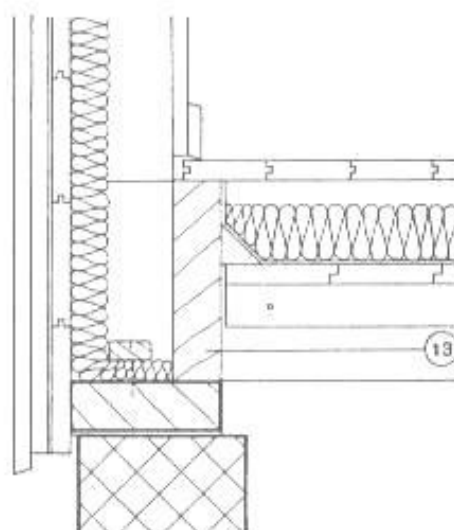
C



D



E



F

VARIANTE DE REZOLVARE A PLANȘULUI:

- A. PE PLACĂ DE BETON PESTE STRAT DE PIETRIȘ ȘI PIATRĂ SPARTĂ
- B. PE DALĂ DE BETON
- C. PE GRINZI DE LEMN REZEMATE PE FUNDAȚII
- D. PE GRINZI DE LEMN REZEMATE PE TĂLPI DE LEMN
- E. PE GRINZI DE LEMN, LA SCHELET CU STILPI CONTINUI - GRINZI REZEMATE PE TĂLPI DE LEMN
- F. PE GRINZI DE LEMN, LA SCHELET CU STILPI CONTINUI - STILPI ȘI GRINZI PE TĂLPI DE LEMN

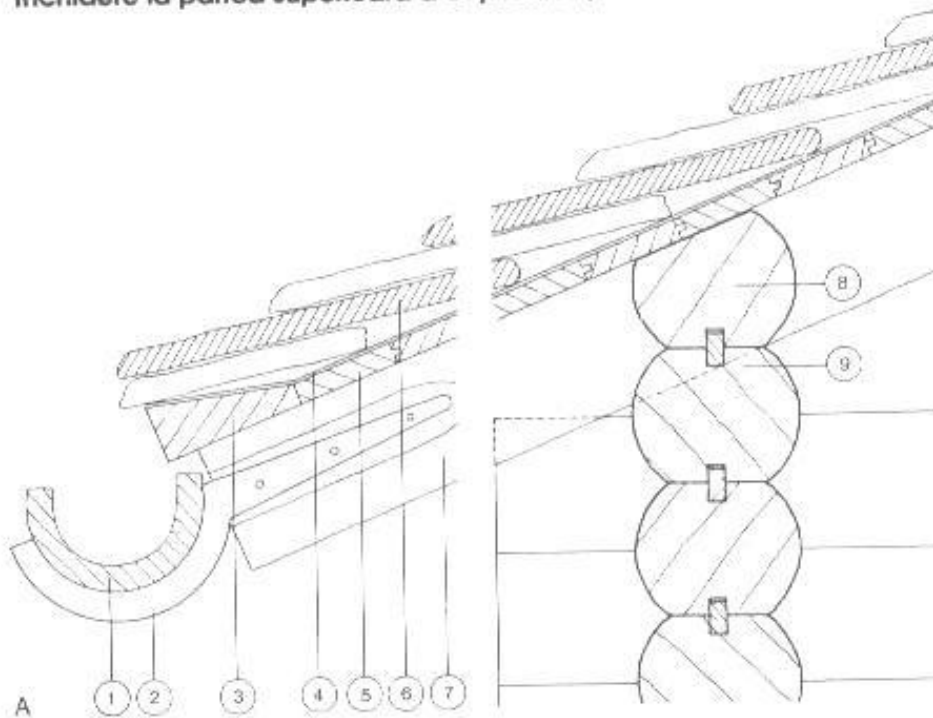
- 1. Placare exterioară cu strat de aer ventilat
- 2. Astereală cu barieră de vânt
- 3. Saltea termoizolantă
- 4. Placare interioară
- 5. Talpă inferioară
- 6. Plintă
- 7. Folie izolantă
- 8. Dușumea pe grinzișoare
- 9. Pietriș și piatră spartă
- 10. Panou termoizolant
- 11. Podină între grinzi, cu termoizolație în vrac
- 12. Dușumea oarbă (așezată diagonal)
- 13. Centură

○ PEREȚI EXTERIORI DIN BÎRNE SUPRAPUSE RELAȚIA CU ACOPERIȘUL (SECȚIUNI VERTICALE)

• STREAȘINĂ LA ACOPERIȘ CU 2 (4) PANTE

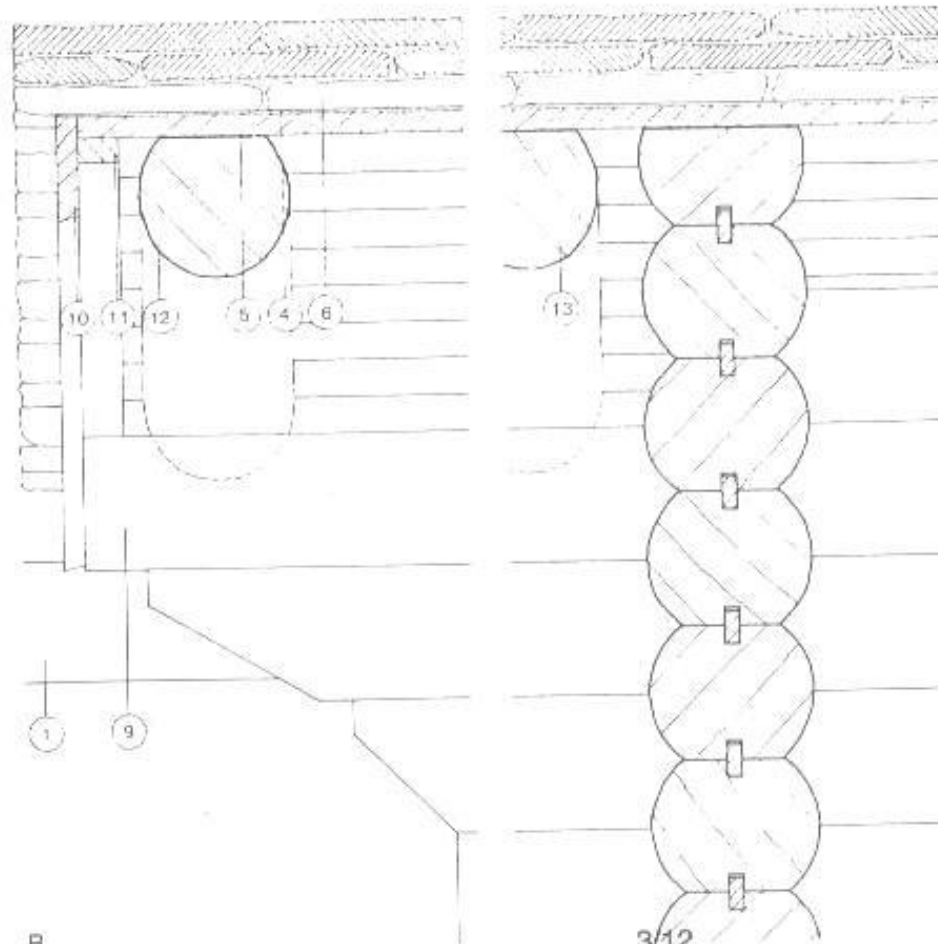
Invelitoare: lespezi de piatră

Inchidere la partea superioară a căpriorilor (alcătuire minimală, fără termoizolație!)



A. STREAȘINĂ DE POALĂ
B. REZOLVARE LA TIMPAN
(acoperiș în 2 ape)

Modul de rezemare a căpriorilor trebuie să țină cont de tasarea peretelui prin contragerea bînelor. Căpriorii nu vor avea decît o singură legătură fixă, punctuală, la coamă. La toate celelalte rezeme (pane intermediare, pane libere, cosoroabă) vor fi menținuți în poziție cu agrafe care să permită lunecarea liberă..



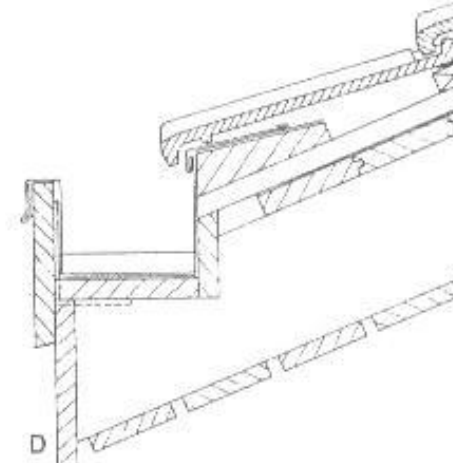
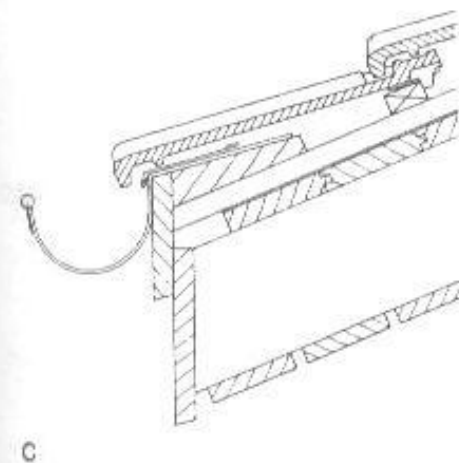
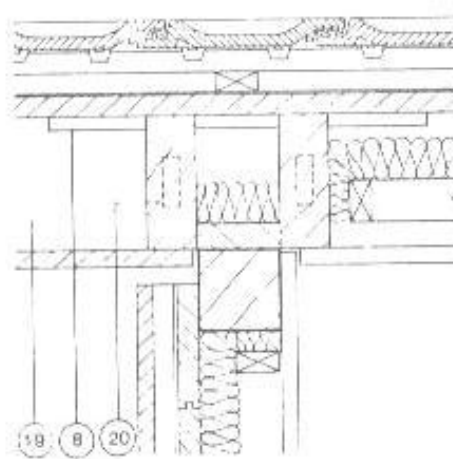
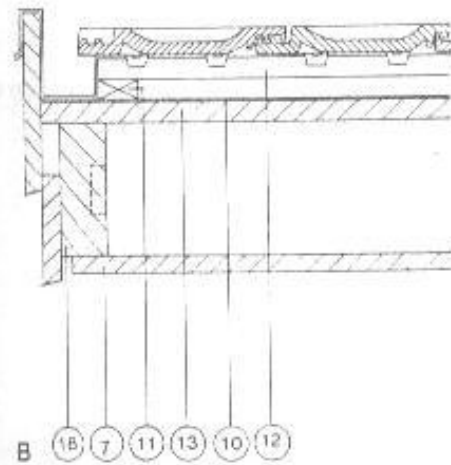
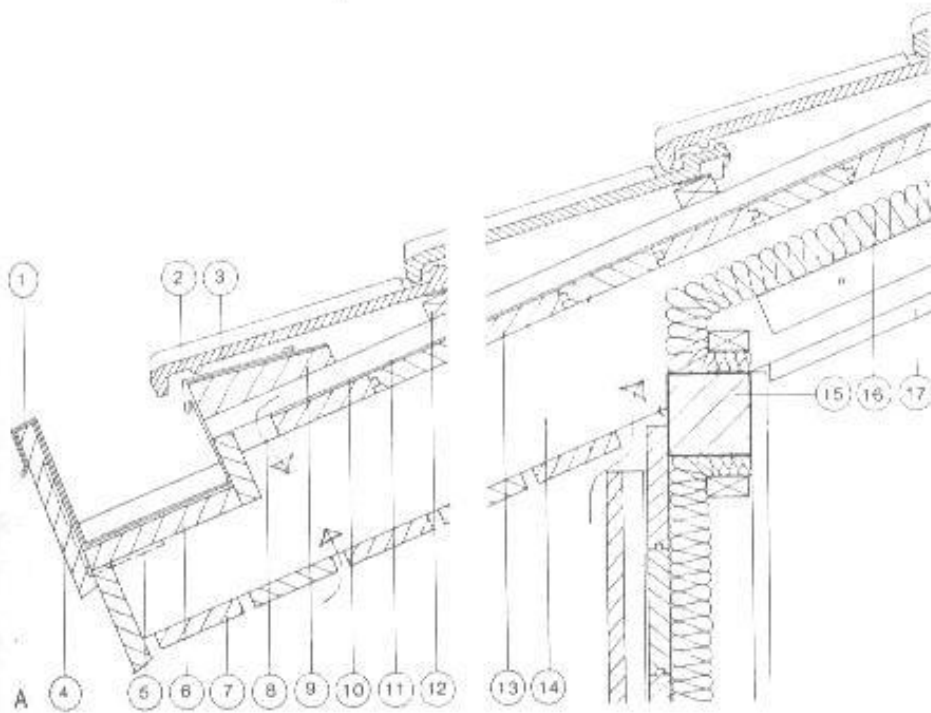
1. Jgheab
2. Cîrlig jgheab
3. Călcîi lemn
4. Fole hidrozolantă
5. Astereală
6. Lespezi de piatră
7. Căprior
8. Bîmă de completare (între căpriori)
9. Bîmă de rezemare a căpriorilor (cosoroabă)
10. Pазie anti-vînt
11. Riglă de rezemare
12. Căprior liber (exterior)
13. Căprior de margine

● PEREȚI EXTERIORI CU SCHELET RELAȚIA CU ACOPERIȘUL (SECȚIUNI VERTICALE)

● STEAȘINĂ LA ACOPERIȘ ÎN DOUĂ PANTE / TAVAN ÎNCLINAT

Invelitoare: țigle profilate

Inchidere interioară la fața inferioară a căpriorilor



A. STEAȘINĂ CU JGHEAB MASCAT
B. REZOLVARE LA TIMPAN
C. STEAȘINĂ CU JGHEAB APARENT
D. STEAȘINĂ CU JGHEAB MASCAT (variantă)

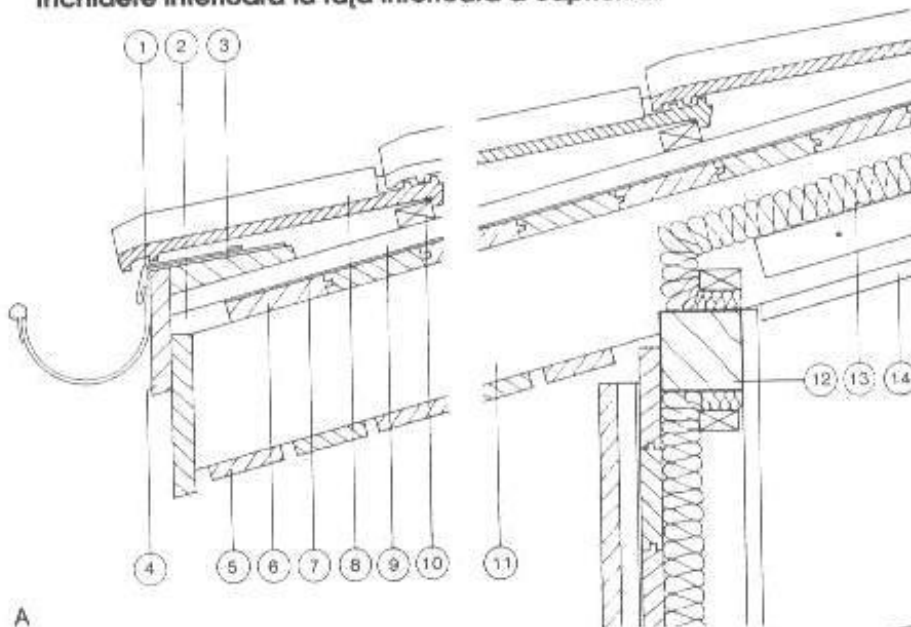
1. Jgheab din tablă
2. Invelitoare din țigă profilată
3. Agrafă
4. Pазie
5. Cîrlig tablă galvanizată
6. Plesă de fund a Jgheabului
7. Inchidere din scînduri, cu goluri de ventilație
8. Gol de ventilație
9. Călcîi de lemn
10. Foile hidroizolantă
- 11+12. Grătar de șipci
13. Astereală
14. Căprior
15. Talpă superioară (cosoroabă)
16. Saltea termoizolantă
17. Tavan din plăci (pe bază de lemn sau gips-carton)
18. Dulap (căprior) de capăt
19. Consolă
20. Dulap intermediar (între console)

● PEREȚI EXTERIORI CU SCHELET RELAȚIA CU ACOPERIȘUL (SECȚIUNI VERTICALE)

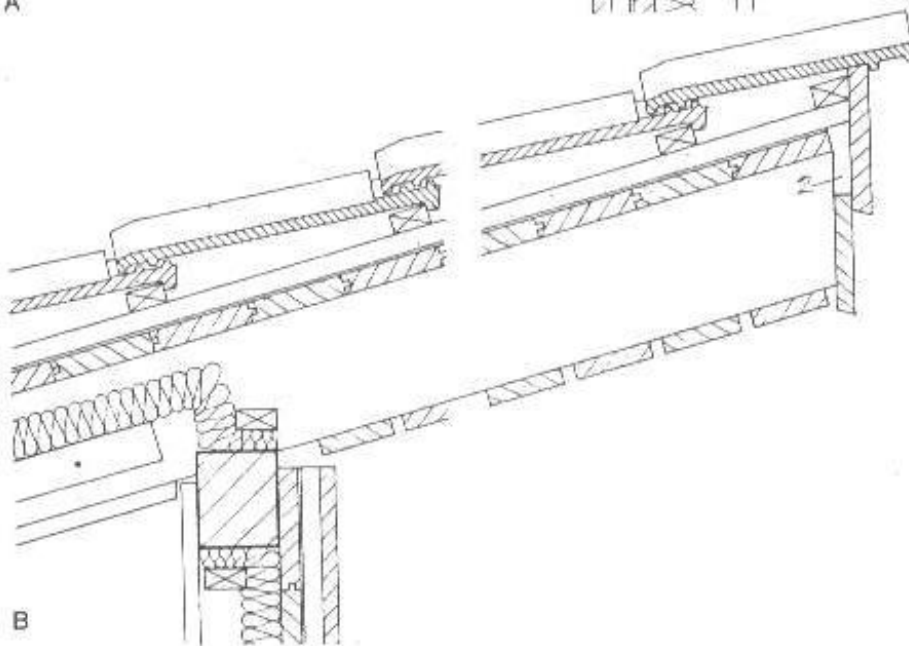
● STREAȘINĂ LA ACOPERIȘ CU O SINGURĂ PANTĂ / TAVAN INCLINAT

Invelitoare: țigle flamande

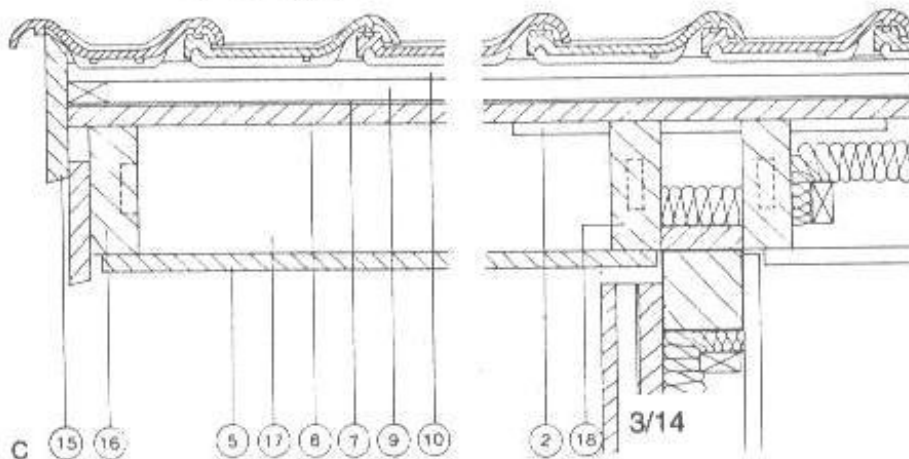
Inchidere interioară la fața inferioară a căpriorilor



A. STREAȘINĂ CU JGHEAB APARENT
 B. REZOLVARE LA PARTEA SUPERIOARĂ
 C. REZOLVARE LA TIMPAN LATERAL



1. Agrafă
2. Gol de ventilare
3. Călcii de lemn
4. Pазle cu lăcrimar
5. Inchidere din scinduri, cu goluri de ventilare
6. Astereală
7. Folie hidroizolantă (hîrtie Kraft)
8. Invelitoare din țigle flamande
- 9+10. Grătar de șipci
11. Căprior
12. Talpă superioară (cosoroabă)
13. Saltea termoizolantă
14. Tavan din plăci (pe bază de lemn sau gips-carton)
15. Pazie anti-vînt
16. Dulap (căprior) de capăt
17. Consolă
18. Dulap intermediar (între console)



C 15 16 5 17 8 7 9 10

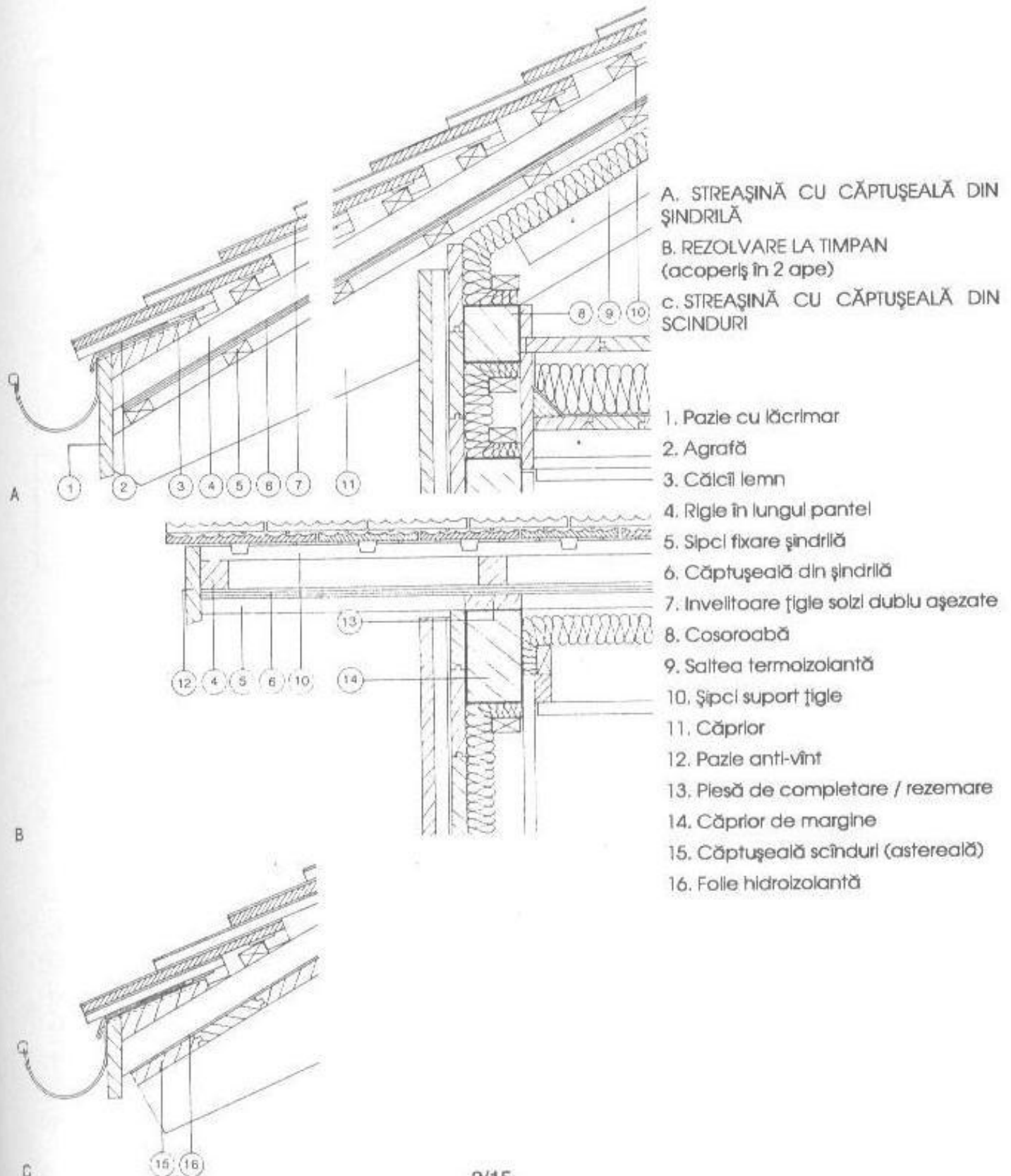
2 18 3/14

○ PEREȚI EXTERIORI CU SCHELET RELAȚIA CU ACOPERIȘUL (SECȚIUNI VERTICALE)

• STEAȘINĂ LA ACOPERIȘ CU 2 (4) PANTE / TAVAN ORIZONTAL + POD

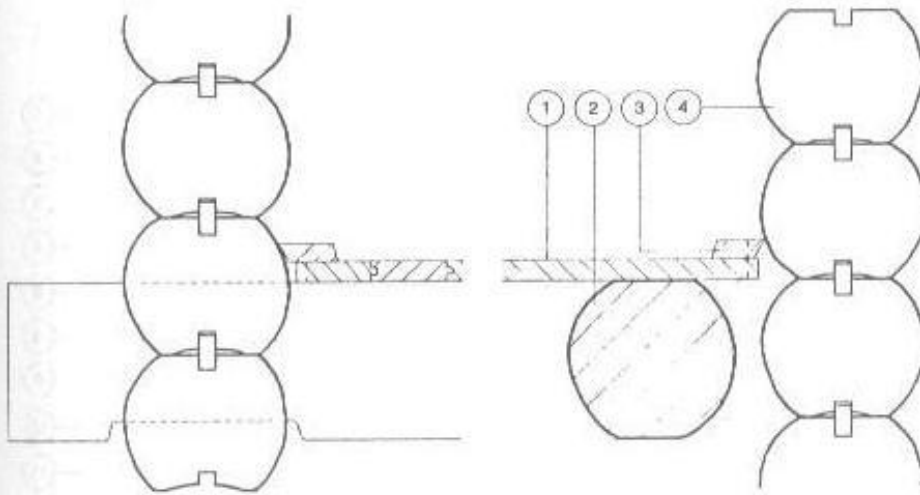
Invelitoare: țigle solzi.

Inchidere interioară la partea inferioară a grinzilor de planșeu



3.2. PLANȘEE

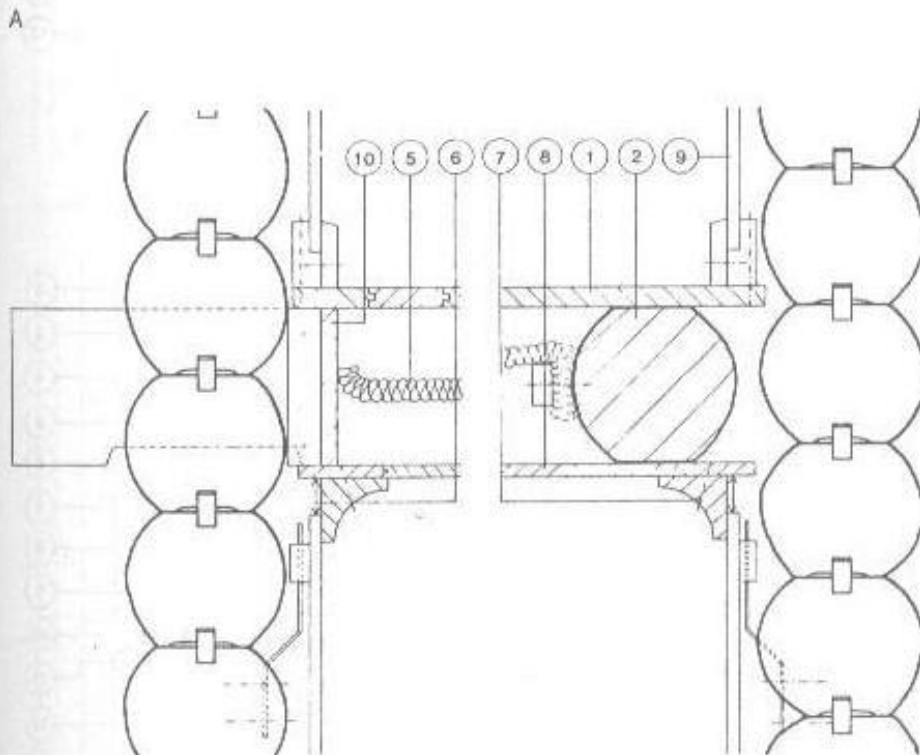
PLANȘEE LA CONSTRUCȚII DIN BÎRNE ROTUNDE



A. PLANȘEU MINIMAL

B. PLANȘEU PREVĂZUT CU IZOLAȚIE FONICĂ (ȘI/SAU TERMICĂ)

C. RACORDARE CU COȘUL DE FUM



1. Dușumea din scînduri l.u.

2. Grîndă

3. Plintă

4. Perete din bîrne rotunde

5. Saltea izolantă

6. Rost de tasare

7. Pervaz profilat

8. Plafon (placaj scînduri l.u.)

9. Finisaj interior al peretelui

10. Scîndură de capăt (rigidizare)

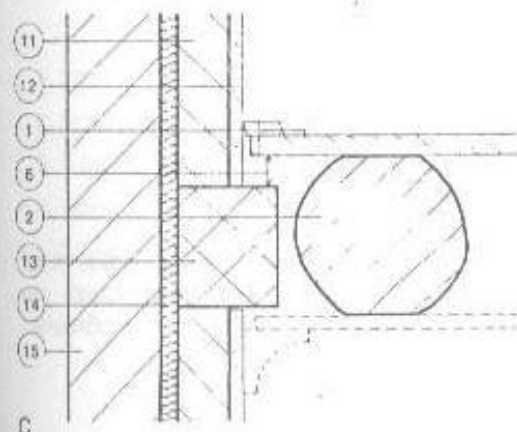
11. Parament de zidărie la fața interioară a coșului

12. Tencuială interioară

13. Centură b.a.

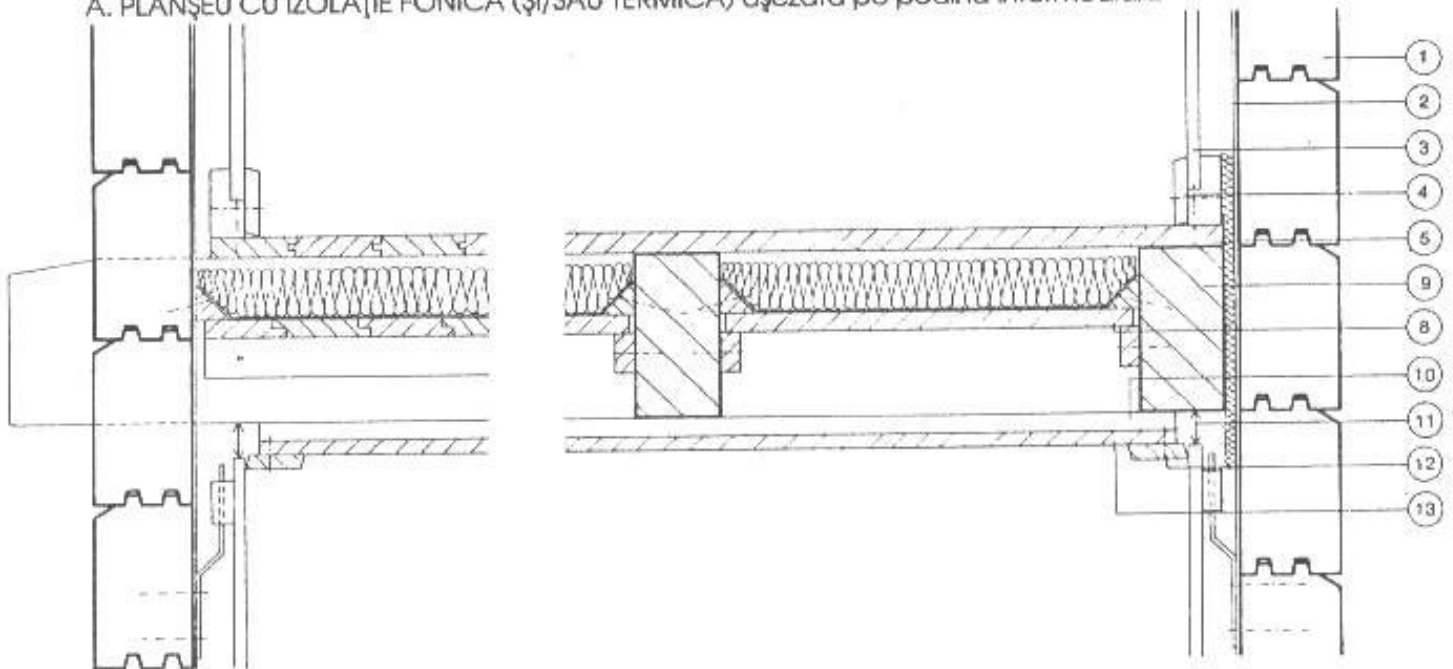
14. Placă termolizantă din material anorganic

15. Coș de fum din zidărie

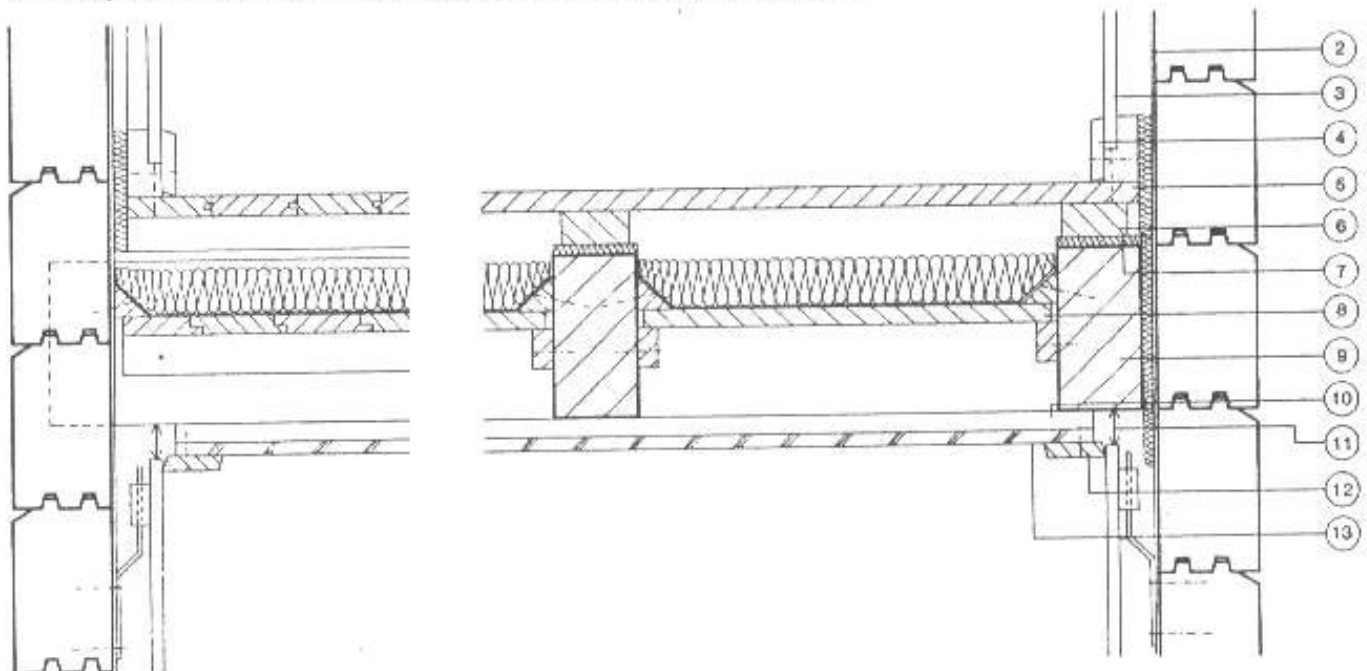


PLANȘEE LA CONSTRUCȚII DIN BIRNE RECTANGULARE

A. PLANȘEU CU IZOLAȚIE FONICĂ (ȘI/SAU TERMICĂ) așezată pe podină intermediară



B. PLANȘEU CU IZOLAȚIE FONICĂ (ȘI/SAU TERMICĂ) cu pardoseală flotantă



1. Perete din birne
2. Barieră de vînt
3. Placare interioară
4. Plintă
5. Pardoseală scînduri l.u.

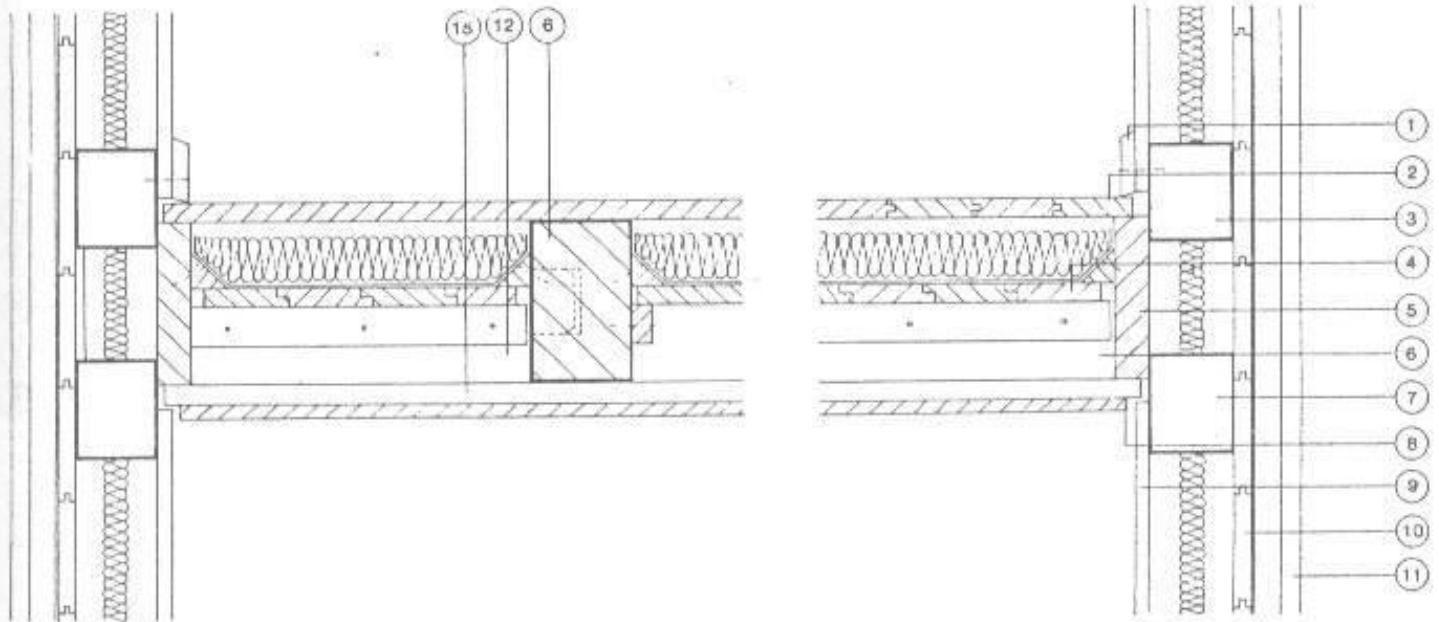
6. Grinzîsoară
7. Strat izolant
8. Podină intermediară
9. Grindă de planșeu
10. Șipci susținere plafon

11. Rost de tasare
12. Acoperitor de rost
13. Plafon

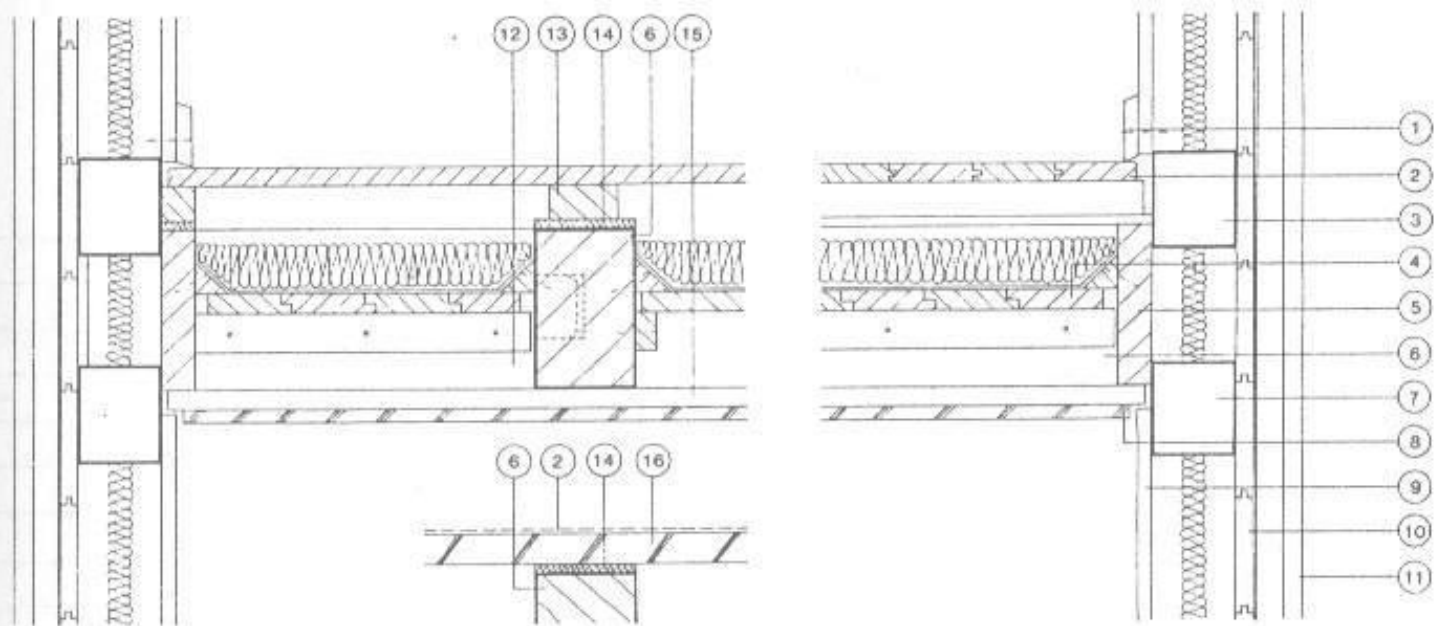
NOTĂ: La fixarea finisajului interior trebuie ținut cont de tasarea bînelor ce alcătuiesc pereții.

PLANȘEE LA CONSTRUCȚII CU SCHELET IN ZĂBRELE

A. PLANȘEU CU IZOLAȚIE FONICĂ (ȘI/SAU TERMICĂ) așezată pe podină intermediară



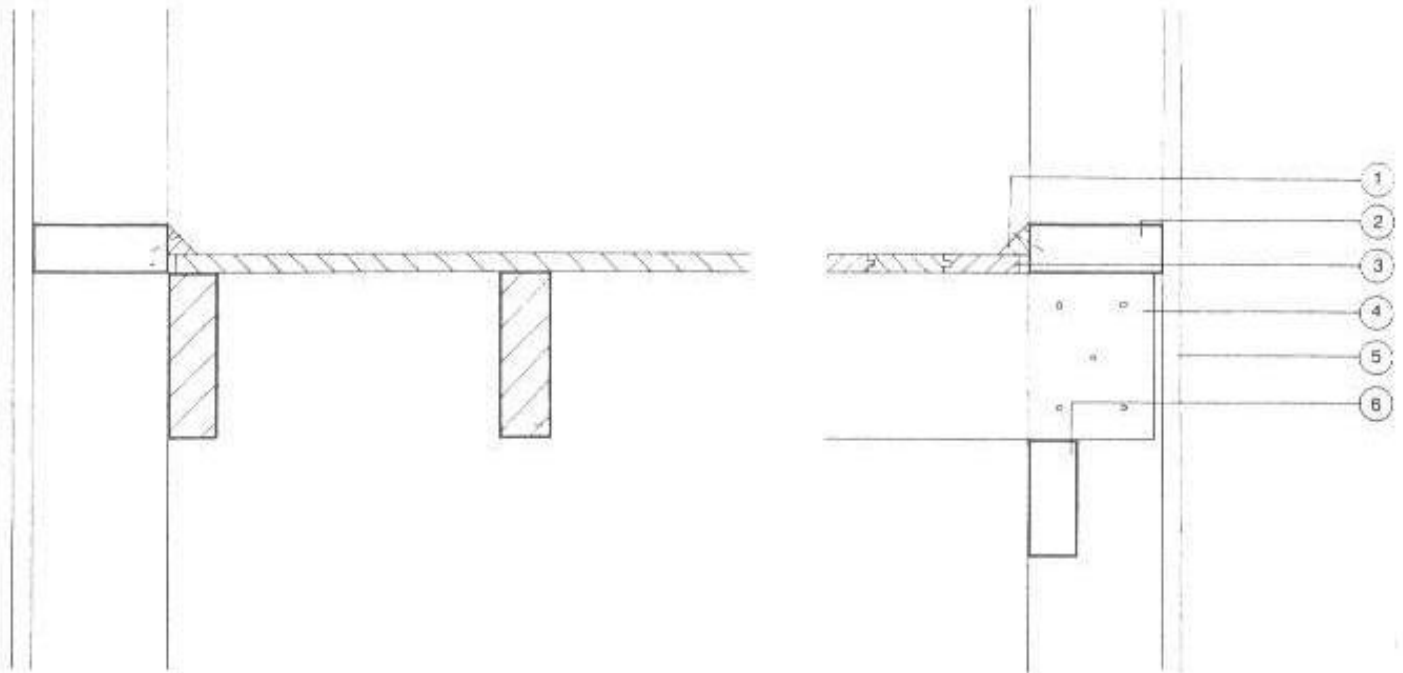
B. PLANȘEU CU IZOLAȚIE FONICĂ (ȘI/SAU TERMICĂ) cu pardoseală flotantă



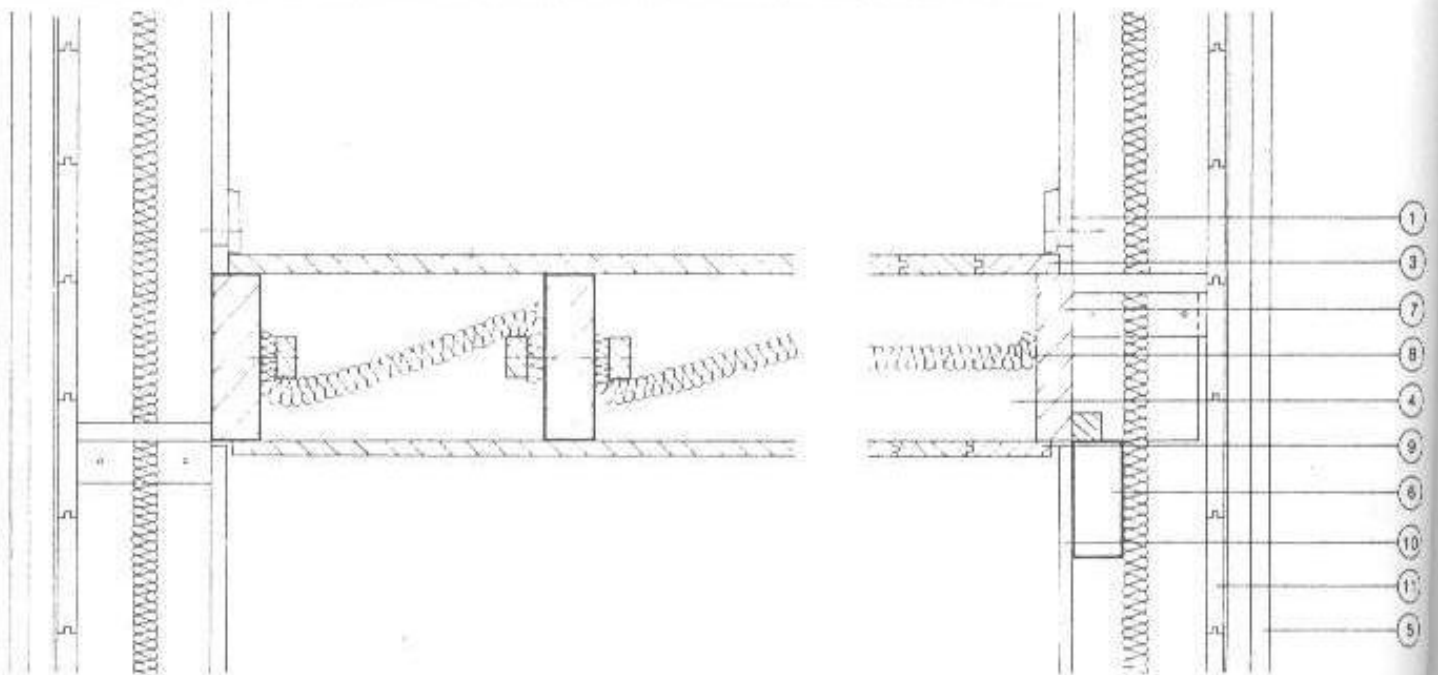
- | | | |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|
| 1. Plintă | 7. Talpă superioară | 12. Grindă de legătură |
| 2. Pardoseală din scânduri l.u. | 8. Plafon | 13. Grinzișoară |
| 3. Talpă inferioară | 9. Placare interioară | 14. Strat izolant |
| 4. Podină intermediară | 10. Astereală din scânduri așezate diagonal + barieră vânt | 15. Șipci susținere plafon |
| 5. Scândură de capăt (rigidizare) | 11. Placare exterioră, cu strat de aer ventilat | 16. Plăci PAL (sau contrapiacă) |
| 6. Grindă de planșeu | | |

PLANȘEE LA CONSTRUCȚII CU SCHELET DIN DULAPI CU STILPI CONTINUI

A. PLANȘEU MINIMAL



B. PLANȘEU CU IZOLAȚIE FONICĂ (ȘI/SAU TERMICĂ) din saltele dispuse între grinzi



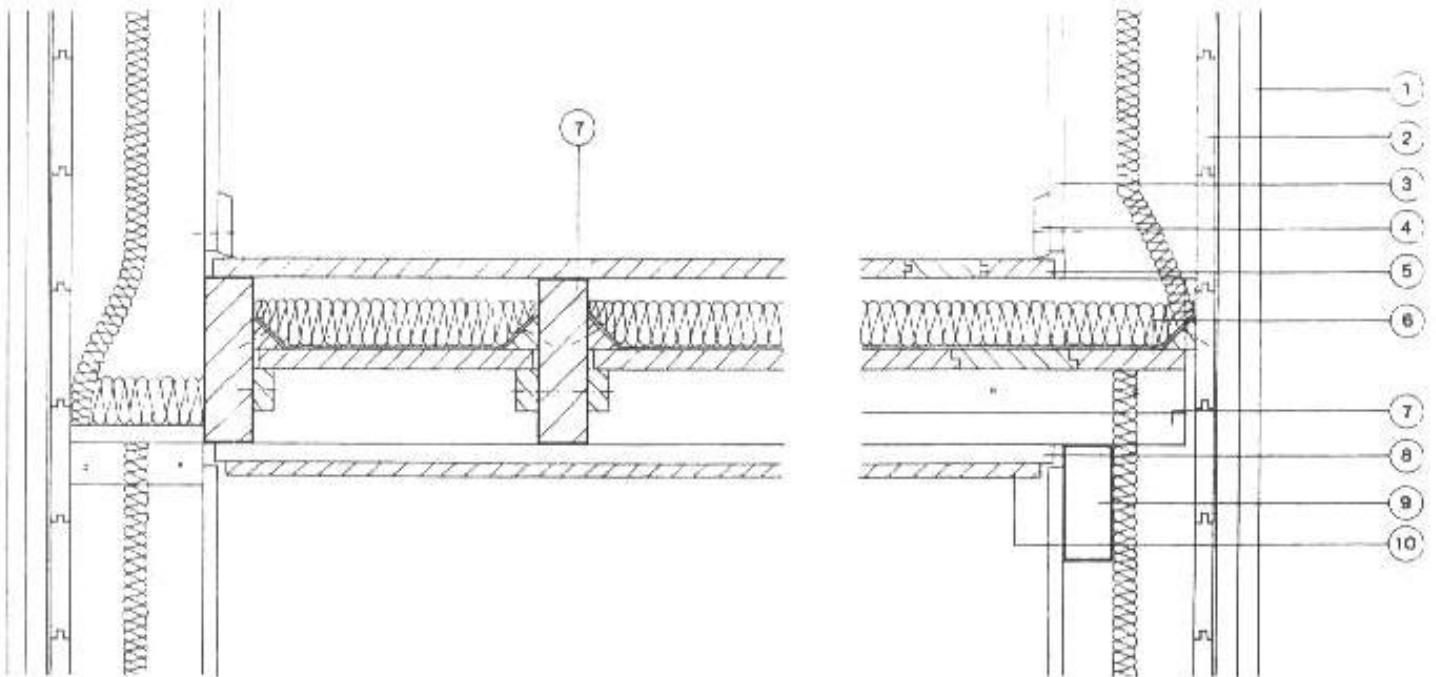
1. Plintă
2. Traversă de legătură
3. Pardoseală din scânduri cu lambă și uluc
4. Grindă de planșeu

5. Placare exterioră cu strat de aer ventilat
6. Traversă de rezemare
7. Scândură de rigidizare
8. Saltea izolantă

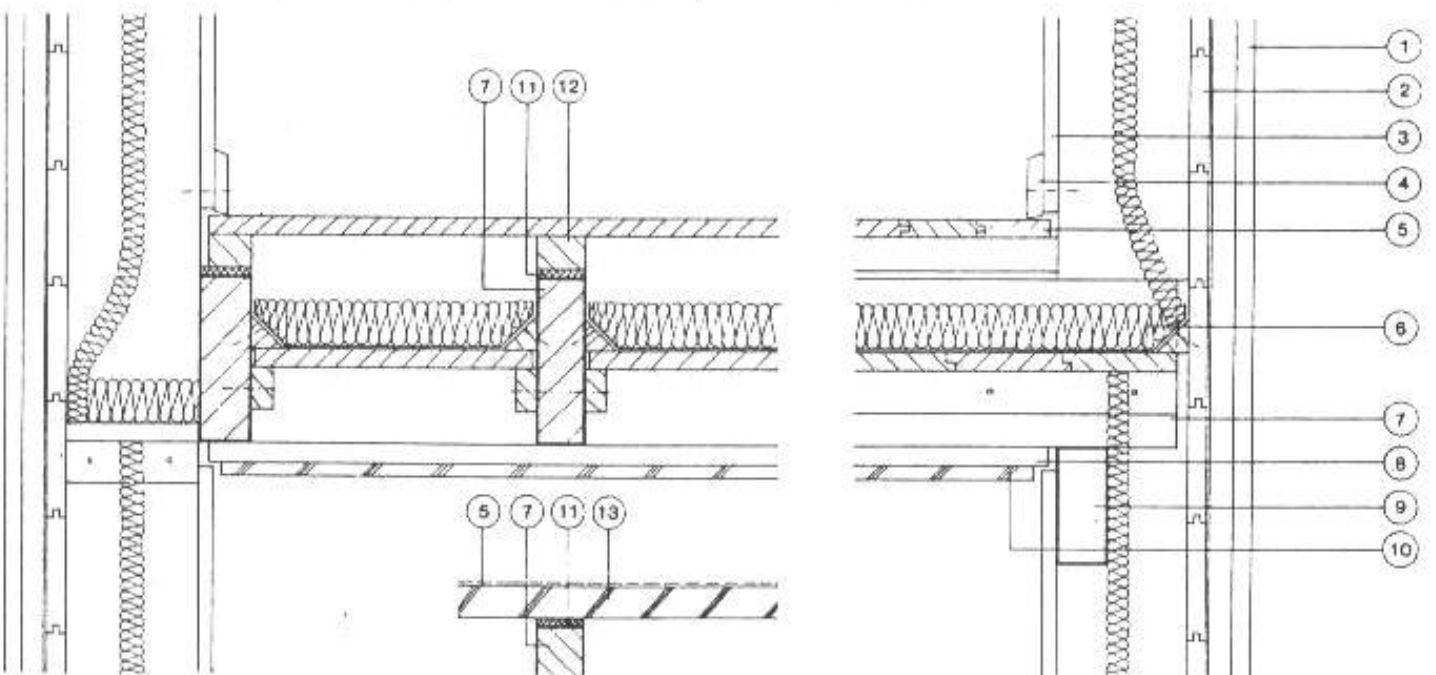
9. Plafon din scânduri l.u.
10. Placare interioară
11. Astereală din scânduri dispuse diagonal + barieră de vânt

PLANȘEE LA CONSTRUCȚII CU SCHELET DIN DULAPI CU STILPI CONTINUI

C. PLANȘEU CU IZOLAȚIE FONICĂ (ȘI/SAU TERMICĂ) așezată pe podină intermediară



D. PLANȘEU CU IZOLAȚIE FONICĂ (ȘI/SAU TERMICĂ) cu pardoseală flotantă



1. Placare exterioră cu strat de aer ventilat

2. Astereală din scânduri dispuse diagonal + barieră de vânt

3. Placare interioară

4. Plintă

5. Pardoseală scânduri fălțuite

6. Podină intermediară

7. Grindă de planșeu

8. Șipci fixare plafon

9. Traversă de rezemare

10. Plafon

11. Strat izolant

12. Grinzișoară

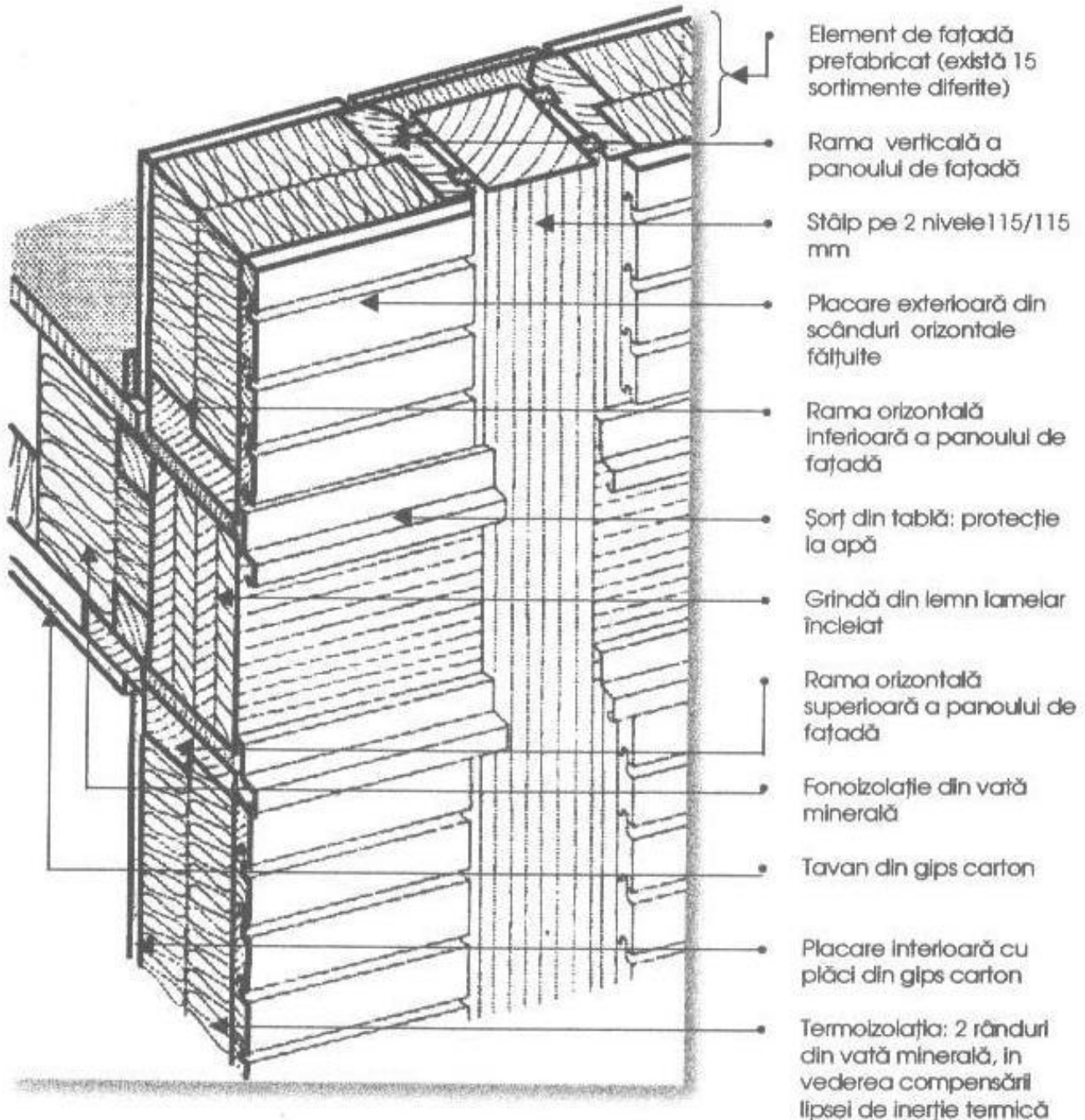
13. Strat suport pardoseală din plăci PAL (sau din lemn masiv)

