

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MECANICĂ
Catedra de Rezistența Materialelor

ING. GHERMAN GHEORGHE AUREL

**CALCULUL CONSTRUCȚIILOR
AUTOPORTANTE .
APLICAȚIE ÎN CONSTRUCȚIA DE
VAGOANE .**

TEZĂ DE DOCTORAT

Conducător științific :

Prof. dr. ing. LAZĂR BOLEANȚU

Prof. dr. ing. TIBERIU BABEU

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA

1997 -

CUPRINS

INTRODUCERE	4
CAPITOLUL 1 STRUCTURI AUTOPORTANTE	7
1.1. Noțiuni generale despre structurile autoportante	7
1.2. Tipuri constructive de structuri autoportante ale vagoanelor de călători	8
CAPITOLUL 2	
CALCULUL DE REZISTENȚĂ A STRUCTURII AUTOPORTANTE A VAGOANELOR	11
2.1. Evoluția metodelor de calcul a structurilor autoportante ale vagoanelor	11
2.2. Metode de calcul a structurii de rezistență a vagonului redușă la o structură plană echivalentă	13
2.2.1. Metoda grinzii întărite	15
2.2.2. Metoda Engesser	19
2.2.3. Metoda Bieck	23
2.2.4. Metoda Erdös	29
2.2.5. Metoda Fabry	32
2.2.6. Metoda Cross - Fahlbusch	37
2.2.7. Metoda Vinocurov	43
2.2.8. Metoda generală a eforturilor	46
2.3. Comparație între metodele de calcul a structurii de rezis- tență a vagonului redusă la o structură plană echivalentă....	54
2.4. Metode de calcul în care carcasa vagonului este conside- rată ca o structură de rezistență spațială	57
2.4.1. Metoda elementelor finite	58
CAPITOLUL 3	
APLICAREA METODELOR DE CALCUL LA VERIFICAREA REZISTENȚEI CARCASEI VAGONULUI	63
3.1 Considerente generale referitoare la aplicarea metodelor de calcul	63
3.1.1. Ipoteze, principii și obiective	63
3.1.2. Definierea și notarea variantelor de calcul efectuate ...	65
3.1.3. Dimensiunile principale ale structurilor calculate	69
3.1.4. Calculul sarcinii verticale	76

3.2. Aplicarea metodelor de calcul pentru carcasa vagonului considerată ca o structură plană echivalentă	79
3.2.1. Calculul structurii autoportante a carcasei vagonului redusă la o structură plană echivalentă alcătuită din elemente finite de tip grindă	79
3.2.2. Calculul structurii autoportante a carcasei vagonului redusă la o structură plană echivalentă alcătuită din elemente finite de tip placă plană	92
3.3. Aplicarea metodelor de calcul pentru carcasa vagonului considerată ca o structură spațială	115
3.3.1. Calculul carcasei vagonului considerată ca o structură spațială alcătuită din elemente finite de tip grindă	115
3.3.2. Calculul structurii autoportante a carcasei vagonului redusă la o structură spațială a peretelui lateral	128
3.3.3. Calculul structurii autoportante a carcasei vagonului considerată ca o structură spațială	143
3.4. Aplicarea metodelor de calcul pentru verificarea rezistenței stâlpului peretelui lateral al vagonului	167
3.4.1. Considerații generale referitoare la calculul stâlpului	167
3.4.2. Calculul stâlpului peretelui lateral al vagonului considerat ca o structura plană alcătuită din elemente finite de tip placă plană	173
3.4.3. Calculul stâlpului peretelui lateral al vagonului considerat ca o structura plană alcătuită din elemente finite de tip placă spațială având partea corespunzătoare acoperișului înclinată.....	182
3.4.4. Calculul stâlpului peretelui lateral al vagonului considerat ca o structura spațială alcătuită din elemente finite de tip placă spațială	190
3.4.5. Analiza comparativă a variantelor de calcul realizate pentru stâlpul vagonului	197

CAPITOLUL 4

CERCETĂRI EXPERIMENTALE A STĂRII DE DEFORMAȚIE ȘI DE TENSIUNE DIN STRUCTURA DE REZISTENȚĂ A CARCASEI AUTOPORTANTE A VAGONULUI 217

4.1 . Principii generale	217
4.2. Cercetari experimentale efectuate	221
4.2.1. Analiza experimentală a stării de deformație și tensiune din carcasa autoportantă a vagonului	222
4.2.2. Analiza experimentală a stării de deformație și tensiune din subansamblul de vagon	225

4.2.3. Realizarea de aparatură și dispozitive de măsură și încercare	232
4.2.3.1. Dinamometru pentru măsurarea forței pe trei direcții ortogonale (DMF3DO - 1)	232
4.2.3.2. Traductor electric rezistiv reutilizabil unidirecțional (TERRU - 1).....	245
4.2.3.3. Traductor electrotensometric triaxial (TE3A1)	256
4.2.3.4. Dipozitiv de încercat subansamble de vagon (DPL- 00)	261
4.2.4. Considerații asupra utilizării lacurilor casante la analiza experimentală a stării de deformare și tensiune din carcasa vagonului	264
4.3. Comparare între valorile măsurate experimental și valorile calculate a deformațiilor și tensiunilor	270

CAPITOLUL 5

CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE	277
---	------------

BIBLIOGRAFIE	282
---------------------	------------

ANEXE

Anexa Nr.1 - Catalogul secțiunilor carcasei vagonului	290
Anexa Nr.2 - Tensiuni din stâlpul vagonului	343
Anexa Nr.3 - Tensiuni din panourile structurii peretelui lateral al vagonului considerat ca o structură spațială Variantele de discretizare medie și fină	368
Anexa Nr.4 -Tensiuni din panourile structurii vagonului considerat ca o structură spațială Variantele de discretizare V801v1 V801v1FA	375
Anexa Nr.5 -Tensiuni din panourile structurii vagonului considerat ca o structură plană Variantele de calcul V.P.P.1. V.P.P.2. V.P.P.3.....	380
Anexa Nr.6 - Valorile tensiunilor măsurate experimental din carcasa vagonului și stâlp	390

INTRODUCERE

Problema dezvoltării și modernizării continue a parcului de vagoane constituie obiective majore a multor institute de cercetări și proiectări de material rulant de cale ferată, la care o contribuție însemnată o au și institutele de învățământ tehnic superior.

În competiția sa, cu alte sisteme de transport, calea ferată, a orientat dezvoltarea construcției de vehicule feroviare spre : mărirea vitezei de circulație, creșterea sarcinii utile a vagoanelor prin reducerea tării acestora, respectiv la creșterea confortului, și a siguranței în exploatare, cu o întreținere eficientă.

Cercetările teoretice și experimentale legate de proiectarea, calculul și încercarea construcțiilor autoportante ale vagonelor a cunoscut o dezvoltare remarcabilă în ultimii ani, acestea au evoluat în paralel cu perfecționarea tehnicii de calcul, precum și cu introducerea calculatoarelor în activitatea de cercetare - proiectare.

Mentținând tradiția românească în concepția și executarea de vagoane, tema prezentei teze de doctorat, constituie preocupările autorului de mai mulți ani, de analiză a stării de deformație și tensiune din carcasele autoportante ale vagoanelor. Autorul încearcă să realizeze acest deziderat aplicând cele două metode fundamentale :

- metode de analiză teoretică - prin metode numerice - utilizând programe de calcul

- metode de analiză experimentală

Pentru realizarea obiectivului tezei de doctorat, autorul ei a efectuat o serie de studii concretizate prin contracte de cercetare științifică încheiate între Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara în calitate de executant și Intreprinderea de Vagoane Arad respectiv Institutul de Cercetări și Proiectări Vagoane Arad în calitate de beneficiar [15], [49], [50], [68], [69], [70]

În baza celor prezentate, s-a conturat necesitatea de a efectua un studiu asupra stării de deformație și tensiune din carcasele autoportante ale vagoanelor.

Lucrarea de față - structurată pe cinci capitole, își propune să aducă contribuții la calculul, proiectarea și încercarea construcțiilor autoportante ale vagoanelor.

În capitolul 1. Structuri autoportante - sunt prezentate noțiunile generale referitoare la structurile autoportante, enumerând factorii care au determinat evoluția în timp a conceptului de structură autoportantă a vagoanelor . Se prezintă o clasificare a structurilor autoportante a vagoanelor, a principalelor tipuri constructive și a normativelor care reglementează construcția acestora.

În capitolul 2 - Calculul de rezistență a structurii autoportante a vagoanelor, se prezintă evoluția cronologică a metodelor de calcul a carcaselor autoportante a vagoanelor. Sunt semnalate două grupe de metode de calcul :

a. Metode de calcul, care reduc structura de rezistență spațială a carcasei vagonului, la o structură plană echivalentă

b. Metode de calcul, în care carcasa autoportantă a vagonului este tratată ca o structură de rezistență spațială

Capitolul 3 - Aplicarea metodelor de calcul la verificarea carcasei vagonului - prezintă exemple de aplicare a celor două grupe de metode de calcul pentru o carcasă de vagon, cu precizarea ipotezelor de calcul și a simplificărilor efectuate pentru a reduce volumul de calcul. Se precizează faptul că metodele de calcul din prima grupă, sunt metode simplificate, destinate unui calcul informativ (predimensionare sau verificare sumară). În unele situații, acceptarea unui număr mare de ipoteze simplificatoare, poate conduce la obținerea unor rezultate necorespunzătoare.

În capitolul 4 sunt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale a stării de deformație și tensiune din structura de rezistență a carcasei autoportante a vagonului și din structura de rezistență a stâlpului peretelui lateral al vagonului, utilizând metoda tensometriei electrice rezistive. În continuare sunt prezentate dispozitivele și traductoarele concepute, realizate și utilizate de autor la efectuarea măsurărilor experimentale.

Concluziile, principalele contribuții ale autorului, aplicațiile și perspectivele de aplicare a rezultatelor obținute sunt prezentate în capitolul 5

Prin conținutul lucrării de față autorul speră că și-a adus o modestă contribuție la complectarea și îmbunătățirea volumului de cunoștințe necesare proiectării, încercării și executării structurilor autoportante ale vagoanelor.

*
* *
*

Autorul dorește să adreseze mulțumiri deosebite conducătorului științific **prof.dr.ing. Tiberiu Babeu** apreciat specialist în domeniul : "**Rezistența Materialelor. Elasticitate. Plasticitate.**", care prin dăruire și competență m-a îndrumat, m-a sprijinit în elaborarea tezei în toate etapele și în special la finalizarea ei.

Cu această ocazie un gând de pioasă recunoștință regretatului **prof.dr.ing. Lazăr Boleanțu**, din partea căruia, încă din timpul facultății, am primit o îndrumare deosebită, profesională și părintească, având o influență importantă asupra formării mele, profesionale și morale, care mi-a îndrumat primii pași în elaborarea acestei lucrări.

De asemenea autorul mulțumește specialiștilor de la Institutul de Cercetări și Proiectări Vagoane Arad cât și celor de la Intreprinderea de Vagoane Arad pentru asistența tehnică acordată în timpul încercărilor experimentale și pentru informațiile cu caracter tehnic legate de obiectul tezei. Le mulțumește colegilor din Catedra de Rezistența Materialelor de la Universitatea Politehnică Timișoara și colegilor din Catedra de Discipline Tehnice Generale de la Universitatea Aurel Vlaicu Arad, care prin discuții și sugestii m-au ajutat în finalizarea tezei.

CAPITOLUL 1

STRUCTURI AUTOPORTANTE

1.1. NOȚIUNI GENERALE DESPRE STRUCTURILE AUTOPORTANTE

Totalitatea elementelor unei structuri care asigură rezistența și rigiditatea la sarcinile care o soliciță, formează structura portantă sau de rezistență a acesteia. Dacă toate elementele care alcătuiesc structura sunt portante, atunci structura se va numi autoportantă.

Se tinde a realiza ori de câte ori este posibil, structuri autoportante deoarece prin aceasta se obțin structuri cu greutate minimă.

Structurile autoportante își găsesc aplicație în diverse domenii : construcții metalice, mașini de ridicat, vehicule rutiere, vehicule de cale ferată, etc.

În cazul vehiculelor de cale ferată, vagoanele (de marfa și de călători) sunt exemple semnificative de structuri autoportante.

Conceptul referitor la structurile autoportante ale vagoanelor a avut o evoluție în timp.

Factorii care au determinat realizarea de structuri autoportante ale vagoanelor sunt :

- înlocuirea cutiilor din lemn prin cutii metalice
- înlocuirea îmbinărilor nituite prin îmbinări sudate
- sporirea protejării mărfurilor transportate sau a călătorilor
- reducerea greutății proprii a vagonului
- creșterea vitezei de circulație
- reducerea costurilor transportului pe calea ferată

Structurile autoportante ale vagoanelor pot fi clasificate în funcție de tipul și destinația vagonului astfel :

-vagoane cu șasiu portant - cazul vagoanelor platformă, a vagoanelor descoperite fără pereți, respectiv cu pereți laterali de înălțime mică sau a vagoanelor cu pereți demontabili

-vagoane cu șasiu și pereți laterali portanți - cazul vagoanelor descoperite cu pereți laterali înalți, a vagoanelor cu acoperiș glisant

-vagoane care au carcase autoportante - cazul vagoanelor de marfă acoperite, a vagoanelor cisternă și a vagoanelor de călători

Prezenta lucrare, tratează aspectele calculului de rezistență și a investigațiilor experimentale a stării de deformare și tensiune pentru structurile autoportante ale carcaselor vagoanelor de călători.

1.2. TIPURI CONSTRUCTIVE DE STRUCTURI AUTOPORTANTE ALE VAGOANELOR DE CĂLĂTORI

Circulația vagoanelor de călători pe căile ferate a tuturor administrațiilor de căi ferate din Europa, impune ca dimensiunile acestor vagoane să se înscrie în conturul interior al gabaritului internațional [109]. Aceasta fiind o restricție în stabilirea dimensiunilor vagonului, astfel că dimensiunile principale ale vagoanelor de călători admise în trafic internațional trebuie să respecte prevederile normativelor internaționale elaborate în acest sens.

Uniunea Internațională a Căilor Ferate din Europa - (U. I.C.) recomandă constructorilor de vagoane de călători, prin fișele U.I.C. [110], [111] trei tipuri constructive de vagoane de călători notate prin vagoane de tip : " X " ; " Y " și " Z " . Fiecare tip de vagon având trei variante : " A " - vagon de clasa I - a ; " B " - vagon de clasa II - a ; " AB " - vagon de clasa I și a II - a .

Principalele caracteristici constructive ale vagoanelor de călători extrase din [110], [111] sunt prezentate în (Fig.1.1.) și Tabelul 1.1.

În fabricația de serie, a întreprinderilor constructoare de vagoane de călători din România, respectiv la Întreprinderea de Vagoane Arad, cât și în exploatare curentă pe căile ferate române pe primul loc se situează vagonul de călători de tip " Y " . Din acest motiv, vagonul de călători de tip " Y " constituie obiectul de studiu al prezentei teze.

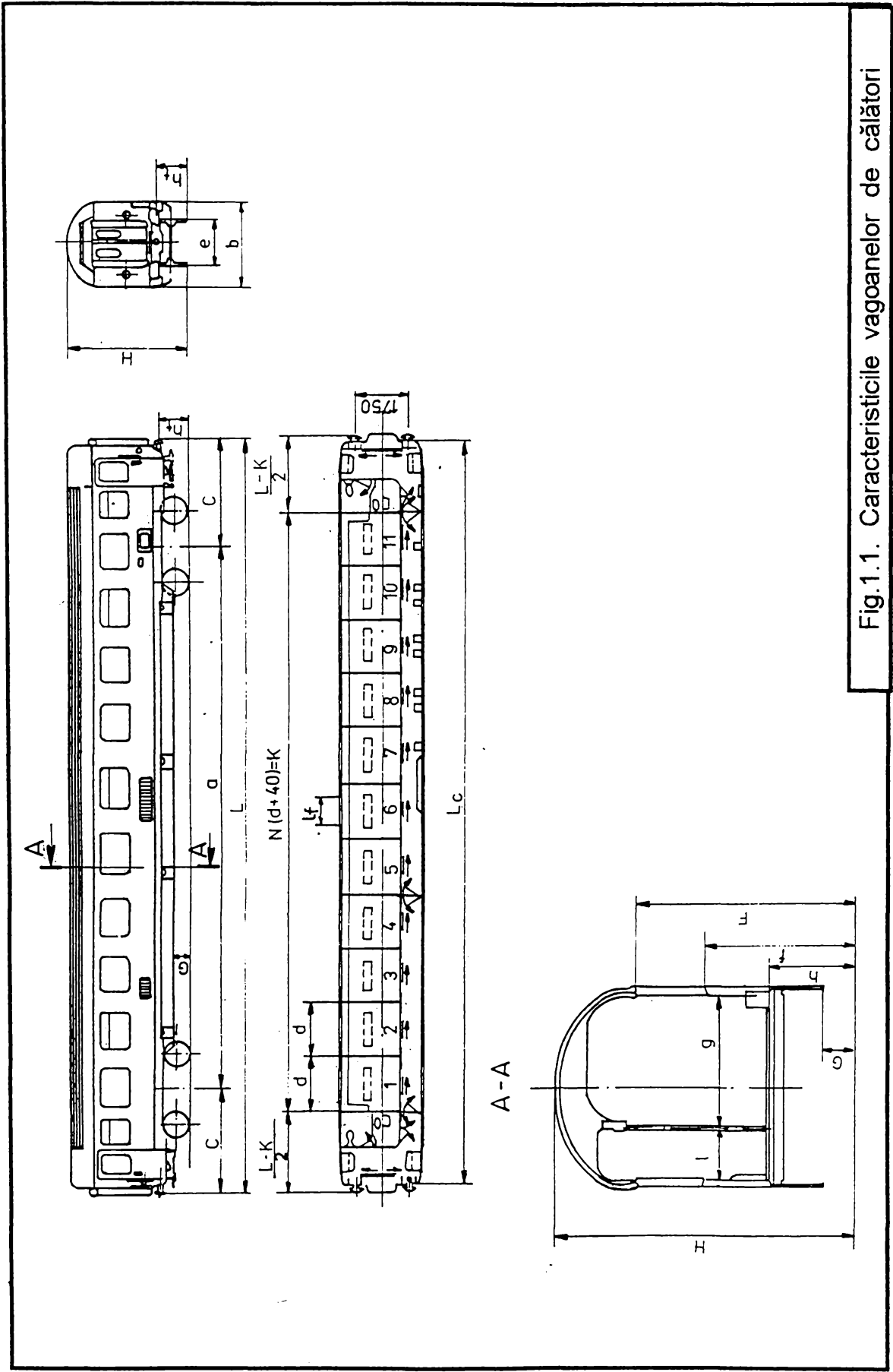


Fig.1.1. Caracteristicile vagoanelor de călători

Tabelul Nr. 1.1.

CARACTERISTICILE VAGOANELOR DE CĂLĂTORI												
Nr.CRT.	CARACTERISTICI TEHNICE			TIPURI DE VAGOANE								
	DENUMIRE	SIMBOL	UM.	X			Y			Z		
				A	B	AB	A	B	AB	A	B	AB
1	Lungime totală a vagonului peste tamponare	L	mm	26.400			24.500			26.400		
2	Lungimea carcasei	Lc	mm	26.100			24.200			26.100		
3	Ampatament	a	mm	19.000			17.200			19.000		
4	Lungimea consolei	c	mm	3700			3650			3700		
5	Înălțime maxima	H	mm	4050			4050			4050		
6	Înălțime planșeu	h	mm	1255			1255			1255		
7	Lățime culoar	l	mm	785			710			785		
8	Număr compartimente	N	nr	10	12	11	9	10	10	9	11	10
9	Locuri în compartiment	n	nr	6	6	6/6	6	8	6/8	6	6	6/6
10	Locuri în total	Nn	nr	60	72	66	54	80	72	54	66	60
11	Lățime compartiment	g	mm	2088	1737	2088 1743	2113	1900	2113 1900	2306	1883	2306 1918
12	Lungime compartiment	d	mm	1900			2000			1880		
13	Lățime peste table	b	mm	2825			2883			2825		
14	Ecarterment	e	mm	1435			1435			1435		
15	Înălțimea tamponanelor	h _t	mm	1060			1060			1060		
16	Nivelul părții inferioare a ferestrei	f	mm	1990			1990			1990		
17	Nivelul părții superioare a ferestrei	F	mm	3030			3030			3030		
18	Lungimea ferestrei	l _f	mm	1200			1200			1200		
19	Garda la șină	G	mm	570			570			570		
20	Tara vagonului	T	tone	37			41,2			41		

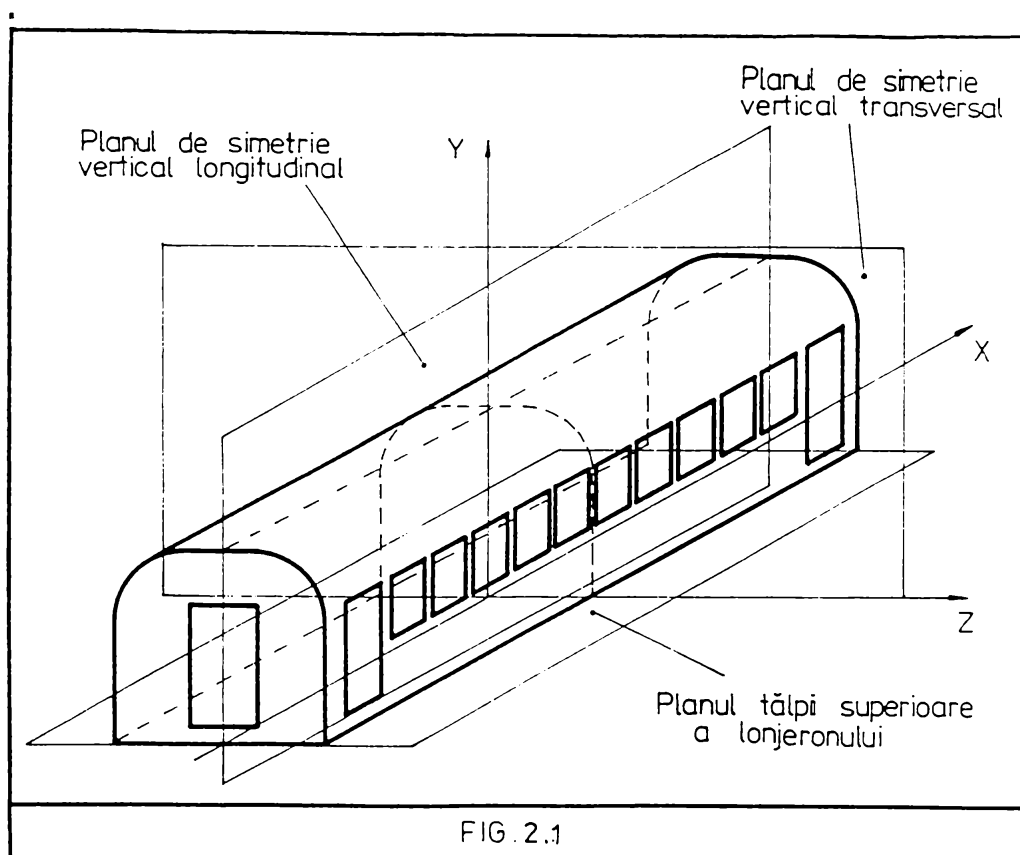
CAPITOLUL 2

CALCULUL DE REZISTENȚĂ A STRUCTURII AUTOPORTANTE A VAGOANELOR

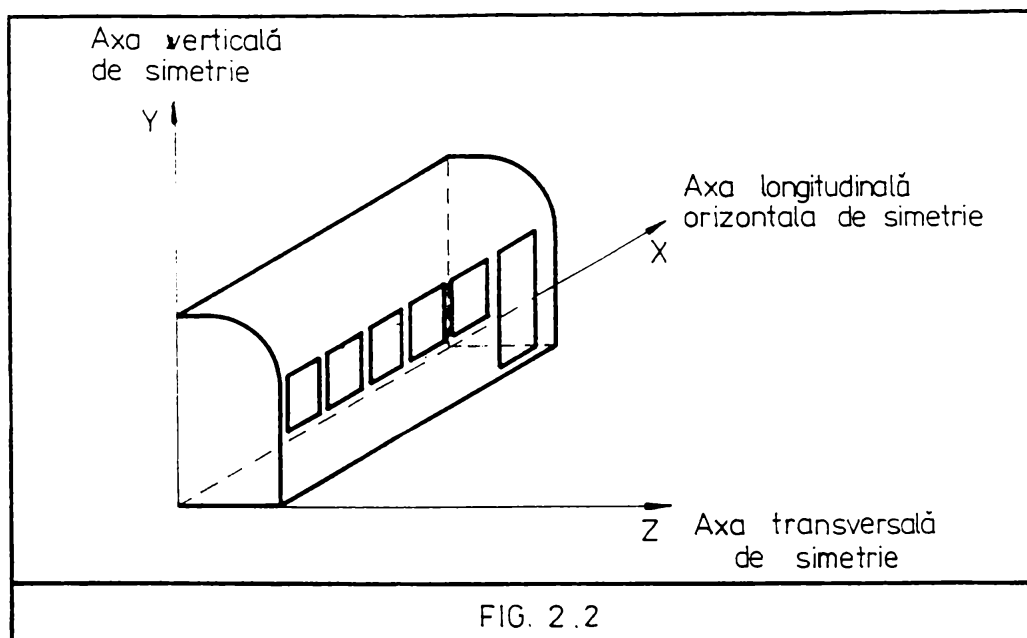
2.1. EVOLUȚIA METODELOR DE CALCUL A STRUCTURILOR AUTOPORTANTE ALE VAGOANELOR

Tendința de a realiza carcase de vagoane autoportante cu tară minimă, necesită determinarea deplasărilor, eforturilor și a tensiunilor din elementele de rezistență ale acestora, pe cale teoretică și experimentală. Astfel metodele de calcul au avut o perfecționare continuă în paralel cu dezvoltarea tehnicii și a mijloacelor de calcul.

Carcasa vagonului împreună cu șasiul, formează o structură metalică autoportantă alcătuită din bare sau grinzi, acoperite cu un înveliș subțire din tablă. În general, structura de rezistență a vagonului (fig. 2.1.) prezintă o simetrie față planul vertical longitudinal cât și față de planul transversal care trece prin mijlocul vagonului.



Pentru cazurile de încărcare a structurii de rezistență a vagonului, cu sarcini dispuse simetric în raport cu planele de simetrie precizate, calculul de rezistență se poate efectua numai pentru un sfert din structura de rezistență a acestuia (fig.2.2.).



În evoluția metodelor de calcul a structurilor de rezistență a vagonelor, se remarcă două direcții de dezvoltare :

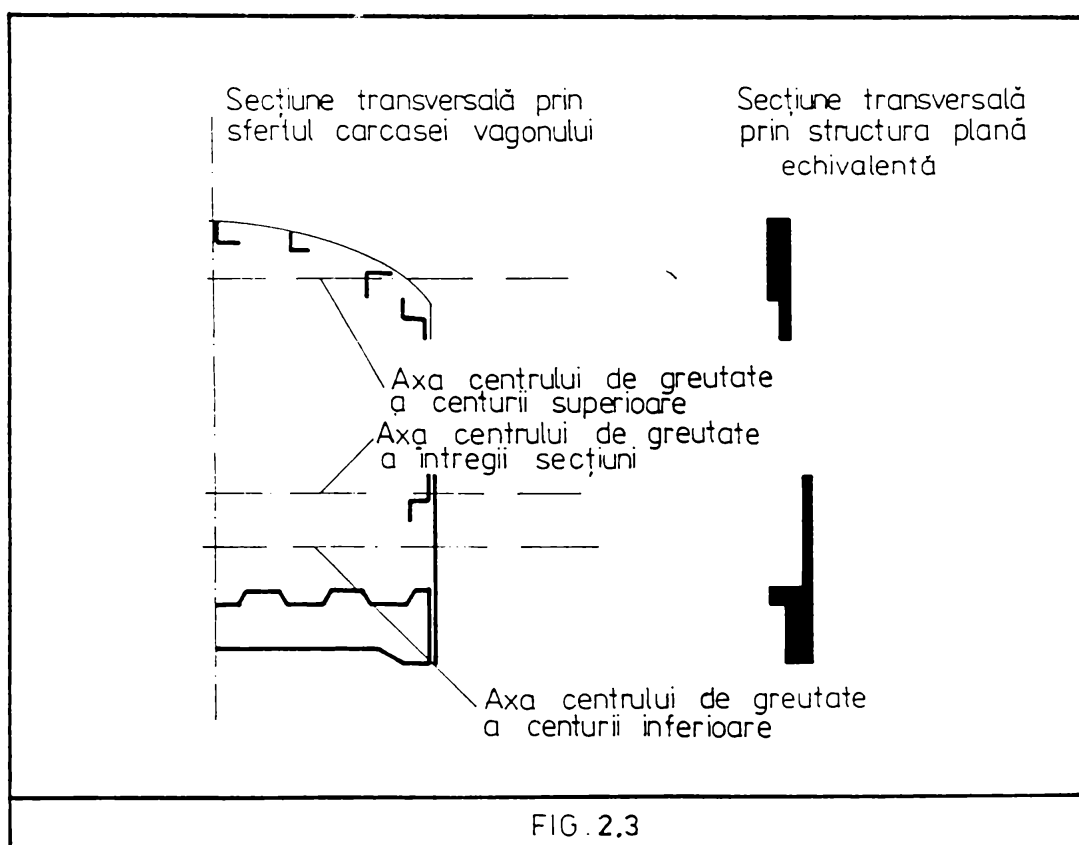
- metode de calcul a structurii de rezistență a carcasei vagonului redusă la o structură plană echivalentă
- metode de calcul în care carcasa vagonului este considerată ca o structură de rezistență spațială

Având în vedere faptul că, ori care din metode se aplică, se ajunge în situația de a rezolva o structură de rezistență static nedeterminată cu un număr mare de necunoscute.

Din acest motiv în majoritatea cazurilor se acceptă o rezolvare prin aplicarea unor metode aproximative atât din punct de vedere al fenomenului fizic, cât și din punct de vedere al rezolvării matematice.

2.2. METODE DE CALCUL A STRUCTURII DE REZISTENȚĂ A VAGONULUI REDUSĂ LA O STRUCTURĂ PLANĂ ECHIVALENTĂ

Cele mai multe metode de calcul, reduc structura de rezistență spațială a carcasei vagonului la o structură plană echivalentă, rezultată prin condensarea elementelor de rezistență spațiale în planul peretelui lateral al carcasei vagonului. (fig.2.3.)



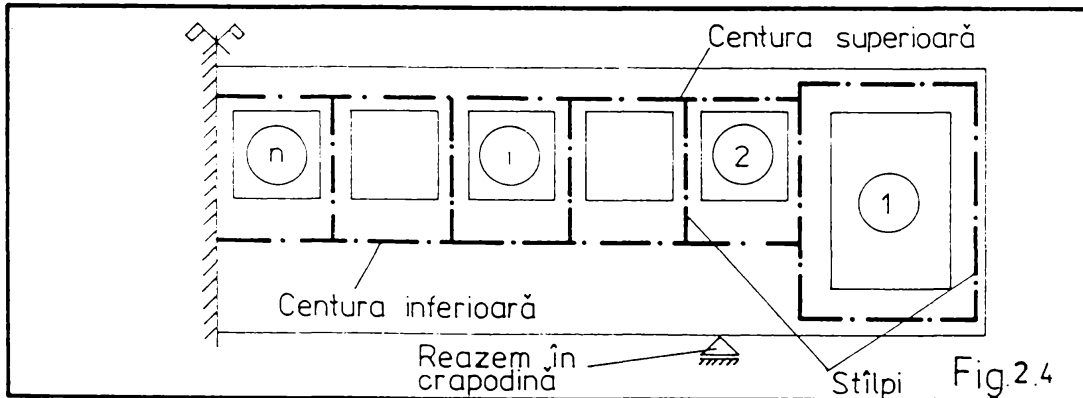
Prin această condensare, structura de rezistență a carcasei se poate asimila cu o grindă " VIERENDEEL " (fig.2.4.) cunoscută din statica construcțiilor [29], [46], [47], [48], [77], [101] compusă din :

- centura inferioară - alcătuită din elementele de rezistență longitudinale ale șasiului, inclusiv planșeul metalic respectiv elementele de rezistență ale peretelui lateral situate sub deschiderile ferestrelor și ale ușilor

- centura superioară - paralelă cu centura inferioară și de aceeași lungime, este compusă din elementele de rezistență

longitudinale ale peretelui lateral situate deasupra deschiderilor ferestrelor și ale ușilor precum și din elementele de rezistență longitudinale ale acoperișului, inclusiv tabla acestuia

- Stâlpii - sunt alcătuiți din elementele de rezistență verticale ale peretelui lateral și tabla cuprinsă între două deschideri consecutive ale ferestrelor și ale ușilor. Stâlpii sunt perpendiculari pe cele două centuri și se consideră încastrați în acestea.



Se va numi " panou " - porțiunea din structura de rezistență a carcasei vagonului, delimitată de cele două centuri și doi stâlpi consecutivi.

Pentru o structură static nedeterminată, având " n " panouri (fig.2.4.), gradul de nedeterminare statică este egal cu " 3n " care din punct de vedere matematic înseamnă a rezolva un sistem de " 3n " ecuații cu tot atâtea necunoscute.

TABELUL 2.1

NR. CRT.	DENUMIREA METODEI	EFORTURI LUATE ÎN CONSIDERARE			DEPLĂSIRI LUATE ÎN CONSIDERARE												
		M _i	N	T	ÎNCOVIERE			FORȚĂ AXIALĂ			FORȚĂ TRIETOARE						
					CENTURA SUP.	CENTURA INF.	STILP	CENTURA SUP.	CENTURA INF.	STILP	CENTURA SUP.	CENTURA INF.	STILP				
1	Grindă înărită	///			///												
2	Engesser	///			///	///			///	///							
3	Biek Erdős		///		///	///			///	///							
4	Fabry		///		///	///			///	///							
5	Croos - Fahlbusch	///			///	///			///	///							
6	Metoda generală a eforturilor		///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
7	Vinocurov		///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///

Având în vedere volumul mare al acestui calcul, s-au dezvoltat mai multe metode simplificatoare, în care sunt neglijate unele eforturi din structură.

Principalele metode simplificate de calcul, tratate în literatura de specialitate [3], [4], [7], [26], [77], [79], [81], [83], [84], [96], [101], [106], sunt prezentate în Tabelul 2.1. - în acesta sunt precizate eforturile și deplasările care sunt luate în calcul.

2.2.1. METODA GRINZII ÎNTĂRITE.

Această metodă, [77], [81], [101], [106] consideră carcasă vagonului ca un profil plan înalt cu inima subțire, simplu rezemat în crăpodinele celor două boghiuri (fig.2.5.), încărcat cu următoarele sarcini :

- sarcină uniform distribuită " p " pe toată lungimea - care este compusă din greutatea proprie suspendată a vagonului și greutatea utilă transportată

- două forțe concentrate " P " aplicate la extremitățile celor două console ale vagonului, intensitatea acestor forțe este egală cu greutatea peretelui frontal, a aparatului de tracțiune și de ciocnire

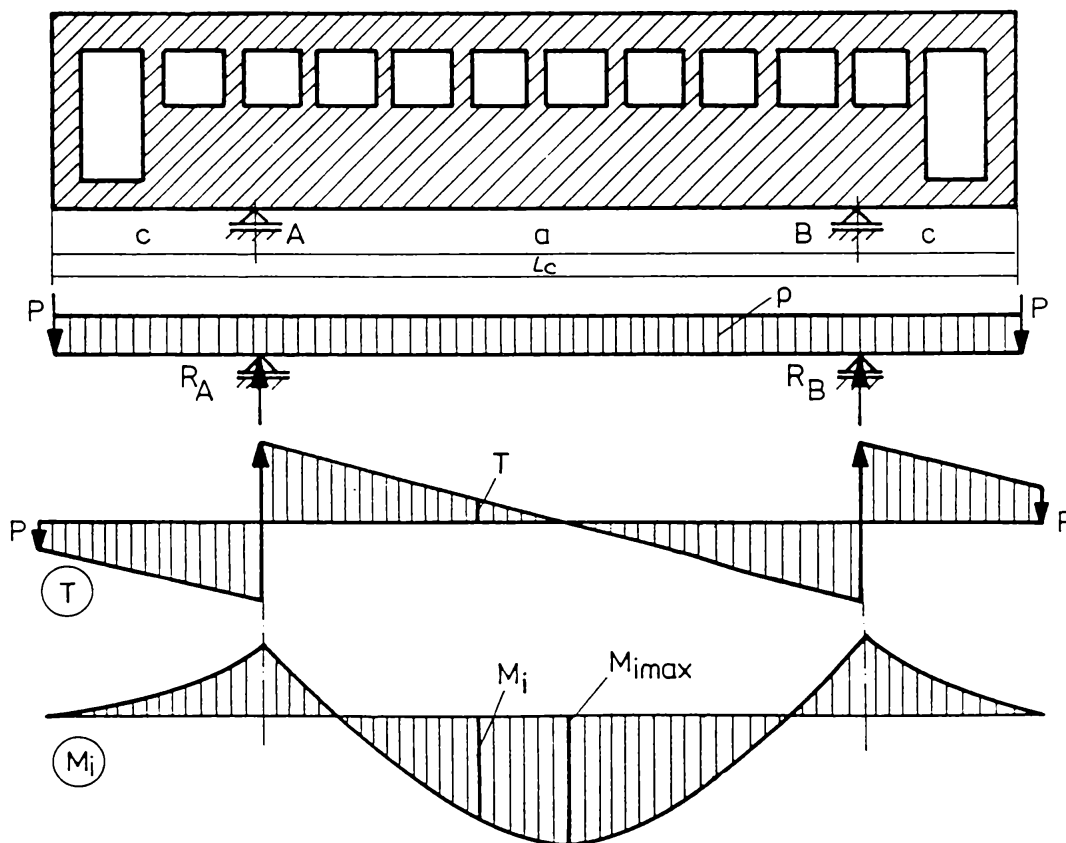
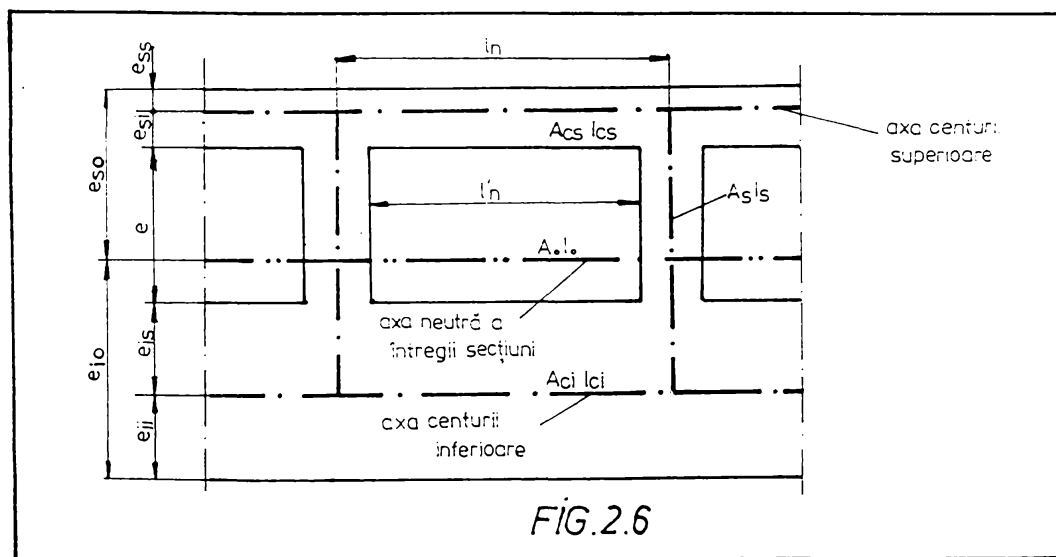


FIG 2.5

Calculul de rezistență a carcasei vagonului, astfel modelat, se face în ipoteza că, solicitarea principală este produsă de solicitarea de încovoiere în raport cu axa neutră a întregii secțiuni, considerând că decupările ferestrelor și ușilor nu influențează continuitatea peretelui, care înseamnă că nici repartitia de eforturi și tensiuni nu se modifică.