REZOLVĂRI CONSTRUCTIVE DE DETALIU ALE RELAȚIEI DINTRE UN PLANȘEU INTERMEDIAR ȘI O FAJADĂ

SISTEM CONSTRUCTIV CU STĂLPI ȘI GRINZI COPLANARE PE 2 DIRECȚII

Secțiune axonometrică

Sursa: *Construire en bois 1*, p.209, Lausanne 1988



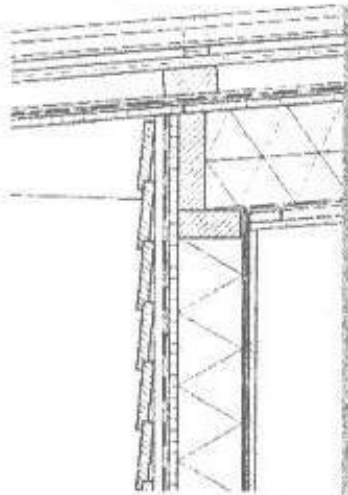
Sistem constructiv finlandez, conceput pe o tramă de 3,75 / 3,75 m în 2 variante de înălțime (2.16m / 2.58m). Toate grinzile sunt din lemn lamelar înțeliat și au dimensiunile 115/22 cm. Legăturile dintre elementele structurale se realizează cu ajutorul unor conectori metalici. Grinzile planșeului atornează (ca poziție în plan) în "tablă de șah". Există o garnă largă de panouri de fațadă (ca formă și dimensiuni, dar identice ca alcătuire). Acoperișul este de tip terasă cu pantă zero. Stâlpii primesc la interior o protecție termică suplimentară

REZOLVĂRI CONSTRUCTIVE DE DETALIU ALE RELAȚIEI DINTRE UN PLANȘEU INTERMEDIAR ȘI O FAȚADĂ

STRUCTURĂ PREFABRICATĂ DIN DULAPI

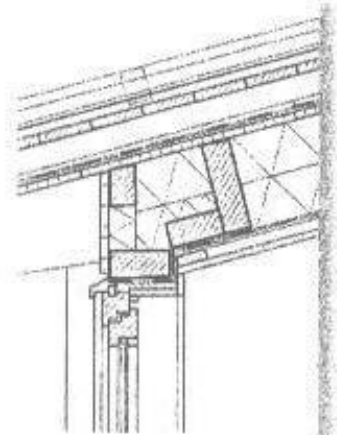
Secțiune verticală prin zona de plin (în stânga) și prin zona vitrată (în dreapta)

Sursa: DETAIL, 1/1997, p. 43-44



Alcătuirea acoperișului (de sus în jos)

- învelișoare din tablă de zinc
- astereală de 24 mm,
- pâslă cu rol de insonorizare fonică
- pane de 60/120 mm dispuse la 625 mm
- șipci pentru distanțare, 12/60 mm
- carton bitumat
- panou aglomerat tip OSB de 19 mm
- căpriori de 220mm, dispuși la 625 mm
- izolare termică din vată minerală de 120+100 mm
- barieră de vapori, folie polietilenă
- șipci suport tavan de 24 mm
- tavan din plăci de gips carton de 15 mm



Alcătuirea pereților :

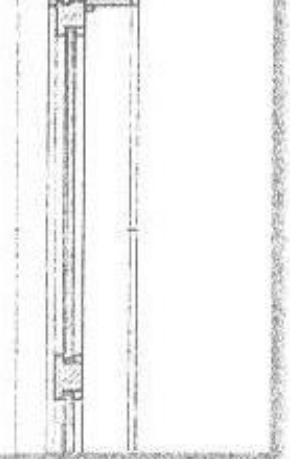
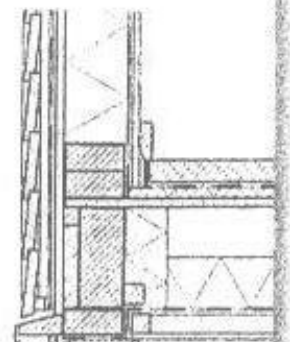
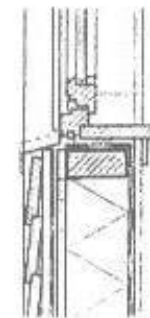
(de la interior spre exterior)

- plăci din gips carton de 12.5 mm+10 mm
- barieră de vapori, folie de polietilenă
- izolație termică, vată minerală de 100 mm
- schelet din lemn: montanți de 60/140 mm dispuși la 625 mm
- placă din lemn aglomerat (PAL) de 16 mm
- barieră contra vântului folie de polietilenă
- strat de aer ventilat, șipci de 24 mm bătute vertical
- placare exterioară din scânduri orizontale dispuse în "caplama"

Alcătuirea planșeului intermediar:

(de sus în jos)

- strat de uzură: mochetă
- dală flotantă - șapă din ciment armat de 50 mm, strat separator, material fonoamortizant
- plăci aglomerate din lemn (PAL) de 16 mm
- grinzi perpendiculare pe planul fațadel, dispuse la 625 mm una de cealaltă
- material fonoabsorbant, vată minerală de 100 mm
- schelet (cadru) din șipci, suport tavan
- tavan din plăci de gips carton de 12,5 mm

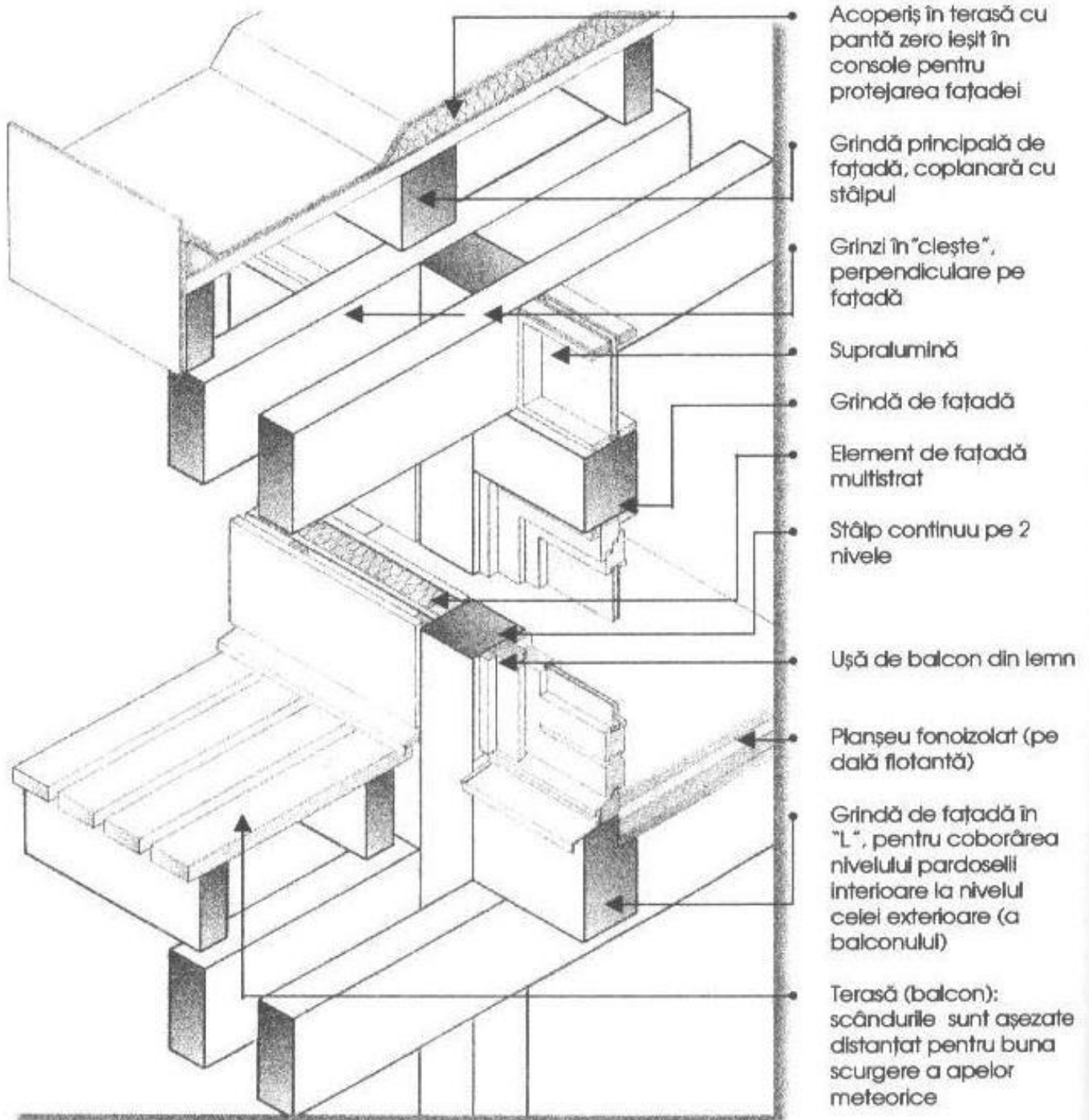


REZOLVĂRI CONSTRUCTIVE DE DETALIU ALE RELAȚIEI DINTRE UN PLANȘEU INTEREDIAR ȘI O FAȚADĂ

CLĂDIRE CU STRUCTURA DIN STĂLPI (PE 2 NIVELE) ȘI GRINZI (ÎN CLEȘTE)

Secțiune axonometrică

Sursa: *Les systèmes constructifs en bois, Paris 1981, p.38*



Elementele de fațadă sunt alcătuite (de la interior la exterior) din:

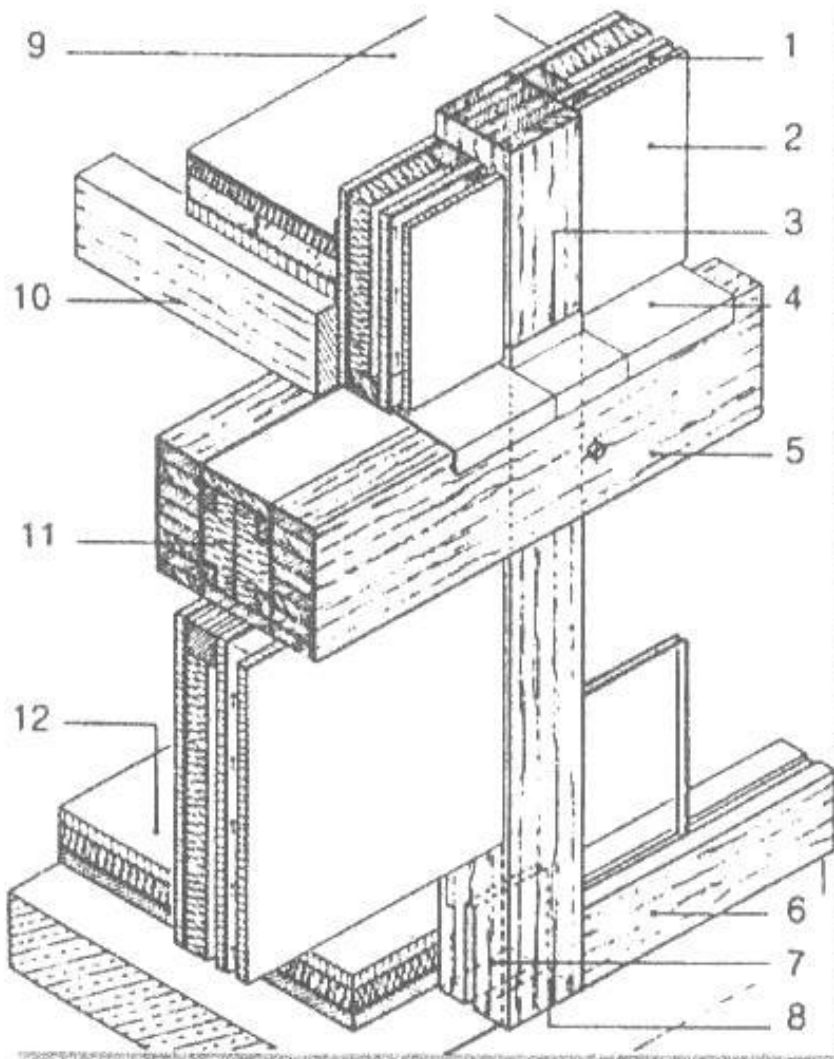
- Placare interioară (placi gips carton)
- Barieră de vapor (folie polietilenă)
- Termoizolație (vată minerală)
- Barieră de vânt (polietilenă)
- Strat de aer ventilat (grilă de șipci)
- Placare exterioară (posibil orice material rezistent la intemperii)

REZOLVĂRI CONSTRUCTIVE DE DETALIU ALE RELAȚIEI DINTRE UN PLANȘEU INTEREDIAR ȘI O FAȚADĂ

CLĂDIRE CU STRUCTURA DIN STĂLPI (PE 2 NIVELE) ȘI GRINZI DE FAȚADĂ (ÎN CLEȘTE)

Secțiune axonometrică

Sursa: *Les systemes constructifs en bois, Paris 1981, p.39*



1. Strat de aer ventilat
2. Placare exterioară
3. Tolă metalică introdusă într-o fantă tăiată în cadrul stâlpului și mascată cu chit
4. Protejarea pieselor orizontale cu șorțuri din tablă
5. Grindă de fațadă în "clește"
6. Talpă inferioară bizotată pe mijloc pentru fixarea vitrajului (fără cercevele)
7. Ranforsarea stâlpului cu platbande metalice
8. Stâlp continuu pe 2 nivele
9. Planșeu intermediar
10. Grinzi de planșeu perpendiculare pe fațadă
11. Izolație termică în spațiul dintre clești
12. Pardoseala planșeului

Pereții exteriori se compun dintr-o ramă suport în grosimea căreia se introduce materialul termoizolant. Pe fața interioară a ramei se fixează plăci din PAL. La exteriorul ramei se bat șipci peste care se aplică placajul exterior. La interior se poate înlocui placajul din PAL cu plăci din gips carton

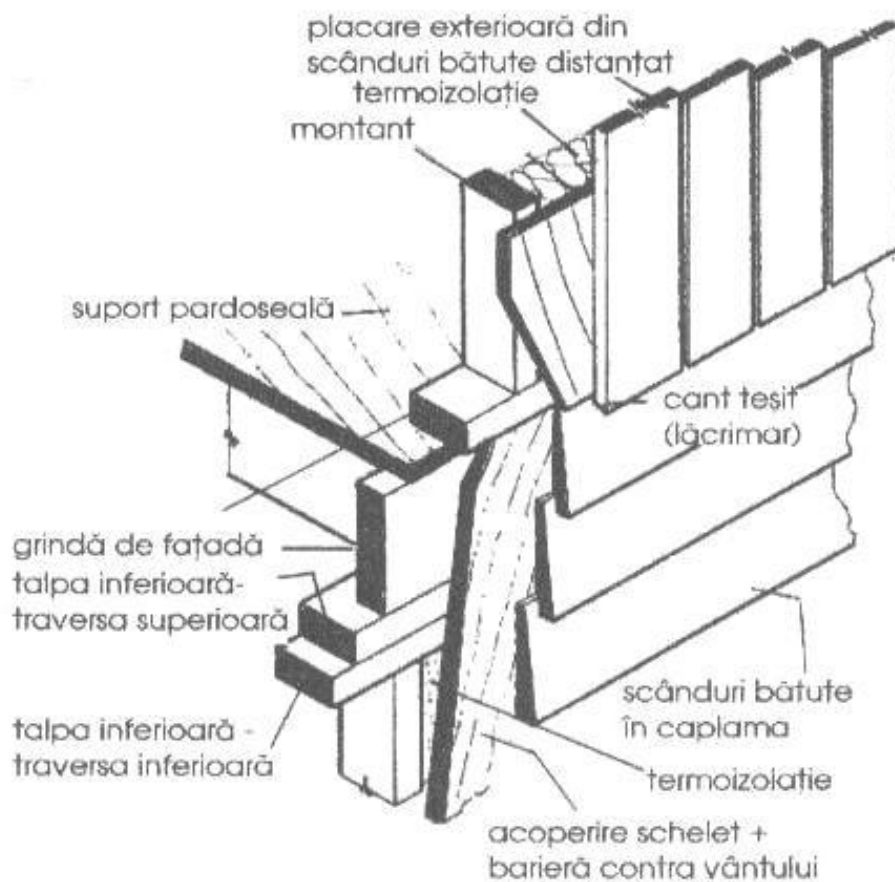
Observație: spre deosebire de soluția prezentată în pagina precedentă (3/22) în acest caz grinziile de fațadă (și nu cele interioare, ale planșeului) sunt realizate în "clește".

REZOLVĂRI CONSTRUCTIVE DE DETALIU ALE RELAȚIEI DINTRE UN PLANȘEU INTERMEDIAR ȘI O FAȚADĂ

STRUCTURĂ DERIVATĂ DIN SISTEMUL "PLATFORM"

Secțiune axonometrică

Sursa: Amerikai Csallaci Haz Eptese, Faszerkettel, Budapesta 1999



Structura casei derivă din sistemul "platform" de care se deosebește doar prin apariția unei grinzi de fațadă. Sistemul "platform" prezintă avantajul utilizării aceluiași tipuri de secțiuni de lemn, fapt care conduce la o mai mare rapiditate de execuție, la o simplificare a detaliilor și deci și la o economicitate crescută, dar, în schimb, conduce la o proiectare mai atentă și mai laborioasă.

Utilizarea conectorilor metalici (aparenți sau mascați) mărește și mai mult viteza de execuție.

Rigidizarea construcției este obținută pe 2 căi:

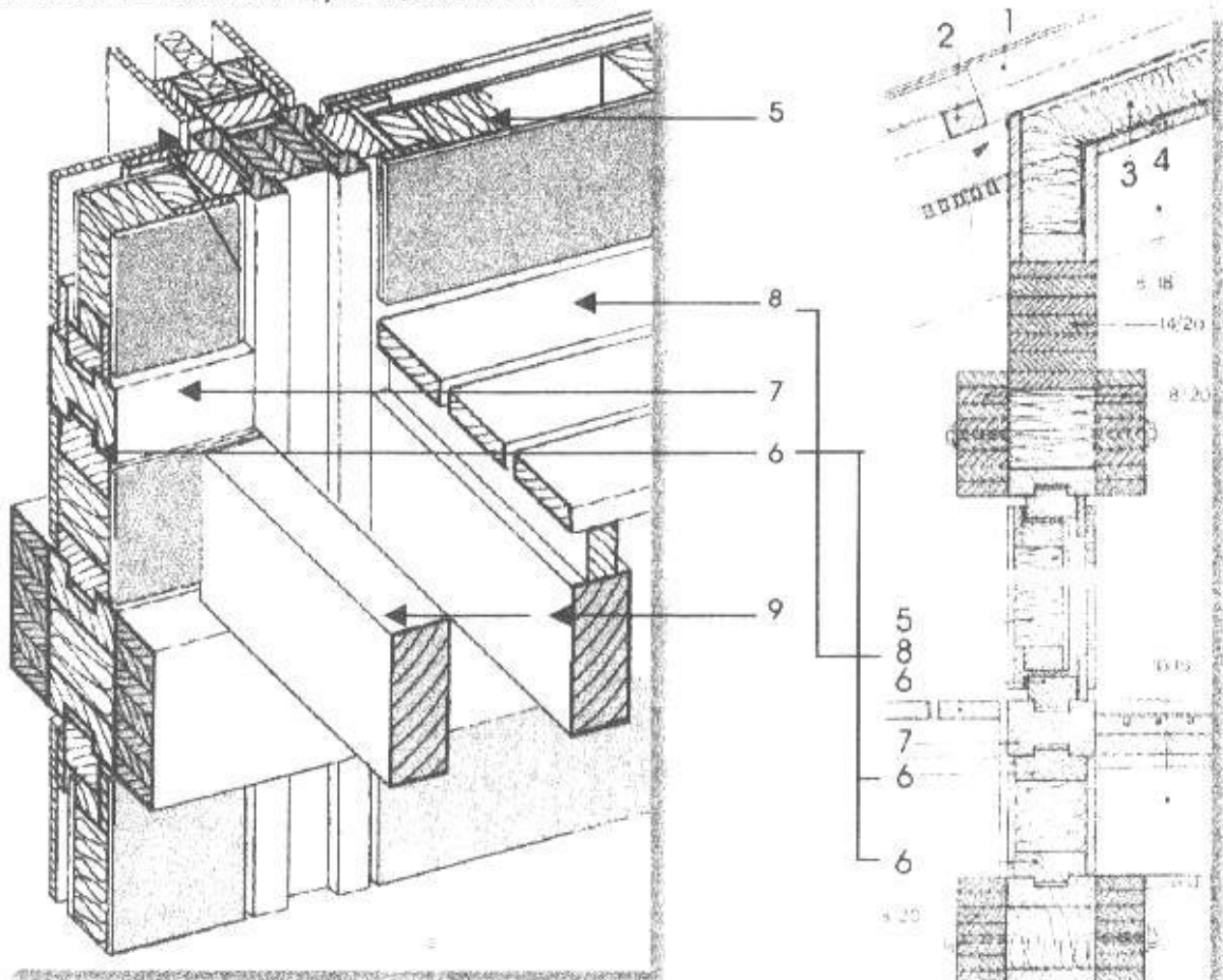
- Prin dispunerea elementelor structurale (montanți+grinzile planșeului) la un pas mic (până la 60 cm)
- Prin baterea unor plăci aglomerate din lemn de tip PAL, OSB, (câteodată și a unor scânduri), cu dublu rol, de rigidizare dar și ca suport pentru bariera contra vântului, la pereții exteriori

REZOLVĂRI CONSTRUCTIVE DE DETALIU ALE RELAȚIEI DINTRE UN PLANȘEU INTEREDIAR ȘI O FAJADĂ

STRUCTURA DIN STĂLPI ȘI GRINZI (PRINCIPALE ȘI SECUNDARE) "ÎN CLEȘTE", CLĂDIRE INTEGRAL PREFABRICATĂ.

Secțiune axonometrică (stânga), secțiune verticală (dreapta)

Sursa: *Construire en bois 1*, p. 217, Lausanne 1988



Sistemul utilizat – "Herrenath" – permite ridicarea unor case extrem de flexibile ca plan. Scheletul se compune din stâlpi de 14/14 cm pe 2 etaje și grinzi "în clește" suprapuse. Panourile de fațadă conțin toate straturile uzuale și sunt integral prefabricate, fiind montate pe șantier.

1. Învelișoare din plăci ondulate de azbociment
2. Șipci 4/6 cm
3. Izolație termică de 7 cm cu barieră de vapori + carton asfaltat
4. Scânduri fâltuite de 18 mm prinse sub căpriori
5. Alcătulrea fațadei:
 - Plăci de azbociment lipite pe scheletul panoului
 - Izolație termică + folie PVC
 - Strat de aer ventilat
 - Panou aglomerat pe bază de lemn, îmbrăcat cu un strat de material plastic (melaminat)
6. Rama panoului, profilată special pentru realizarea îmbinărilor
7. Talpă inferioară
8. Pardoseala balconului: scânduri; așezate distanțat
9. Grinzile în consolă ale balconului

REZOLVĂRI CONSTRUCTIVE DE DETALIU ALE RELAȚIEI DINTRE UN PLANȘEU INTERMEDIAR ȘI O FAȚADĂ

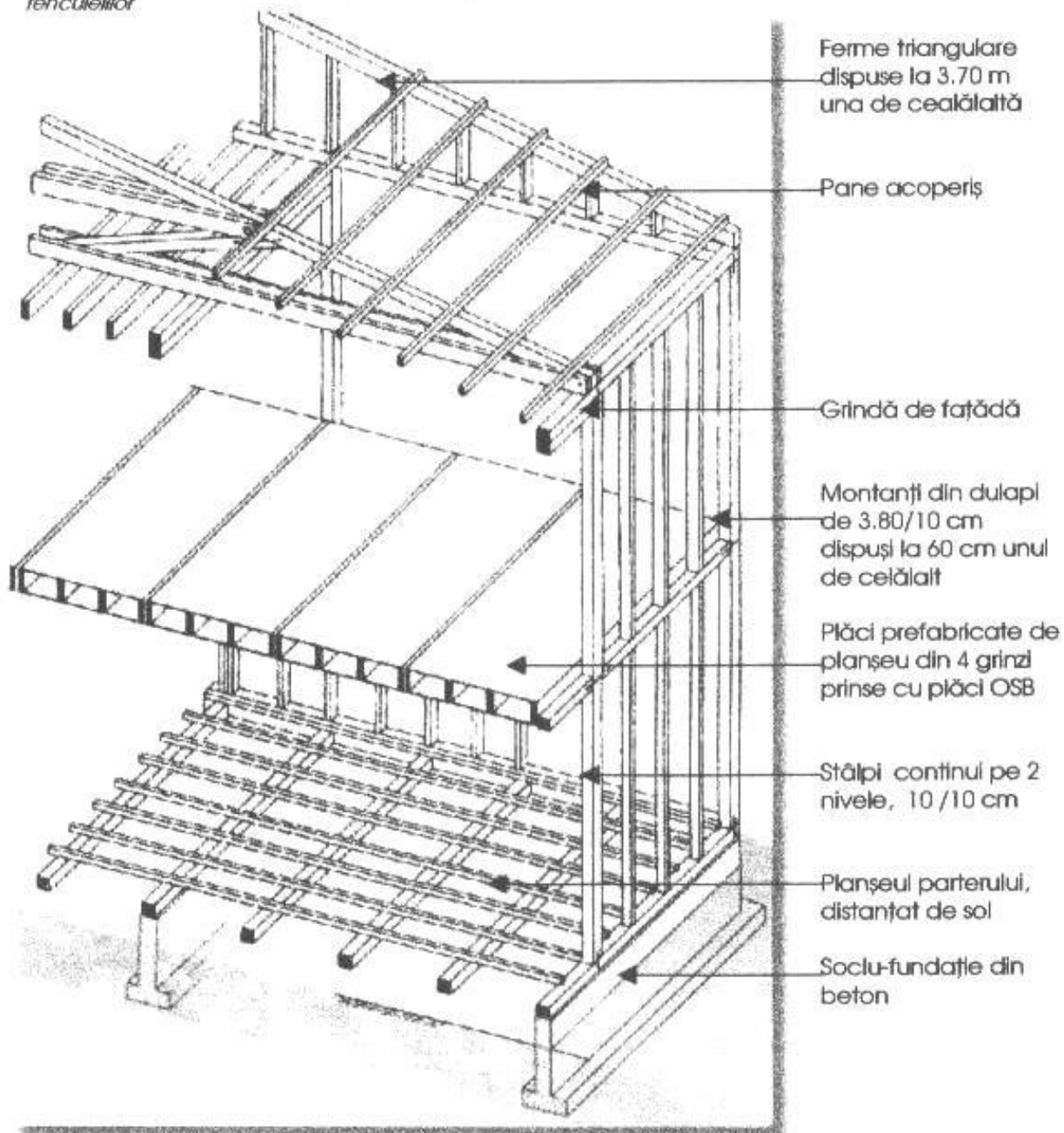
SISTEM STRUCTURAL MIXT: STĂLPI ȘI GRINZI (COPLANARE) + PEREȚI DE RIGIDIZARE

Secțiune axonometrică de ansamblu

Sursa: *Construire en bois 1*, p.230, Lausanne, 1988

Sistem constructiv japonez ce se remarcă prin îmbinări simple și secțiuni reduse. Datorită seismicității ridicate, sistemul structural cu stâlpi și grinzi a fost întărit cu o serie de pereți portanți de rigidizare. Planșeele sunt prefabricate, fiecare modul fiind constituit din 4 grinzi solidarizate prin intermediul unor plăci OSB* bătute pe ambele fețe (superioară și inferioară) a grinzilor. Pereții sunt tencuiți sau placați cu gips carton

OSB* (Oriented Strand Board = plăci din aşchii lemnoase mari; servesc și ca suport pentru aplicarea tencușilor)



Solidarizarea grinzilor între ele și cu stâlpii se realizează cu ajutorul unor platbande (eclise) din oțel bătute în cuie și întărite cu buloane. Stâlpii, continui pe 2 etaje, sunt dispuși pe o tramă de 3.70 / 3.70 m. Suplimentar structurii cu stâlpi și grinzi, au fost prevăzuți pereți de contravântuire, având și rolul de a prelua anumite sarcini gravitaționale

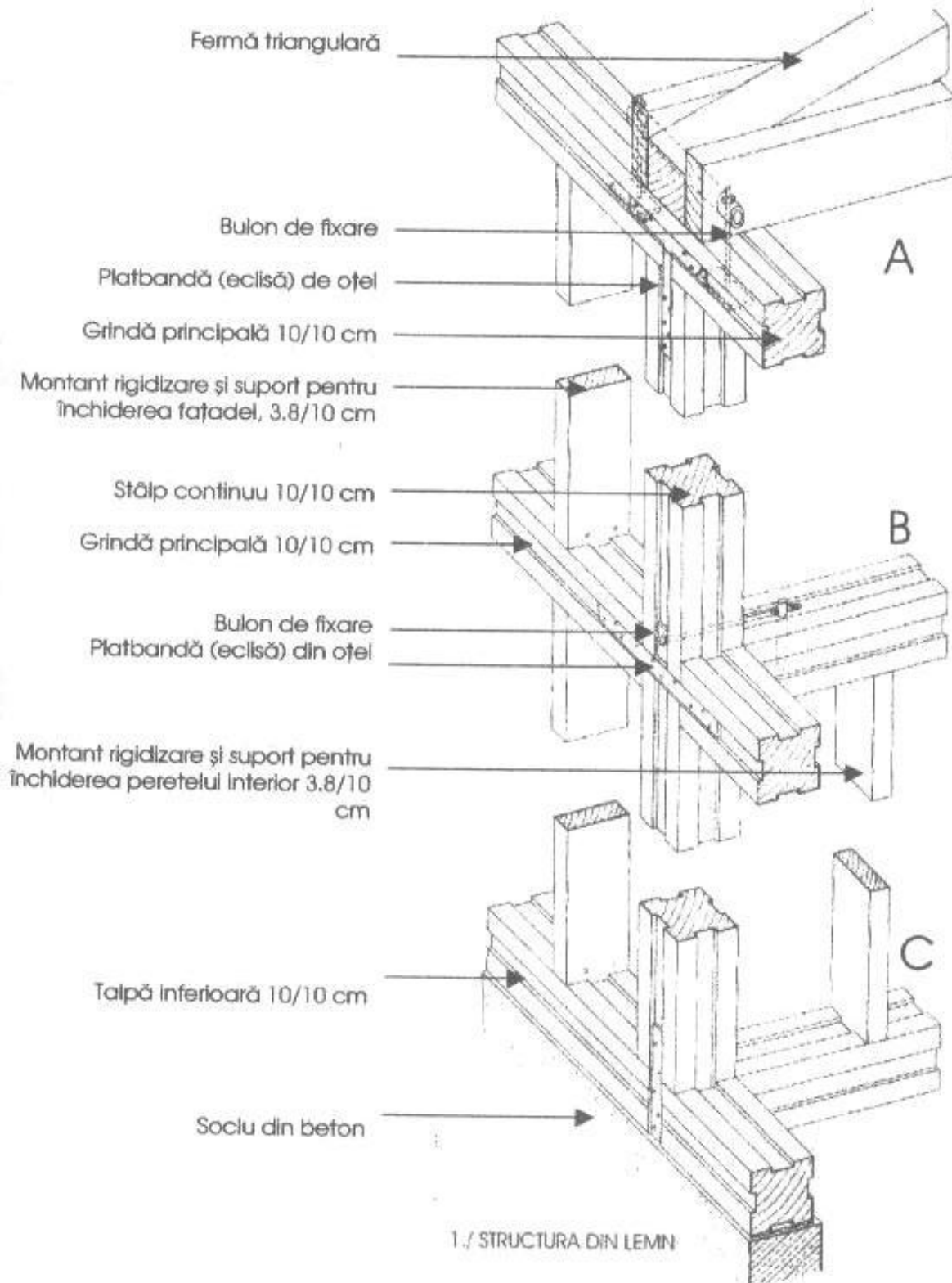
Clădirea va fi detaliată în paginile 3/27 și 3/28

REZOLVĂRI CONSTRUCTIVE DE DETALIU ALE RELAȚIEI DINTRE UN PLANȘEU INTERMEDIAR ȘI O FAJADĂ

SISTEM STRUCTURAL MIXT: STĂLPI ȘI GRINZI (COPLANARE) + PEREȚI DE RIGIDIZARE

Secțiune axonometrică a detaliilor constructive

Sursa: *Construire en bols 1*, p.230, Lausanne, 1988



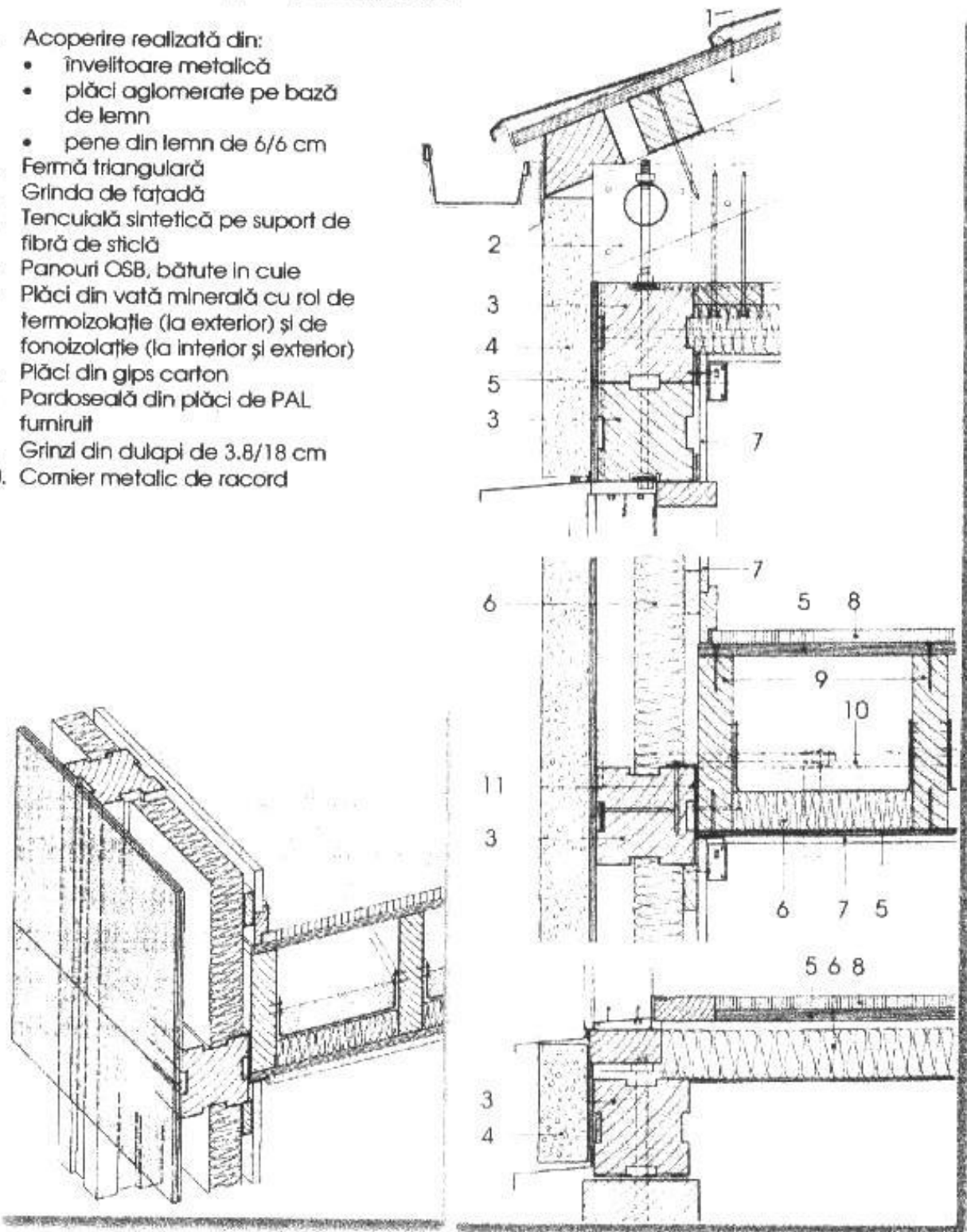
REZOLVĂRI CONSTRUCTIVE DE DETALIU ALE RELAȚIEI DINTRE UN PLANȘEU INTERMEDIAR ȘI O FAȚADĂ

SISTEM STRUCTURAL MIXT: STĂLPI ȘI GRINZI (COPLANARE) + PEREȚI DE RIGIDIZARE

Secțiune axonometrică (stânga-jos) și secțiune verticală (dreapta)

Sursa: *Construire en bois 1*, p.230, Lausanne, 1988

1. Acoperire realizată din:
 - înveliș metalică
 - plăci aglomerate pe bază de lemn
 - pene din lemn de 6/6 cm
2. Fermă triunghiulară
3. Grinda de fațadă
4. Tencuială sintetică pe suport de fibră de sticlă
5. Panouri OSB, bătute în cul
6. Plăci din vată minerală cu rol de termozolație (la exterior) și de fonozolație (la interior și exterior)
7. Plăci din gips carton
8. Pardoseală din plăci de PAL furniruit
9. Grinzi din dulapi de 3.8/18 cm
10. Cornier metallic de racord

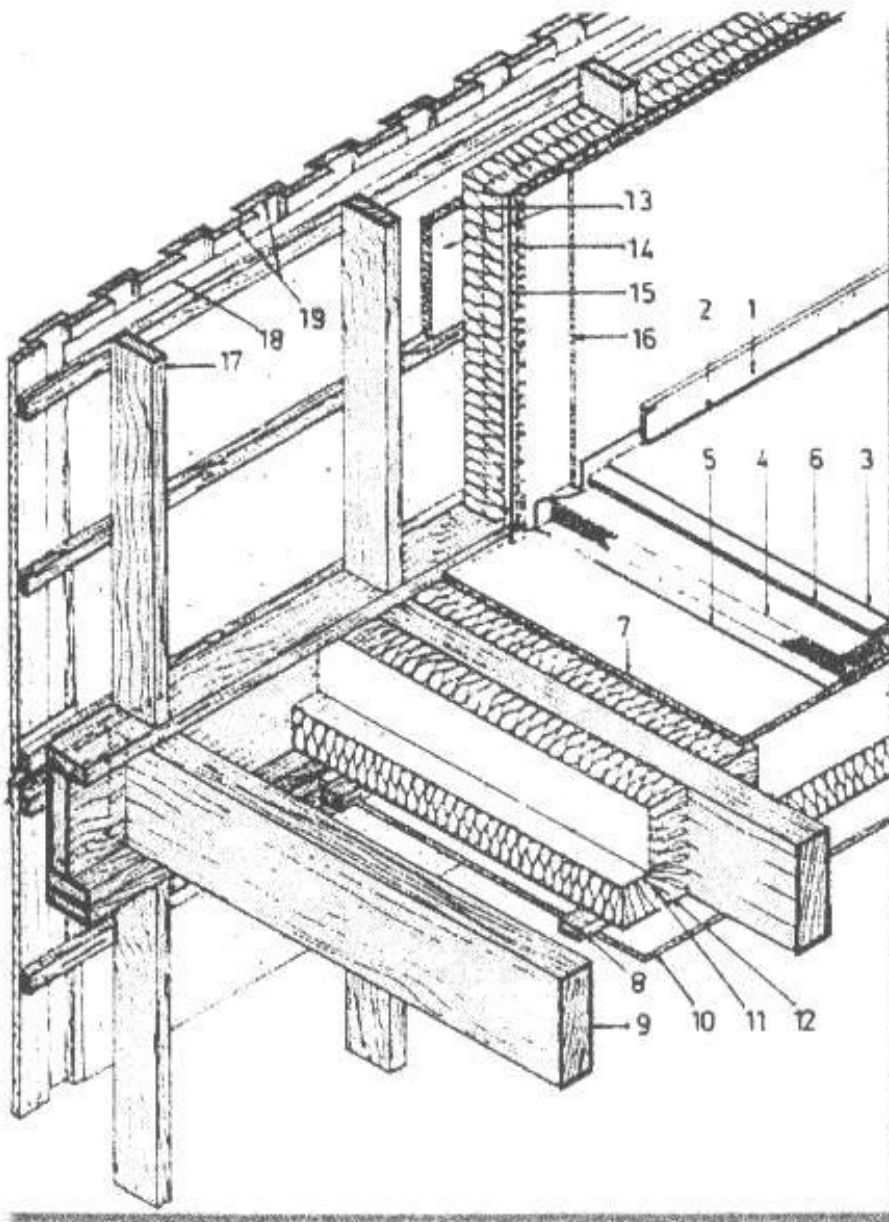


REZOLVĂRI CONSTRUCTIVE DE DETALIU ALE RELAȚIEI DINTRE UN PLANȘEU INTEREDIAR ȘI O FAȚADĂ

SISTEM STRUCTURAL TIP "PLATFORM" la clădiri P+4

Secțiune axonometrică (vedere dinspre interior)

Sursa: *Le bois dans la construction, Paris 1990, p.305*



1. Plintă din lemn
2. Rost elastic dar etanș
3. Strat uzură (mochetă lipită)
4. Material fonoabsorbant VERMASPHA
5. Împănșitură
6. PAL de 19 mm suport mochetă
7. PAL de 22 mm suport dală flotantă
8. Grilă din lemn, suport tavan
9. Grindă din lemn
10. Panou de gips carton de 13 mm
11. Vată minerală 100 mm
12. Barieră de vapor
13. Vată minerală de 145 mm (100+45)
14. PAL de 12 mm
15. Barieră de vapor din POLYAN
16. Panou din gips carton de 10 mm
17. Schelet din lemn
18. Împănșitură (barieră) împotriva vântului și a ploii
19. Placare exterioară cu scânduri din lemn de zădă

Acest sistem constructiv a fost utilizat în premieră în Franța în 1981 la locuințele sociale din Alpi la frontiera cu Italia, la cca 1700 m altitudine. Aceste clădiri au 4 etaje din lemn peste un parter din beton.

S-a utilizat un sistem modular și industrializat ce a dat deplină satisfacție cu precădere în domeniile izolării termice, a rapidității de execuție și a capacității de a răspunde sarcinilor seismice.

3.3. PEREȚI INTERIORI

În cazul alcătuirilor cu schelet, diferența între PEREȚII INTERIORI PORTANȚI și NEPORTANȚI constă în dimensiunile diferite pe care le au (din considerente de rezistență) secțiunile elementelor ce compun scheletul.

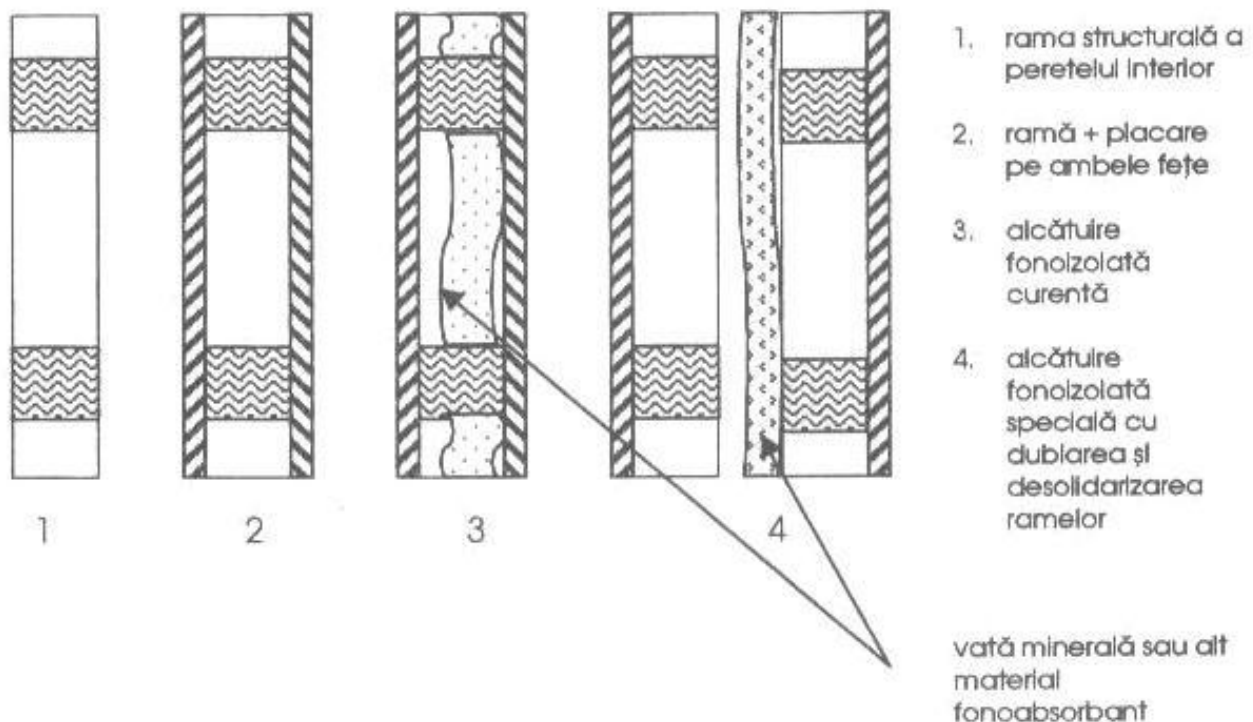
Spre deosebire de fațade, pereții interiori au o alcătuire mai simplă, și anume : rama structurală este placată pe ambele fețe cu un placaj ce poate fi identic sau diferit. La interior de regulă se introduce un material fonoabsorbant pentru a însonoriza cavitatea interioară, altfel deosebit de rezonantă la sunetele aeriene.

Acolo unde avem 2 încăperi interioare cu regimuri termice diferite se dimensionează materialul fonoabsorbant (de regulă vată minerală) până ce se atinge rezistența termică necesară.

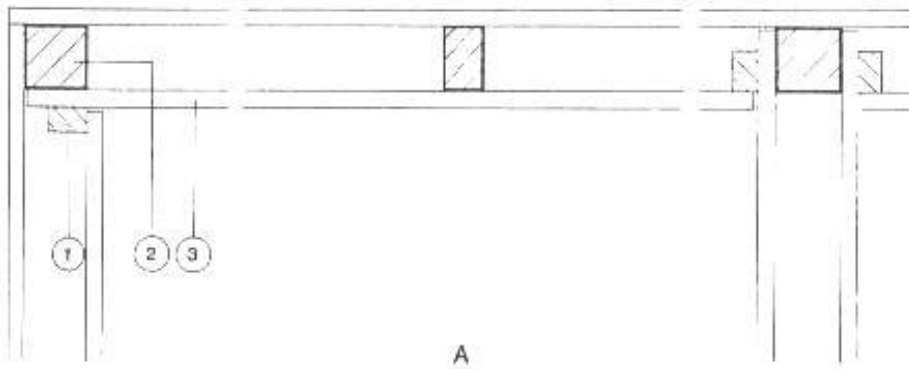
Din considerente de izolare acustică se poate lesta peretele prin dublarea materialului de placare (de exemplu dublarea foliilor de gips carton) sau se poate merge chiar la dublarea scheletului portant al peretelui, cu evitarea așa ziselor punți sonore.

Acolo unde sunt necesare măsurile sporite antifoc se prevăd îmbrăcarea parțială sau totală a pieselor din lemn din interiorul peretelui cu gips carton sau cu o varietate specială a acestuia cu Ridurit.

Acolo unde pereții, interiori sau exteriori se tencuiesc, se pot folosi ca substrat, pentru tencuiala aditivată și armată cu pânză din fibră de sticlă, plăci din Heraklit, OSB sau și mai bine din Betonyp, material rezistent și la tentative de efracție (spargeri, loviri, străpungeri).



PEREȚI INTERIORI - VARIANTE DE ALCĂTUIRE



A

A. PERETE MINIMAL

B. PERETE TERMOIZOLANT

C. PERETE FONOIZOLANT

D. PERETE CU FEȚE DIN PANOURI
UȘOARE PE BAZĂ DE DEȘEURI
LEMNOASE.

1. Șipcă de montaj

2. Șnîp

3. Placare

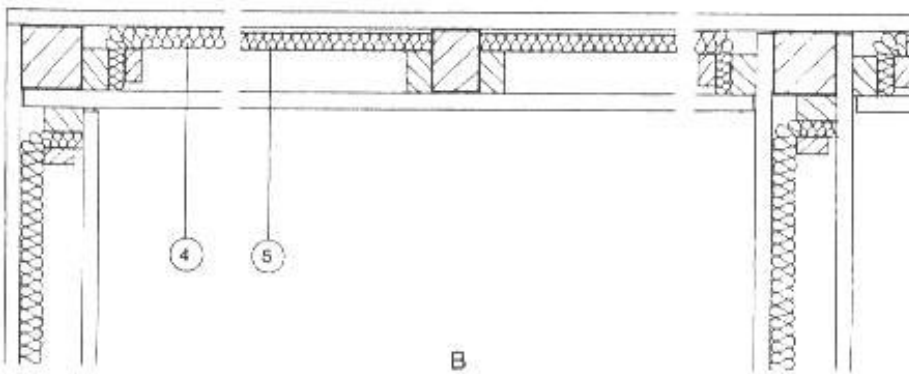
4. Saltea izolantă

5. Placă izolantă

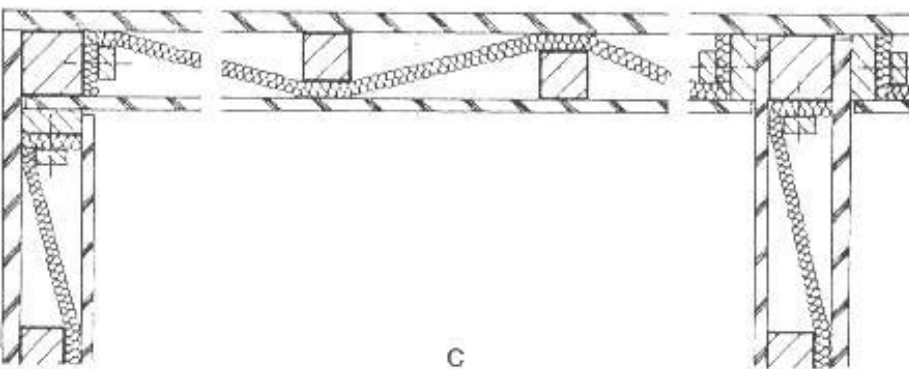
6. Plasă rabiț

7. Panou ușor pe bază de deșeurii
lemnnoase

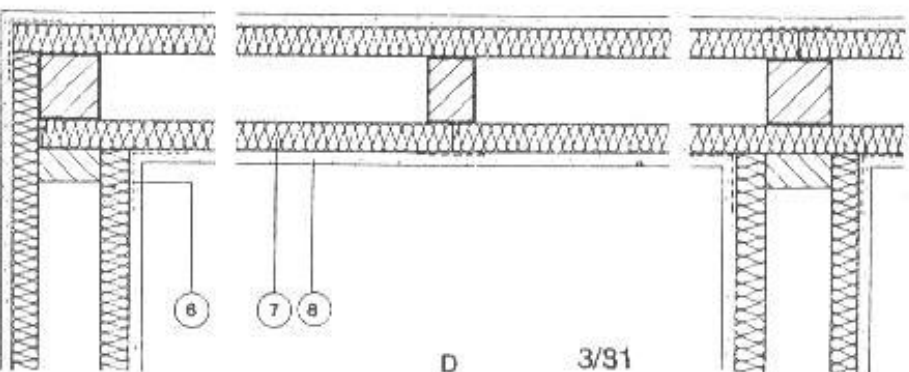
8. Tencuială



B



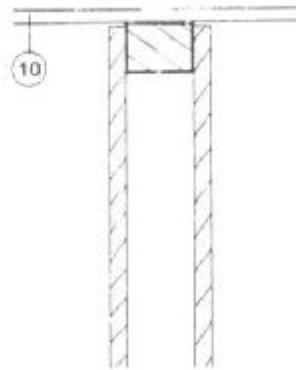
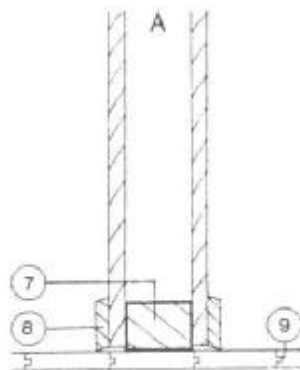
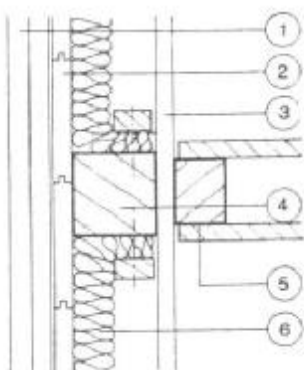
C



D

3/91

PEREȚI INTERIORI - RACORDĂRI LA PEREȚI EXTERIORI, PARDOSELI, PLAFOANE

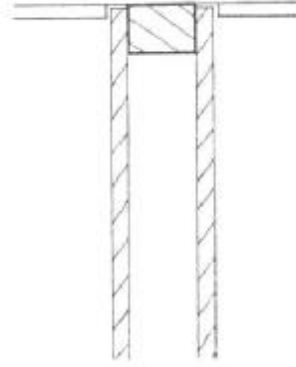
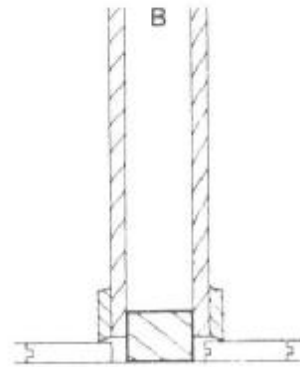
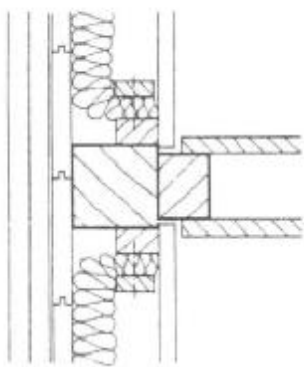


A. PERETE INTERIOR MONTAT FĂRĂ
INTRERUPERA FINISAJELOR LA
PEREȚI, PARDOSEALĂ, PLAFOAN

B. PERETE INTERIOR MONTAT CU
INTRERUPERA FINISAJELOR LA
PEREȚI, PARDOSEALĂ, PLAFOAN

C. PERETE INTERIOR FONOIZOLANT

D. PERETE INTERIOR CU FEȚE DIN
PANOURI UȘOARE PE BAZĂ DE
DEȘEURI LEMNOASE (tip STABILIT)



1. Placare exterioară cu strat de
aer ventilat

2. Astereală cu barieră de vânt

3. Placare interioară

4. Știft

5. Montant perete interior

6. Saltea termoizolantă

7. Taipă inferioară

8. Plintă

9. Pardoseală din lemn

10. Plafon

11. Dușumea oarbă

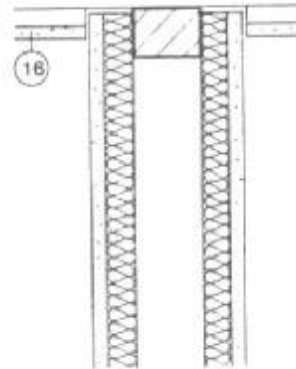
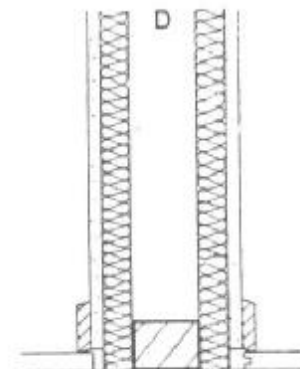
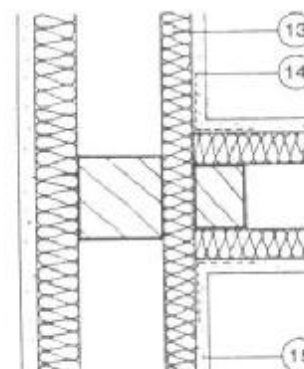
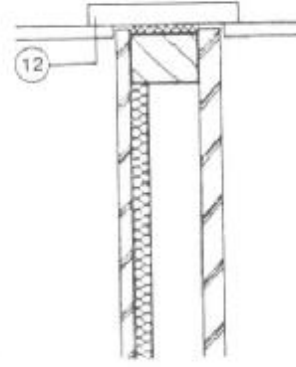
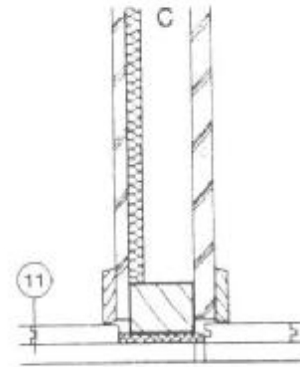
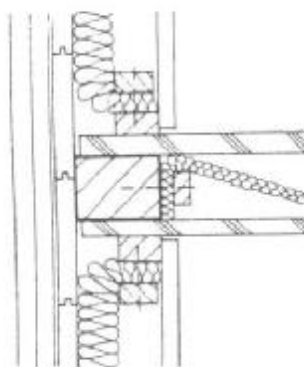
12. Scîndură de montaj

13. Panou ușor pe bază de
deșeurii lemnoase (tip Stabilitt)

14. Plasă rabiț

15. Tencuială perete

16. Tencuială plafon

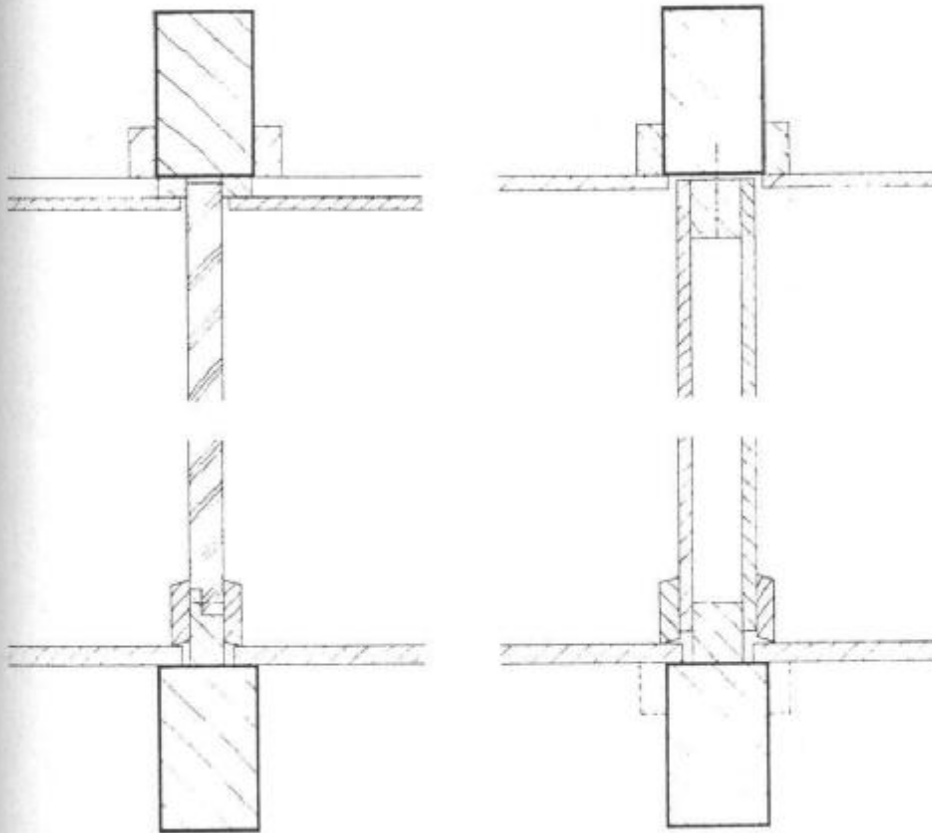


SECȚIUNE ORIZONTALĂ

SECȚIUNE VERTICALĂ
JOS

SECȚIUNE VERTICALĂ
SUS

PEREȚI INTERIORI - RELAȚIA CU GRINZILE PLANȘEULUI



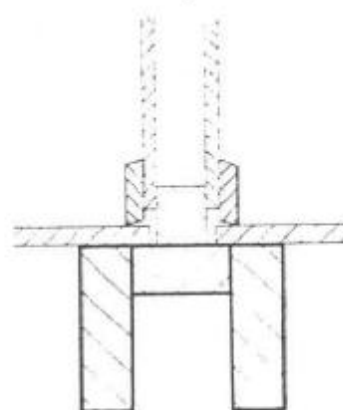
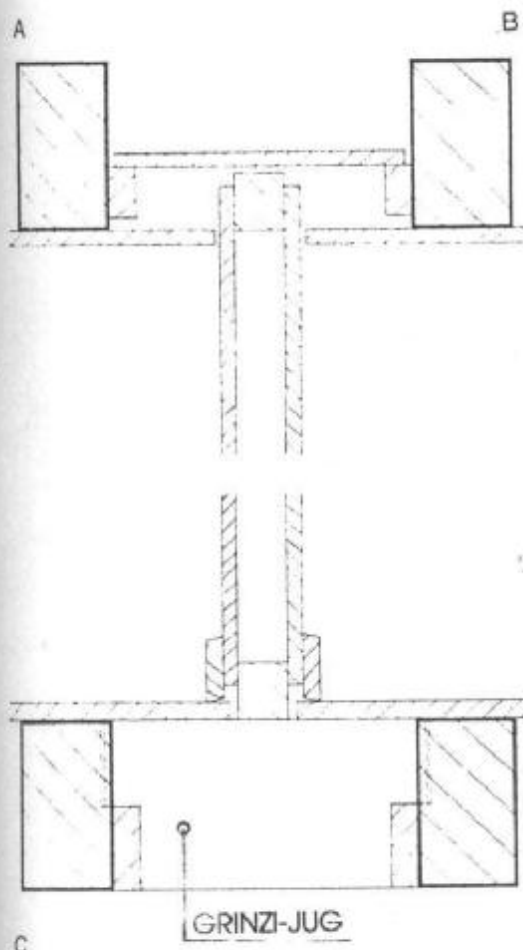
PEREȚI DESPĂRȚITORI (NEPORTANȚI)
DIN LEMN, DISPUȘI PARALEL CU
GRINZILE PLANȘEULUI

A. PERETE DESPĂRȚITOR DIN PANOURI
PE BAZĂ DE LEMN, AȘEZAT PE GRINDĂ
DE PLANȘEU

B. PERETE DESPĂRȚITOR CU SCHELET
DIN LEMN + PLĂCI, AȘEZAT PE
GRINDĂ DE PLANȘEU

C. PERETE DESPĂRȚITOR CU SCHELET
DIN LEMN, AȘEZAT PE GRINZI-JUG

D. PERETE DESPĂRȚITOR CU SCHELET
DIN LEMN, AȘEZAT PE GRINDĂ DOBLĂ
DIN DULAPI + FURURĂ



C

D

4. PRINCIPII DE PROIECTARE ȘI PUNERE ÎN OPERĂ

A. CONCEPȚIA STRUCTURII PORTANTE

A1. ELEMENTELE STRUCTURALE: REZISTENȚA ȘI STABILITATEA LOCALĂ

A1a. DIMENSIONARE ● ÎN RAPORT CU SOLICITĂRILE

- ASIGURAREA REZISTENȚEI ELEMENTELOR STRUCTURALE: aria necesară a secțiunii este determinată de raportul dintre încărcările aferente respectivului element structural și rezistența mecanică a materialului (lemnului) la sollicitarea specifică aceluia element.
- LIMITAREA DEFORMABILITĂȚII ELEMENTELOR STRUCTURALE (v. și A1b)

Dimensionare aproximativă a 'zvelteții' (raport între secțiunea transversală și înălțime) pieselor comprimate din lemn masiv, supuse la încărcări obișnuite, pentru **limitarea riscului de flambaj**:

$$d_{\min} = 1 / 18 H \quad (\text{unde } d = \text{latura secțiunii}; H = \text{înălțimea piesei})$$

Dimensionare aproximativă a înălțimii secțiunii unei grinzi supuse la încărcări obișnuite (locuințe), pentru **limitarea 'săgeții'** (deformării prin încovălire):

$$h = 1 / 17 - 1 / 20 L \quad (\text{unde } h = \text{înălțimea secțiunii}; L = \text{deschiderea între reazemele grinzii})$$

SECȚIUNI DE LEMN ECARISAT ȘI TIPUL DE SOLICITARE LA CARE RĂSPUND CU MINIMUM DE MATERIAL





Deasupra liniei A:	secțiuni supuse la eforturi de compresiune (stâlpi, popi, montanți, contraflșe, contravînturi)
Între liniile A și B:	secțiuni supuse la eforturi de încovălire reduse, cu un raport al laturilor cca. 5 / 7 (piese de schelet în zăbrele, arbaletrieri)
Între liniile B și C:	secțiuni supuse la eforturi normale de încovălire, cu un raport al laturilor cca. 4 / 7 (grinzi, tălpi, căpriori de deschideri uzuale)
Sub linia C:	secțiuni rectangulare dezvoltate pe înălțime, permițînd obținerea unei bune rezistențe la încovălire în condițiile unui volum mic de lemn





cm.	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
6	6/6										
A	8	6/8	8/8								
B	10	6/10	8/10	10/10							
C	12	6/12	8/12	10/12	12/12						
	14	6/14	8/14	10/14	12/14	14/14					
	16	6/16	8/16	10/16	12/16	14/16	16/16				
	18	6/18	8/18	10/18	12/18	14/18	16/18	18/18			
	20	6/20	8/20	10/20	12/20	14/20	16/20	18/20	20/20		
	22		8/22	10/22	12/22	14/22	16/22	18/22	20/22	22/22	
	24		8/24	10/24	12/24	14/24	16/24	18/24	20/24	22/24	24/24
	26			10/26	12/26	14/26	16/26	18/26	20/26	22/26	24/26
	28			10/28	12/28	14/28	16/28	18/28	20/28	22/28	24/28

A1a. DIMENSIONARE • ÎN RAPORT CU REZISTENȚA LA FOC

DIMENSIONAREA GRINZILOR DIN LEMN ECARISAT ȘI DIN LEMN LAMELAR, PENTRU O REZISTENȚĂ LA ÎNCOVOIERE DATĂ, ÎN RAPORT CU NUMĂRUL DE FEȚE EXPUSE ȘI DURATA DE CONSERVARE A PROPRIETĂȚILOR DE REZISTENȚĂ (30 și respectiv 60 min)

N.B. Pentru a trece de la o rezistență la foc F30 la F60, lățimea (b) și înălțimea (h) se dublează.