Cele două centuri, superioară și inferioară, se consideră că se încovoieie simultan, în raport cu axa neutră a întregii secțiuni, iar stâlpii se acceptă suficienți de rigizi rămânând nedeformați, deformându-se numai centurile (fig.2.6.).



Mărimile notate în (fig.2.6.) au următoarele semnificații :

- A_{ci} ; A_{cs} ; A_s - aria centurii inferioare, centurii superioare, respectiv aria stâlpului
- I_{ci} ; I_{cs} ; I_s - momentul de inerție a centurii inferioare, superioare, respectiv momentul de inerție al stâlpului
- A_o ; I_o - aria respectiv momentul de inerție a întregii secțiuni a vagonului
- e_{io} ; e_{so} - distanțele de la axa neutră a întregii secțiuni a vagonului până la fibra extremă a centurii inferioare, respectiv superioare

Cu acestea, în primă aproximație se calculează valorile tensiunilor din fibrele extreme ale centurilor :

$$\sigma_{ii}^i = \frac{M_i}{I_o} \cdot e_{io} \quad \sigma_{ss}^i = \frac{M_i}{I_o} \cdot e_{so} \quad (2.1.)$$

unde :

$\sigma_{ii}^i ; \sigma_{ss}^i$ - tensiunea produsă de momentul încovoietor M_i
 în fibra inferioară a centurii inferioare, respectiv în
 fibra superioară a centurii superioare

În continuare, aceste valori ale tensiunilor, $\sigma_{ii}^i ; \sigma_{ss}^i$ se vor corecta datorită golurilor ferestrelor și ușilor. Pentru această corecție, se va ține seama de faptul că, stâlpii peretelui sunt perfect încastrați în centuri și că vor rămâne nedeformați, deformându-se numai centurile, a căror deformată prezintă puncte de inflexiune la mijlocul deschiderii ferestrelor. Făcând o secțiune a centurilor, în punctele de inflexiune, pentru menținerea echilibrului, este necesar să se introducă forțele T_{ni} și T_{ns} care sunt forțe tăietoare din secțiune. Aceste forțe, vor produce încovoierea suplimentară a centurilor, care se va suprapune peste solicitarea principală de încovoiere calculată anterior.

Forțele tăietoare T_{ni} și T_{ns} se calculează cu relațiile (2.2.)

$$T_{ni} = T_n \cdot \frac{I_{ci}}{I_{ci} + I_{cs}} ; \quad T_{ns} = T_n \cdot \frac{I_{cs}}{I_{ci} + I_{cs}} \quad (2.2.)$$

unde:

T_n - forța tăietoare din panoul "n" în punctul de inflexiune
 $T_{ni} ; T_{ns}$ - forța tăietoare din panoul "n" în centura inferioară
 respectiv în centura superioară.

$I_{ci} ; I_{cs}$ - momentele de inerție ale centurii inferioare respectiv
 superioare, din panoul "n", calculat față de axele
 neutre ale centurilor.

Momentele încovoietoare suplimentare $M_i' ; M_s'$, produse de
 forțele tăietoare T_{ni} și T_{ns} , în punctele de inflexiune a celor două
 centuri au valorile :

- pentru centura inferioară:

$$M_i' = \frac{T_{ni} \cdot \ell_n'}{2} \quad (2.3.)$$

- pentru centura superioară:

$$M_s' = \frac{T_{ns} \cdot \ell_n'}{2} \quad (2.4.)$$

unde: ℓ_n' - lățimea golului de fereastră.

Aceste momente : $M'_i ; M'_s$, vor produce tensiunile suplimentare din centuri, după cum urmează :

- în centura inferioară:

$$\sigma_{ii}^T = \frac{M'_i}{I_{ci}} \cdot e_{ii} \quad \sigma_{is}^T = \frac{M'_i}{I_{ci}} \cdot e_{is} \quad (2.5.)$$

- în centura superioară:

$$\sigma_{si}^T = \frac{M'_s}{I_{cs}} \cdot e_{si} \quad \sigma_{ss}^T = \frac{M'_s}{I_{cs}} \cdot e_{ss} \quad (2.6.)$$

Suprapunând efectele, valorile tensiunilor rezultante în fibrele extreme ale centurilor au valorile :

- în centura inferioară:

$$\text{- fibra inferioară} \quad \sigma_{ii} = \sigma_{ii}^i + \sigma_{ii}^T \quad (2.7.)$$

$$\text{- fibra superioară} \quad \sigma_{is} = \sigma_{is}^i - \sigma_{is}^T \quad (2.8.)$$

- în centura superioară:

$$\text{- fibra inferioară} \quad \sigma_{si} = -\sigma_{si}^i + \sigma_{si}^T \quad (2.9.)$$

$$\text{- fibra superioară} \quad \sigma_{ss} = -\sigma_{ss}^i - \sigma_{ss}^T \quad (2.10.)$$

Diagramele de variație ale tensiunilor sunt prezentate în (fig. 2.7.)

În colțurile ferestrelor, tensiunile măsurate, sunt cu mult mai mari decât cele calculate, aceasta se datorește schimbării de secțiune care formează concentratorii de tensiune. Pentru a ține seama de acestea, se recomandă ca pentru calculul momentelor încovoietoare $M'_i ; M'_s$ în loc de lungimea l_n (lățimea ferestrei) să se introducă distanța l_n (deschiderea ferestrei între axele stâlpilor).

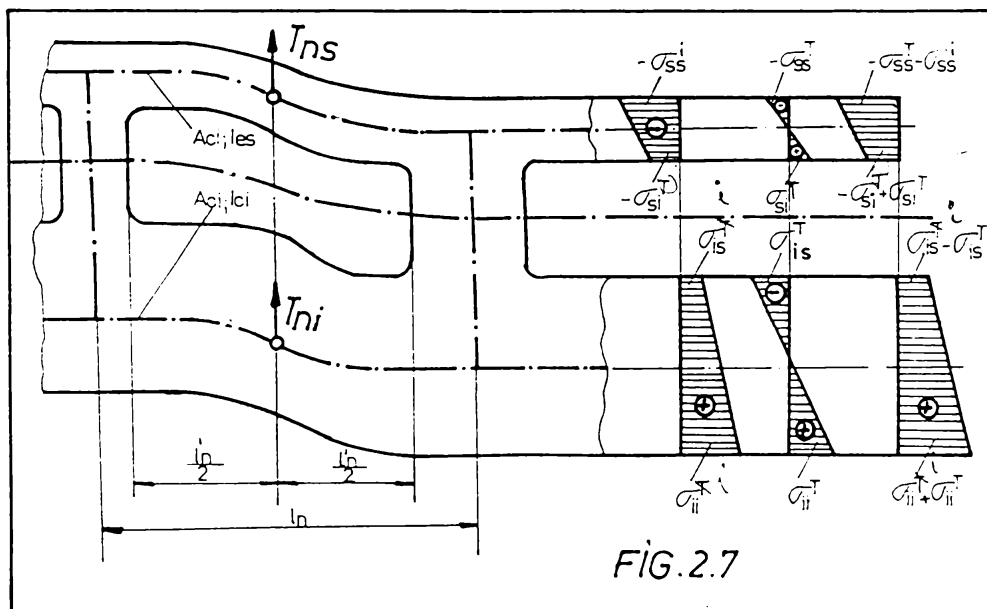


FIG. 2.7

2.2.2. METODA ENGESSER.

Prin metoda Engesser, [77], [81], [101], [106] cutia vagonului este considerată ca un profil subțire înalt, în mod similar ca în metoda grinzii întărite. Această metodă, acordă o atenție deosebită studierii stării de deformație și tensiune care ia naștere într-un stâlp cuprins între două panouri de geam (fig.2.8.), considerând că solicitarea predominantă din acesta este produsă de forța tăietoare.

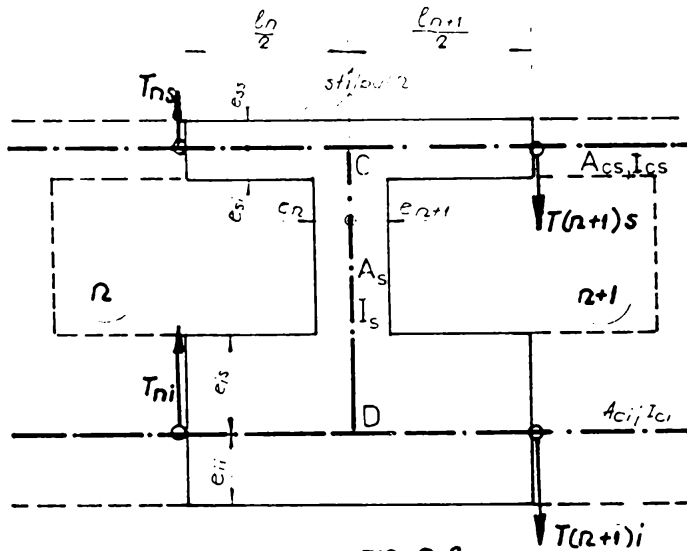


FIG. 2.8

Pentru aplicarea metodei Engesser se consideră un stâlp "n" din peretele lateral al vagonului, cuprins între panourile "n-1" și "n+1", obținut prin secționarea centurilor la mijlocul deschiderilor panourilor.

Notând cu T_n și T_{n+1} valorile forțelor tăietoare produse de sarcinile

exteriore în secțiunile de calcul, acestea se vor repartiza pe centuri, proporțional cu rigiditățile acestora. Forțele tăietoare T_n și T_{n+1} se vor repartiza pe cele două centuri, fiind notate astfel :

- T_{ni} ; T_{ns} - forța tăietoare în mijlocul panoului " n ", din centura inferioară, respectiv centura superioară
- $T_{(n+1)-i}$; $T_{(n+1)-s}$ - forța tăietoare în mijlocul panoului " n+1 ", din centura inferioară, respectiv centura superioară

$$T_{ni} = T_n \cdot \frac{I_{ci}}{I_{ci} + I_{cs}} ; \quad T_{ns} = T_n \cdot \frac{I_{cs}}{I_{ci} + I_{cs}} \quad (2.11.)$$

$$T_{(n+1)-i} = T_{n+1} \cdot \frac{I_{ci}}{I_{ci} + I_{cs}} ; \quad T_{(n+1)-s} = T_{n+1} \cdot \frac{I_{cs}}{I_{ci} + I_{cs}} \quad (2.12.)$$

Sub acțiunea acestor forțe, stâlpii și centurile sunt solicitate la încovoiere, starea deformată este prezentată în (fig.2.9.)

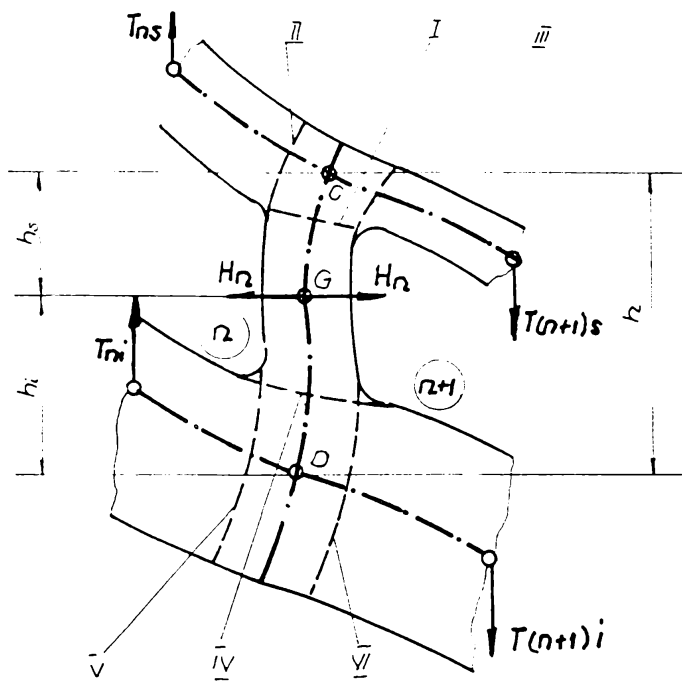


FIG. 2.9.

Forma deformată a stâlpului, are un punct de inflexiune G, care împarte înălțimea h în două distanțe h_s și h_i care se consideră că sunt proporționale cu momentele de inerție ale centurilor (I_{ci} ; I_{cs}), calculându-se cu relațiile :

$$h_i = h \cdot \frac{I_{ci}}{I_{cs} + I_{ci}} ; \quad h_s = h \cdot \frac{I_{cs}}{I_{ci} + I_{cs}} \quad (2.13.)$$

În punctul de inflexiune " G " se propune să se introducă un sistem de forțe nul, format din forțele orizontale " H_n ", mărimea acestor forțe se va calcula în următoarele condiții :

- momentul forței orizontale H_n , având sens de rotație spre dreapta, calculat în raport cu punctul C , să fie egal cu momentul cuplului forțelor tăietoare T_{ns} și $T_{(n+1)s}$.

- momentul forței orizontale H_n , având sens de rotație spre stânga, calculat în raport cu punctul D , să fie egal cu momentul cuplului forțelor tăietoare T_{ni} și $T_{(n+1)i}$

Scriind aceste ecuații de momente avem:

$$H_n \cdot h_s = T_{ns} \cdot \frac{l_n}{2} + T_{(n+1)s} \cdot \frac{l_{n+1}}{2} \quad (2.14.a.)$$

$$H_n \cdot h_i = T_{ni} \cdot \frac{l_n}{2} + T_{(n+1)i} \cdot \frac{l_{n+1}}{2} \quad (2.14.b.)$$

Adunând relațiile : (2.14.a.) ; (2.14.b.), și ținând seama că:

$$h_s + h_i = h$$

$$T_{ns} + T_{ni} = T_n \quad (2.15.)$$

$$T_{(n+1)s} + T_{(n+1)i} = T_{n+1}$$

se obține :

$$H_n = \frac{1}{2 \cdot h} \cdot (T_n \cdot \ell_n + T_{n+1} \cdot \ell_{n+1}) \quad (2.16.)$$

Cunoscând mărimea forței orizontale H_n , se vor calcula valorile momentelor încovoietoare din cele șase secțiuni I - VI considerate periculoase (notate în fig.2.9.) acestea au valorile :

$$\text{In secțiunea I} \quad M_I = - H_n (h_s - e_{si}) \quad (2.17.a.)$$

$$\text{In secțiunea II} \quad M_{II} = T_{ns} \cdot \left(\frac{\ell_n}{2} - e_n \right) \quad (2.17.b.)$$

$$\text{In secțiunea III} \quad M_{III} = -T_{(n+1)s} \cdot \left(\frac{\ell_{n+1}}{2} - e_{n+1} \right) \quad (2.17.c.)$$

$$\text{In secțiunea IV} \quad M_{IV} = H_n (h_i - e_{is}) \quad (2.17.d.)$$

$$\text{In secțiunea V} \quad M_V = T_{ni} \cdot \left(\frac{\ell_n}{2} - e_n \right) \quad (2.17.e.)$$

$$\text{In secțiunea VI} \quad M_{VI} = -T_{(n+1)i} \cdot \left(\frac{\ell_{n+1}}{2} - e_{is} \right) \quad (2.17.f.)$$

Engesser , [101], propune ca la momentele $M_I - M_{VI}$ să se mai adauge valorile momentelor încovoietoare produse de încărcarea verticală, aceste momente aplicându-se în secțiunea de încastrare a stîlpului (fig. 2.10.) semnalând două situații :

- pentru un panou curent (fig.2.10.a.) relația de calcul este :

$$M'_{n-1} = M'_{n,n} \cdot \frac{p \cdot (l_n - e_{n-1} - e_n)^2}{12} = \frac{p \cdot (l'_n)^2}{12} \quad (2.18.)$$

- pentru panoul ce cuprinde reazemul crapodinei vagonului, în care acționează reacțiunea " R " (fig.2.10.b.) relația de calcul este :

$$M''_{n-1,n} = R \cdot \frac{a \cdot b^2}{(a+b)^2} ; \quad M''_{n,n} = R \cdot \frac{a^2 \cdot b}{(a+b)^2} \quad (2.19.)$$

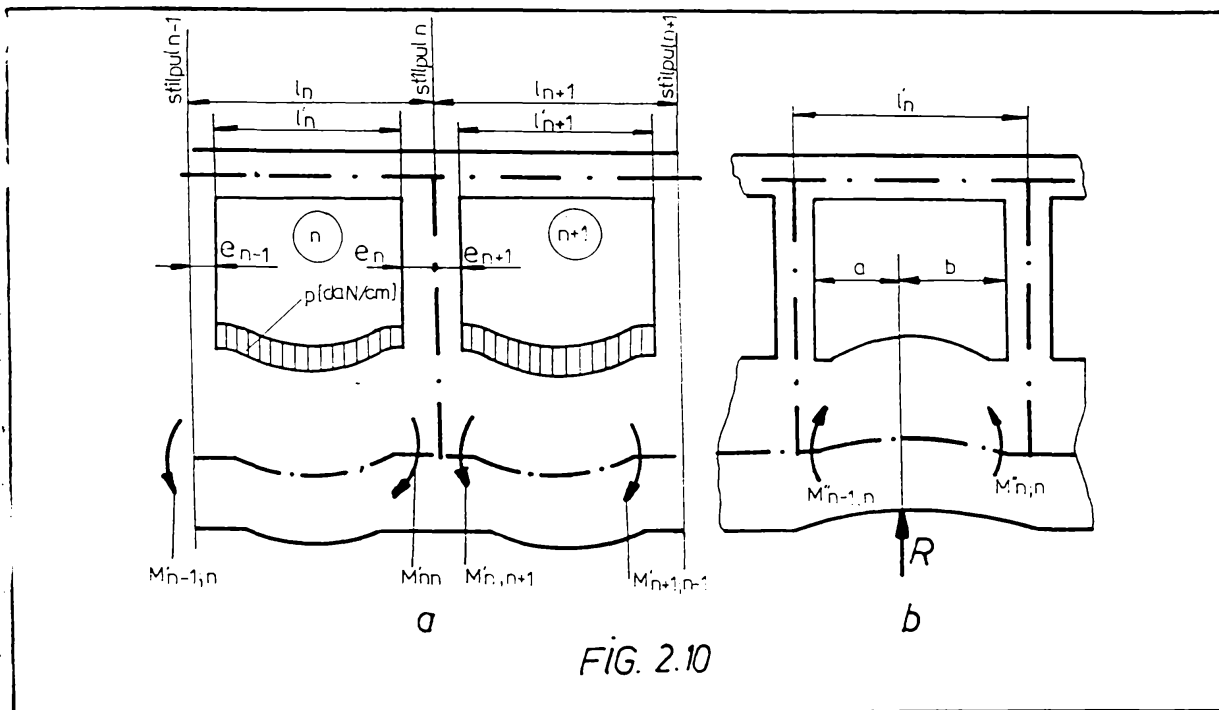


FIG. 2.10

Pentru stâlpii " n " și " n+1 " , din panoului " n " , se vor calcula deplasările pe orizontală a punctului de inflexiune în următoarele cazuri

- dacă $H_n > H_{n+1}$ (fig.2.11.a.) - atunci distanța relativă dintre punctele de inflexiune ale celor doi stâlpi se va micșora cu valoarea f_s

$$f_s = \frac{(h_s - e_{si})^3}{3 \cdot E} \cdot \left(\frac{H_n}{l_n} - \frac{H_{n+1}}{l_{n+1}} \right) \quad (2.20.)$$

- dacă $H_n < H_{n+1}$ (fig.2.11.b.) - atunci distanța relativă dintre punctele de inflexiune ale celor doi stâlpi va crește cu valoarea f_i :

$$f_i = \frac{(h_i - e_{is})^3}{3 \cdot E} \cdot \left(\frac{H_n}{l_n} - \frac{H_{n+1}}{l_{n+1}} \right) \quad (2.21.)$$

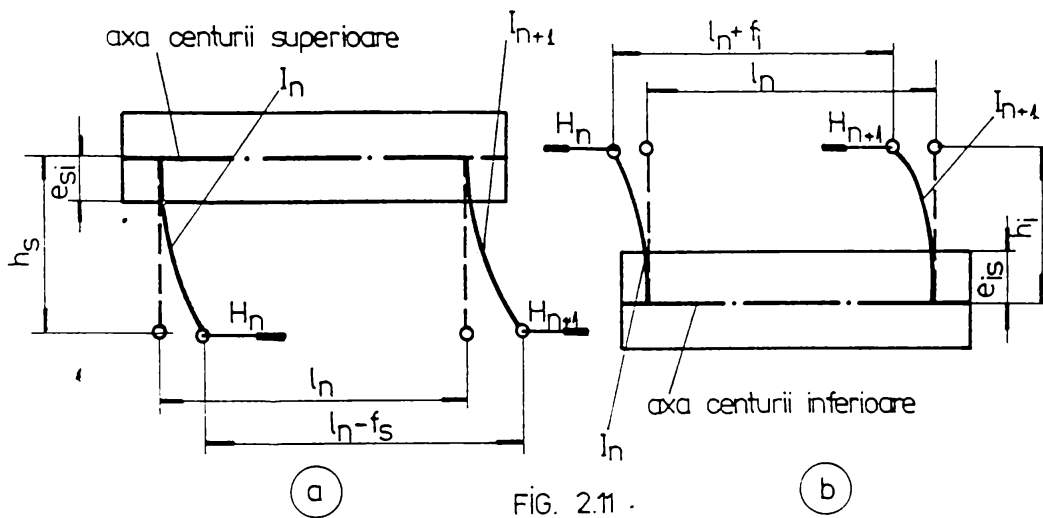


FIG. 2.11 .

Această metodă deși este simplă și expeditivă rezultatele obținute, sunt aproximative și nu întodeauna concordă cu măsurătorile experimentale.

2.2.3. METODA BIECK.

Această metodă, [77], [81], [101], [106] are la bază observația că momentul de inerție al centurii superioare este mic în raport cu cel al centurii inferioare ($I_{cs} < I_{ci}$). Centura inferioară și stâlpii sunt considerați rigizi, capabili să preia momente încovoietoare, iar centura superioară având momentul de inerție redus, se consideră că poate prelua numai solicitări axiale de întindere sau compresiune. Din acest motiv, legătura între centura superioară și stâlp se va considera articulată, schema de calcul fiind cea din (fig. 2.12.).

Analizând structura din (fig.2.12.) se constată că fiecare panou este static nedeterminat interior o singură dată, având "m" panouri, structura este static nedeterminată de "m" ori. Pentru ridicarea nedeterminării, se secționează centura superioară introducându-se numai eforturile axiale: $X_1; X_2; X_3; \dots; X_m$ conform ipotezei admise, obținându-se sistemul de bază din (fig.2.13.)

Sistemul de bază , static determinat, este format din centura inferioară , ca o grindă simplu rezemată, încărcată cu sarcină uniform distribuită. În această grindă sunt încastrate console în locul stâlpilor la extremitățile cărora acționează forțele orizontale : $X_1 ; X_2 ; \dots ; X_m$.

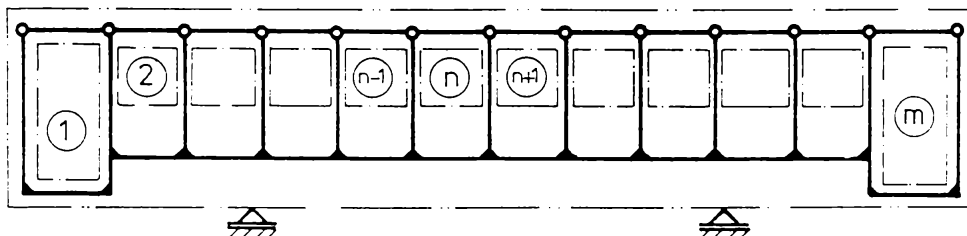


FIG. 2.12

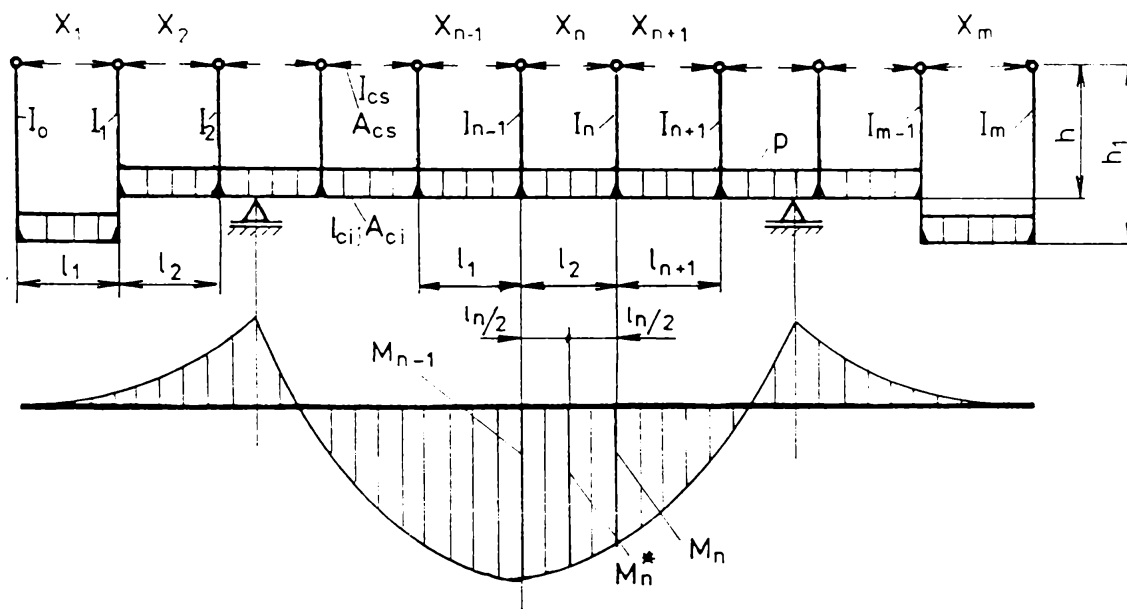


fig. 2.13

Pentru ridicarea nedeterminării Bieck propune aplicarea teoremei lui Castigliano, care se exprimă prin anularea derivatei parțiale a lucrului mecanic de deformare L_i în raport cu mărimile : $X_1 ; X_2 ; \dots ; X_i ; \dots ; X_m$, obținând un sistem liniar de " m " ecuații.

Expresia derivatei parțiale a lucrului mecanic de deformare L_i se poate scrie sub forma :

$$\frac{\partial L_i}{\partial X_1} = 0 \quad \sum \int \frac{M \cdot \partial M}{EI \cdot \partial X_1} \cdot ds + \sum \int \frac{N \cdot \partial N}{EA \cdot \partial X_1} \cdot ds = 0$$

$$\frac{\partial L_i}{\partial X_2} = 0 \quad \sum \int \frac{M \cdot \partial M}{EI \cdot \partial X_2} \cdot ds + \sum \int \frac{N \cdot \partial N}{EA \cdot \partial X_2} \cdot ds = 0 \quad (2.22.)$$

.....

$$\frac{\partial L_i}{\partial X_m} = 0 \quad \sum \int \frac{M \cdot \partial M}{EI \cdot \partial X_m} \cdot ds + \sum \int \frac{N \cdot \partial N}{EA \cdot \partial X_m} \cdot ds = 0$$

În relațiile (2.22.) însumarea integralelor, se referă la barele componente ale panoului considerat. În aceste relații s-a neglijat expresia lucrului mecanic de deformare produs de forța tăietoare, a carei valoare este mică în raport cu cel produs de celelalte solicitări.

Valoarea momentului încovoietor M , din relațiile (2.22.), calculat pentru centura inferioară este format din suma algebrică a momentului încovoietor M_0 produs de încărcarea sistemului de bază cu sarcină uniform distribuită și momentul de descărcare $X_n \cdot h$.

Întrucât forța X_n solicită centura inferioară numai în panoul "n" avem:

$$M = M_0 - X_n \cdot h \quad (2.23.)$$

Aplicând relațiile (2.22.) pentru panoul "n" obținem :

$$\int_0^h \frac{M_{s,n-1}}{E \cdot I_{n-1}} \cdot \frac{\partial M_{s,n-1}}{\partial X_n} \cdot dx + \int_0^h \frac{M_{ci,n}}{E \cdot I_{ci}} \cdot \frac{\partial M_{ci,n}}{\partial X_n} \cdot dx +$$

$$+ \int_0^h \frac{M_{s,n}}{E \cdot I_n} \cdot \frac{\partial M_{s,n}}{\partial X_n} \cdot dx + \int_0^h \frac{N_{cs,n}}{E \cdot A_{cs}} \cdot \frac{\partial N_{cs,n}}{\partial X_n} \cdot dx = 0 \quad (2.24.)$$

unde :

- $M_{s,n-1}$ - momentul încovoietor în stâlpul "n -1"
- $M_{s,n}$ - momentul încovoietor în stâlpul "n"
- $M_{ci,n}$ - momentul încovoietor în centura inferioară a panoului "n"
- $N_{cs,n}$ - forța axială în centura superioară a panoului "n"
- I_{n-1} ; I_n - momentele de inerție ale stâlpilor "n-1" și "n"
- I_{ci} - momentul de inerție a centurii inferioare
- A_{cs} - aria centurii superioare

Observatie : S-a neglijat termenul $\int_0^{\ell_n} \frac{N_{ci,n}}{E \cdot A_{ci}} \cdot \frac{\partial N_{ci,n}}{\partial X_n} \cdot dx$ a cărei valoare este mică față de ceilalți termeni întrucât $A_{ci} > A_{cs}$

Calculând valorile mărimilor din relația (2.24.) avem :

$$M_{s,n-1} = (X_n - X_{n-1}) \cdot x \quad \frac{\partial M_{s,n-1}}{\partial X_n} = x$$

$$M_{ci,n} = M_0 - X_n \cdot h \quad \frac{\partial M_{ci,n}}{\partial X_n} = -h$$

$$M_{s,n} = (X_n - X_{n+1}) \cdot x \quad \frac{\partial M_{s,n}}{\partial X_n} = x$$

$$M_{cs,n} = X_n \quad \frac{\partial M_{cs,n}}{\partial X_n} = 1$$

$$N_{cs,n} = X_n \quad \frac{\partial N_{cs,n}}{\partial X_n} = 1$$

Cu acestea ecuația (2.24.) devine :

$$\int_0^h \frac{(X_n - X_{n-1}) \cdot x}{E \cdot I_{n-1}} \cdot x \cdot dx + \int_0^{\ell_n} \frac{M_0 - X_n \cdot h}{E \cdot I_{ci}} \cdot (-h) \cdot dx + \int_0^h \frac{(X_n - X_{n+1}) \cdot x \cdot (-x)}{E \cdot I_n} \cdot dx + \int_0^{\ell_n} \frac{X_n}{E \cdot A_{cs}} \cdot dx = 0 \quad (2.25.)$$

Calculând integralele din relația (2.25.) se obține :

$$\frac{X_n \cdot h^2 \cdot \ell_n}{I_{ci}} + \frac{(X_n - X_{n-1}) \cdot h^3}{3 \cdot I_{n-1}} + \frac{X_n \cdot \ell_n}{A_{cs}} + \frac{(X_n - X_{n+1}) \cdot h^3}{3 \cdot I_n} = \int_0^{\ell_n} \frac{M_0 \cdot h}{I_{ci}} \cdot dx \quad (2.26.)$$

Valoarea integralei $\int_0^{l_n} \frac{M_0 \cdot h}{I_{ci}} \cdot dx$, se observă că este egală cu

aria suprafeței de momente a diagramei M_0 corespunzătoare panoului "n" înmulțită cu distanța "h" dintre centrele de greutate ale celor două centuri. Deci se poate scrie:

$$\int_0^{l_n} \frac{M_0 \cdot h}{I_{ci}} \cdot dx = \frac{h}{I_{ci}} \int_0^{l_n} M_0 \cdot dx$$

unde :

$$\int_0^{l_n} M_0 \cdot dx = A_n$$

în care s-a notat : A_n - aria suprafeței de momente a diagramei M_0 corespunzătoare panoului " n "

deci:

$$\int_0^{l_n} \frac{M_0 \cdot h}{I_{ci}} \cdot dx = \frac{A_n \cdot h}{I_{ci}} \quad (2.27.)$$

Valorile A_n se calculează pentru fiecare panou în parte prin metoda triunghiului și a trapezului cunoscând valorile lui M_0 în dreptul stâlpilor M_{n-1} ; M_n și la mijlocul panoului " n " M_n^* (fig.2.13.)

Astfel pentru panoul " n " expresia ariei A_n este :

$$A_n = \frac{M_{n-1} + M_n^*}{2} \cdot \frac{l_n}{2} + \frac{M_n^* + M_n}{2} \cdot \frac{l_n}{2} = \frac{l_n}{4} \cdot (M_{n-1} + 2 \cdot M_n^* + M_n) \quad (2.28.)$$

cu relațiile (2.27.) și (2.28.) ecuația (2.26.) se poate scrie:

$$\frac{X_n \cdot h^2 \cdot l_n}{I_{ci}} + \frac{(X_n - X_{n-1}) \cdot h^3}{3 \cdot I_{n-1}} + \frac{X_n \cdot l_n}{A_{cs}} + \frac{(X_n - X_{n+1}) \cdot h^3}{3 \cdot I_n} = \frac{h}{I_{ci}} \cdot \frac{l_n}{4} \cdot (M_{n-1} + 2 \cdot M_n^* + M_n) \quad (2.29.)$$

grupând termenii după necunoscutele X_{n-1} ; X_n ; X_{n+1} ; avem:

$$\begin{aligned} \frac{h^3}{3 \cdot I_{n-1}} \cdot X_{n-1} + \left(\frac{h^2 \cdot \ell_n}{I_{ci}} + \frac{h^3}{3 \cdot I_{n-1}} + \frac{h^3}{3 \cdot I_n} + \frac{\ell_n}{A_{cs}} \right) \cdot X_n - \\ - \frac{h^3}{3 \cdot I_n} \cdot X_{n+1} = \frac{h}{I_{ci}} \cdot \frac{\ell_n}{4} \cdot (M_{n-1} + 2 \cdot M_n^* + M_n) \end{aligned} \quad (2.30.)$$

se introduc coeficienții :

$$\begin{aligned} \delta_{n, n-1} &= - \frac{h^3}{3 \cdot I_{n-1}} \\ \delta_{n, n} &= \left(\frac{h^2 \cdot \ell_n}{I_{ci}} + \frac{h^3}{3 \cdot I_{n-1}} + \frac{h^3}{3 \cdot I_n} + \frac{\ell_n}{A_{cs}} \right) \\ \delta_{n, n+1} &= - \frac{h^3}{3 \cdot I_n} \quad \Delta_{n,0} = - \frac{A_n \cdot h}{I_{ci}} \end{aligned} \quad (2.31.)$$

cu acestea, ecuația generală pentru panoul " n " este :

$$\delta_{n, n-1} \cdot X_{n-1} + \delta_{n, n} \cdot X_n + \delta_{n, n+1} \cdot X_{n+1} = \Delta_{no} \quad (2.32.)$$

Scriind câte o ecuație (2.32.) pentru fiecare din cele " m " panouri se obține un sistem de " m " ecuații cu " m " necunoscute de forma :

$$\begin{aligned} \delta_{11} X_1 + \delta_{12} X_2 &= - \Delta_{10} \\ \delta_{21} X_1 + \delta_{22} X_2 + \delta_{23} X_3 &= - \Delta_{20} \\ \delta_{32} X_2 + \delta_{33} X_3 + \delta_{34} X_4 &= - \Delta_{30} \\ \dots\dots\dots \\ \delta_{n, n-1} X_{n-1} + \delta_{n, n} X_n + \delta_{n, n+1} X_{n+1} &= - \Delta_{no} \\ \dots\dots\dots \\ \delta_{m, m-1} X_{m-1} + \delta_{m, m} X_m &= - \Delta_{mo} \end{aligned} \quad (2.33.)$$

Prin rezolvarea sistemului de ecuații (2.33.) se determină valorile mărimilor static nedeterminate : $X_1 ; X_2 ; \dots X_i ; \dots X_m$. Acestea fiind cunoscute se calculează eforturile și tensiunile din centura inferioară, centura superioară și stâlp.

2.2.4. METODA ERDÖS

Metodele de calcul prezentate, consideră că momentul de inerție al stâlpilor este constant. Astfel, metoda Engesser consideră momentul de inerție al stâlpului constant până la marginea superioară a centurii inferioare, iar metoda Bieck consideră momentul de inerție constant până la linia centrului de greutate a centurii inferioare.

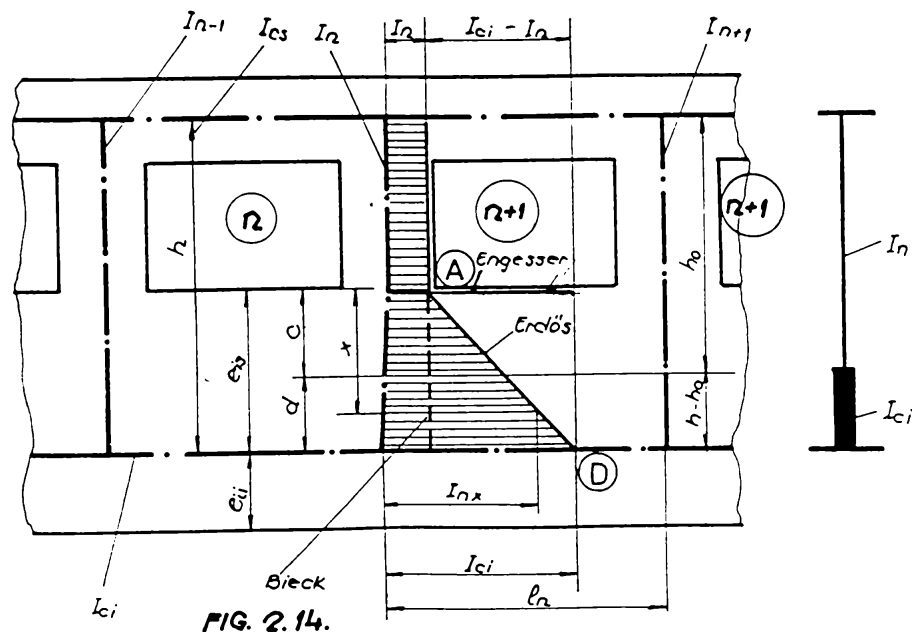
În realitate, partea de stâlp încastrată în centura inferioară, devine de la linia ferestrei în jos din ce în ce mai rigidă, ca și cum momentul de inerție ar crește în mod continuu.