Expunere la foc	F 30				F 60			
	3 laturi		4 laturi		3 laturi		4 laturi	
								
Eforturi din încovoiere (N / mm ²)	b min (mm)	h min (mm)	b min (mm)	h min (mm)	b min (mm)	h min (mm)	b min (mm)	h min (mm)
14	150	260	160	300	300	520	320	600
11	120	200	130	240	240	400	260	480
7	90	160	100	200	200	320	220	400
3	80	140	90	180	180	240	200	320

Expunere la foc	F 30				F 60			
	3 laturi		4 laturi		3 laturi		4 laturi	
								
Eforturi din încovoiere (N / mm ²)	b min (mm)	h min (mm)	b min (mm)	h min (mm)	b min (mm)	h min (mm)	b min (mm)	h min (mm)
14	140	260	150	310	280	520	300	620
11	110	200	120	250	220	400	240	500
7	80	150	90	190	160	300	180	380
3	80	120	80	160	140	220	160	300

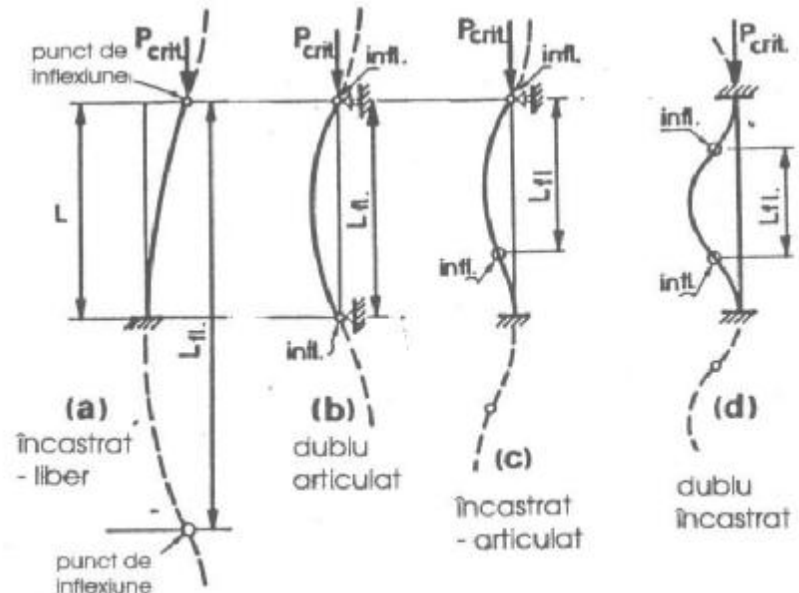
A1b. STABILITATEA ELEMENTELOR COMPRESATE

În general, riscul pierderii geometriei inițiale a elementelor structurale în zonele comprimate (flambajul stâlpilor, leșirea din plan vertical a elementelor de suprafață - voalarea 'inimilor' de grinzi, a pereților, etc) poate fi menținut sub control prin:

- caracteristicile materialului (modul de elasticitate);
- aria și geometria secțiunii perpendiculare pe direcția compresiunii (v. și A1a);
- condițiile de rezemare a elementului și eventualele legături suplimentare.

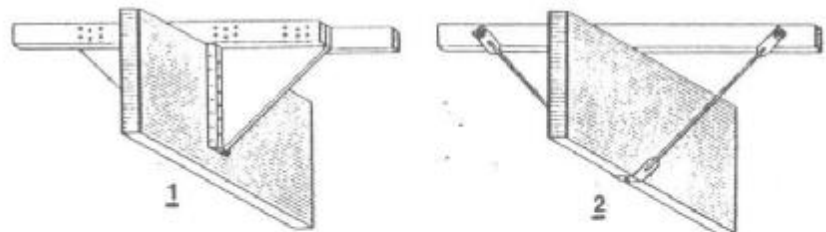
• CONDIȚIILE DE REZEMARE

Influența condițiilor de rezemare a unui stâlp asupra riscului de flambaj; condițiile de rezemare determină **lungimea de flambaj (L_{fl})**; riscul de flambaj crește proporțional cu lungimea de flambaj.



Exemple de rigidizare a unei grinzi lamelare încovoiate; împiedicarea leșirii grinzii lamelare din planul vertical (voalare), datorită eforturilor locale de compresiune.

- (1) Rigidizarea grinzii cu colțare
- (2) Rigidizarea grinzii cu bare din oțel rotund.

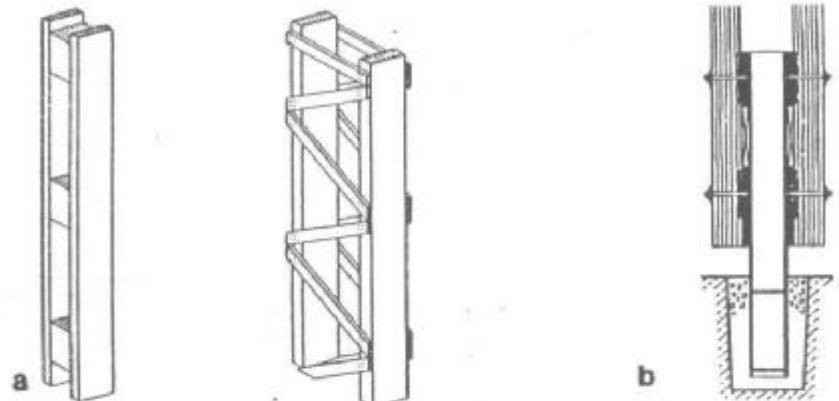


• GEOMETRIA SECȚIUNII

'Imprăștierea' materialului în secțiune influențează pozitiv rigiditatea elementelor comprimate (stabilitatea la flambaj).

Exemple de stâlpi cu secțiuni compuse:

- Barele supuse la compresiune sunt asociate între ele prin: fururi încheiate, fixate cu cule sau cu gujoane; zăbrele fixate cu cule.
- Încăstrarea unui stâlp cu secțiune compusă: reazemul și legăturile care asigură încăstrarea (v. condițiile de rezemare).



A2. ANSAMBLUL STRUCTURAL: CONTRAVÎNTUIREA SISTEMELOR CU SCHELET

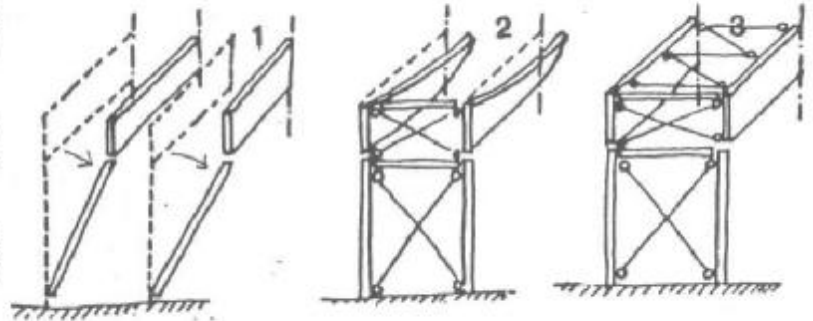
În raport cu forțele orizontale ce acționează asupra unei construcții (vânt, cutremur, etc), stabilitatea ansamblului structurii de tip schelet presupune prezența unor așa-numite **plane de contravîntuire** rigide (nedeformabile), verticale și orizontale.

Comportamentul la acțiuni orizontale a două semi-travele structurale, în trei situații:

(1) Fără contravîntuiri: deformare laterală ce poate duce la prăbușirea structurii (colaps).

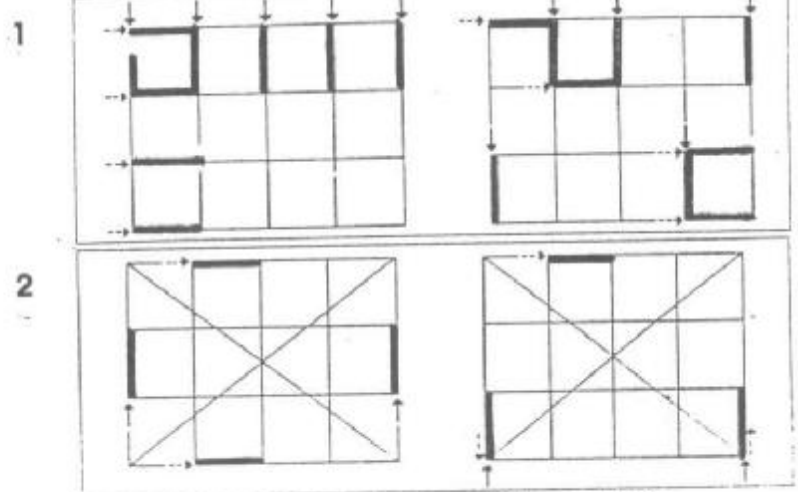
(2) Numai contravîntuire verticală: instabilitatea zonei comprimate a grinzilor în sens longitudinal.

(3) Contravîntuire în plan vertical și orizontal: stabilizarea grinzilor împotriva leșirii din plan vertical; structură nedeformată.



SCHEMA DISPUNERII PLANELOR DE CONTRAVÎNTUIRE în 2 sisteme posibile:

(1) Rigidizare numai în plane verticale: presupune cîte un plan de contravîntuire verticală pe fiecare axă a tramei structurale, pe cele două direcții; grinzile perimetrale asociază planele verticale și le transmit încărcările orizontale; nu este necesară contravîntuirea la nivelul planșeelor.



(2) Rigidizare în plane verticale și orizontale: prezența contravîntuirilor orizontale permite reducerea la 3 a planurilor verticale de contravîntuire, cu condiția ca ele să nu fie concurente; presupune o concepție particulară a planșeelor (rigide în planul lor)

Posibilități de realizare a planurilor rigide:

Contravîntuiri verticale: de utilizat pe cît posibil pereții de compartimentare; pot fi pereți din zidărie sau beton, sau pereți cu schelet de lemn prevăzuți cu sisteme de rigidizare: diagonale din bare de oțel tensionate dispuse în cruce; diagonale din lemn; scînduri bătute diagonale; panouri rigide din derivate de lemn.

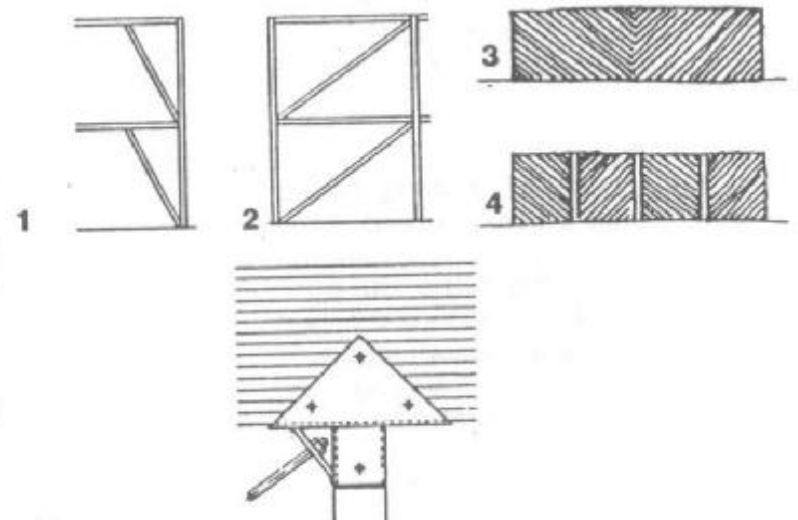
Contravîntuiri orizontale: în planul planșeelor și acoperișelor trebuie prevăzute sisteme de rigidizare: scînduri așezate diagonal în raport cu trama, în 2 straturi pe direcții opuse; panouri din derivate de lemn, în două straturi cu rosturi decalate; diagonale din platbande de oțel dispuse în cruce.

Exemple de contravîntuiri verticale din lemn.

(1) Semi-cadre contravîntuite cu contrașișe din lemn, rezistent la întindere și compresiune.

(2) Contravîntuiri verticale cu o diagonală rezistentă atât la întindere cît și la compresiune.

(3 - 4) Pereți contravîntuitori prin închideri realizate cu placare sau umplutură din scînduri așezate diagonal.



Fixarea unei diagonale din oțel rotund de o grindă principală, cu sabot metalic.

B. PROIECTAREA DE DETALIU

B1. PROTECȚIA ÎMPOTRIVA UMEZELII

O construcție din lemn care se menține într-o stare higroscopică stabilă, de echilibru cu mediul ambiant, se va comporta evident mai bine decât dacă este supusă unei permanente instabilități.

Ca atare, funcțiile de esențele de lemn și tratamentele hidrofuge alese, proiectarea de detaliu trebuie să aibă în vedere protejarea lemnului împotriva riscului retenției de apă. În acest sens, se disting 2 categorii de măsuri:

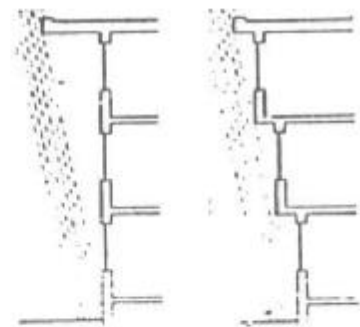
- protejarea în raport cu surse de apă (ape meteorice și contacte cu alte materiale sau medii cu umiditate mai mare)
- asigurarea posibilității de uscare a pieselor ocazional umede, prin ventilație

B1a. PROTECȚIA ÎMPOTRIVA SURSELOR DE APĂ

Se va avea în vedere:

- protejarea fațadelor expuse ploii (ceea ce poate totodată asigura protejarea lemnului împotriva radiației solare excesive);
- prevenirea infiltrațiilor directe ale apei de ploaie
- favorizarea scurgerii rapide a apei și evitarea acumulărilor
- eliminarea sau acoperirea suprafețelor orizontale
- acoperirea suprafețelor oblice
- acoperirea capetelor pieselor de lemn a căror expunere favorizează absorbția apei
- protejarea lemnului împotriva transferului de umiditate prin ascensiune capilară
- protejarea lemnului împotriva umidității din depunerea de zăpadă și din ricoșeul apei de ploaie

Streșini ample, decroșuri pe verticală: volumetrie tipică pentru construcțiile din lemn, ca autoprotecție împotriva ploii.



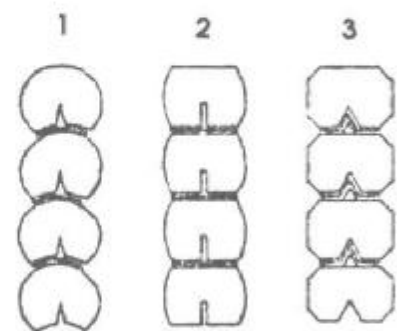
Asigurarea unei cîi mai bune etanșetăți la pereții din bîrne suprapuse, prin forma acestora în secțiune + staturi de material izolant

1. Cioplirea concavă a părții inferioare a bînelor asigură o bună rezemare și împiedică într-o oarecare măsură pătrunderea apei în rosturi.

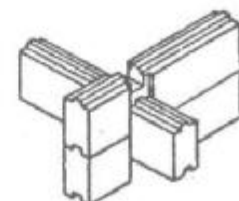
2. Suprafețele plane asigură rezemarea pe o suprafață mai mare, dar nu împiedică pătrunderea apei în rosturi

3. Profilul triunghiular adăugat și ulucul tăiat în bîrna superioară asigură o bună etanșare.

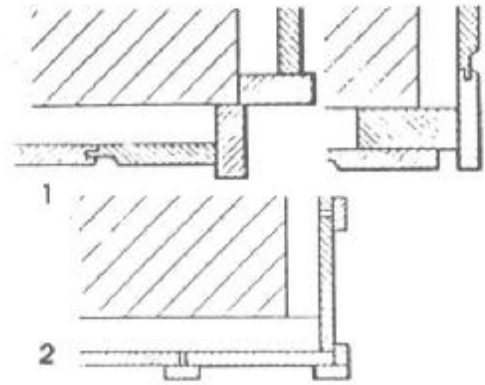
În rosturi se introduc straturi de materiale izolante: mușchi, lut, mortar, fuior de cînepă gudronat, etc



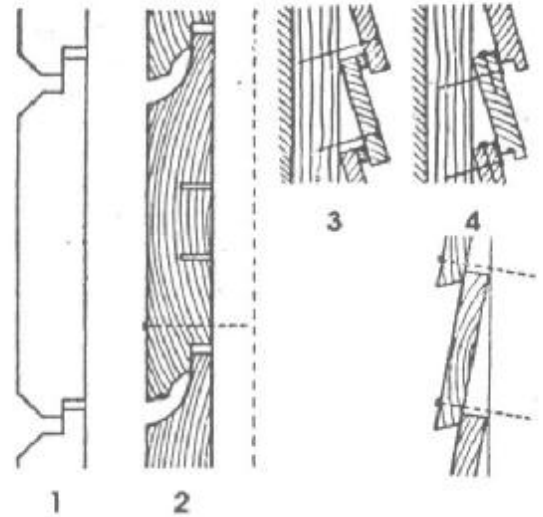
Pereți din elemente profilate cu lambă și uluc: îmbinare etanșă



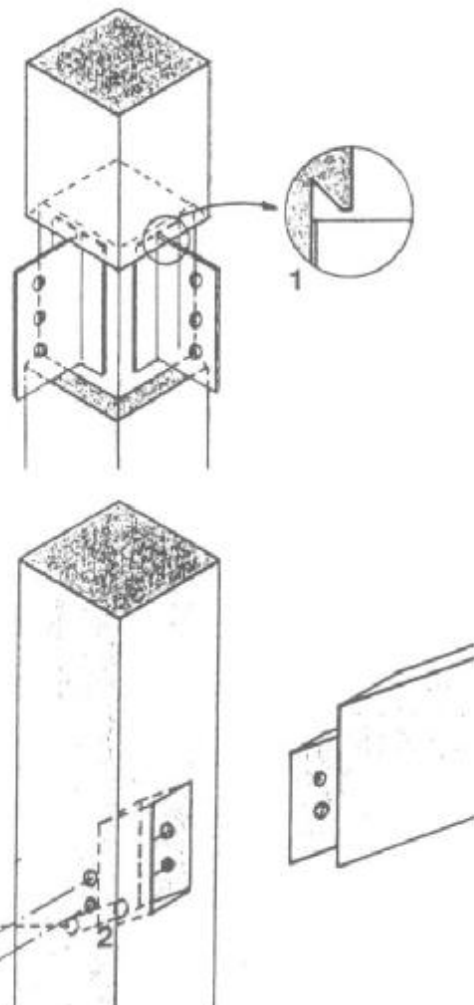
Două tipuri de placare cu scânduri verticale care favorizează scurgerea rapidă a apei; rezolvare preferabilă pentru fațade neadăpostite. (1) Placare cu scânduri verticale cu lambă și uluc, formând nuturi verticale; două variante de rezolvare a coițului. Lungimile scândurilor sunt limitate pentru limitarea lucrului lemnului. Scândurile provenite dintr-o tălere radială se vor comporta evident mai bine la variații climatice mari. (2) Placare cu scânduri verticale simple, cu baghetă de acoperire a rostului.



Placare cu scânduri orizontale. Profilele obișnuite de scânduri fălțuite (1) nu asigură o bună etanșare contra ploii + vânt; (2) scânduri fălțuite cu o geometrie adecvată unei protecții contra ploii + vânt. (3 - 4) Scânduri orizontale în caplama, cu lăcrimar. Suprapunere: 12% din lățimea scândurii și min 10 mm. Scândurile sunt fixate cu un singur rând de cule, pentru a le permite deformarea liberă.

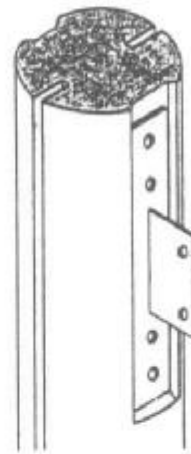


În loc de a urmări împiedicarea infiltrațiilor de apă în îmbinările expuse, este uneori mai simplă și mai fiabilă prevederea posibilității de evacuare rapidă a apei; exemplu cu lăcrimar (1) și exemplu cu drenare rapidă din 'scobitură' (2).

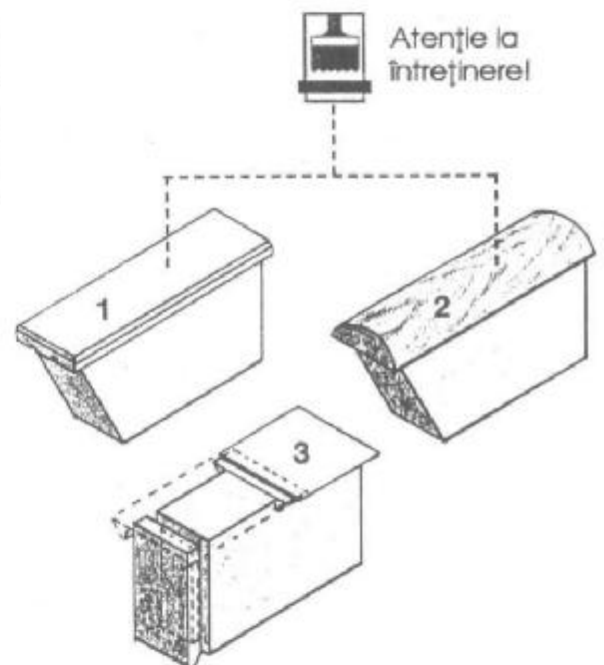


Atenție la întreținere!
(prevenirea înfundării
scurgerii)

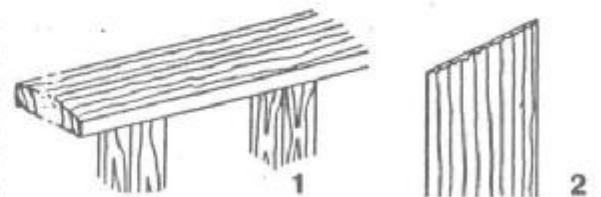
Nuturile verticale previn formarea de crăpături aleatorii la suprafața lemnului și totodată, în cazul expunerii exterioare, permit scurgerea rapidă a apei de ploaie; în exemplu: stîlp circular cu piesă metalică de îmbinare.



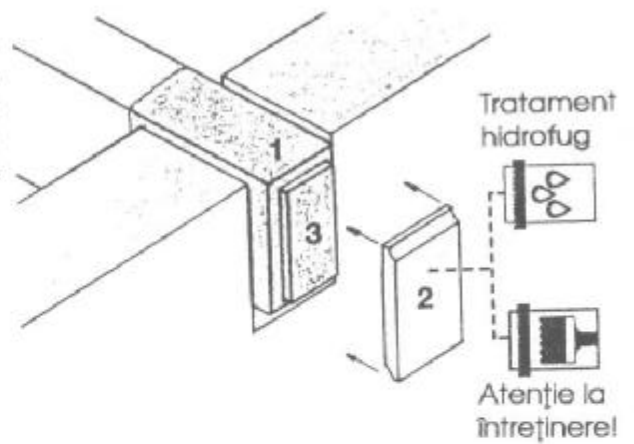
Evitarea suprafețelor orizontale expuse sau protejarea lor prin acoperire cu elemente de lemn sau metal posibil de înlocuit. (1) Protecție cu scîndură + tratament hidrofug; (2) Protecție cu piesă de lemn cu secțiune curbă + tratament hidrofug; (3) Protecție cu copertină de tablă așezată pe piese de calare. Capăt expus, protejat cu o piesă de lemn cu lăcrimar, fixată pe o furură cu rol de distanțier.



Protejarea secțiunilor de capăt ale pieselor de lemn, cu capacitate mare de absorbție. (1) Traversă de parapet cu curbură redusă, prevăzută cu lăcrimare, protejînd capetele montanților de lemn; (2) Stîlp tăiat oblic și acoperit cu un strat protector subțire. Pieseile orizontale de lemn al căror capăt ar rezulta expus (pane, grinzi de planșeu) pot fi de asemenea tăiate oblic în jos.



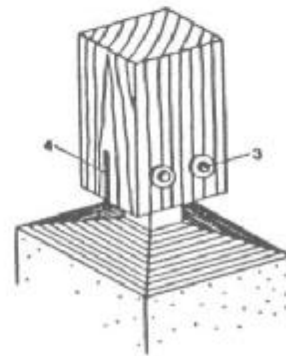
Rezemarea unei grinzi pe toată grosimea zidului (traversantă) lasă lemnul să respire, dar fața sa exterioară trebuie protejată în raport cu riscul expunerii la apă. Exemplu cu secțiune de capăt hidrofugată prin badijonare (1), protejată cu o piesă de lemn, prevăzută cu lăcrimar (2) și placă de calare din lemn dur, contraplacaj sau material plastic (3).



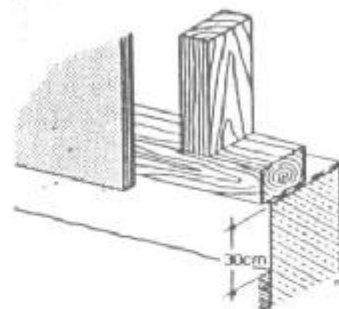
Rezemarea unui stîlp exterior pe un soclu de beton (h min 30 cm) ce ferește lemnul de acumulările de apă, zăpadă și ascensiunea capilară a umidității.

Componente: soclu din beton cu pante spre exterior, talpă metalică în formă de T încastrată în capătul lemnului, țeavă pătrată, buloane (3), creștătură închisă cu mastic elastic (4)

Forma pieselor metalice și legăturile sale cu stîlpul răspund necesității de transmitere a unor diverse solicitări: greutate, dar și acțiuni orizontale, întinderi, momente. Acest tip de reazem necesită o pregătire exactă a fundației și, pe cît posibil, prevederea reazemului cu sisteme de reglare (pene, găuri ovale, șuruburi).

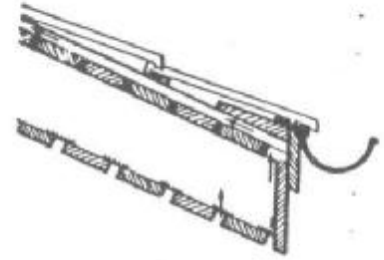


Perete de lemn pe un soclu masiv din zidărie cu înălțimea de min 30 cm de la nivelul terenului (protecție contra stropirii). Un strat hidroizolant separă lemnul de soclu (umiditate din ascensiune capilară, transfer de la un material la altul). Talpa, ușor în consolă, formează împreună cu paramentul exterior un lăcrimar.

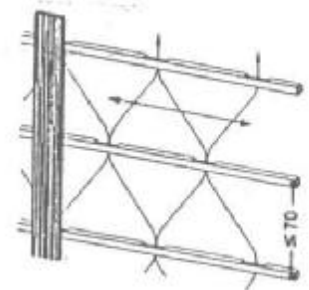


B1b. VENTILAREA PIESELOR DE LEMN

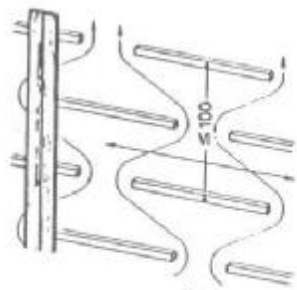
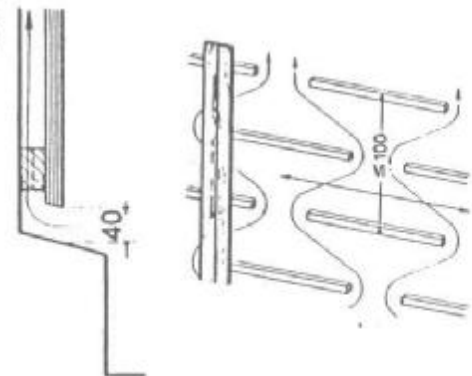
Streașină cu prize de aer pentru ventilarea unui acoperiș cu termoizolație în planul învelitorii; placarea cu scânduri la extradosul căpriorilor include fante de ventilare închise cu grile anti-insecte. Stratul de aer ventilat al acoperișului continuă pe cel din alcătuirea pereților exteriori.



Placajele exterioare din lemn trebuie ventilate pe toată suprafața lor internă: trei tipuri de rezolvare a suportului ce permit o circulație de aer verticală (prin convecție) și orizontală (datorită diferențelor de presiune a vântului ce acționează asupra fațadelor). Secțiunile orificiilor de intrare și ieșire a aerului însumează o suprafață de 1/500 din suprafața de ventilat.



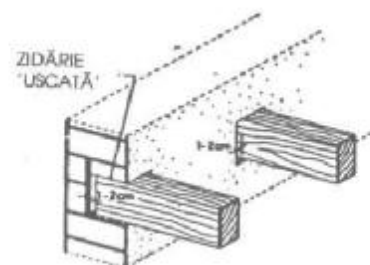
Placare cu lemn retrasă, protejată de soclu și distanțată de acesta, permițând astfel intrarea aerului. Mici grile împiedică intrarea insectelor xilofage sau altele.



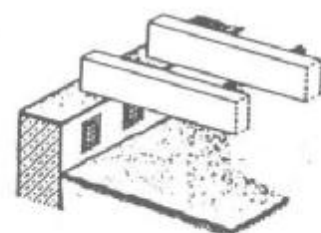
Încadrarea grinzilor de lemn într-un perete de zidărie. Transferul de umiditate de la zidărie la lemn este prevenit prin: contact cu zidăria redus la fața superioară, zidărie 'uscăță'; strat hidroizolant sub grindă; spațiu de ventilare (1-2 cm) lateral și în spatele capătului grinzii (tratată chimic).

În cazul pereților exteriori, fundul golului de rezemare este termoizolat pentru prevenirea condensului.

(v. și Prevenirea strivirilor locale –rezemarea pieselor de lemn pe zidărie)



Gol sanitar ventilat sub un planșeu de lemn: degajarea de umiditate din sol este împiedicată de un strat mai mult sau mai puțin etanș. Orificii prevăzute în soclu permit ventilarea golului sanitar (min. 1/500 din suprafața acestuia). Grinzile sunt tratate chimic.

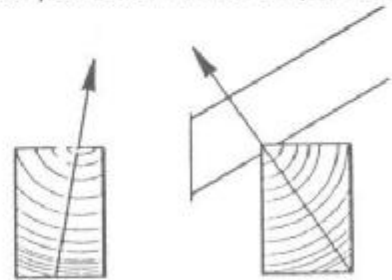


B2. CONTROLUL DEFORMĂRII LEMNULUI

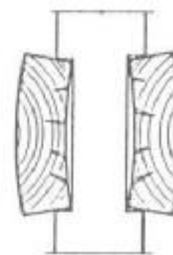
Deformabilitatea lemnului din variații inerente de umiditate și anizotropia sa (deformabilitate diferită pe cele trei direcții, în ciuda simetriei aparente a pleselor) joacă un rol important în ceea ce privește criteriile de proiectare și punere în operă. Atunci când aceste caracteristici sunt luate în considerare atât la tăierea pieselor, cât și la proiectarea și execuția construcțiilor, respectivele deformări ale materialului pot fi nu numai compatibile cu construcția și soliditatea ei, ci pot fi chiar folosite în favoarea acestora. (Ex: 'precomprimarea' naturală a stâlpilor de lemn rotund sau ecarisat simetric față de inima trunchiului, prin contragerea axială simetric repartizată în secțiune și crescând către periferie; compensarea deformațiilor din încovoiere și contragere axială la grinzi -v. desen)

Menținerea sub control a deformării lemnului prin proiectare și punere în operă se referă, pe de o parte, la orientarea secțiunilor în raport cu sollicitările și, pe de altă parte, la modul de prindere și îmbinare a pieselor (sisteme de fixare, rosturi, toleranțe).

Orientare corectă a unei piese încovoiate (grindă, pană): deformarea datorată contragerii axiale (mai mare către periferia secțiunii) este contrabalansată de 'săgeata' din încărcare.

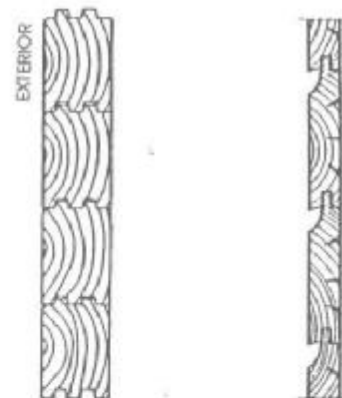


Contragerea tangențială având valori de cca 2 ori mai mari decât cea radială, secțiunile cleștilor se deformează, dar fiind dispuse în acest fel, deschizându-se ele se 'așează' progresiv pe marginile laterale, rămân stabile și întăresc legătura.

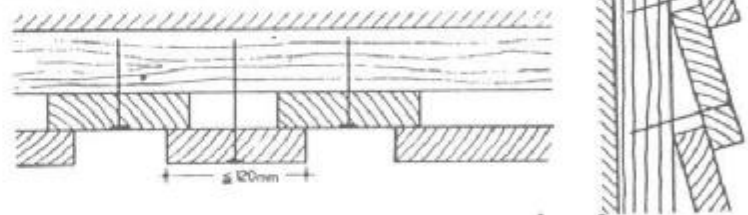


O parte a caracterului particular al îmbinărilor duble (în clește) sau multiple din lemn se explică prin valorificarea în acest mod a asimetriei cvasi-inevitabile a pleselor ce le compun (clești, secțiuni compuse, secțiuni din lemn lamelar).

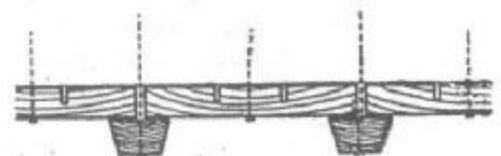
Orientare judicioasă a bînelor din lemn ecarisat și a scîndurilor de placare, lăsînd crăpăturile din uscare la interior.



Fixarea scîndurilor de placare, în așa fel încît 'lucrul' acestora să nu fie împiedicat (culele fixează fiecare scîndură într-un singur punct al secțiunii sale).



Crestăturile practicate în lungul scîndurilor permit deformarea acestora fără a crăpa (v. și crestarea bînelor la construcțiile cu pereți masivi, nuturile verticale ale stîlpilor, etc).



B3. PREVENIREA STRIVIRILOR LOCALE

B3a. REZEMĂRILE

Condițiile de rezemare a pieselor de lemn nu trebuie să conducă la apariția unor eforturi locale de compresiune transversală mai mari decât cele capabile să fi suportate de lemn. Pe de altă parte, rezemările implică frecvent relația dintre lemn și un alt material (zidărie, beton) cu rezistențe mecanice mai mari.

La ora actuală, soluțiile cele mai fiabile sunt cele bazate pe piese metalice de legătură.

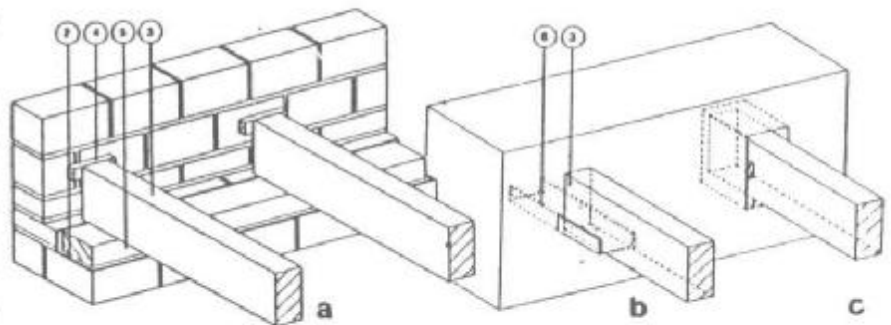
În continuare sunt prezentate câteva elemente necesare să fi avute în vedere în cazul în care rezemarea directă nu poate fi evitată.

• Rezemarea lemnului pe zidărie sau beton.

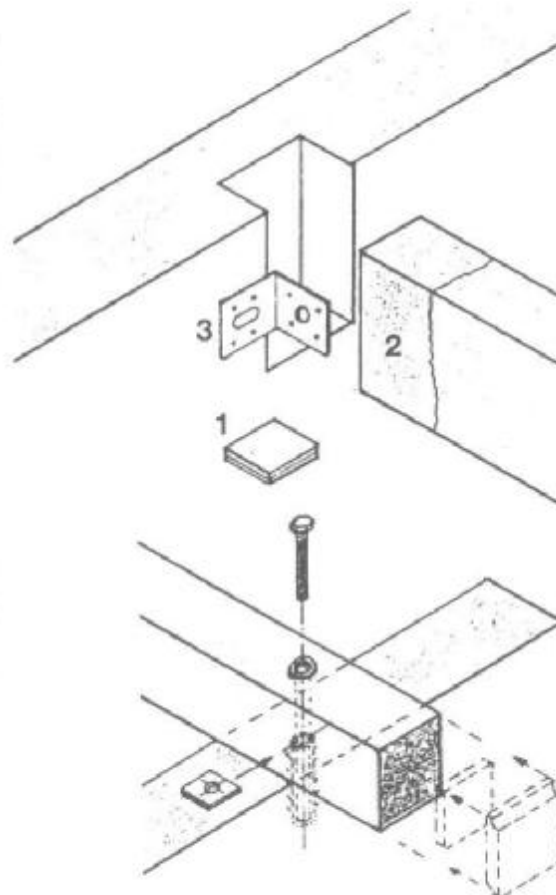
(a) Rezemare cu talpă de lemn continuă care repartizează greutatea grinzii pe suportul din zidărie și totodată previne o posibilă strivire locală a grinzii de lemn. (b) Rezemare pe consolă metalică înglobată în beton, putând acompania deformațiile elastice ale grinzii. (c) Rezemare într-un gol practicat în zid (dacă este posibilă o profunzime suficientă a golului). Toleranțele mult mai mari specifice lucrărilor de zidărie impun un sistem de rezemare cu *piese de calare* (1) din lemn dur, contraplacaj sau material plastic.

Rezemarea în nișe prezintă riscul retenției de umiditate. După verificarea umidității lemnului (max 18%), acesta trebuie hidroizolat pe zona în contact cu zidăria. Atunci când finisajul interior permite, se va prevedea o prindere 'uscată'. (1) Piesă de calare; (2) Zonă hidroizolantă; (3) Piesă metalică de montaj 'uscată'.

Fixarea în dibluri expansive constituie o soluție eficientă de realizare a unei simple rezemări, atunci când dimensiunea pieselor de lemn permite traversarea cu un știft metalic filetat, eventual cu interpunerea unor piese de calare.

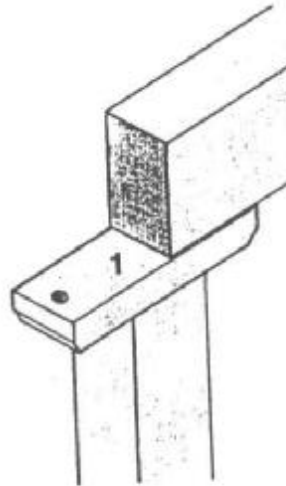
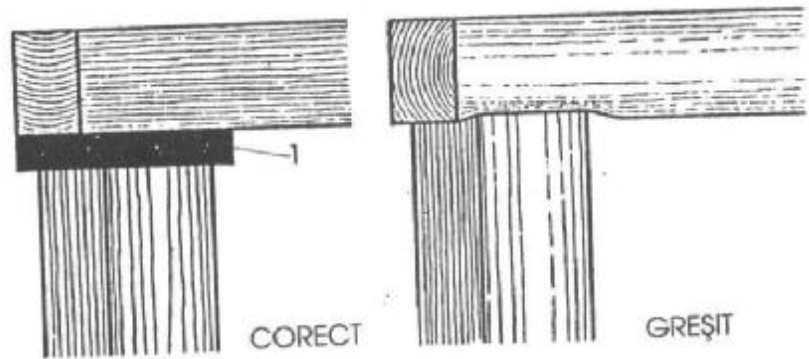


Legendă: (2) Hîrtie bitumată;
3. Grîndă; 4. Furură de reglare a
distanței față de zid; 5. Piesă de
calare; 6. Consolă metalică.



• Rezemare lemn pe lemn

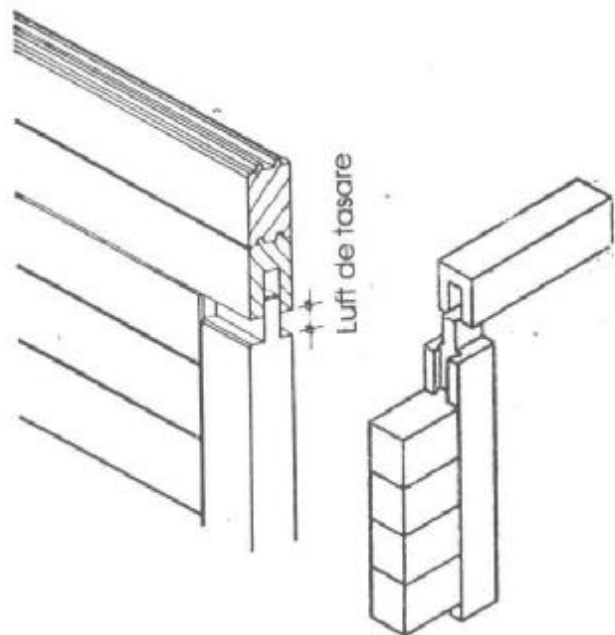
Rezemare grindă pe stîlp cu talpă de repartiție din lemn dur (1) pentru limitarea eforturilor de compresiune transversală în grindă.



B3b. EFECTELE TASĂRIILOR

La construcțiile tip 'blockhaus', bîrnele se tasează prin uscare și, ca atare, trebuie prevăzut un joc (luff) de tasare la capetele superioare ale pieselor verticale - în principal montanții laterali de uși și ferestre (contragerea transversală a lemnului este mai mare decît cea axială). Traversa superioară este prevăzută cu un uluc adînc, care, pe măsura tasării bînelor, coboară și acoperă cepul montantului, inițial lăsat descoperit pe cîtiva centimetri.

Montanții laterali se prevăd cu ulucuri în care vor aluneca, pe măsura tasării peretelui, cepurile în coadă de rîndunică cu care sunt prevăzute capetele bînelor.



B4. REALIZAREA ÎMBINĂRILOR

Puțin dens, lemnul rezistă prost la încărcări concentrate și legături punctuale. Transmiterea eforturilor trebuie făcută ținând cont de direcția fibrelor și asigurată printr-o suprafață de contact suficientă. Totodată, în raport cu încărcările transmise, lemnul implică piese cu secțiuni mari, îndeosebi în cazul sistemelor cu schelet tradiționale. Pe de altă parte, fiind puțin dens, se fuzionează ușor.

Îmbinările tradiționale (dulgherești) corelează aceste caracteristici ale lemnului, bazându-se în mod esențial pe *geometria îmbinării*, ceea ce implică tăierea adecvată a pieselor ce urmează a fi îmbinate (îmbinări cu chertare sau dulgherești). Îmbinările tradiționale - cu ajutorul cărora au fost realizate toate structurile clasice din lemn și multe din cele recente, chiar de mari dimensiuni - pot necesita folosirea unor *pieșe auxiliare de legătură*, din lemn sau metalice (pene, dornuri, cuie, scoabe, buloane, plăcuțe dințate, etc) cu rol de siguranță, în sensul împiedicării deplasărilor relative ale pieselor în caz de încărcări neprevăzute.

Îmbinările tradiționale, sunt însă de natură empirică, bazându-se mai mult pe meșteșug decât pe calcule, implică o reducere importantă a secțiunii eficiente a pieselor în zona îmbinării (și deci o majorare a secțiunii lor curente), precum și o manoperă complicată ce lungeste timpul de execuție, crescând prețul construcției.

Sisteme moderne de îmbinare (inginerești) folosesc materiale auxiliare mai fiabile, permițând geometrii mai puțin complicate și restrictive ale îmbinărilor, și sunt verificate în detaliu prin calcule.

Piese moderne de asamblare, mai simple sau mai sofisticate - buloane, gujoane metalice, broșe, șuruburi, conectori dințati, etc - sunt în general produse în serie mare și au capacitatea de a transmite diferite eforturi. Alegerea poate fi făcută în raport cu: cerințele structurii portante (eforturi și deformații), condițiile de montaj, exigențele de rezistență la foc, expunerea la intemperii, criteriile estetice.

Tratamentul anti-coroziv al elementelor metalice de asamblare trebuie în mod deosebit avut în vedere, în raport cu riscuri atât structurale cât și estetice.

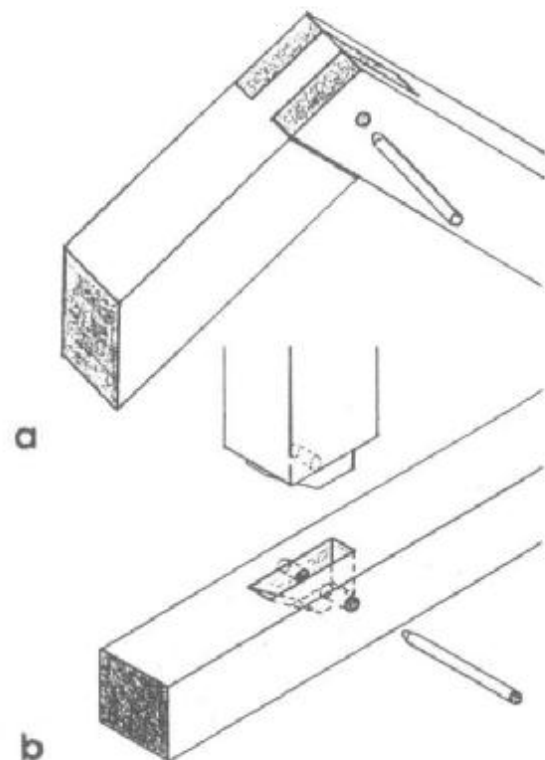
I. PIESE DE LEGĂTURĂ DIN LEMN

DORNURILE (CUIELE) și PENELE DE LEMN) sunt cele mai frecvente piese complementare îmbinărilor tradiționale.

- DORNURILE sunt piese din lemn dur, de formă cilindrică, ușor tronconice sau nu (în trecut, frecvent prismatice). În general sunt asociate îmbinărilor cu cep și scobitură, îmbinărilor 'la jumătate-lemn' și celor 'în furcă', pentru a împiedica deplasările și/sau desfacerea îmbinării.

Exemple:

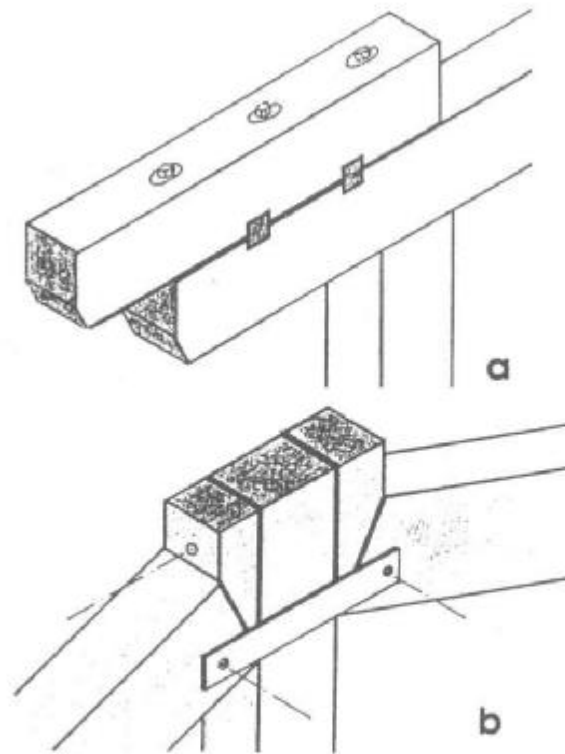
- (a) îmbinare 'în furcă' + dorn;
 (b) îmbinare cu cep și scobitură + dorn, permițând demontarea.



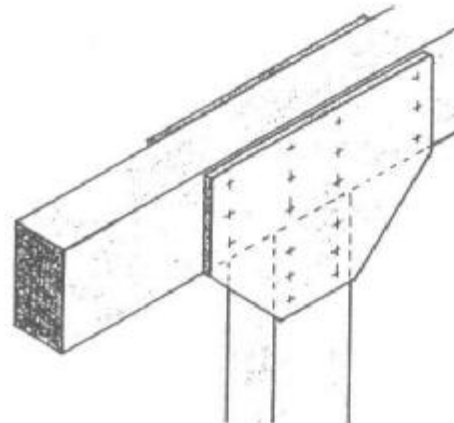
- PENELE sunt elemente prismatice din lemn dur, de două categorii:

(a) pene cu fețe paralele, introduse în locașuri de aceeași formă și dimensiuni practice la joncțiunea dintre două piese de lemn ce trebuie asamblate; sunt solicitate în principal la compresiune axială și forfecare;

(b) pene cu o față înclinată, solicitate la compresiune pe direcție înclinată sau chiar transversală



- ECLISELE de lemn (în general din contraplacaj), leagă în același plan două sau mai multe piese de lemn, fiind fixate cu cule sau șuruburi (eventual cu încheiere suplimentară). Aceste îmbinări (de tip ingineresc), adecvate unor lucrări de mică și medie importanță, sunt calculate funcție de grosimea plăcilor și distanțele reglementare de fixare.

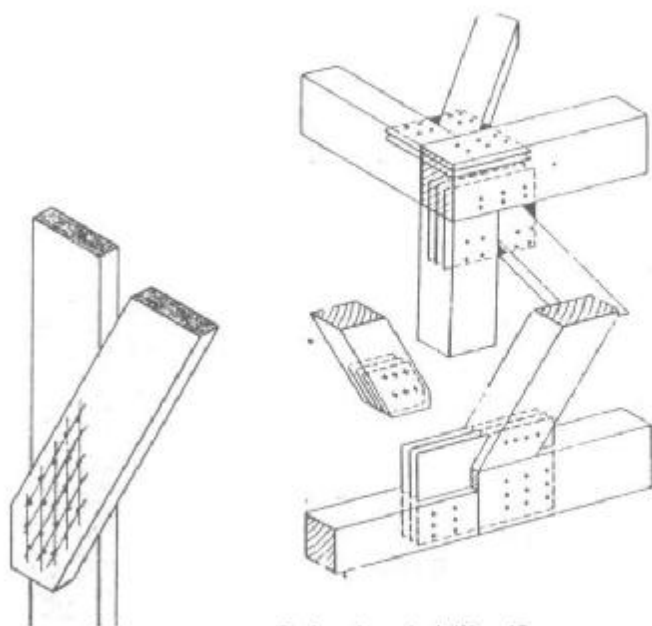


II. PIESE DE LEGĂTURĂ DIN METAL

II.1. TIJE

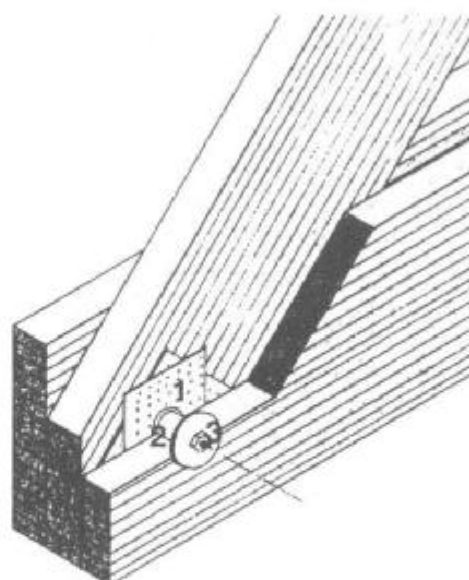
Îmbinările cu tije funcționează pe principiul repartizării eforturilor pe un număr mare de secțiuni mici.

- CUIELE: deopotrivă empirică și modernă, asamblarea cu cule poate fi utilizată pentru îmbinări portante și este simplu de pus în operă. De preferință găurile sunt date în prealabil, având un diametru de cca 95% din diametrul cuielor, ceea ce previne crăparea lemnului și permite utilizarea mai eficientă a cuielor (indispensabil în cazul lemnului de stejar sau fag). Distanțele între cule și față de margini sunt reglementate. În cazul solicitării la smulgere (nerecomandabil), trebuie utilizate cule profilate

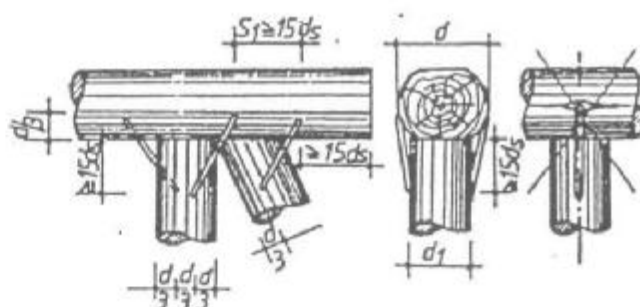


Fol de tablă (2 mm grosime) introduse în fante tăiate în lemn multiplică numărul de secțiuni pe care se repartizează eforturile.

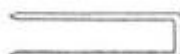
- **PLĂCILE PERFORATE FIXATE CU CUIE:** Ilustrează simplitatea și performanțele cuielor (în acest caz, tije cu înaltă rezistență la smulgere). Plăci metalice de 4 - 6 mm grosime perforate (1) și prevăzute cu o străpungere axială cu margini ranforsate (2), sunt fixate în atelier cu cule de interfețele pieselor de asamblat. Pe șantier, un bulon de articulație (3) asociază piesele realizând o articulație ideală cu părți metalice ascunse și deci protejate contra focului.
- **ȘURUBURILE PENTRU LEMN:** prezintă avantajul mai bune rezistențe la smulgere decât cuiile netede. Această rezistență se reduce cu timpul, pe măsură ce lemnul se usucă. Pe de altă parte, cu cât lemnul este mai umed, cu atât relația cui / gaură se alterează în raport cu eforturile perpendiculare pe cui (o dată în plus, este de dorit o umiditate adecvată și constantă !)
- **SCOABELE:** sunt în general utilizate în cadrul construcțiilor tradiționale, pentru menținerea în poziție a îmbinărilor, fără a transmite propriu-zis eforturi.
- **AGRAFE:** în general utilizate în atelier, cu pistoale performante și calculate pe baza rezultatelor încercărilor de laborator; sunt de regulă utilizate la pereții clădirilor cu schelet de lemn.
- **BULOANELE:** asamblarea numai cu buloane - prevăzute cu rondelul sau plăcuțe, și piulițe (pentru îmbinări portante, min 2 buloane $\phi 12 - 14$ mm) - este adecvată doar în cazul îmbinărilor solicitate la întindere și pentru construcții provizorii demontabile. În cazul în care buloanele lucrează la întindere, trebuie verificat ca rondelul sau plăcuțele să aibă o suprafață suficientă pentru repartizarea eforturilor de compresiune pe lemn.