Din acest motiv, metoda Erdös, [77], [81], [101], [106], introduce pentru stâlp noțiunea de lungime redusă h_0 , (fig. 2.14.), considerând că momentul de inerție al stâlpului pe zona încastrării în centura inferioară, variază liniar de la valoarea I_n a momentului de inerție a stâlpului în punctul A, la valoarea I_{ci} a momentului de inerție a centurii inferioare în punctul D. Se acceptă, aproximația că, porțiunea de stâlp cu lungimea e_{is} are momentul de inerție variabil I_{nx}

$$I_{nx} = I_n + \frac{x}{e_{is}} \cdot (I_{ci} - I_n) \quad (2.34.)$$

Pentru simplificarea calculului se propune ca stâlpul să aibe moment de inerție variabil în trepte, după cum urmează :

- pe lungimea "c", va avea momentul de inerție constant și egal cu I_n ,
- pe lungimea $d = h - h_0$, momentul de inerție să fie constant și egal cu I_{ci} .



Lungimea redusă a stâlpului h_0 care se va considera în calcul are valoarea :

$$h_0 = h - d \quad (2.35.)$$

unde pentru calculul distanței " d " se propune expresia :

$$d = e_{is} - c = e_{is} \cdot \left(1 - \frac{I_n}{I_{ci} - I_n} \cdot l_n \frac{I_{ci}}{I_n} \right) \quad (2.36.)$$

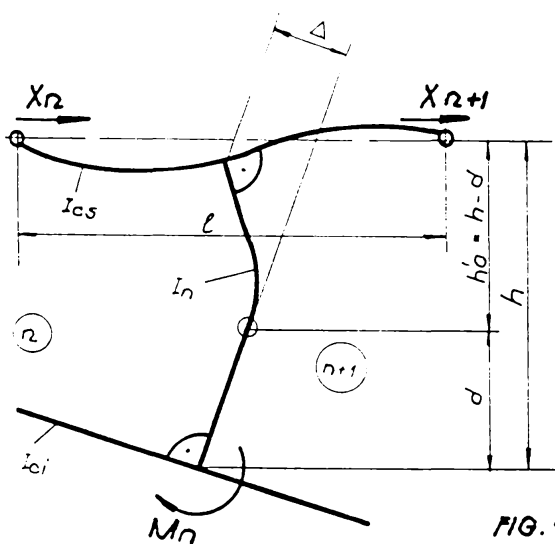


FIG. 2.15

Metoda Erdös, propune să se considere în calcul și încovoierea centurii superioare, admitând că încovoierea stâlpului se realizează astfel încât acesta rămâne perpendicular pe centuri în punctele de încastrare în ele. (fig.2.15.)

Luând în considerare încovoierea centurilor, se propune introducerea și a noțiunii de lungime redusă l_{no} a centurilor, pe porți-

unea dintre doi stâlpi consecutivi, a cărei expresie să fie de forma :

$$l_{no} = l_n - 2 \cdot l_n \left(1 - \frac{I_{cs}}{I_n - I_{cs}} \cdot l_n \frac{I_n}{I_{cs}} \right) \quad (2.37.)$$

cu aceasta ecuația generală (2.26.) a metodei Bieck, aplicată metodei Erdös devine:

$$\frac{X_n \cdot h^2 \cdot l_n}{I_{ci} + I_{cs} \cdot \frac{l_n}{l_{no}}} + K \cdot \frac{(X_n - X_{n-1}) \cdot h^3}{3 \cdot I_{n-1}} + \frac{X_n \cdot l_n}{A_{cs}} + K \cdot \frac{(X_n - X_{n+1}) \cdot h^3}{3 \cdot I_n} = \int_0^{l_n} \frac{M_0 \cdot h \cdot dx}{I_{ci} + I_{cs} \cdot \frac{l_n}{l_{no}}} \quad (2.38.)$$

unde:

K - se calculează pentru fiecare panou în parte și are valoarea:

$$K = \left(\frac{h_0}{h}\right)^3 \cdot \frac{3 + c^*}{12 - 6 \cdot \frac{h_0}{h} + c^*} \quad (2.39.)$$

unde:

$$c^* = \frac{\ell_{no}^3}{\ell_n^2 \cdot h_0} \cdot \frac{I_n}{I_{cs}} \quad (2.40.)$$

De precizat că în cadrul metodei Erdős, se propune ca pentru calculul mărimilor caracteristice geometrice ale centurilor, să se ia în considerare și elementele carcasei care nu sunt situate în planul peretelui lateral, cu mențiune că :

- pentru elementele planșeului se admite ipoteza că, numai o pătrime din lățimea acestuia conlucrează cu centura inferioară (fig.2.16.a.)

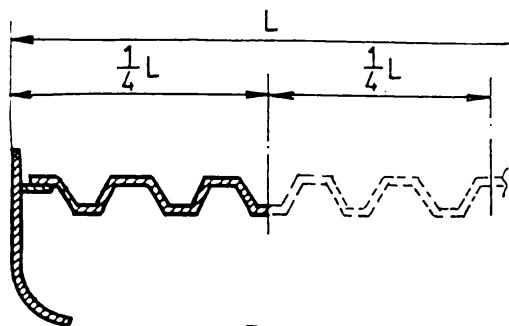


Fig.2.16.a

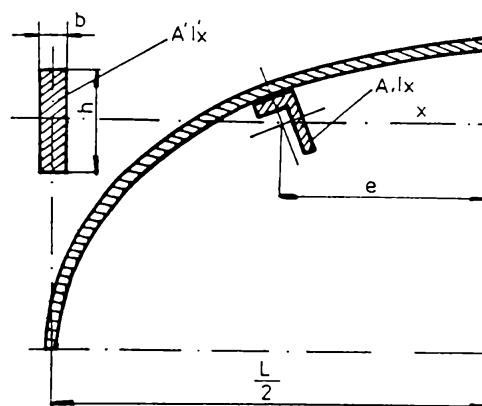


Fig.2,16,b

- pentru elementele acoperișului, acestea vor fi convertite în secțiuni dreptunghiulare echivalente situate în planul peretelui, (fig.2.16.b.) dimensiunile dreptunghiului se determină cu relațiile :

$$h = \sqrt{\frac{12 \cdot I_x}{A}} \quad b = \frac{2 \cdot A \cdot e}{h \cdot L} \quad (2.41.)$$

unde :

- A ; I_x - reprezintă , aria respectiv momentul de inerție al profilului real
- b ; h - reprezintă dimensiunile dreptunghiului echivalent situat în planul peretelui
- e ; L - mărimi conform (fig.2.16.b.)

Relațiile (2.41.) se obțin prin egalarea valorii momentului de inerție și a momentului static al profilului real $(I_x ; S_x)$, cu cel al dreptunghiului echivalent $(I'_x ; S'_x)$.

Scriind ecuația generală a metodei Erdös (2.38.), pentru fiecare panou, se obține un sistem de ecuații liniare, prin a cărui rezolvare se determină valorile mărimilor static nedeterminate : $X_1 ; X_2 ; \dots ; X_i ; \dots ; X_m$. Cu aceste valori se calculează diagramele de eforturi finale și a valorilor tensiunilor din centuri și stâlpi.

2.2.5. METODA FABRY

Spre deosebire de metoda Bieck, metoda Fabry, [77], [81], [101], [106], consideră că acoperișul preia forțe axiale, forțe tăietoare și momente încovoietoare, rezultând că fiecare panou este de trei ori static nedeterminat.

Fabry studiază panouri în formă de " T " (fig. 2.17.), alcătuite din porțiunea de centură superioară cuprinsă între cele două puncte de moment nul și stâlp. Stâlpul se consideră încastrat în centura inferioară, a cărei moment de inerție se consideră infinit față de cel al stâlpului. Prin deformarea stâlpului extremitățile A respectiv B se presupun că se deplasează paralel cu centura inferioară, iar în punctele de încastrare în centuri, acesta rămâne perpendicular pe direcția centurilor.

Considerarea independentă a panourilor în formă de " T " ca cele din (fig. 2.17.), conduce la o problemă dublu static nedeterminată .

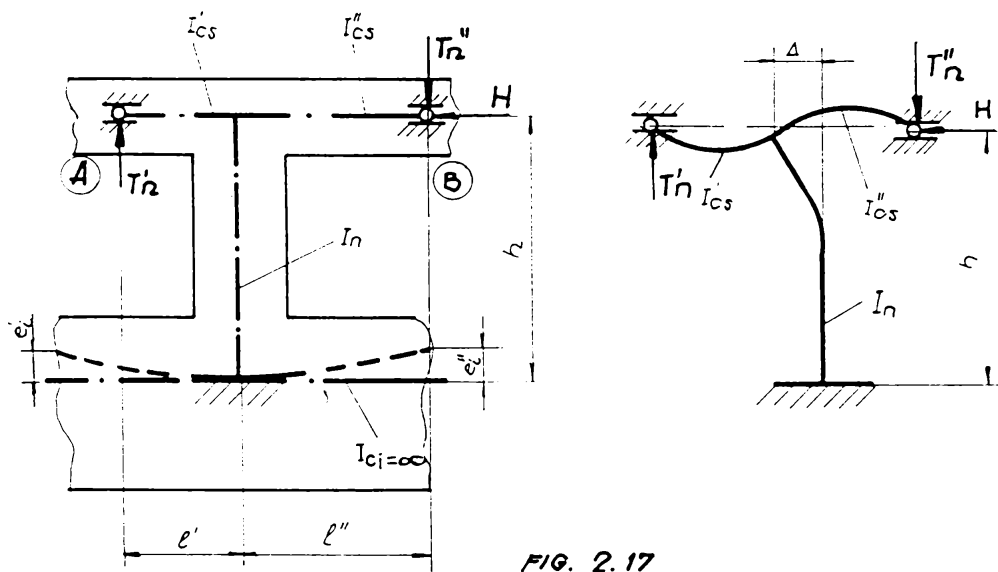


FIG. 2.17

Pentru a ține seama de situația reală, momentul de inerție al stâlpului din panoul de calcul, nu se consideră cel rezultat din dimensiunile geometrice ale secțiunii acestuia, adică I_n , ci unul mai mare notat cu I'_n , a cărei valoare se va stabili din condiția ca stâlpul real al panoului, având momentul de inerție I_n , fiind solicitat de încărcările: $X'_n = T'_n$; $X''_n = T''_n$ și $H = 1$; (fig. 2.18.a), să se deformeze la fel ca stâlpul idealizat, care are momentul de inerție I'_n , încastrat la un capăt și solicitat de o forță orizontală $H = 1$ (fig. 2.18.b.).

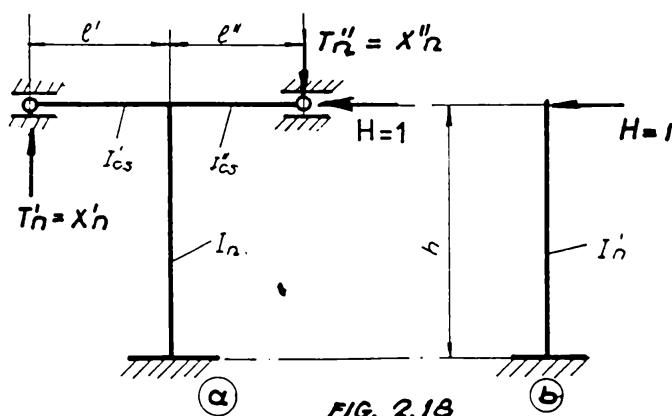


FIG. 2.18

Pentru stâlpul din (fig. 2.18.a) , încărcările X'_n și X''_n sunt necunoscute, acestea se determină prin rezolvarea sistemului static nedeterminat considerat, având încărcarea exterioară $H = 1$.

În (fig.2.19.) s-au trasat diagramele momentului încovoietor produse de $X'_n = 1$; $X''_n = 1$ și $H = 1$.

Scriind ecuațiile de condiție obținem :

$$\begin{aligned} \delta_{11} \cdot X'_n + \delta_{12} \cdot X''_n + \Delta_{10} &= 0 \\ \delta_{21} \cdot X'_n + \delta_{22} \cdot X''_n + \Delta_{20} &= 0 \end{aligned} \quad (2.42.)$$

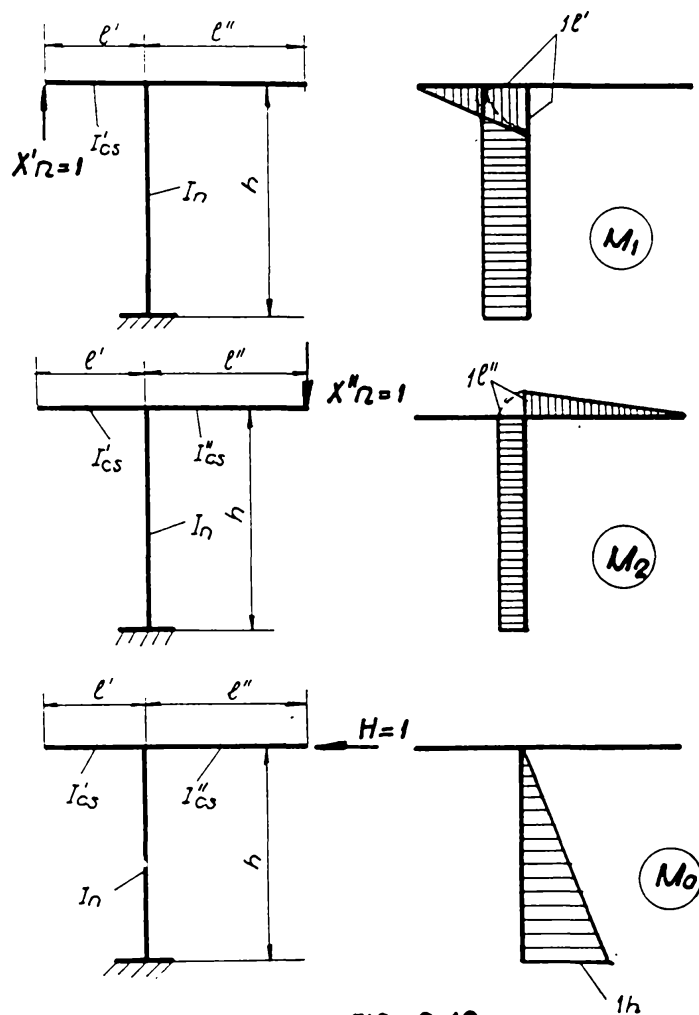


FIG. 2.19.

Aplicând metoda Mohr - Maxwell - Vereșceaghin, utilizând diagramele din (fig.2.19.), se calculează valorile coeficienților δ_{ij} ; Δ_{i0} pentru ($i = 1, 2$; $j = 1, 2$;) - ai sistemului de ecuații (2.42.), aceștia au valorile :

$$\begin{aligned} \delta_{11} &= \frac{\ell'^3}{3 \cdot E \cdot I'_{cs}} + \frac{\ell'^2 \cdot h}{E \cdot I_n} & \Delta_{10} &= -\frac{h^2 \cdot \ell'}{2 \cdot E \cdot I_n} \\ \delta_{12} &= \frac{\ell' \cdot \ell'' \cdot h}{E \cdot I_n} & \Delta_{20} &= -\frac{h^2 \cdot \ell''}{2 \cdot E \cdot I_n} \\ \delta_{22} &= \frac{\ell''^3}{3 \cdot E \cdot I''_{cs}} + \frac{\ell''^2 \cdot h}{E \cdot I_n} \end{aligned} \quad (2.43.)$$

Rezolvând sistemul de ecuații (2.42.) se determină valorile necunoscutele X'_n ; X''_n :

$$X'_n = \frac{h^2 \cdot \ell'' \cdot k_2}{\frac{2}{3} \cdot \left[\ell'^2 \cdot \ell'' \cdot \left(k_2 + 3 \cdot \frac{h}{\ell''} \right) \cdot \left(k_1 + 3 \cdot \frac{h}{\ell'} \right) - 9 \cdot \ell' \cdot h^2 \right]} \quad (2.44.)$$

$$X''_n = \frac{h^2 \cdot \ell' \cdot k_2}{\frac{2}{3} \cdot \left[\ell'^2 \cdot \ell'' \cdot \left(k_2 + 3 \cdot \frac{h}{\ell''} \right) \cdot \left(k_1 + 3 \cdot \frac{h}{\ell'} \right) - 9 \cdot \ell' \cdot h^2 \right]} \quad (2.45.)$$

unde :

$$k_1 = \frac{I_n}{I'_{cs}} \quad k_2 = \frac{I_n}{I''_{cs}} \quad (2.46.)$$

Dacă, se aproximează că valoarea momentului de inerție al centurii superioare este constant pe toată lungimea vagonului, atunci se poate scrie :

$$I'_{cs} = I''_{cs} = I_{cs} \quad \text{deci} \quad k_1 = k_2 = k \quad (2.47.)$$

și acceptând ca panourile au aceeași lungime $\ell = \ell' = \ell''$ rezultă :

$$X'_n = X''_n = X^*_n \quad (2.48.)$$

$$X_n^* = \frac{k}{\frac{2}{3} \cdot \frac{l^2}{h^2} \cdot \left(k + 3 \cdot \frac{h}{l}\right)^2 - 9} \quad (2.49.)$$

În (fig.2.20.) s-a trasat diagrama finală a momentului încovoietor pentru stâlpul solicitat de încărcarea : $X_n' = X_n'' = X_n^*$, valorile momentelor încovoietoare din diagramă sunt:

$$\begin{aligned} M^I &= X_n^* \cdot l ; & M^{II} &= -2 \cdot X_n^* \cdot l ; \\ M^{III} &= -2 \cdot X_n^* \cdot l + 1 \cdot h & M^{IV} &= 1 \cdot h \end{aligned} \quad (2.50.)$$

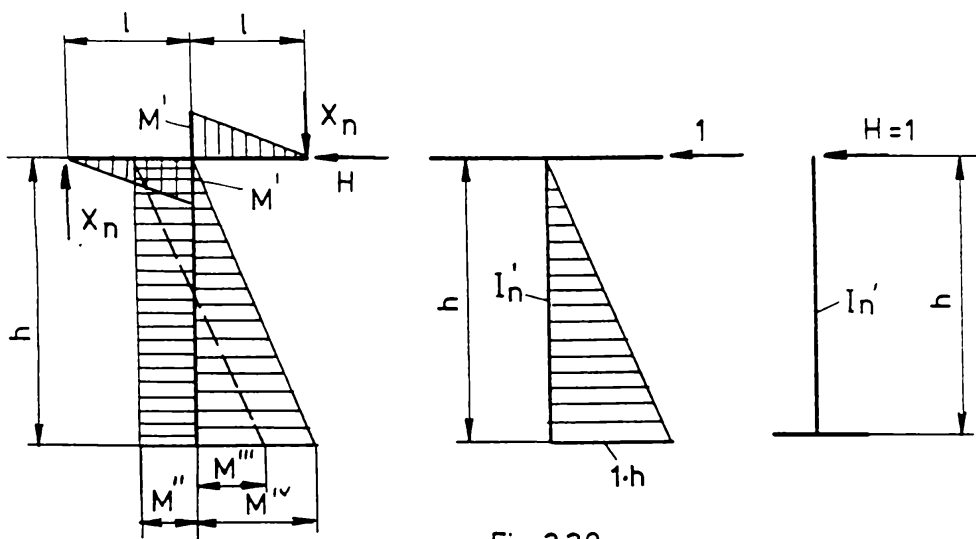


Fig.2.20

Utilizând diagrama din (fig.2.20.) se calculează deplasarea pe orizontală Δ a stâlpului real produsă de încărcarea $H = 1$, aceasta are valoarea :

$$\Delta = \frac{h^2}{6 \cdot E \cdot I_n} \cdot (2M^{IV} - 3 \cdot M^{III}) \quad (2.51.)$$

Pentru stâlpul idealizat, având momentul de inerție (I_n') , (fig.2.18.b.) , cu aceiași lungime " h " , cu a stâlpului real, deplasarea pe orizontală Δ_1 , produsă de forța orizontală $H = 1$, va avea expresia :

$$\Delta_1 = \frac{1 \cdot h^3}{3 \cdot E \cdot I_n'} \quad (2.52.)$$

Scriind egalitatea celor două săgeți $\Delta = \Delta_1$ se obține valoarea momentului de inerție I_n'

$$I_n' = \frac{2 \cdot h}{2 \cdot M^{IV} - 3 \cdot M^{III}} \cdot I_n = k^* \cdot I_n \quad (2.53.)$$

Pentru aplicarea metodei Fabry la întreaga structură a vagonului se va utiliza metoda Bieck, pentru a se determina valorile forțelor orizontale din centura superioară $X_1; X_2; \dots; X_m$. Adică stâlpul în formă de "T" (fig.2.17.), cuprins între panourile "n" și "n+1", nu este solicitat de forța orizontală $H = 1$, ci de forța axială :

$$H_n = X_n - X_{n+1} \quad (2.54.)$$

unde : H_n - - este suma aiberică a forțelor axiale din centura superioară, calculate prin metoda Bieck, ce acționează asupra stâlpului "n"

Din acest motiv valorile momentelor încovoietoare $M^I; M^{II}; M^{III}; M^{IV}$, (fig.2.20.) calculate pentru $H = 1$ se vor amplifica cu H_n și se vor obține valorile momentelor încovoietoare reale pentru stâlp și centura superioară.

Pentru centura inferioară, diagrama momentului încovoietor, cuprinsă între stâlpii "n" și "n+1", este cea produsă de sarcina uniform distribuită (fig.2.13.) din care se scade produsul $H_n \cdot h_n$. (h_n - înălțimea stâlpului "n")

2.2.6. METODA CROSS - FAHLBUSCH

Această metodă, [77], [79], 81], [101], [106], își propune să rezolve prin aproximații succesive (iterație), sistemul de ecuații de condiție a metodei deplasărilor, scris pentru structura vagonului, redusă la o structură plană static nedeterminată, obținută prin condensarea materialului acesteia în centura superioară, centura inferioară și stâlpi (fig.2.21.).

După Cross - Fahlbusch, nodul este o construcție mult mai rigidă decât golurile, propunând să se introducă noțiunea de lungime elastică a barelor structurii, care este mai mică decât distanța dintre cele două noduri de la capetele barei.

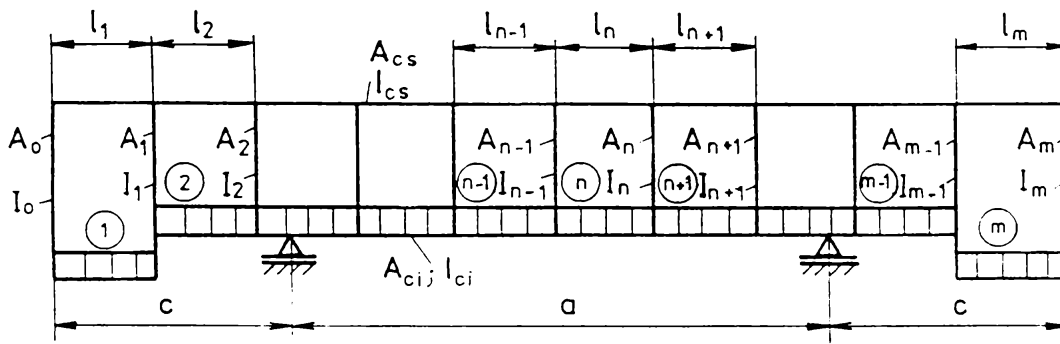


fig 2.21

Rigiditatea nodurilor, se consideră că se extinde pe o parte din lungimea barelor, aceasta numindu-se lungime neelastică căreia i se atribuie o rigiditate infinită.

Considerând un panou din peretele lateral al vagonului (fig.2.22.) și utilizând notațiile din această figură, lungimile elastice și neelastice se calculează pentru stâlpi și centuri cu relațiile :

a.) pentru stâlp

- lungimea elastică H_2 are valoarea :

$$H_2 = h_2 + h_1 \cdot \frac{I_s}{I_s + I_{ci}} + h_3 \cdot \frac{I_s}{I_s + I_{cs}} \quad (2.55.)$$

- lungimile neelastice H_1 și H_3 au valorile:

$$H_1 = h_1 \cdot \frac{I_{ci}}{I_{ci} + I_s} \quad H_3 = h_3 \cdot \frac{I_{cs}}{I_{cs} + I_s} \quad (2.56.)$$

b.) pentru centura inferioară

- lungimea elastică L_2 are valoarea:

$$L_2 = l_2 + l_1 \cdot \frac{I_{ci}}{I_s + I_{ci}} + l_3 \cdot \frac{I_{ci}}{I_s + I_{ci}} \quad (2.57.)$$

- lungimile neelastice L_1 și L_3 au valorile :

$$L_1 = l_1 \cdot \frac{I_s}{I_s + I_{ci}} \quad L_3 = l_3 \cdot \frac{I_s}{I_s + I_{ci}} \quad (2.58.)$$

c.) pentru centura superioară

- lungimea elastică L_2^* are valoarea:

$$L_2^* = l_2 + l_1 \cdot \frac{I_{cs}}{I_s + I_{cs}} + l_3 \cdot \frac{I_{cs}}{I_s + I_{cs}} \quad (2.59.)$$

- lungimile neelastice L_1^* ; L_3^* au valorile:

$$L_1^* = l_1 \cdot \frac{I_s}{I_s + I_{cs}} \quad L_3^* = l_3 \cdot \frac{I_s}{I_s + I_{cs}} \quad (2.60.)$$

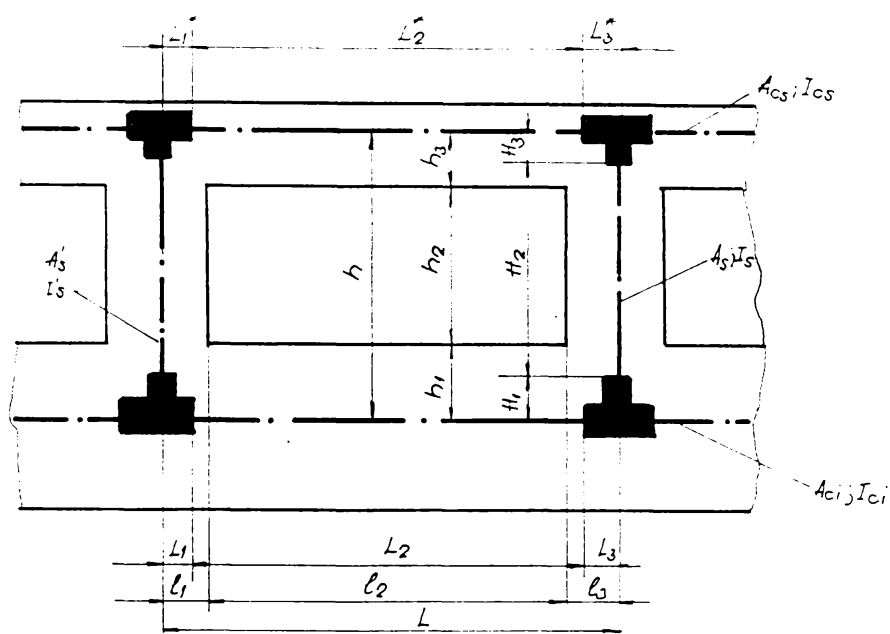


FIG. 2.22.

Se observă că lungimile elastice sunt mai mari decât deschiderea golului de fereastră. În baza relațiilor (2.55.) ÷ (2.60.) barele peretelui lateral au moment de inerție variabil și anume: la extremități în vecinătatea nodurilor au valoare infinită (pe porțiunea neelastică), iar în dreptul golurilor au valoare finită (pe porțiunea elastică).

Pentru aceste bare cu moment de inerție variabil trebuiesc calculate momentele de încadrare perfectă.

Cele mai utilizate tipuri de bare ce apar în structura cutiei vagonului sunt cele arătate în (fig.2.23.).

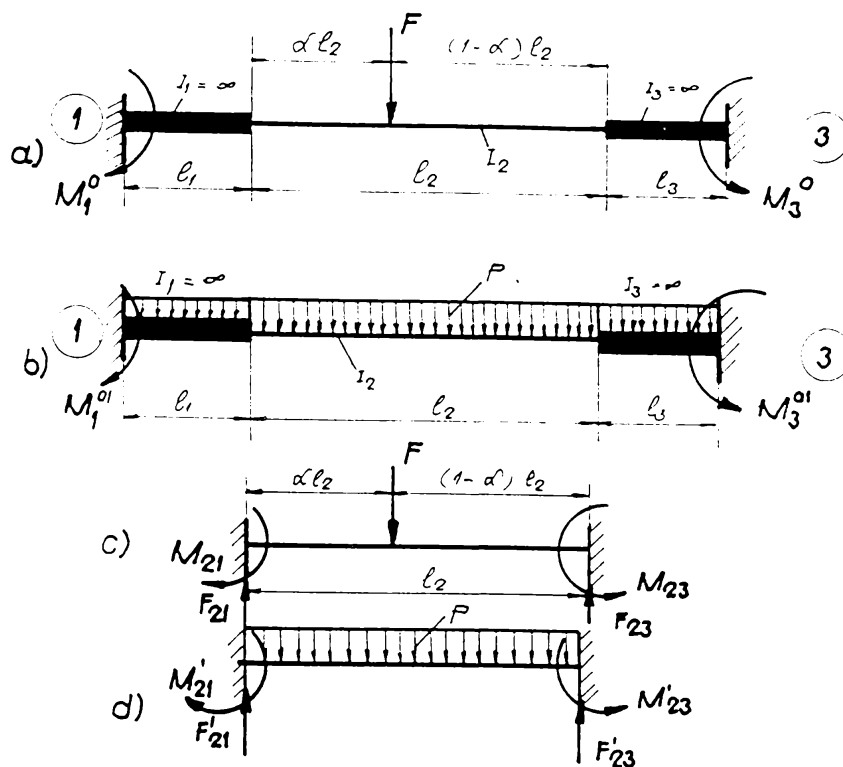


FIG. 2.23

Pentru calculul momentelor de încastrare perfectă al barelor cu moment de inerție variabil admitem că:

$$\begin{aligned} M_1^0 &= M_{21} + F_{21} \cdot l_1 \\ M_3^0 &= M_{23} + F_{23} \cdot l_3 \end{aligned} \quad (2.61.)$$

unde :

M_{21} și M_{23} - sunt momentele de încastrare perfectă pentru bara cu moment de inerție constant I_2 , având lungimea elastică l_2 încastrată la ambele capete, iar F_{21} și F_{23} sunt reacțiunile din încastrările aceleiași bare (fig.2.23.)

Valorile momentelor M_{21} ; M_{23} ; M'_{21} ; M'_{23} și ale reacțiunilor F_{21} ; F_{23} ; F'_{21} ; F'_{23} ; se obțin prin ridicarea nedeterminării sistemelor static nedeterminate din (fig.2.23.c.) și (fig.2.23.d.)

Pentru bara încărcată cu forța concentrată F aplicată la distanța $l_1 + \alpha l_2$ față de reazemul 1 (fig.2.23.a.) expresiile momentelor de încastrare perfectă au valorile :

$$M_1^0 = F \cdot l_2 (1 - \alpha)^2 \cdot \left[\alpha + \frac{l_1}{l_2} \cdot (1 + 2 \cdot \alpha) \right] \quad (2.62.)$$

$$M_3^0 = -F \cdot l_2 \cdot \alpha^2 \cdot \left[(1 - \alpha) + \frac{l_3}{l_2} \cdot (3 - 2 \cdot \alpha) \right] \quad (2.63.)$$

Dacă bara este încărcată cu sarcina uniform distribuită " p " ca în (fig.2.23.b.), expresiile momentelor de încastrare perfectă au valorile :

$$M_1^0 = p \cdot l_2^2 \cdot \left[\frac{1}{12} + \frac{l_1}{2 \cdot l_2} \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2} \right) \right] \quad (2.64.)$$

$$M_3^0 = -p \cdot l_2^2 \cdot \left[\frac{1}{12} + \frac{l_3}{2 \cdot l_2} \cdot \left(1 + \frac{l_3}{l_2} \right) \right] \quad (2.65.)$$

Dacă încărcările exterioare, sunt aplicate numai pe porțiunile de lungime neelastice l_1 ; l_3 , unde momentul de inerție este considerat infinit , momentul de încastrare perfectă este nul.

Pentru a nu se lucra cu bare, care au momentul de inerție variabil, autorii propun să se lucreze cu bare care au un moment de inerție ideal " I_{id} " considerat constant pe toată lungimea dintre noduri.

Pentru stabilirea valorii momentului de inerție ideal " I_{id} ", se impune condiția ca la aceeași încărcare exterioară, bara cu momentul de inerție ideal " I_{id} " , să se deformeze cu același unghi de rotire ca și bara care are momentul de inerție variabil.

În lucrarea [79] se face demonstrația valorii momentului de inerție ideal " I_{id} ", acesta având expresia :

$$I_{id} = I_2 \cdot \frac{\delta_{33}}{4 \cdot (\delta_{11} \cdot \delta_{33} - \delta_{13}^2)} \quad (2.66.)$$

unde coeficienții : δ_{11} , δ_{33} și δ_{13} , au valorile :

$$\delta_{11} = \frac{1}{3 \cdot l^3} \cdot (l_2^3 + 3 \cdot l_2^2 \cdot l_3 + 3 \cdot l_2 \cdot l_3^2) \quad (2.67.)$$

$$\delta_{13} = \delta_{31} = \frac{1}{2 \cdot l^2} \cdot (2 \cdot l_1 \cdot l_2 + l_2^2) - \frac{1}{3 \cdot l^3} \cdot (3 \cdot l_1^2 \cdot l_2 + 3 \cdot l_2^2 \cdot l_1 + l_2^3) \quad (2.68.)$$

$$\delta_{33} = \frac{1}{3 \cdot l^3} \cdot (3 \cdot l_1^2 \cdot l_2 + 3 \cdot l_2^2 \cdot l_1 + l_2^3) \quad (2.69.)$$

cu aceste relația (2.66.) devine

$$I_{id} = I_2 \cdot \frac{3 \cdot l \cdot l_1}{l_2^2} \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2} + \frac{l_2}{3 \cdot l_1} \right) \quad (2.70.)$$

Cu acestea, se calculează mărimile specifice metodei deplasărilor, respectiv a metodei Cross - Fahlbusch [46];[47];[48];[95], [101]

- rigiditatea practică "i_{ij}", a barei de lungime l_{ij} având momentul de inerție I_{ij}

$$i_{ij} = \frac{I_{ij}}{l_{ij}}$$

- coeficienții de rigiditate a barelor :

$$- \rho_{ij} = \frac{i_{ij}}{i_0} \quad \text{pentru bara dublu încastrată}$$

$$- \rho_{ik} = \frac{3}{4} \cdot \frac{i_{ik}}{i_0} \quad \text{pentru bara încastrată și articulată}$$

prin : i₀ - s-a notat rigiditatea practică de bază

- coeficienții de rigiditate a nodului : $\rho_i = \sum \rho_{ij}$

- coeficienții de distribuție : $\mu_{ij} = - \frac{\rho_{ij}}{\rho_i}$

- coeficienții de transmitere a momentului de la capătul "j" la capătul "i" al barei $t_{ij} = \frac{M_{ji}}{M_{ij}}$

Aplicarea metodei Cross - Fahlbusch la structura vagonului (fig.2.21.) , care în general este cu noduri deplasabile se face în două etape. În prima etapă se consideră că structura de rezistență a carcasei vagonului are nodurile blocate pentru translații, acestea având numai posibilitatea de rotire. În etapa a doua, structura de rezistență a carcasei vagonului se consideră cu noduri deplasabile, având posibilitatea de deplasare numai pe direcția gradelor de libertate. Aplicând procedeul de iterare, în două etape, se determină valorile momentelor de încastrare perfectă.

În lucrarea [83] se prezintă schema logică și algoritmul unui program, pentru calculul de rezistență a carcasei vagonului prin metoda aproximațiilor succesive.

2.2.7. METODA VINOCUROV

Această metodă, [77], [79], 81], [101], [106], are la bază observația că, solicitarea de încovoiere a carcasei vagonului, produce lunecarea longitudinală a centurilor, aceasta este împiedicată de stâlpi, care vor fi solicitați la forfecare și încovoiere.

Acceptând că stâlpii sunt încastrați în centuri, momentele încovoietoare au valori maxime și semne diferite la extremitățile acestora. Din acest motiv deformata stâlpului va prezenta un punct de inflexiune în care momentul încovoietor este nul. Se aproximează că punctul de anulare a momentului încovoietor pe lungimea stâlpului se găsește la o distanță, față de cele două centuri, care este proporțională cu momentele de inerție ale acestora.

Pentru un calcul simplificat al structurii de rezistență a vagonului, autorul, recomandă să se considere numai forța tăietoare din stâlpi, aceasta acționând în secțiunea de anulare a momentului încovoietor.

În (fig.2.24.) se prezintă sistemul echivalent al structurii plane a carcasei vagonului, la care au fost secționati stâlpii în punctele de anulare a momentului încovoietor și considerând numai forțele tăietoare. Datorită simetriei structurii și încărcării s-a considerat numai jumătate din structură.