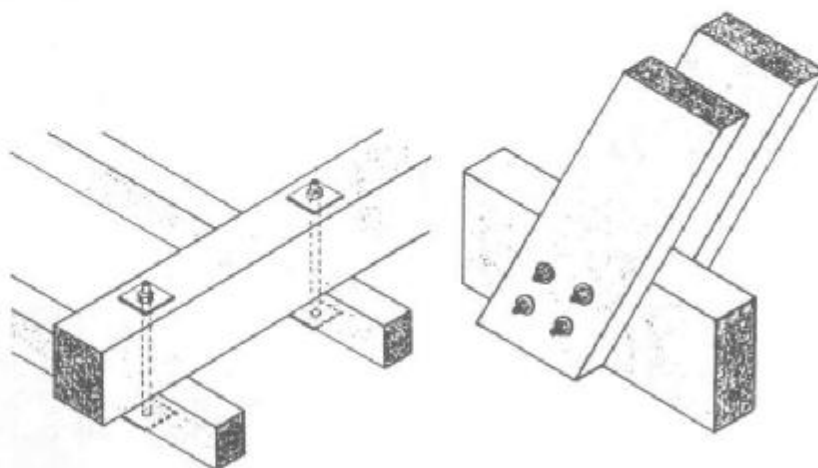
1. Plăci metalice (4 - 6 mm) fixate în atelier de interfețele pieselor de asamblat.
2. Străpungere cu margini ranforsate
3. Bulon de asociere a pieselor pe șantier.



Îmbinări cu scoabe

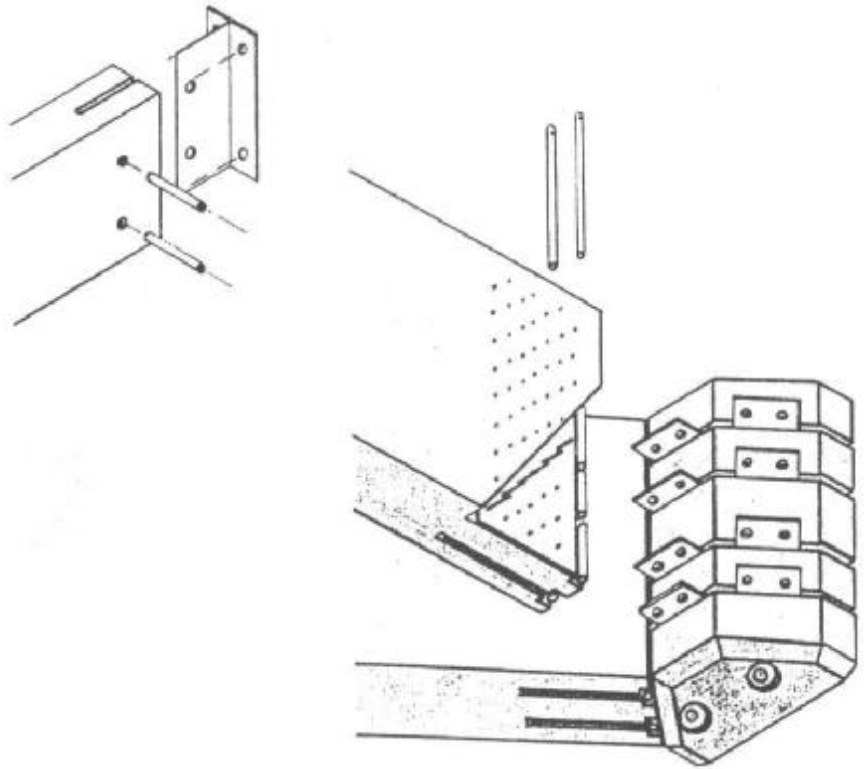


Agrafe $\phi 1-2$ mm; în general cu rășini sintetice aplicate pe vîrful.



Îmbinări cu buloane

- **BROȘELE:** sunt tije de oțel cu diametre peste 6 mm, introduse forțat în perforații prealabile cu diametru cu 0.2 - 0.5 mm mai mic ca diametrul tije (contrar perforațiilor pentru bulonare) și traversând integral ansamblul pieselor. Pentru siguranță, este utilă prevederea unei legături suplimentare (în general cu unul sau mai multe buloane). Permite realizarea de îmbinări fără joc, spre deosebire de buloane. Asamblarea are un comportament ductil (broșele cele mai sollicitate ating 'limita de plasticitate' înaintea ruperii lemnului și permit astfel o redistribuire a eforturilor către broșele învecinate, fără rupere locală), favorizat de diametre cât mai mici. Tehnologiile recente de mare precizie, asistate de computer, permit asocierea de broșe cu diametre foarte mici, cu piese metalice în plane multiple.



- **ACELE** sunt tije de oțel cu diametru foarte mic (< 6 mm), introduse forțat în găuri prealabile, în general prin presiune. Datorită diametrului foarte mic și a penetrării lor ce perturbă nesemnificativ fibrele lemnului, ele transmit la suprafață egală a îmbinării - eforturi mai mari decât broșele

II.2. PIESE METALICE DE SUPRAFAȚĂ

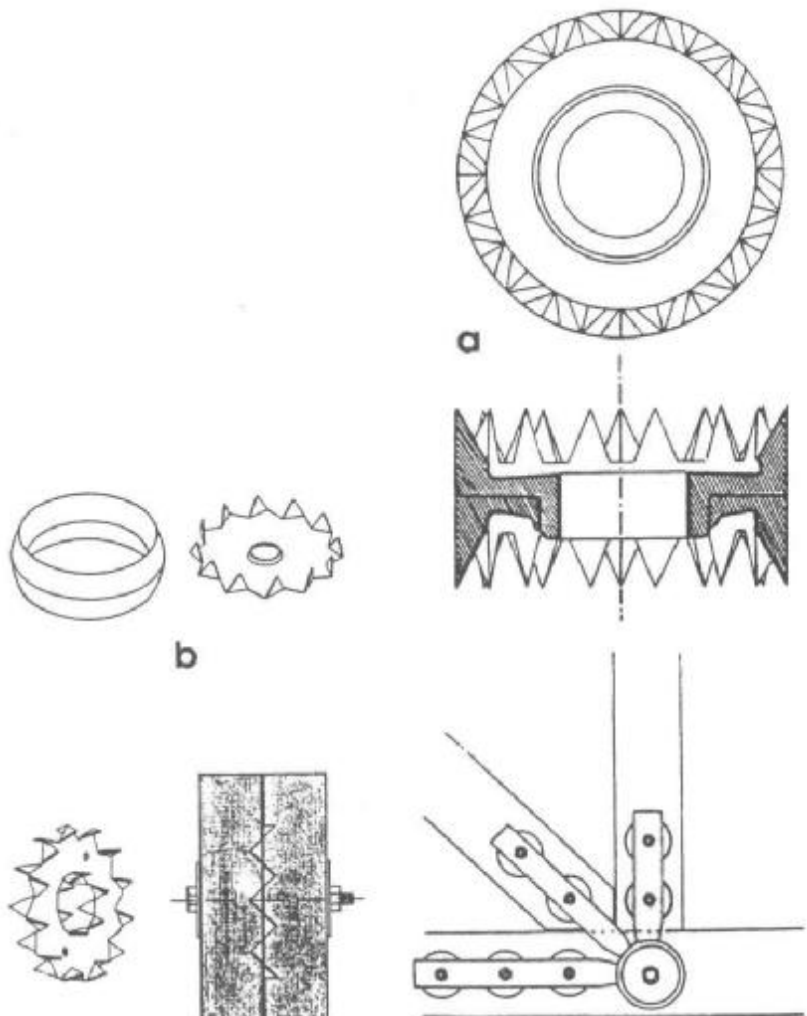
- **GUJOANELE:** pot fi din fontă sau oțel (sau din lemn dur, v. 'pene').

Exemple:

(a) Gujoane din fontă Greim și un nod de grindă cu zăbrele realizat cu un astfel de dispozitiv.

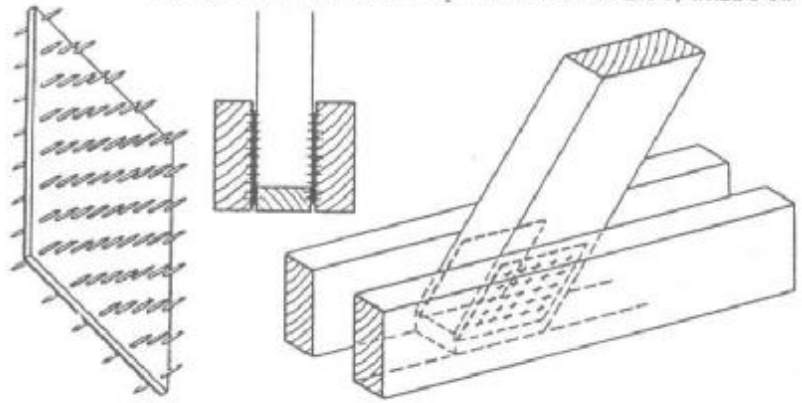
(b) Gujoane din oțel: un gujon inelar și un semi-crampon Bulldog.

Crampoanele Bulldog sunt frecvent utilizate, dar rareori cu lemn dur. Trebuie să fie suficient de groase pentru a nu 'dispare' datorită ruginii care le poate afecta.



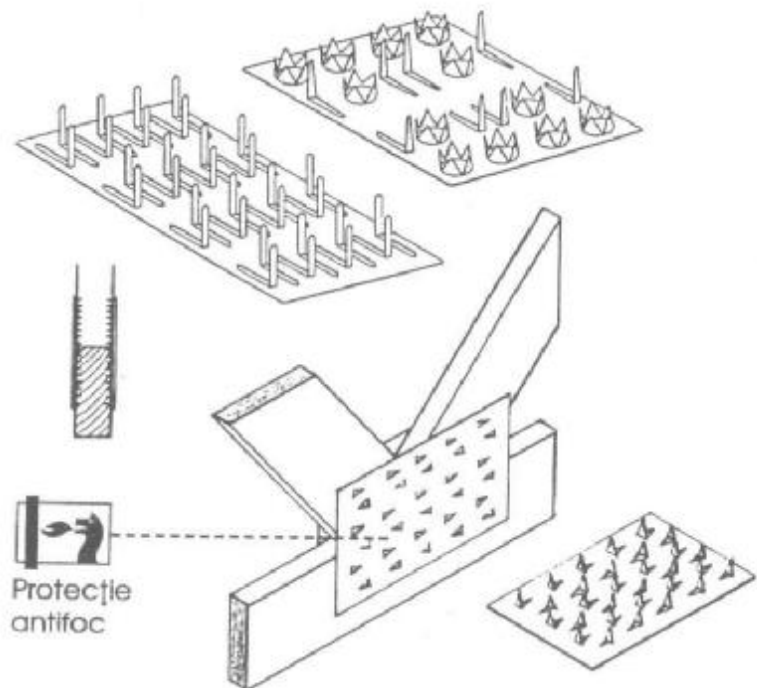
- CONECTORII DINȚAȚI

(a) CONECTORII DINȚAȚI MENIG sunt compuși din tije de oțel fine și ascuțite fixate într-o placă constituită din două straturi de material plastic. Plăcile standard pot fi decupate după geometria suprafeței îmbinării.



(b) CONECTORII DINȚAȚI OBIȘNUIȚI, cu utilizare diferită de cea a plăcilor Menig, sunt din tablă de oțel cu dinți ridicați prin ștanțare pe una din fețe. Puși în operă prin presare, permit asamblarea unor piese de aceeași grosime (min. 30 - 50 mm), pe baza unui principiu înrudit cu prinderea în cule dar asigurând o mai bună transmitere a eforturilor; zona de tablă neștanțată contracarează tendința de crăpare a lemnului.

Constituie unul din cele mai economice sisteme de asamblare a pieselor cu secțiune mică. Necesită însă studii și prevederi speciale în ceea ce privește exigențele de rezistență la foc.



II.3. PIESE METALICE SPAȚIALE

Permit o gamă largă de asamblări, punând înlocul majoritatea îmbinărilor tradiționale, cu condiția protejării lor anticorozive și antifoc.

Avantaje: montaj simplu; creștere sensibilă a valorii eforturilor posibil de preluat fără deplasări; performanțe mari asociate unor secțiuni de lemn rectangulare de dimensiuni reduse; permit un calcul mai puțin aleatoriu și o verificare prin încercări (fiabilitate specifică verificărilor de atelier).

Piesele metalice sunt fixate de piesele de lemn fie cu tije scurte galvanizate sau din inox (crestate, inelate sau spiralate), fie cu broșe și/sau buloane. Unele piese sunt prevăzute cu pînți de poziționare care facilitează montajul.

Pot fi piese STANDARD (disponibile pe bază de catalog, cu posibile adaptări) sau piese SPECIALE (realizate la comandă), ASCUNSE sau APARENTE.

Piese aparente presupun, dincolo de criteriile de rezistență și montaj, un studiu estetic al conformării; uneori necesită aplicarea unui material de acoperire, cu rol de protecție antifoc și/sau estetic; implică un control riguros al tratamentului anti-coroziv după punerea în operă.

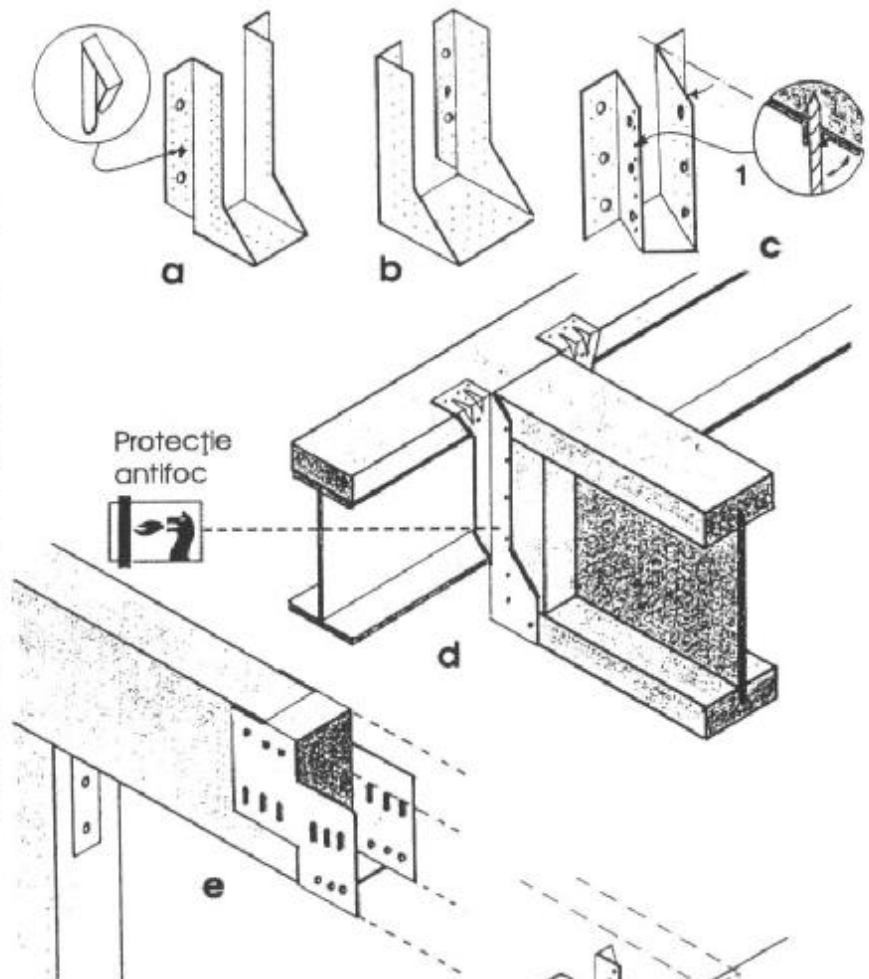
• PIESE STANDARD

SABOȚI

Saboți curenți, realizați din tablă galvanizată (sau din inox, la comandă). Trebuie utilizate profilele adecvate (min de joc 2/3 din secțiunea lemnului de rezemat)

Exemple: (a) saboți cu aripi exterioare și piteni de prepoziționare; (b) saboți cu aripi interioare (posibil una interioară și alta exterioară); (c) saboți cu unghi (în general unghi la comandă); 1 - gol de ghidaj pentru unghiul de fixare; (d) saboți cu bretele, îndeosebi pentru fixare pe profile metalice.

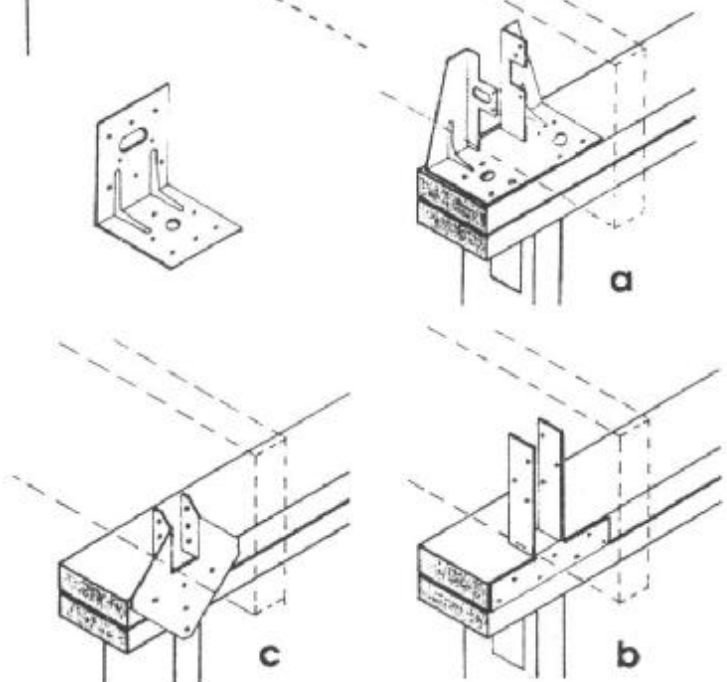
(e) *Saboți Cantilever*: permit continuitatea momentelor încovoietoare la reazeme și deci reducerea eforturilor și deformațiilor în grindă; de remarcat găurile ovale care permit jocul normal al pieselor de lemn.



CORNIERE

Disponibile într-o gamă largă de dimensiuni, permit realizarea de legături simple, foarte frecvent utilizate. Există diverse tipuri ce răspund unor necesități specifice de împiedicare a anumitor tendințe de deplasare.

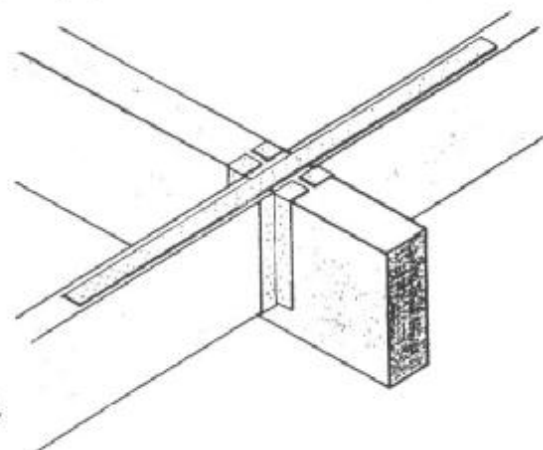
Exemple: (a) cornier pentru fixarea tălpilor inferioare a unei ferme fără posibilitate de alunecare și (b) cu posibilitate de alunecare; (c) cornier de fixare a grinzilor de planșeu pe grinda de bordaj, împiedicând tendința de ridicare.



PLATBANDE DE ANCORARE

Sunt pre-perforate și permit legarea fețelor superioare ale grinzilor, asigurând continuitatea și conlucrarea între acestea.

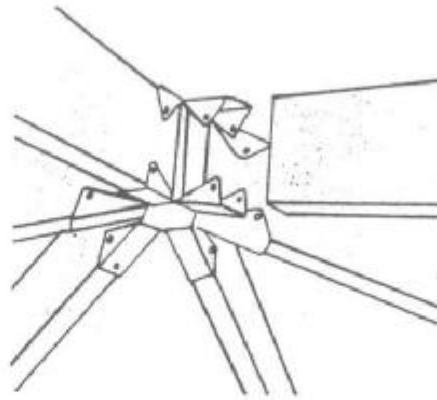
Exemplu de continuitate a două grinzi secundare, îmbinate cu grinda principală prin intermediul unor corniere.



- PIESE STANDARD CU PARAMETRI VARIABILI LA COMANDĂ

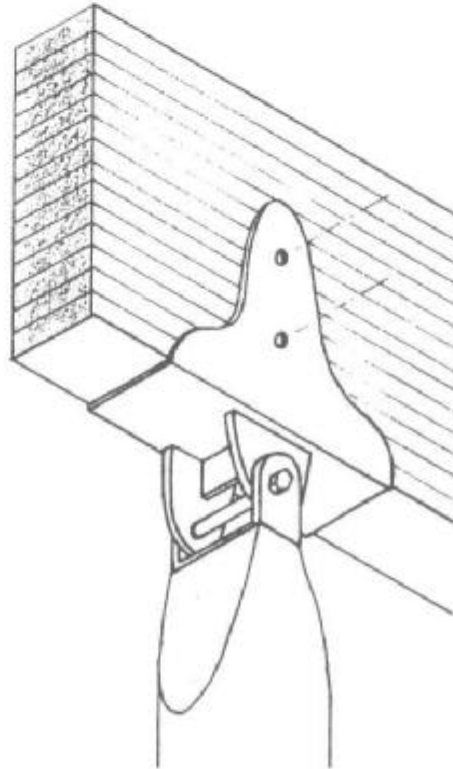
Plecînd de la piesele de catalog, fabricanții realizează adaptări, îndeosebi la piesele pentru îmbinările de șarpante, rezolvînd astfel asamblări uneori foarte dellicate.

Exemplu de îmbinare la vîrful unei șarpante cu plane înclinate multiple.



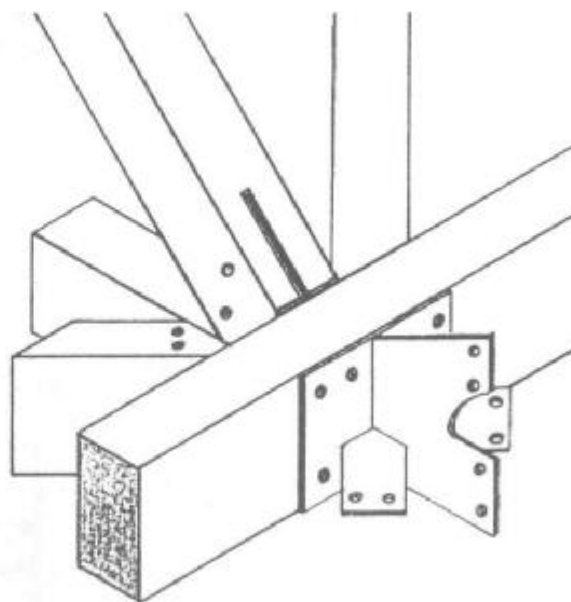
- PIESE SPECIALE (DE COMANDĂ)

a. PIESE METALICE APARENTE: pot constitui o parte integrantă și valorizantă a arhitecturii unei clădiri.



b. PIESE METALICE ASCUNSE: realizarea la comandă permite aproape orice geometrie. Punerea în operă implică anumite constrîngerii de care arhitectul trebuie să țină cont.

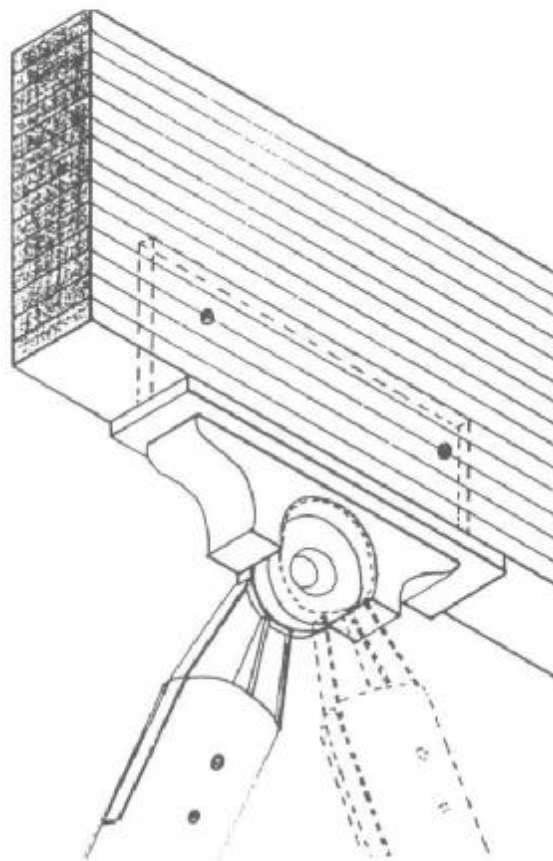
În exemplu, un nod cu 10 bare; piesele laterale prind fiecare cîte 4 bare. Barele centrale sunt broșate lateral (fixare prioritară) iar orizontalele la 45° sunt bulonate vertical pentru a permite montarea lor într-un al doilea timp.



c. PIESE METALICE TURNATE

Progresele în domeniul turnării oțelului sau chiar aluminului, au permis reducerea costurilor de realizare a unor astfel de piese și deci ameliorarea competitivității lor. Repetitivitatea rămâne totuși un criteriu determinant în alegerea unei astfel de asamblări, ce face un larg apel la creativitatea arhitectului.

Exemplu cu reazem articulată.



III. MORTARE, RĂȘINI, ADEZIVI

• ȘTIFTURI CU INJECTARE

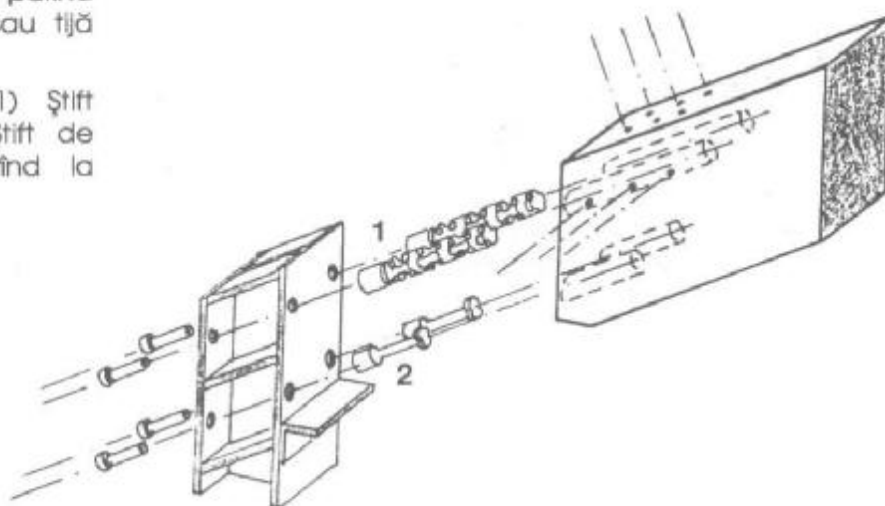
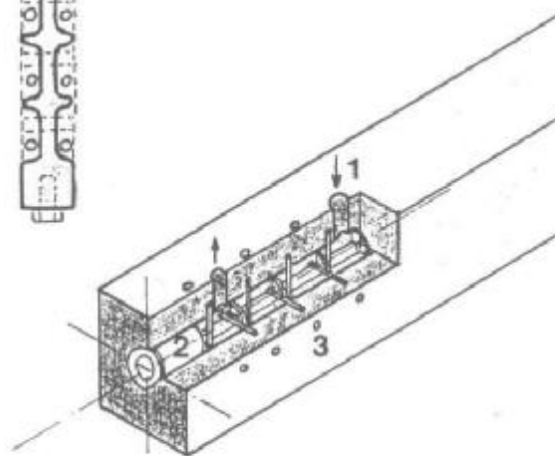
Sunt utilizate MORTARE PE BAZĂ DE RĂȘINI pentru blocarea jocului de montaj între știfturi, broșe și golul prevăzut.

Ex: Știft cu injectare: orificiu de injectare (1); știft (2); broșe (3).

Profilatura știftului permite un blocaj perfect. Absența unor solicitări de tip tracțiune transversală, asociată unei ajustări foarte precise, conferă acestui tip de îmbinare un nivel înalt de performanță.

Știfturile cu injectare sunt în general prevăzute cu un pas de filet puțin profund orișee fel de bulon sau tijă filetată.

Exemplu de îmbinare: (1) Știft lucrând la tracțiune; (2) Știft de menținere în poziție lucrând la compresiune axială.



- ÎMBINĂRILE PRIN ÎNCLEIERE:

Oferă avantajul unei distribuții optime a eforturilor, realizând continuitatea dintre elementele îmbinate pe toate suprafețele de contact. Acest fapt constituie un avantaj în ceea ce privește transmiterea eforturilor de tracțiune și de forfecare.

Alte avantaje: obținerea de forme 'pure'; reparații simple; protecție la foc prin 'scut termic'; etapă importantă într-un lung șir de inovații în domeniu.

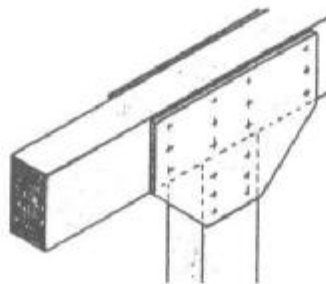
Aspecte delicate: ruperea în planul îmbinării nu trebuie să se producă anterior ruperii pieselor asamblate (trebuie asigurate rezistențe mecanice comparabile); necesită testări de etalonare; implică menținerea sub control a temperaturii ambiante și a umidității lemnului.

Sunt folosiți adezivi pe bază de rășini sintetice rezistente la acțiuni climatice (de ex. pe bază de resorcină sau de melamină). Rășinile epoxidice sunt adecvate îndeosebi la îmbinări cu rosturi mari sau pentru asamblări lemn / metal.

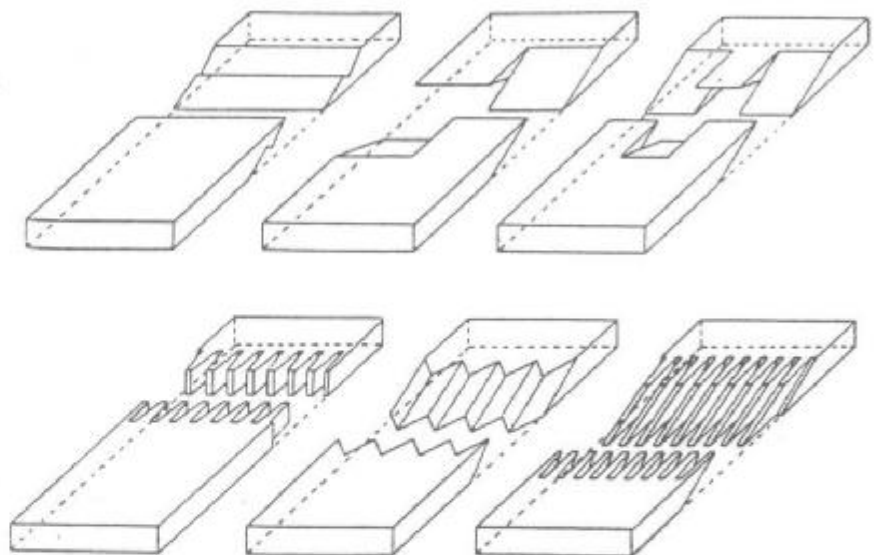
Progresele realizate în producția de adezivi, în ceea ce privește calitatea și fiabilitatea acestora, a permis dezvoltarea tehnicilor constructive bazate pe *lemn lamelar*. (v. Cap.5)

Încleierea poate fi utilizată, în condiții economic avantajoase, pentru menținerea provizorie în poziție a pieselor de lemn, înaintea realizării fixării lor definitive. Pentru a răspunde acestei nevoi, a apărut o întreagă generație de adezivi cu priză rapidă.

Îmbinare cu cule ranforsată prin încleiere



Exemple de îmbinare cap la cap a lamelor de lemn prin încleiere. Modul particular de tăiere a capetelor are în vedere majorarea suprafeței de contact.

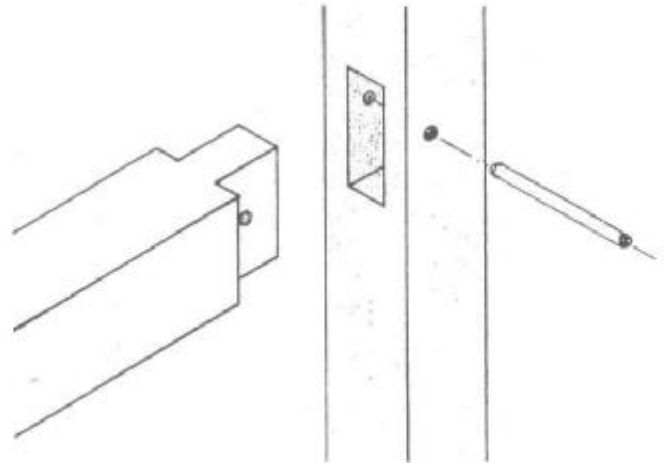


EXEMPLE DE ÎMBINĂRI

• **ÎMBINĂRI LEMN PE LEMN ÎN ACELAȘI PLAN**

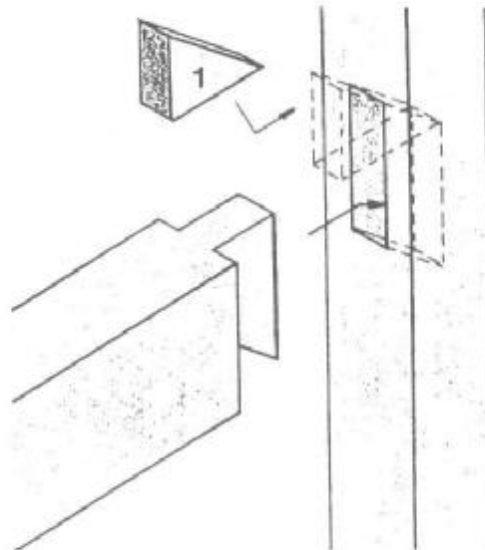
Cep și scobitură + dorn

Îmbinare tradițională; unghiul poate fi oarecare. Intersectarea a 2 grinzi pe stîlp trebuie să țină cont de reducerea de secțiune a stîlpului. Cercetări actuale urmăresc ameliorarea acestui tip de îmbinare prin injectări cu rășini care să suprimă jocul de montaj.



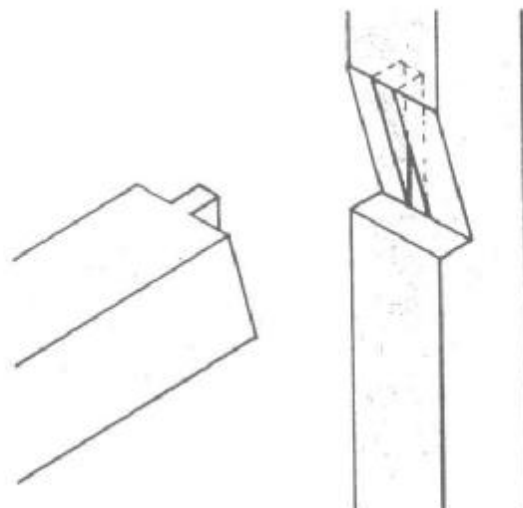
Variantă cu pană de blocaj

Dacă încărcările nu sunt mari, constituie o îmbinare ce permite montarea / demontarea foarte simplă și reduce la minimum jocul între piesele asamblate. Este foarte des folosită în Japonia ca 'amortizor seismic' tradițional: pana permite dispărea unei părți din energia transmisă structurii de mișcarea seismică și poate fi înlocuită ori de câte ori este nevoie. (1 - pană de blocaj)



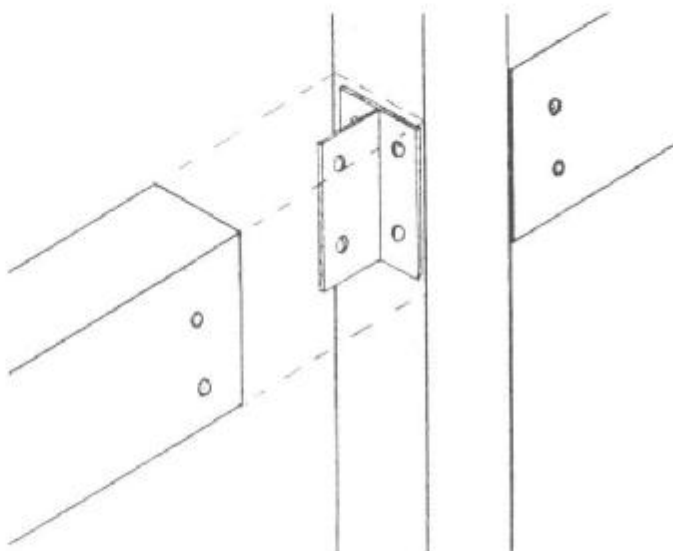
Chertări compuse: cep și scobitură + prag

Ca și alte tehnici tradiționale, chertarea în prag prezintă inconvenientul săăbrii secțiunii și permite jocuri importante între piese. Cercetări actuale urmăresc eliminarea acestor inconveniente cu ajutorul unui mortar adeziv expansiv.

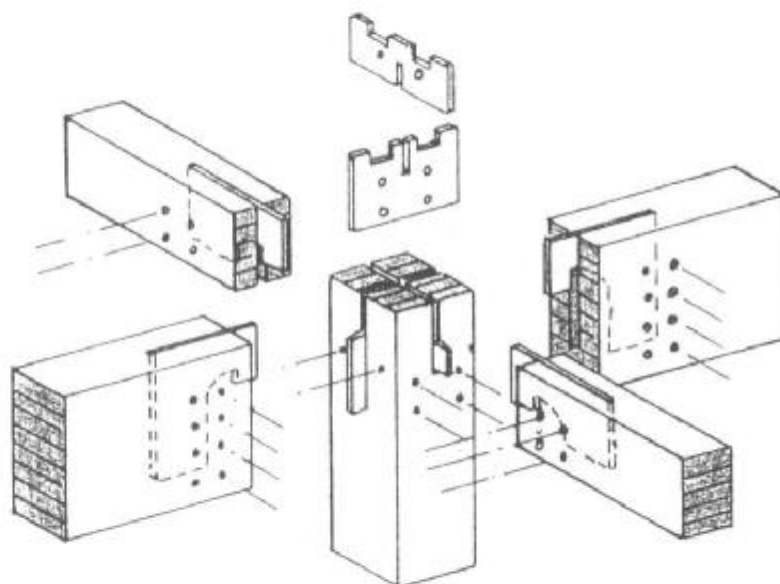


Piese metalice 'în inimă'

Sunt în general fixate cu broșe ce permit o îmbinare fără joc și sunt mult mai discrete ca buloanele. Pentru un aspect cât mai îngrijit, este posibilă încastrarea platbandei în capătul grinzii sau în stîlp.

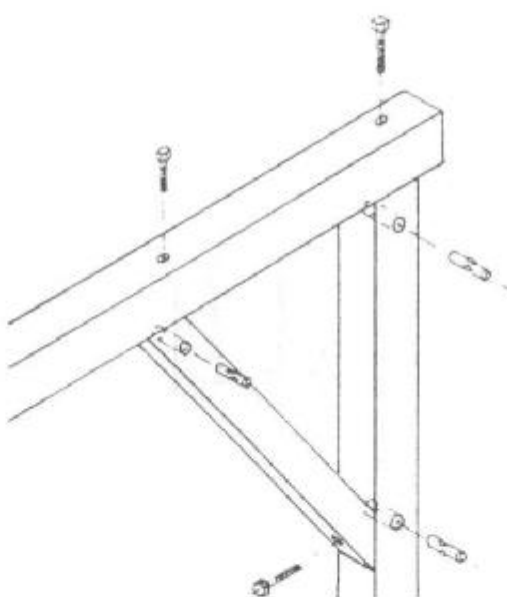
**'Cepuri' metalice**

Piesele metalice rămîn ascunse; montajul este facilitat prin asamblarea separată a pieselor prevăzute cu inserții metalice profilate adecvat pentru îmbinarea între ele. Transmiterea eforturilor se face de la grindă la inserție prin broșe (legătură lemn - metal), de la inserția metalică a grinzii la cea a stîlpului (legătură metal - metal) și de la inserția metalică a stîlpului la stîlp prin broșe (legătură metal - lemn). Sistemul poate rămîne și parțial vizibil pentru a pune în valoare finețea legăturii.

**Buloane + inserție metalică**

Cu sau fără crampoane, îmbinarea se pretează în principal la legături de mai multe elemente sub un unghi oarecare, cu eforturi reduse în bare. Creșterea diametrelor inserțiilor metalice poate permite preluarea unor eforturi mai mari.

Buloanele se înșurubează în piesele metalice înglobate.



Îmbinare cu prag simplu

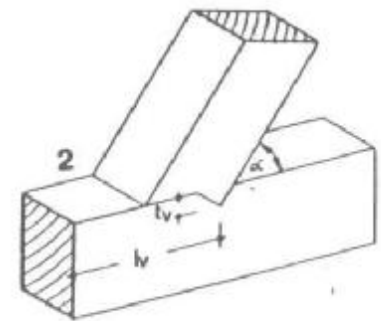
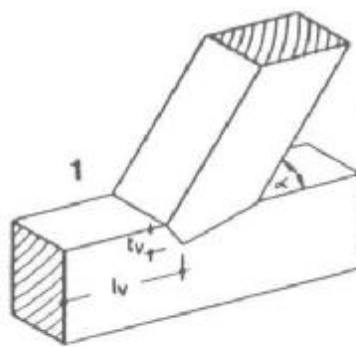
Îmbinare între un element oblic comprimat și un element orizontal.

(ex. arbaletrier / talpă-tirant, la o fermă cu arbaletrieri; căprior / talpă, la o fermă cu căpriori; diagonală / talpă inferioară la sisteme în zăbrele)

Îmbinarea cu prag este singura îmbinare oblică dulgherească verificabilă prin calcul și trebuie să respecte anumite reguli (dimensiuni, unghiuri)

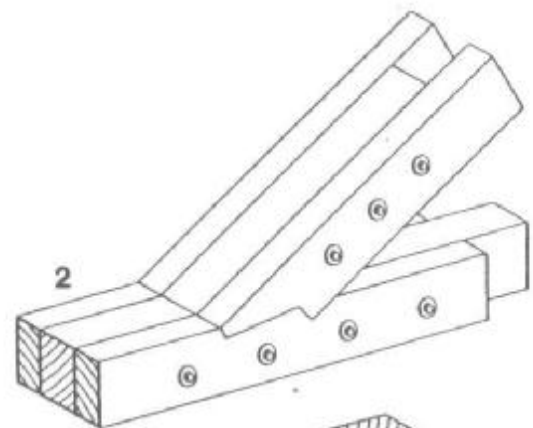
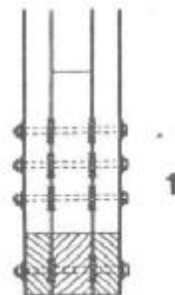
1. Îmbinare cu prag simplu anterior

2. Îmbinare cu prag posterior: prezintă riscul despicării piesei înclinată în lungși, ca atare, trebuie verificată prin calcul cu mare precizie (idem cea cu prag dublu).



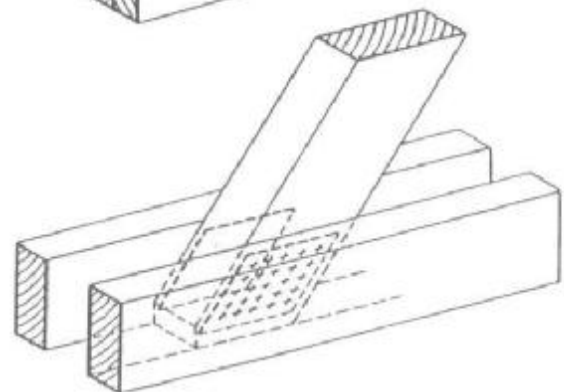
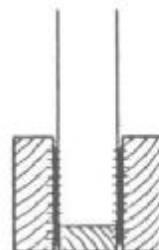
Îmbinare cu prag dublu

Îmbinare element înclinat din doi dulapi / talpă din element unic, ranforsată cu *fururi*. Transmiterea eforturilor de forfecare este asigurată cu *gujoane* speciale - în acest caz *crampoane Bulldog* - strînse și menținute între piese cu *buloane*. Corect rezolvat, acest dispozitiv constituie o îmbinare rigidă, aproape nedeformabilă, adecvată pentru elemente portante și ușor de pus în operă. Dezavantaje: legătura cu buloane trebuie să fie restrînsă după un timp; reducere locală a secțiunii pieselor.



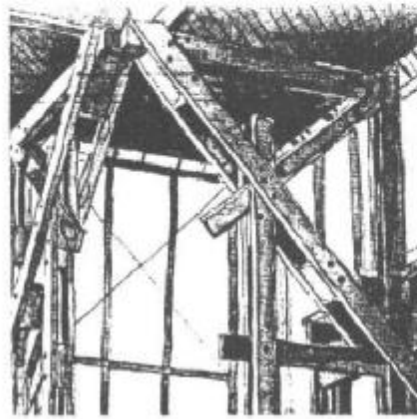
Îmbinare cu conectori Menig

Piesele de lemn trebuie să aibă min. 8 cm grosime (fermă grea)



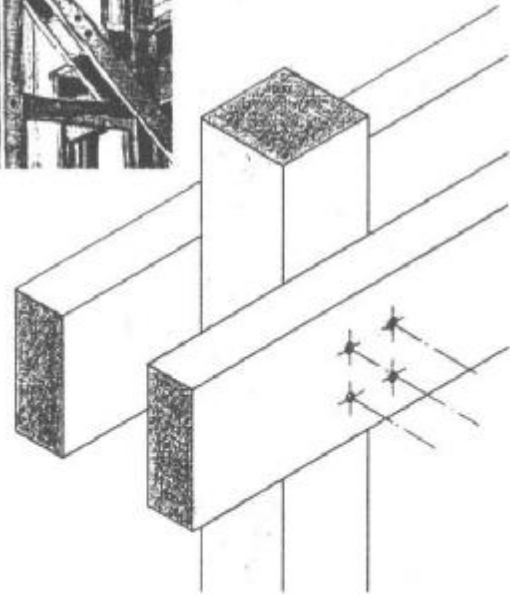
• ÎMBINĂRI LEMN PE LEMN ÎN CLEȘTE

Sistemele în clește constituie o tehnică de îmbinare ce permite ca secțiunile pieselor de lemn să nu fie slăbite. Funcțiile de efectul estetic căutat, deschiderile de acoperit și încărcările de suportat, se preferă dublarea elementelor portante verticale sau orizontale.



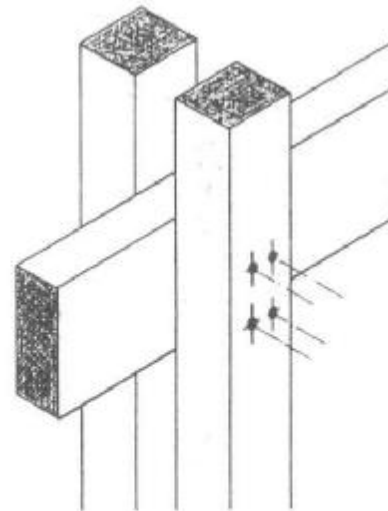
Grindă dublă

Este cazul cel mai frecvent, întrucât, pentru limitarea deformațiilor, grinzile de planșeu implică de multe ori secțiuni mai mari decât stâlpii, în general dimensionați la flambaj. În cazul unor solicitări importante la reazeme, pot fi inserate crampoane sau inele.



Stâlp dublu

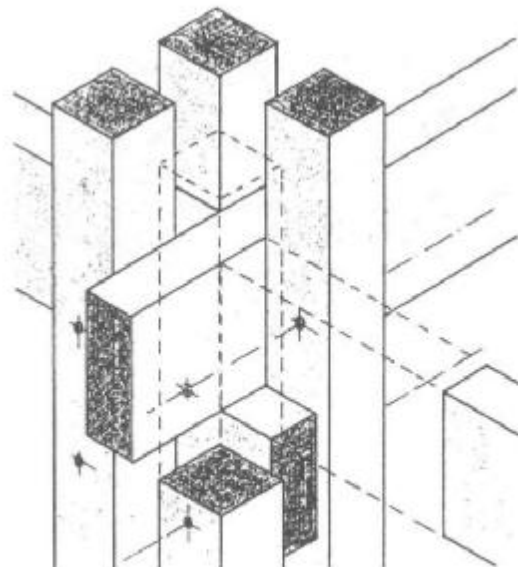
Configurație interesantă atunci când se urmărește preluarea unor împingeri orizontale importante.



Stâlp cvadruplu

Configurație cu un potențial formal extrem de bogat. Cu toate acestea este deficitară în ceea ce privește rezistența la foc (mai buna repartitie a încărcărilor determină secțiuni mai mici ale pieselor) și condițiile de întreținere.

1 - Furură de legătură, continuă sau locală, reducând lungimea de flambaj și servind ca reazem pentru grinzi în ambele direcții.

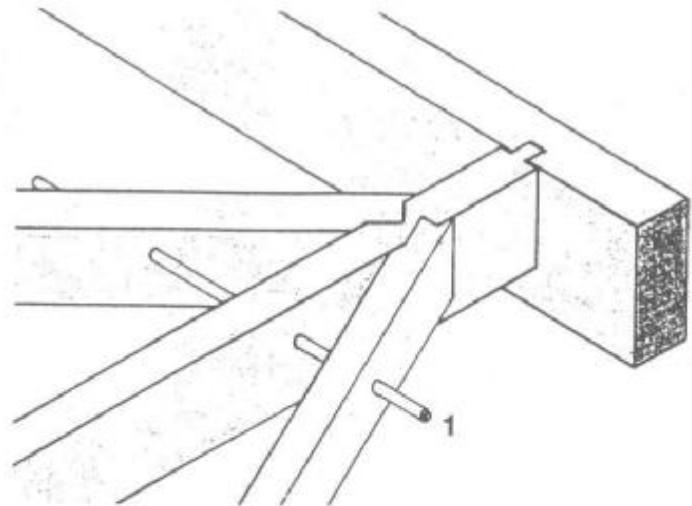


• ÎMBINĂRI LEMN PE LEMN ÎN PLANE OARECARE

Sistemele în clește și cele cu chertare permit o mare suplețe în ceea ce privește unghiurile pieselor de îmbinat. Cu toate acestea, căutările formale și tehnologice orientate către alcătuirii ușoare conduc la realizarea unor structuri tridimensionale și cu curburi libere ce reclamă *noduri din ce în ce mai performante*.

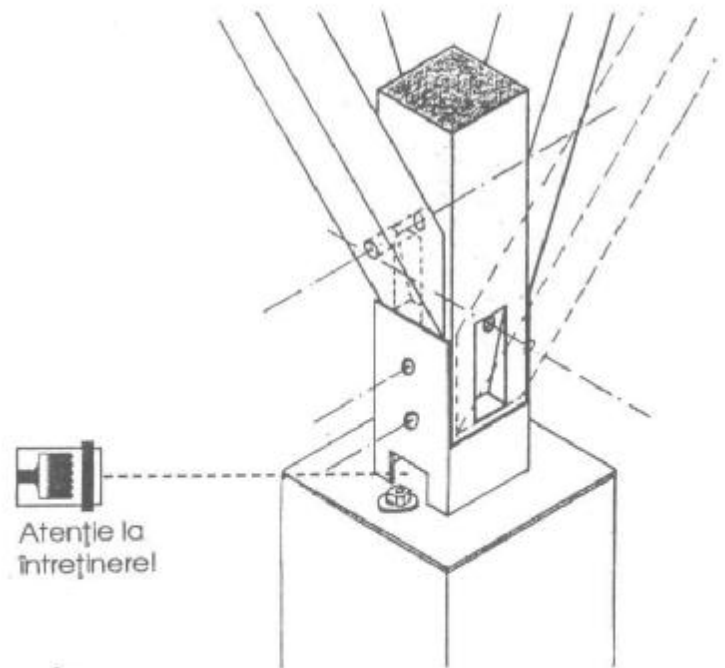
Cep și scobitură, praguri, domuri

Exemplul prezentat prezintă particularitatea de a utiliza un unic dom (1) pentru asocierea a 3 piese îmbinate cu praguri și cepuri. În cazul unui risc de deplasare pe verticală, pragul poate fi combinat cu cep și scobitură.



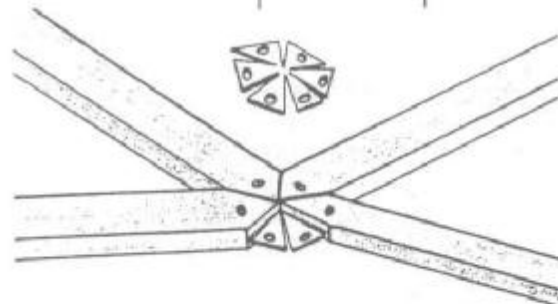
Piese metalice speciale, cep și scobitură, buloane

Exemplu de îmbinare mixtă: piesă metalică aparentă + chertare. Bulioanele au ca rol asigurarea îmbinării. Eforturile fiind transmise de cepuri și scobituri, sunt în mod obligat limitate.



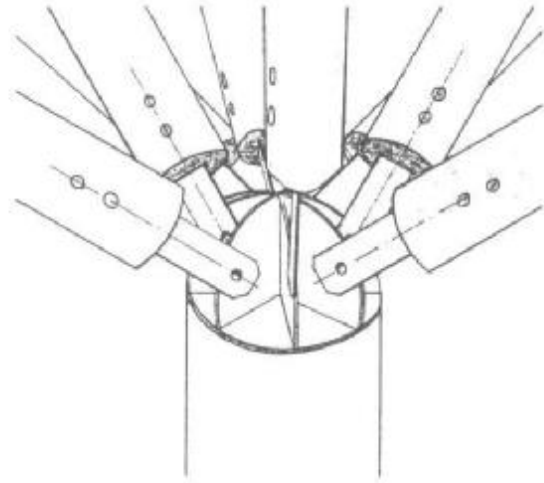
Piese din tablă îndoită sau decupată

Îndoirea și decuparea tablei permit realizarea unor geometrii extrem de variate ale îmbinărilor, folosind pentru fixare buloane sau țije filetate; în particular, fac posibilă obținerea unor forme geodezice.



Tole sudate

Concentrarea unui număr mare de bare într-un punct presupune folosirea unor piese metalice spațiale mai mult sau mai puțin elaborate, mai mult sau mai puțin standardizate. Exemplul prezintă o plesă realizată din tole decupate în jumătăți și sferturi de discuri de același diametru, sudate între ele pe o placă circulară.

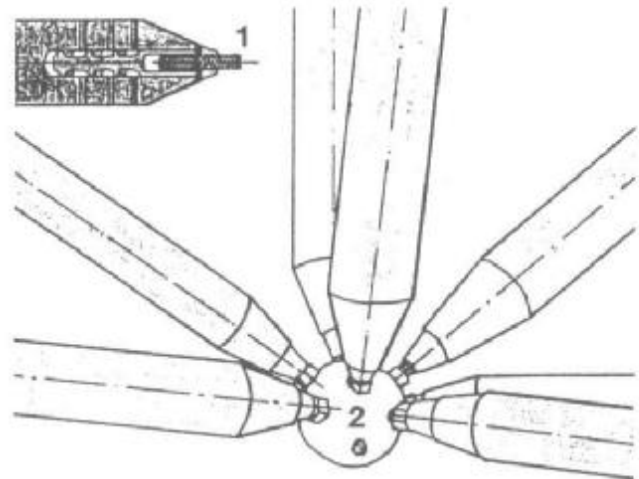


Noduri de rețele tridimensionale, din sfere metalice

Utilizarea știfturilor cu injectare permite realizarea unor structuri tridimensionale din lemn, cu noduri din sfere (larg răspândite cele din oțel și aluminu); sferele sunt asociate barelor prin intermediul unor tije filetate înșurubate în știfturile barelor.

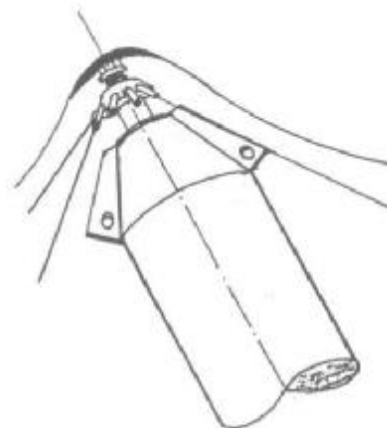
1 - Secțiune longitudinală printr-un capăt de bară, cu tijă filetată înșurubată într-un știft cu injectare.

2 - Sferă din oțel sau aluminu turnat.



Reazeme pentru structuri textile

Structurile textile au cunoscut o dezvoltare constantă în ultimii ani și nu se mai limitează la lucrări provizorii sau urgente. În acest context, lemnul, prin excelență material pentru catarge de toate felurile, trebuie să-și valorifice toate atuurile, în asociere cu oțel și nylon, dar și cu cordaje tradiționale.

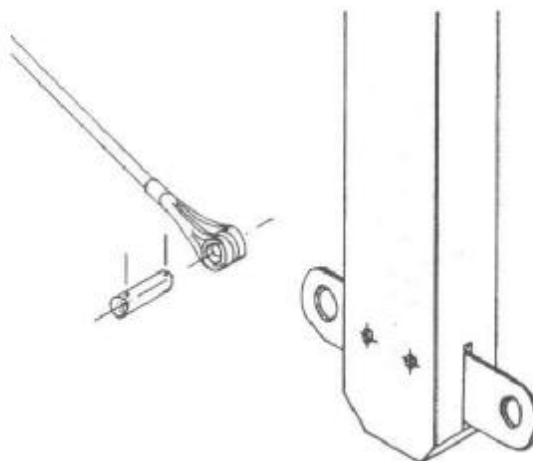


• ÎMBINĂRI LEMN PE METAL SAU BETON

Evident, toate piesele metalice spațiale pot servi pentru legături între piesele de lemn și suporturile din metal sau beton. De notat faptul că legăturile lemn / metal permit combinații foarte ușoare. Lemnul lucrează în general la compresiune, iar oțelul la întindere, frecvent folosit sub formă de cabluri sau tiranți.

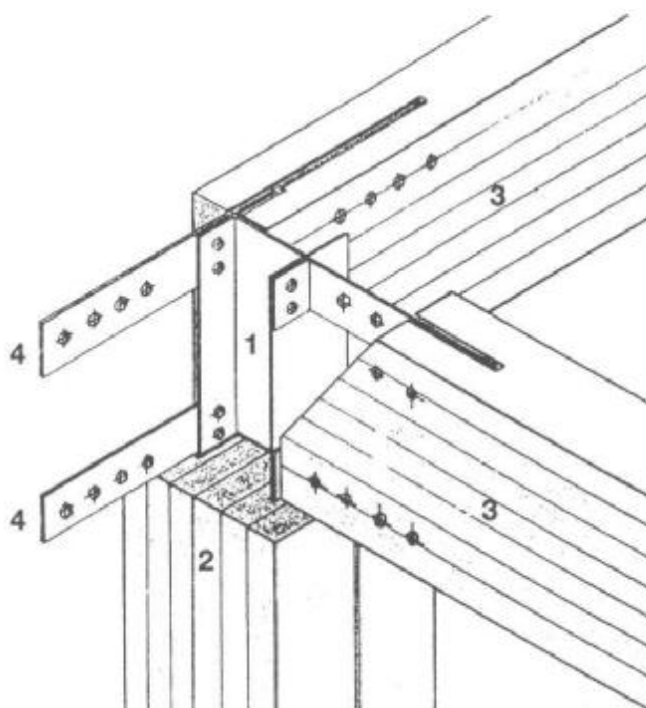
Montanți de lemn și tiranți metalici

Tiranții metalici sunt astăzi oferți pe bază de catalog de către diverși fabricanți, inclusiv toate accesoriile de montaj și de tensionare.



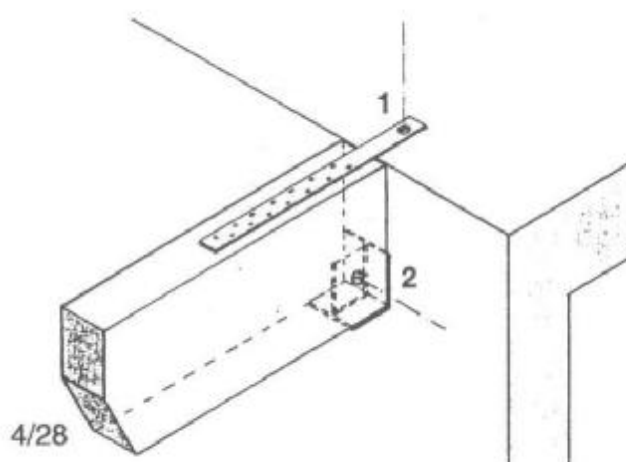
Sisteme mixte pentru stâlpi și grinzi

Îmbinările structurilor din lemn sunt prin excelență de tip articulație, încastrările având drept consecință concentrări mari de eforturi sau necesitând secțiuni prea mari, cu efecte negative atât în plan economic, cât și în plan estetic. Un mod simplu de a rezolva problemele de stabilitate verticală constă în a recurge la stâlpi metalici, cu încastrare la bază, dacă este posibil, sau la partea superioară. Ținând însă cont de slaba rezistență la foc a acestor stâlpi, de exigența simplificării îmbinărilor și cea de a nu mări numărul materialelor, este deosebit de interesantă realizarea unor *stâlpi micști lemn / oțel*. Legendă: 1 - Profil metalic H; 2 - Stâlp din lemn lamelar; 3 - Grindă din lemn lamelar; 4 - Piese metalice de îmbinare, dissociate pentru asigurarea unui joc diferit al lemnului și al oțelului, permițând totodată încastrarea.



Relația consolă lemn / element de b.a.

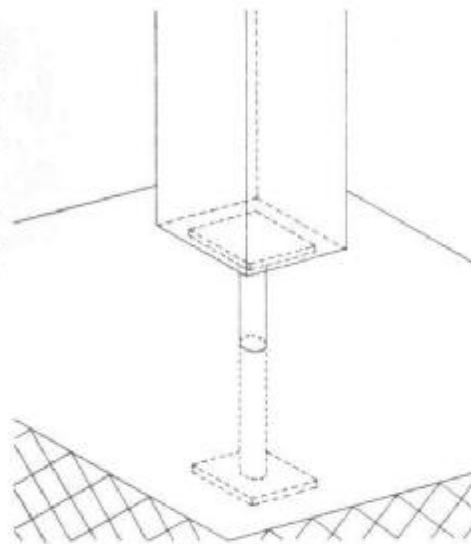
Pentru a evita încastrarea pieselor de lemn în b.a., se poate recurge la ancoraje cu platbande (1) și rezemare pe plese metalice la partea inferioară (2)



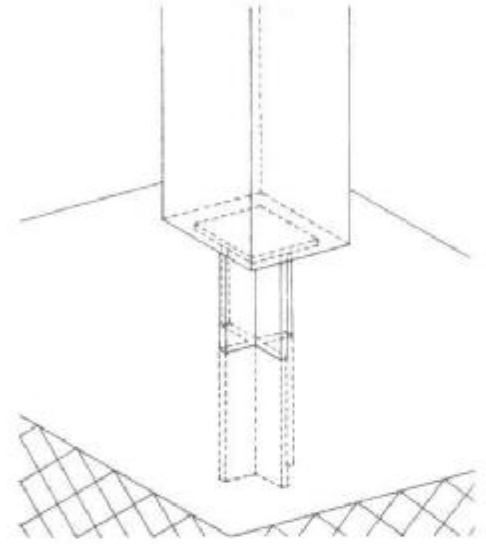
Legătura stîlp de lemn / fundație

A Stîlp pe reazem constituit din 2 plăci și o bară de oțel rotund sau o țevă; sollicitare numai la compresiune.

B. Stîlp pe reazem constituit dintr-o placă și un profil de oțel; sollicitare numai la compresiune.



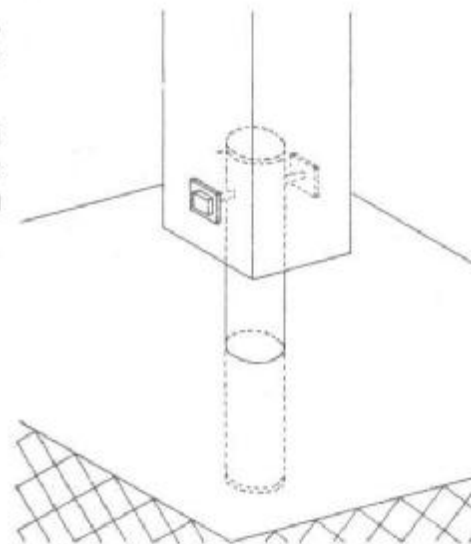
A



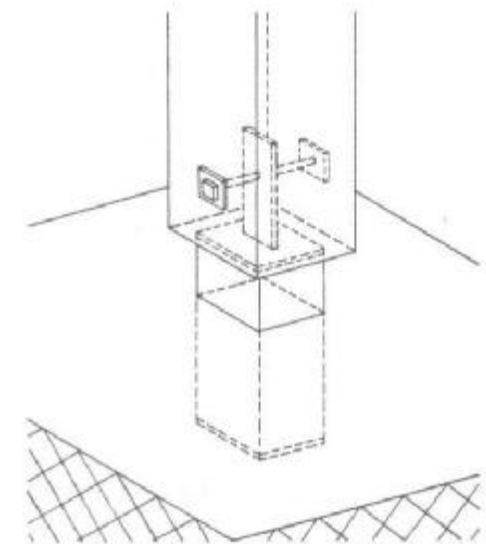
B

C. Stîlp pe țevă rotundă de oțel, fixare cu șuruburi; sollicitare la compresiune sau întindere.

D. Stîlp pe țevă pătrată cu piesă metalică de îmbinare bulonată; sollicitare la compresiune sau întindere.



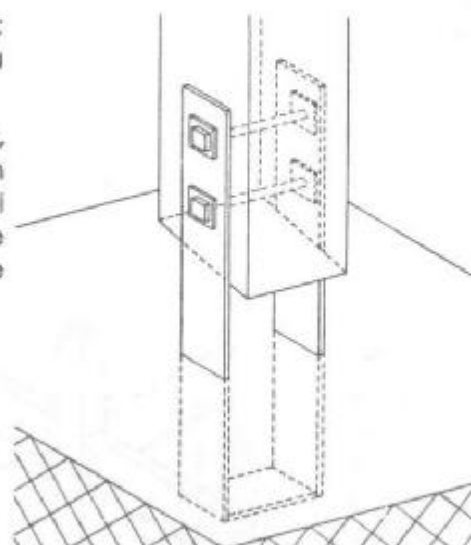
C



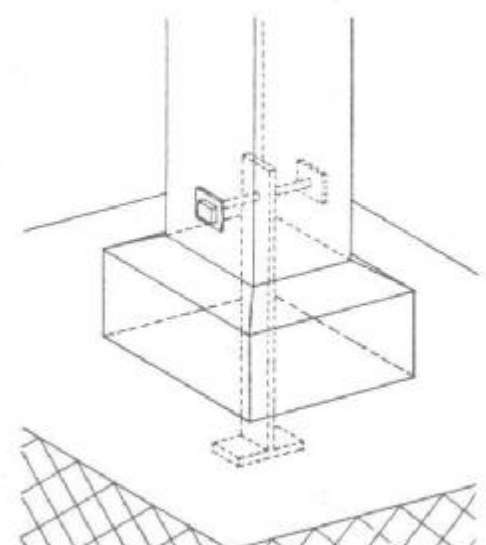
D

E. Stîlp fixat între eclise bulonate; sollicitare la compresiune sau întindere.

F. Stîlp așezat pe soclu de beton, cu strat de separație din carton asfaltat; partea inferioară a stîlpului trebuie pe cît posibil protejată de ploale; sollicitare la compresiune sau întindere.



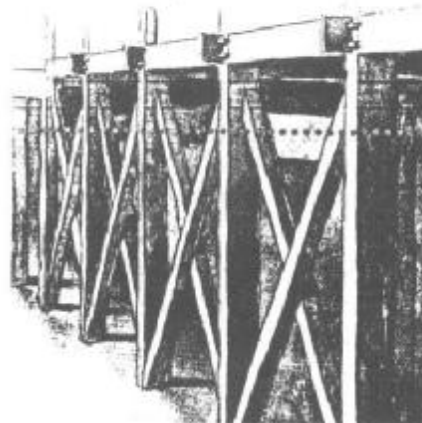
E



F

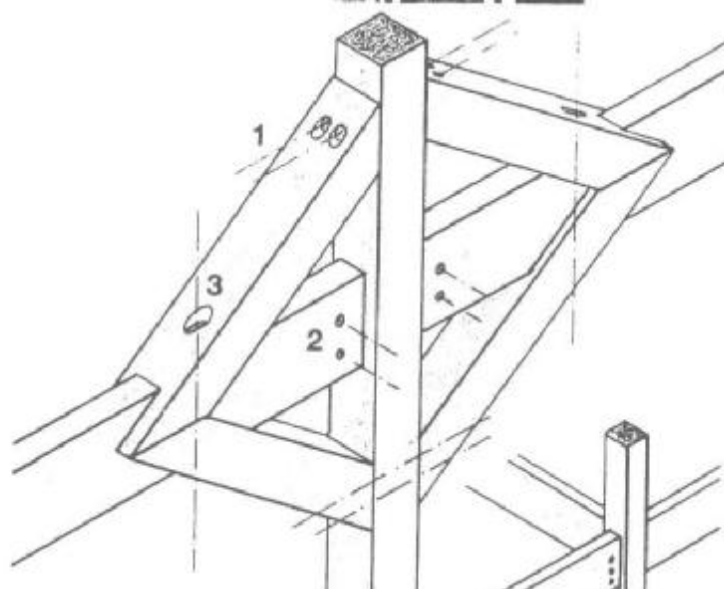
• TRIANGULAȚII

În cazul pieselor de lemn, realizarea unor noduri de tip încastare necesită de regulă secțiuni mari, nejustificate în raport cu deschiderile sau încărcările. Ca atare, se impune introducerea triangulațiilor, ca o compensare firească a îmbinărilor de tip articulație ale structurilor din lemn.



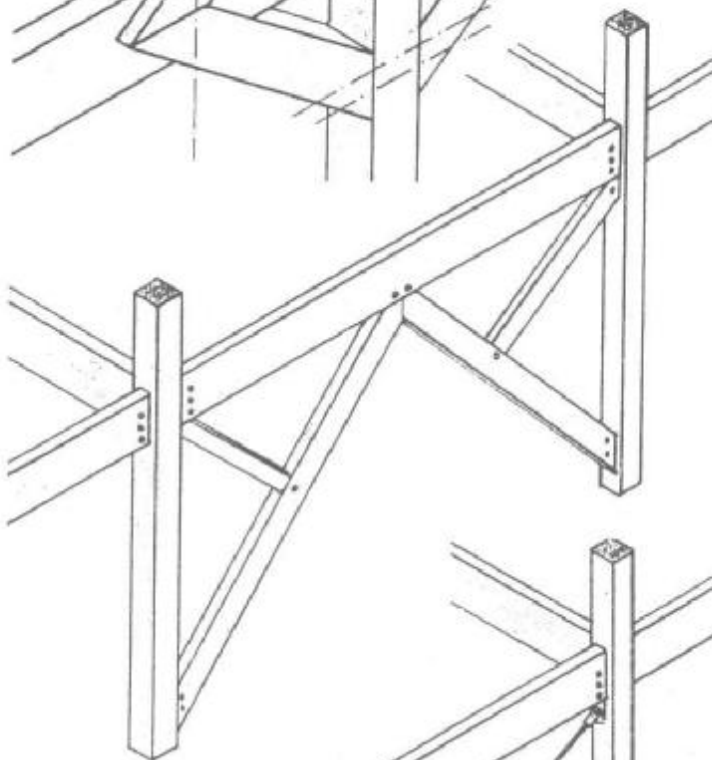
Blocaj cu contrafișe

Blocarea articulațiilor cu contrafișe se poate face cu sisteme în clește, cu îmbinări tradiționale cu chertare (cep și scobitură + prag), sau cu îmbinări moderne, cu piese metalice aparente sau ascunse, sau chiar combinând îmbinări cu chertare (în furcă) cu piese metalice 'în inimă', ca în exemplul alăturat. Legendă: 1 - Dublă bulonare; 2 - Piesă metalică 'în inimă' cu broșe; 3 - Îmbinare 'în furcă' și asigurare prin bulonare.



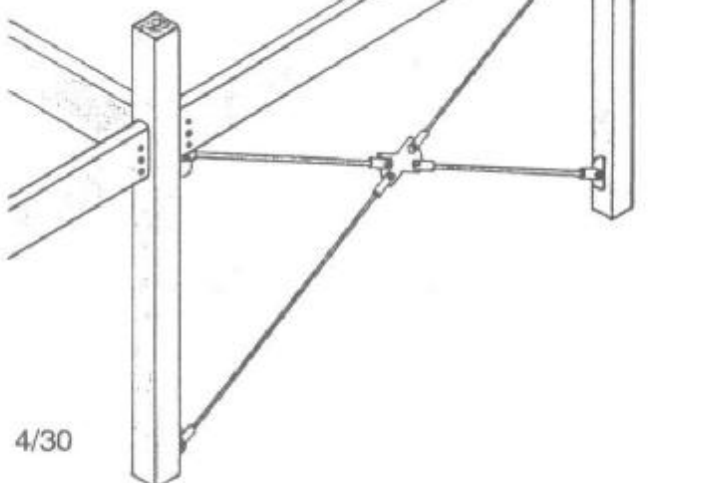
Contravîntuire din lemn

Blocarea articulațiilor unui portic se poate face în multe feluri, putîndu-se totodată adapta exigențelor arhitecturale. În aceste condiții, nu trebuie subestimate compresiunile din diagonale care, funcție de modul de dispunere, vor prelua - în plus față de sollicitările din forțe orizontale - și o parte a încărcărilor verticale transmise de grindă.



Contravîntuire cu cabluri tensionate

Cablurile tensionate constituie sisteme de contravîntuire economice și ușoare. Posibilitățile de reglare a tensiunilor sunt simple și fiabile. În cazul unor cerințe speciale privind rezistența la foc, aceste contravîntuiri pot fi completate cu altele din lemn sau din zidărie.



• PROTECȚIA ANTICOROZIVĂ A PIESELOR METALICE DE ÎMBINARE

Variațiile de echilibru higroscopic al lemnului trebuie luate în considerare în ceea ce privește tratamentul necesar a fi aplicat pieselor metalice de îmbinare.

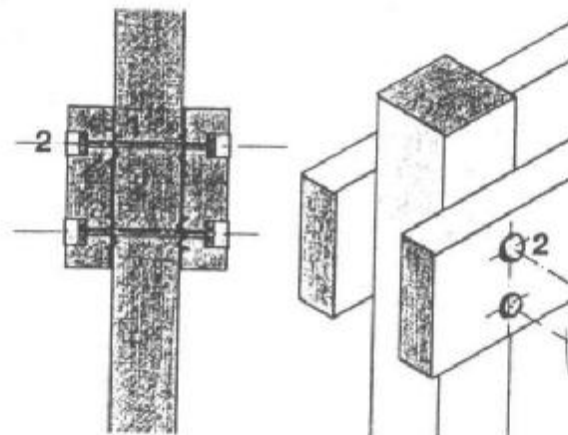
În cazul îmbinărilor cu tije (buloane, cuie, șuruburi, etc) este contraindicată utilizarea unor piese din oțel netratat. Funcțiile de caracteristicile mediului ambient (normal, expunere la intemperii, mediu coroziv sau foarte coroziv), tratamentele preconizate sunt (în ordine): zincare, galvanizare, inox, inox ameliorat (cu molibden).

Pentru celelalte piese metalice, diversele tratamente preconizate reiau procedeele descrise mai sus cu referire la tije. În plus pot fi adăugate trei altele procedee curent utilizate: pentru mediu normal, vopsitorie antirugină bogată în zinc sau bicromatare, iar pentru expunere la intemperii și mediu salin, pudre termorigide pe bază de rășină poliesterică.

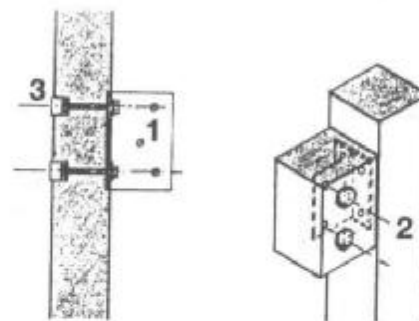
• ÎMBINĂRI UNDE LEMNUL PROTEJEAZĂ METALUL CONTRA FOCULUI

În contact cu focul, lemnul se consumă lent, formând un strat izolant de cărbune. Acest strat întârzie ridicarea temperaturii în piesa de lemn și deci progresia combustiei (viteza de combustie a lemnului dur și dens este de aproape 2 ori mai mică decât a rășinoaselor curente). Ca atare, în îmbinările ce folosesc piese metalice, lemnul face oficiul de scut termic și limitează creșterea temperaturii în piesele metalice.

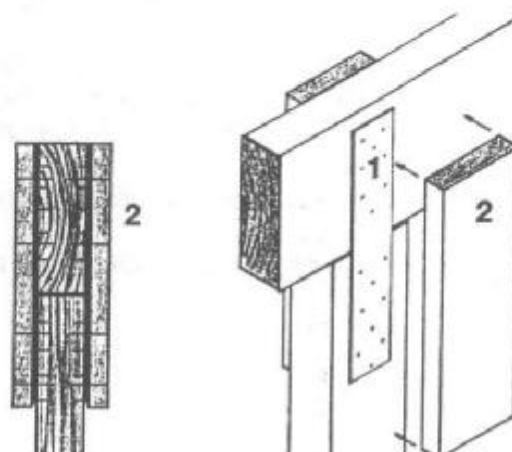
Îmbinare în clește cu crampoane și buloane. Crampoanele (1) sunt protejate de clești; buloanele trebuie protejate cu dopuri de lemn lipite în lăcașurile de la capetele acestora (2)



Îmbinare cu piesă metalică 'în inimă' (1) și broșe (2), protejate cu dopuri de lemn lipite în lăcașurile de capăt.



Îmbinare cu placă metalică (1) protejată de o furură termică din lemn (2).



C. PREFABRICAREA

Construcțiile din lemn se pretează de minune la o prefabricare (și deci și la o industrializare) cât mai completă. Spre deosebire de construcțiile studiate anterior (cele din zidărie și din beton armat), construcțiile din lemn (și cele din metal) permit grade de prefabricare mult mai nuanțate mergând de la o prefabricare a elementelor de construcție, a sistemelor portante, a subansamblelor constructive, până la prefabricarea integrală, pentru căsuțe de dimensiuni mici (acestea putând fi asamblate integral într-o unitate de producție putând fi transportate și amplasate pe un teren, fără a mai interveni "in situ" cu nimic).

În opoziție cu construcțiile din beton și zidărie, cele din lemn au utilizat încă de la începuturi sisteme modulare de execuție, multe din clădirile vechi din lemn, apelând la piese și subansamble prefabricate. Atutul principal al caselor din lemn este în general, **rapiditatea execuției**, indiferent de tehnologia de execuție adoptată. Totuși, atunci când se apelează la o soluție prefabricată viteza de execuție crește simțitor, venind în așteptarea clienților contemporani, tot mai grăbiți. S-au realizat astfel case unifamiliale într-o zi, ritmul obișnuit de lucru la clădirile prefabricate permițând terminarea "la cheie" a caselor obișnuite în circa o lună. (Este aici de menționat faptul că finisajele speciale și instalațiile întârzie considerabil terminarea lucrărilor; structura din lemn este realizată de regulă în 2 săptămâni)

Orice intenție de prefabricare trebuie să aibă la bază o concepție modulară. Aceasta trebuie să se extindă de la dimensionarea modulară a travellor și a macro-dimensiunilor clădirii spre modularea tuturor elementelor de detaliu, de la îmbinări până la elementele de finisare. Acest lucru poate îngreuna procesul de proiectare și implicit poate duce la o lungire a termenelor de predare a proiectelor, dar beneficiile de timp obținute în cadrul execuției sunt imense.

O altă premiză merită a conduce spre o prefabricare eficientă este limitarea la maximum a tipului și numărului pieselor componente, fără a afecta concepția arhitecturală de ansamblu și de detaliu.

Utilizarea aceluiași secțiuni de cherestea pentru partea structurală (eventual chiar și pentru elemente nestructurale), găsirea unor detalii capabile a fi realizate din 1-2 secțiuni de lemn, a unor modalități de asamblare și de prindere a pieselor nestructurale pe structura casei, cât mai simple și uniforme sunt cheia unei execuții eficiente, menite a reduce substanțial costurile și a mări viteza de execuție.

Față de alte categorii structurale (cum ar fi cele din zidărie și beton), așa cum aminteam și mai sus putem distinge o gamă mult mai nuanțată de nivele de prefabricare:

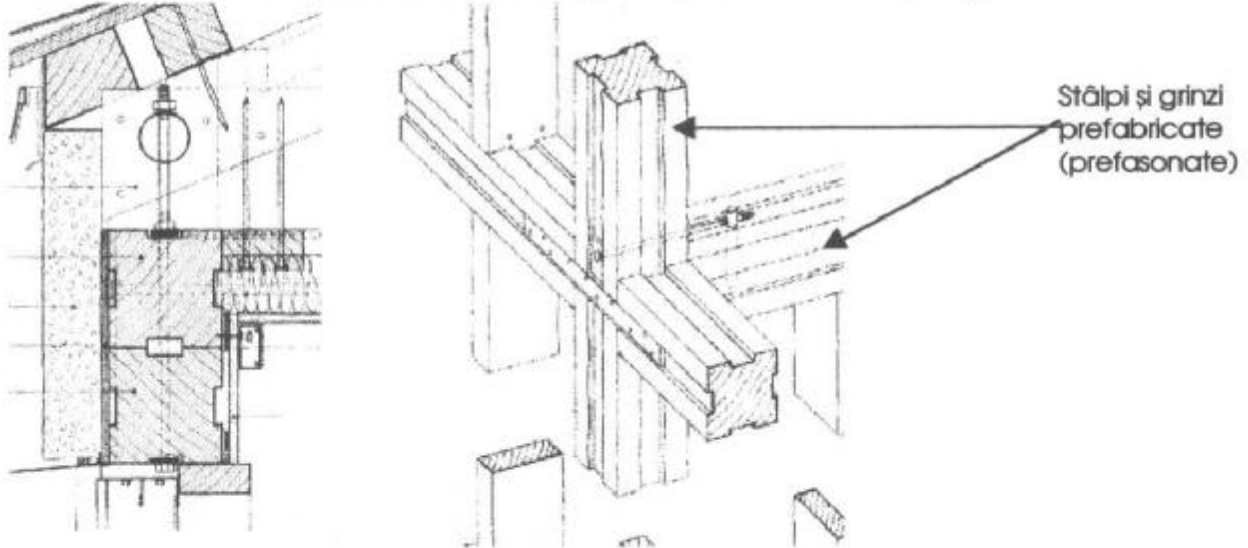
- prefabricarea pieselor din lemn, atât *pentru elemente structurale cât și nestructurale* (utilizarea aceluiași tipuri de secțiuni, formate)
- prefabricarea subansamblelor structurale (prefabricarea unor grinzi cu zăbrele, a unor stâlpi compuși, a unor panouri din montanți deși mărginiți de 2 rame orizontale, crearea de rame ce se asamblează între ele pentru a realiza pereți portanți)
- prefabricarea subansamblelor mixte, structurale+nestructurale (panouri portante din montanți deși cu toate straturile aferente + paramente + tâmplării, panouri similare de acoperiș sau de planșee, scări prefabricate finisate)
- prefabricarea unor subansamble mari, tridimensionale (celule spațiale)
- prefabricarea totală, integrală pentru clădiri de mici dimensiuni, limitare rezultată din rațiuni de transport.

Piese prefabricate din lemn

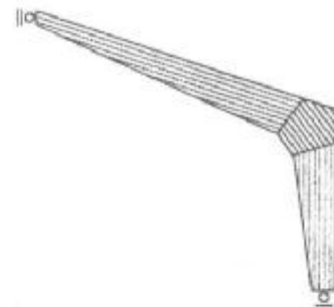
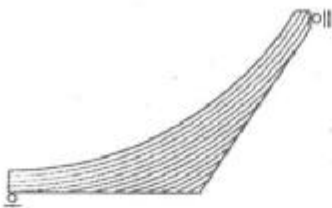
Sunt piese, elemente, fasonate din fabrică în așa fel încât să devină apte de a se asambla foarte ușor cu alte piese similare

Exemple:

1. Stâlpi și grinzi, montanți și traverse prefabricate, în așa fel debitate (cu șanțuri în cruce) ca să permită inserarea de piese metalice de legătură și de solidarizare (tiranți);

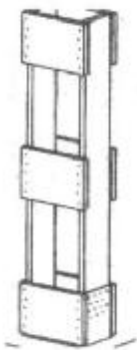


2. Toate piesele din lemn lamelar încleiat sunt piese prefabricate simple sau compuse:

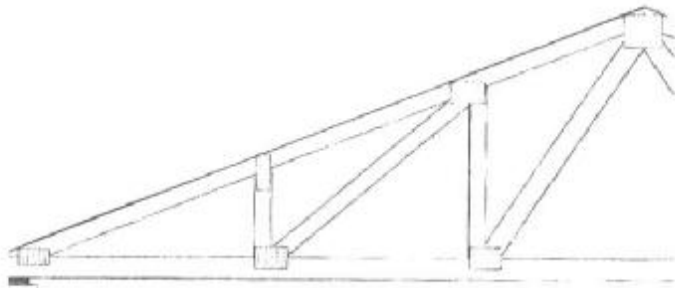


Subansamble structurale prefabricate

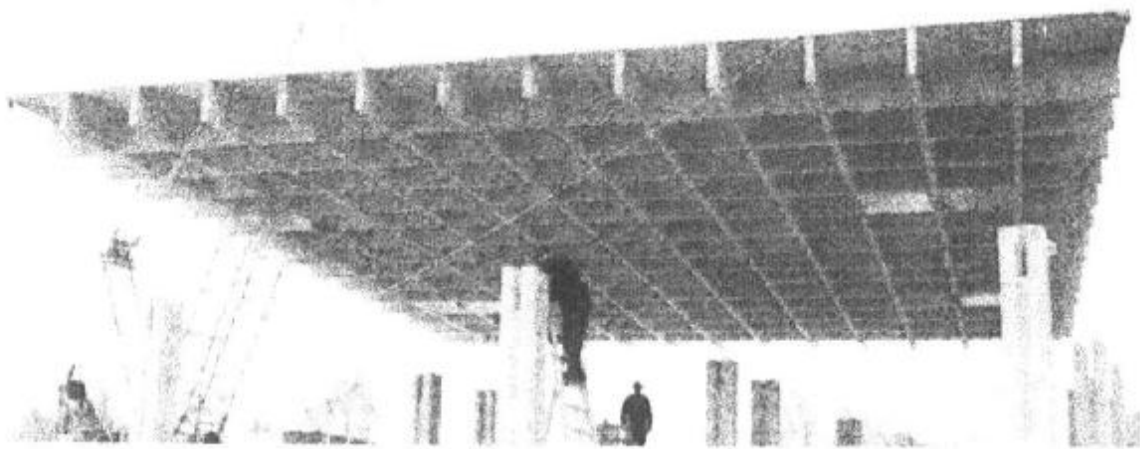
1. Stâlp prefabricat compus



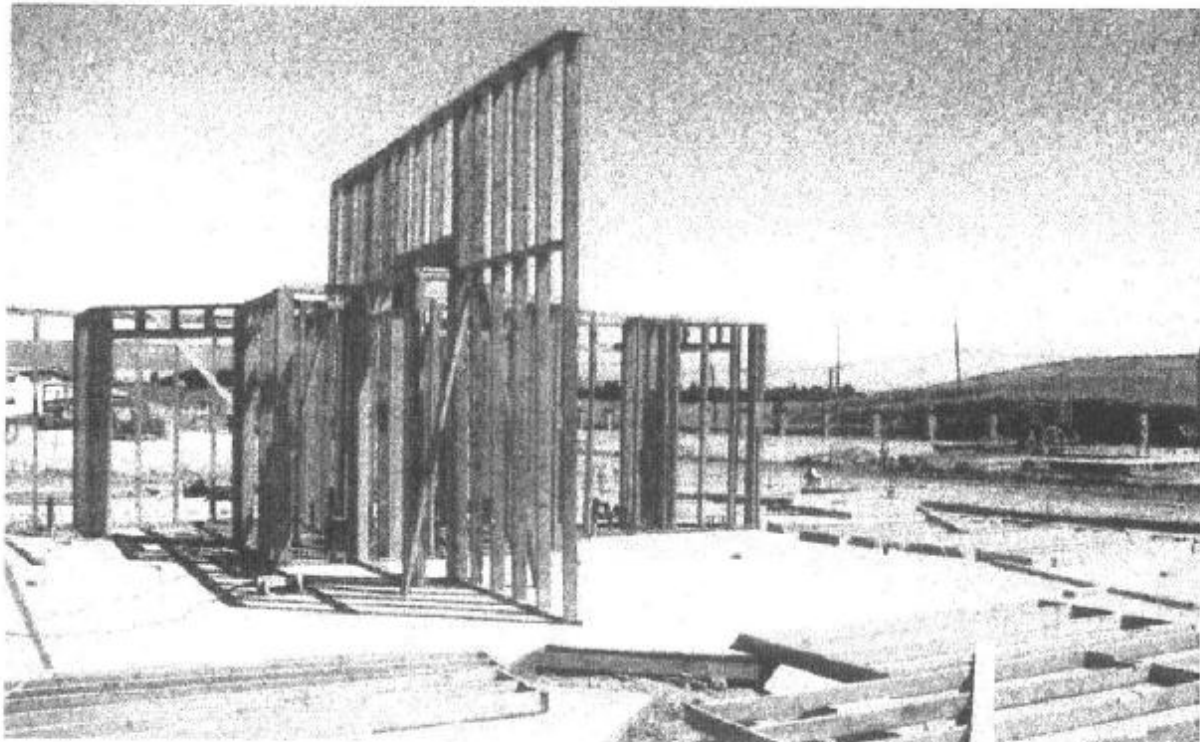
1. Grindă în zăbrele. Realizarea ei prefabricată permite scurtarea timpului de execuție și ușurarea lucrărilor pe șantier.



2. Placă prefabricată de mari dimensiuni pentru acoperirea unui spațiu amplu

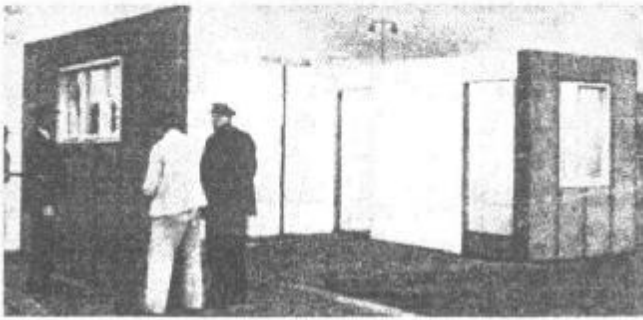


3. Schelet portant cu montanți deși; panouri prefabricate structurale nefinisate

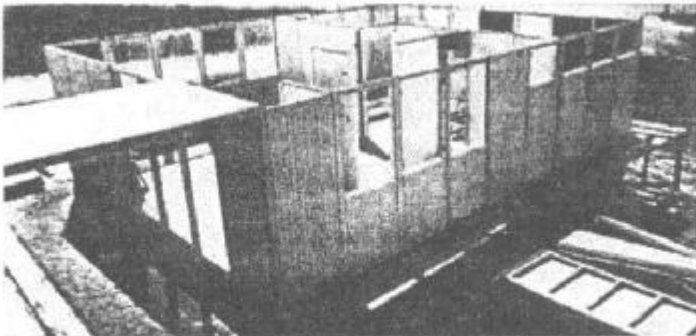


Subansamble mixte (structural-nestructural)

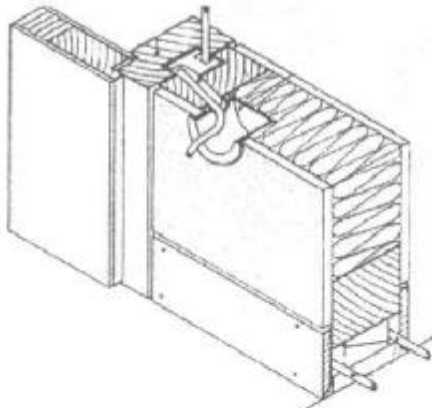
1. Pereți prefabricați în întregime, cu toate straturile necesare+tâmplăria



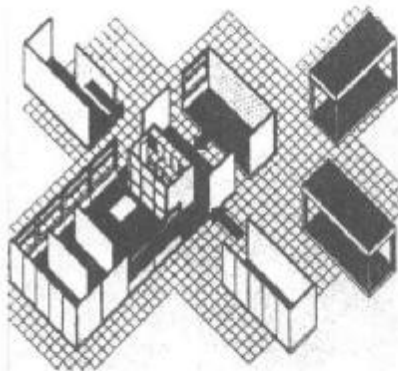
2. Pereți realizați di panouri mici juxtapuse, realizate cu toate straturile necesare+tâmplăria

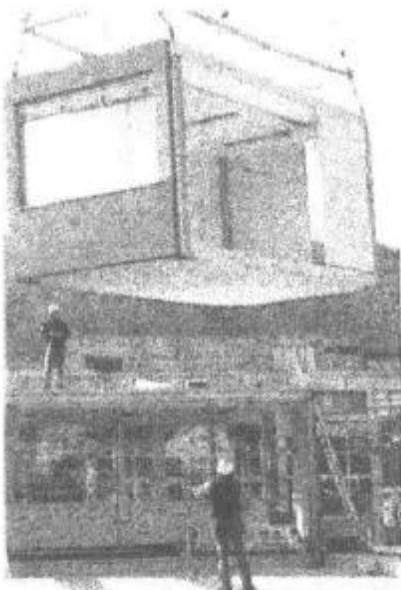


3. Pereți prefabricați ce înglobează și instalații



4. Subansamble mari, tridimensionale



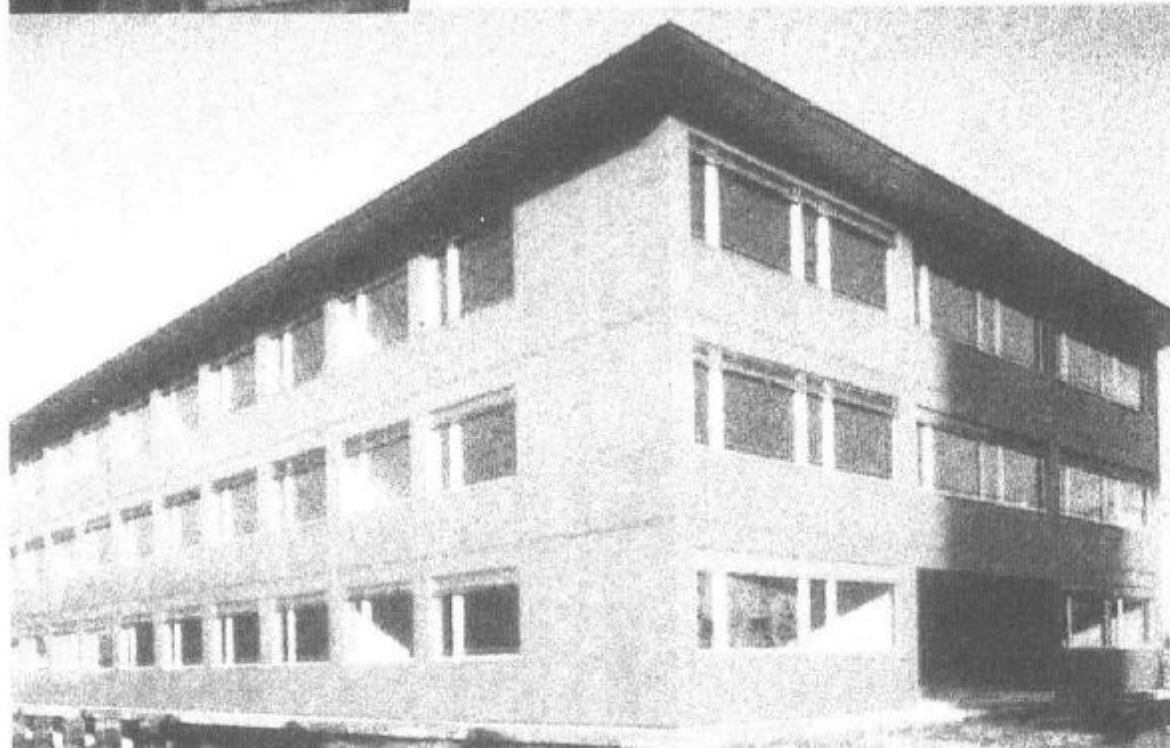
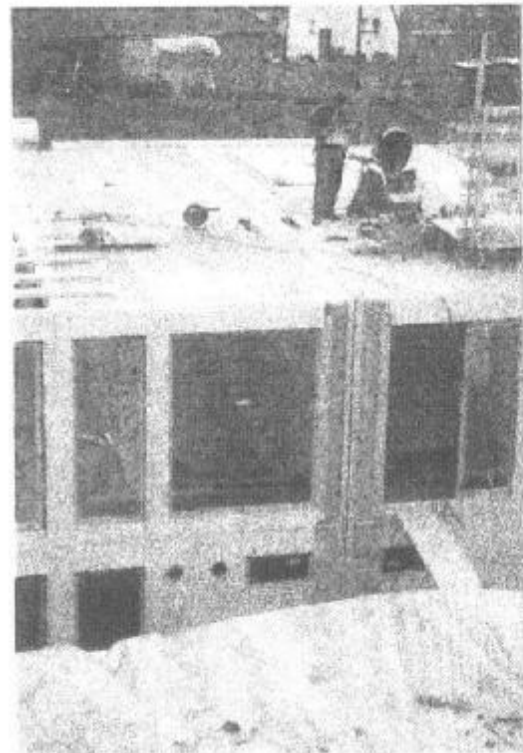


Celule spațiale din lemn parțial sau gata finisate
Imagini din timpul transportului, poziționării și asamblării
modulelor.

În partea inferioară a paginii clădirea realizată din celule,
terminată

sediu de firmă, Ebikon, Elveția,

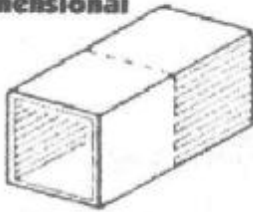
Zehn Argumente fur den Holzbau, Lignum, Elveția 3/2001



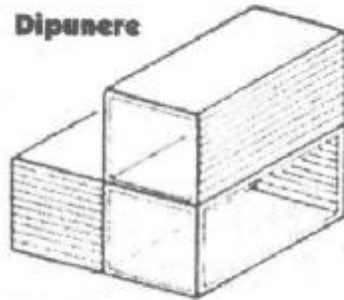
Module tridimensionale

Format:

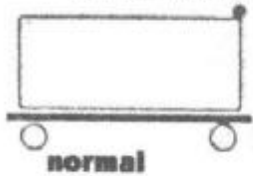
cubic tridimensional



Dispunere



deschise sau inchise pe 1-4 laturi
juxtapunere: alaturare orizontala
sau pe inaltime

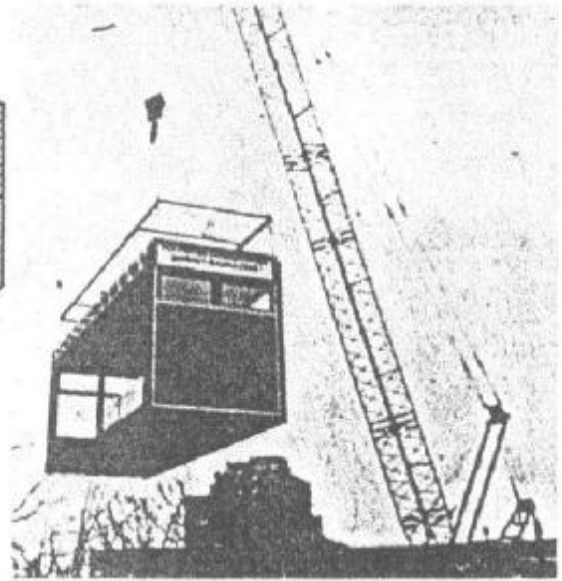


normal

transport



'impaturit'

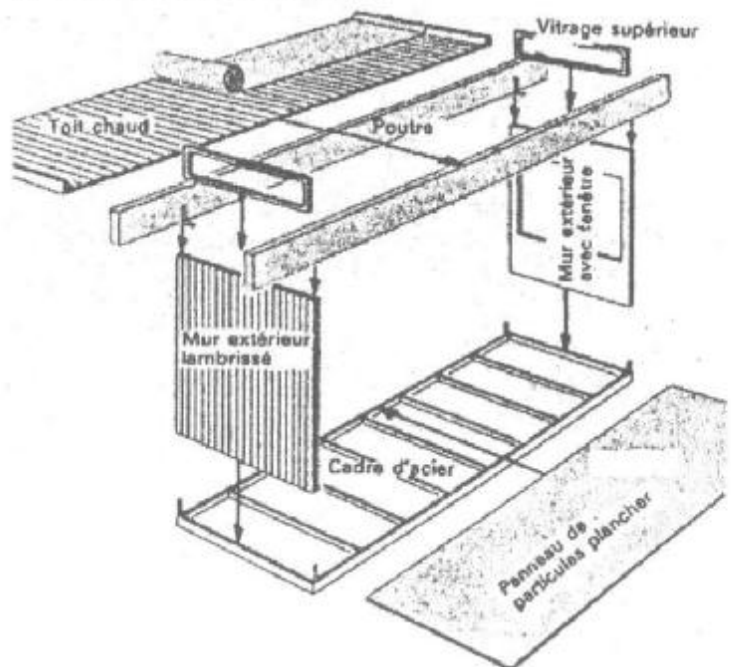


Aducerea cu macaraua a unui modul



Desfacerea unui modul
'impaturit'

Prefabricarea unui modul în uzină

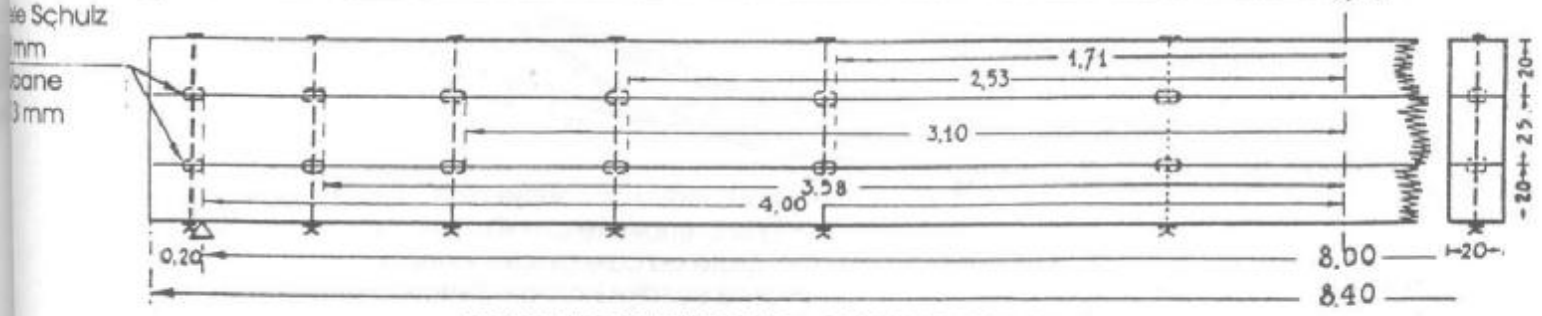
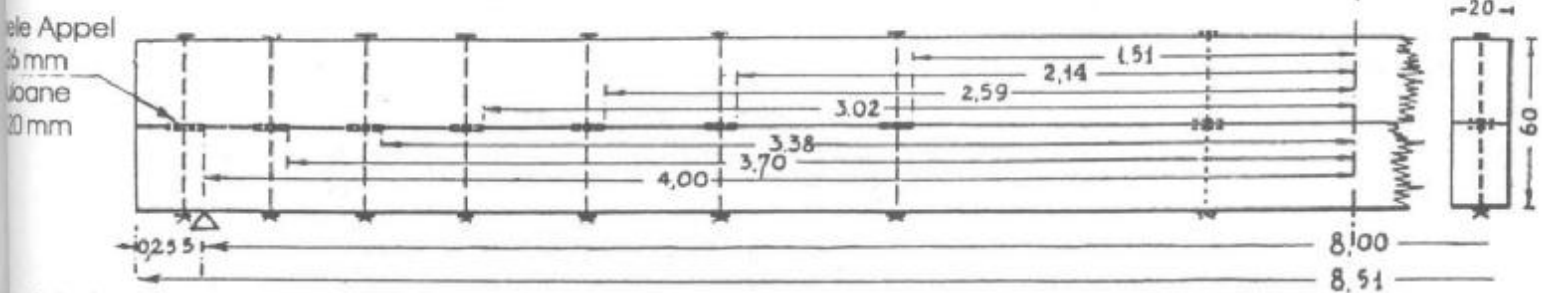
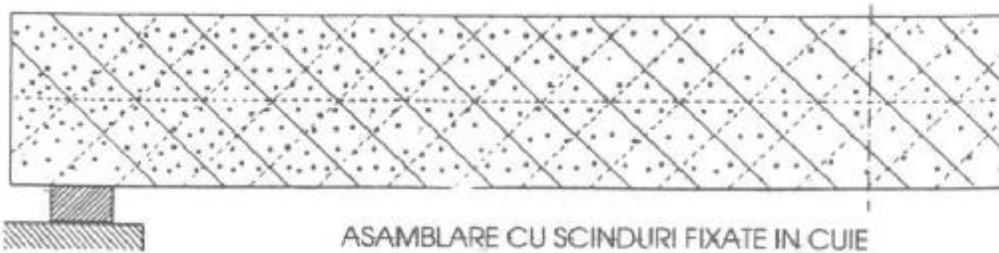
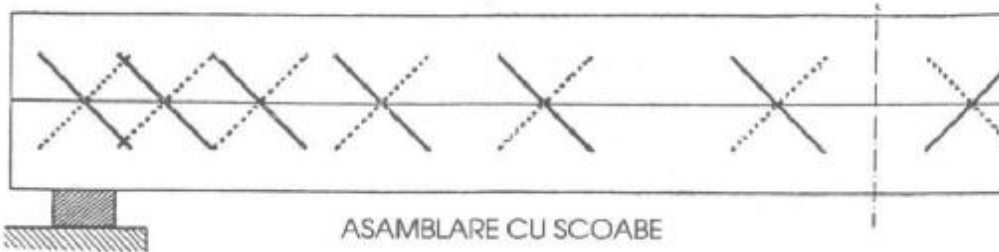
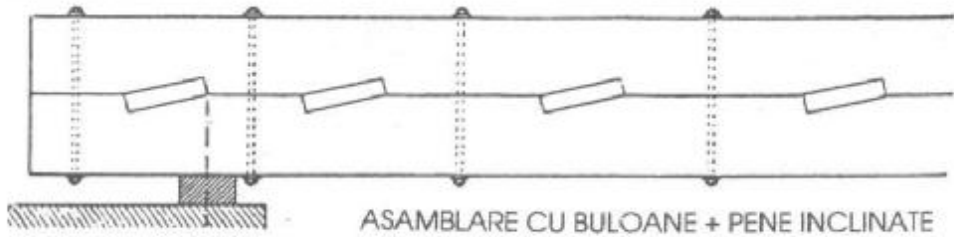
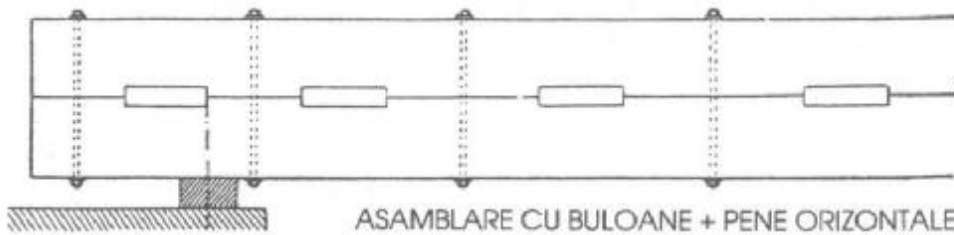


Prefabricarea unui modul în uzină

5. DESCHIDERI MEDII ȘI MARI

A. ELEMENTE STRUCTURALE COMPUSE

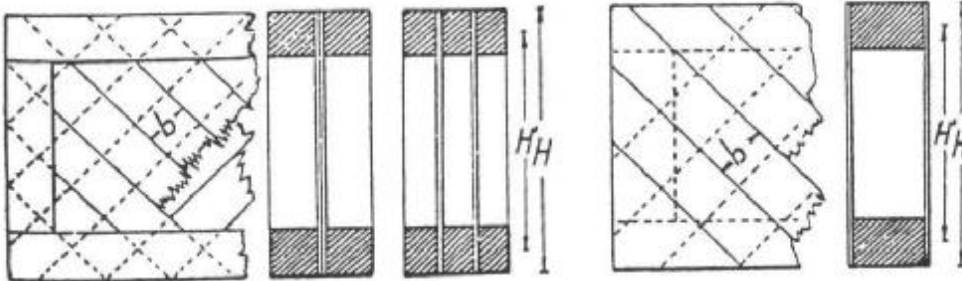
GRINZI DIN ELEMENTE MASIVE SUPRAPUSE



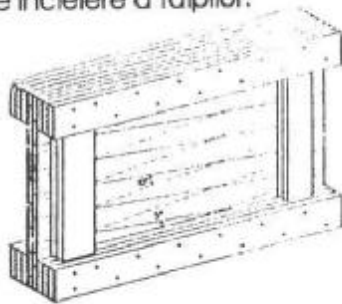
ASAMBLARE CU BULOANE + GUJOANE INELARE

GRINZI CU SECȚIUNE ÎN DUBLU T ȘI CHESONATE

Grinzi cu inimă plină subțire din 2 straturi de scânduri așezate la 45° pe direcții alternate, sau din plăci din derivate de lemn; necesită rigidizări în dreptul reazemelor și în câmp, contra voalării inimii.

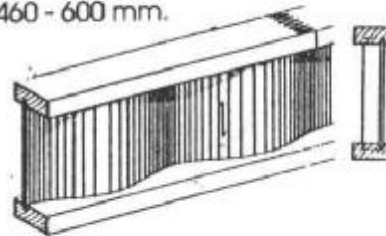


Grinzi grele cu inima plină din straturi încrucișate de scânduri, cuiele asigurând presiunea de înclere a tălpilor.



Grinzi cu inima plină ondulată.

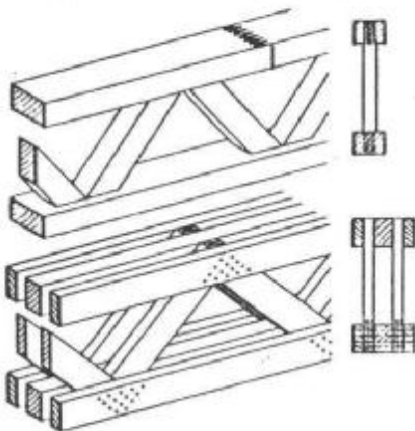
Lungime teoretic nelimitată. h max: 800 mm;
 h curente: cu inimă simplă: 240 - 500 mm; cu inimă dublă: 430 - 440 mm; chesonate (inimi min 5 cm): 460 - 600 mm.



Tălpi din 3 straturi de lemn înclerate, cu fibrele paralele; dimensiuni max. 65 x 160 mm

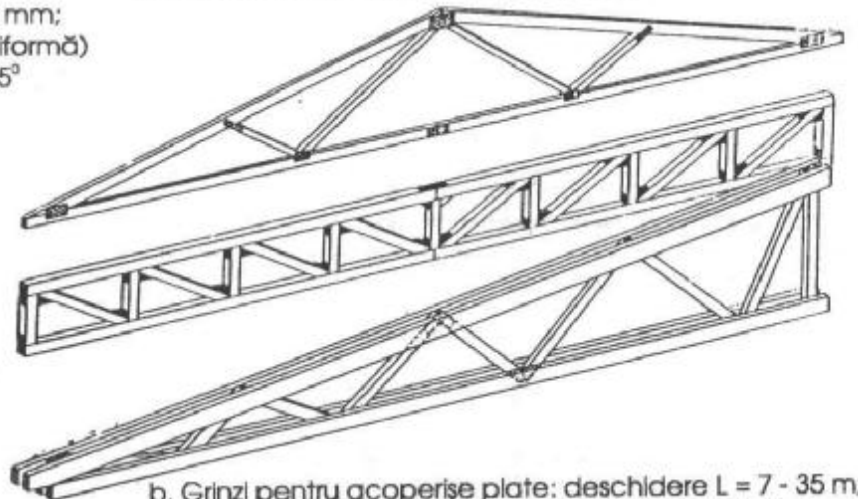
GRINZI ÎN ZĂBRELE

a. Deschidere maximă: 20 m.
Lungimea elementelor teoretic nelimitată.
Secțiunile pieselor: grosime maximă: 80 mm;
 s max 120 cm²; b/h max. 2.5 (uscare uniformă)
Unghiul dintre diagonale și tălpi: max. 75°



b. Grinzi triangulate înclerate.
Lungimea maximă a elementelor: 15 m
Înălțime: 30 - 80 cm
Secțiunile pieselor: tălpi: max 30 x 60 mm;
diagonale: max 19 x 60 mm
Unghiul dintre diagonale și tălpi: $30^\circ - 60^\circ$

a. Fermă ușoară; îmbinări cu conectori dințati din tablă subțire de oțel zincat; deschidere max 20 m; distanța între ferme: 0.65 - 2.55 m, curent 1.25 m.



b. Grinzi pentru acoperișe plate: deschidere $L = 7 - 35$ m;
 $h = 1/12 L$. Îmbinare cu plăci de oțel introduse în fante, apoi fixate cu cuile dinspre exterior.

Variantă cu tălpi înclinate (ferme): deschidere $L = 10 - 20$ m; înălțime la coamă $h = 1/10 L$; distanța între ferme: curent 2.50 m.

c. Ferme grele; îmbinări cu plăci metalice ascunse intercalate între bare (conectori dințati Menig); deschideri 10 - 45 m; curent 16 - 25 m fără încărcări importante; h la mijloc min $1/10 L$; distanța între ferme curent pînă la 5 m.

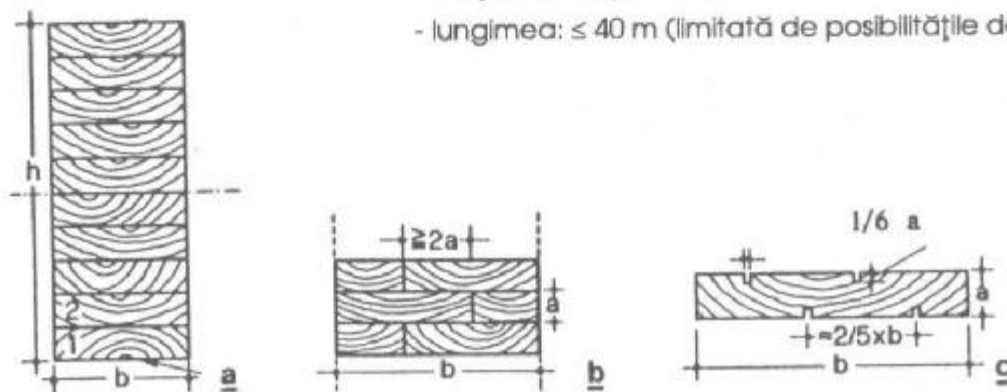
LEMNUL LAMELAR INCLEIAT (LLI)¹

Sistemul permite obținerea de elemente structurale, cu secțiuni mari, cu orice dimensiuni și forme (ca secțiune transversală și profil longitudinal) prin suprapunerea și lipirea de scânduri subțiri (lamele) de grosimi mici (10 - 45 mm), din lemn de brad foarte dens; lamelele sunt îmbinate cap la cap cu creștături în dinți sau tăiere oblică, rosturile fiind decalate min. 50 cm (v. Îmbinări prin încleiere - p.4/21)

Fiind alcătuite din lamele cu dimensiuni transversale mici, și deci flexibile, elementele pot căpăta forme particulare (secțiuni variabile, curburi) fără dificultate. La elementele curbe, raza de curbură determină grosimea: $a / R = 1 / 200$ (a = grosime lamele; R = raza de curbură)

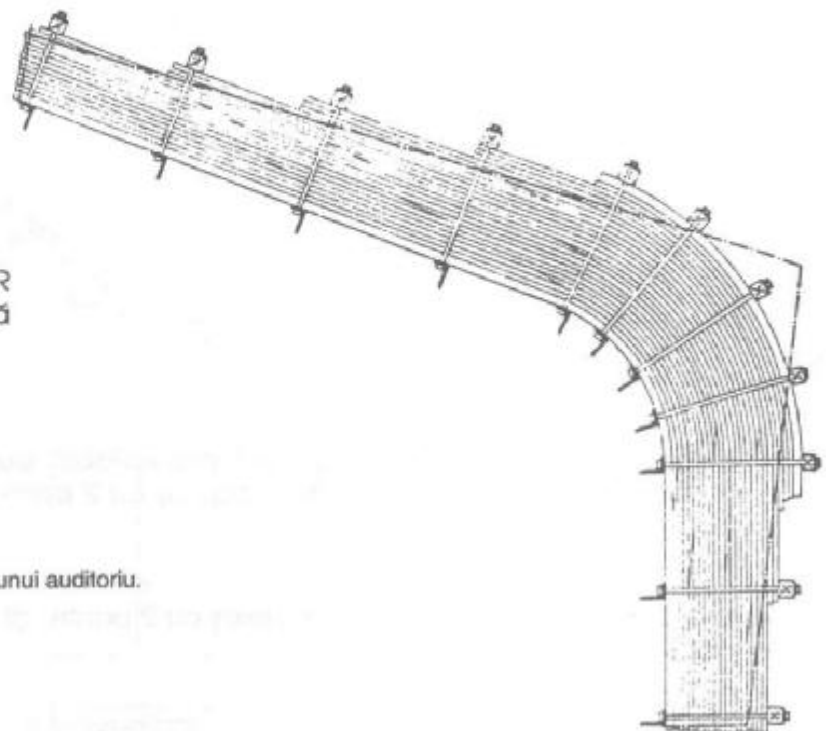
După încleiere, rezistența este dată de ansamblul scândurilor suprapuse iar secțiunea poate fi considerată integral activă. LLI este tot un material anizotrop, dar de calitate omogenă și stabil dimensional. Poate fi utilizat eficient în medii cu umiditate mare (ex.piscine) și în medii agresive chimic.

- Dimensiunile curente ale elementelor:
- lățimea secțiunii (b): 50 - 220 mm
 - înălțimea secțiunii (h): ≤ 2.00 m
 - lungimea: ≤ 40 m (limitată de posibilitățile de transport)

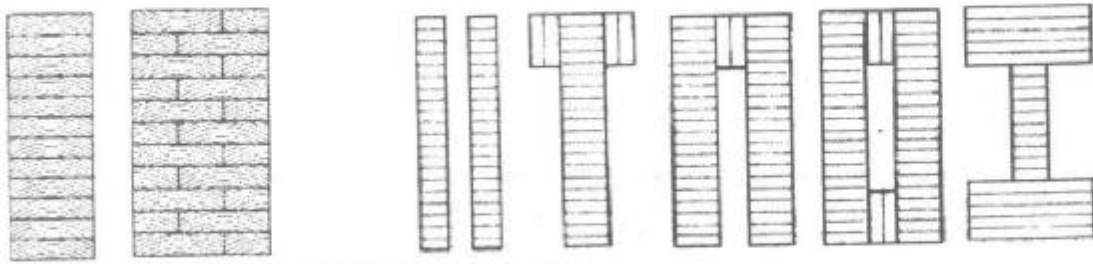


a) Secțiune dreptunghiulară de grindă din lamele orizontale, $b \leq 220$ mm: 'inima' lamelelor este orientată în sus, cu excepția lamelei inferioare (pentru limitarea întinderilor pe direcție transversală datorită lucrului lemnului). b) În cazul secțiunilor cu lățime mai mare ($b > 220$ mm), fiecare strat este compus din 2 lamele, rosturile fiind decalate pe verticală. c) Atunci când lamelele utilizate au lățimi mari ($b > 220$ mm), sunt necesare nuturi de detensionare pe toată lungimea lamelelor și pe ambele lor fețe.

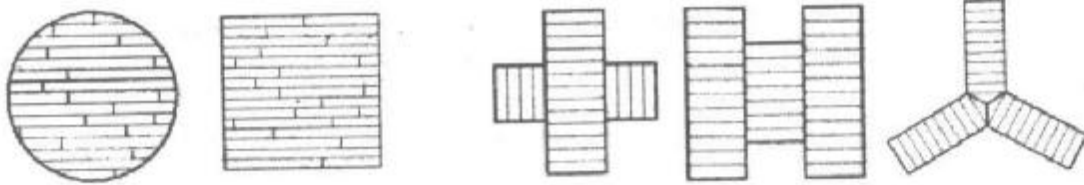
SEMI-CADRU DIN LEMN LAMELAR
Schema de realizare (forma finală este indicată punctat).