Forțele tăietoare din stâlpi, se vor calcula ca diferența dintre eforturile axiale din centura superioară sau inferioară a panourilor vecine :

$$T_n = X_n - X_{n-1} \quad (2.71.)$$

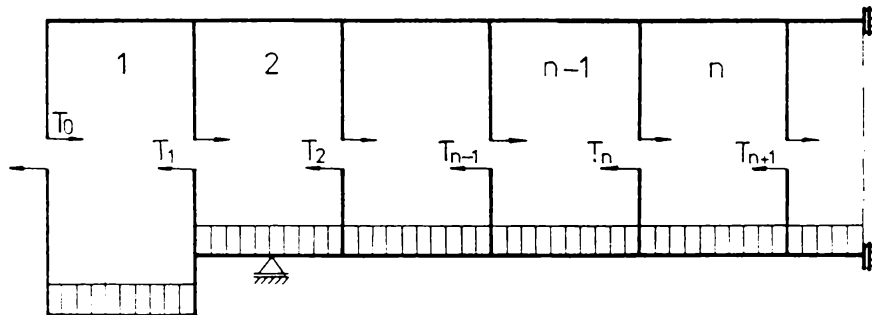


Fig. 2.24

Considerând panoul " n " (fig.2.25.a.) elementele geometrice au următoarele semnificații :

- h_n - deschiderea ferestrei
- l_n - distanța între axele stâlpilor " n " și " n+1 "
- H_n - distanța între axele centurilor
- h_s ; h_i - distanța de la punctul de anulare a momentului încovoietor pentru stâlp, la centura superioară, respectiv la centura inferioară

$$h_s = \alpha_s \cdot H_n \quad h_i = \alpha_i \cdot H_n \quad (2.72.)$$

unde :

$$\alpha_s = \frac{l_{cs}}{l_{ci} + l_{cs}} \quad \alpha_i = \frac{l_{ci}}{l_{ci} + l_{cs}} \quad (2.73.)$$

- h_1 ; h_2 -distanța de la punctul de anulare a momentului încovoietor pentru stâlp, la marginea superioară, respectiv inferioară a ferestrei

$$h_1 = \alpha_s \cdot h_n \quad h_2 = \alpha_i \cdot h_n \quad (2.74.)$$

Diagrama momentului încovoietor, produsă de mărimea static nedeterminată $T_n = 1$; $T_{n+1} = 1$, este reprezentată în (fig.2.25.a.), acestea au fost trasate doar pe lungimea $h_n = h_1 + h_2$ a stâlpului, ținând cont că momentul de inerție al stâlpului tinde la infinit pe porțiunea de încastrare în centuri.

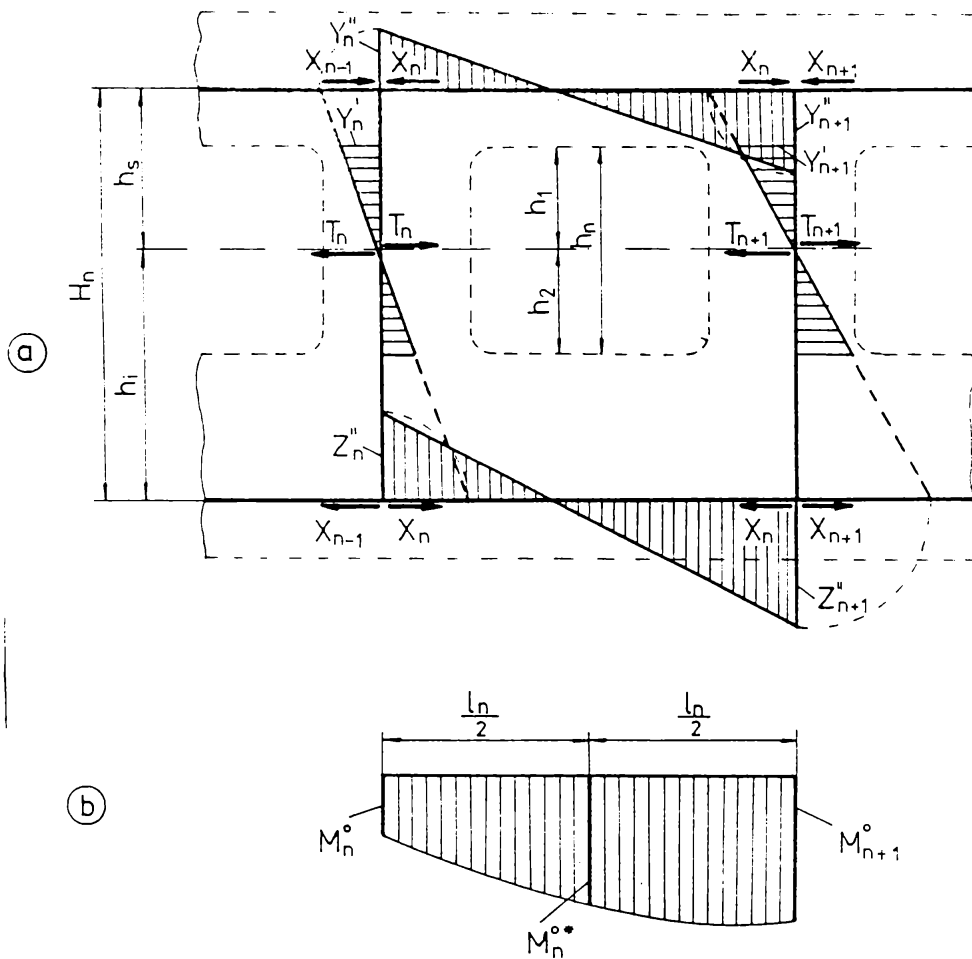


Fig. 2.25

Iar diagrama momentului încovoietor, produsă de încărcarea exterioară, în sistemul de bază, este reprezentată în (fig.2.25.b.) în care s-a notat :

- M_n^o ; M_{n+1}^o ; M_n^{o*} - valoarea momentului încovoietor în dreptul stâlpului " n " , " n+1 " , respectiv la mijlocul panoului " n "

Pentru fiecare panou se va scrie ecuația de condiție scrisă sub forma :

$$\delta_{n-1,n} \cdot T_{n-1} + \delta_{n,n} \cdot T_n + \delta_{n,n+1} \cdot T_{n+1} + \Delta_{n,0} = 0 \quad (2.75.)$$

Coeficienții necunoscutelor $\delta_{n-1,n}$; $\delta_{n,n}$; $\delta_{n,n+1}$; $\Delta_{n,0}$ din relația (2.75.) se pot determina prin aplicarea metodei de calcul a deplasărilor Mohr-Mexwelle-Vereșceaghin, luând în considerare

deformațiile de încovoiere ale tuturor barelor, deformațiile axiale ale centurilor și deformațiile de forfecare ale stâlpilor. În lucrările [81] ; [106]; sunt prezentate expresiile acestor coeficienți.

Scriind pentru fiecare panou câte o ecuație de forma (2.75.) se obține un sistem de ecuații, prin a cărui rezolvare rezultă valorile necunoscutele " T_n ". În continuare se vor calcula eforturile axiale și de încovoiere din centuri și stâlpi.

Valorile momentelor încovoietoare finale din secțiunile centurilor se obțin prin însumarea algebrică a momentelor încovoietoare produse de forțele " T_n ", cu valorile momentelor încovoietoare M^0 produse de sarcina exterioară aplicată pe sistemul de bază, valorile momentului M^0 se repartizează pe cele două centuri proporțional cu rigiditățile acestora, conform relațiilor :

$$M_{cs}^0 = \alpha_s \cdot M^0 \quad M_{ci}^0 = \alpha_i \cdot M^0 \quad (2.76.)$$

unde M_{cs}^0 ; M_{ci}^0 - reprezintă valoarea momentului încovoiator produs de sarcina exterioară, preluat de centura superioară, respectiv de centura inferioară .

Cunoscându-se valorile eforturilor, se pot calcula tensiunile din stâlpi și centuri.

Exemplu concret de aplicare a metodei Vinocurov la carcasa vagonului redusă la o structură plană este prezentat în lucrarea [81].

2.2.8. METODA GENERALĂ A EFORTURILOR

Toate metodele prezentate anterior au căutat să introducă ipoteze simplificatoare, care conduc la neglijarea unor eforturi și deformații, cu scopul de a reduce volumul mare de calcule numerice necesare pentru determinarea eforturilor și tensiunilor ce apar în cutia vagonului.

Cutia unui vagon de călători, considerată ca o structură plană, datorită golurilor pentru ferestre și uși, formează un sistem static nedeterminat având gradul de nedeterminare statică egal cu " $3m$ " , unde " m " reprezintă numărul conturilor închise (fig.2.26.)

Pentru carcasele uzuale ale vagoanelor, ordinul de mărime a gradul de nedeterminare statică este " $3n$ " = $30 \div 40$, rezolvarea problemei este foarte laborioasă, din acest motiv utilizarea calculatoarelor devine o necesitate.

Calculul de rezistență a carcasei vagonului , redusă la o structură plană, prin aplicarea metodei eforturilor este recomandată de lucrările [7], [81], [82], [116], în acestea sunt prezentate și rezultatele parțiale ale calculului unei carcase de vagon.

Pentru aplicarea metodei generale a eforturilor, la carcasa vagonului, redusă la o structură plană static nedeterminată, (fig.2.26.) , aceasta se transformă într-o structură static determinată prin secționarea centurii superioare în dreptul mijlocului fiecărui contur închis. (fig.2.27.)

În fiecare secțiune, se introduc trei eforturi: forța axială, forța tăietoare și un moment încovoietor, aceste eforturi formează mărimile static nedeterminate care trebuie calculate.

În (fig.2.27.) eforturile X_{ij} sunt notate sintetic cu doi indici, primul indice - precizează tipul efortului (1 - pentru forță axială ; 2 - pentru forță tăietoare ; 3 - pentru moment încovoietor), iar cel de al doilea indice arată numărul panoului .

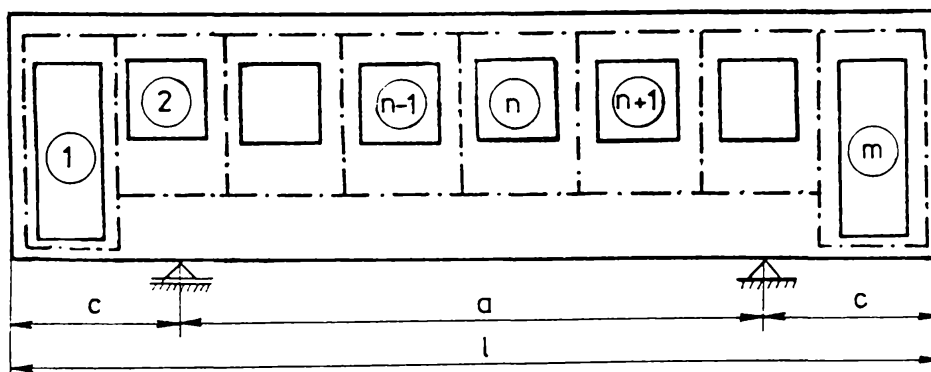


fig.2.26

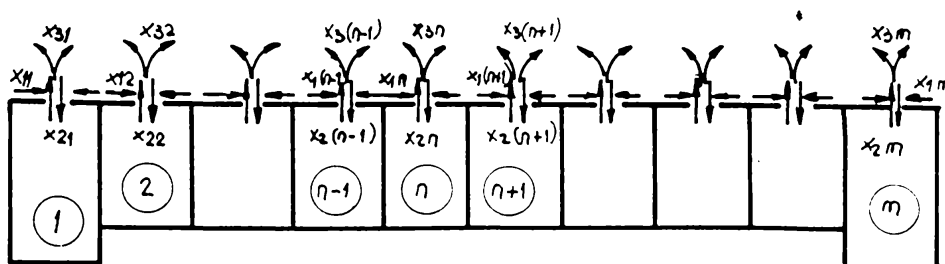


FIG. 2.27

Considerând trei panouri consecutive, (n-1 ; n ; n+1), eforturile necunoscute sunt : X_{1i} ; X_{2i} ; X_{3i} pentru $i = n-1; n; n+1$, iar elementele geometrice ale panourilor sunt notate în (fig.2.28.) care au semnificațiile :

- A_n ; Ω_n ; I_n - aria ; aria de forfecare ; momentul de inerție al stâului " n "
- A'_n ; Ω'_n ; I'_n - aria ; aria de forfecare ; momentul de inerție al centurii inferioare din panoul " n "
- A''_n ; Ω''_n ; I''_n - aria ; aria de forfecare ; momentul de inerție al centurii superioare din panoul " n "

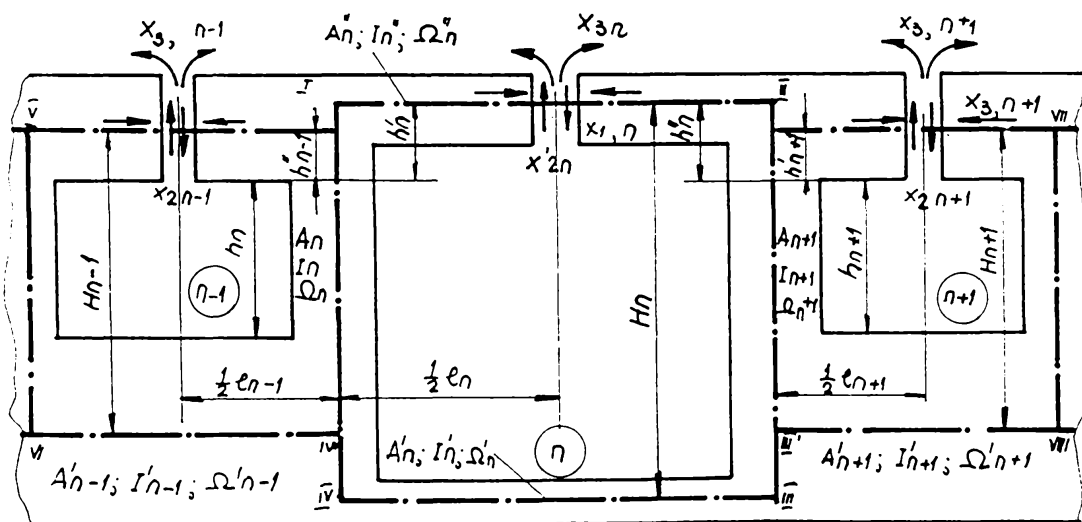


FIG. 2.28

Ecuțiile de condiție, specifice metodei eforturilor, adaptate la notațiile din (fig.2.28.), se exprimă prin relația :

$$\sum_{i=1}^3 \cdot \sum_{j=1}^n \delta_{\ell m, ij} \cdot X_{ij} + \Delta_{\ell m, e} = 0 \quad (2.77.)$$

pentru $\ell = 1, 2, 3$ și $m = 1, 2, \dots, n$

Ecuțiile de condiție scrise numai pentru panoul " n " au expresiile :

$$\begin{aligned} & \delta_{1n,1(n-1)} \cdot X_{1(n-1)} + \delta_{1n,2(n-1)} \cdot X_{2(n-1)} + \delta_{1n,3(n-1)} \cdot X_{3(n-1)} + \\ & + \delta_{1n,1n} \cdot X_{1n} + \delta_{1n,2n} \cdot X_{2n} + \delta_{1n,3n} \cdot X_{3n} + \delta_{1n,1(n+1)} \cdot X_{1(n+1)} + \\ & + \delta_{1n,2(n+1)} \cdot X_{2(n+1)} + \delta_{1n,3(n+1)} \cdot X_{3(n+1)} + \Delta_{1n,e} = 0 \end{aligned} \quad (2.78.a.)$$

$$\begin{aligned} & \delta_{2n,1(n-1)} \cdot X_{1(n-1)} + \delta_{2n,2(n-1)} \cdot X_{2(n-1)} + \delta_{2n,3(n-1)} \cdot X_{3(n-1)} + \\ & + \delta_{2n,1n} \cdot X_{1n} + \delta_{2n,2n} \cdot X_{2n} + \delta_{2n,3n} \cdot X_{3n} + \delta_{2n,1(n+1)} \cdot X_{1(n+1)} + \\ & + \delta_{2n,2(n+1)} \cdot X_{2(n+1)} + \delta_{2n,3(n+1)} \cdot X_{3(n+1)} + \Delta_{2n,e} = 0 \end{aligned} \quad (2.78.b.)$$

$$\begin{aligned} & \delta_{3n,1(n-1)} \cdot X_{1(n-1)} + \delta_{3n,2(n-1)} \cdot X_{2(n-1)} + \delta_{3n,3(n-1)} \cdot X_{3(n-1)} + \\ & + \delta_{3n,1n} \cdot X_{1n} + \delta_{3n,2n} \cdot X_{2n} + \delta_{3n,3n} \cdot X_{3n} + \delta_{3n,1(n+1)} \cdot X_{1(n+1)} + \\ & + \delta_{3n,2(n+1)} \cdot X_{2(n+1)} + \delta_{3n,3(n+1)} \cdot X_{3(n+1)} + \Delta_{3n,e} = 0 \end{aligned} \quad (2.78.c.)$$

La calculul coeficienților din ecuațiile de condiție a sistemului (2.78.) , se iau în considerare deformațiile de încovoiere, deformațiile axiale și de forfecare ale stâlpilor și centurilor.

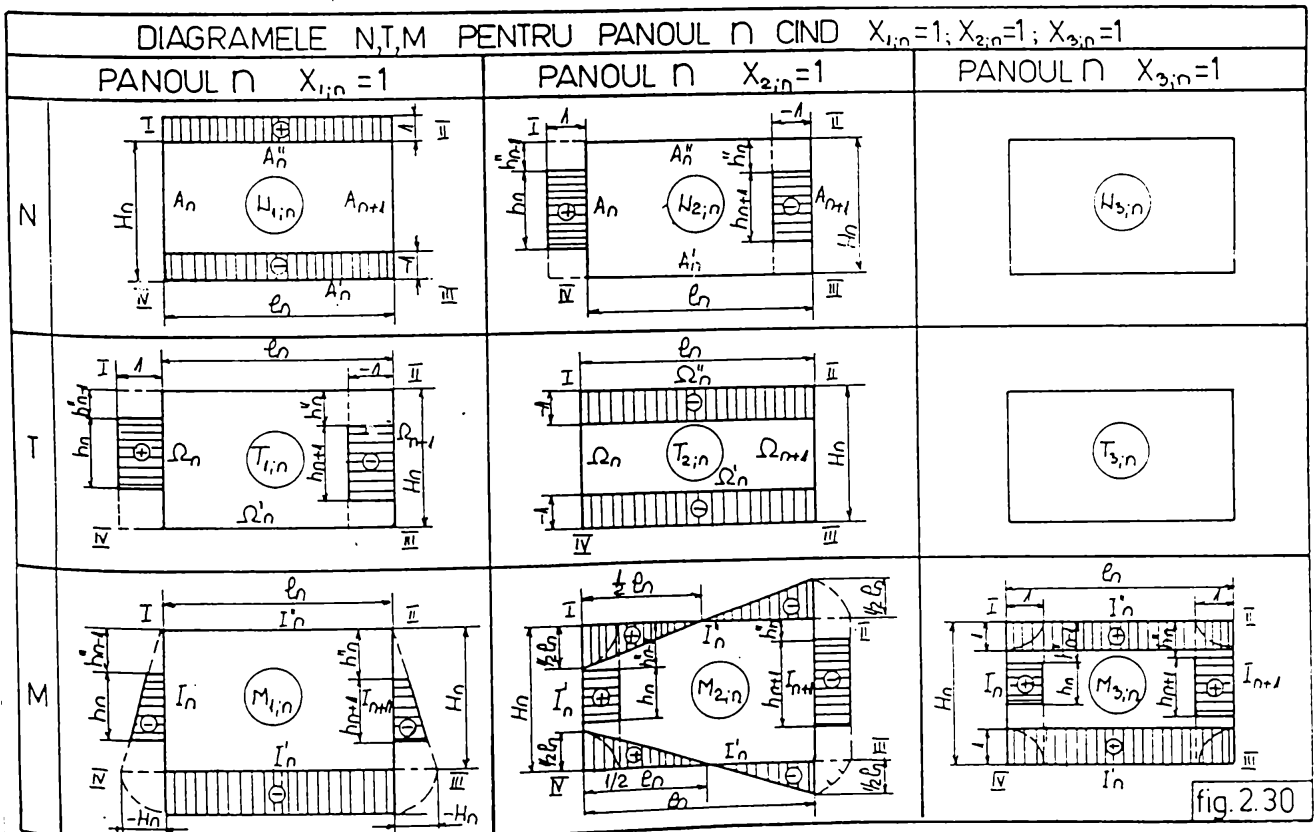
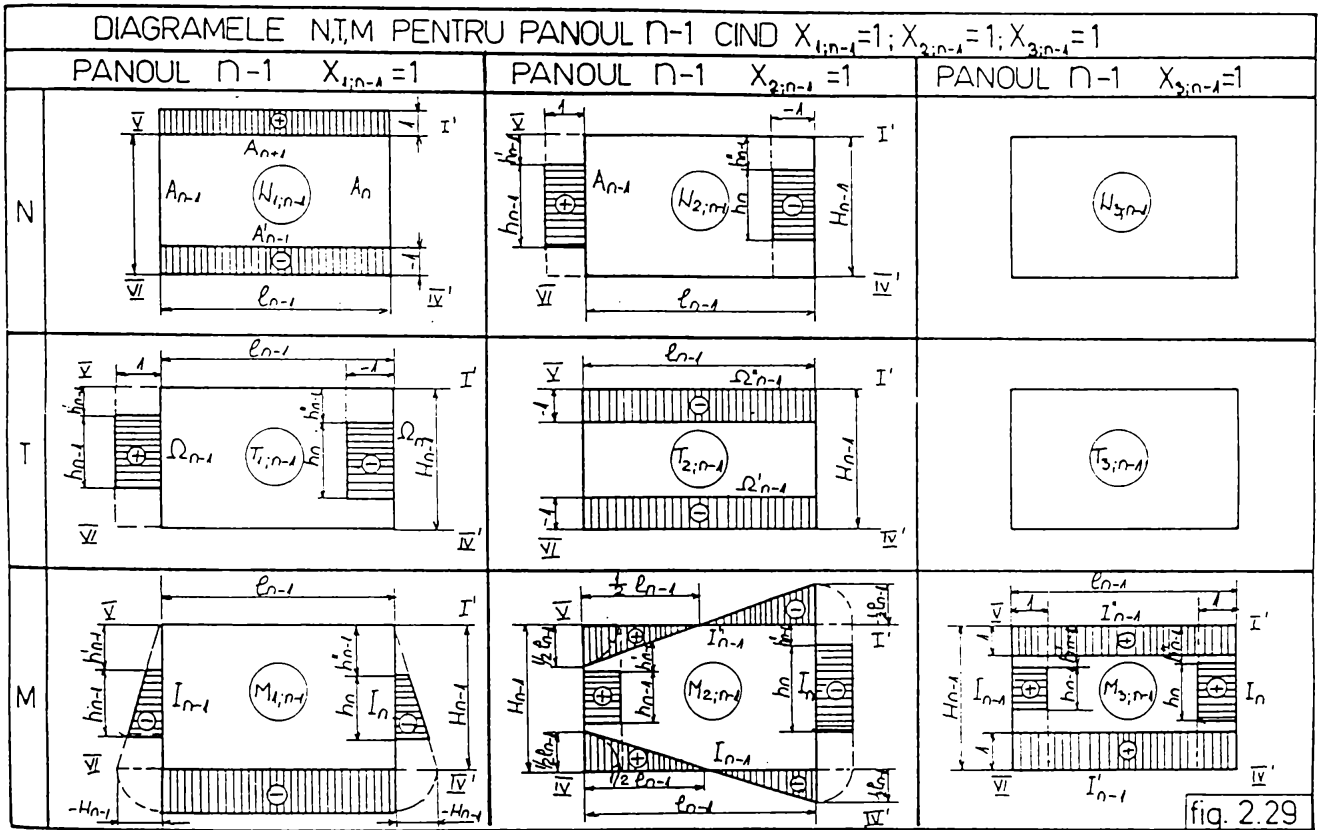
Diagramele de eforturi N ; T ; M pentru panourile $n-1$; n ; $n+1$ produse de eforturile $X_{ij}=1$; sunt trasate în (fig.2.29.) ÷ (fig.2.32.) , în care se remarcă faptul că pentru stâlpi diagramele au fost trasate numai pe porțiunile elastice ale acestora.

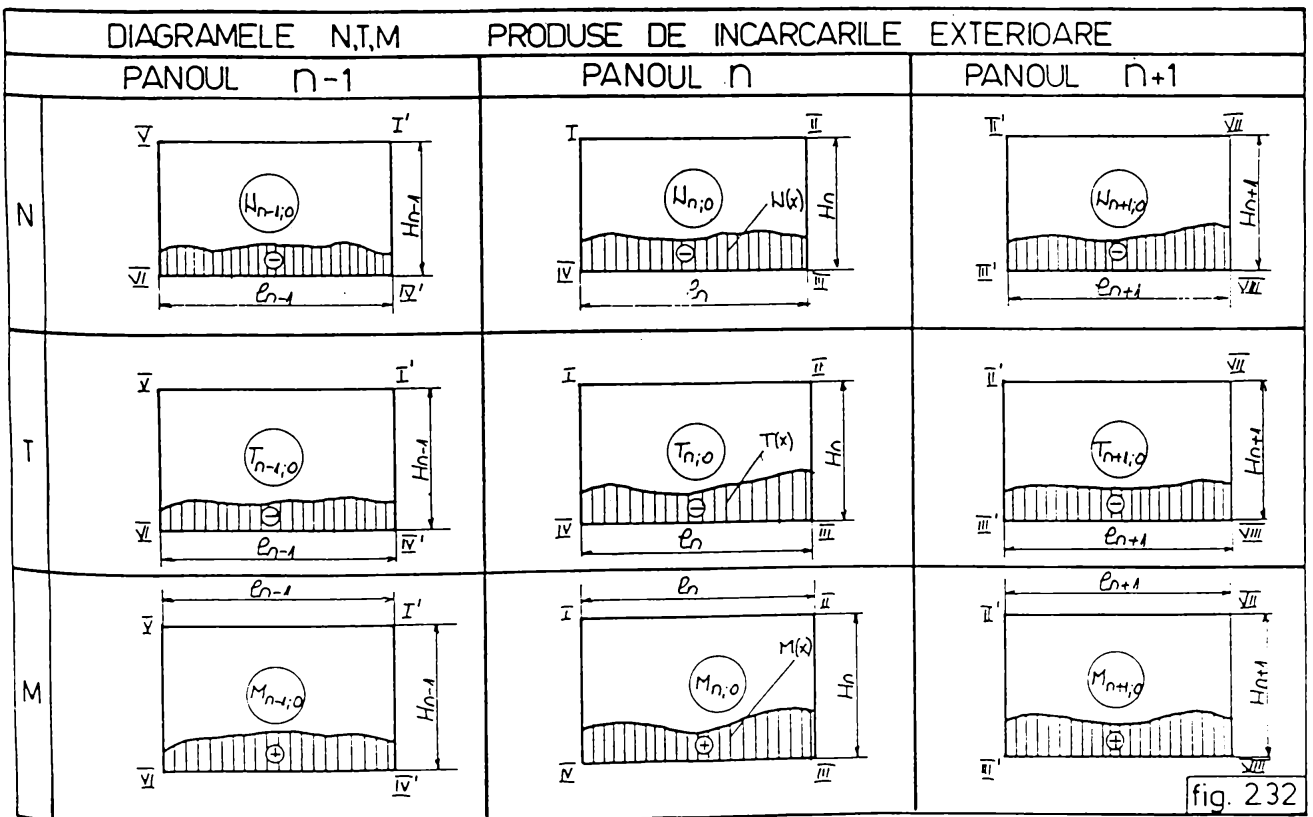
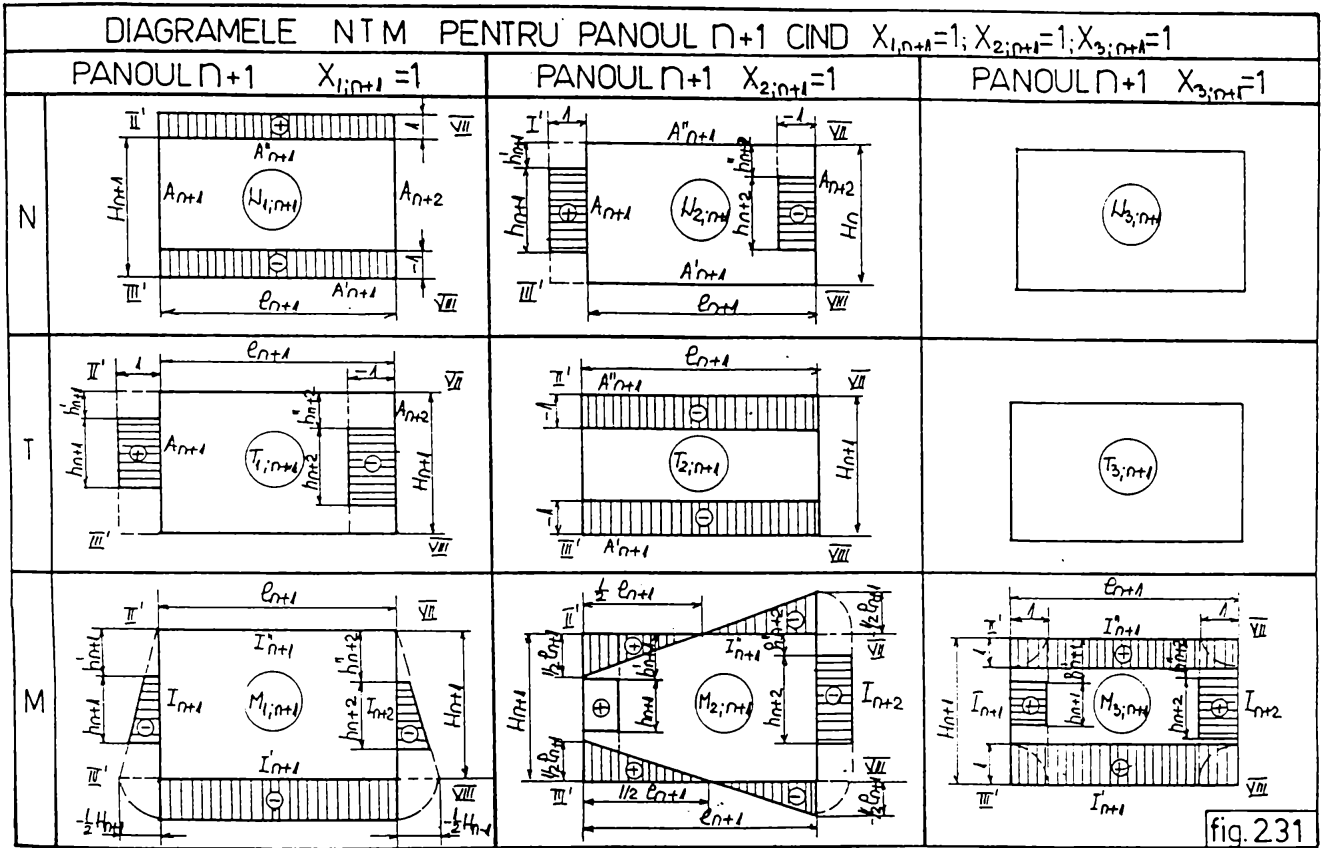
Pentru calculul coeficienților $\delta_{\ell m, ij}$; $\delta_{ij, ij}$; $\Delta_{\ell m, e}$ se utilizează relațiile:

$$\delta_{\ell m, ij} = \sum \int \frac{N_{\ell m} \cdot N_{ij}}{E \cdot A} \cdot ds + \sum \int \frac{T_{\ell m} \cdot T_{ij}}{G \cdot \Omega} \cdot ds + \sum \int \frac{M_{\ell m} \cdot M_{ij}}{E \cdot I} \cdot ds \quad (2.79.a.)$$

$$\delta_{ij, ij} = \sum \int \frac{N_{ij}^2}{E \cdot A} \cdot ds + \sum \int \frac{T_{ij}^2}{G \cdot \Omega} \cdot ds + \sum \int \frac{M_{ij}^2}{E \cdot I} \cdot ds \quad (2.79.b.)$$

$$\Delta_{\ell m, e} = \sum \int \frac{N_e \cdot N_{\ell m}}{E \cdot A} \cdot ds + \sum \int \frac{T_e \cdot T_{\ell m}}{G \cdot \Omega} \cdot ds + \sum \int \frac{M_e \cdot M_{\ell m}}{E \cdot I} \cdot ds \quad (2.79.c.)$$





Aplicând relațiile (2.79.), se determină valorile coeficienților necunoscutelor, expresiile complete ale acestora sunt calculate în lucrările [7] ; [81] .

După calculul concret al tuturor coeficienților și rezolvarea sistemului de ecuații de condiție se pot calcula valorile eforturilor finale, respectiv valorile tensiunilor în diferite secțiuni ale structurii vagonului .

Pentru o mai bună concordanță ale rezultatelor calculului teoretic cu măsurătorile experimentale se propune o corectare a expresiilor lungimilor elastice și neelastice ale barelor, în acest sens, lucrările [115] , [116], introduc coeficienții de rigiditate a încastrării stâlpului. Aceștia se calculează diferențiat pentru următoarele situații :

a.) Pentru stâlpul situat între două deschideri ale căror margini inferioare sunt situate la același nivel (fig.2.33.a.), coeficientul de rigiditate al încastrării K_s este :

$$K_s = \frac{2 \cdot E \cdot I_s}{e^*} \quad (2.80.)$$

în care :

- E - modulul de elasticitate al materialului structurii
- I_s - momentul de inerție al secțiunii stâlpului

$$- e^* = \begin{cases} 1.25 \cdot e_d + 0.75 \cdot e_n & \text{daca } e = e_d + e_u \\ e & \text{daca } e \neq e_d + e_u \end{cases} \quad (2.81.)$$

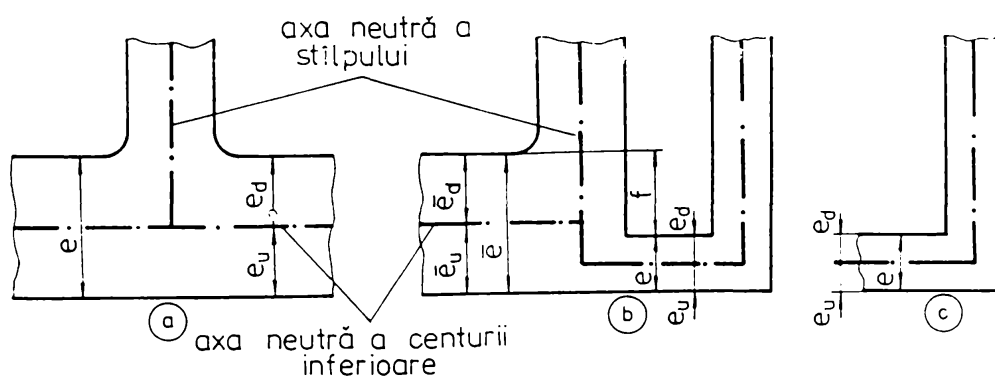


Fig. 2.33

b.) Pentru stâlpul situat între două deschideri ale căror margini inferioare sunt situate la niveluri diferite (fig.2.33.b.), coeficientul de rigiditate al încadrării K_s este :

$$K_s = \frac{2 \cdot E \cdot I_s \cdot \left(\bar{l} \cdot \bar{\ell} + \bar{l} \cdot \bar{\ell} \right)}{\bar{l} \cdot \bar{\ell} \cdot (e^* + 2 \cdot f) + \bar{l} \cdot \bar{\ell} \cdot \bar{e}^*} \quad (2.82.)$$

În care momentul de inerție " I " se calculează în funcție de momentele de inerție ale secțiunii centurii inferioare, respectiv superioare :

$$I = \frac{I_{ci} \cdot I_{cs}}{I_{ci} + I_{cs}} \quad (2.83.)$$

Valorile barate : \bar{l} ; $\bar{\ell}$; \bar{e} se referă la mărimile din panoul a căruia margine inferioară este situată la nivel mai ridicat (fig.2.33.b.)

Utilizând notațiile din (fig.2.33.b.) se poate scrie :

$$\bar{e} = \bar{e}_u + \bar{e}_d \quad f = \bar{e} - e \quad (2.84.)$$

c.) Pentru stâlpul de capăt (fig.2.33.c.), coeficientul de rigiditate al încadrării K_s , se calculează aplicând relațiile de la cazul " a " .

În lucrările [115] , [116] se prezintă macheta formularelor de date de intrare pe calculator pentru efectuarea calculului de rezistență a vagonului prin metoda descrisă în [7] prezentând în final și rezultatele calculului.

2.3. COMPARAȚIE ÎNTRE METODELE DE CALCUL A STRUCTURII DE REZISTENȚĂ A VAGONULUI REDUSĂ LA O STRUCTURĂ PLANĂ ECHIVALENTĂ

În metodele de calcul prezentate în paragrafele anterioare, sunt neglijate unele eforturi pentru a reduce volumul de muncă, micșorând însă precizia rezultatelor calculului. Această neglijare este posibilă numai dacă rigiditatea structurii la solicitarea produsă de eforturile neglijate se încadrează între anumite limite.

O comparație directă a metodelor de calcul, nu este concludentă, ținând cont de marea diversitate a structurilor de rezistență ale carcaselor vagoanelor, și de faptul că fiecare metodă admite ipoteze de calcul diferite.

În vederea comparării sintetice ale metodelor de calcul se vor introduce rapoartele adimensionale [3], [4] care sunt definite prin mărimile caracteristice ale carcaselor sau ale panourilor, respectiv de dimensiunile geometrice ale acestora.

Aceste rapoarte se vor nota prin :

$$\begin{aligned}
 K_1 &= \frac{I_{ci}}{I_{cs}} & K_2 &= \frac{I_{ci}}{I_s} \cdot \frac{h}{\ell} \\
 K_3 &= \frac{I_{ci}}{\ell^2 \cdot A_{ci}} & K_4 &= \frac{A_{ci}}{A_{cs}} & (2.85.) \\
 K_5 &= \frac{A_{ci}}{A_s} \cdot \frac{h}{\ell} & K_6 &= \frac{\ell^2}{h^2}
 \end{aligned}$$

unde :

- $I_{ci} ; I_{cs} ; I_s$ - momentele de inerție ale centurii inferioare, respectiv superioare și ale stâlpului
- $A_{ci} ; A_{cs} ; A_s$ - ariile centurii inferioare, respectiv superioare și ale stâlpului
- $h ; \ell$ - înălțimea respectiv lungimea panoului

Analizând diferite tipuri de carcase de vagoane de călători, [4], se calculează valorile rapoartelor adimensionale cu relațiile (2.85.), rezultând valorile :

$$\begin{aligned}
 K_1 &= 1 \dots 100 & K_2 &= 1 \dots 1000 \\
 K_3 &= 0,001 \dots 0,2 & K_4 &= 1 \dots 5 \\
 K_5 &= 1 \dots 30 & K_6 &= 0,1 \dots 1,5
 \end{aligned}
 \tag{2.86.}$$

Deoarece starea de tensiune și deformație din carcasa vagonului, în cea mai mare măsură se datorează solicitării de încovoiere produsă de sarcina verticală, carcasa de vagoane pot fi clasificate în funcție de valorile coeficienților $K_1; K_2$ după cum se prezintă în Tabelul Nr.2.3.1.

Tabelul Nr. 2.3.1.