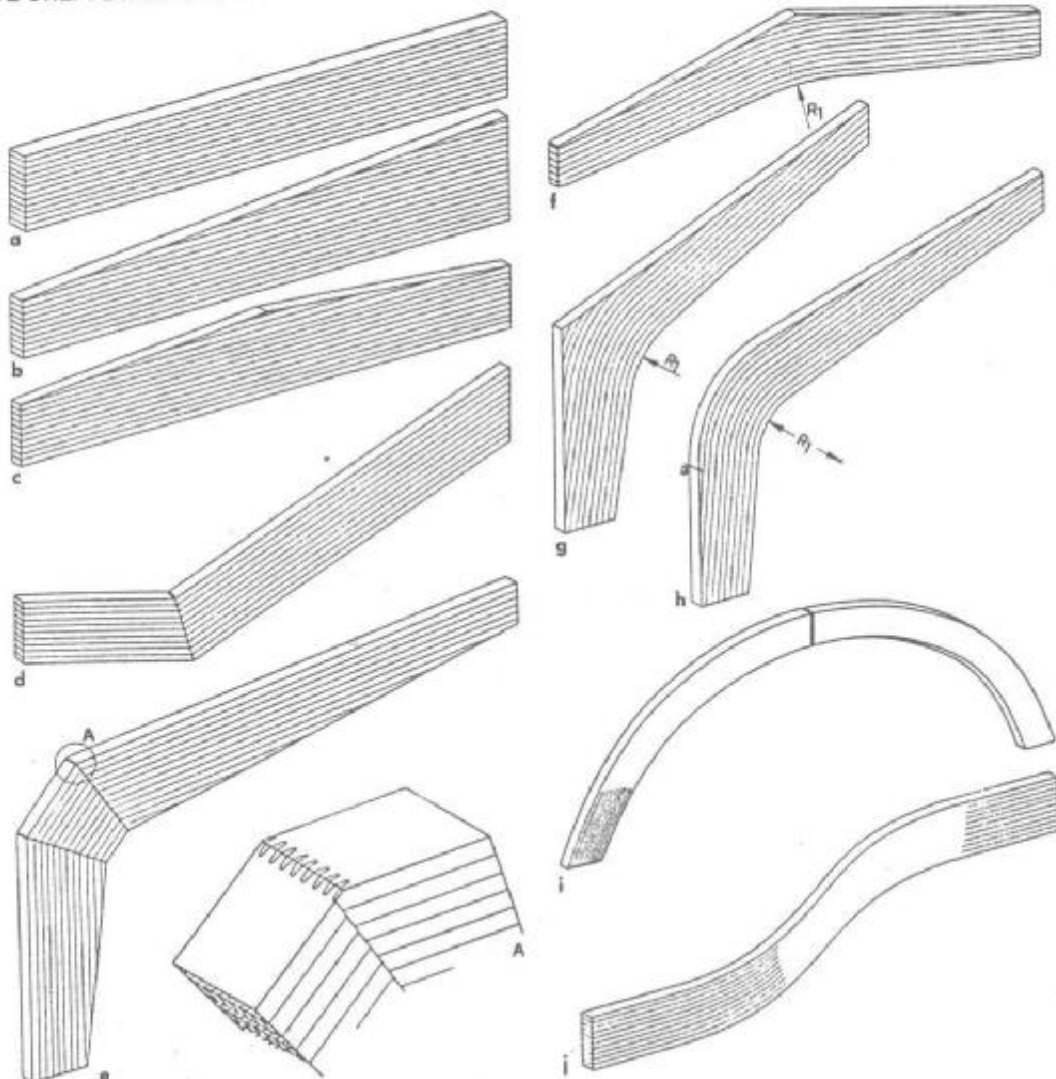
¹ Prima utilizare: Austria 1905, la acoperirea unui auditoriu.



SECȚIUNI DE GRINZI DIN LEMN LAMELAR INCLEIAT



SECȚIUNI DE STILPI DIN LEMN LAMELAR INCLEIAT



GRINZI ȘI CADRE DIN LEMN LAMELAR INCLEIAT

- DREPTE

a) grindă cu înălțime constantă; b) grindă cu înălțime variabilă pentru acoperiș cu o pantă;
c) grindă cu partea inferioară dreaptă, pentru acoperiș cu 2 pante; d) grindă frântă (de ex. la tribune); e) semi-cadru;

- CURBE

f) grindă cu partea inferioară curbă pentru acoperiș cu 2 pante; g) cadru cu colț proeminent;
h) cadru cu colț curb.

B. SISTEME DE ACOPERIRE

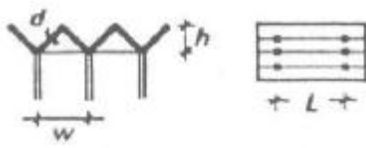

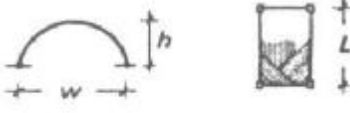

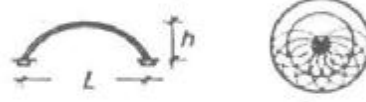
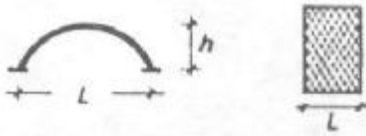

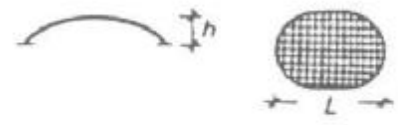
● GRINZI / FERME + ELEMENTE DE SUPRAFAȚĂ

ELEMENT	SECȚIUNE ȘI VEDERE	d (mm)	L (m)	L/d	Observații
Grinzi din lemn lamelar		180-400	4-30	15-20	distanța între grinzi: L/3 - L/5; raportul d/b = 5-8
Grinzi chesonate		200-2000	6-20	10-15	
Grindă în zăbrele cu tălpi de lemn și diagonale din țevă de oțel		500-2000	9-30	10-15	
Fermă în zăbrele fără pane		1200-2000	20-30	4-6	la interval de 600 mm
Fermă în zăbrele + pane		1000-3000	6-20	5-7	la interval de 2-5 m
Grinzi în zăbrele din lemn		1500-3000	40-80	8-10	la interval de 4-6 m

● CADRE

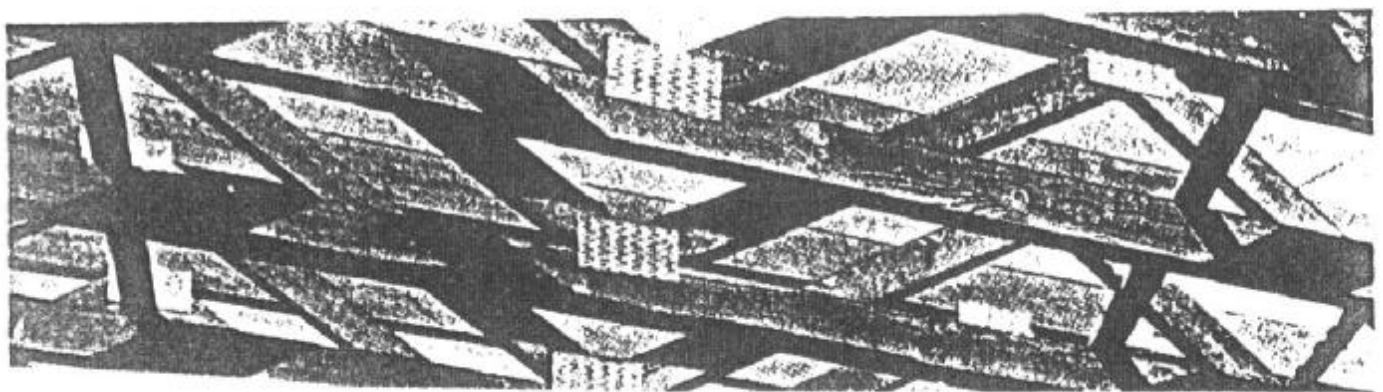
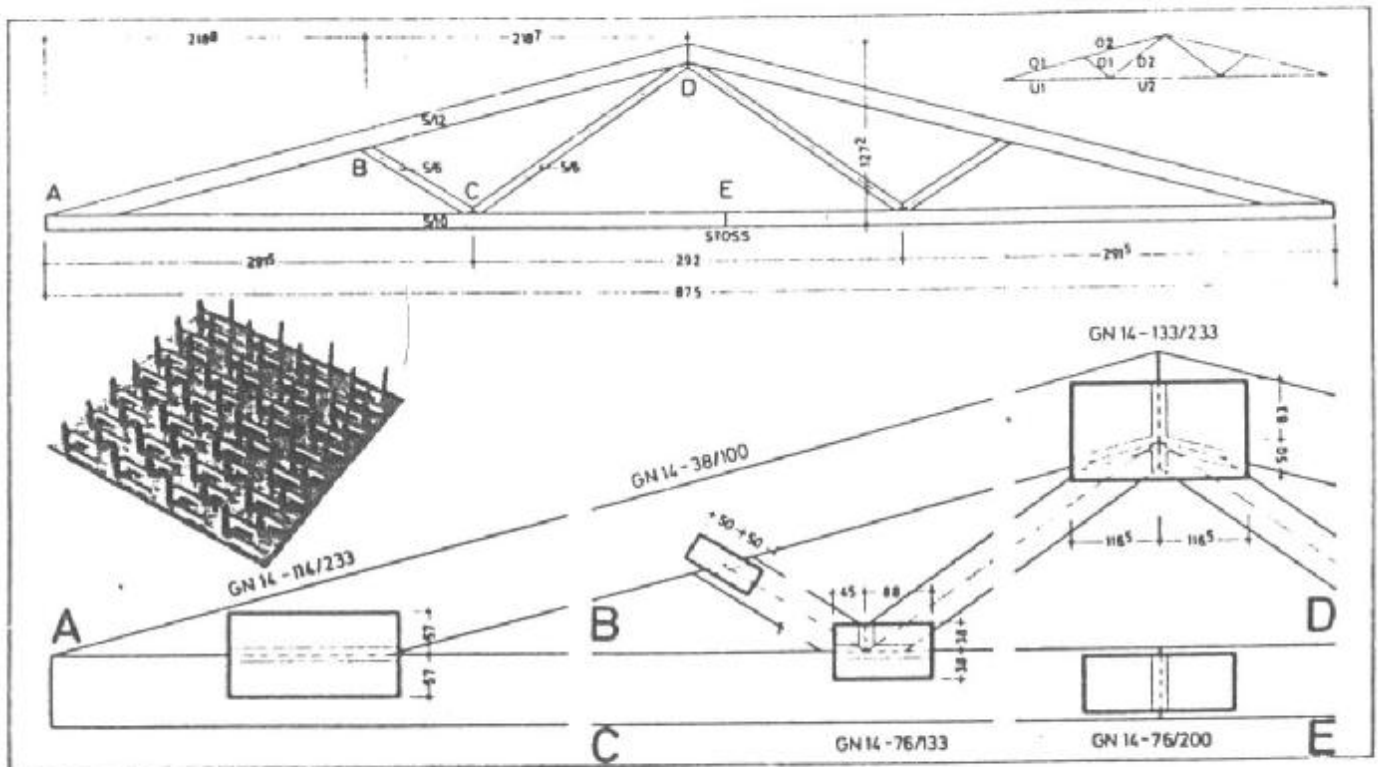
ELEMENT	SECȚIUNE ȘI PLAN	L (m)	L/d	Observații
Cadru rigid din lemn lamelar		12-35	30-50	distanța între cadre cca. 4-6 m; raport $L/h = 5-7$ cadrul poate fi curbat și cu secțiune variabilă, dar rezultă mai scump;
Grindă și stâlpi din lemn lamelar		4-30	18-22	cadrul nu este rigid în planul său, așa încît sunt necesare contravînturii verticale
Cadru portal cu secțiune chesonată		9-45	20-40	distanța între cadre cca. 4-6 m
Arce din lemn lamelar		15-100	30-50	lungimea maximă convenabilă pentru transport: 15-25 m; raportul $L/h = 5-7$ forma arcelor apropiată de curba funicular în cazul unor încărcări importante; plan rectangular sau circular

● SUPRAFAȚE CONTINUI

ELEMENT	SECȚIUNE ȘI PLAN	L (m)	L/h	Observații
Suprafețe cutate; panouri plane în 2 straturi		9-20	8-15	raportul $w/d = 20-30$; grosime panou 75- 200 mm
Paraboloid hiperbolic; suprafață din 3 straturi de placaj		12-30	2-8	necesită grinzi de bordaj; raportul $L/d = 60-80$
Boltă cilindrică; suprafață din 3 straturi de placaj		9-30	4-8	necesită grinzi de bordaj; raportul $w/h = 2-4$
Acoperiș piramidal		12-35	2-6	simplicu de construit; frecvent utilizată cu tirași de oțel la bază
Cupolă din lemn lamelar încleiat		12-100	5-7	de regulă proiecția în plan evidențiază rețele tridirecționale, linii radiale sau lamele curbe; legăturile semi- rigide sau cu cuie
Suprafață cilindrică din arce lamelare		15-25	5-7	de regulă elemente lamelare dispuse pe 2 direcții paralele intersectate, creind forme de 'diamant' în proiecția în plan
Rețea rectangulară cu dublă curbură (paraboloid hiperbolic)		12-80	5-10	rețea acoperită cu panouri de placaj; raport $L/d = 60-80$
Cupolă reticulară		12-80	5-7	elementele rețelei sunt flexibile pentru a permite curbarea; forma urmărește pe cât posibil curba funicular din greutatea proprie

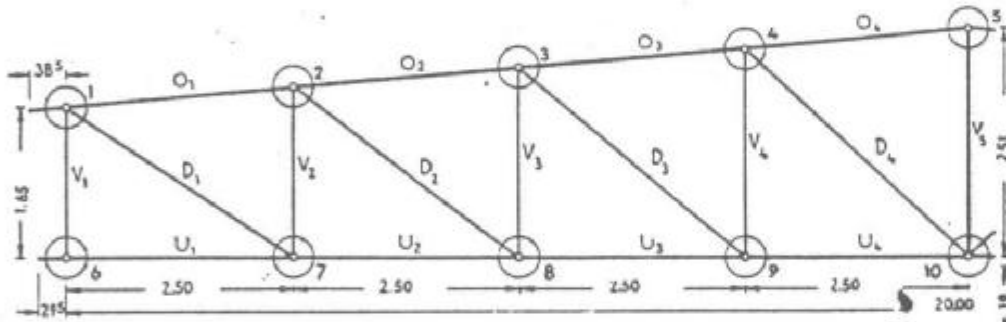
FERME IN ZĂBRELE

Imbinare cu conectori dințați

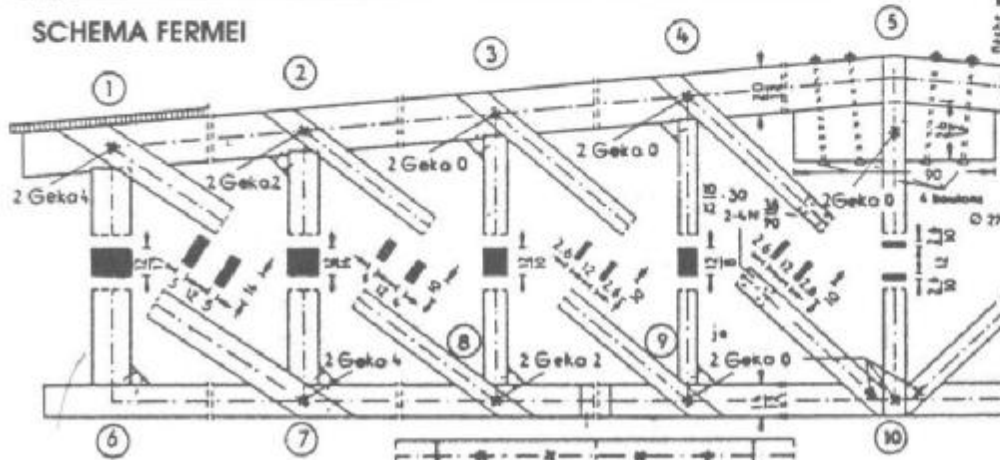


FERME IN ZĂBRELE

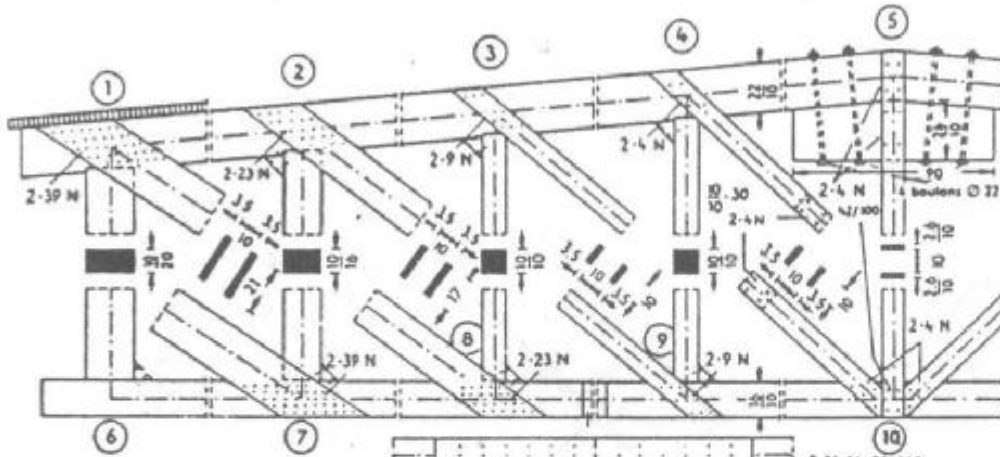
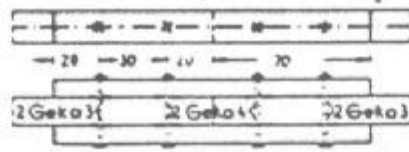
deschidere = 20 m; distanța între ferme = 2.50 m



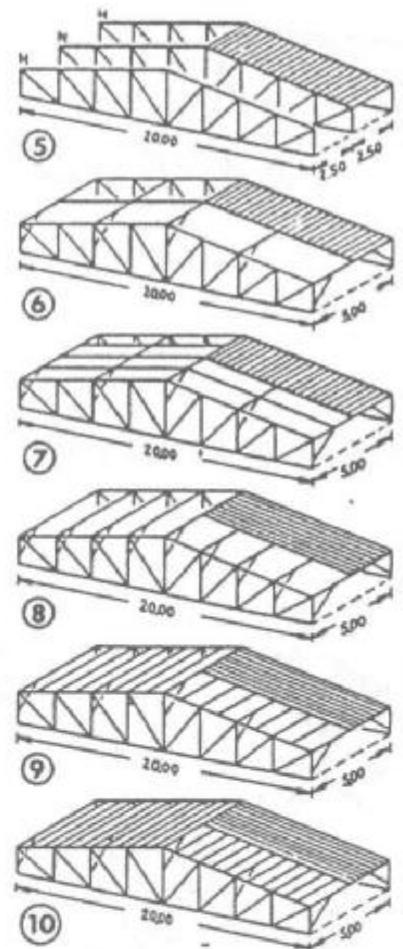
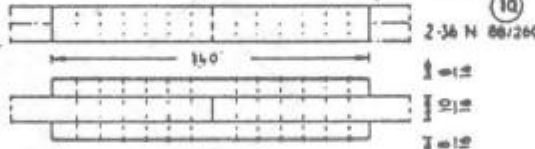
SCHEMA FERMEI



IMBINĂRI CU GUJOANE
 + BULOANE

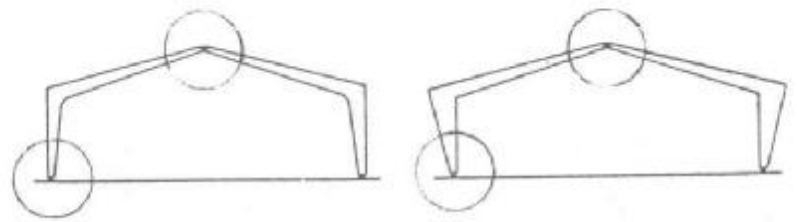


IMBINĂRI CU CUIE

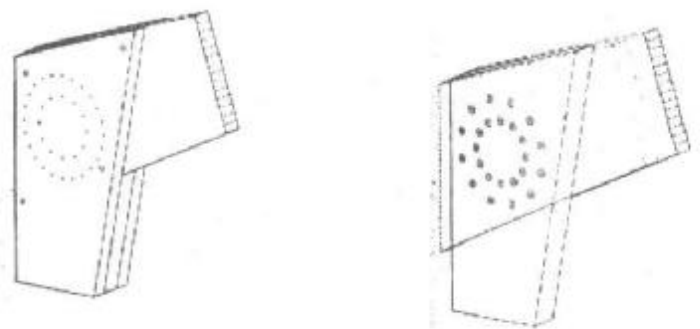
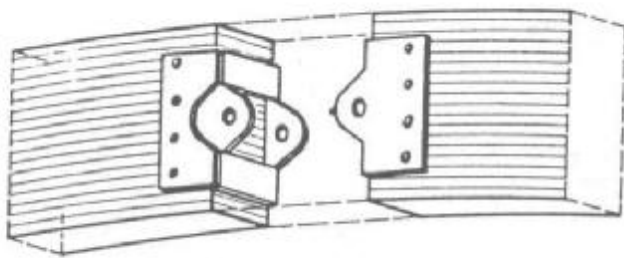
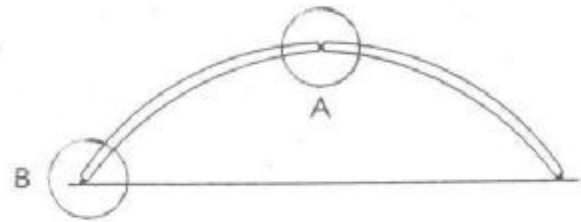
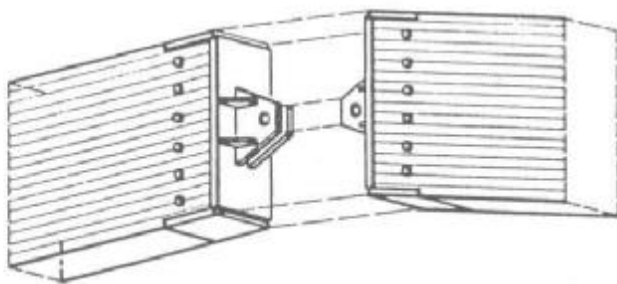


SCHEME DE ACOPERIRE

CADRE DIN LEMN LAMELAR NODURI CARACTERISTICE

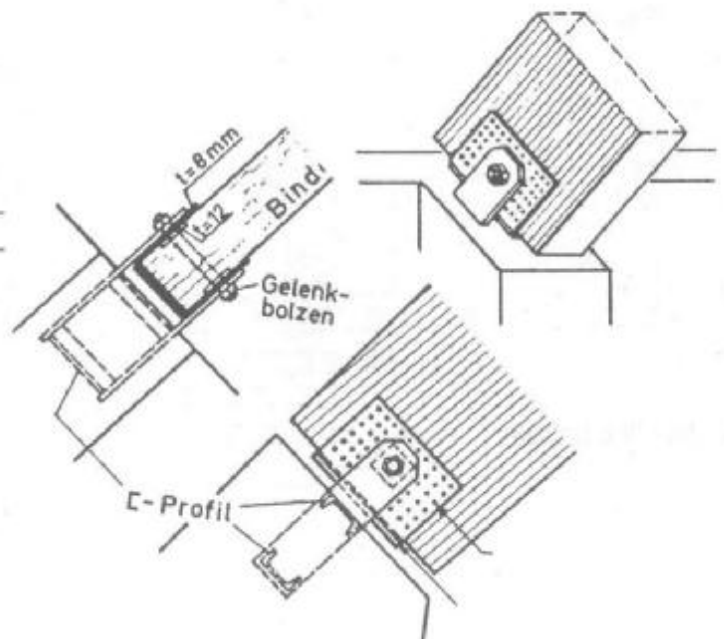
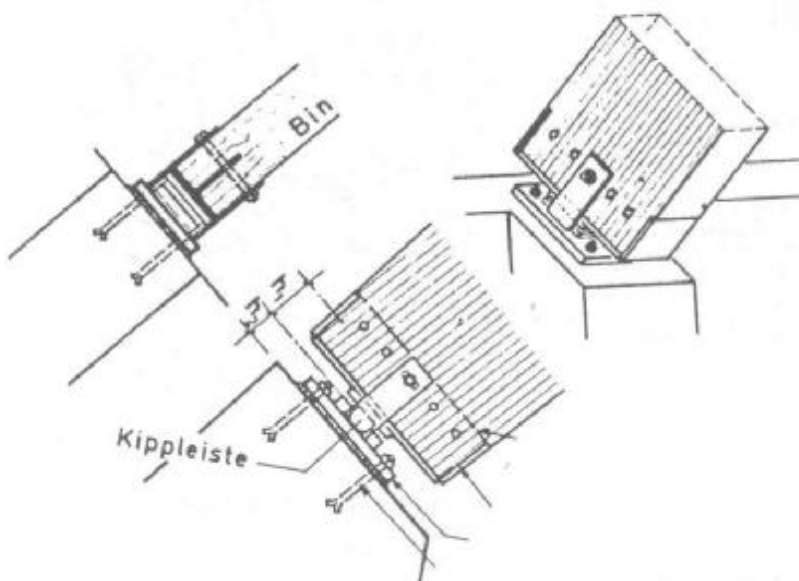


A. IMBINARE LA 'CHEIE'



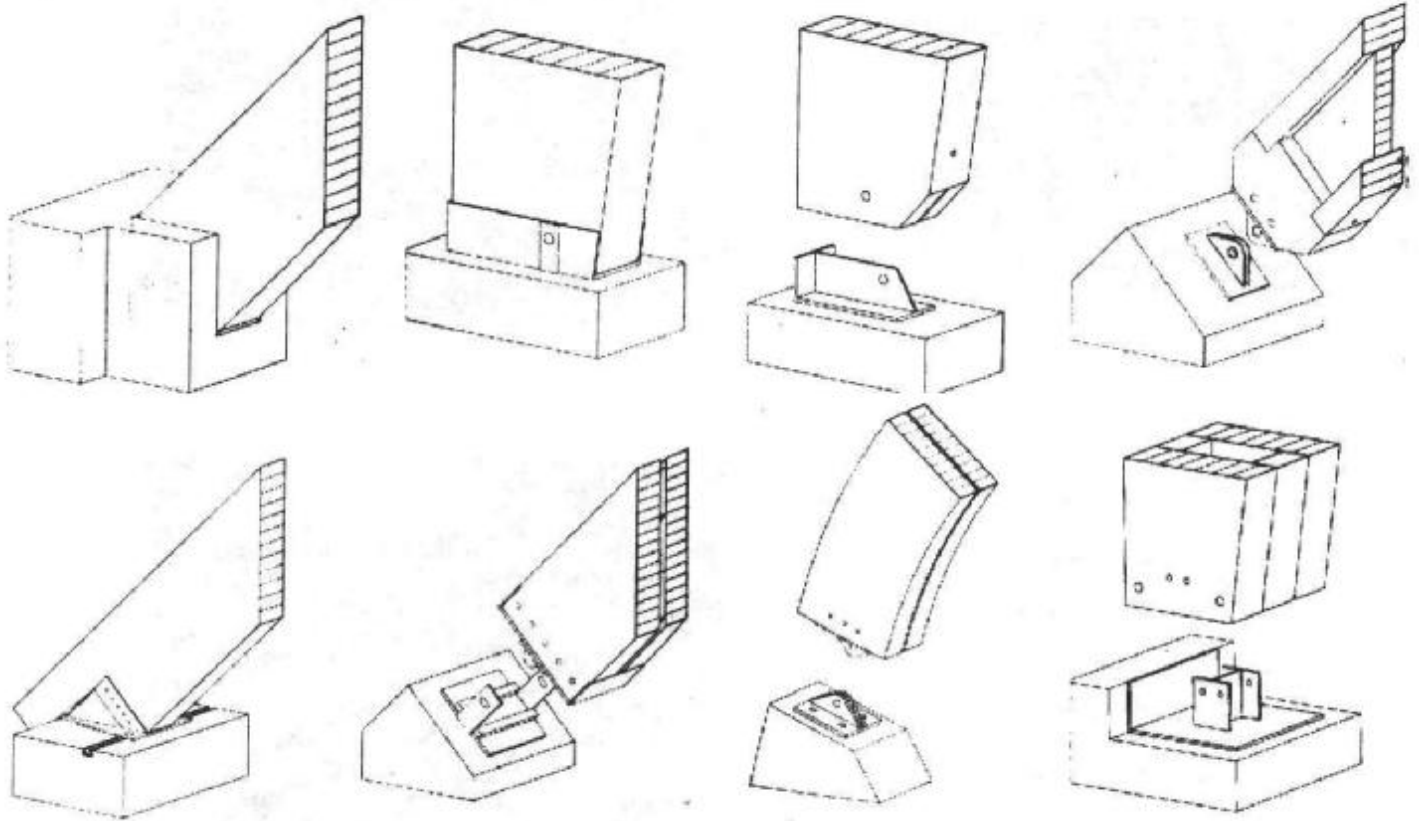
Variantă de cadru-portal realizat din elemente distincte.
Imbinarea elementelor componente.

B. LEGĂTURĂ LA FUNDAȚIE

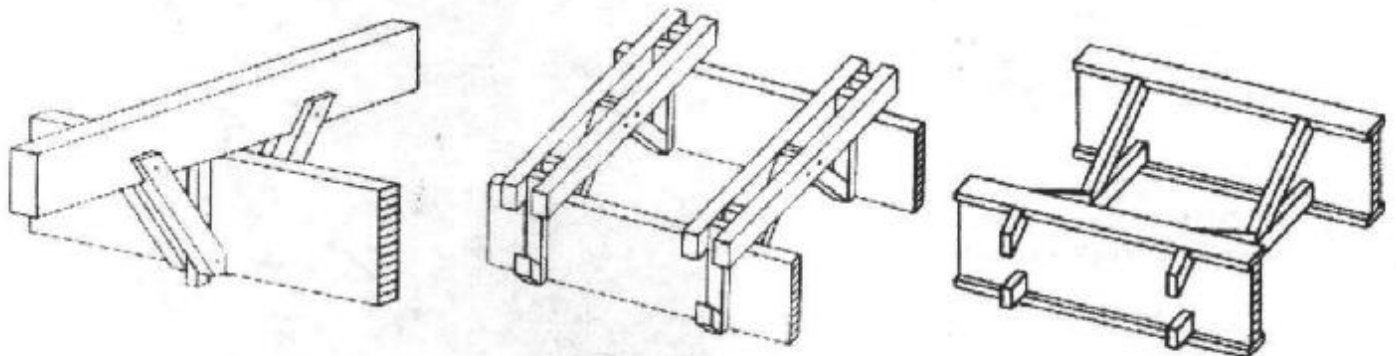


CADRE DIN LEMN LAMELAR NODURI CARACTERISTICE

VARIANTE DE REALIZARE A LEGĂTURII LA FUNDAȚIE PENTRU CADRE (ARCE) CU DIFERITE SECȚIUNI TRANSVERSALE

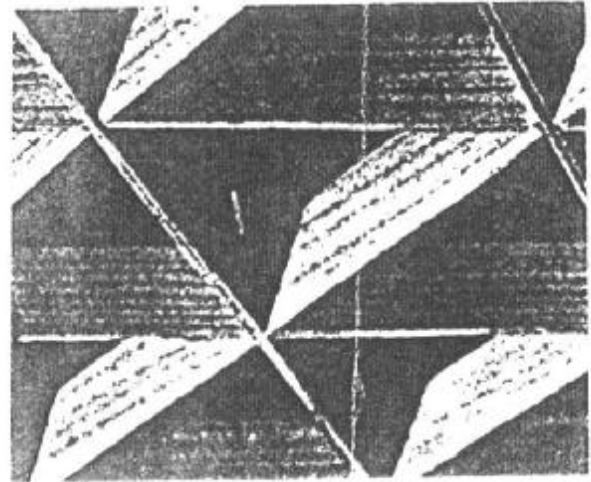
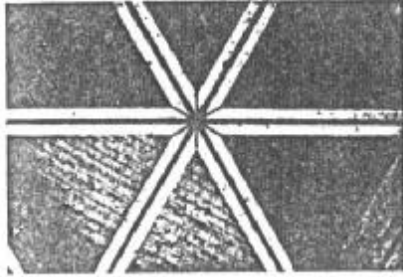


VARIANTE DE REALIZARE A LEGĂTURILOR DINTRE CADRELE TRANSVERSALE ȘI ELEMENTELE DE RIGIDIZARE LONGITUDINALĂ

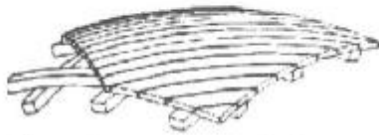


SUPRAFETE CONTINUI

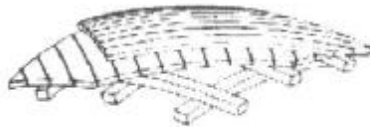
REȚEA TRIDIRECȚIONALĂ DE GRINZI DIN LEMN LAMELAR.
Îmbinare cu piese metalice ascunse ('în inimă')



SUPRAFETE CONTINUI DIN SCINDURI + NERVURI



Nervuri ortogonale în 2
straturi suprapuse + un strat
de scinduri dispuse diagonal



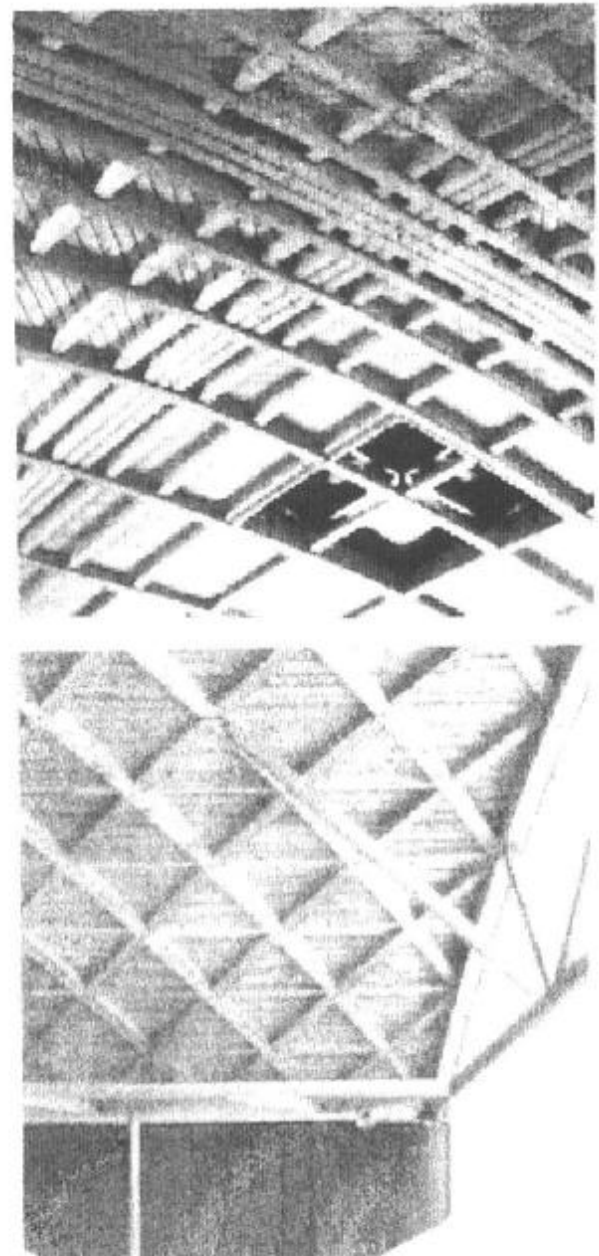
Nervuri ortogonale în 2
straturi suprapuse + 2 straturi
de scinduri încrucișate
dispuse diagonal



Nervuri ortogonale în 4
straturi suprapuse + un strat
de scinduri dispuse diagonal



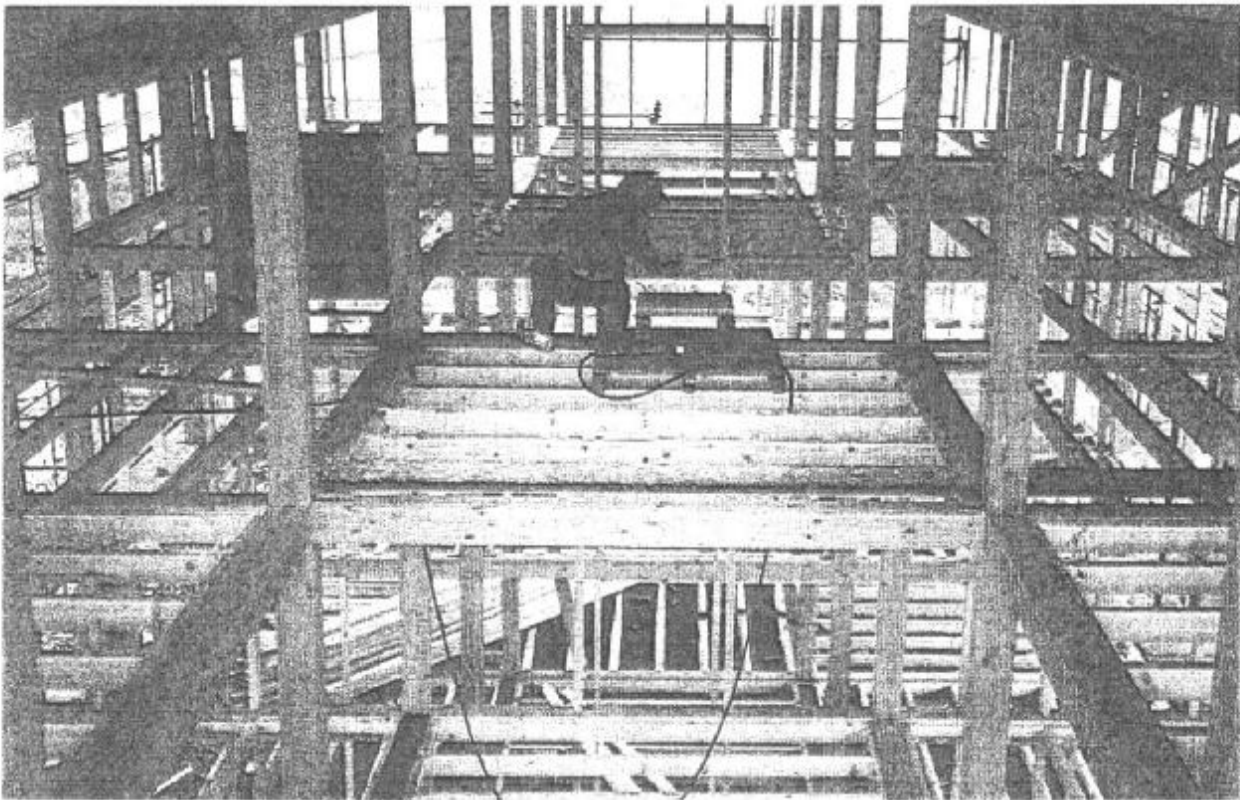
Variantă cu nervuri coplanare



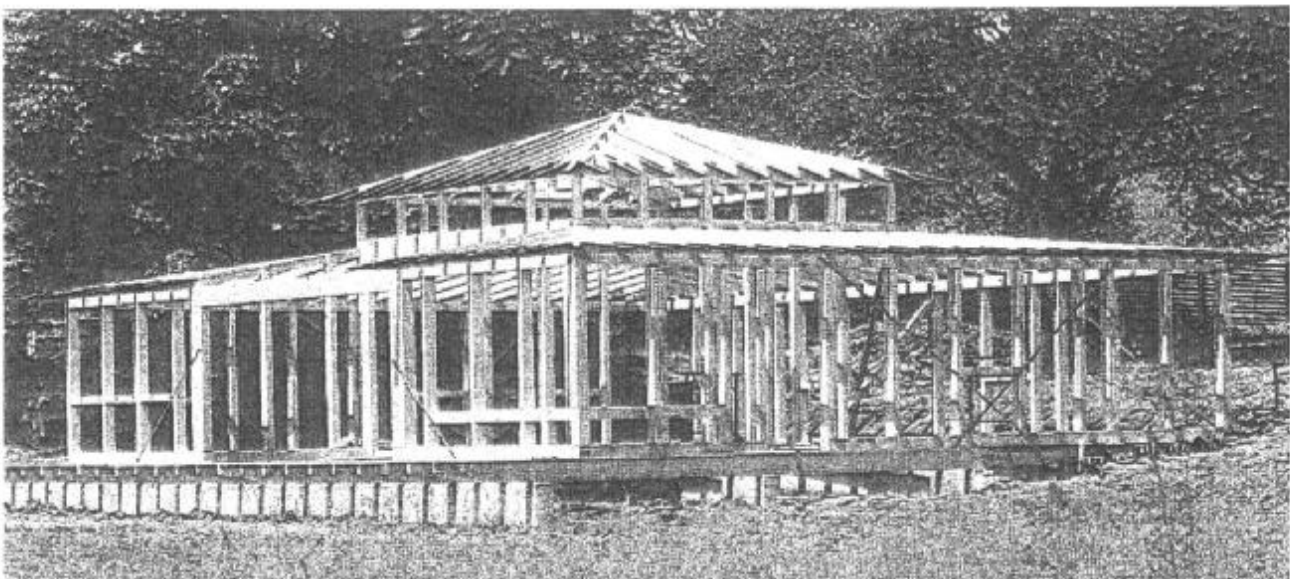
6. EXEMPLE DE CONSTRUCȚII DIN LEMN

CONSTRUCȚII CU SCHELET - IMAGINI ÎN CURSUL EXECUȚIEI

A. SISTEM CU STILPI ȘI GRINZI (stilpi la 3 - 4 m)

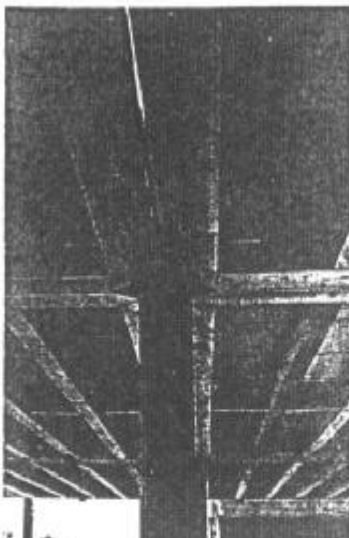
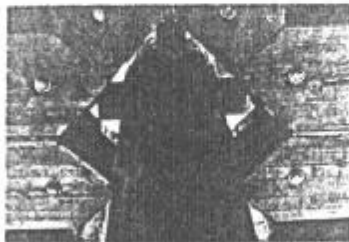
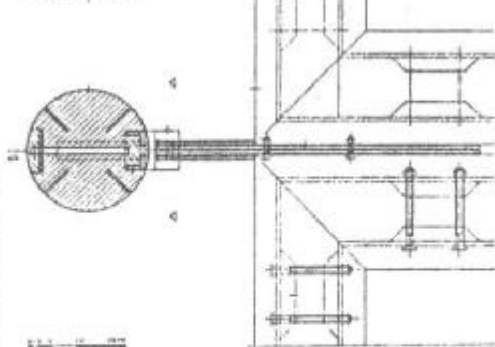
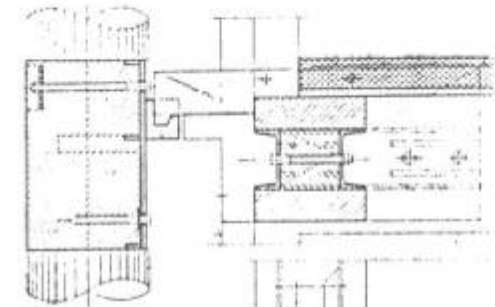
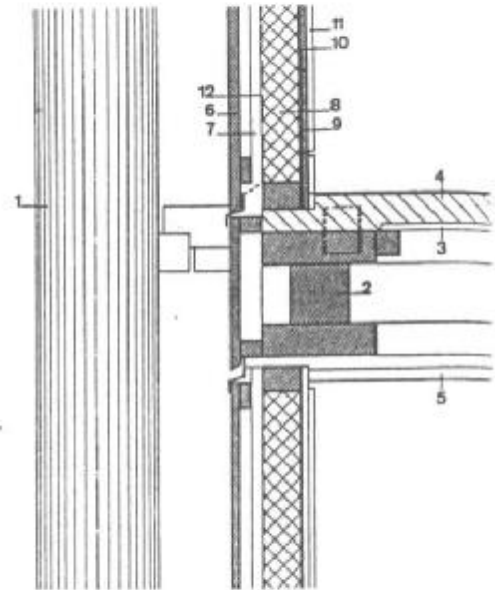
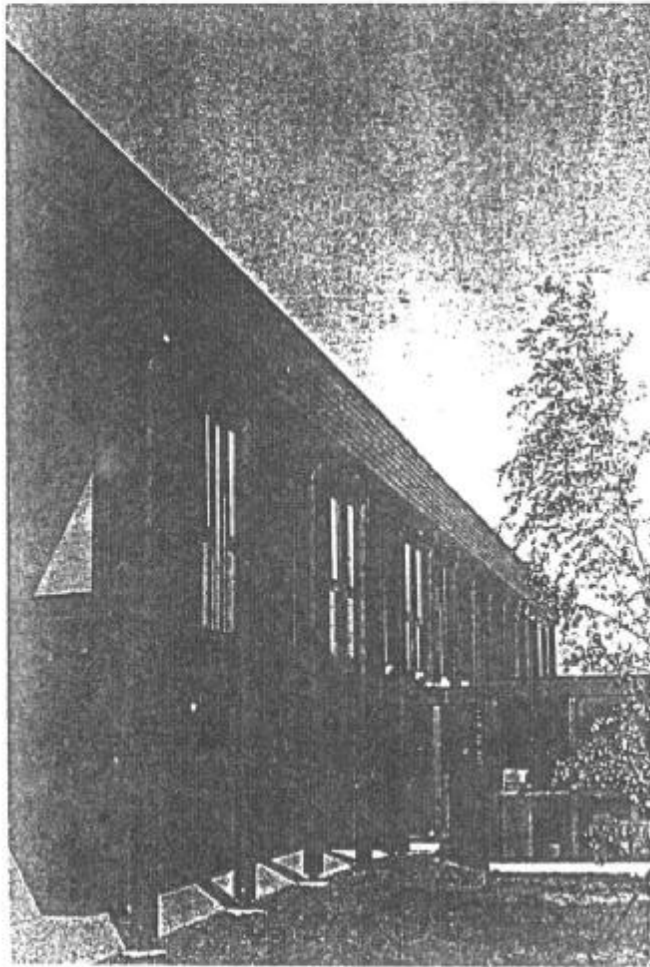


B. PEREȚI PORTANȚI CU SCHELET (montanți la 60 - 90 cm)



DIRECȚIA REGIONALĂ A AGRICULTURII / Châlons-sur-Marne, Franța

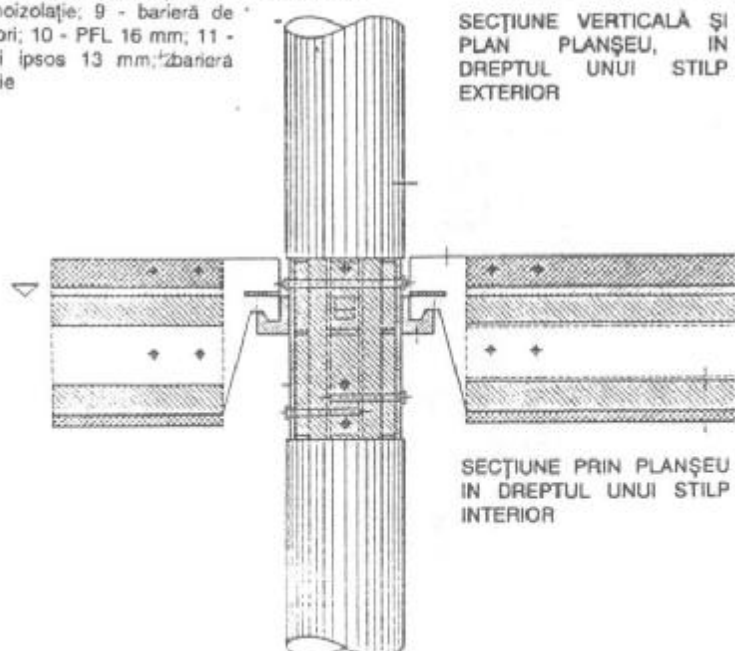
Arhitectura: Roland Schweitzer
(Technique & Architecture 404, octombrie-noiembrie 1992)



SECȚIUNE PRIN FAȚADĂ
(dreapta sus)

1 - stîlp din lemn de pin; 2 - grindă cu secțiune compusă; 3 - PFL 22 mm; 4 - placă b.a. 60 mm; 5 - plafon plăci Heraklith; 6 - scinduri lemn de pin 22 mm; 7 - șipci suport; 8 - termoizolație; 9 - barieră de vapori; 10 - PFL 16 mm; 11 - plăci ipsos 13 mm; 12 - zbariera ploaie

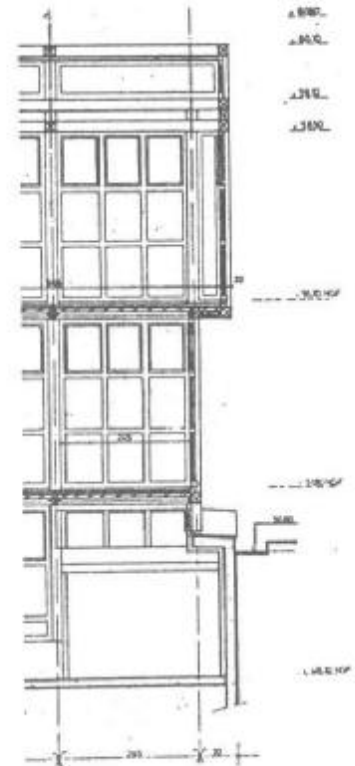
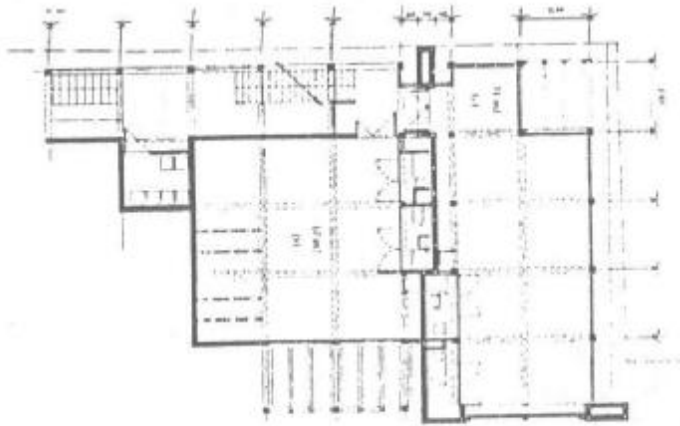
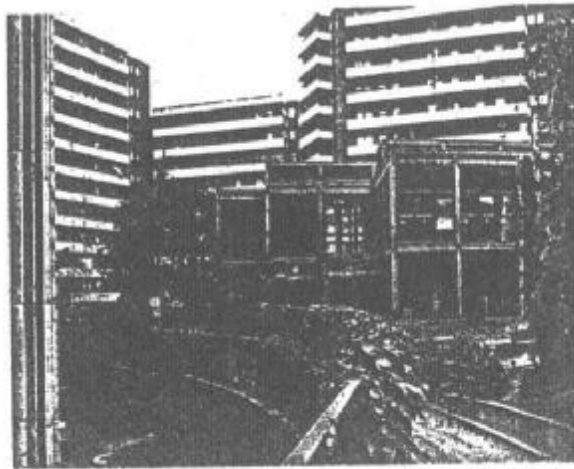
SECȚIUNE VERTICALĂ ȘI
PLAN PLANȘEU, IN
DREPTUL UNUI STILP
EXTERIOR



SECȚIUNE PRIN PLANȘEU
IN DREPTUL UNUI STILP
INTERIOR

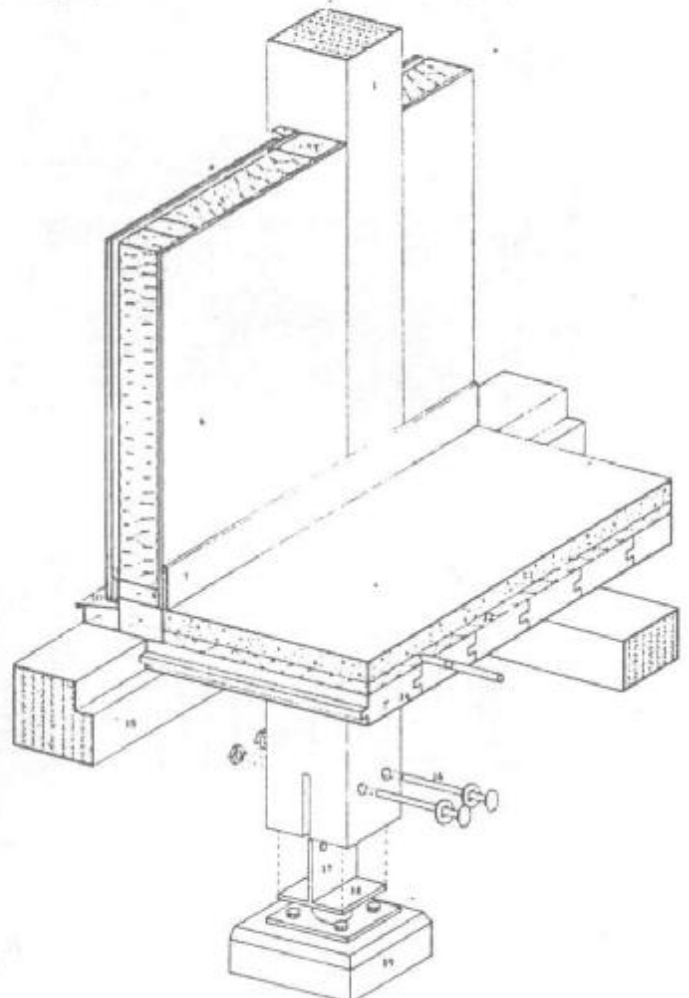
ATELIERE PENTRU ARTIȘTI / Paris, Franța

Arhitectura: Yann Brunel
(Technique & Architecture 404, octombrie-noiembrie 1992)



Structură cu stâlpi și grinzi din lemn lamelar.
Tramă 2.85 x 2.85 m. Înălțime de nivel: 3 m
Îmbinări cu buloane de oțel inox

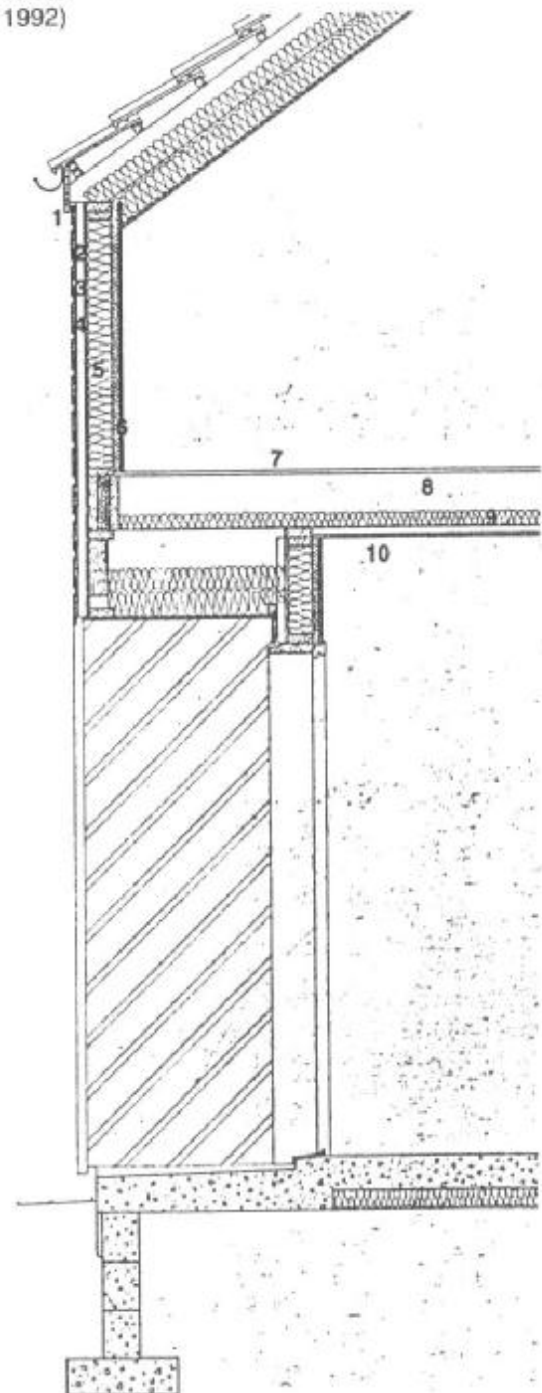
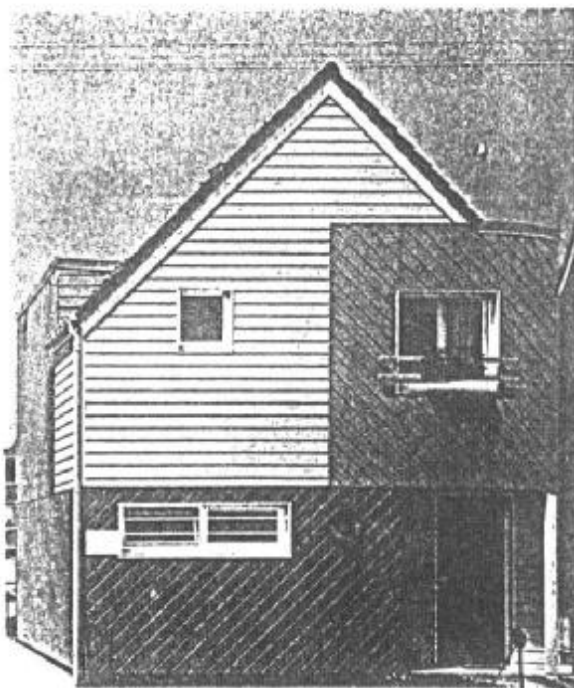
1 - stâlp lemn lamelar 20 x 20 cm; 2 - baghetă protecție; 3 - montant lemn 8 x 10 cm; 4 - panou placaj bachelitizat; 5 - termoizolație 10 cm; 6 - panou placaj bachelitizat fixat cu șuruburi; 7 - plintă 1 x 10 cm; 8 - riglă de lemn 6 x 10 cm; 9 - fișie placaj bachelitizat; 10 - șorț tablă inox; 11 - șapă beton 5 cm; 12 - izolație fonică 3 cm; 13 - cabluri electrice; 14 - planșeu lemn 7.3 x 15 cm; 15 - grindă lemn lamelar 20 x 20 cm; 16 - buloane; 17 - piesă metalică fixare stâlp; 18 - placă suport stâlp; 19 - soclu beton 30 x 30 x 10 cm.



ANSAMBLU LOCUINȚE (HLM) / Cluses-sur-Bois, Franța

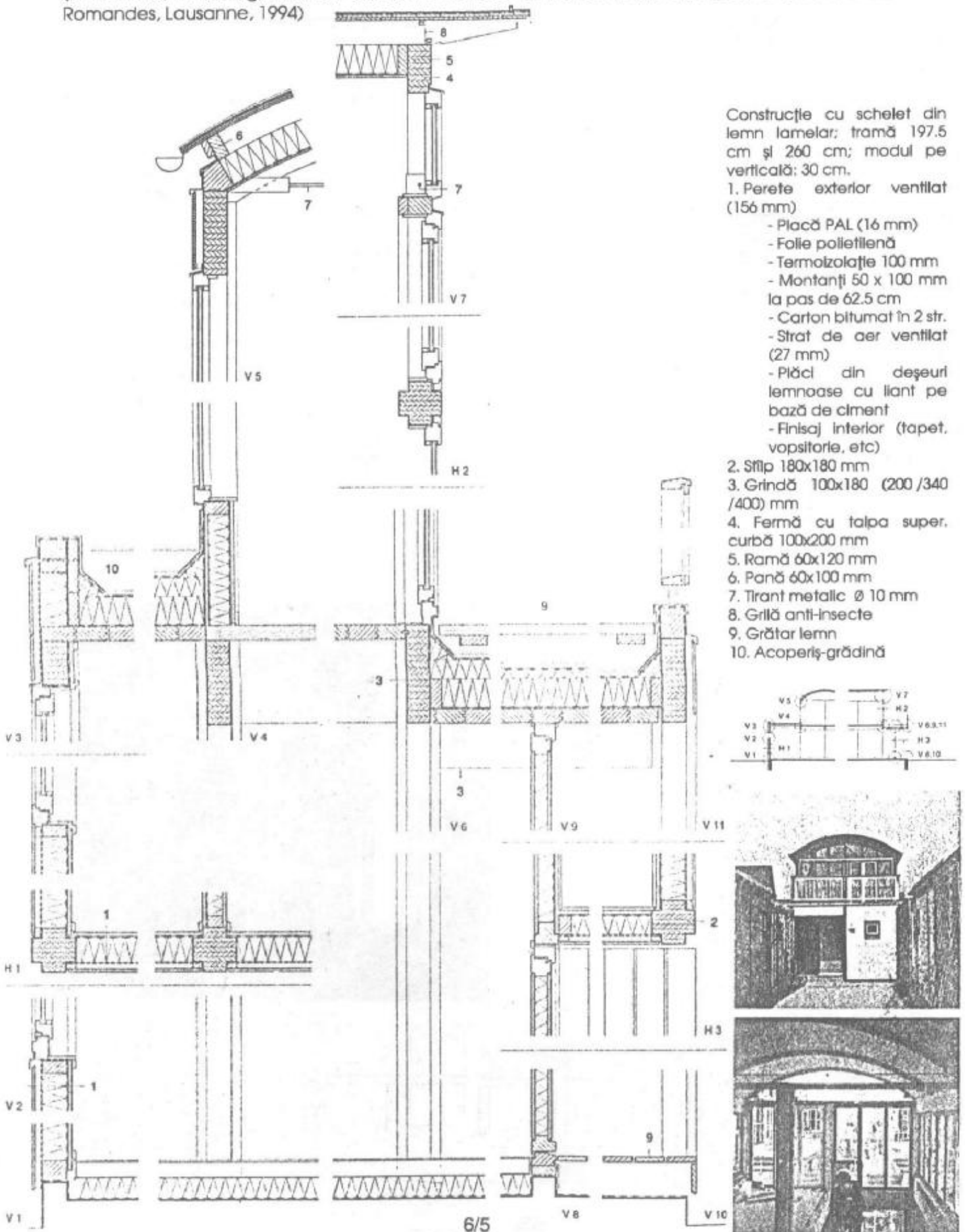
Arhitectura: Dominique Cordesse
(Technique & Architecture 404, octombrie-noiembrie 1992)

1 - placare scînduri; 2 - șipci; 3 - barieră ploaie;
4 - contraplacaj; 5 - schelet lemn + vată de
sticlă; 6 - placare interioară; 7 - contraplacaj;
8 - grinzi de lemn; 9 - fonoizolație; 10 - PFL
13 mm.



GRÜNE HÄUSER / Berlin, Germania (1985)

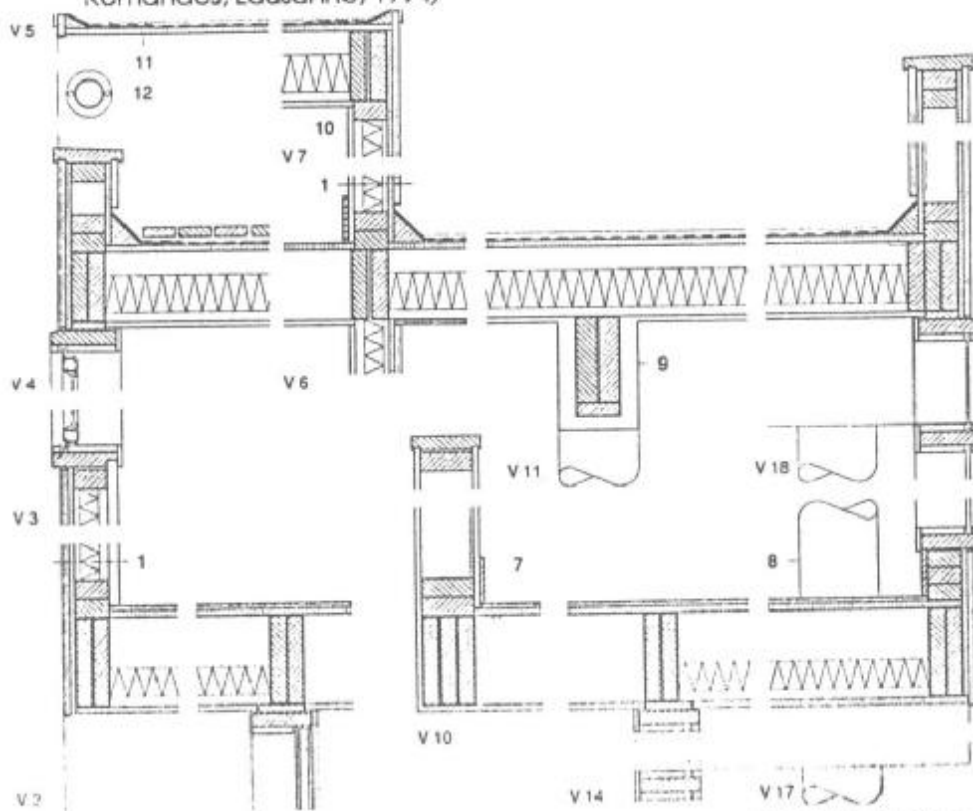
Arhitectura: Otto Stedle, München

(J. Natterer, T. Herzog, M. Voiz: *Construire en Bois 2*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1994)

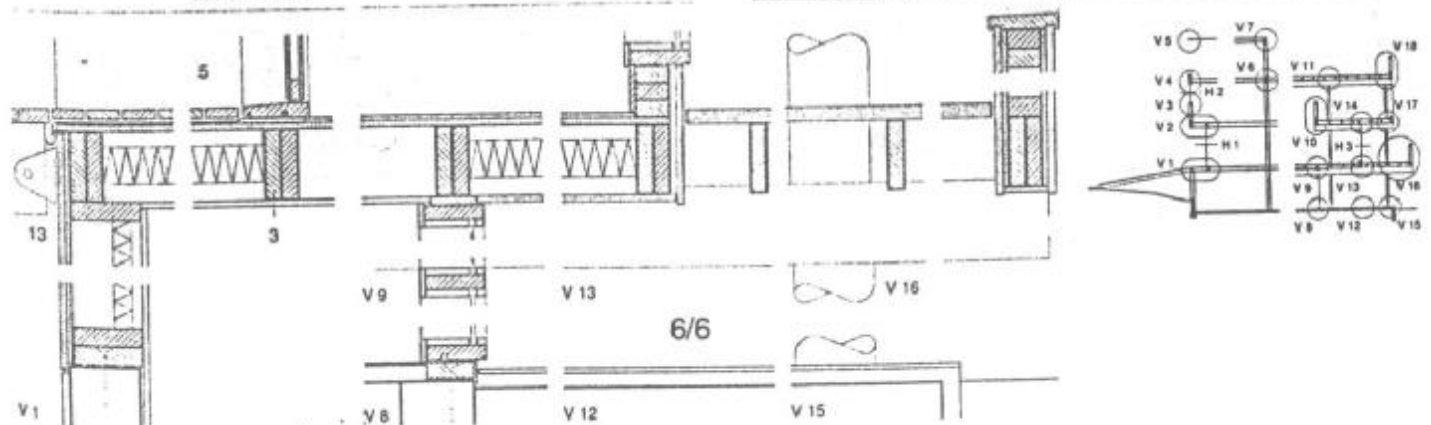
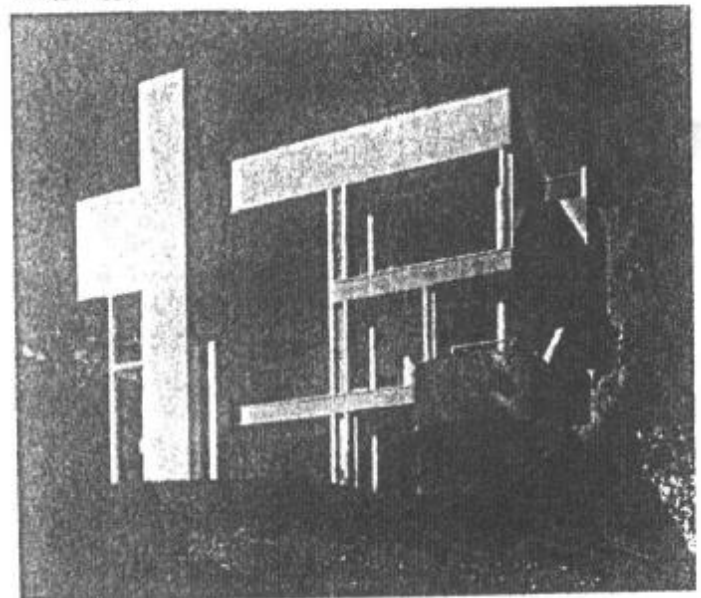
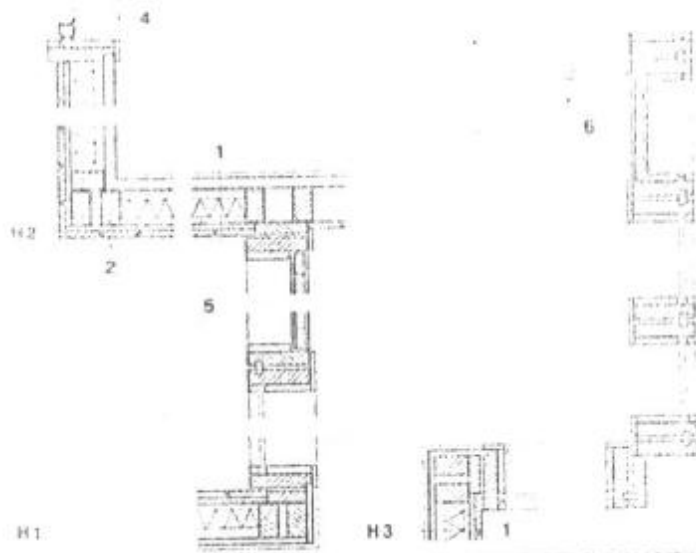
LOCUIȚĂ UNIFAMILIALĂ / Darien, Connecticut, SUA (1987)

Arhitectura: Richard Meier, New York

(J. Natterer, T. Herzog, M. Volz: *Construire en Bois 2*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1994)



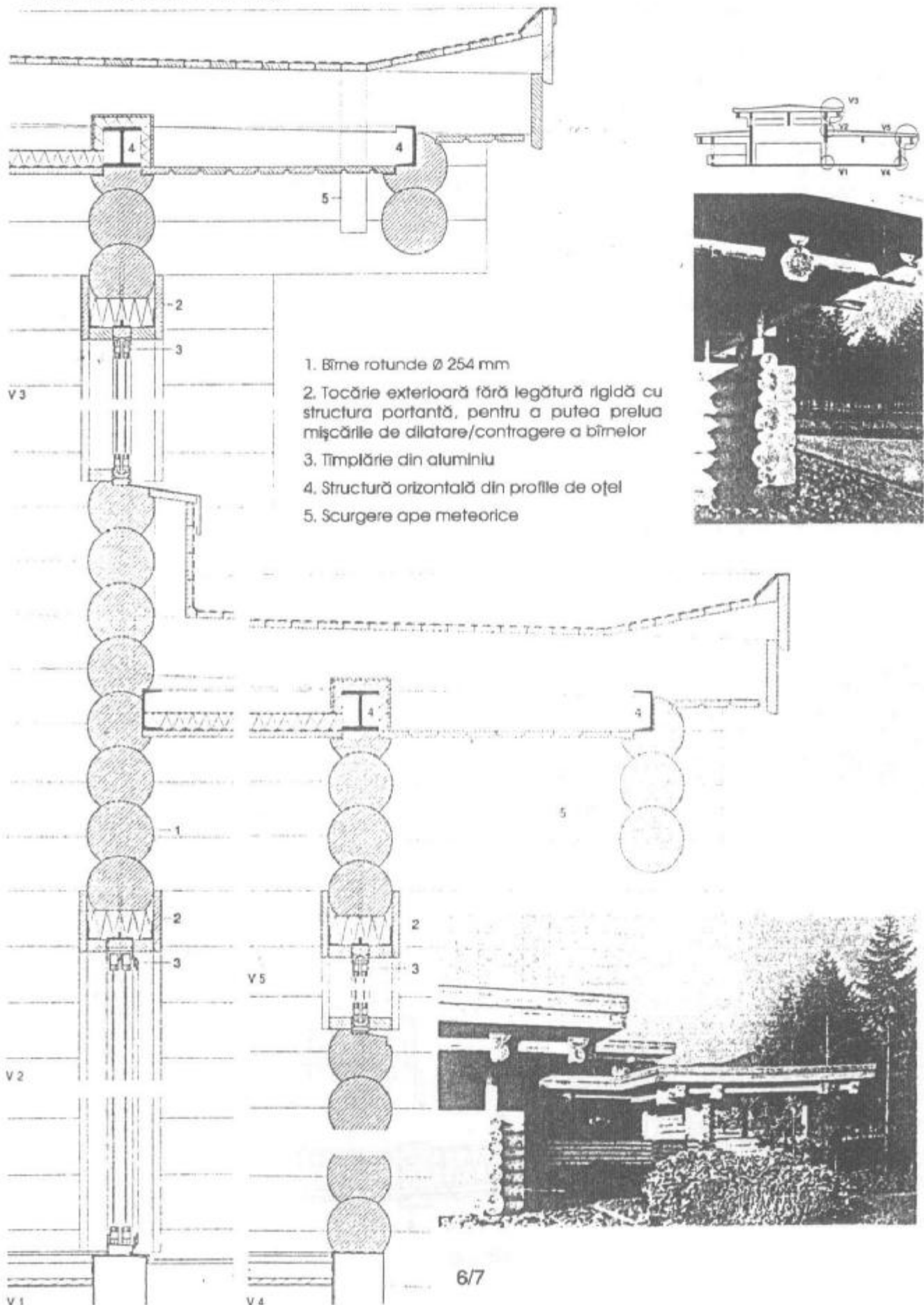
1. Perete exterior (142.8 mm)
 - Placare interioară cu gips carton 16 mm
 - Lamă de aer
 - Termoizolație 51 mm
 - Lamă aer
 - Contraplacaj 16 mm
 - Placare exterioară cu scânduri verticale cu lambă și uluc, 19 x 102 mm
2. Stâlpi și traverse 38 x 89 mm
3. Grinzii
4. Fereastră metalică
5. Ușă intrare
6. Clapetă de ventilație
7. Supanță
8. Stîlp metalic
9. Grindă principală 2x76.2 cm
10. Casa scării
11. Acoperiș terasă
12. Balustradă țevă rotundă Ø 76 mm
13. Legătură pasarelă



RESTAURANT / Karuizawa, Japonia (1974)

Arhitectura: Siren Architects, Helsinki (Finlanda)

(J. Natterer, T. Herzog, M. Voiz: *Construire en Bois 2*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1994)



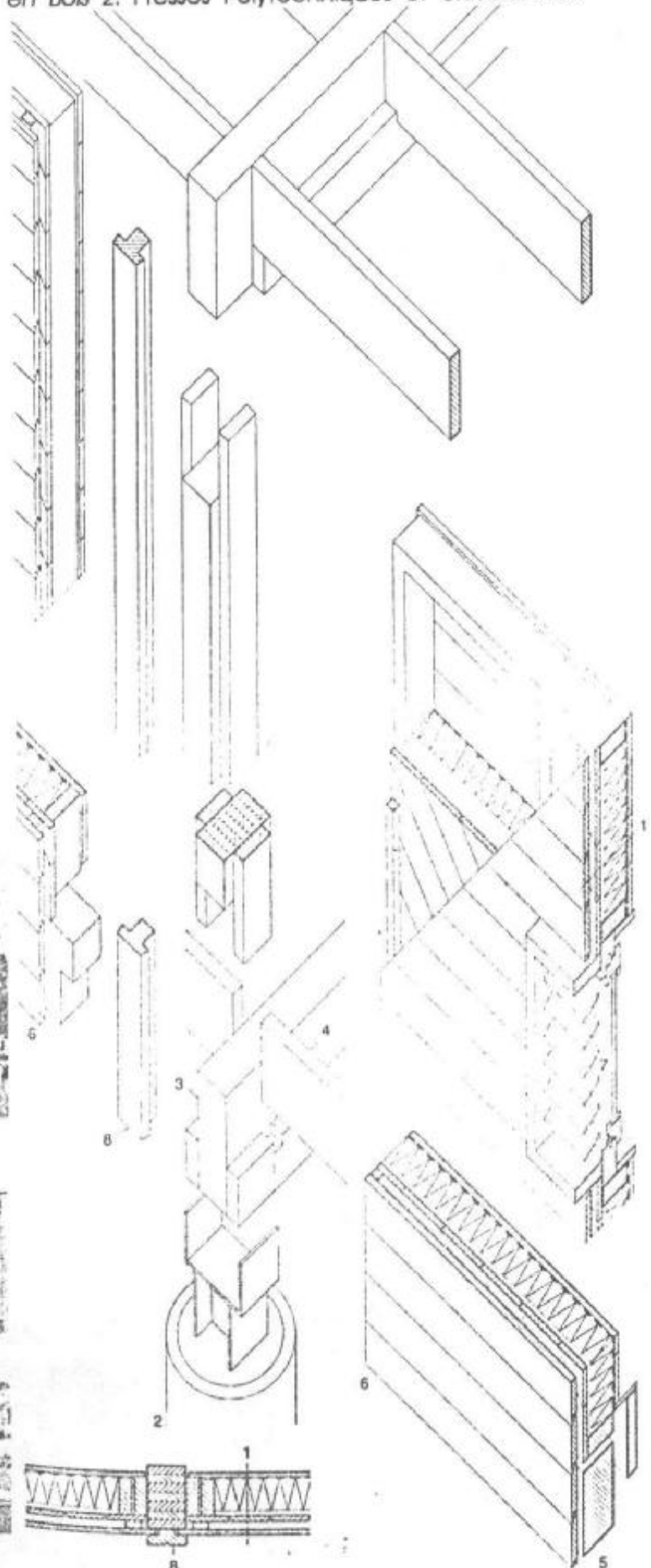
CLUB ȘI MANEJ / Ecublens, Elveția (1984)

Arhitectura: Atelier Cube, Lausanne.

(J. Natterer, T. Herzog, M. Voiz: *Construire en Bois 2*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1994)

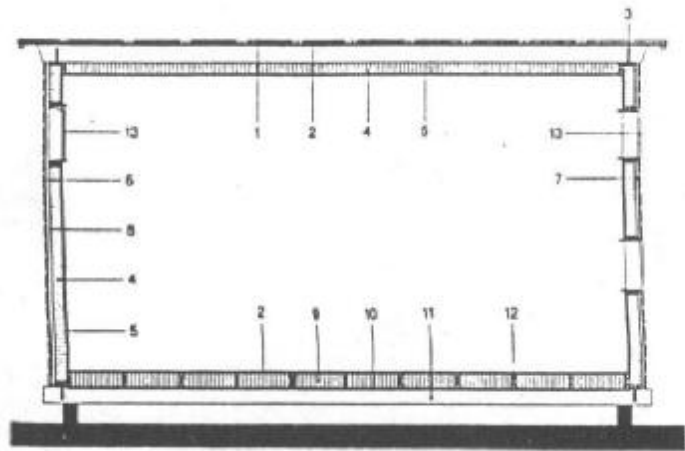
Façade din panouri prefabricate, cu înălțime de pînă la 2 etaje, cuprinzînd: ramă, astereală, placare exterioră. Termoizolația, bariera de vapori și placarea interioară sunt adăugate pe șantier.

1. Perete exterior (186 mm)
 - placare interioară cu scînduri orizontale (22 mm)
 - barieră de vapori
 - termoizolație (80 mm)
 - astereală scînduri diagonale (22 mm)
 - strat aer ventilat / șipci verticale (40 mm)
 - placare exterioră cu scînduri orizontale lambă și uluc, geluite și impregnate în autoclavă (22 mm)
2. Stîlp beton
3. Grîndă principală din lemn lamelar
4. Grîndă secundară
5. Grîndă de fațadă (120 x 240 mm)
6. Panou de fațadă prefabricat + termoizolație și placare interioară montate pe șantier
7. Lamele mobile din lemn (parasolar)
8. Acoperitor de rost

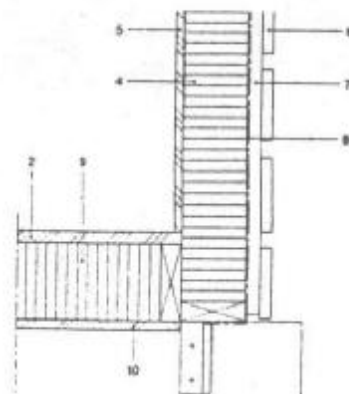
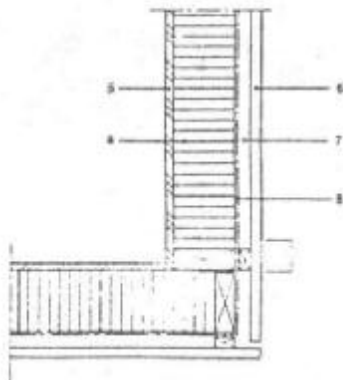
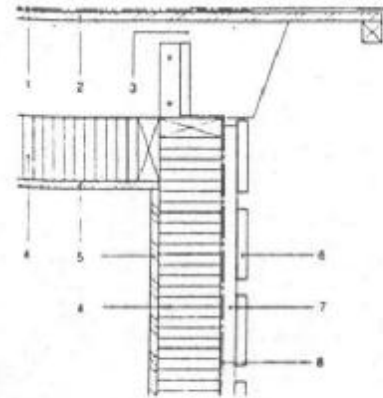


GRĂDINIȚĂ DE COPII - CONSTRUCȚIE PROVIZORIE / Bâle, Elveția

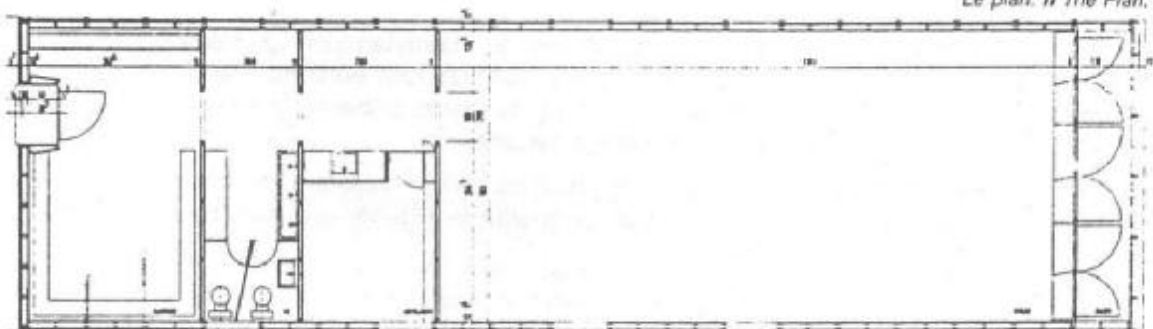
Arhitectura: Meinrad Morger, Heinrich Delego, Gerhard Prêtre
(Technique & Architecture 404, octombrie-noiembrie 1992)



1 - învelițoare; 2 - contraplacaj 21 mm; 3 - fantă ventilare cu grilă; 4 - termoizolație 120 mm; 5 - contraplacaj 16 mm; 6 - placare cu scînduri; 7 - spațiu ventilare 24 mm; 8 - barieră ploaie; 9 - termoizolație 150 mm; 10 - PAL 16 mm; 11 - grindă principală; 12 - grindă secundară; 13 - geam termoizolant



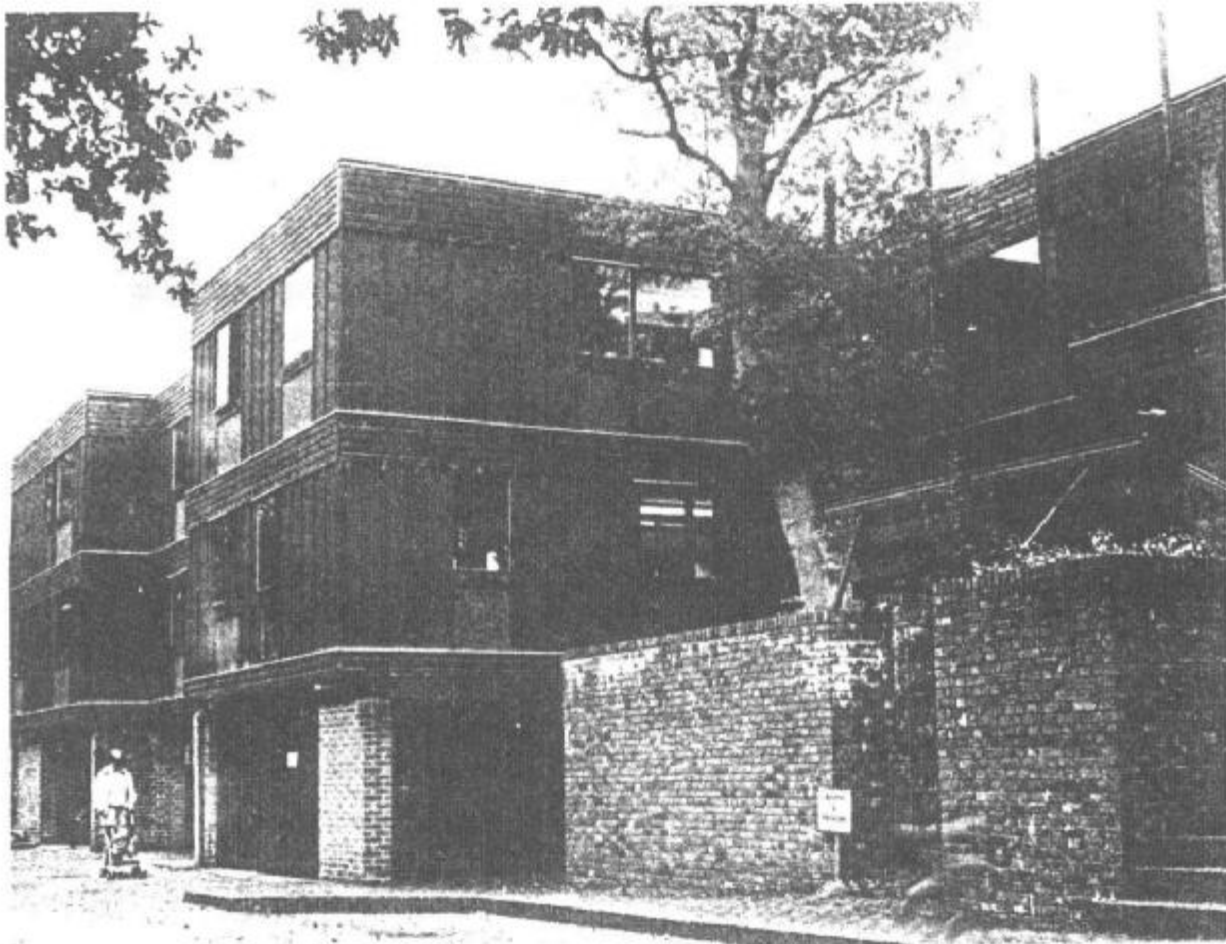
Le plan. // The Plan.



TRADA OFFICES / High Wycombe, England (1976)

Clădire de birouri cu 3 nivele: parter din zidărie + 2 etaje cu structură din lemn.

Arhitectura și structura: TRADA



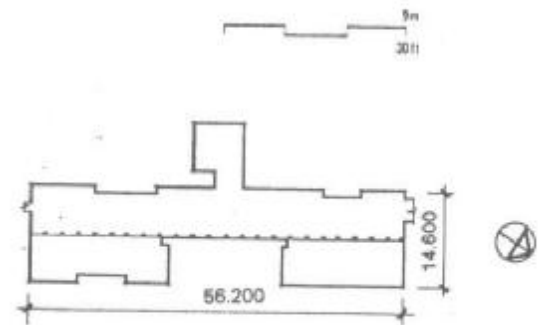
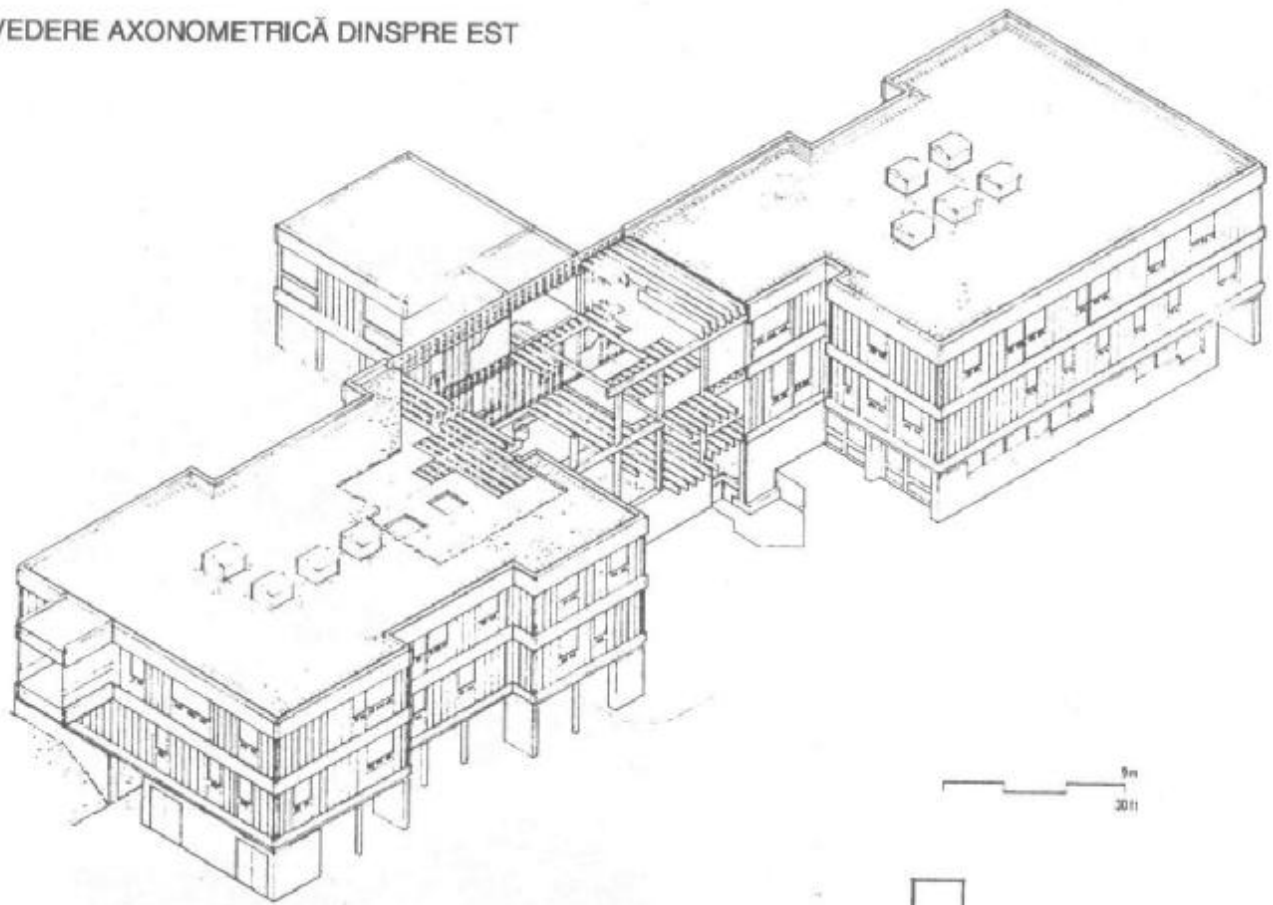
VEDERE PARȚIALĂ A FAȚADEI NORD-EST

Concepția clădirii permite execuția rapidă, prin montarea de subansambluri și elemente prefabricate, panouri de fațadă sunt asociate între ele cu cuie, la colțuri fiind utilizate buloane. Panourile au fost astfel concepute încât să poată fi manevrate de 2 oameni, în timp ce pentru punerea în poziție a componentelor scheletului din lemn tare (stâlpi și grinzi) este necesară o macara.

Toate panourile folosesc placaj de 9.5 mm grosime, fixat cu cuie + înclieiere pe rame din lemn moale 50x75 mm. Rosturile dintre panourile de fațadă sunt acoperite la exterior cu baghete verticale din lemn moale.

TRADA OFFICES / High Wycombe, England (1976)

VEDERE AXONOMETRICĂ DINSPRE EST



PLANUL PRIMULUI NIVEL

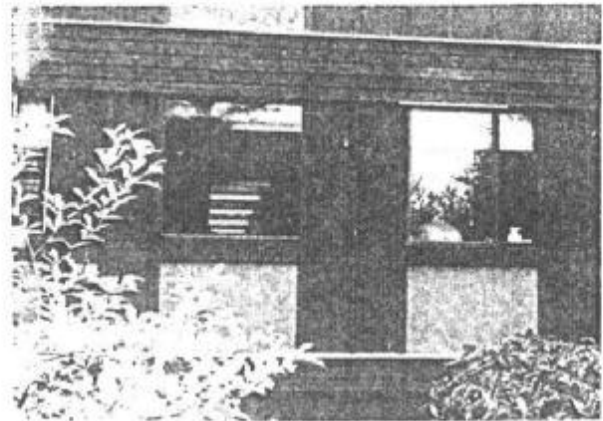
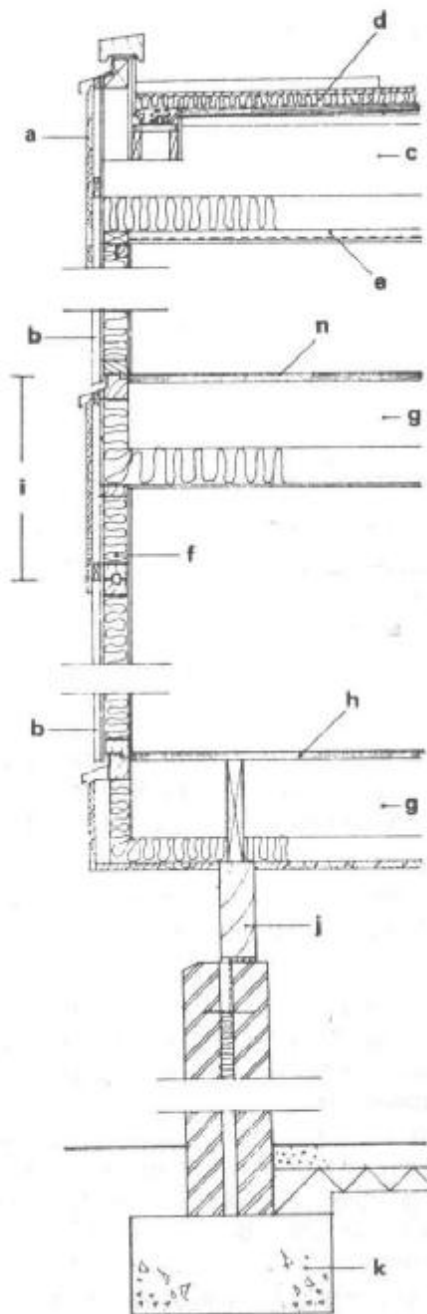
Grinzile planșeului primului nivel și ale celui de acoperiș (nervuri dese din lemn tare) reazemă pe grinzi chesonate, integrate fațadei lungi, și, la interior, pe un șir de stâlpi și grinzi din lemn tare, în zona centrală a clădirii. Grinzile chesonate de fațadă sunt fixate cu cuie de panourile de fațadă inferioare și sunt acoperite la exterior cu un bandou orizontal din scânduri fălțuite.

Stâlpii și grinzile de pe linia mediană preiau numai încărcări gravitaționale, ca atare sunt necesare îmbinări simple între stâlpi și grinzi (noduri articulate). Panourile de fațadă preiau restul încărcărilor gravitaționale, precum și solicitările din acțiuni orizontale (vânt).

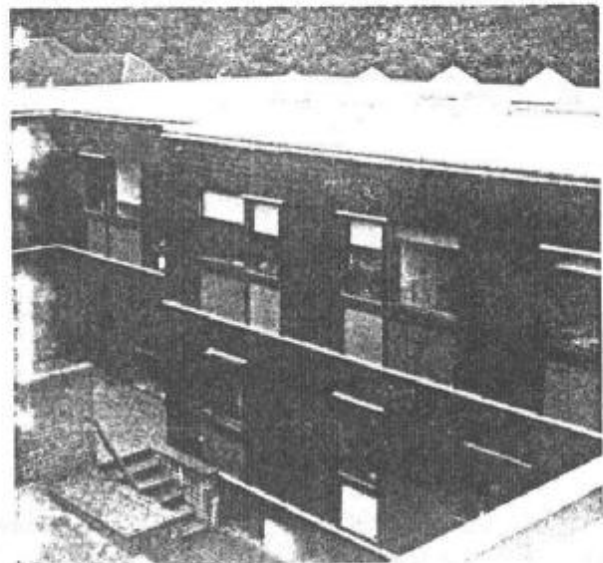
Această rezolvare permite un spațiu interior liber și constituie o bună strategie contra focului; stâlpii și grinzile principale au secțiuni mari și protecția lor antifoc se bazează pe carbonizarea superficială; panourile de fațadă, mai vulnerabile dar mai puțin încărcate, au contraplacajul și ramele protejate de termoizolația din vată minerală și de plăcile fibrolemnoase de la interior. Rezistența la foc cerută a fost 30' (o rezistență de o oră ar fi fost obținută ușor, prin majorarea secțiunilor de stâlpi și grinzi, și prin suplimentarea placării rezistente la foc, la pereți și planșee). La proiectarea planșeelor de lemn, rigiditatea cerută (limitarea deformabilității) determină frecvent dimensiunile grinzilor secundare, ca și utilizarea unui lemn tare cu modul de elasticitate mai mare decât al lemnului moale. (un modul de elasticitate cu 60% mai mare permite o majorare a deschiderilor cu 25%). Grinzile secundare din lemn tare utilizate în acest caz pot fi mai ieftine ca grinzile chesonate, din lemn lamelar sau din oțel, deși, pentru aceeași deschidere, au înălțime dublă față de o grindă din oțel.

TRADA OFFICES / High Wycombe, England (1976)

Concepția de detaliu a avut în vedere posibilitatea 'lucrului' liber al lemnului funcție de variațiile de umiditate. O barieră de vapori din polietilenă este prevăzută la fața interioară a peretelui exterior pentru a preveni condensul în interiorul peretelui, fenomen care ar reduce capacitatea de izolare termică și ar putea conduce la un conținut crescut de umiditate în piesele de lemn.



REZOLVARE CURENTĂ FAȚADĂ + FEREASTRĂ



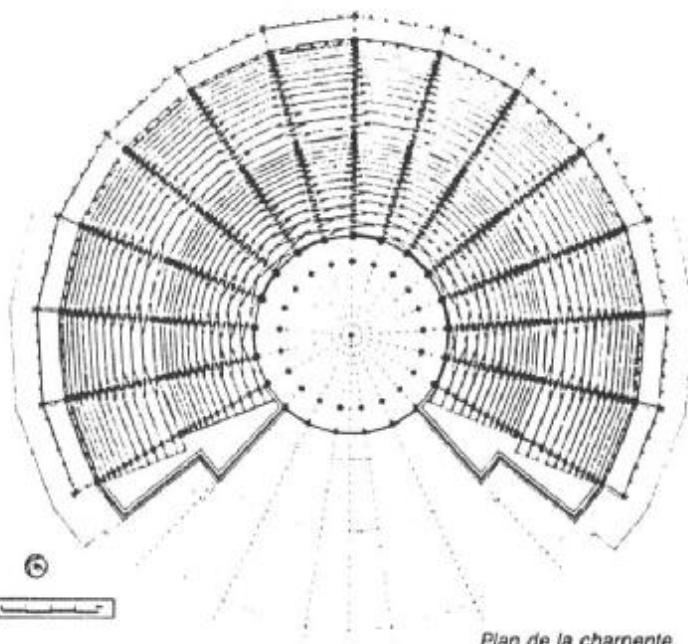
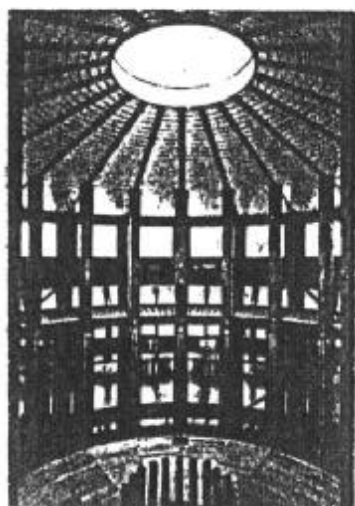
VEDERE PARȚIALĂ A FAȚADEI SUD-VEST

SECȚIUNE PRIN PERETE EXTERIOR - SUD

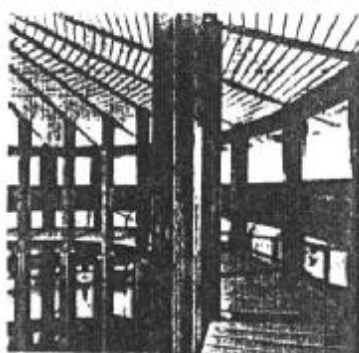
a) placare cu scînduri orizontale fălțuite 19 mm; b) contraplacaj colorat 9.5 mm, fixat pe rame din lemn moale 50x75 mm; c) nervuri planșeu de acoperiș 63x300 mm din lemn tare, la 400 mm interax; d) termoizolație; e) spațiu pentru trasee electrice peste tavan din scînduri; f) termoizolație vată minerală 75 mm + barieră de vapori din polietilenă 65 μm + P.F.L. de densitate medie 6 mm; g) nervuri de planșeu 75x300 mm din lemn tare, la 400 mm interax; h) contraplacaj 16 mm; i) grindă chesonată 600 mm; j) grindă din lemn tare 100x280 mm; k) fundații din beton 600x300 mm.

CLĂDIRE DE BIROURI PENTRU PROFESIUNI LIBERALE / Waterloo, Belgia

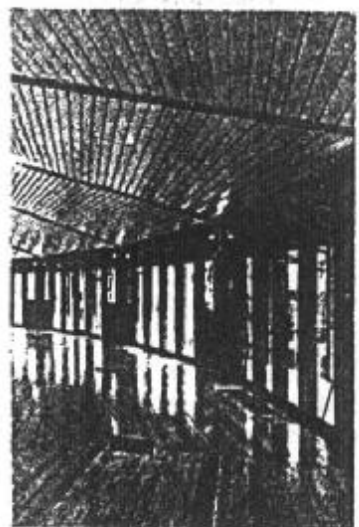
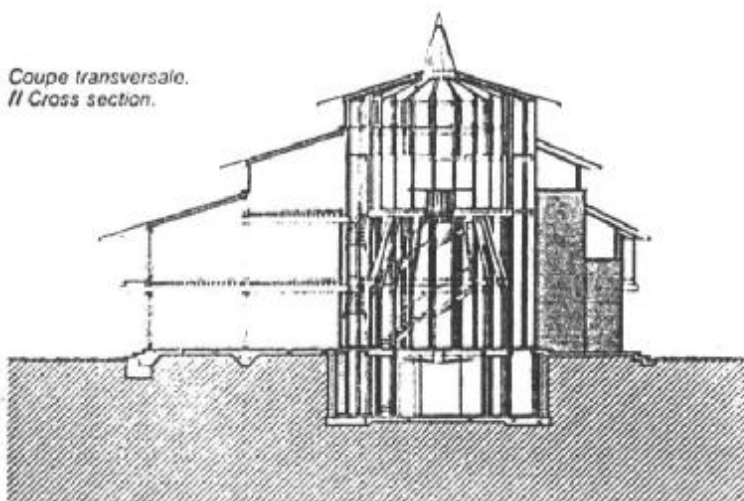
Arhitectura: Samyn et associés, SPRL
 (Technique & Architecture 404, octombrie-noiembrie 1992)



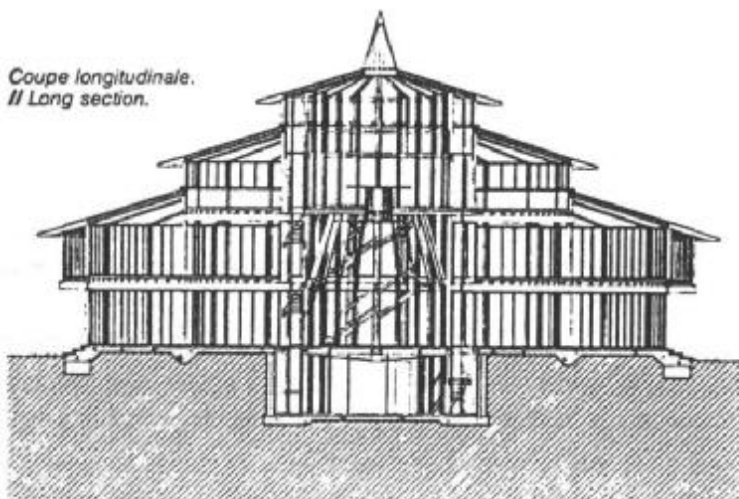
Plan de la charpente.
 // Plan of structural frame.



Coupe transversale.
 // Cross section.



Coupe longitudinale.
 // Long section.

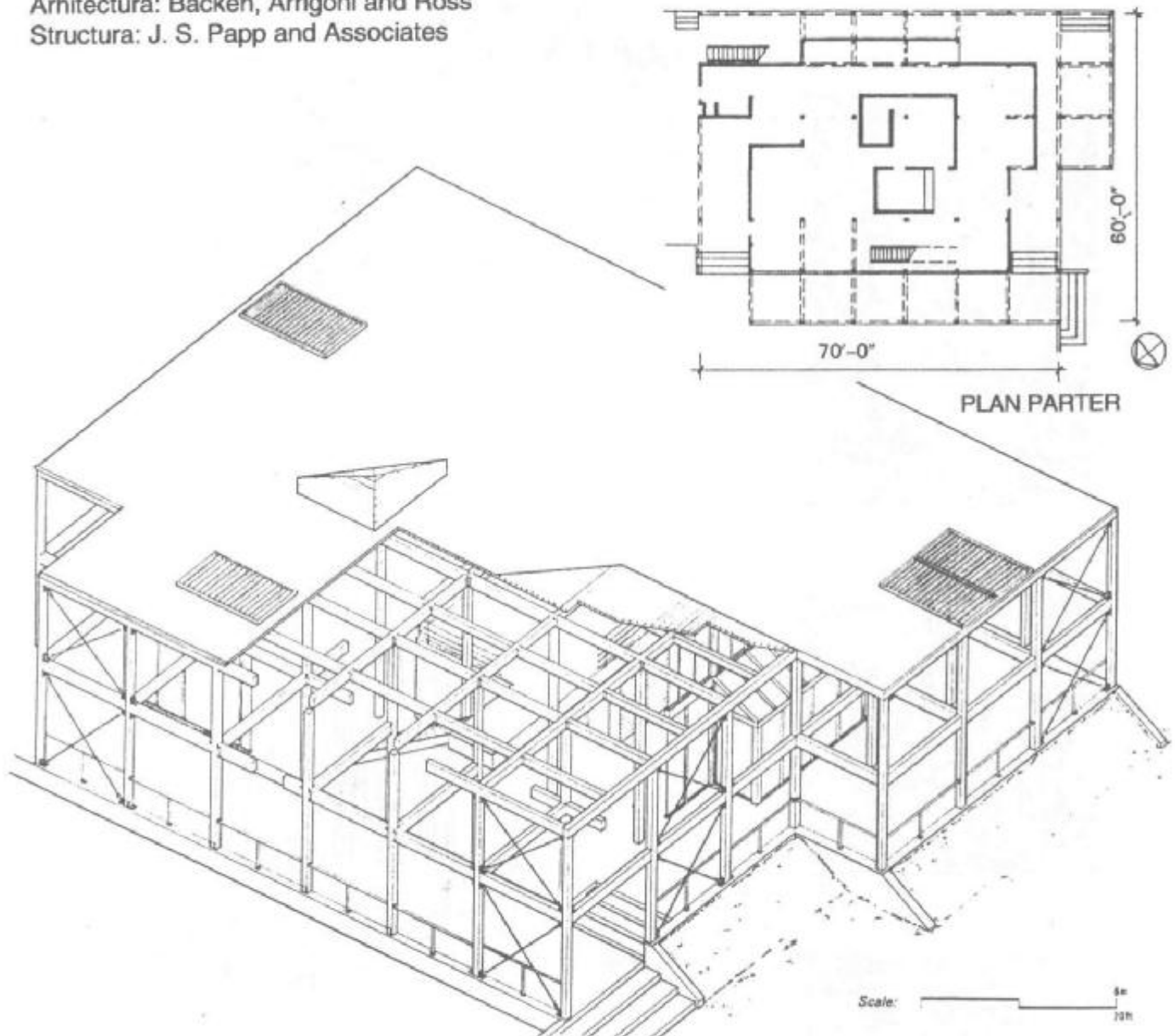


MARIN TENNIS CLUB / San Raphael, California, SUA (1974)

Construcție cu 2 nivele (parter și supantă), structură cu stâlpi și grinzi din lemn.

Arhitectura: Backen, Arrigoni and Ross

Structura: J. S. Papp and Associates



VEDERE AXONOMETRICĂ DINSPRE VEST

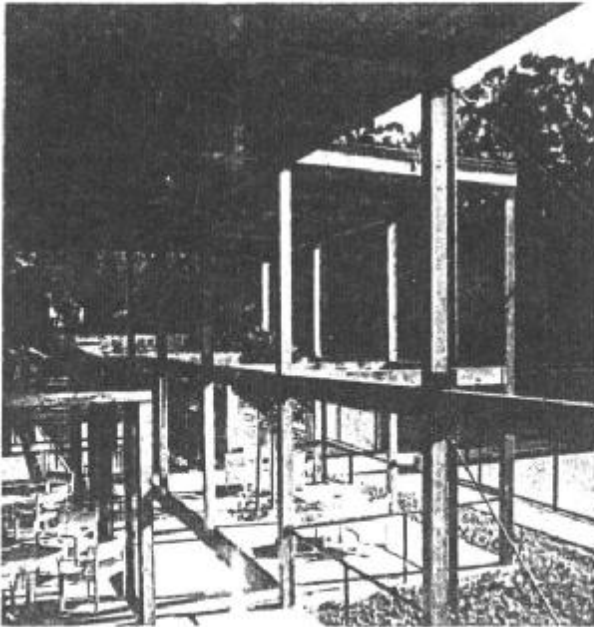
Structura. Tramă 3.00x3.00m; stâlpi: 150x150 mm, pe 2 nivele; grinzi curente: 150x250 mm. Stabilitatea la acțiuni orizontale este asigurată pe 3 din fațade cu contravânturi diagonale din bare de oțel (pe fiecare fațadă, traveile de capăt sunt rigidizate). Pe cea de a 4a fațadă (NE) construcția exterioară din zidărie asigură rigiditatea necesară. Planșeul de acoperiș acționează ca diafragmă orizontală, asociind toți stâlpii și asigurând conlucrarea de ansamblu. Cu condiția ca toate elementele să fie asociate în mod corespunzător între ele, acest tip de structură are un comportament favorabil în zone seismice: lemnul este ușor, are o bună rezistență la șoc, iar îmbinările sunt capabile să absoarbă deformații substanțiale rămânând totuși intacte.

Inchideri. Vitraj pe 2 nivele cu profile din lemn, retras față de perimetrul structurii.

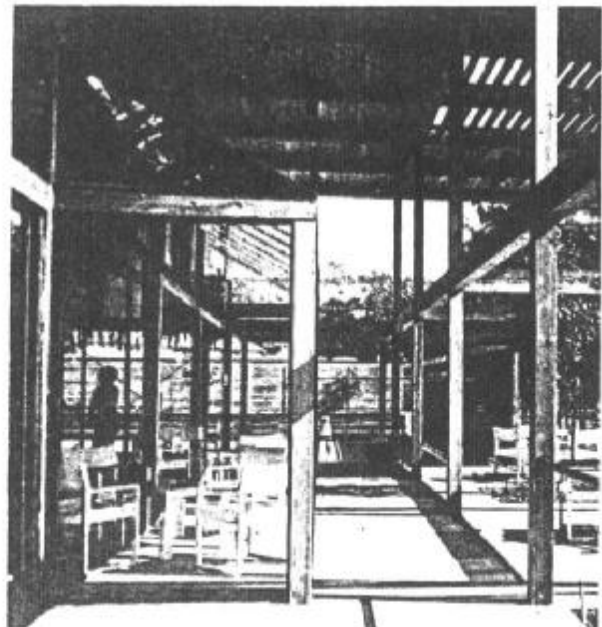
Scheletul tridimensional din lemn este permanent vizibil, participând la imaginea interioară și constituind 'principiul ordonator' al clădirii; totodată permite o trecere gradată interior - exterior.

Timp de execuție (pentru 2 clădiri): 12 luni.

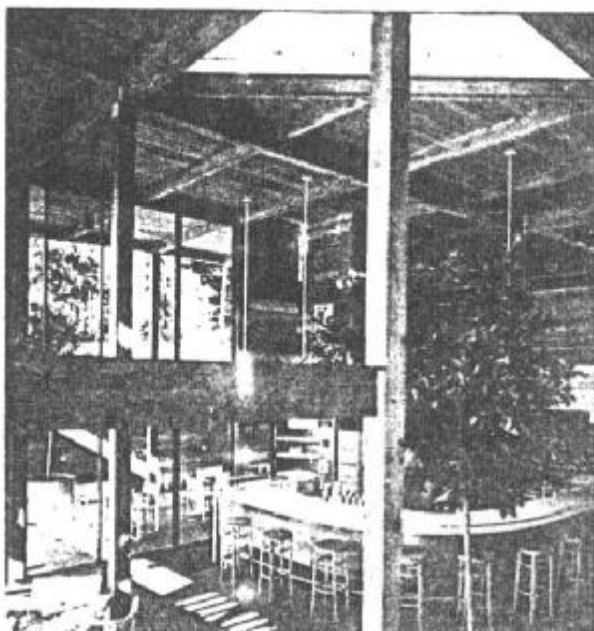
MARIN TENNIS CLUB / San Raphael, California, SUA (1974)



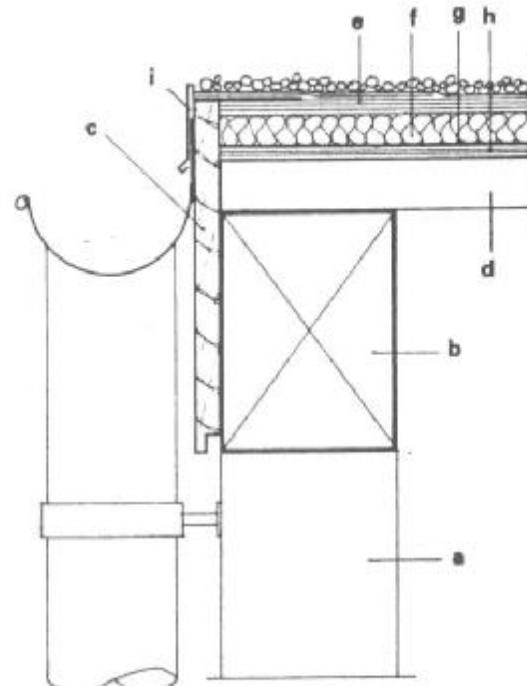
VEDERE TERASĂ FAȚADA SUD-VEST



VEDERE IN LUNGUL FAȚADEI SUD-VEST



IMAGINE INTERIOARĂ

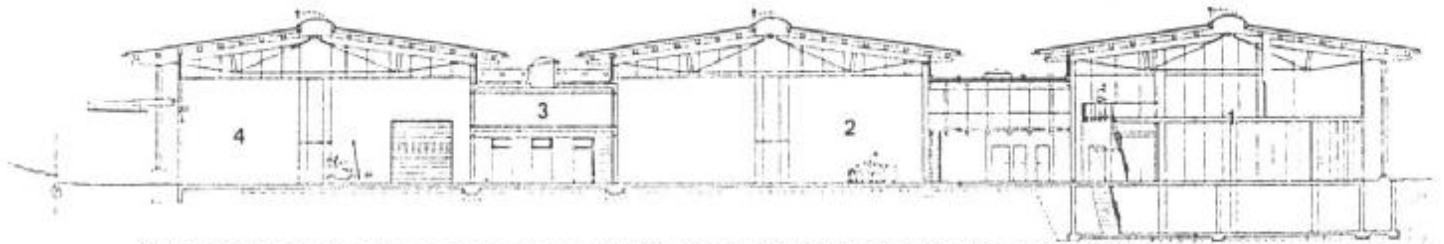
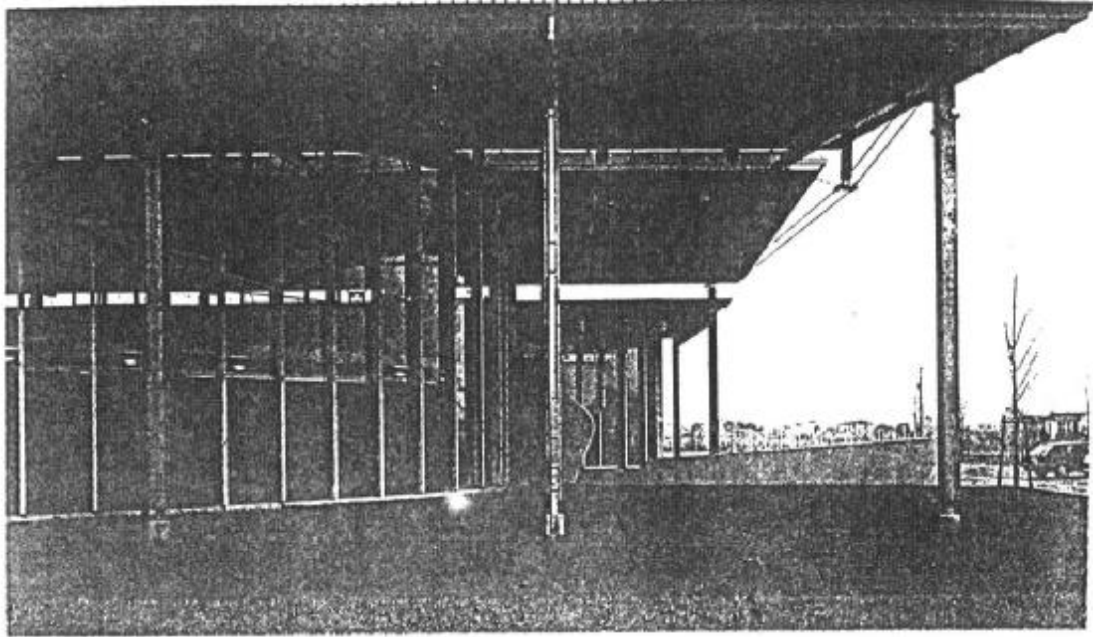


DETALIU ACOPERIȘ

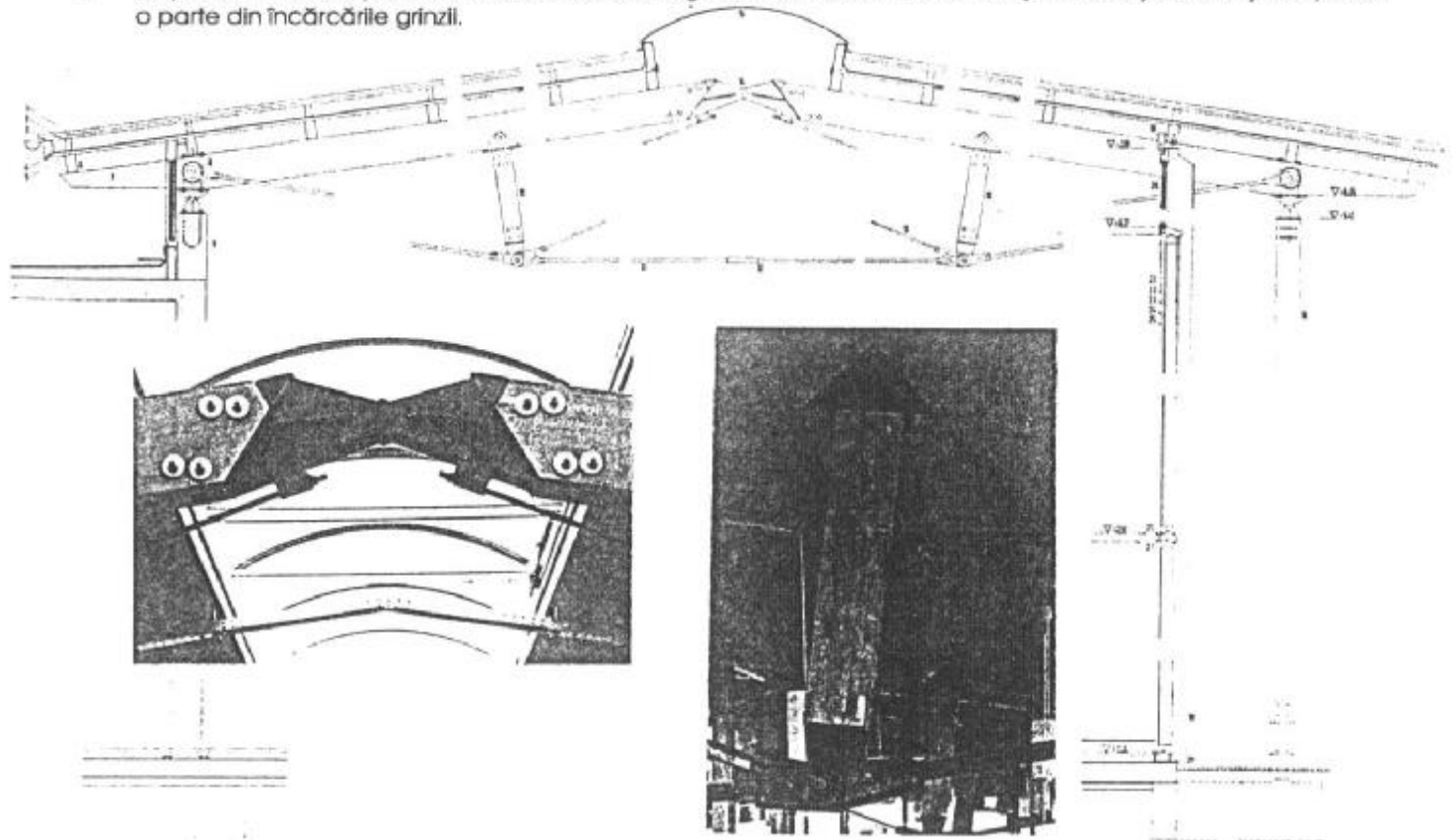
a) Stîlp de lemn; b) Grindă de bordaj; c) Pazie din lemn de cedru; d) Podină din scînduri cu lambă și uluc; e) Strat de bitum + pietriș; f) Termoizolație rigidă; g) Membrană impermeabilă; h) Plăci contraplacaj; i) Opritor de pietriș

MAGAZIN ȘI EXPOZIȚIE, Rheinstetten-Forchheimer, Germania

Arhitectura: Archis
(Technique & Architecture 404, octombrie-noiembrie 1992)

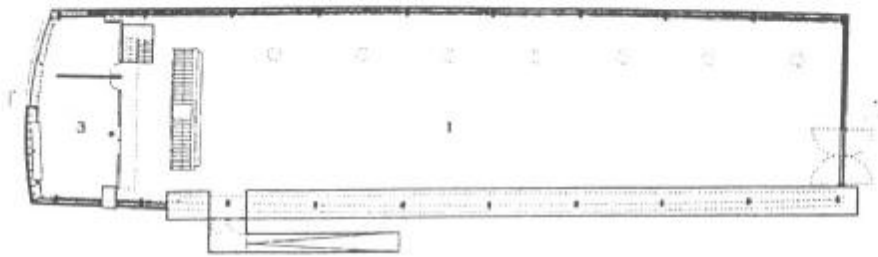


Structură de acoperire cu perechi de grinzi înclinate din lemn lamelar (18 m deschidere) asociate la coamă cu piese metalice aparente, îmbinate articulat; grinzile sunt subîntinse cu tiranți metalici și contraflșe ce preiau o parte din încărcările grinzi.