Tipul carcasei de vagon		valorile coeficienților	
		K_1	K_2
a	carcase de vagon cu centuri de rigiditate egală și stâlpi rigizi	$\cong 1$	$\cong 1$
b	carcase de vagon cu centuri de rigiditate egală și stâlpi elastici	$\cong 1$	> 1
c	carcase de vagon cu acoperiș elastic și stâlpi rigizi	> 1	$\cong 1$
d	carcase de vagon cu acoperiș elastic și stâlpi elastici	> 1	> 1

Aplicând metodele de calcul simplificat a carcasei vagonului, considerată ca o structură plană echivalentă, la diferite tipuri de carcase de vagoane [3] , [4] , ținând seama de clasificarea prezentată în Tabelul Nr.2.3.1. , prin neglijarea forței axiale și/sau a forței tăietoare, în relațiile de calcul a coeficienților necunoscutelor din ecuațiile de condiție a sistemului static nedeterminat, eroarea de calcul este arătată în Tabelul Nr.2.3.2.

Tabelul Nr. 2.3.2.

Tipul carcasei	Valorile coeficienților			Eroarea [%]
	K_1	K_2	K_5	
a	1	1	30	400 ÷ 450
	1	1	15	300 ÷ 350
	1	1	1	200 ÷ 275
b	1	10	30	180 ÷ 200
	1	100	30	130 ÷ 145
c	10	1	30	100 ÷ 120
	100	1	30	60 ÷ 80
d	10	10	30	25 ÷ 40
	100	100	30	15 ÷ 20

Eroarea s-a calculat, comparând rezultatele obținute prin aplicarea metodei simplificate de calcul, cu rezultatele obținute prin aplicarea metodei de calcul în care s-au luat în considerare eforturile (N ; T ; M_i).

În lucrarea [40], sunt comparate metodele de calcul simplificat a carcasei vagonului, prin aplicarea acestora la modele plane de pereți laterali de vagon, care au îndeplinit condițiile de rigiditate similare celor prezentate în Tabelul Nr. 2.3.1. Rezultatele calculului s-au comparat cu rezultatele obținute prin măsurători experimentale efectuate pe modele plane de pereți laterali de vagon, confecționați din materiale cu proprietăți fotoelastice.

În concluzie, aplicarea metodelor de calcul simplificat la tipuri de carcase de vagon cu centuri rigide (carcase de tip " a " și " b ") conduce la erori de calcul foarte mari. Eroarea de calcul scade, pentru carcasele de tip " c " și " d " , pentru care valorile coeficienților sunt : $K_1 \geq 100$; $K_2 \geq 100$; $K_5 \geq 30$;.

Numai pentru aceste tipuri de carcase de vagon se pot aplica metodele de calcul simplificat ale lui Bieck sau Fabry.

2.4. METODE DE CALCUL ÎN CARE CARCASA VAGONULUI ESTE CONSIDERATĂ CA O STRUCTURĂ DE REZISTENȚĂ SPAȚIALĂ

Pentru o mai bună concordanță între valorile eforturilor, deformațiilor și tensiunilor calculate cu valorile acestor mărimi măsurate experimental, carcasa vagonului trebuie considerată ca o structură de rezistență spațială.

Unele lucrări [69], [115], respectiv unii autori, consideră structura de rezistență a carcasei vagonului, ca o structură spațială de rezistență alcătuită numai din elemente de rezistență unidimensionale (bare și/sau grinzi). În calculul mărimilor caracteristice geometrice ale secțiunilor transversale ale acestora înglobându-se și o parte din învelișul de tablă al carcasei.

În alte lucrări [116], structura de rezistență a carcasei vagonului, este considerată ca o structură spațială de rezistență alcătuită din elemente de rezistență unidimensionale și bidimensionale (bare și/sau grinzi ; plăci).

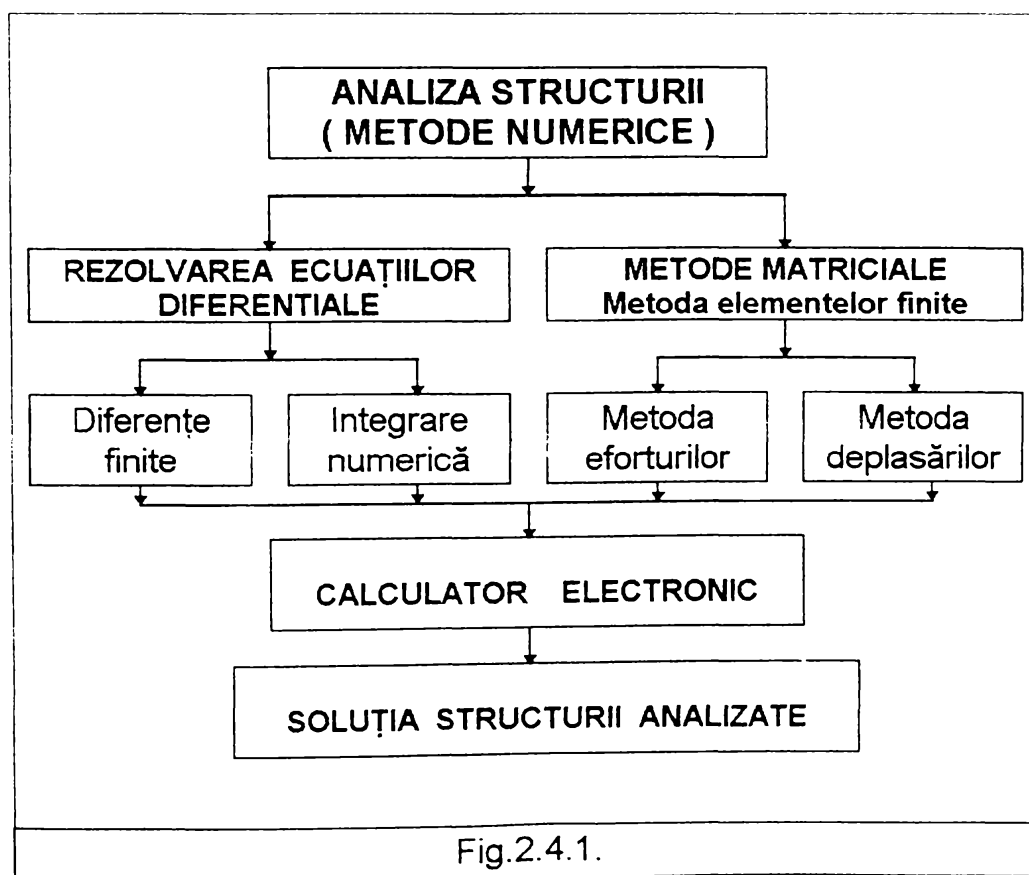


Fig.2.4.1.

În ambele situații, se ajunge la rezolvarea unei structuri spațiale de rezistență static nedeterminate cu un grad ridicat de nedeterminare, motiv pentru care se recurge la rezolvarea acestora prin aplicarea metodelor numerice.

O prezentare sintetică, a analizei structurilor, prin aplicarea metodelor numerice este ilustrată de (fig.2.4.1.)

Metoda elementelor finite este preferată în calculele de rezistență a structurilor, datorită facilităților pe care le oferă utilizatorului.

2.4.1. METODA ELEMENTELOR FINITE

Metoda elementelor finite, este un procedeu modern de analiză a structurilor, apărut în jurul anilor 1950, acesta s-a dezvoltat o dată cu evoluția tehnicii de calcul. Astăzi există scrise o serie de lucrări ample, adevărate monografii care tratează această metodă [1], [2], [5], [8], [9], [33], [37],[41], [44], [45], [53], [76], [81], [85], [87], [88], [89], [90], [92], [98],[107]

Utilizarea calculatoarelor a impus transpunerea relațiilor de calcul analitic sub formă matricială.

Conceptul de bază al metodei elementelor finite constă în substituirea elementului de rezistență continuu analizat, printr-un ansamblu de subdiviziuni numite " elemente finite " , acestea fiind legate între ele numai în anumite puncte, numite puncte nodale.

Datorită acestei înlocuiri, studiul stării de efort și deformație a elementului de rezistență analizat, se face numai într-un număr finit de puncte. Determinarea deplasărilor, eforturilor și tensiunilor din punctele nodale este posibilă prin utilizarea calculatorului, rulând programe de calcul specializate pentru această problemă.

În metoda elementului finit, fiecare element finit este caracterizat printr-o matrice de rigiditate (sau flexibilitate), prin intermediul căreia se alcătuieste matricea de rigiditate (sau flexibilitate), a întregului element de rezistență studiat.

Matricea de rigiditate structurală, pentru întreg elementul de rezistență (sau structură) analizat, se obține prin ansamblarea matricelor de rigiditate ale elementelor finite în care acesta a fost discretizat.

Metoda elementelor finite poate fi exprimată prin metoda deplasărilor cât și prin metoda eforturilor.

Ecuatiile matriciale de bază pot fi exprimate astfel :

- pentru metoda deplasărilor

$$\{R\} = [K] * \{U\} \quad (2.87.)$$

- pentru metoda eforturilor

$$\{U\} = [F] * \{R\} \quad (2.88.)$$

- unde :
- $\{R\}$ - vectorul coloană al încărcărilor structurii
 - $\{U\}$ - vectorul coloană al deplasărilor nodale
 - $[K]$ - matricea de rigiditate a întregii structurii
 - $[F]$ - matricea de flexibilitate a întregii structurii

Se știe că între matricele de rigiditate și matricea de flexibilitate există relația : $[F] = [K]^{-1}$

Matricea de rigiditate a întregii structurii $[K]$ se obtine prin ansamblarea matricelor de rigiditate a elementelor $[k]_e$, aceasta se calculează cu relația :

$$[k]_e = \int_{\Omega_e} [B]^T * [D] * [B] \cdot d \Omega_e \quad (2.89.)$$

- unde :
- Ω_e - reprezinta domeniul elementului finit
 - $[B]$ - matricea operator având expresia :

$$[B] = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial z} \\ \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} & 0 \\ 0 & \frac{\partial}{\partial z} & \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} & 0 & \frac{\partial}{\partial x} \end{bmatrix} \quad (2.90.)$$

- $[D]$ - matricea de elasticitate avand expresia :

$$[D] = \frac{E}{2(1+\mu)(1-2\mu)} * \begin{bmatrix} 2(1-\mu) & 2\mu & 2\mu & 0 & 0 & 0 \\ 2\mu & 2(1-\mu) & 2\mu & 0 & 0 & 0 \\ 2\mu & 2\mu & 2(1-\mu) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (1-2\mu) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (1-2\mu) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (1-2\mu) \end{bmatrix} \quad (2.91.)$$

O dezvoltare mai mare a luat metoda elementelor finite, având la bază metoda deplasărilor. În acest caz necunoscutele sunt deplasările nodale, acestea se vor determina prin rezolvarea ecuației (2.87.) rezultând :

$$\{U\} = [K]^{-1} * \{R\} \quad (2.92.)$$

Cunoscându-se deplasările nodale $\{U\}$ se pot calcula deformațiile specifice $\{\varepsilon\}$ și valorile tensiunilor $\{\sigma\}$ cu relațiile cunoscute din teoria elasticității utilizând notațiile :

$$\{\varepsilon\} = \{ \varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{zz}, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx} \}^T \quad (2.93.)$$

$$\{\sigma\} = \{ \sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx} \}^T \quad (2.94.)$$

se poate scrie

$$\{\varepsilon\} = [B] * \{U\} \quad (2.95.)$$

$$\{\sigma\} = [D] * \{\varepsilon\} = [D] * [B] * \{U\} \quad (2.96.)$$

Aplicarea metodei elementului finit, în varianta metodei deplasărilor, presupune efectuarea următoarelor succesiuni de operații principale :

- împărțirea structurii analizate în elemente finite, numărul și tipul de elemente finite se alege în funcție de specificul problemei, de scopul urmărit, de precizia de calcul dorită și de memoria disponibilă a calculatorului

- stabilirea încărcărilor care acționează în nodurile elementelor finite, precum și a celor ce acționează distribuit asupra elementelor finite

- alcătuirea matricei de rigiditate pentru fiecare element finit și a vectorului coloană a încărcărilor corespunzătoare elementului finit

- ansamblarea matricelor de rigiditate și a vectorilor coloană a încărcărilor corespunzătoare elementelor finite, în matricea de rigiditate structurală, respectiv vectorului coloană a încărcărilor corespunzătoare întregii structuri

- rezolvarea ecuației matriciale (2.87.) și determinarea valorilor deplasărilor nodale ale întregii structuri $\{U\}$

- calculul deformațiilor specifice $\{\varepsilon\}$ și ale tensiunilor $\{\sigma\}$ pentru toate elemente finite ale structurii

Această succesiune de operații, se poate realiza prin utilizarea programelor specializate pentru elemente finite [117], [118], [119].

Utilizarea calculatorului și programelor de calcul specializate pentru rezolvarea problemelor de rezistență care aplică metoda elementului finit ușurează munca inginerului (utilizatorului).

Aplicarea acestora necesită a se efectua două tipuri de activități :

a.) activitate intelectuală (efectuată în exclusivitate de utilizator) care presupune :

- alegerea tipului, a formei geometrice și a dimensiunilor elementelor finite utilizate

- discretizarea structurii de rezistență analizate în elemente finite care să modeleze cât mai fidel structura reală

- stabilirea matricei forțelor nodale generalizate care soliciță structura de rezistență analizată

- stabilirea modurilor de rezemare a structurii de rezistență și introducerea blocajelor adecvate acestora

- interpretarea rezultatelor (rulărilor programelor de calcul), prin care utilizatorul poate valida rezultatele obținute dacă acestea descriu în mod rezonabil structura de rezistență analizată, sau să reformuleze modelarea în cazul că rezultatele obținute nu corespund.

b.) activitate automatizată (efectuată în exclusivitate de calculator) prin care se rezolvă :

- citirea (descrierea) modelului realizat de utilizator, sub o formă numerică, de calculator respectiv de programul de calcul

- calculul matricei de rigiditate pentru fiecare element finit în parte

- calculul matricei forțelor nodale echivalente pentru fiecare element finit în parte

- alcătuirea matricei de rigiditate a structurii, prin asamblarea matricilor de rigiditate ale tuturor elementelor finite care alcătuiesc structura de rezistență

- formarea matricei forțelor nodale echivalente a întregii structuri de rezistență, prin asamblarea matricilor forțelor nodale ale tuturor elementelor finite

- formarea matricei deplasărilor nodale a întregii structuri prin asamblarea matricei deplasărilor nodale ale tuturor elementelor finite

- inversarea matricei de rigiditate a structurii
- calculul deplasărilor nodale ale structurii
- calculul tensiunilor

În prezenta lucrare autorul a utilizat următoarele tipuri de elemente finite :

- elemente finite unidimensionale
 - bare cu două noduri, definite în spațiul tridimensional, fiecare nod având trei grade de libertate (numai translații, rotațiile fiind blocate)
 - grinzi cu două noduri, definite în spațiul tridimensional, fiecare nod având șase grade de libertate
- elemente finite bidimensionale
 - placă plană, (patrulater) definită în spațiul bidimensional, obligatoriu în planul Y-Z, fiecare nod având două grade de libertate
 - placă spațială, (patrulater) definită în spațiul tridimensional, fiecare nod având șase grade de libertate
- elemente finite tridimensionale
 - paralelipiped (cărămidă), definit în spațiul tridimensional, fiecare nod având trei grade de libertate (numai translații, rotațiile fiind blocate)

CAPITOLUL 3

APLICAREA METODELOR DE CALCUL LA VERIFICAREA REZISTENȚEI CARCASEI VAGONULUI

3.1. CONSIDERENTE GENERALE REFERITOARE LA APLICAREA METODELOR DE CALCUL

Metodele de calcul pentru verificarea structurii de rezistență a carcasei vagonului au fost aplicate vagoanelor de tip " Y " excutate de "Intreprinderea de Vagoane Arad " având la bază documentațiile de execuție ale vagoanelor 133.00 și 800.00.

3.1.1. IPOTEZE, PRINCIPII ȘI OBIECTIVE

În vederea aplicării metodelor de calcul au fost acceptate următoarele ipoteze de calcul :

▲ Structura de rezistență a carcaselor vagoanelor prezintă o dublă simetrie față de planul vertical longitudinal și planul vertical transversal (Fig.2.1.) Din acest motiv calculele, se vor efectua numai pe un sfert din structura de rezistență a vagonului.

▲ S-au luat în considerare doar încărcările simetrice față de cele două plane menționate anterior

▲ În execuția carcasei vagonului se folosesc următoarele materiale : OL 52 - 3k STAS 500 / 2 - 80; OL 37 - 3k STAS 500 / 2 - 80; Tablă A 2k -02; STAS 9485 - 80; acestea au valorile modulelor de elasticitate longitudinale foarte apropiate, din acest motiv se poate considera că toată structura este alcătuită dintr-un singur tip de material.

▲ La modelarea structurii de rezistență a sfertului de carcasă a vagonului s-a luat în considerare numai scheletul metalic al carcasei și învelișul exterior al acesteia. Efectul de rigidizare al învelișului interior și al amenajărilor interioare a fost neglijat.

▲ Structura de rezistență a sfertului de carcasă a vagonului se calculează numai în regim static de solicitare. Valorile încărcărilor s-au stabilit după caietul de sarcini al produsului cu respectarea recomandărilor din [113], [114]. Valoarea sarcinii statice verticale se majorează printr-un coeficient dinamic a cărui valoare este precizată în [113].

▲ Sunt acceptate ipotezele fundamentale din rezistența materialelor referitoare la calculul liniar al structurilor

▲ Pentru calculul sfertului din structura de rezistență a vagonului a fost aplicată metoda elementelor finite

● ipoteze de calcul specifice discretizării carcasei vagonului în elemente finite de tip grindă

○ Efectul de consolidare al invelișului de tablă a fost modelat prin porțiuni de tablă luate în considerare la alcătuirea secțiunii grinzilor. În unele situații au fost introduse și grinzi auxiliare fictive, care să rigidizeze structura în vederea menținerii unghiurilor dintre grinzi.

○ Pentru fiecare secțiune distinctă a grinzilor se calculează mărimile caracteristice geometrice față de sistemul de axe central avînd întotdeauna una din axe paralele cu un contur exterior al secțiunii. Față de același sistem de axe s-au definit fibrele unde se vor calcula tensiunile. (vezi Anexa Nr. 1)

○ Poziția grinzii, în structura de rezistență a carcasei vagonului este definită, prin poziția centrelor de greutate a secțiunilor extreme ale acesteia și a orientării sistemului de axe locale față de sistemul de axe global

○ Tensiunile se calculează ținînd cont numai de solicitarea compusă de întindere sau compresiune cu încovoiere față de sistemul de axe local central principal.

■ Ipoteze de calcul specifice discretizării carcasei vagonului în elemente finite de tip placă

□ Pentru variantele de calcul, în care carcasa vagonului este redusă la o structură plană, secțiunile reale ale elementelor de rezistență ce alcătuiesc carcasa vagonului sunt înlocuite prin secțiuni dreptunghiulare, cărora s-a calculat grosimea echivalentă

Principalele obiective urmărite prin aplicarea metodelor de calcul sunt :

◆ Verificarea structurii de rezistență a carcasei vagonului în general .

◆ Testarea diferitelor metode de calcul

◆ Compararea mai multor variante de discretizare a structurii

◆ Studiul influenței elementelor acoperișului asupra rigidității întregii structuri a carcasei vagonului.

◆ Analiza influenței rigidității stîlpului asupra rigidității structurii carcasei vagonului.

3.1.2. DEFINIREA ȘI NOTAREA VARIANTELOR DE CALCUL EFECTUATE

Aplicarea metodelor de calcul pentru carcasa vagonului s-au efectuat după schemele structurale de principiu prezentate în (fig.3.1.2.1.); (fig.3.1.2.1.a.); (fig.3.1.2.1.b.), în care sunt indicate variantele de calcul având precizate și notarea simbolică a acestora.

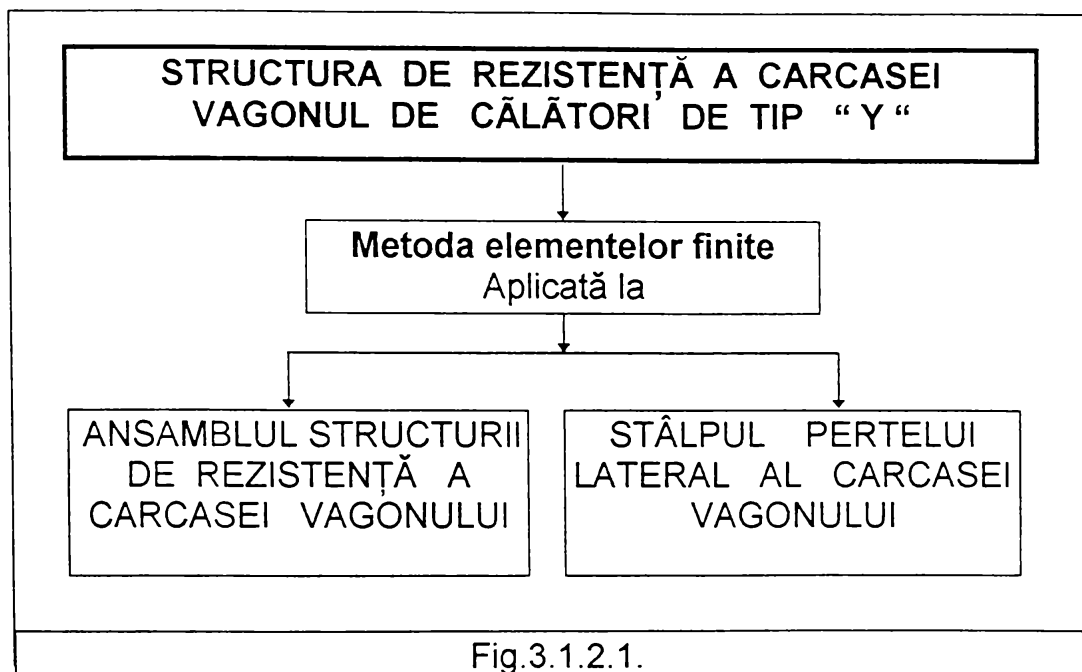


Fig.3.1.2.1.

Notarea simbolică a variantelor de calcul pentru ansamblul structurii de rezistență a carcasei vagonului sunt prezentate în (fig.3.1.2.1.a.) și au următoarele semnificații :

- V.P.G.1. - structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură plană discretizată în elemente finite de tip grindă, fără a introduce în calcule lungimea elastică respectiv neelastică a grinzilor
- V.P.G.2. - structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură plană discretizată în elemente finite de tip grindă, în discretizarea structurii s-a luat în considerare lungimea elastică respectiv neelastică a grinzilor
- V.P.P.1. - structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură plană, la care s-au luat în considerare și elementele componente ale acoperișului, fiind discretizată în elemente finite de tip placă plană.
- V.P.P.2. - structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură plană, la care elementele componente ale acoperișului nu s-au luat în considerare, (structură de vagon fără acoperiș), fiind discretizată în elemente finite de tip placă plană.

- V.P.P.3. . - structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură plană, vagon fără acoperiș, având partea corespunzătoare acoperișului înclinată, fiind discretizată în elemente finite de tip placă spațială.

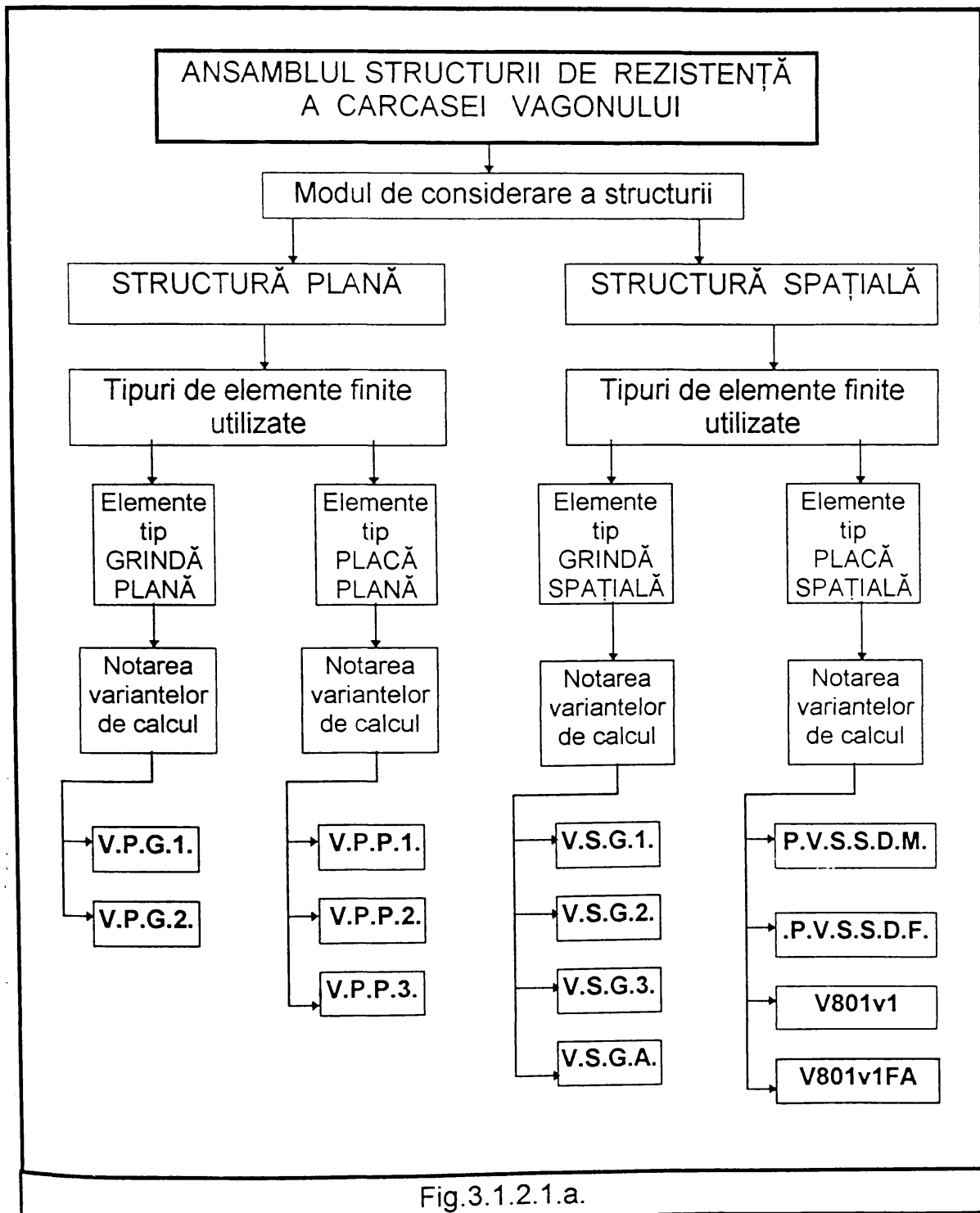


Fig.3.1.2.1.a.

- V.S.G.1.- structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură spațială discretizată în elemente finite de tip grindă spațială, fără a introduce în calcule lungimea elastică respectiv neelastică a grinzilor și fără diagonale de rigidizare
- V.S.G.2.- structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură spațială discretizată în elemente finite de tip grindă spațială, în discretizarea structurii s-a luat în considerare lungimea elastică respectiv neelastică a grinzilor; s-au introdus diagonale de rigidizare în stâlpi, centura inferioară și superioară
- V.S.G.3. - această variantă de calcul este similară cu varianta de calcul - - V.S.G.2. - cu deosebirea că are un număr mai mare de diagonale de rigidizare
- V.S.G.A. . - structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură spațială discretizată în elemente finite de tip grindă spațială, la care elementele acoperișului nu au fost luate în considerare, în discretizarea structurii s-a luat în considerare lungimea elastică respectiv neelastică a grinzilor; s-au introdus diagonale de rigidizare în stâlpi, centura inferioară și superioară, în același mod ca pentru varianta - V.S.G.3.
- P.V.S.S.D.M. - structura de rezistență spațială a carcasei vagonului este redusă la structura de rezistență spațială a peretelui vagonului, discretizată în elemente finite de tip placă spațială, rețea de discretizare grosieră
- P.V.S.S.D.F. - structura de rezistență spațială a carcasei vagonului este redusă la structura de rezistență spațială a peretelui vagonului, discretizată în elemente finite de tip placă spațială, rețea de discretizare fină
- V.801v1 - structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură spațială, discretizată în elemente finite de tip placă spațială, rețea de discretizare medie
- V.801v1FA - structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură spațială, la care elementele componente ale acoperișului nu s-au luat în considerare, (vagon fără acoperiș), discretizată în elemente finite de tip placă spațială, rețea de discretizare medie

Notarea simbolică a variantelor de calcul pentru structura de rezistență a stâlpului peretelui lateral al vagonului sunt prezentate în (fig.3.1.2.1.b.), având următoarele semnificații :

- S.P.D.G. - stâlpul peretelui lateral al carcasei vagonului, considerat ca o structură plană discretizată în elemente finite de tip placă plană, rețea de discretizare grosieră

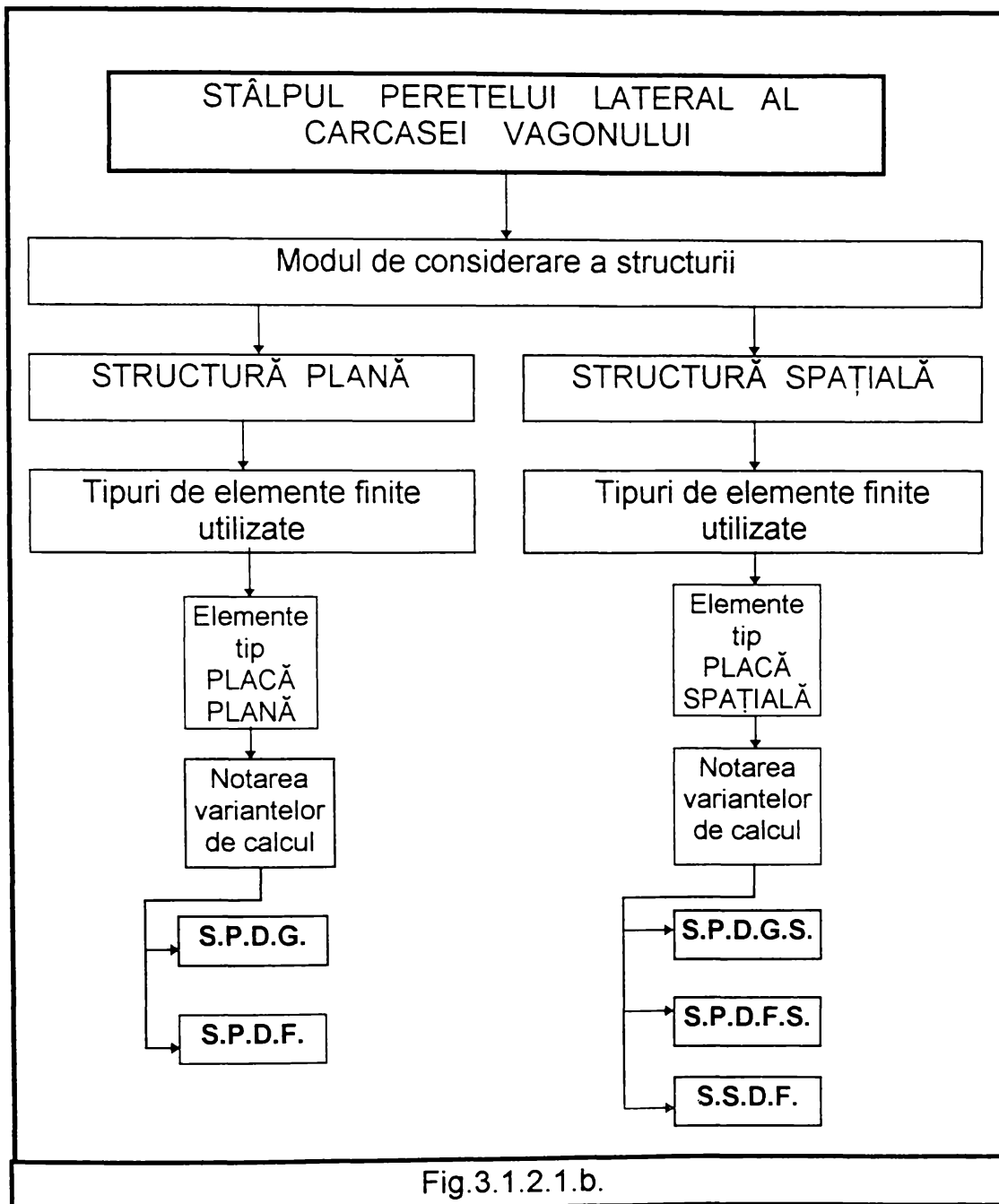


Fig.3.1.2.1.b.

- S.P.D.F. - stâlpul peretelui lateral al carcasei vagonului, este considerat ca o structură plană, discretizată în elemente finite de tip placă plană, rețea de discretizare fină
- S.P.D.G.S. - stâlpul peretelui lateral al carcasei vagonului, este considerat ca o structură plană discretizată în elemente finite de tip placă spațială, având partea corespunzătoare acoperișului înclinată, rețea de discretizare grosieră

- S.P.D.F.S. - stâlpul peretelui lateral al carcasei vagonului, este considerat ca o structură plană, discretizată în elemente finite de tip placă spațială, având partea corespunzătoare acoperișului înclinată, rețea de discretizare fină
- S.S.D.F. - stâlpul peretelui lateral al carcasei vagonului, este considerat ca o structură spațială discretizată în elemente finite de tip placă spațială, rețea de discretizare fină.

3.1.3. DIMENSIUNILE PRINCIPALE ALE STRUCTURILOR CALCULATE

Dimensiunile principale, forma și modul de dispunere a elementelor de rezistență ale carcaselor vagoanelor de tip " Y " (seria vagoanelor 133.00 și 800.00), rezultate din analiza documentațiilor de execuție ale acestora sunt prezentate sintetic în (fig.3.1.3.1.) ÷ (fig.3.1.3.11.).

Figurile 3.1.3.1. ÷ 3.1.3.5. reprezintă secțiunile transversale prin sfertul din structură de rezistență a carcasei, realizată la mijlocul deschiderii fiecărui panou.

Secțiunile transversale ale stâlpilor, sunt redată în (fig.3.1.3.6.) până la (fig.3.1.3.10.). Cotele de amplasare ale stâlpilor, rezultă din secțiunea realizată în peretele lateral al carcasei vagonului (fig.3.1.3.11.)

Pe figurile 3.1.3.1 ÷ 3.1.3.11. s-au notat secțiunile tipizate (conform Anexei 1), componente ale profilelor ce alcătuiesc structură de rezistență a carcasei vagonului .