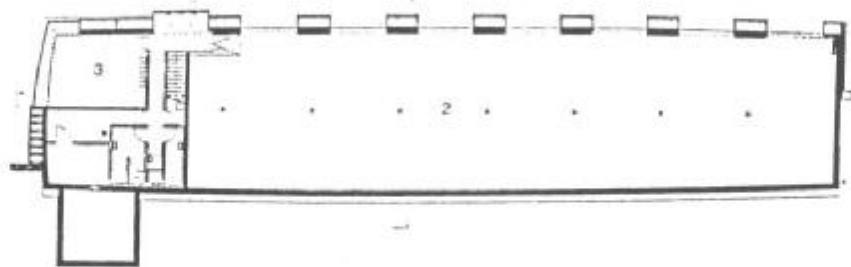


DEPOZIT, MAGAZIN ȘI BIROURI / Hergatz, Germania

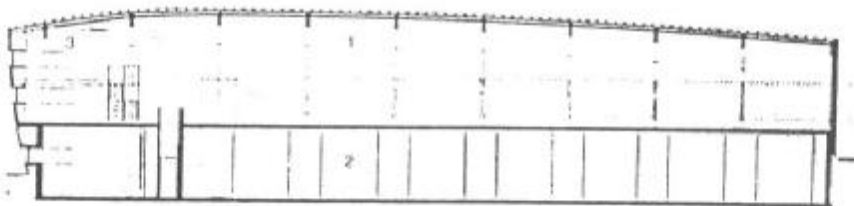
Arhitectura: Karl Baumschlager, Dietmar Eberle.
(Technique & Architecture 428, octombrie - noiembrie 1996)



Plan nivel superior: expunere; schelet de lemn.

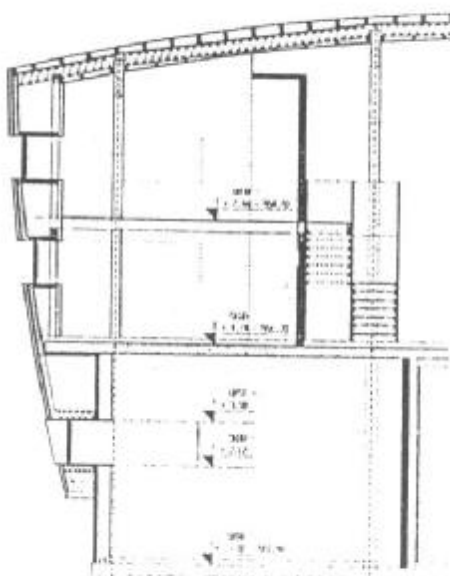


Plan nivel inferior: depozitare; structură beton armat.

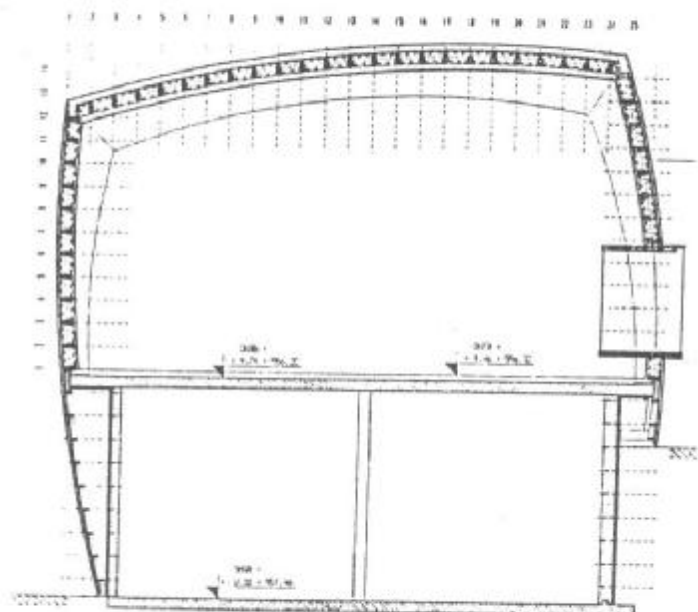


Secțiune longitudinală: 1 - Hală expunere; 2 - Depozit; 3 - Birouri.

Structură din cadre de lemn lamelar prefabricate rezemate pe subsament din b.a. Închiderile au schelet propriu.



Secțiune longitudinală în zona de birouri



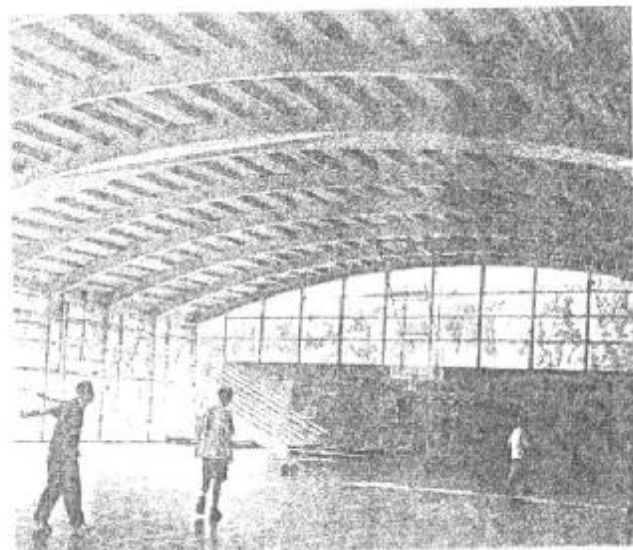
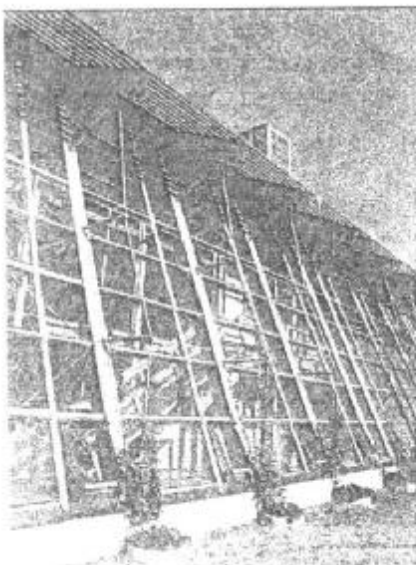
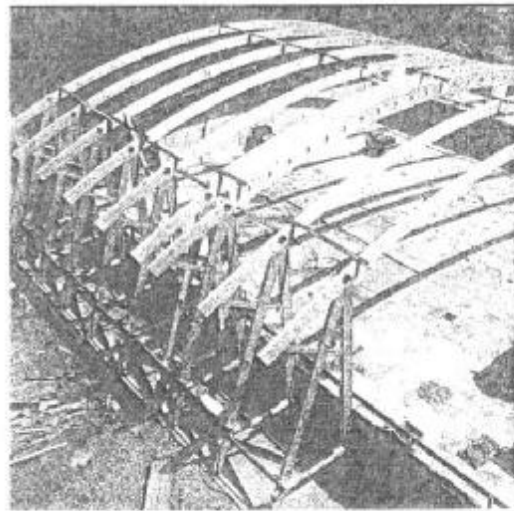
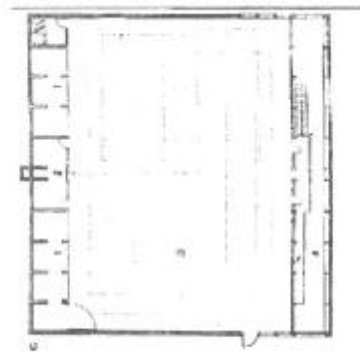
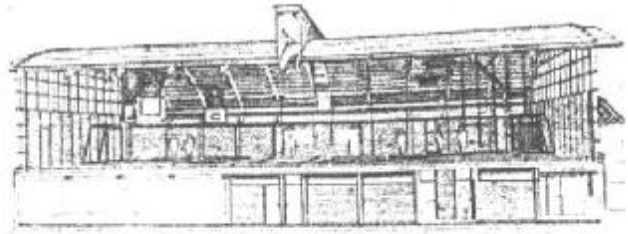
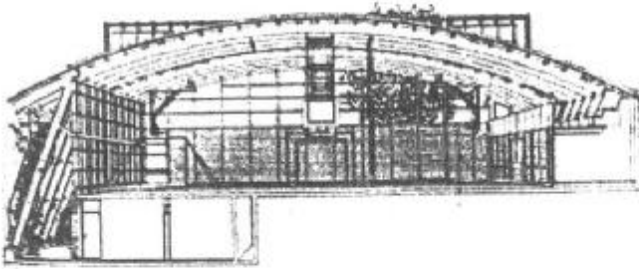
Secțiune transversală

SALĂ DE SPORT / Heppenheim, Germania

Arhitectura: P. Hubner

(Detali nr. 1 /1997)

Structură de acoperire din cadre de lemn lamelar

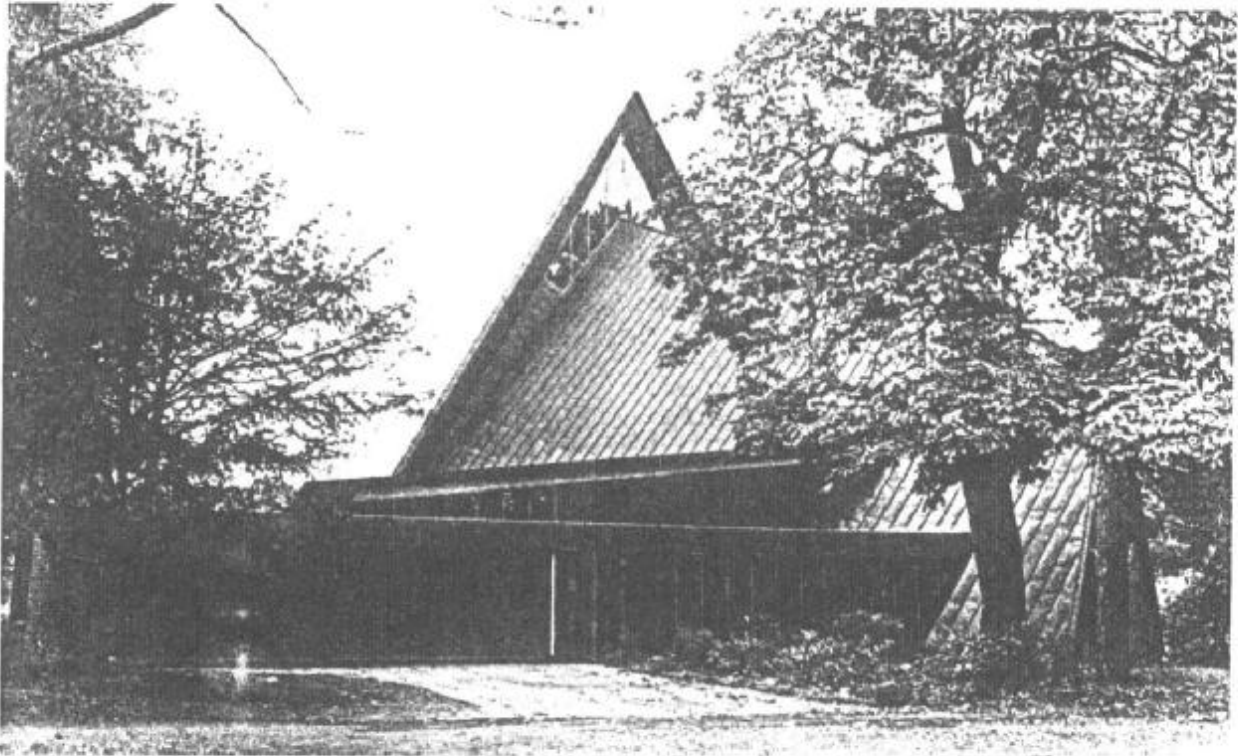


ST. ANNE'S CHURCH / Fawley Court, Henley-on-Thames, England (1972)

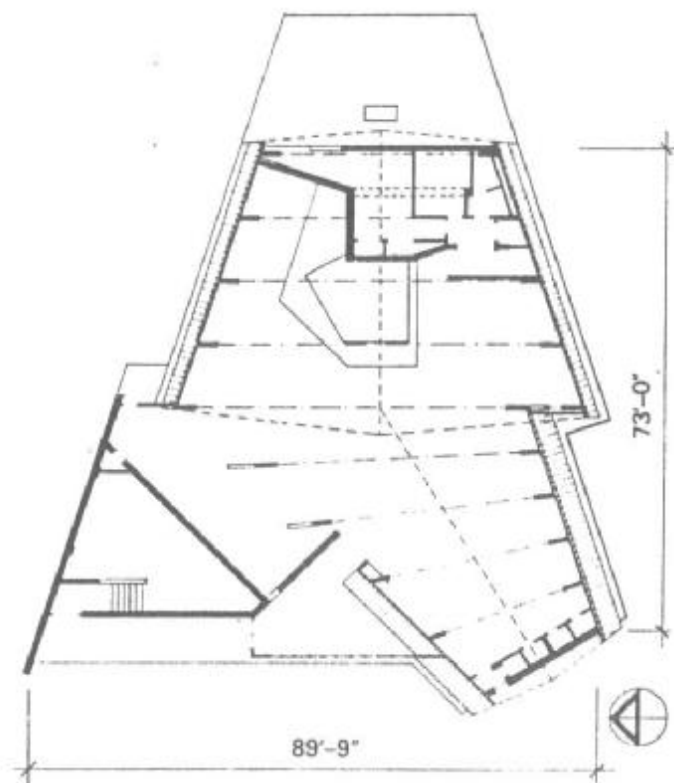
Biserică cu structura din cadre de lemn lamelar.

Arhitectura: W. Crabtree and Jarosz

Structura: Taylor Whalley and Spyra / Rainham Timber Engineering

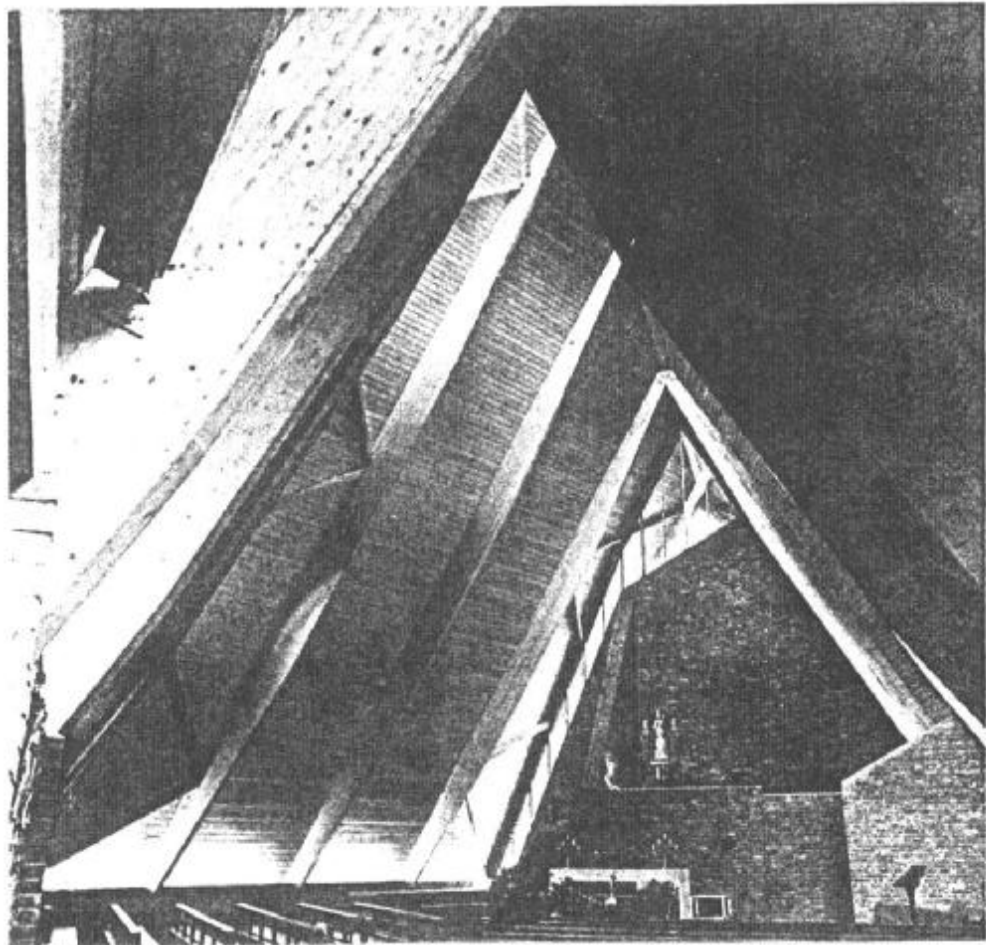


VEDERE DINSPRE VEST



PLAN PARTER

ST. ANNE'S CHURCH / Fawley Court, Henley-on-Thames, England (1972)



VEDERE INTERIOARĂ CĂTRE EST

Corpul principal este constituit din 2 șiruri de cadre din lemn lamelar în formă de A cu înălțimi ce cresc spre centrul bisericii; ele se întâlnesc pe o linie, în centrul navei bisericii, unde ambele coame înclinate ating înălțimea lor maximă. Deschiderea cadrului cu înălțimea mai mică este 18.89 m. Cele 2 'pachete' de cadre A constituie entități structurale separate, cu contravînturi diagonale la capetele fiecăruia dintre 'pachete'. Cadrele sunt articulate la baze și la vîrf, iar elementele înclinate din lemn lamelar au secțiunea redusă în aceste zone. Toate cadrele din 'pachetul' de vest sunt diferite între ele: elementele înclinate au lățimea de 120 mm, iar înălțimea lor la mijlocul deschiderii variază de la 324 mm la 918 mm. Elementele înclinate din 'pachetul' de est au 120x918 mm, cu excepția cadrului terminal de pe linia de joncțiune, care are 150x620 mm. Peste cadre sunt dispuse scînduri cu lambă și uluc de 64 mm grosime, aparente la interior; peste astereală este așezată învelitoarea din tablă de cupru.

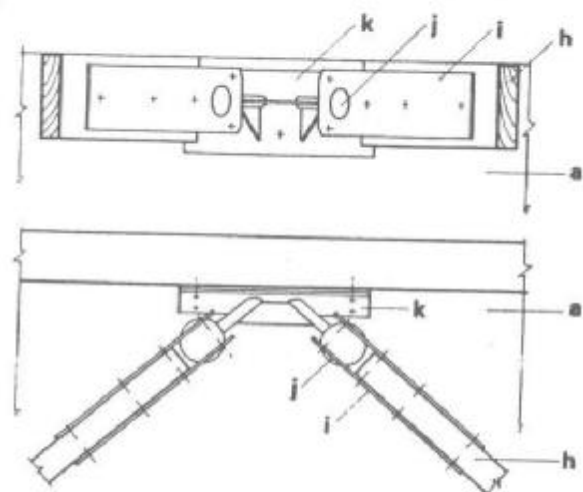
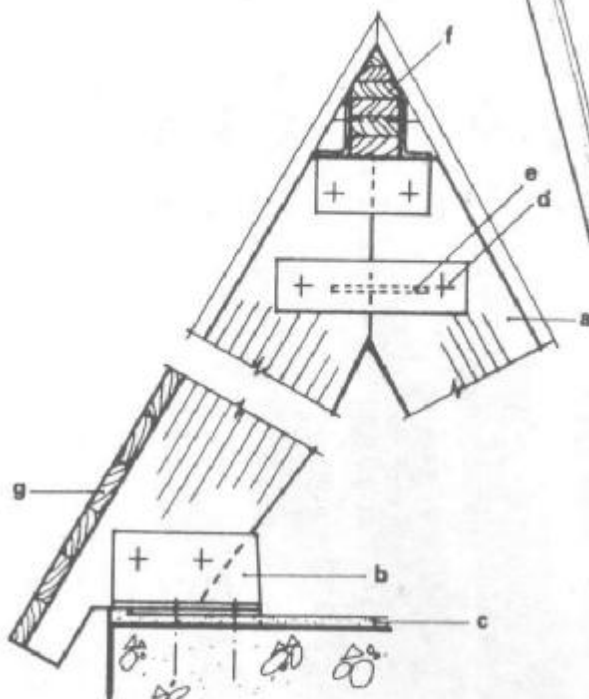
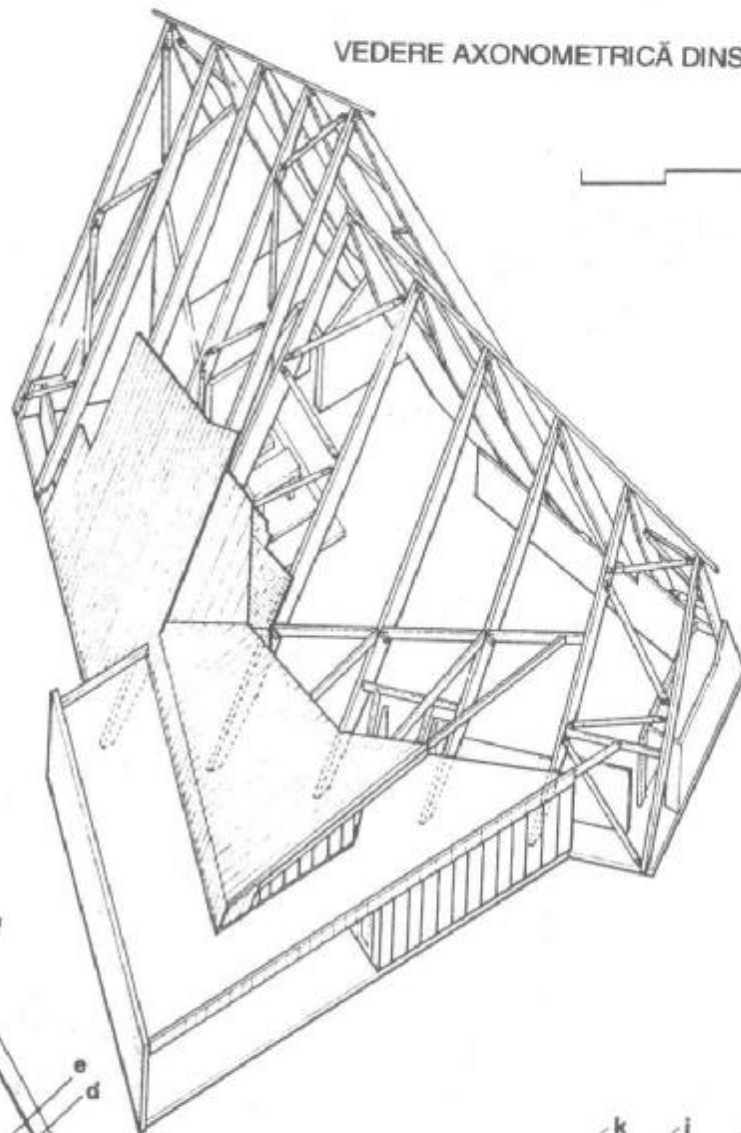
Pentru pereții interiori și exteriori a fost folosită zidărie de cărămidă.

Comportament structural. Cadrele A se comportă ca arce triplu articulate în preluarea încărcărilor gravitaționale. Din punct de vedere structural, elementele liniare sunt în general mai puțin eficiente decît cele curbe, fapt mai puțin semnificativ în cazul pantelor foarte mari, dar mult mai ieftine. La acțiuni orizontale, cele 2 plane ale acoperișului s-ar putea comporta ca plăci cutate dacă scîndurile ar fi asociate în lungul rosturilor lor, dar, în cazul de față, s-a considerat mai convenabilă fixarea unor contravînturi diagonale la extremitățile fiecărei unități structurale.

Construcția a fost executată în 18 luni.

ST. ANNE'S CHURCH / Fawley Court, Henley-on-Thames, England (1972)

VEDERE AXONOMETRICĂ DINSPRE VEST



SECȚIUNE VERTICALĂ PRINTR-UN CADRU DE LEMN LAMELAR. NODURI CARACTERISTICE.

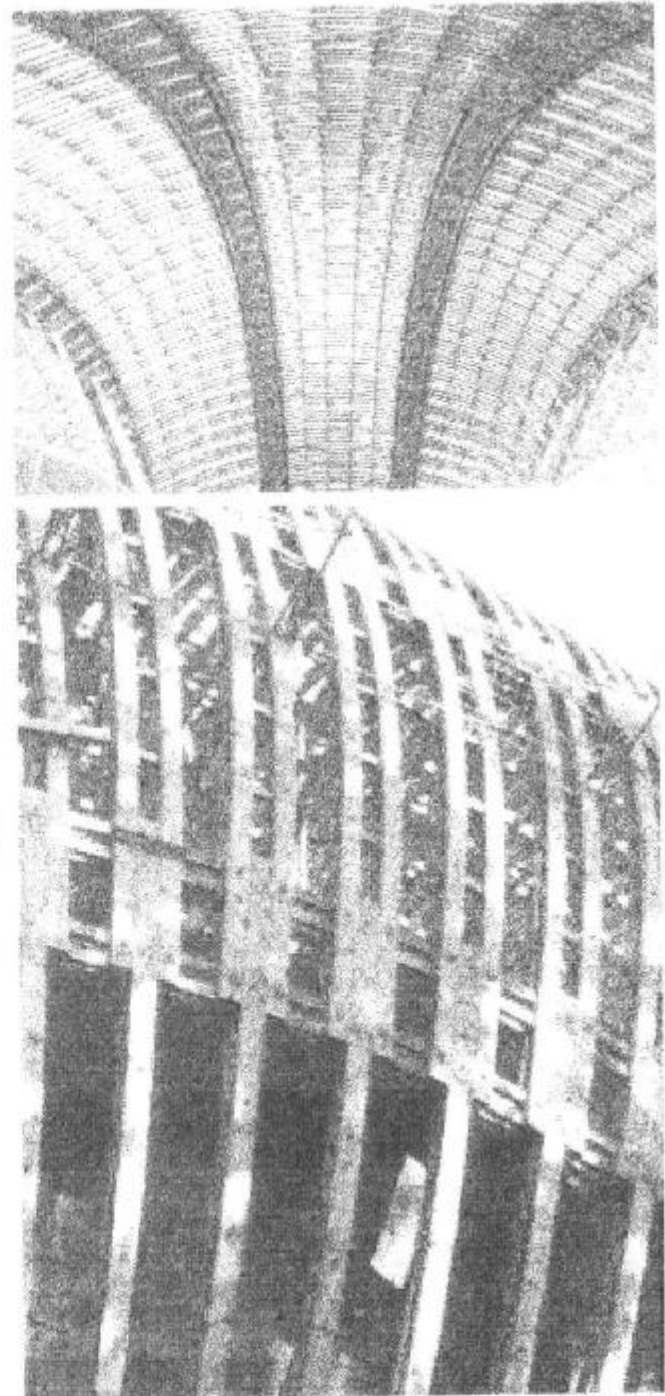
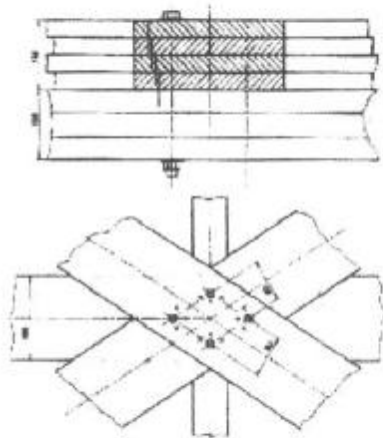
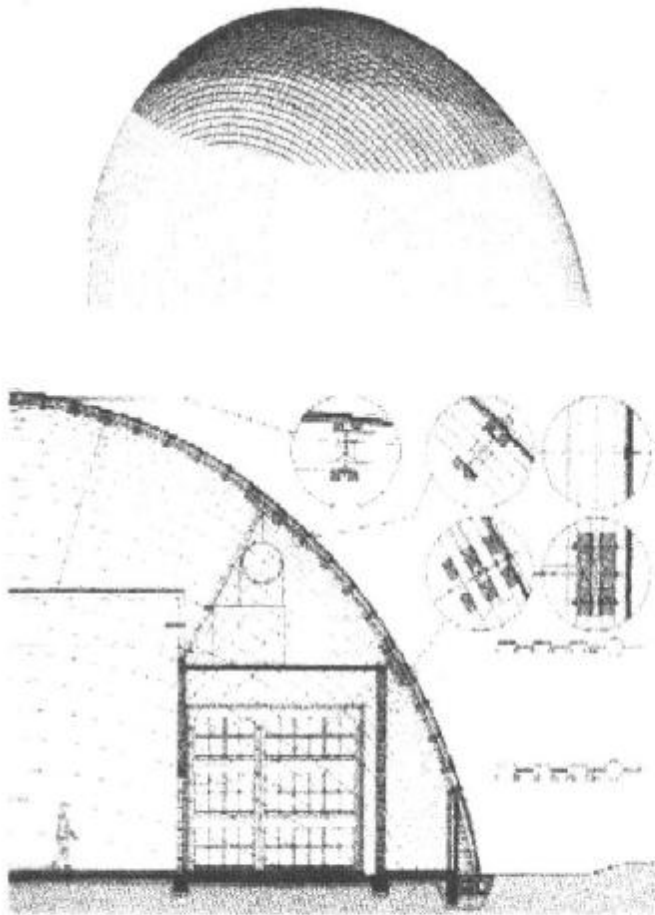
IMBINAREA DINTRE UN ELEMENT DE CADRU ȘI CONTRAVÎNTUIRI. VEDERE ȘI PLAN.

- a) element înclinat din lemn lamelar; b) conier de ancorare, fixat cu buloane de elementul din lemn și de soclul din beton; c) șapă mortar; d) plăci oțel + buloane; e) tijă din oțel; f) element de coarnă; g) scinduri; h) contravîntuire din lemn; i) plăci oțel + buloane; j) îmbinare cu sferă de oțel (articulație tip 'nucă') + buloane; k) placă oțel fixată cu buloane de elementul din lemn lamelar.

PEPINIERĂ / Marche-en-Flamenne, Belgia

Arhitectura: Samyn et Associés

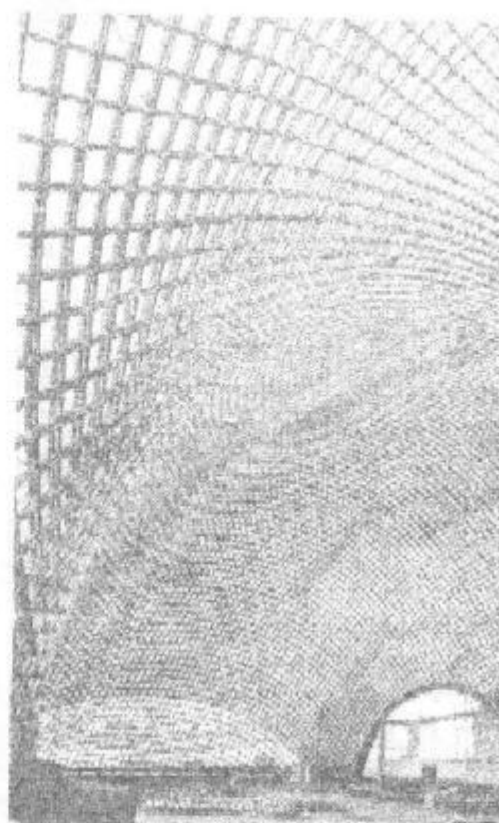
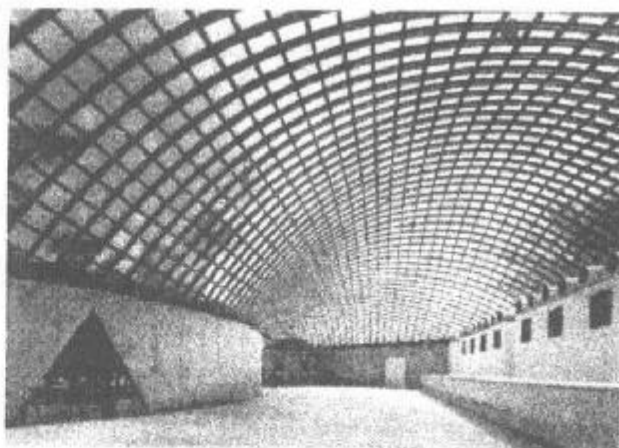
Suprafață ovoidală din două rețele asociate. Dimensiuni în plan: 43 x 27 m. Înălțime: 12.5 m. Închidere cu sticlă piroizată, capabilă să împiedice supraîncălzirea.



PAVILION EXPOZIȚIONAL / Nara, Japonia

Arhitectura: M. Kibayashi

Suprafață cu dublă curbură din rețea de nervuri 4 x 7 cm cu ochiuri de 50 x 50 cm, în 4 straturi suprapuse încrucișat.



BUNDESGARTENSCHAU LATTICE SHELL / Mannheim, Germany (1975)

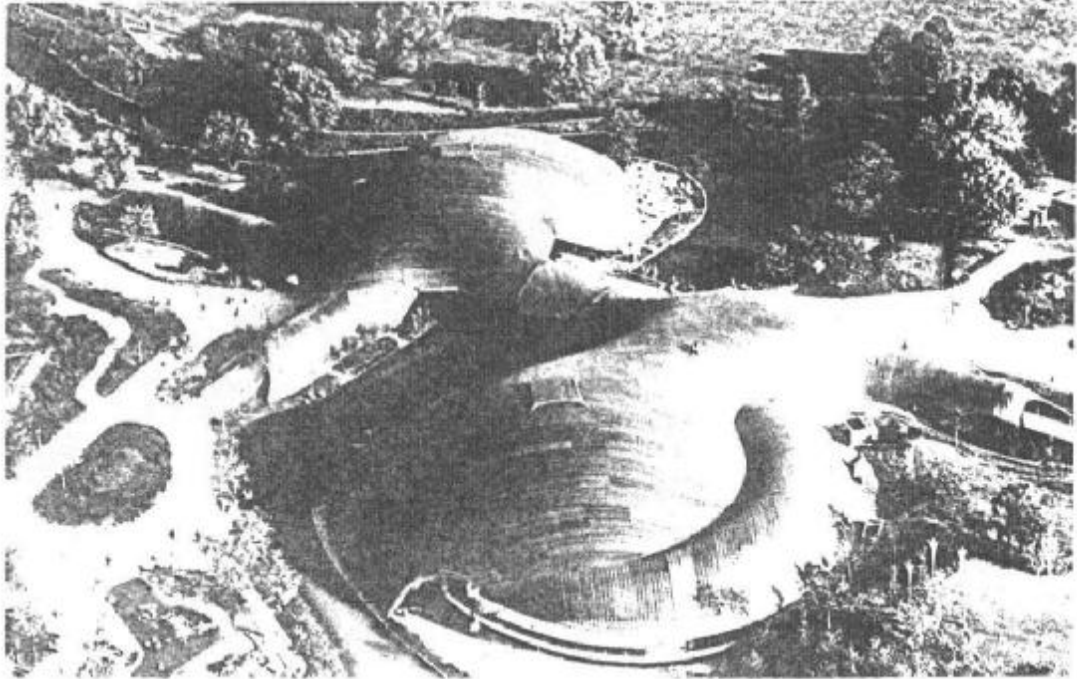
Sistem de scoperire cu suprafață continuă reticulară din lemn și infrastructură din beton.

Arhitectura: C. Mutschler and Partner

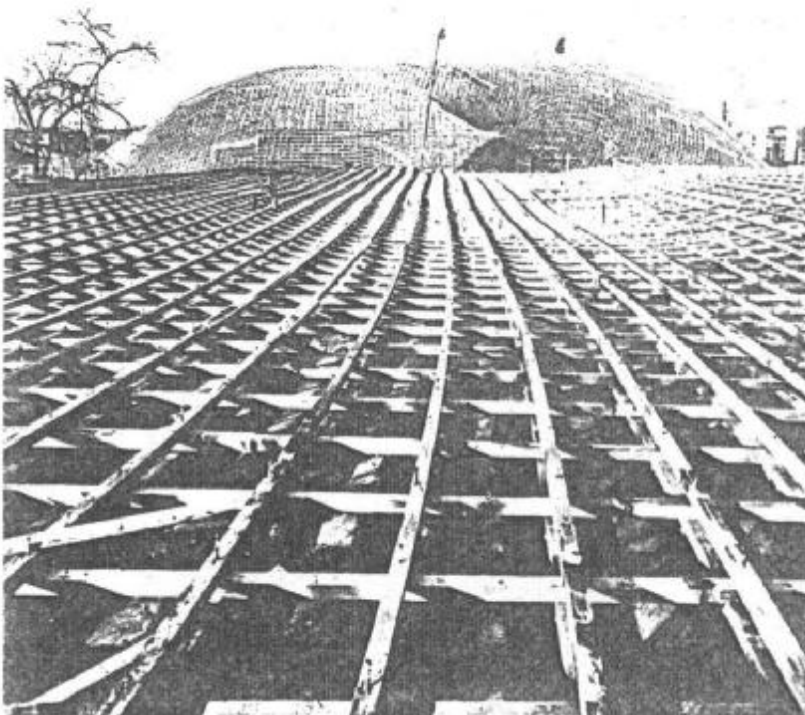
Consultant structură acoperire: Frei Otto

Structura de acoperire: Ove Arup and Partners

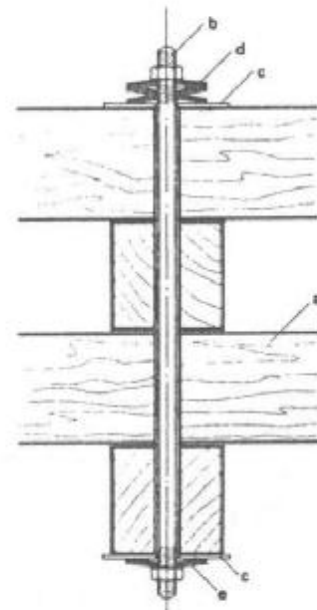
Infrastructura: H. Spah



IMAGINE AERIANĂ



VEDERE A STRUCTURII DE ACOPERIRE PESTE SPAȚIUL PRINCIPAL, PARȚIAL RIDICATĂ. ÎN FUNDAL, ACOPERIREA RESTAURANTULUI.



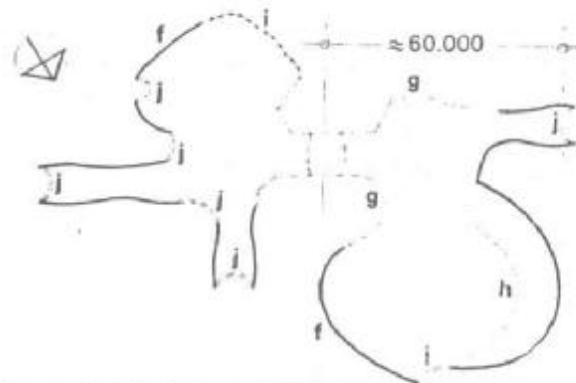
DETALIU DE NOD STANDARD

a) șipcă lemn 50x50 mm; b) bară filetată ϕ 8 mm; c) șaibă 55 mm; d) șaibe resort (Grower) 3 x 35 mm; e) șaibă resort (Grower) 1 x 35 mm

BUNDESGARTENSCHAU LATTICE SHELL / Mannheim, Germany (1975)

Complexul include un spațiu polifuncțional în partea de vest, cu o deschidere est-vest de cca 60 m, și un restaurant în partea de est, cu o deschidere est-vest de cca 50 m. Cele 2 spații principale sunt legate printr-un hol central cu 3 ramificații ce conduc spre exterior. Sub nivelul principal există o amplă infrastructură din beton care include depozite, utilaje și spații auxiliare.

Planul cuprinde spații diverse, individualizate, dar construcția capătă un caracter unitar datorită structurii de acoperire.



f) soclu din beton (linie plină); g) grindă de bordaj din lemn lamelar pe stâlpi de oțel; h) grindă circulară pe stâlpi din oțel, în zone concave; i) bordaj cu cabluri; j) arcuri din lemn lamelar

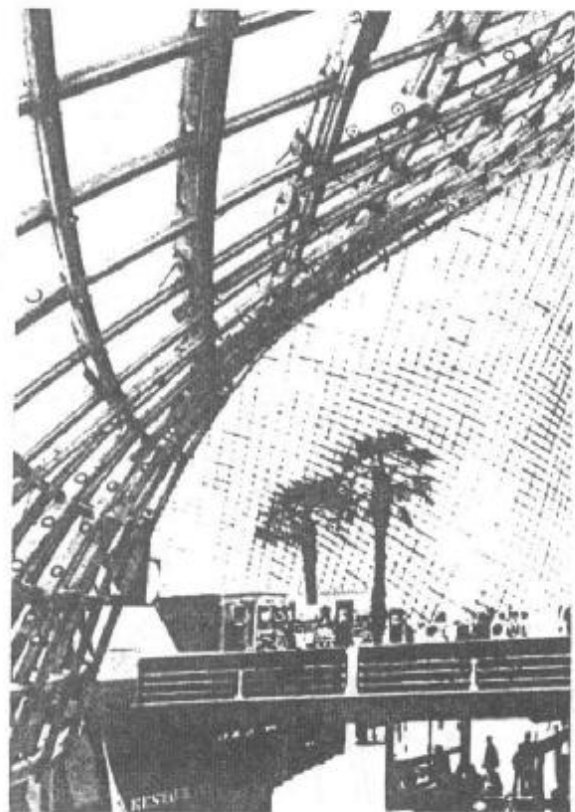
Acoperișul are o formă cu dublă curbură și este alcătuit dintr-un grătar ușor din șipci de lemn de 50x50 dispuse pe 2 direcții într-o rețea cu ochiuri de 500x500 mm.

În condițiile unei greutate reduse, structura acoperă un spațiu cu dimensiuni în plan de cca 60 m pe ambele direcții.

Sistemul este conceput ca 'funicular', respectiv forma este aleasă astfel încât în cadrul structurii să nu apară momente încovoietoare sub greutatea proprie sau sub alte încărcări uniform distribuite.

O rețea simplă constă din 2 straturi de șipci suprapuse încrucișat. Înainte de ridicare, acoperișul are forma unei rețele plane cu ochiuri pătrate. Rețeaua simplă a fost utilizată pentru zona convexă cu curbură mare, care acoperă o deschidere modestă; în rest majoritatea suprafeței acoperișului este realizată dintr-o rețea dublă, necesară pentru a asigura o rigiditate suficientă la încovoiere; în zonele unde curbura este nulă (și deci apar eforturi axiale mari), a fost necesară o rețea triplă pentru a asigura suficientă rigiditate la încovoiere.

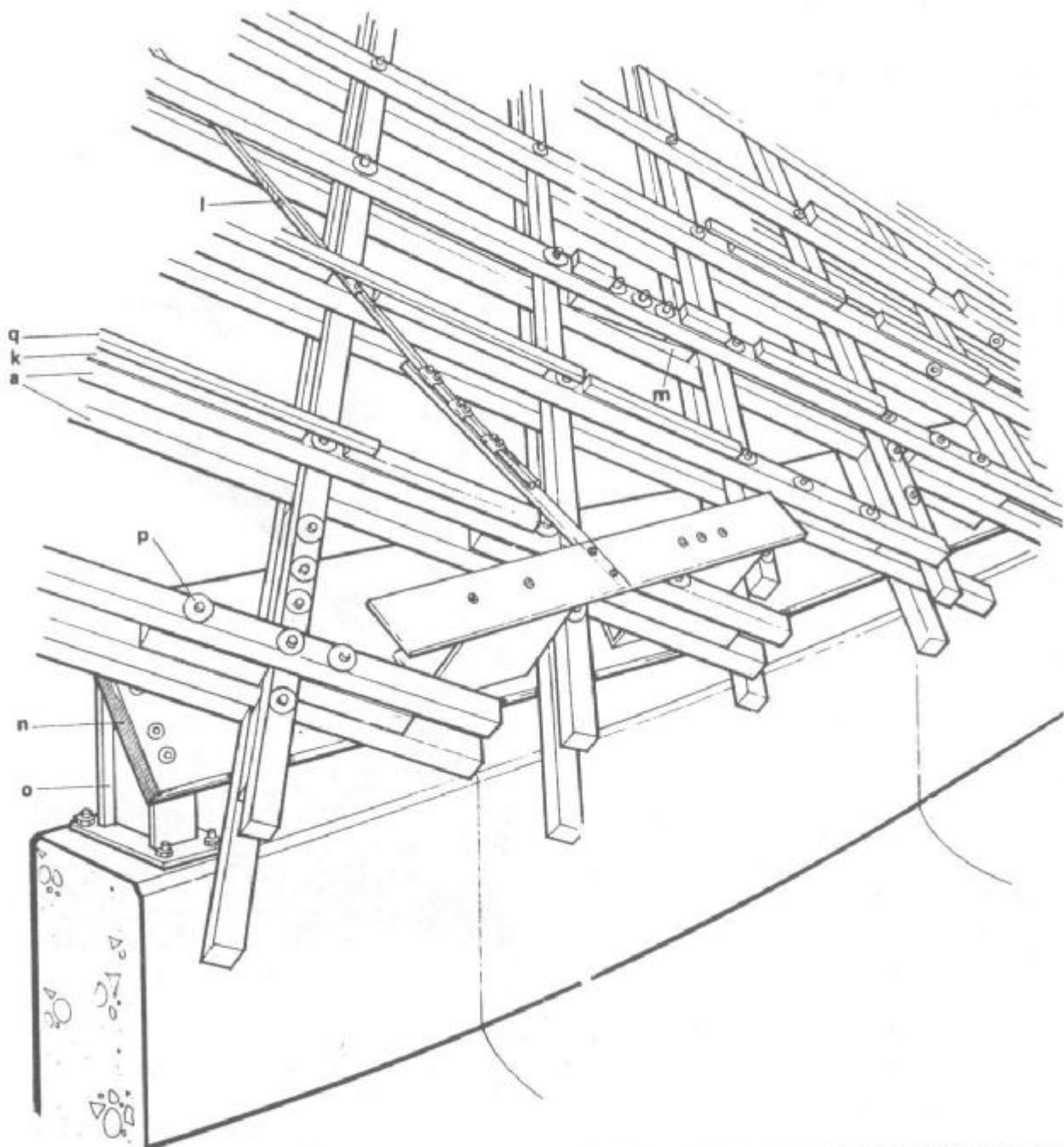
Cel mai interesant aspect al unei astfel de structuri este capacitatea sa de a lua o formă liberă peste aproape orice compoziție de plan și, totodată, de a fi ridicată la forma finală în situ, plecând de la o rețea plană din șipci drepte. În cazul de față, grătarul de lemn a fost ridicat de jos și pus în poziție folosindu-se eșafodaje, cricuri hidraulice și motostivuitoare - una din cele mai ieftine soluții de a pune în operă o structură de acoperire cu deschideri mari. Această procedură de ridicare a fost posibilă datorită flexibilității șipcilor și îmbinărilor articulate dintre șipcile pe 2 direcții permițând rotirea lor relativă în planul propriu; astfel, fiecare ochi de rețea inițial pătrat se poate deforma diferențiat, luând forma diverselor paralelograme din cadrul suprafeței finale cu dublă curbură.



VEDERE INTERIOARĂ

BUNDESGARTENSCHAU LATTICE SHELL / Mannheim, Germany (1975)

Pe majoritatea conturului rețeaua este bordată de o scîndură din contraplacaj așezată pe suporturi din oțel la 1.25 m interax, la parte inferioară fixați cu buloane pe un soclu din beton. În alte zone de margine, rețeaua este susținută de o grindă înaltă din lemn lamelar, de 60 mm grosime, rezemată pe stîlpi din oțel; stîlpii sunt înclinați spre interior pe direcția forțelor din rețea.

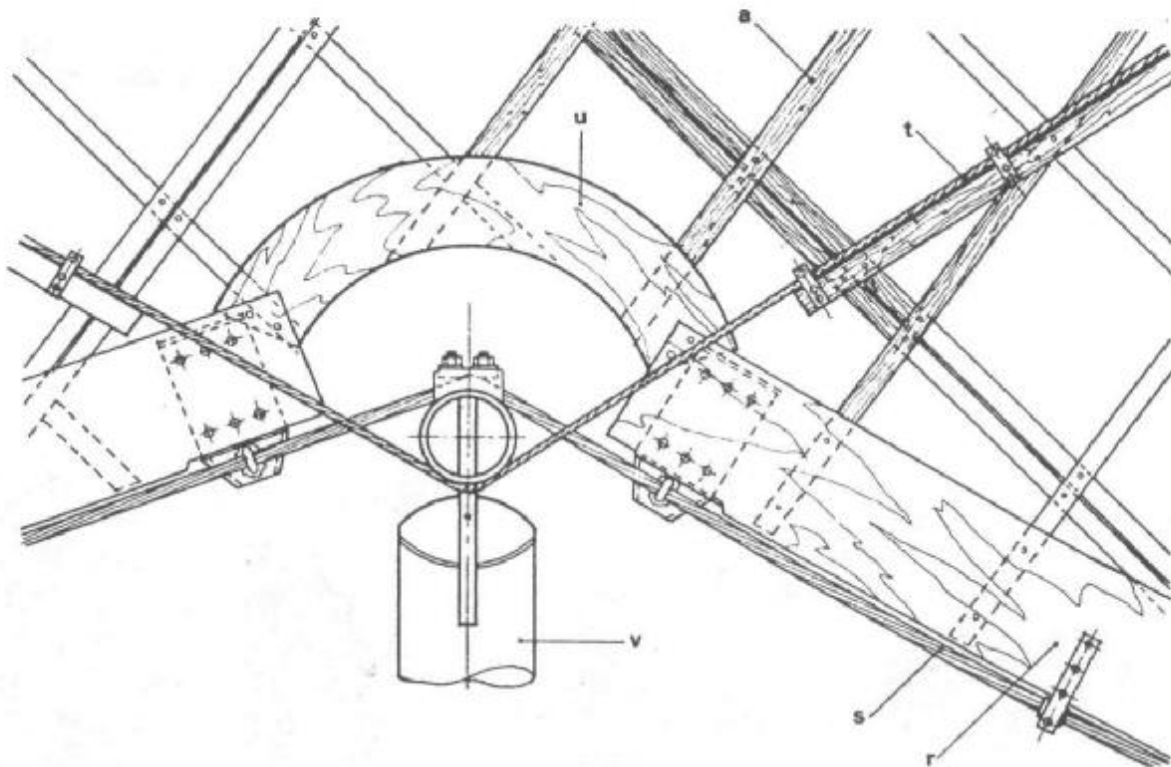


DETALIU IN ZONA BORDAJULUI CU SOCLU DE BETON

k) piese de blocaj; l) 2 cabluri x 6 mm diametru din cîte 19 fire răsucite, la 4.5 m interax, pe direcție diagonală față de ochiurile rețelei; m) piese de blocaj asigurate cu 3 buloane ϕ 8 mm, conform detaliului de nod standard; n) scîndură groasă din contraplacaj fixată pe plăci din oțel cu buloane ϕ 8 mm; o) reazeme din oțel la 1.25 m interax; p) șipci de rețea fixate de scîndura de bordaj cu buloane ϕ 10 mm; q) baghetă de fixare a pînzei de acoperire.

BUNDESGARTENSCHAU LATTICE SHELL / Mannheim, Germany (1975)

În zona terasei restaurantului, a fost realizat un bordaj cu cabluri: 2 cabluri, fiecare tensionat la peste 6 t, dispuse parabolic ceea înseamnă că forțele din șipci sunt oarecum uniforme; totuși un bordaj din contraplacaj asigură oarecare rigiditate la încovoiere.



BORDAJ CU CABLURI ÎN ZONA RESTAURANTULUI

r) scânduri de bordaj din contraplacaj (2 x 36 mm grosime) care prind între ele marginea rețelei; s) cabluri de bordaj 2 x 30 mm diametru; t) cablu întinzător 15 mm diametru; u) arc din contraplacaj; v) stîlp din țeavă rotundă de oțel 300 mm diametru.

BUNDESGARTENSCHAU LATTICE SHELL / Mannheim, Germany (1975)

Construcția are la origine studiile efectuate pe o machetă la scară mică; folosind principiul echilibrului, calculele bazate pe această machetă au condus la definirea geometrică exactă a formei 'funicularului' acoperișului sub încărcarea proprie. Altă machetă a fost realizată la scară, cu mare precizie, pentru a reproduce caracteristicile structurale majore; în paralel, a fost realizată o modelare matematică menită să simuleze cât mai aproape de realitate comportarea rețelei în toate aspectele sale de detaliu, sub orice fel de încărcări. În final, s-a realizat o testare sub încărcare a structurii terminate, servind ca verificare a valabilității modelului matematic.

Cu toate că au fost necesare studii preliminare pentru stabilirea valorilor de calcul, întregul acoperiș a fost proiectat și executat în 18 luni.

Execuția a durat 16 luni, inclusiv realizarea infrastructurii; rețeaua a fost întinsă pe eșafodaj, ridicată și acoperită în cca 7 luni.

Materialul de învelitoare este o plasă de poliester îmbrăcată cu pvc, fumizată în suluri și fixată de baghetele din lemn, cu agrafe din oțel galvanizat de 26 mm lungime. La margini, materialul este asigurat cu cu benzi din oțel galvanizat și șuruburi. Acolo unde pînza este perforată, este imediat etanșată cu un film de pvc aplicat sub formă lichidă.



VEDERE DE ANSAMBLU DINSPRE EST

Bibliografie

Cărți

***	Amerikai Csaladi Haz Epitese-Faszerkezettel	<i>Cser Klado, Budapest</i>	1999
*** (EVELYN CAROLA FRISCH)	Zehn argumente fur den Holzbau	<i>Lignum, Zurich</i>	2001
GAVARINI C, BEOLCHINI G, C, MATTEOLI G,	Costruzioni, Elementi di tecnica delle costruzioni	<i>Hoepfl, Milano</i>	1988
HARDT D,	Materiale pentru construcții și finisaje,	<i>IAIM, București</i>	1996
HARDT D, SMIGELSCHI, M	Construcții 1- zidărie și lemn	<i>IAIM, București</i>	1991
GAUZIN-MULLER D,	Le bois dans la construction	<i>Éditions du Moniteur, Paris</i>	1990
GOTZ K-H, HOOR D, MOHLER K, NATTERER J,	Construire en bois, choisir, concevoir, réaliser	<i>Presses polytechniques romandes, Lausanne</i>	1988
HERZOG T, NATTERER J, VOLZ M,	Construire en bois 2	<i>Presses polytechniques romandes, Lausanne</i>	1994
ORTON A,	The way we built now: form, scale and technique	<i>Van Nostrand Reinhold Co Ltd</i>	1988
PRACHT K,	Les systemes constructifs en bois	<i>Éditions du Moniteur, Paris</i>	1981
TSCHUMI A.G, LUPU N,	Construction 1 - Le bois	<i>EPFL-DA-ITB, Chaire d'Architecture et Construction, Lausanne</i>	1989-1990
WACHSMANN K, ZORGNO A.M,	Holzhausbau (1970)/Costruzione in legno-tecnica e forma	<i>Guerini Studio, Milano</i>	1992

Periodice

Nr. 35/1994	Bulletin Bois	<i>Lignum, Zurich</i>
Nr 1/1997	Detail	<i>Munchen</i>
Nr 7/1998	Details Bois	<i>CNDB Paris</i>
Nr 5/1990, 6/1996, 9/1996	Journal de la construction	
Nr 3/1995, 5/1995, 6/1995, 7/1995, 8/1995, 9/1996, 10/1996, 11/1996, 12/1996, 13/1996, 15/1997, 16/1997, nr hors serie sept. 1996	Sequences Bois	<i>CNDB Paris</i>
Nr 404/1992, 428/1996	Techniques & Architecture	<i>Paris</i>

CONF. DR. ARH. RODICA CRIȘAN
ASIST. ARH. SILVIU GOGULESCU

CONSTRUCTII DIN LEMN

Ediția a II-a
revizuită și adăugită



EDITURA UNIVERSITARĂ 'ION MINCU'

București 2001

CUPRINS

	pag
1. CARACTERISTICI TEHNICE ALE PIESELOR DE CHERESTEA	1/1
2. SISTEME PORTANTE DIN LEMN	2/1
A. SISTEME CU STÎLPI ȘI GRINZI	
A1. Grinzi principale și secundare suprapuse	2/2
A2. Grinzi principale și secundare coplanare	2/3
A3. Grinzi secundare în clește	2/4
A4. Stâlpi în clește + grinzi în clește	2/5
A5. Grinzi principale și secundare în clește	2/6
B. SISTEME CU PEREȚI PORTANȚI	
B1. Pereți din bîrne suprapuse ('blockhaus')	2/7
B2. Pereți cu schelet în zăbrele	2/9
B3. Pereți cu schelet din dulapi	2/10
B4. Pereți din panouri portante	2/13
3. ALCĂȚUIREA PRINCIPALELOR SUBANSAMBLURI CONSTRUCTIVE	
3.1. PEREȚI EXTERIORI	3/1
3.2. PLANȘEE	3/15
3.3. PEREȚI INTERIORI	3/30
4. PRINCIPII DE PROIECTARE ȘI PUNERE ÎN OPERĂ	
A. CONCEȚIA STRUCTURII PORTANTE	4/1
A1. Elementele structurale: rezistența și stabilitatea locală	4/1
A2. Ansamblul structural: stabilitatea la acțiuni orizontale	4/4
B. PROIECTAREA DE DETALIU	4/5
B1. Protecția împotriva umezelii	4/5
B2. Controlul deformării lemnului	4/10
B3. Prevenirea strivirilor locale	4/11
B4. Realizarea îmbinărilor	4/13
C. PREFABRICAREA	4/32
5. DESCHIDERI MEDII ȘI MARI	
A. ELEMENTE STRUCTURALE COMPUSE	5/1
B. SISTEME DE ACOPERIRE	5/5
6. EXEMPLE DE CONSTRUCȚII DIN LEMN	6/1