SECȚIUNI TRANSVERSALE PRIN PERETE		Tabelul Nr. 3.1.3.1.											
Secțiuni	Forma	⌋	┌	C	⌌	┐	└	┘	┙	┚	┛	├	┝
	Nr. catalog	S ₉	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₈	S ₂₃	S ₂₄	S ₂₅	S ₂₆	S ₂₇	S ₂₉	S ₃₀	S ₃₃
Secțiunea I		2	1		1		1			1		3	
Secțiunea II		2		1	2	1		1	2	1		3	
Secțiunea III		1			2	1		1	2		1	1	1
Secțiunea IV		1			2	1		1	2	1		3	
Secțiunea V,VI,VII		1			2	1		1	1	1		3	

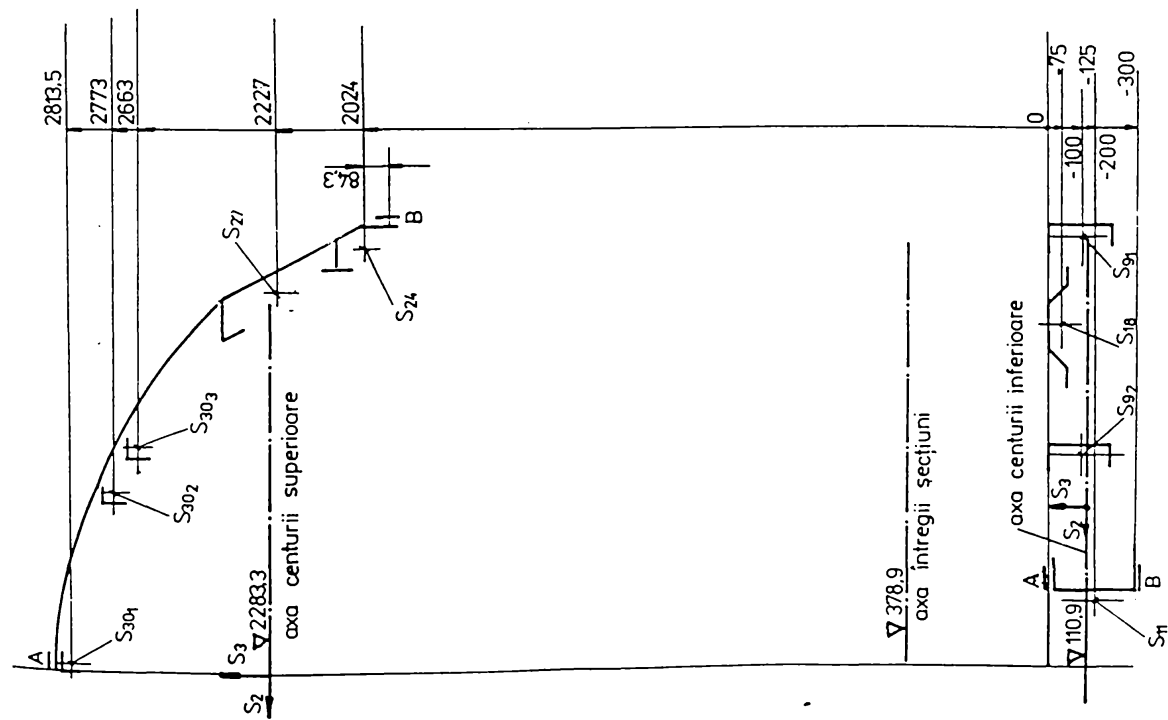


Fig.3.1.3.1. SECTIUNEA I

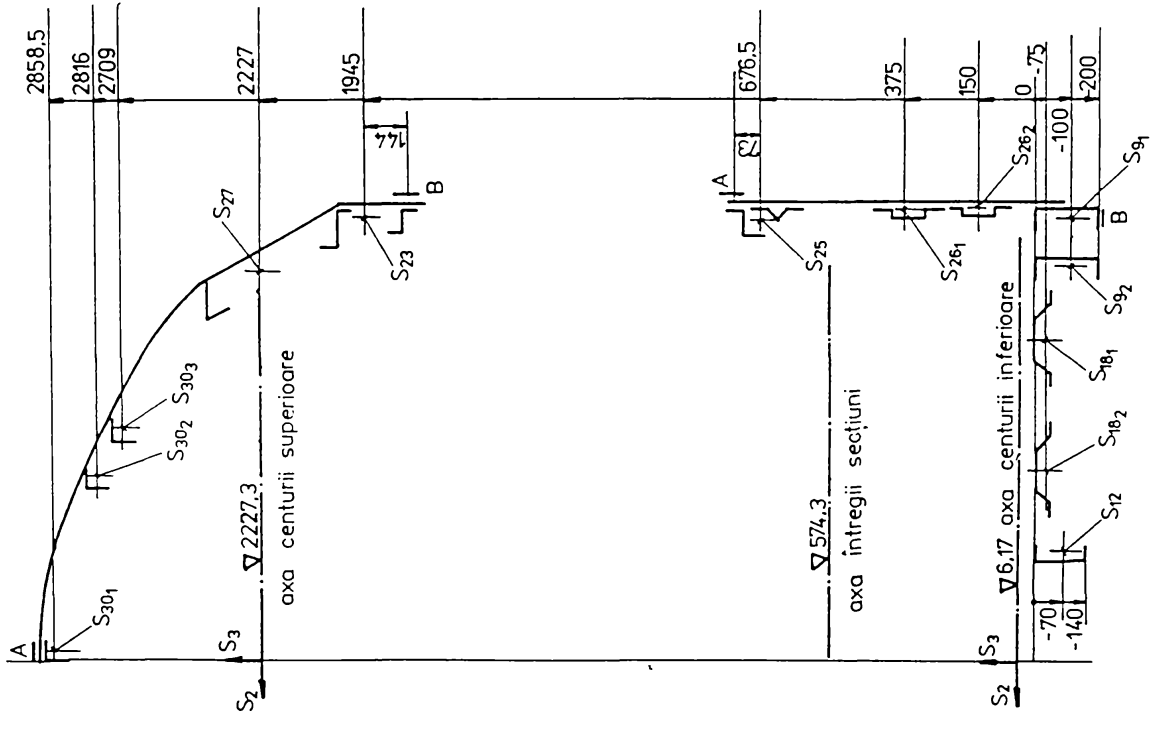


Fig.3.1.3.2. SECTIUNEA I

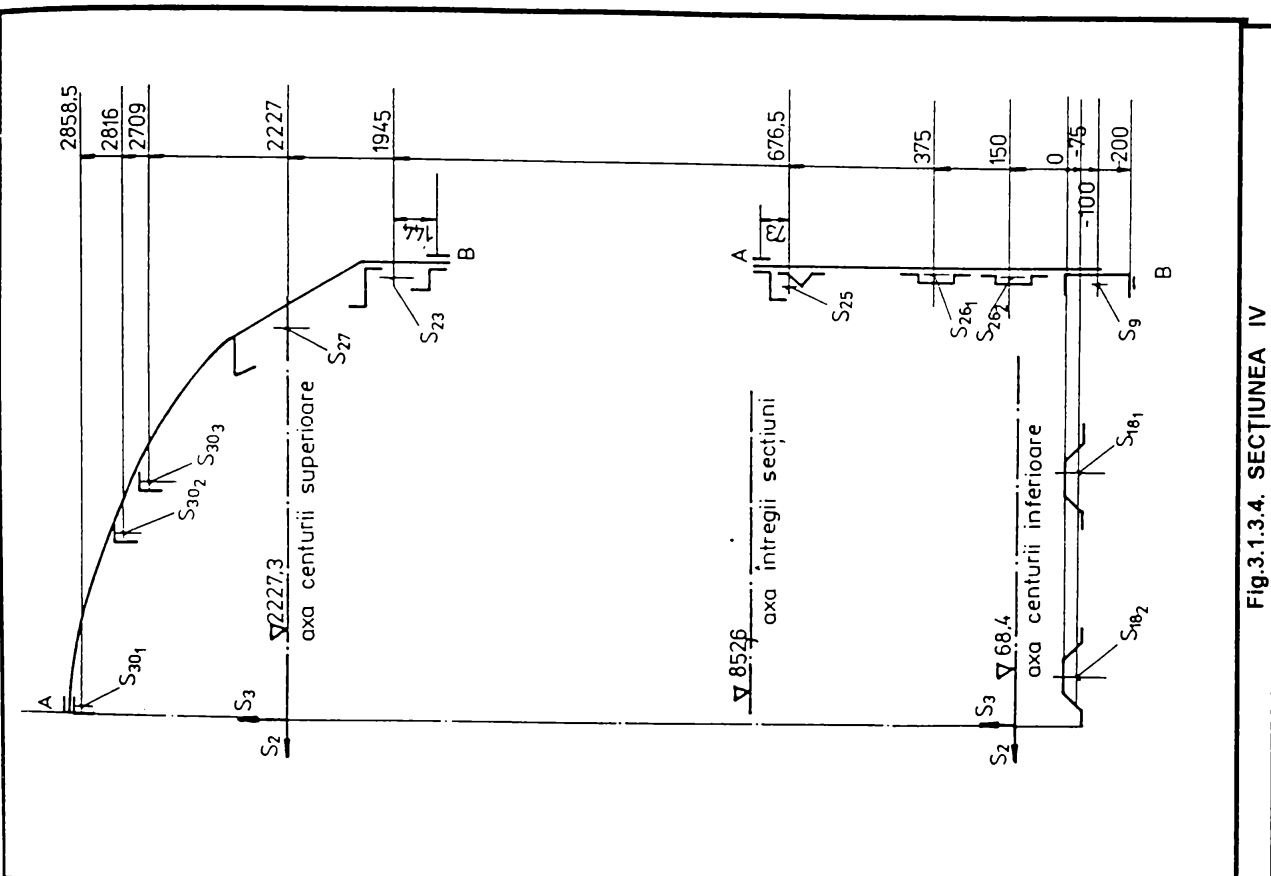


Fig.3.1.3.4. SECȚIUNEA IV

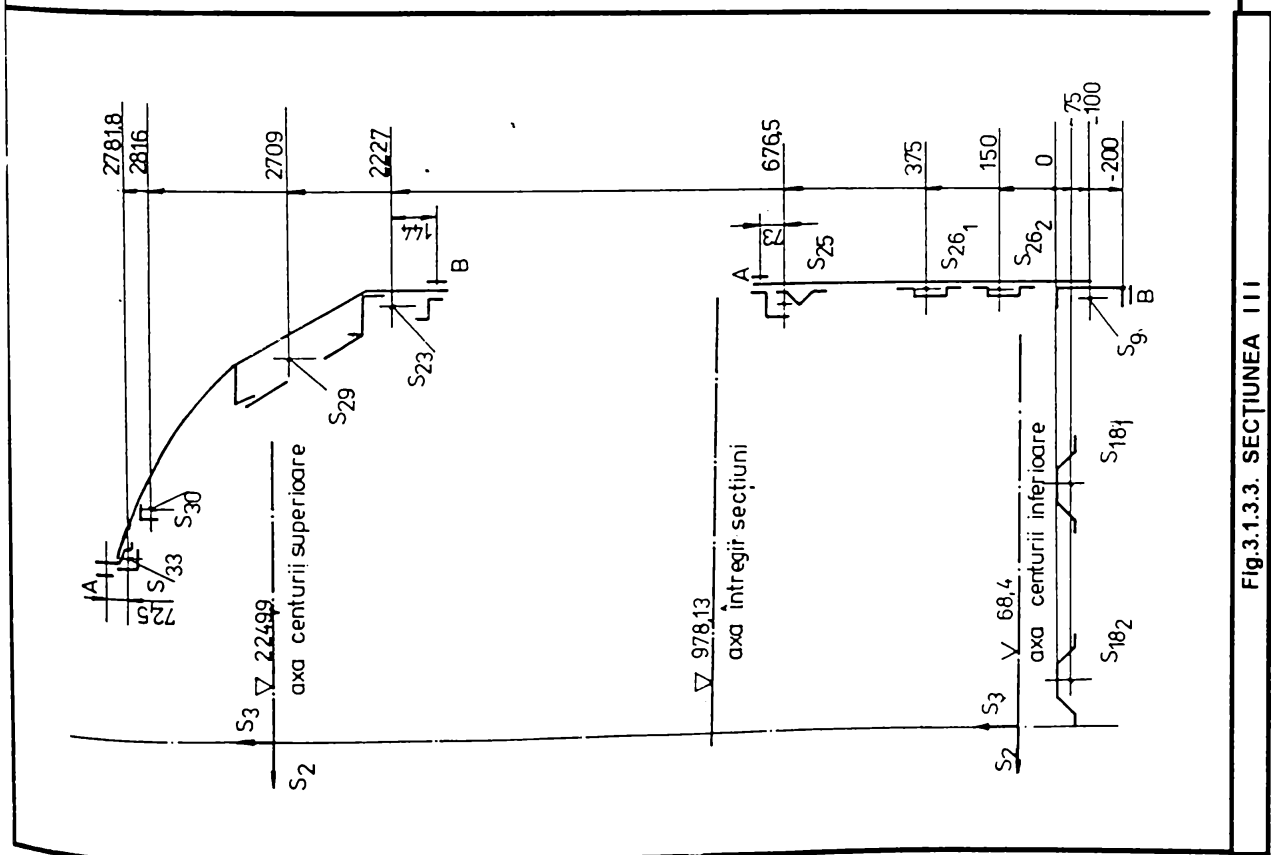


Fig.3.1.3.3. SECȚIUNEA III

SECȚIUNILE TRANSVERSALE ALE STĂLPILOR STĂLPUL B	
Fig. 3.1.3.6	Fig. 3.1.3.7.
STĂLPUL "C"	
Fig. 3.1.3.8.	Fig. 3.1.3.9.
STĂLPUL D; E; F; G	
	Fig. 3.1.3.10.

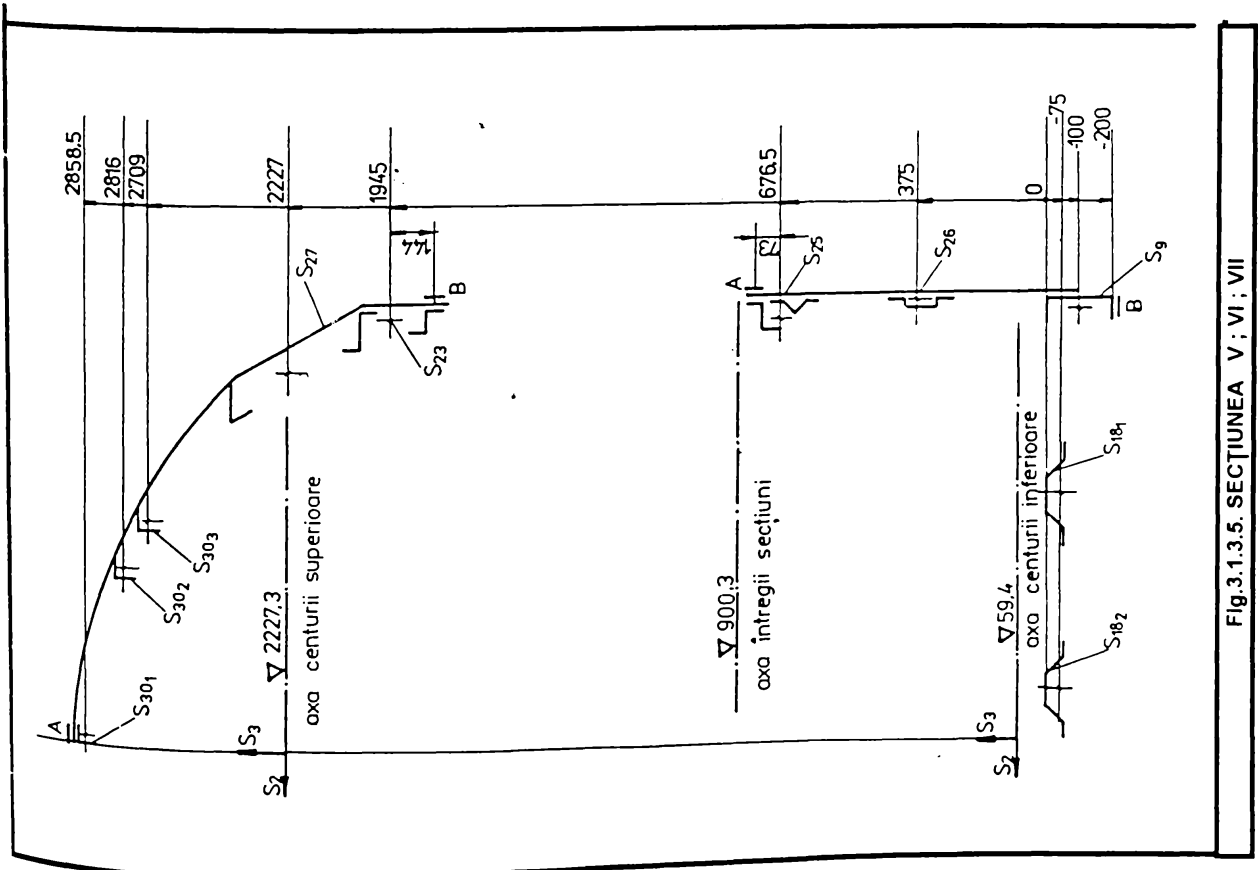


Fig. 3.1.3.5. SECȚIUNEA V; VI; VII

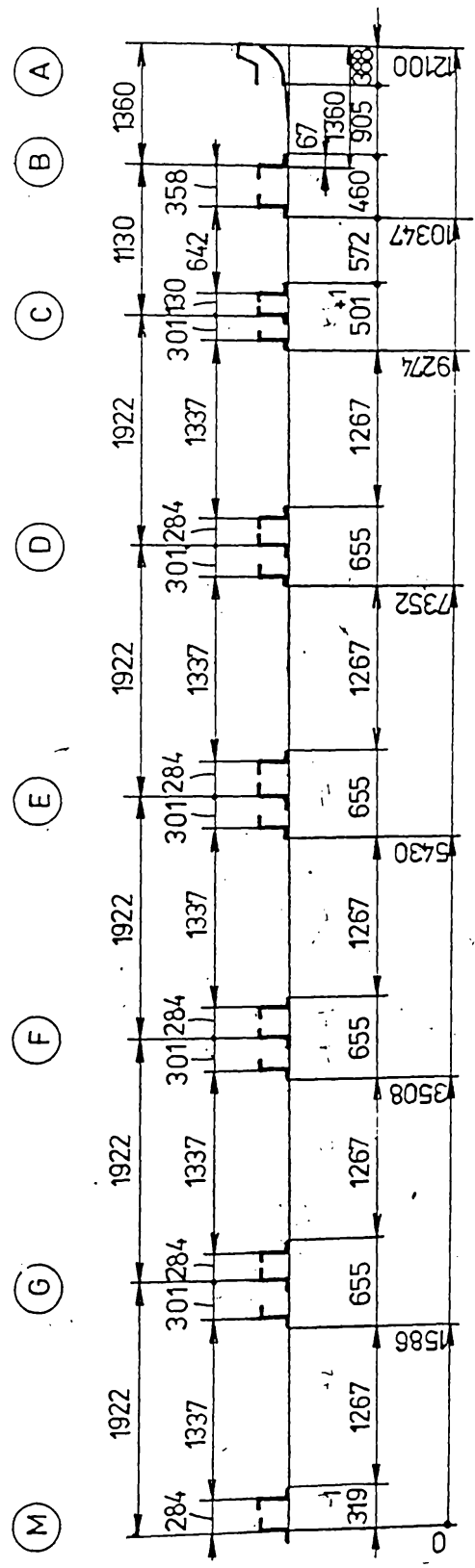







Fig.3.1.3.11. SECȚIUNE LONGITUDINALĂ PRIN PERETELE LATERAL AL VAGONULUI

Pentru calculul caracteristicilor geometrice ale secțiunilor centurilor și stâlpilor, s-au utilizat valorile calculate în lucrarea [21], [72], [86].

Secțiunile tipizate, care alcătuiesc secțiunile transversale ale peretelui lateral sunt indicate în Tabelul Nr. 3.1.3.1; iar pentru stâlpii, acestea rezultă din Tabelul Nr. 3.1.3.2.

SECȚIUNI TRANSVERSALE PRIN STÂLP		Tabelul Nr. 3.1.3.2.				
Secțiuni	Forma					
	Nr. catalog	S ₄	S ₅	S ₆	S ₁₉	S ₂₂
Stalpul	A				1	1
Stalpul	B	1		1		
Stalpul	C		1	2		
Stalpul	M		1	1		
Stalpul	D,E,F,G		1	2		

Pentru calculul mărimilor caracteristice ale secțiunilor componente ale carcasei vagonului, s-a acceptat o metodă aproximativă, rezultată prin descompunerea secțiunii reale, în dreptunghiuri de lățime mică. Aplicând rezultatele din lucrările [86], calculul mărimilor caracteristice ale unui dreptunghi oarecare, având notațiile din (fig.3.1.3.12.), cu precizarea că $h > b$, se poate efectua dacă sunt cunoscute coordonatele punctelor ce definesc axa dreptunghiului I (z_1, y_1) și II (z_2, y_2), precum și grosimea "g".

Ecuția axei dreptunghiului " I - II " se poate scrie astfel :

- dacă $z_2 \neq z_1$ atunci :

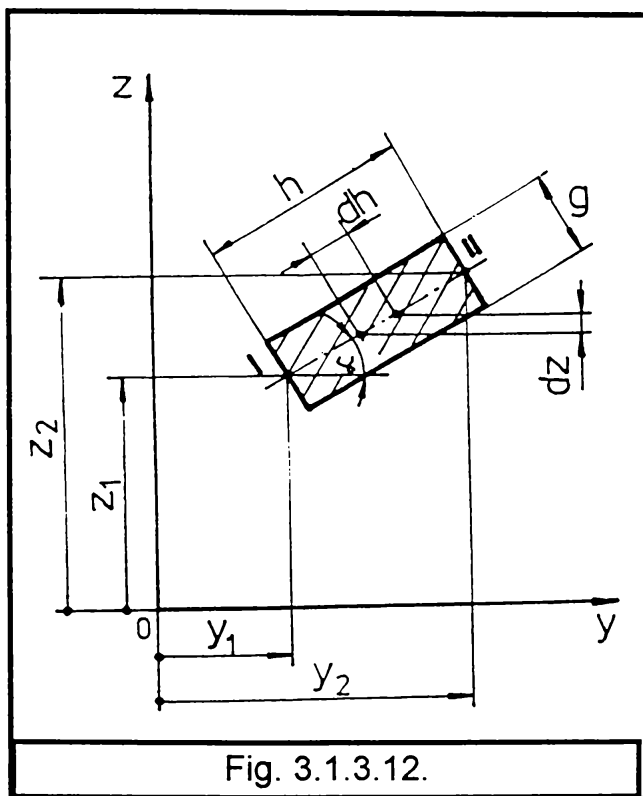
$$y = a \cdot z + b \quad (3.1.1.)$$

unde : $a = \frac{y_2 - y_1}{z_2 - z_1}$ și $b = y_1 - a \cdot z_1$

- dacă $y_2 \neq y_1$ atunci :

$$z = m \cdot y + n \quad (3.1.2.)$$

unde: $m = \frac{z_2 - z_1}{y_2 - y_1}$ și $n = z_1 - m \cdot y_1$



Cu notațiile din (fig.3.1.3.12.) relațiile (3.1.1.) și (3.1.2.), mărimile caracteristice ale dreptunghiului se exprimă astfel :

- aria $A = b \cdot h$ (3.1.3.)

- momentele statice :

$$S_y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot h \cdot (z_1 + z_2)$$

$$S_z = \frac{1}{2} \cdot g \cdot h \cdot (y_1 + y_2) \quad (3.1.4.)$$

- momentele de inerție axiale :

$$I_y = \frac{1}{3} \cdot g \cdot h \cdot (z_1^2 + z_1 \cdot z_2 + z_2^2) \quad (3.1.5.)$$

dacă $y_1 \neq y_2$ atunci :

$$I_z = \frac{1}{3} \cdot g \cdot h \cdot (y_1^2 + y_1 \cdot y_2 + y_2^2) \quad (3.1.6.)$$

dacă $z_1 \neq z_2$ atunci :

$$I_z = g \cdot h \left[\frac{1}{3} \cdot a^2 (z_1^2 + z_1 \cdot z_2 + z_2^2) + a \cdot b (z_1 + z_2) + b^2 \right] \quad (3.1.7.)$$

- momentele de inerție centrifugale :

dacă $z_1 \neq z_2$ atunci :

$$I_{yz} = g \cdot h \cdot \left[\frac{1}{3} \cdot a(z_1^2 + z_1 \cdot z_2 + z_2^2) + \frac{1}{2} \cdot b \cdot (z_1 + z_2) \right] \quad (3.1.8.)$$

dacă $y_1 \neq y_2$ atunci :

$$I_{yz} = g \cdot h \cdot \left[\frac{1}{3} \cdot m \cdot (y_1^2 + y_1 \cdot y_2 + y_2^2) + \frac{1}{2} \cdot n \cdot (y_1 + y_2) \right] \quad (3.1.9.)$$

Utilizând relațiile de calcul (3.1.3.) ÷ (3.1.9.) a fost întocmit algoritmul și programul de calcul pentru calcularea mărimilor caracteristice ale secțiunilor plane [72], [86], când acestea sunt descompuse în dreptunghiuri de lățime mică.

3.1.4. CALCULUL SARCINII VERTICALE

Pentru toate variantele de calcul sarcina verticală care solicită carcasa vagonului s-a calculat respectând normativele [113], [114], din acestea rezultă :

$$P = 1,3(P_1 + P_2) \quad [\text{daN}] \quad (3.1.10.)$$

unde : P_1 - greutatea carcasei vagonului gata de mers care se calculează cu relația :

$$P_1 = G_{co} + G_{ai} + G_{elg} + G_{mot} + G_a \quad (3.1.11.)$$

G_{co} - greutatea carcasei (șașiu, schelet, acoperiș, înveliș tablă)

G_{ai} - greutatea amenajărilor interioare

G_{elg} - greutatea grupului electrogen

G_{a+m} - greutatea acumuloarelor și a motrinei

G_a - greutatea apei și rezervoarelor pentru apă

P_2 - greutatea călătorilor și a bagajelor calculată astfel :

$$P_2 = 2 \cdot 80 \cdot n_p$$

în care - n_p este numărul pasagerilor care au loc de șezut pe banchetele din compartimentele vagonului

Valorile mărimilor enumerate, s-au extras din caietul de sarcini al vagoanelor analizate 133.00 și 800.00, acestea sunt redată în Tabelul Nr. 3.1.4.1.

Tabelul Nr. 3.1.4.1.		
Nr.crt	Denumire - simbol	Valori [daN]
1.	G_{co}	12265
2.	G_{ai}	15396
3.	G_{elg}	2000
4.	G_{a+m}	900
5.	G_a	1350
6.	n_p	80
7.	P_1	31911
8.	P_2	12800

Observație : Sarcina verticală provenită din greutatea acumulatorilor și greutatea motorinei sunt aplicate numai pe 1/4 din structură, iar greutatea grupului electrogen și greutatea apei și rezervoarelor pentru apă sunt aplicate numai pe 1/2 din structură.

Calculul s-au efectuat pentru sfertul din structura de rezistență a vagonului, încărcat cu sarcină verticală de valoare cea mai mare. Modul de calcul a sarcinii verticale este redat în Tabelul Nr. 3.1.4.2.

Tabelul Nr. 3.1.4.2.			
SARCINA VERTICALĂ			
Nr.crt.	Denumire	Relație	Valoare [daN]
1.	2.	3.	4.
2.	Sarcină verticală distribuită pe tot vagonul	$P_d = 1,3(G_{co} + G_{ai} + P_2)$	52599.3
3.	Sarcină verticală distribuită pe 1/4 din vagon	$\frac{1}{4} \cdot P_d$	13149.83
4.	Sarcină verticală distribuită echivalentă vagonului gol	$P_{d_g} = 1,3(G_{co} + G_{ai})$	35959.3
5.	Sarcină verticală distribuită echivalentă pentru 1/4 vagon gol	$\frac{1}{4} \cdot P_{d_g}$	8989.83
6.	Sarcină verticală distribuită echivalentă cu 1/4 greutatea călătorilor	$\frac{1}{4} P_{cal} = \frac{1}{4} \cdot 1,3 \cdot P_2$	4160

Continuare Tabelul Nr. 3.1.4.2.			
1.	2.	3.	4.
6.	Verificare	$\frac{1}{4} \cdot P_d = \frac{1}{4} \cdot P_{d_g} + \frac{1}{4} \cdot P_{cal}$	13149.83
7.	Sarcină verticală concentrată aplicată pe 1/2 din vagon	$P_{c12} = 1,3(G_{elg} + G_a)$	2177.5
8.	Sarcină verticală concentrată aplicată pe 1/4 din vagon	$P_{c14} = 1,3 \cdot G_{a+m}$	1170
9.	Sarcină verticală distribuită și concentrată aplicată pe 1/4 din vagon	$P_{dc14} = \frac{1}{4} P_d + \frac{1}{2} P_{c12} + P_{c14}$	16497.33

Valoara sarcinii verticale considerată în calcule se va rotunji la: 165000 N , modul de aplicare al acesteia pe structură este prezentat pentru fiecare variantă de calcul în mod distinct.

3.2. APLICAREA METODELOR DE CALCUL PENTRU CARCASA VAGONULUI CONSIDERATĂ CA O STRUCTURĂ PLANĂ ECHIVALENTĂ

Analizând metodele de calcul prezentate în capitolul 2, autorul tezei de doctorat, a aplicat metodele de calcul pentru carcasa vagonului de călători considerată ca o structură plană, după schema structurală de principiu prezentată în (Fig. 3.1.2.1.a.), pentru care a aplicat metoda elementului finit în două variante :

- structură plană alcătuită din elemente finite de tip grindă, considerând două variante de calcul - (V.P.G.1.); (V.P.G.2.)
- structură plană alcătuită din elemente finite de tip placă plană, considerând trei variante de calcul - (V.P.P.1.); (V.P.P.2.); (V.P.P.3.)

3.2.1. CALCUL STRUCTURII AUTOPORTANTE A CARCASEI VAGONULUI REDUSĂ LA O STRUCTURĂ PLANĂ ECHIVALENTĂ ALCĂTUITĂ DIN ELEMENTE FINITE DE TIP GRINDĂ

Structura de rezistență spațială a carcasei vagonului de călători de tip " Y " , a fost redusă la o structură plană echivalentă acceptând ipotezele de calcul prezentate la paragraful 3.1.1. Datorită simetriei structurii calculul s-a efectuat doar pentru un sfert din structură, aceasta fiind alcătuită numai din elemente finite de tip grindă.

Sfertul din structura de rezistență a carcasei vagonului redusă la o structură plană echivalentă alcătuită numai din elemente finite de tip grindă, este prezentată în (fig.3.2.1.1.). Aceasta are șapte panouri (I , II , ... VII) ; care au cinci secțiuni caracteristice ale centurilor, forma acestora și elementele componente sunt definite în (fig.3.1.3.1.) ÷ (fig.3.1.3.5.)

Stâlpii structurii din (fig.3.2.1.1.) au cinci secțiuni caracteristice, ale căror forme și dimensiuni sunt arătate în (fig.3.1.3.6.) ÷ (fig.3.1.3.10.).

Dimensiunile variantelor de calcul analizate, V.P.G.1. - V.P.G.2. sunt prezentate în (fig.3.2.1.a.), acestea au același număr de noduri și grinzi.

Numerotarea elementelor finite de tip grindă, a panourilor cât și a numărului setului de mărimi caracteristice geometrice ale secțiunii transversale sunt indicate în (fig.3.2.1.b.). Pentru grinzile care au notate două numere ce definesc setul de mărimi caracteristice geometrice ale secțiunii transversale, numerele scrise între paranteze se referă la varianta de calcul V.P.G.1., iar cel de al doilea număr este aferent variantei de calcul V.P.G.2.

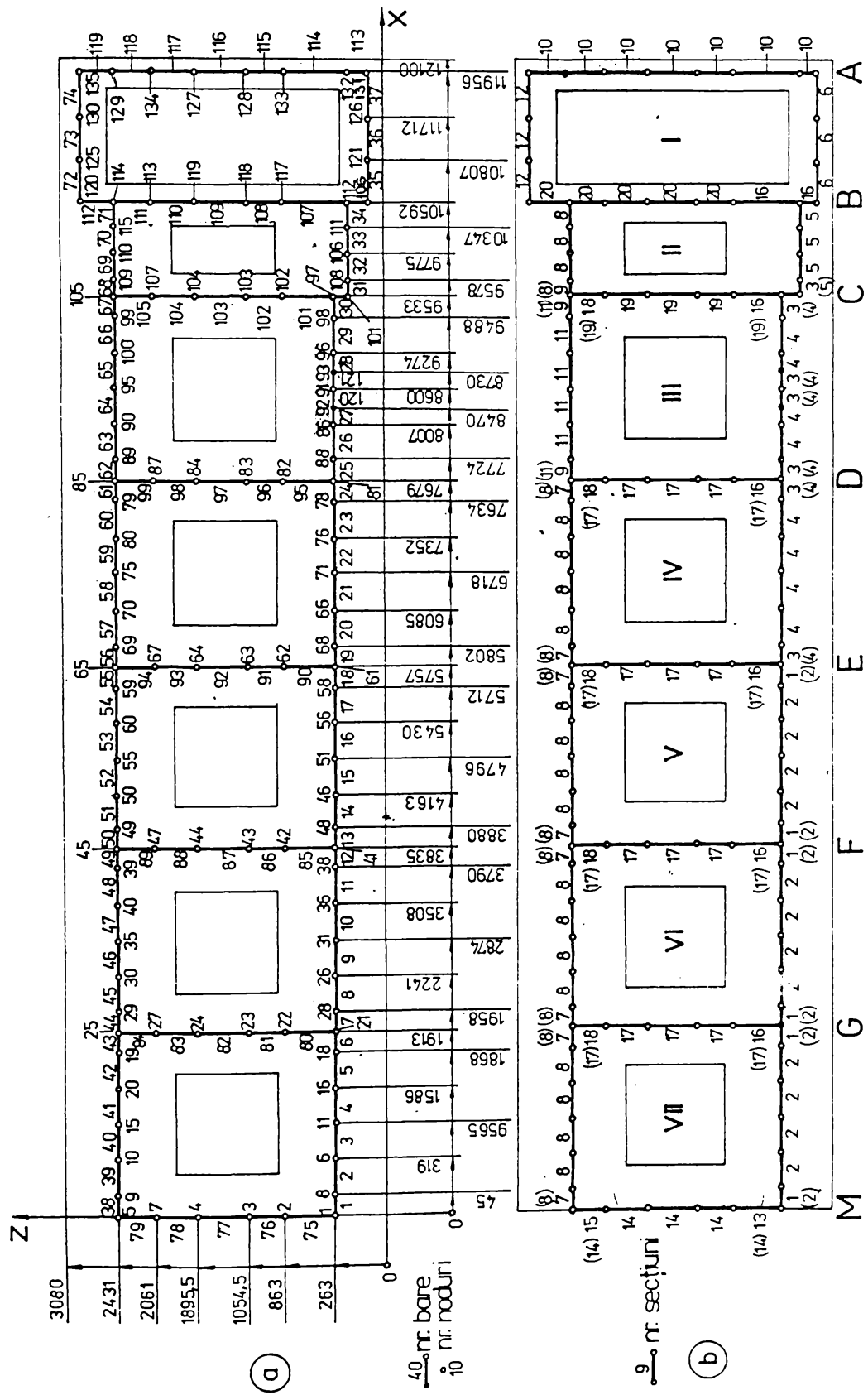


Fig.3.2.1.1. STRUCTURA PLANĂ A VAGONULUI ALCĂTUITĂ DIN ELEMENTE FINITE DE TIP GRINDĂ - VARIANTA V.P.G.1. și V.P.G.2.

Utilizând (fig.3.1.3.1.) ÷ (fig.3.1.3.11.), s-au calculat mărimile caracteristice ale secțiunilor centurilor, stâlpilor și ale rigidizărilor, utilizând valorile din lucrările : [72], [86], Anexa Nr.1 . Valorile mărimilor caracteristice calculate pentru grinzile componente ale celor două variante de calcul sunt redată în Tabelul Nr. 3.2.1.1.

Tabelul Nr.3.2.1.1.				
Nr. sect.	A ₁ cm ²	A ₃ cm ²	I ₂ cm ⁴	Locul de utilizare
1	71,00	50,50	558820	rigidizare centură inferioară și stâlpii M ; G ; F
2	71,00	50,50	56768	centură inferioară , panoul V ; VI ; VII
3	78,87	57,40	710332	rigidizare centură inferioară și stâlpii C ; D
4	78,87	57,40	57598	centură inferioară , panoul III ; IV ;
5	130,90	86,19	490404	centură inferioară , panoul II ;
6	152,97	92,00	16478,5	centură inferioară , panoul I ;
7	44,90	30,40	792279	rigidizare centură superioară și stâlpii M ; G ; F
8	44,90	30,40	49227	centură superioară , panoul II , IV , V ; VI ; VII
9	56,30	38,65	966976	rigidizare centură superioară și stâlpii C ; D
10	60,22	36,90	10059	stâlpul A
11	59,39	38,65	54925	centură superioară , panoul III ,
12	39,35	26,54	33168	centură superioară , panoul I ,
13	10,40	5,70	56758	rigidizare stâlp M , centură inferioară
14	10,40	5,70	2270	stâlpul M
15	10,40	5,70	49228	rigidizare stâlp M , centură superioară
16	15,10	7,20	57598	rigidizare centură inferioară; stâlpii G, F, E, D, C
17	15,10	7,20	8064	stâlpii G, F, E, D
18	15,10	7,20	54925	rigidizare centură superioară; stâlpii G;F;E;D;C
19	15,10	7,20	4608	stâlpul C
20	10,84	6,14	3699,5	stâlpul B

La întocmirea discretizării, pentru varianta de calcul V.P.G.2., s-a considerat efectul de rigidizare al nodurilor prin luarea în considerare a lungimilor neelastice ale grinzilor calculate cu relațiile (2.56.) , (2.58.) , (2.60.) .

Pe lungimile neelastice s-au introdus valori ale momentelor de inerție având valori mai mari, calculate după cum urmează :

- rigidizările centurilor s-au calculat acceptând ipoteza ca acestea lucrează solidar, ambele încovoindu-se față de axa neutră a întregii secțiuni. Momentele de inerție ale centurilor, pe lungimile neelastice s-au calculat cu relațiile :

$$I_{cs}^r = I_{cs} + A_{cs} \cdot d_{cs}^2 \quad I_{ci}^r = I_{ci} + A_{ci} \cdot d_{ci}^2 \quad (3.2.1.)$$

unde :

$I_{cs}^r ; I_{ci}^r$ - momentele de inerție ale centurii superioare
 respectiv inferioare pe lungimile neelastice
 $I_{cs} ; I_{ci}$ - momentele de inerție ale centurii superioare
 respectiv inferioare pe lungimile elastice
 $A_{cs} ; A_{ci}$ - aria centurii superioare respectiv inferioare
 $d_{cs} ; d_{ci}$ - distanța de la axa neutră a întregii secțiuni la
 centrul de greutate a centurii superioare respectiv
 inferioare

- pentru calculul rigidizărilor stâlpilor s-a acceptat ipoteza că pe lungimile neelastice ale acestora, momentul de inerție are valoare egală cu momentul de inerție a centurii în care sunt încastrați.

Întrucât lungimile neelastice calculate pentru centuri au valori apropiate, de la un panou la altul, s-a considerat o singură valoare atât pentru centura inferioară și centura superioară aceasta fiind egală cu 45 mm. Lungimea neelastică a stâlpilor încastrați în centura superioară este de 370 mm, iar pentru încastrarea în centura inferioară este de 600 mm.

Structura de rezistență a vagonului în variantele de calcul V.P.G.1. și V.P.G.2. s-a considerat încărcate cu sarcină verticală calculată conform celor prezentate la pragaraful 3.1.4.. Sarcina verticală fiind orientată după direcția axei " z " , în sensul negativ al acesteia.

Modul de aplicare al încărcărilor pe nodurile structurii de rezistență a vagonului este prezentat în Tabelul Nr. 3.2.1.2.

Tabelul Nr.3.2.1.2.			
Numărul nodului	Valoarea încărcării nodului [daN]	Numărul nodului	Valoarea încărcării nodului [daN]
1	$F_1 = 337,17$	75,120	$F_8 = 146,25$
6,16,26,36,46	$F_2 = 192,67$	81	$F_9 = 1107,68$
56,66,76,86	$F_2 = 192,67$	90,109	$F_{10} = 292,50$
8	$F_3 = 385,34$	92	$F_{11} = 1493$
11	$F_4 = 674,34$	93,101,116	$F_{12} = 867$
21,31,41	$F_5 = 481,67$	106,126	$F_{13} = 289$
51,61	$F_6 = 871,67$	111	$F_{14} = 1059,70$
71	$F_7 = 1497,68$	131	$F_{15} = 963,35$

Prin rularea programului de calcul [117], s-au obținut valorile deplasărilor, eforturilor și a tensiunilor pentru fiecare element finit de tip grindă în care a fost discretizată structura sunt prezentate în [67].

Valorile deplasărilor nodurilor semnificative ale structurii, pentru cele două variante de calcul (V.P.G.1. ; V.P.G.2.), sunt redate în Tabelul Nr.3.2.1.3.a. respectiv Tabelul Nr.3.2.1.3.b.

În (fig.3.2.1.2.) au fost reprezentate numai deplasările după direcția axei " z ", deoarece deplasările după axa " x " au valori neglijabile.

Forma deformată a structurii, este asemănătoare cu cea a unei grinzi înalte, simplu rezemate cu consolă, încărcată cu sarcină verticală.

Analizând valorile deplasărilor se constată că pentru fiecare variantă de calcul, centurile (inferioare și superioare) au deplasări foarte apropiate, fapt ce confirmă ipoteza acceptată. Micile diferențe sunt datorate deformațiilor stâlpilor. Calculând valoarea maximă a abaterii procentuale a deplasărilor celor două centuri ce alcătuiesc o variantă de calcul aceasta nu depășește 1,54 % .

Din Tabelul Nr. 3.2.1.3.a. și Tabelul Nr. 3.2.1.3.b. se constată că nodurile structurii se deplasează în lungul axei " x " , deplasarea relativă a nodurilor centurilor produce încovoierea stâlpilor.

Comparând cele două variante de calcul se constată că varianta V.P.G.2. este mai rigidă, având deplasări mai mici raportate la varianta V.P.G.1. Abatera procentuală a deplasărilor pentru cele două variante de calcul, referitoare la același punct din structură este cuprinsă între 18 % ÷ 26 % .

Cu valorile eforturilor de la extremitățile elementelor finite de tip grindă s-au calculat valorile tensiunilor normale σ aplicând relația :

$$\sigma = \frac{R_1}{A_1} + \frac{M_2}{I_2} \cdot y_2 \quad (3.2.2.)$$

unde :

- R_1 - efortul axial calculat în raport cu axa locală " 1 "
- A_1 - aria secțiunii transversale
- M_2 - momentul încovoiitor în raport axa locală " 2 "
- I_2 - momentul de inerție calculat în raport cu axa locală "2 "
- y_2 - ordonata fibrei de calcul raportată la axa locală " 2 "

În relația (3.2.2.) s-au neglijat valorile eforturilor de forfecare R_2 și R_3 , cât și a momentului încovoiitor M_3 , întrucât acestea au valori mici , după cum se constată din lucrarea [67].

Tabelul Nr. 3.2.1.3.a.

VALORILE DEPLASĂRILOR NODURILOR STRUCTURII - V.P.G.1.

CENTURA						Locul nodului în structură	
INFERIOARĂ			SUPERIOARE				
Nr.	Deplasări [mm]		Nr.	Deplasări [mm]		stâlp	panou
nod	x	z	nod	x	z		
1	0,00	-9,63	5	0,00	-9,57	stâlpul " M "	Panoul VII
6	0,019	-9,61	10	-0,030	-9,55		
11	0,059	-9,46	15	-0,093	-9,39		
16	0,097	-9,17	20	-0,154	-9,11		
21	0,117	-8,97	25	-0,185	-8,92	stâlpul " G "	Panoul VI
26	0,135	-8,74	30	-0,213	-8,68		
31	0,169	-8,20	35	-0,266	-8,13		
36	0,203	-7,54	40	-0,320	-7,48		
41	0,220	-7,17	45	-0,348	-7,11	stâlpul " F "	Panoul V
46	0,233	-6,80	50	-0,368	-6,70		
51	0,258	-5,93	55	-0,407	-5,84		
56	0,283	-4,99	60	-0,447	-4,92		
61	0,296	-4,49	65	-0,468	-4,44	stâlpul " E "	Panoul IV
66	0,303	-3,97	70	-0,478	-3,94		
71	0,315	-2,94	75	-0,500	-2,94		
76	0,327	-1,88	80	-0,522	-1,97		
81	0,334	-1,36	85	-0,533	-1,50	stâlpul " D "	Panoul III
86	0,336	-0,839	90	-0,536	-1,097		
91	0,00	0,00	-	-	-	nod de reazem	
96	0,342	0,577	100	-0,545	0,322		
101	0,383	0,737	105	-0,547	0,564	stâlpul " C "	Panoul II
106	0,384	0,864	110	-0,584	0,753		
111	0,384	1,16	115	-0,549	1,15		
116	0,445	1,29	120	-0,581	1,30	stâlpul " B "	
121	0,445	1,39	125	-0,581	1,40		Panoul I
126	0,445	1,77	130	-0,581	1,79		
131	0,445	1,88	135	-0,581	1,89	stâlpul " A "	

Tabelul Nr. 3.2.1.3.b.							
VALORILE DEPLASĂRILOR NODURILOR STRUCTURII - V.P.G.2.							
CENTURA						Locul nodului în structură	
INFERIOARĂ			SUPERIOARE				
Nr.	Deplasări [mm]		Nr.	Deplasări [mm]			
nod	x	z	nod	x	z	stâlp	panou
1	0,00	-7,60	5	0,00	-7,54	stâlpul " M "	Panoul VII
6	0,03	-7,58	10	0,03	-7,52		
11	0,06	-7,46	15	-0,09	-7,40		
16	0,10	-7,24	20	-0,16	-7,18		
21	0,12	-7,08	25	-0,19	-7,03	stâlpul " G "	Panoul VI
26	0,14	-6,91	30	-0,22	-6,85		
31	0,18	-6,49	35	-0,28	-6,43		
36	0,21	-5,98	40	-0,34	-5,92		
41	0,23	-5,69	45	-0,37	-5,63	stâlpul " F "	Panoul V
46	0,24	-5,39	50	-0,39	-5,32		
51	0,27	-4,73	55	-0,43	-4,64		
56	0,30	-3,98	60	-0,47	-3,92		
61	0,31	-3,59	65	-0,49	-3,54	stâlpul " E "	Panoul IV
66	0,32	-3,19	70	-0,57	-3,15		
71	0,32	-2,36	75	-0,52	-2,37		
76	0,34	-1,50	80	-0,54	-1,61		
81	0,35	-1,09	85	-0,55	-1,25	stâlpul " D "	Panoul III
86	0,35	-0,67	90	-0,56	-0,935		
91	0,00	0,00	-	-	-	nod de reazem	
96	0,35	0,39	100	-0,56	0,15		
101	0,38	0,48	105	-0,56	0,34	stâlpul " C "	Panoul II
106	0,38	0,58	110	-0,56	0,49		
111	0,38	0,82	115	-0,56	0,81		
116	0,43	0,92	120	-0,59	0,93	stâlpul " B "	
121	0,43	1,01	125	-0,59	1,02		Panoul I
126	0,43	1,35	130	-0,59	1,37		
131	0,43	1,44	135	-0,59	1,46	stâlpul " A "	

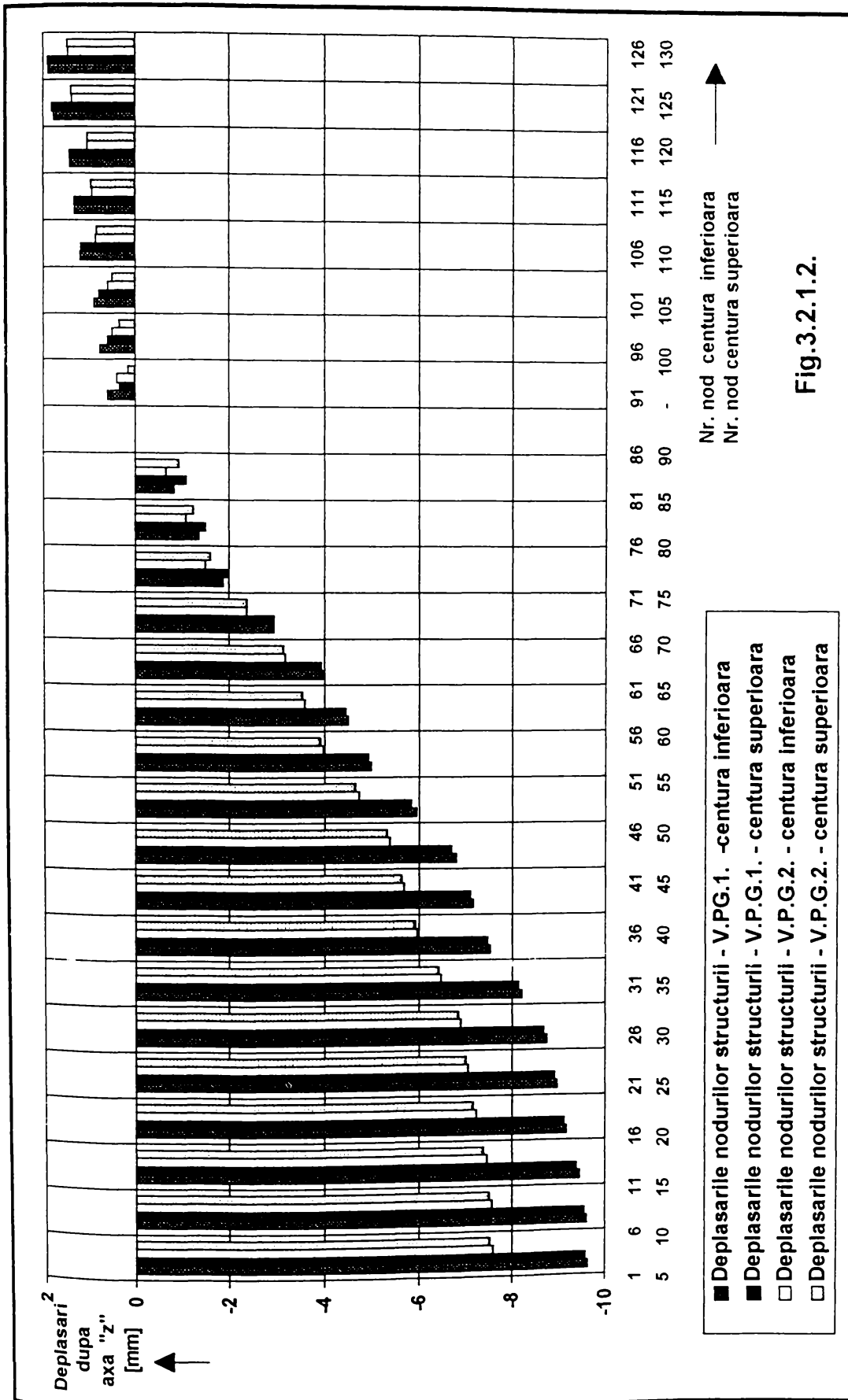


Fig.3.2.1.2.

Momentul de torsiune este nul pentru cazul particular al discretizării structurii de rezistență a vagonului în varianta V.P.G.1. și V.P.G.2.

Lucrările [115] , [116] , recomandă ca valorile tensiunilor să se verifice în anumite puncte caracteristice ale structurii. În (fig.3.2.1.3.) sunt definite aceste puncte pentru un panou " K " .

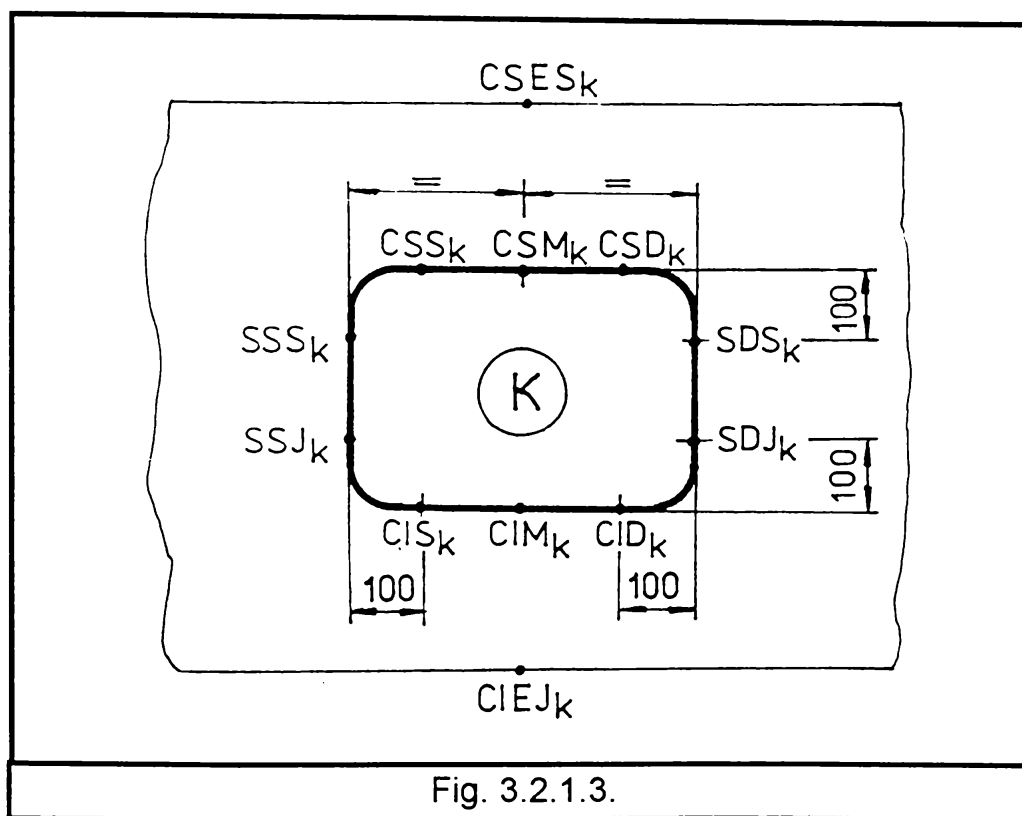


Fig. 3.2.1.3.

Semnificația punctelor caracteristice, notate în (fig.3.2.1.3.) este următoarea :

- CSM_k; CIM_k - puncte situate în centura superioară respectiv inferioară, la mijlocul panoului " K "
- CSS_k; CIS_k - puncte situate în colțul din stânga panoului " K " pentru centura superioară respectiv inferioară
- CSD_k; CID_k - puncte situate în colțul din dreapta panoului " K " pentru centura superioară respectiv inferioară
- SSS_k; SSJ_k - puncte situate în partea superioară respectiv inferioară a stâlpului amplasat în partea stânga a panoului " K "
- SDS_k; SDJ_k - puncte situate în partea superioară respectiv inferioară a stâlpului amplasat în partea dreapta a panoului " K "

- $CSES_K$; $CIEJ_K$ - fibrele extreme ale centurilor măsurate la mijlocul panoului " K "

Cotele de amplasare ale punctelor : SSS_K ; SSJ_K ; SDS_K ; SDJ_K ; CSS_K ; CIS_K ; CSD_K ; CID_K ; - au valoarea de 100 mm măsurată față de colțul geamului (fig.3.2.1.3.)

Valorile tensiunilor pentru cele două variante de calcul, din punctele caracteristice ale celor șapte panouri sunt prezentate în Tabelul Nr. 3.2.1.4.a.- pentru varianta de calcul V.P.G.1., respectiv în Tabelul Nr. 3.2.1.4.b. - pentru varianta de calcul V.P.G.2.

În Fig.3.2.1.4.a. sunt trasate graficele comparative de variație a tensiunilor din punctele caracteristice amplasate pe conturul interior al geamurilor, aparținând centurilor inferioare și superioare.

În Fig.3.2.1.4.b. sunt trasate graficele comparative de variație a tensiunilor din punctele caracteristice amplasate pe conturul exterior al centurii inferioare și superioare, precum și al punctelor caracteristice amplasate pe conturul interior al geamurilor, aparținând stâlpilor din stânga respectiv din dreapta .

Din analiza valorilor tensiunilor obținute prin calcul, se constată următoarele :

- În majoritatea punctelor aparținând variantei de calcul V.P.G.1. tensiunile sunt mai mari în comparație cu valorile acestora pentru varianta de calcul V.P.G.2. Aceasta se justifică prin rigiditatea mai mare a variantei de calcul V.P.G.2., rezultată din introducerea în calcule a lungimilor neelastice ale grinzilor.

- Legea de variație a tensiunilor din fibrele extreme ale centurilor este asemănătoare cu aceea obținută pentru o grindă înaltă, simplu rezemată cu consolă, încărcată cu sarcină verticală.

- Semnul tensiunilor din fibrele extreme ale stâlpilor, în punctele de încastrare al acestora în centuri, este în concordanță cu deformațiile produse de lunecarea longitudinală relativă a centurilor.

- În panoul " III " se obțin cele mai mari valori ale tensiunilor pentru fibrele extreme ale centurilor. Aceasta se explică prin aceea că pe acest panou este o concentrare a încărcării (greutatea rezervoarelor de apă aplicate în exclusivitate pe centura superioară, acest panou conține și punctul de rezemare în crapodina vagonului).

- Pentru nici un punct al structurii, valoarea tensiunii calculate nu depășește valoarea tensiunii admisibile.

Tabelul Nr. 3.2.1.4.a.							
Punctul caracte- ristic	Valorile tensiunilor din panourile structurii plane a vagonului						
	Varianta de calcul - V.P.G.1. [N / mm ²]						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
CSS _K	12.17	12.55	12.09	- 3.18	- 14.92	- 23.44	- 10.75
CSM _K	7.67	5.28	- 6.13	-13.16	- 20.82	-21.55	-
CSD _K	31.7	- 19.8	- 12.23	- 30.32	- 27.51	- 16.08	- 2.43
CSES _K	- 62.40	- 52.35	- 32.68	1.77	24.32	-	-
CIS _K	- 38.69	- 36.77	- 33.50	- 19.98	49.82	-9.45	-3.8
CIM _K	- 36.02	- 28.01	- 21.20	2.18	94.50	-7.4	-
CID _K	- 28.21	- 15.53	- 2.15	35.60	60.27	-2	-4.2
CIEJ _K	31.25	25.99	19.38	4.86	- 22.15	-	-
SSS _K	5.49	-19.9	-39.26	-50.12	-59.5	-42.4	-13.03
SSJ _K	5.48	- 19.14	31.04	- 39.12	18.78	-9.23	5.64
SDS _K	30.0	51.23	60.44	30.38	2.56	10.45	1.72
SDJ _K	-9.14	-19.26	-29.05	-48.12	-23.75	-1.06	1.69

Tabelul Nr. 3.2.1.4.b.							
Punctul caracte- ristic	Valorile tensiunilor din panourile structurii plane a vagonului						
	Varianta de calcul - V.P.G.2. [N / mm ²]						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
CSS _K	3.456	6.44	8.538	3.53	-10.95	-16.87	-6.89
CSM _K	4.8	-3.92	-2.97	-11.79	-15.5	-15.26	-
CSD _K	-2.45	-0.39	-14.5	-27.93	-20.65	-10.56	-0.8
CSES _K	-55.2	-46.67	-29.74	0.38	18.8	-	-
CIS _K	-28.2	-28.7	-29.92	-22.8	43.7	-1.195	-4.32
CIM _K	-25.1	-19.4	-16.83	0.63	89.8	-0.97	-
CID _K	-17.6	-6.39	3.016	35.4	58.2	-0.4	1.13
CIEJ _K	28.4	23.7	10.78	5.24	-22.08	-	-
SSS _K	5.19	-18.62	-36.8	-46.82	-54.18	-37.18	-5.28
SSJ _K	5.19	28.1	42.0	55.09	33.59	-11.51	0.763
SDS _K	28.1	48.2	56.2	23.8	3.54	4.89	-
SDJ _K	-15.8	-30.83	-46.0	-64.0	-16.76	-0.67	2.1

VALORILE TENSIUNILOR DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A
VAGONULUI - VARIANTA DE CALCUL V.P.G.1. si V.P.G.2.

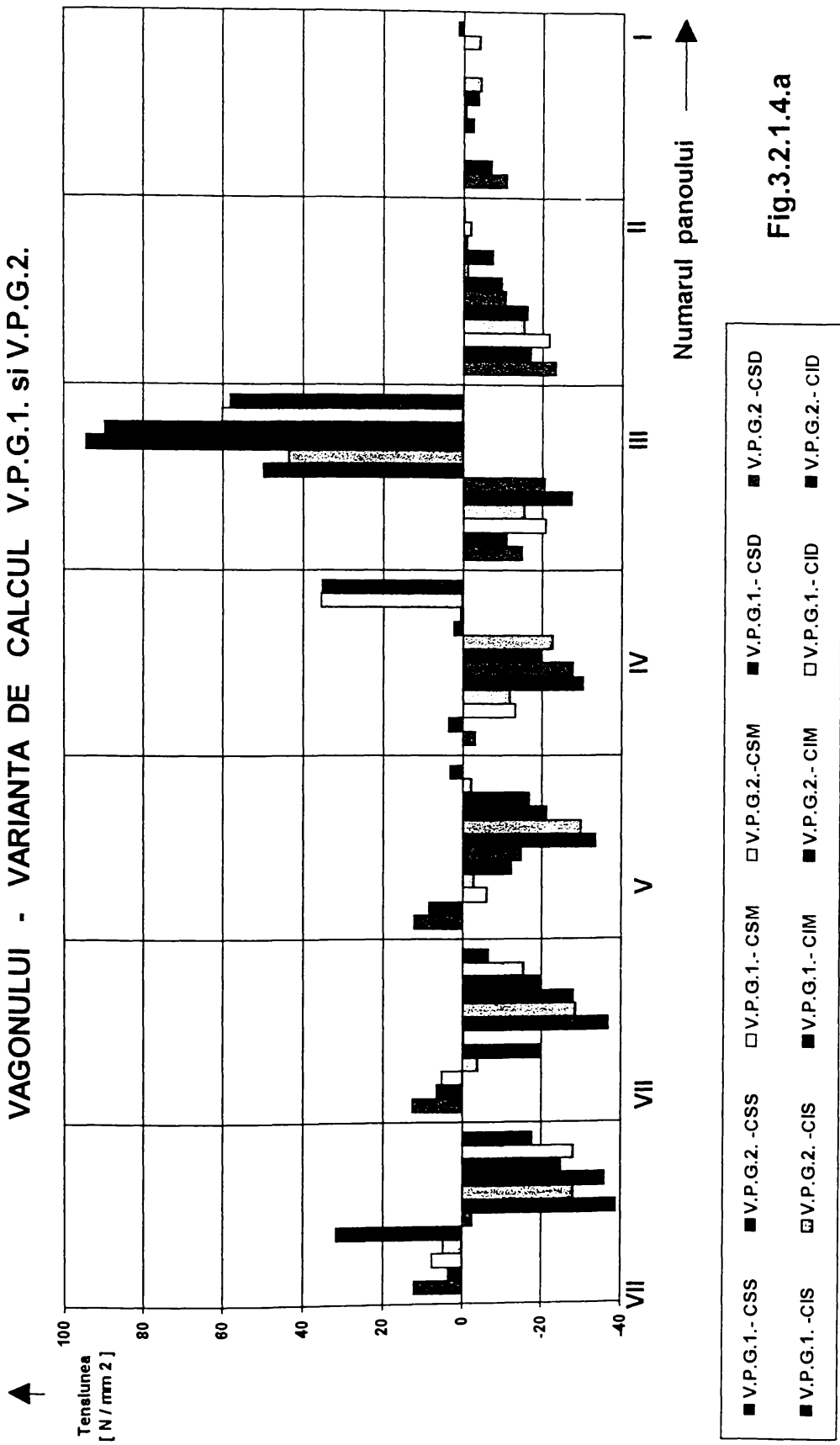


Fig.3.2.1.4.a

VALORILE TENSIUNILOR DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A
VAGONULUI - VARIANTA DE CALCUL V.P.G.1. si V.P.G.2.

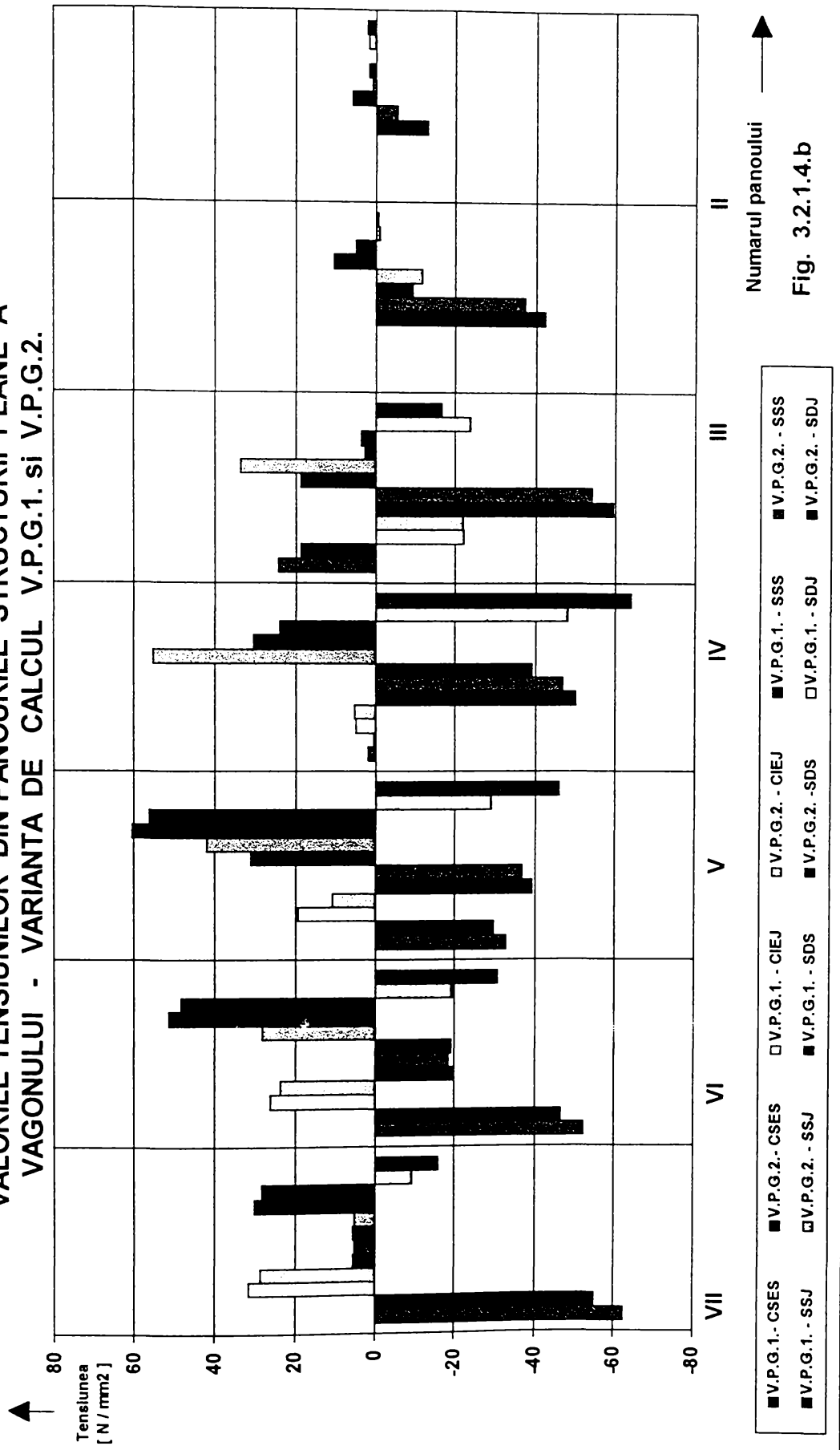


Fig. 3.2.1.4.b

3.2.2. CALCUL STRUCTURII AUTOPORTANTE A CARCASEI VAGONULUI REDUSĂ LA O STRUCTURĂ PLANĂ ECHIVALENTĂ ALCĂTUITĂ DIN ELEMENTE FINITE DE TIP PLACĂ PLANĂ

O altă modalitate de calcul a carcasei spațiale a vagonului de călători, este ca acesta să fie redusă la o structură plană echivalentă alcătuită de elemente finite de tip placă plană sau spațială.

Alegerea variantelor de calcul au ca scop, de a verifica remarca prezentată în lucrările [69], [74], că elementele acoperișului situate în apropierea axei longitudinale, au o influență mică asupra rigidității întregii structuri a carcasei vagonului .

Au fost considerate trei variante de calcul, acestea sunt prezentate în figurile următoare :

- Fig. 3.2.2.1. - definește varianta de calcul - V.P.P.1. - în care structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură plană, discretizată în elemente finite de tip placă plană, cu luarea în considerare și a elementelor componente ale acoperișului

- Fig. 3.2.2.2. - prezintă varianta de calcul - V.P.P.2. - în care structura de rezistență a carcasei vagonului este considerată ca o structură plană, discretizată în elemente finite de tip placă plană, la care elementele componente ale acoperișului nu s-au luat în considerare, (este varianta - V.P.P.1. - din care s-au eliminat elementele componente ale acoperișului)

- Fig. 3.2.2.3. - definește varianta de calcul - V.P.P.3. - care este similară cu varianta de calcul - V.P.P.2. - (vagon fără acoperiș), având partea corespunzătoare acoperișului înclinată

Se remarcă că, pentru variantele de calcul V.P.P.2. și V.P.P.3. s-au neglijat elementele componente ale acoperișului, acestea având secțiunile tipizate notate prin S_{27} și S_{30} , (vezi fig.3.1.3.1. ÷ fig.3.1.1.5.)

Pentru a realiza trecerea de la profilele reale ale structurii spațiale, la elementele structurii plane echivalente alcătuită din dreptunghiuri, s-au acceptat următoarele ipoteze :

- aria profilului real A_r să fie egală cu aria dreptunghiului echivalent A_e
- înălțimea profilului real h_r să fie egală cu înălțimea dreptunghiului echivalent h_e

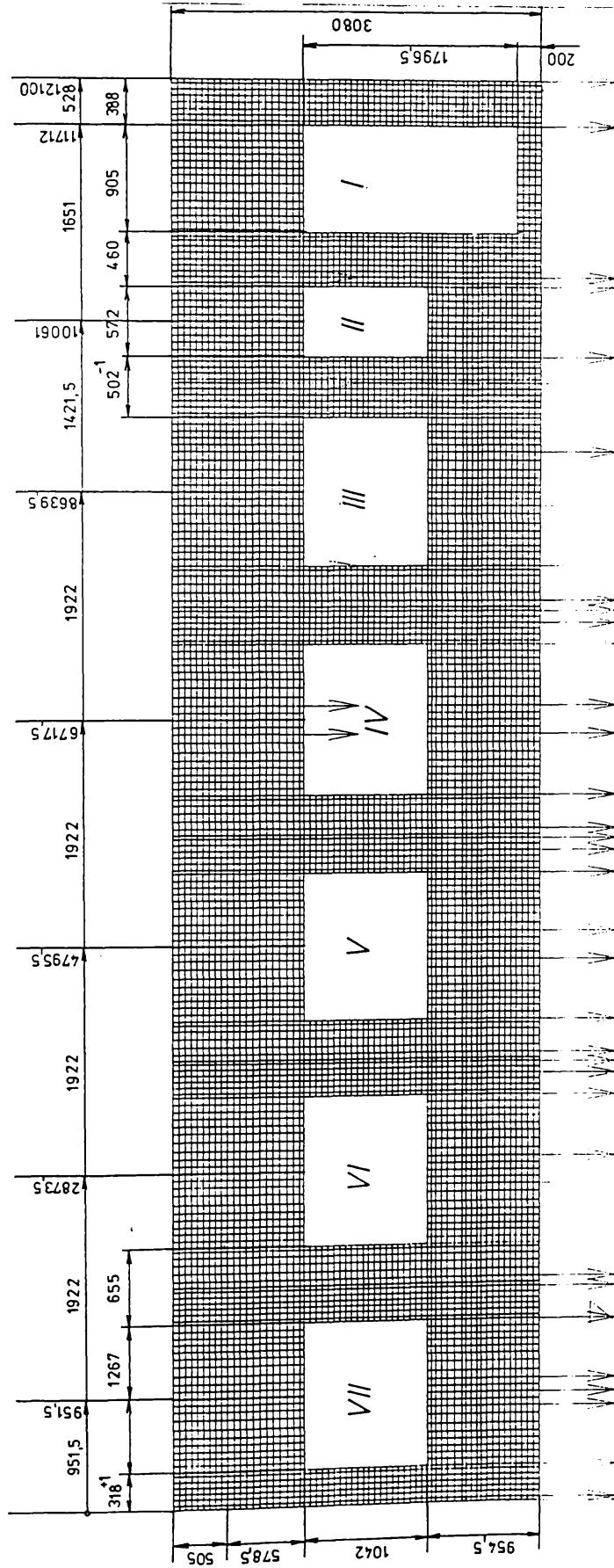


Fig. 3.2.2.1. Structura plană a vagonului - varianta de calcul - V.P.P.1.

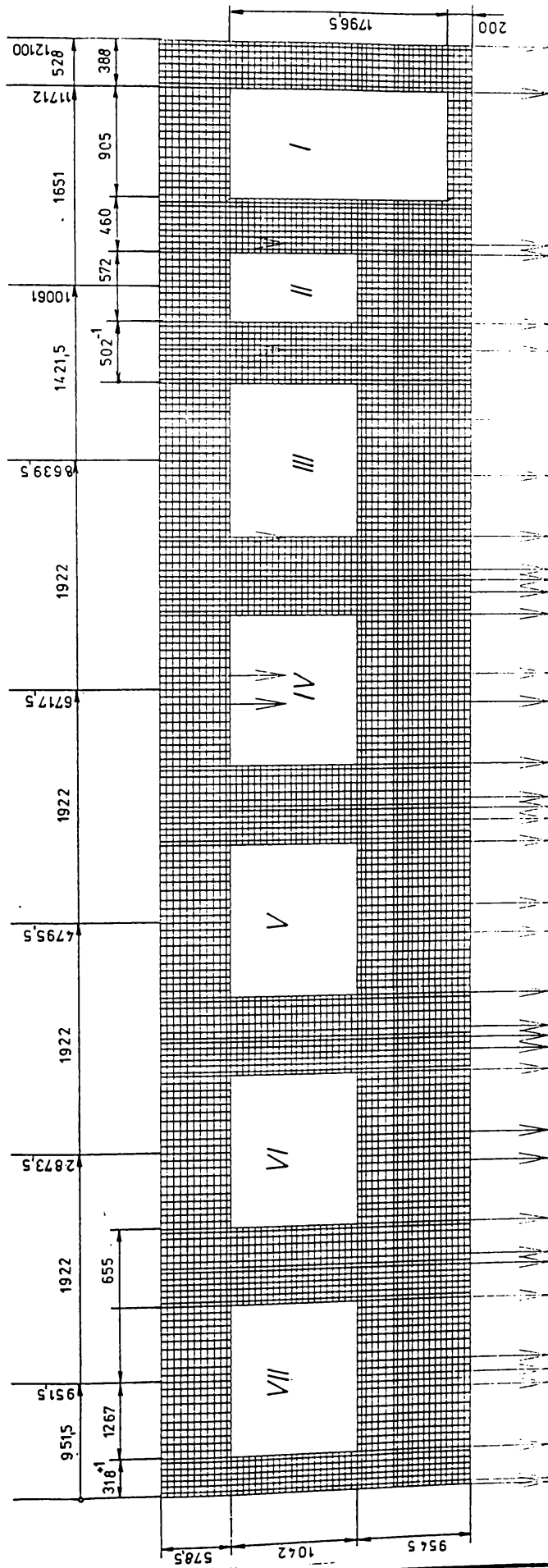
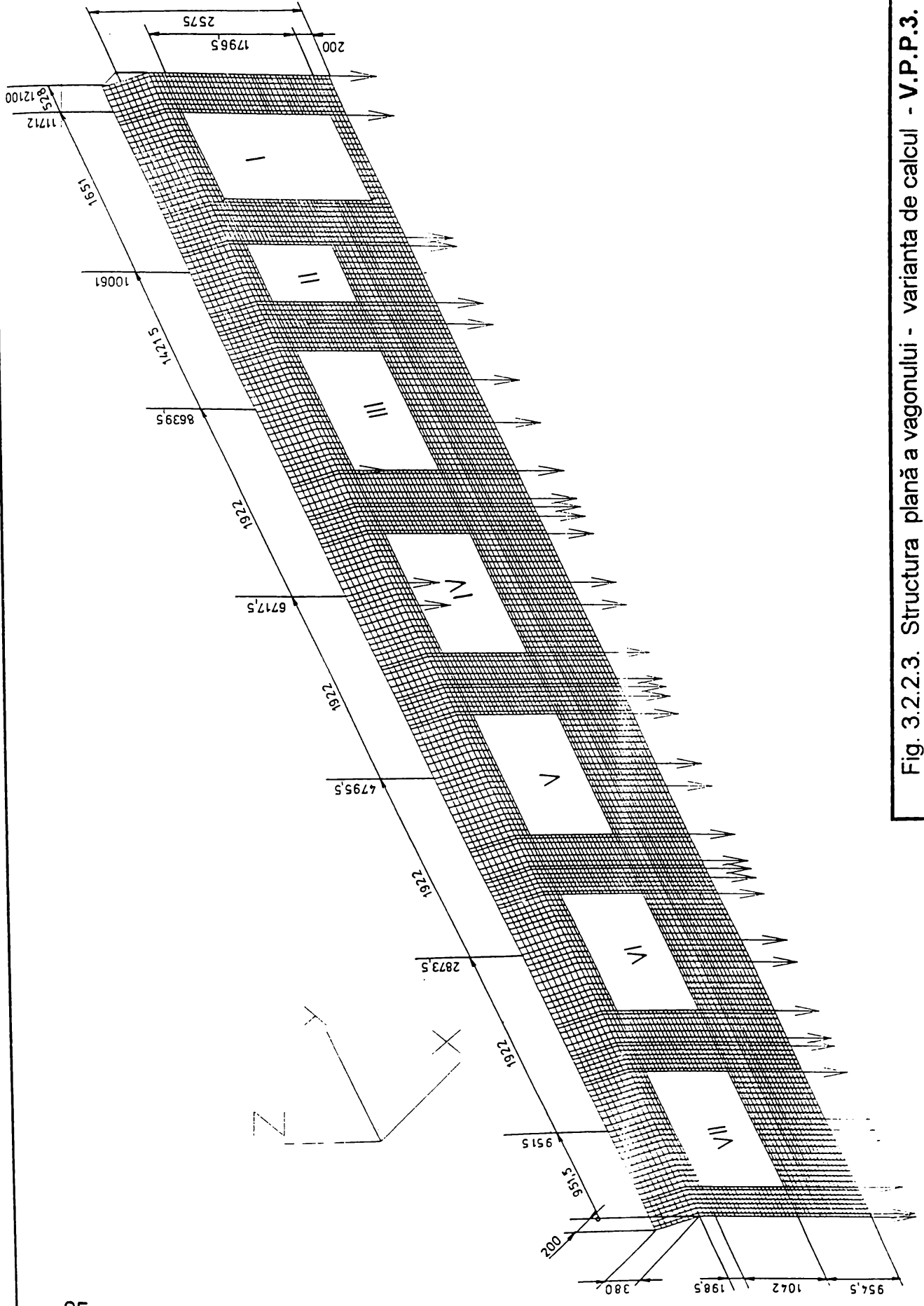


Fig. 3.2.2.2. Structura plană a vagonului - varianta de calcul - V.P.P.2.

Fig. 3.2.2.3. Structura plană a vagonului - varianta de calcul - V.P.P.3.



- momentul de inerție axial al profilului real $(I_{z_s})_r$ calculat față de axa Z_s , să fie egal cu momentul de inerție axial al dreptunghiului echivalent $(I_{z_s})_e$, calculat în raport cu aceeași axă

- momentul static a profilului real $(S_{z_s})_r$, calculat față de axa z_s , să fie egal cu momentul static al dreptunghiului echivalent $(S_{z_s})_e$, calculat în raport cu aceeași axă

- raza de inerție a profilului real $(i_z)_r$, calculată față de axa z , să fie egală cu raza de inerție a dreptunghiului echivalent $(i_z)_e$ calculat în raport cu axa z

Mărimile referitoare la profilul real : $A_r ; h_r ; (I_z)_r ; (I_{z_s})_r ; (S_{z_s})_r ; (i_z)_r$, au valori numerice cunoscute.

Corelarea dintre mărimile referitoare la profilul real și dreptunghiul echivalent sunt prezentate în (fig.3.2.2.4.), în care s-a notat :

- z_r - axa ce trece prin centru de greutate al profilului real
- z' - axa ce trece prin centru de greutate al dreptunghiului echivalent
- z_s - axa ce trece prin centru de greutate a întregii secțiuni a structurii vagonului

Pentru exemplificarea calculului, s-a considerat un profil oarecare, având centr. de greutate C_g , (fig.3.2.2.4.), situat la distanța " d_r " față de axa Z_s , la care trebuie determinată grosimea echivalentă " b_e " a dreptunghiului echivalent care are centru de greutate C'_g , situat la distanța " d_e " față de axa Z_s .

Deoarece sunt mai multe relații decât cele necesare determinării grosimii echivalente " b_e ", se acceptă satisfacerea simultană a următoarelor ipoteze :

- a.) condiția de egalitate a ariilor și înălțimii profilelor

$$A_r = A_e \text{ și } h_r = h_e \quad (3.2.2.1.)$$

din care se obține :

$$b_e = \frac{A_r}{h_r} \quad (3.2.2.2.)$$

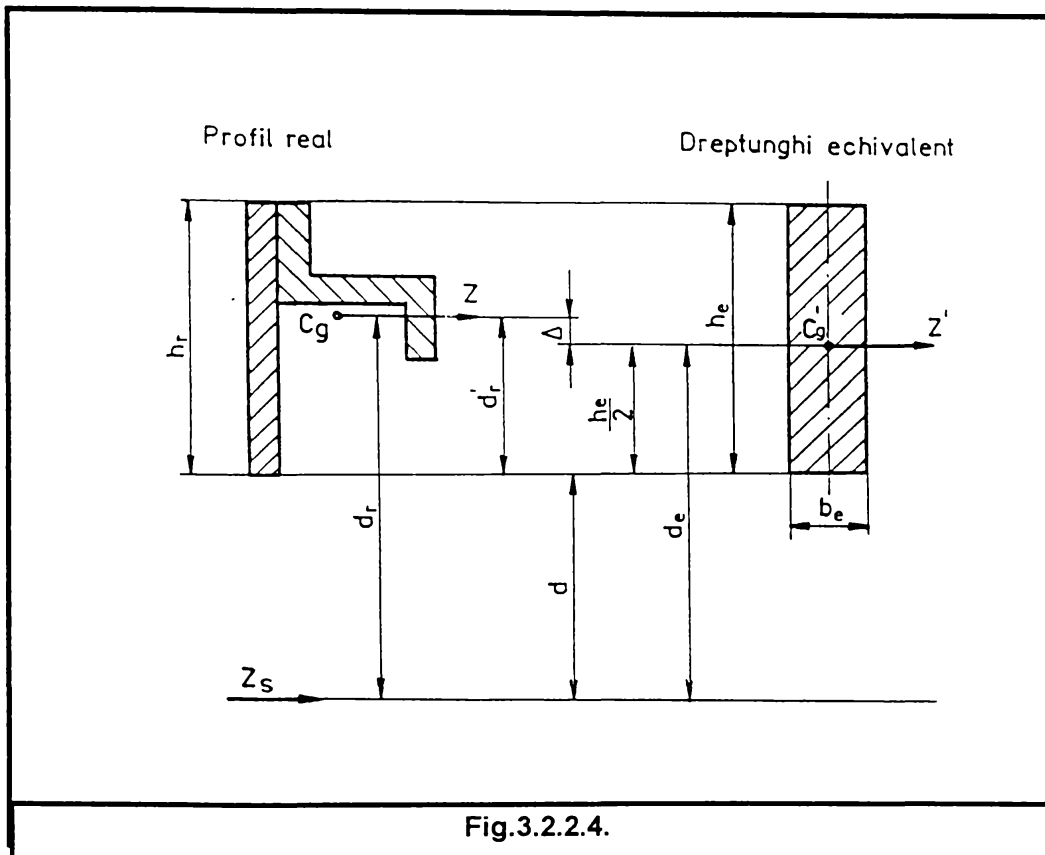


Fig.3.2.2.4.

b.) condiția de egalitate a razelor de inerție, a ariilor și înălțimii profilelor :

$$(i_z)_r = (i_{z'})_e \quad A_r = A_e \quad \text{și} \quad h_r = h_e \quad (3.2.2.3.)$$

efectuând calculele algebrice se obține :

$$b_e = \frac{12 \cdot (I_z)_r}{h_r^3} \quad (3.2.2.4.)$$

b.) condiția de egalitate a momentelor de inerție axiale, și a înălțimii profilelor :

$$(I_z)_r = (I_{z'})_e \quad \text{și} \quad h_r = h_e \quad (3.2.2.5.)$$

efectuând calculele algebrice se obține :

$$b_e = \frac{12 \cdot (I_z)_r}{h_r^3} \quad (3.2.2.6.)$$

d.) condiția de egalitate a momentelor de inerție axiale, a momentelor statice calculate în raport cu axa Z_s și a înălțimii profilelor :

$$(I_{z_s})_r = (I_{z_s})_e ; (S_{z_s})_r = (S_{z_s})_e ; h_r = h_e \quad (3.2.2.7.)$$

se obține :

$$b_e = \frac{12}{h_r^3} \cdot \left[(I_{z_s})_r - (S_{z_s})_r \cdot d_e \right] \quad (3.2.2.8.)$$

Relația (3.2.2.8.) se poate transforma dacă se ține seama de expresia :

$$(I_{z_s})_r = (I_z)_r + (S_{z_s})_r \cdot d_r \quad (3.2.2.9.)$$

În general, dezaxarea " Δ " dintre axa " z " și " z' " este neglijabilă fapt ce conduce la :

$$d_r - d_e \rightarrow 0 \quad \text{sau} \quad d_r \cong d_e \quad (3.2.2.10.)$$

deci se poate scrie :

$$(I_{z_s})_r - (S_{z_s})_r \cdot d_e = (I_z)_r \quad (3.2.2.11.)$$

cu aceasta relația (3.19.) devine :

$$b_e = \frac{12 \cdot (I_z)_r}{h_r^3} \quad (3.2.2.12.)$$

Se remarcă faptul că, admitând condițiile impuse la punctele : b ; c ; d ; se obțin aceleași relații, care sunt reductibile la relația obținută impunând condiția de la punctul " a " , dacă se ține seama de relația :

$$(I_z)_r = (I_z)'_e = \frac{A_e \cdot h_e^2}{12} \quad (3.2.2.13.)$$

$$A_r = A_e \quad \text{și} \quad h_r = h_e$$

$$\text{deci : } (I_z)_r = \frac{A_r \cdot h_r^2}{12} \quad (3.2.2.14.)$$

cu aceasta relația devine :

$$b_e = \frac{12}{h_r^3} \cdot \frac{A_r \cdot h_r^2}{12} = \frac{A_r}{h_r} \quad (3.2.2.15.)$$

Pentru unificarea criteriilor de calcul a grosimii echivalente a structurii plane a peretelui lateral al vagonului se va utiliza în general relația (3.2.2.15.), cu mențiunea că atunci când relațiile (3.2.2.6.) respectiv (3.2.2.8.) conduc la valori mult diferite de valorile obținute prin aplicarea relației (3.2.2.15.) să se efectueze o medie a valorilor obținute.

Aplicând criteriile de calcul a grosimii echivalente la un sfert din structura spațială de rezistență a vagonului, au rezultat 6 valori ale grosimilor echivalente, acestea sunt redată în Tabelul Nr.3.2.2.1.

Tabelul Nr. 3.2.2.1.			
Grosimile echivalente din structura plană a vagonului variantele de calcul - V.P.P.1. V.P.P.2. V.P.P.3.			
Nr. crt.	Grosimea [mm]	Nr. sect. catalog	Detalii
1	2	S 49	Tabla
2	3.3	S 5	Profilul Z + tabla - profilul central
3	3.4	S 26	Profil de rigidizare din centura inferioară
4	5	S 27	Profil - partea superioară a centura superioară
5	5.4	S 25	Profilul părții superioare a centurii inferioare
		S 6	Profilul Z + tabla pentru conturul din stânga și dreapta al stâlpului
6	13	S 9	Profilul U - sașiu
		S 23	Profilu deasupra geamului, partea inferioară a centurii superioare

Corelația dintre secțiunea reală și secțiunea echivalentă, pentru structura de rezistență a vagonului, poate fi urmărită în Fig. 3.2.2.5. care reprezintă o secțiune transversală prin peretele vagonului, respectiv în Fig. 3.2.2.6. care reprezintă o secțiune transversală prin stâlpul vagonului

Toate variantele de calcul considerate, au fost încărcate cu sarcină verticală de aceeași valoare $P = 165000 \text{ N}$, - în conformitate cu cele prezentate la paragraful 3.1.4. Modul de aplicare al acesteia pe cele 44 de noduri ale structurii, este precizat în Tabelul Nr. 3.2.2.2.

SECȚIUNEA REALĂ

SECȚIUNEA ECHIVALENTĂ

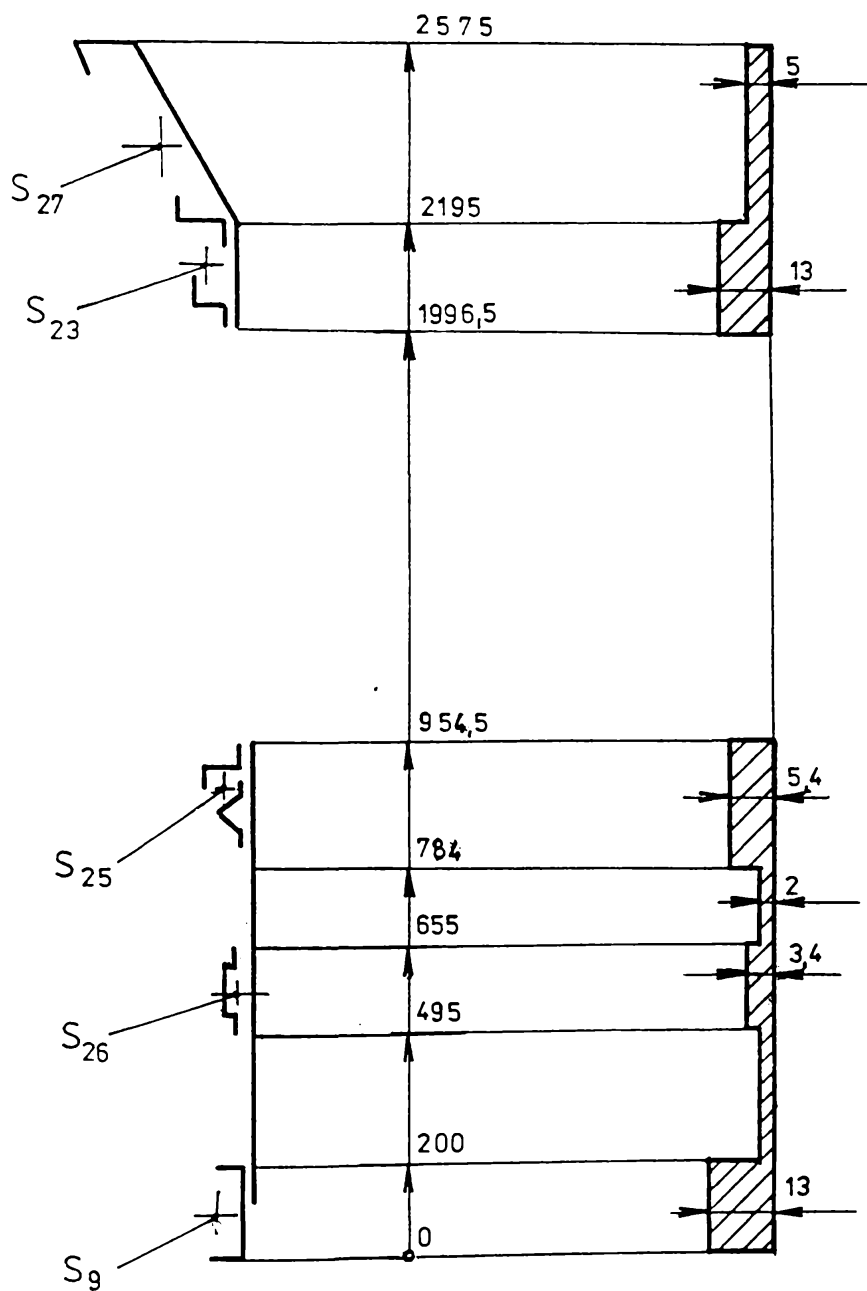


Fig.3.2.2.5. - SECȚIUNE TRANSVERSALĂ PRIN PERETELE VAGONULUI

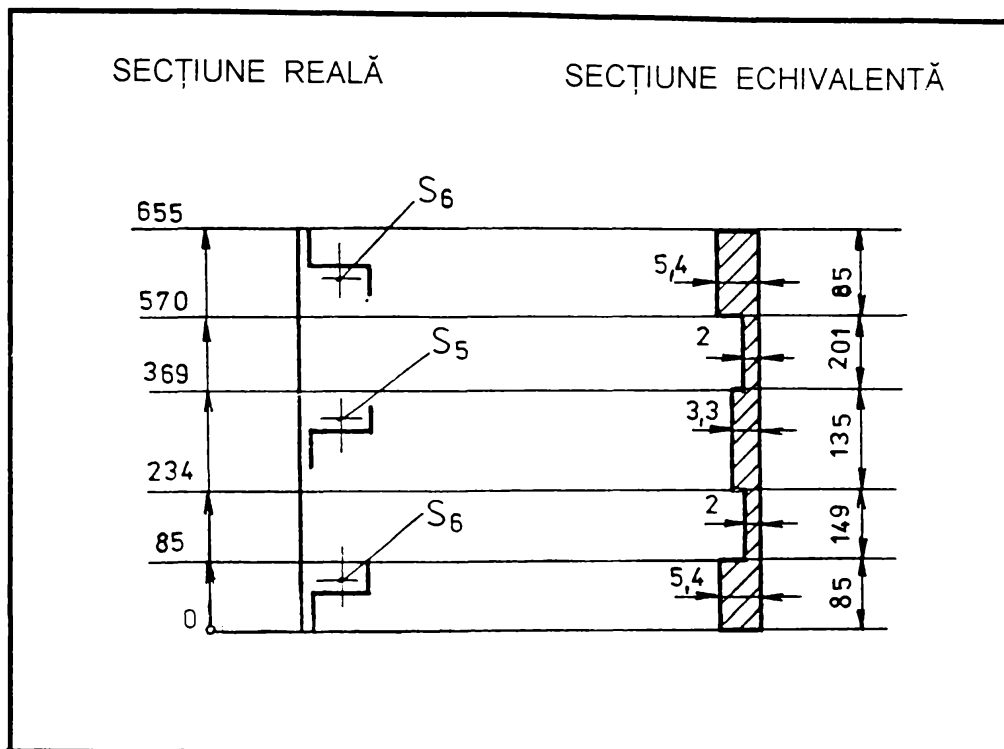


Fig.3.2.2.6. SECȚIUNE TRANSVERSALĂ PRIN STĂLPUL VAGONULUI

Tabelul Nr. 3.2.2.2.

SARCINA VERTICALĂ							
Variantele de calcul - V.P.P.1. ; V.P.P.2. ; VP.P.3. -							
Nr. crt.	Valoarea încărcării nodurilor	Coordonatele nodurilor		Nr. crt.	Valoarea încărcării nodurilor	Coordonatele nodurilor	
		Y	Z			Y	Z
	N	mm	mm		N	mm	mm
0	1	2	3	4	5	6	7
1	3371.7	0	0	23	4358.3	5800	0
2	3853.4	34	0	24	1926.7	6084	0
3	1926.7	318	0	25	7488.4	6598	0
4	1685.85	832	0	26	7488.4	6837	0
5	1685.85	951.5	0	27	1926.7	7351	0
6	3371.7	1071	0	28	2769.2	7536.5	0
7	1926.7	1585	0	29	2769.2	7637	0
8	2408.3	1871	0	30	5538.4	7722	0
9	2408.3	1956	0	31	1926.7	8006	0
10	1926.7	2240	0	32	14930	8520	0
11	2408.3	2754	0	33	8670	8979	0
12	2408.3	2993	0	34	8670	9559	0
13	1926.7	3507	0	35	2890	9775	0
14	1204.15	3692.5	0	36	10596.9	10347	0
15	1204.15	3793	0	37	8670	10432	0
16	2408.3	3878	0	38	2890	11712	0
17	1926.7	4162	0	39	9633.3	12100	0
18	4358.3	4676	0	40	731.3	6598	2192
19	4358.3	4915	0	41	731.3	6837	2192
20	1926.7	5429	0	42	2925	8006	2192
21	2179.15	5614.5	0	43	2925	9559	2192
22	2179.15	5715	0	44	1462.5	10432	2192

Prin rularea programului de elemente finite " ALGOR - 1990 " [119], se obțin valorile deplasărilor nodurilor și ale tensiunilor din elementele finite ale structurii.

Valorile deplasărilor nodurilor semnificative ale structurii pentru cele trei variante de calcul considerate sunt prezentate în Tabelul Nr. 3.2.2.3. ÷ Tabelul Nr. 3.2.2.5.

Utilizând valorile din aceste tabele s-au trasat graficele de variație ale deplasărilor nodurilor structurii plane a vagonului, acestea fiind prezentate în Fig. 3.2.2.7. ÷ Fig. 3.2.2.9.

Analizând valorile deplasărilor obținute prin calcul , pentru toate variantele , se constată că punctele structurii vagonului dispuse pe aceeași verticală (direcția axei " z ") au sensibil aceeași deplasare.

Din acest motiv pentru compararea variantelor de calcul se vor considera valorile medii ale acestora.

Tabelul Nr. 3.2.2.3.								
Deplasările nodurilor structurii plane a vagonului variante de calcul V.P.P.1. (vagon cu acoperiș)								
Y	Deplasări după axa " Z " la nivelul z							Media
	Z=5 X=0	Z=195 X=0	Z=954 X=0	Z=1996 X=0	Z=2192 X=0	Z=2573 X=0	Z=3080 X=0	
0	-6.793	-6.794	-6.785	-6.763	-6.759	-6.741	-6.701	-6.762
318	-6.770	-6.778	-6.780	-6.749	-6.744	-6.726	-6.688	-6.748
951.5	-6.662	-6.670	-6.679	-6.636	-6.632	-6.619	-6.590	-6.641
1585	-6.469	-6.480	-6.453	-6.444	-6.446	-6.442	-6.422	-6.451
2240	-6.223	-6.226	-6.255	-6.224	-6.216	-6.202	-6.182	-6.218
2873.5	-5.870	-5.868	-5.867	-5.840	-5.840	-5.843	-5.847	-5.854
3507	-5.456	-5.448	-5.380	-5.388	-5.399	-5.421	-5.451	-5.420
4162	-5.00	-4.994	-5.021	-4.977	-4.972	-4.977	-5.010	-4.993
4795	-4.460	-4.436	-4.401	-4.358	-4.369	-4.407	-4.486	-4.417
5429	-3.852	-3.817	-3.683	-3.692	-3.719	-3.787	-3.915	-3.781
6084	-3.250	-3.204	-3.199	-3.135	-3.141	-3.194	-3.340	-3.209
6717.5	-2.579	-2.502	-2.396	-2.349	-2.382	-2.498	-2.725	-2.490
7351	-1.862	-1.716	-1.533	-1.595	-1.654	-1.817	-2.111	-1.755
8006	-1.242	-1.060	-0.9336	-1.115	-1.165	-1.319	-1.620	-1.208
8639.5	0	0	0	-0.6363	-0.7295	-0.9487	-1.278	-0.513
9273	0.7115	0.6556	0.278	0.3695	0.4970	0.7398	1.059	0.146
9775	0.7324	0.6681	0.3825	0.4450	0.5355	0.7220	0.9855	0.639
10347	0.8070	0.7479	0.5108	0.6121	0.6729	0.8030	0.9958	0.736
10807	0.9264	0.8711	0.721	0.7754	0.8234	0.9134	1.058	0.870
11712	1.107	1.062	0.8717	1.022	1.055	1.127	1.236	1.069
12100	1.223	1.201	1.109	1.157	1.182	1.240	1.339	1.207

Tabelul Nr. 3.2.2.4.							
Deplasările nodurilor structurii plane a vagonului varianta de calcul vagonului V.P.P.2. (vagon fără acoperiş)							
Y	Deplasări după axa " Z " la nivelul z [mm]						Media
	Z=5 X=0	Z=195 X=0	Z=954 X=0	Z=1996 X=0	Z=2192 X=0	Z=2573 X=0	
0	-7.607	-7.608	-7.60	-7.581	-7.575	-7.553	-7.587
318	-7.582	-7.591	-7.594	-7.563	-7.557	-7.5535	-7.573
951.5	-7.461	-7.469	-7.479	-7.430	-7.425	-7.408	-7.445
1585	-7.251	-7.256	-7.228	-7.214	-7.216	-7.209	-7.229
2240	-6.966	-6.969	-7.00	-6.972	-6.964	-6.949	-6.970
2873.5	-6.569	-6.567	-6.565	-6.533	-6.534	-6.538	-6.551
3507	-6.101	-6.093	-6.031	-6.026	-6.039	-6.061	-6.059
4162	-5.590	-5.576	-5.608	-5.574	-5.572	-5.583	-5.584
4795	-4.969	-4.943	-4.907	-4.871	-4.886	-4.937	-4.919
5429	-4.243	-4.206	-4.102	-4.118	-4.151	-4.232	-4.175
6084	-3.592	-3.540	-3.544	-3.499	-3.514	-3.591	-3.547
6717.5	-2.823	-2.738	-2.633	-2.591	-2.640	-2.801	-2.704
7351	-2.014	-1.893	-1.663	-1.729	-1.805	-1.975	-1.847
8006	-1.323	-1.127	-0.9944	-1.209	-1.277	-1.469	-1.233
8639.5	0	0	0	-0.701	-0.8213	-1.087	-0.435
9273	0.7594	0.6895	0.2657	0.4628	0.6071	0.8803	0.611
9775	0.7931	0.7209	0.4222	0.5741	0.6705	0.8662	0.675
10347	0.891	0.8357	0.5846	0.7535	0.8171	0.9467	0.805
10807	1.027	0.9758	0.8326	0.9212	0.9683	1.053	0.963
11712	1.186	1.141	0.9328	1.139	1.183	1.251	1.139
12100	1.318	1.294	1.204	1.269	1.295	1.349	1.288

Tabelul Nr. 3.2.2.5.							
Deplasările nodurilor structurii plane a vagonului varianta de calcul vagonului V.P.P.3. (vagon fără acoperiş - având partea corespunzătoare acoperişului înclinată)							
Y	Deplasări după axa " Z " la nivelul z						Media
	Z=5 X=0	Z=195 X=0	Z=954 X=0	Z=1996 X=0	Z=2192 X=0	Z=2573 X=-200	
0	-7.629	-7.63	-7.626	-7.642	-7.647	-7.50	-7.612
318	-7.601	-7.611	-7.619	-7.591	-7.581	-7.594	-7.600
951.5	-7.458	-7.464	-7.475	-7.392	-7.387	-7.373	-7.425
1585	-7.213	-7.221	-7.191	-7.162	-7.163	-7.164	-7.186
2240	-6.917	-6.919	-6.95	-6.918	-6.911	-6.887	-6.917
2873.5	-6.511	-6.509	-6.508	-6.476	-6.478	-6.480	-6.494
3507	-6.006	-6.032	-5.960	-5.966	-5.979	-6.00	-5.991
4162	-5.531	-5.516	-5.548	-5.516	-5.514	-5.518	-5.524
4795	-4.915	-4.888	-4.853	-4.817	-4.832	-4.883	-4.865
5429	-4.232	-4.194	-4.054	-4.068	-4.10	-4.194	-4.140
6084	-3.553	-3.501	-3.504	-3.459	-3.473	-3.541	-3.505
6717.5	-2.796	-2.711	-2.606	-2.563	-2.610	-2.771	-2.676
7351	-1.998	-1.877	-1.645	-1.712	-1.785	-2.07	-1.848
8006	-1.315	-1.12	-0.9881	-1.20	-1.266	-1.463	-1.225
8639.5	0	0	0	-0.693	-0.8107	-1.085	-0.431
9273	0.755	0.687	0.27	0.454	0.596	0.8801	0.607
9775	0.788	0.7165	0.418	0.563	0.659	0.863	0.668
10347	0.884	0.822	0.578	0.742	0.8063	0.947	0.797
10807	1.02	0.968	0.824	0.9124	0.9610	1.052	0.956
11712	1.188	1.143	0.937	1.138	1.173	1.250	1.138
12100	1.319	1.296	1.206	1.271	1.299	1.356	1.291

DEPLASARILE NODURILOR STRUCTURII PLANE A VAGONULUI
 - VARIANTA DE CALCUL - V.P.P.1 -

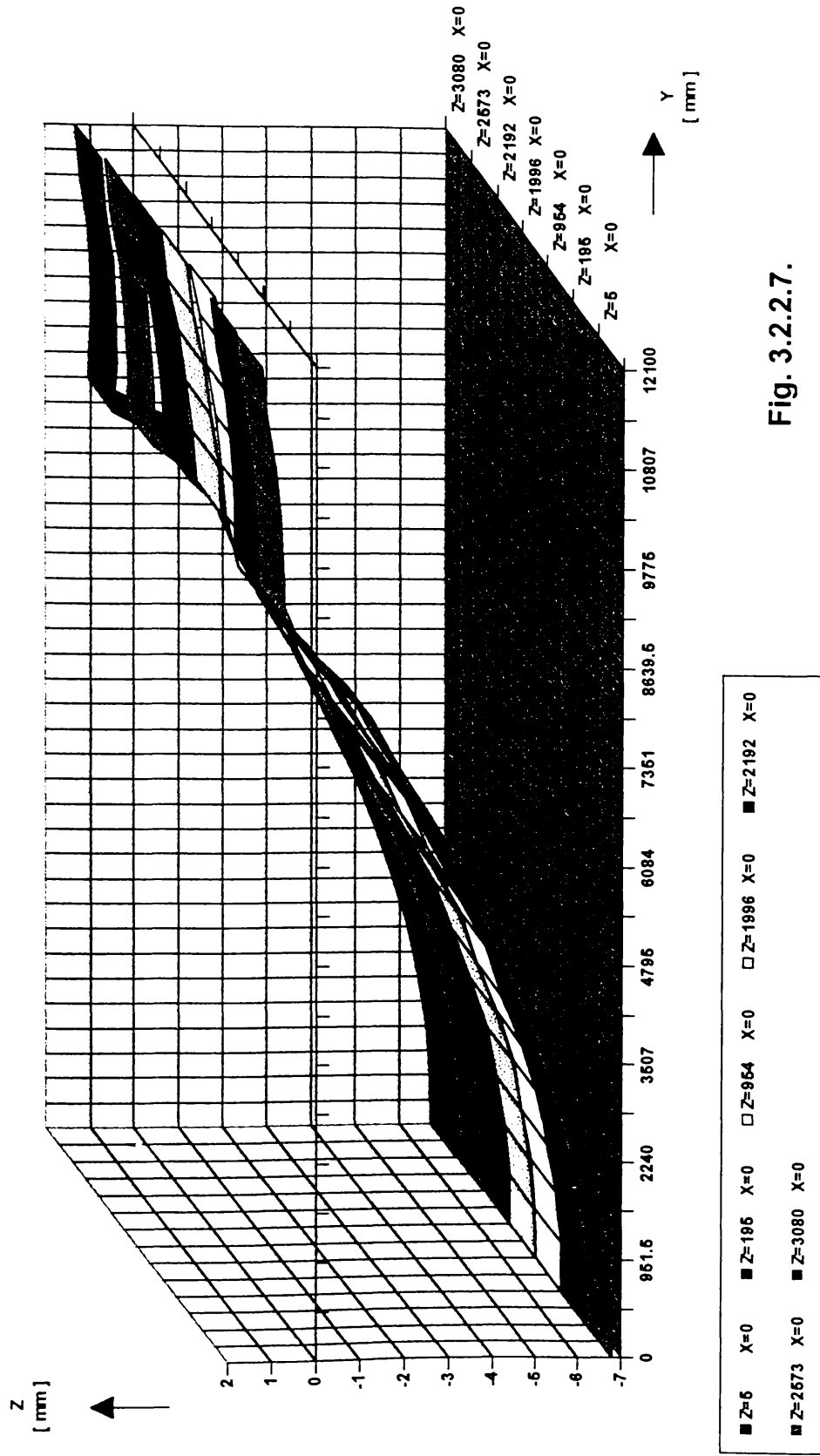
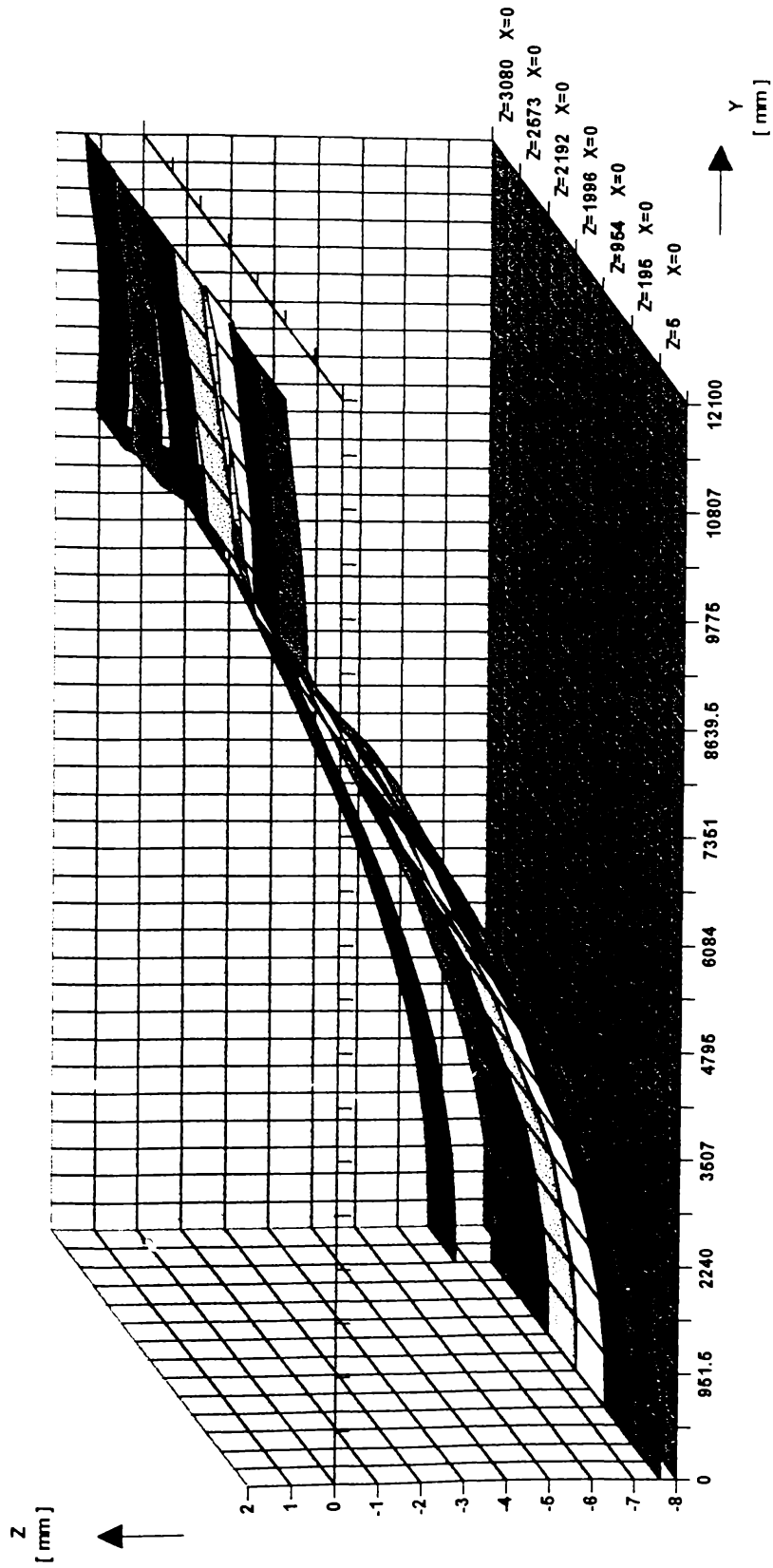


Fig. 3.2.2.7.

DEPLASARILE NODURILOR STRUCTURII PLANE A VAGONULUI
 - VARIANTA DE CALCUL - V.P.P.2 -



■ Z=5 X=0	■ Z=196 X=0	□ Z=1986 X=0	■ Z=2192 X=0
■ Z=2673 X=0	■ Z=3080 X=0	□ Z=964 X=0	

Fig. 3.2.2.8.

DEPLASARILE NODURILOR STRUCTURII PLANE A VAGONULUI
 - VARIANTA DE CALCUL - V.P.P.3 -

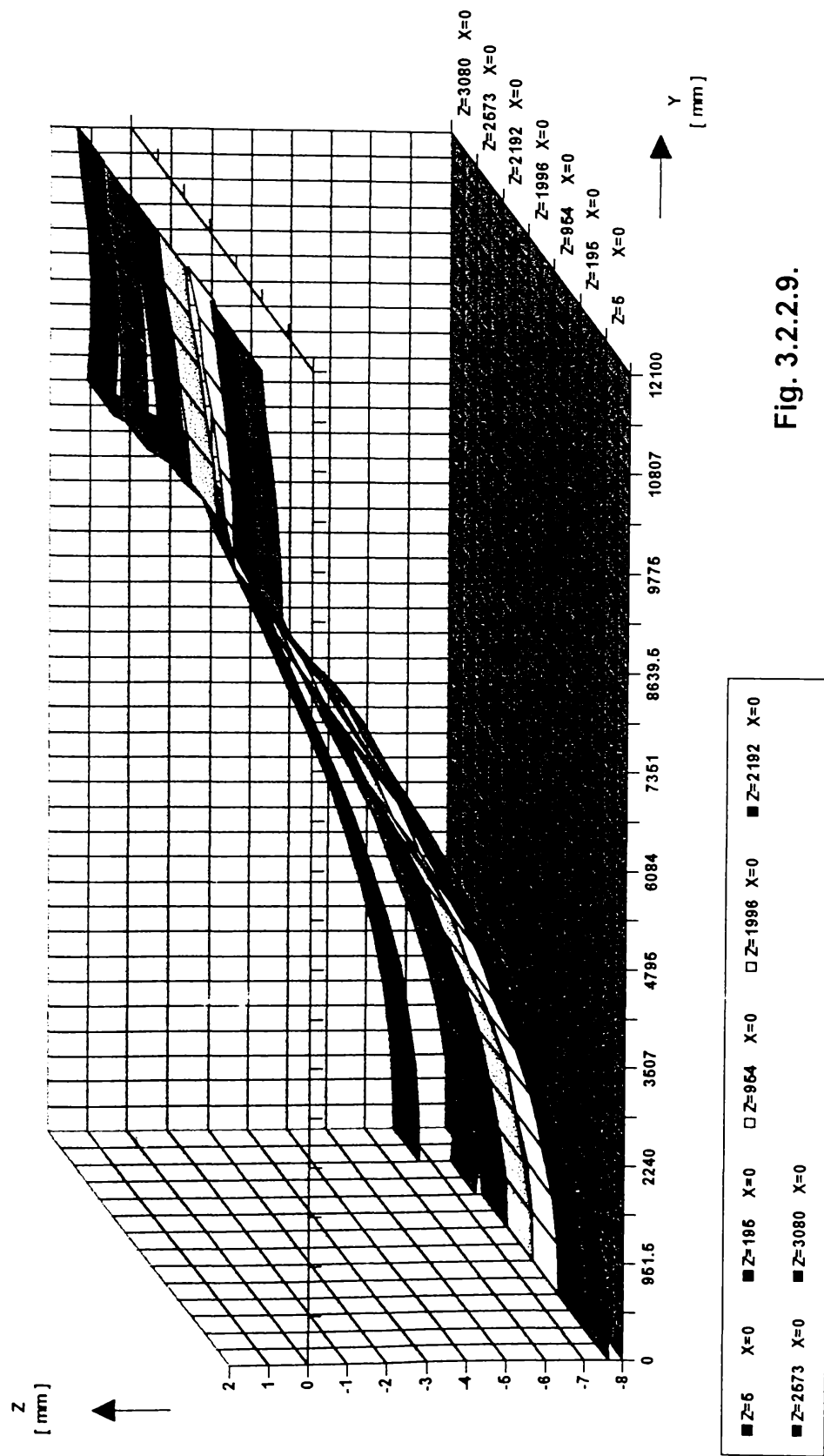


Fig. 3.2.2.9.

Graficul comparativ al deplasărilor medii pentru nodurile structurii plane a vagonului - variantele de calcul : V.P.P.1.; V.P.P.2. ; VP.P.3. este redat în (Fig. 3.2.2.10.)

Analiza stării de tensiune din structura plană a vagonului pentru variantele de calcul : V.P.P.1.; V.P.P.2. ; VP.P.3. s-a efectuat în punctele caracteristice definite în (Fig. 3.2.1.3.). Selecționând elementele finite din vecinătatea punctelor caracteristice, s-au calculat valorile medii ale tensiunilor din nodurile acestora .

Numerele elementelor finite și numerele nodurilor acestora, din vecinătatea punctelor caracteristice în care se analizează starea de tensiune , valorile tensiunilor din nodurile elementelor finite, cât și valorile medii ale tensiunilor pentru variantele de calcul considerate, sunt prezentate în detaliu în Anexa Nr. 5 (Tabelul Nr. 1. - varianta de calcul V.P.P.1.; Tabelul Nr. 2. - varianta de calcul V.P.P.2. Tabelul Nr. 3. - varianta de calcul V.P.P.3.).

Tabelele Nr. 3.2.2.6. ÷ Tabelul Nr. 3.2.2.8. prezintă un extras al valorilor medii ale tensiunilor din panourile : I ÷ VII , pentru cele 12 puncte caracteristice fiecărui panou.

Graficele de variație a tensiunilor din panourile vagonului considerat ca o structură plană, pentru cele trei variante de calcul sunt prezentate în Fig. 3.2.2.11. ÷ Fig. 3.2.2.13.

Din analiza graficelor de variație a tensiunilor se constată că tensiunile cele mai mari apar în panourile III ÷ V , respectiv în stâlpii care aparțin acestor panouri.

Tabelul Nr. 3.2.2.6.							
Punctul caracteristic	Valorile tensiunilor din panourile structurii vagonului considerat ca structură plană varianta de calcul V.P.P.1. încărcat cu sarcină verticală [N / mm ²]						
	Numărul panoului						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
CSS _K	9.98	7.63	17.52	29.12	16.71	16.03	14.81
CSM _K	12.89	10.94	7.08	7.77	4.51	7.56	2.06
CSD _K	21.27	28.09	32.65	44.70	9.73	5.18	6.12
CSES _K	34.20	29.46	21.59	11.04	10.94	12.67	4.42
CIS _K	6.76	26.29	46.02	63.88	47.21	12.15	7.27
CIM _K	1.84	21.59	3.61	4.07	67.97	2.97	2.13
CID _K	21.10	39.96	57.28	66.79	25.48	21.29	8.56
CIEJ _K	38.06	31.82	24.19	12.03	94.90	3.00	1.14
SSS _K	10.85	45.42	78.38	111.79	52.03	32.58	23.53
SSJ _K	3.48	35.44	61.62	83.60	113.19	13.41	13.55
SDS _K	33.60	65.46	91.75	110.77	13.16	28.69	27.77
SDJ _K	35.23	62.91	93.27	86.93	44.78	24.61	14.20

COMPARATIE INTRE VALORILE MEDII ALE DEPLASARILOR NODURILOR STRUCTURII PLANE
 A VAGONULUI - VARIANTELE DE CALCUL - V.P.P.1.; V.P.P.2.; V.P.P.3. -

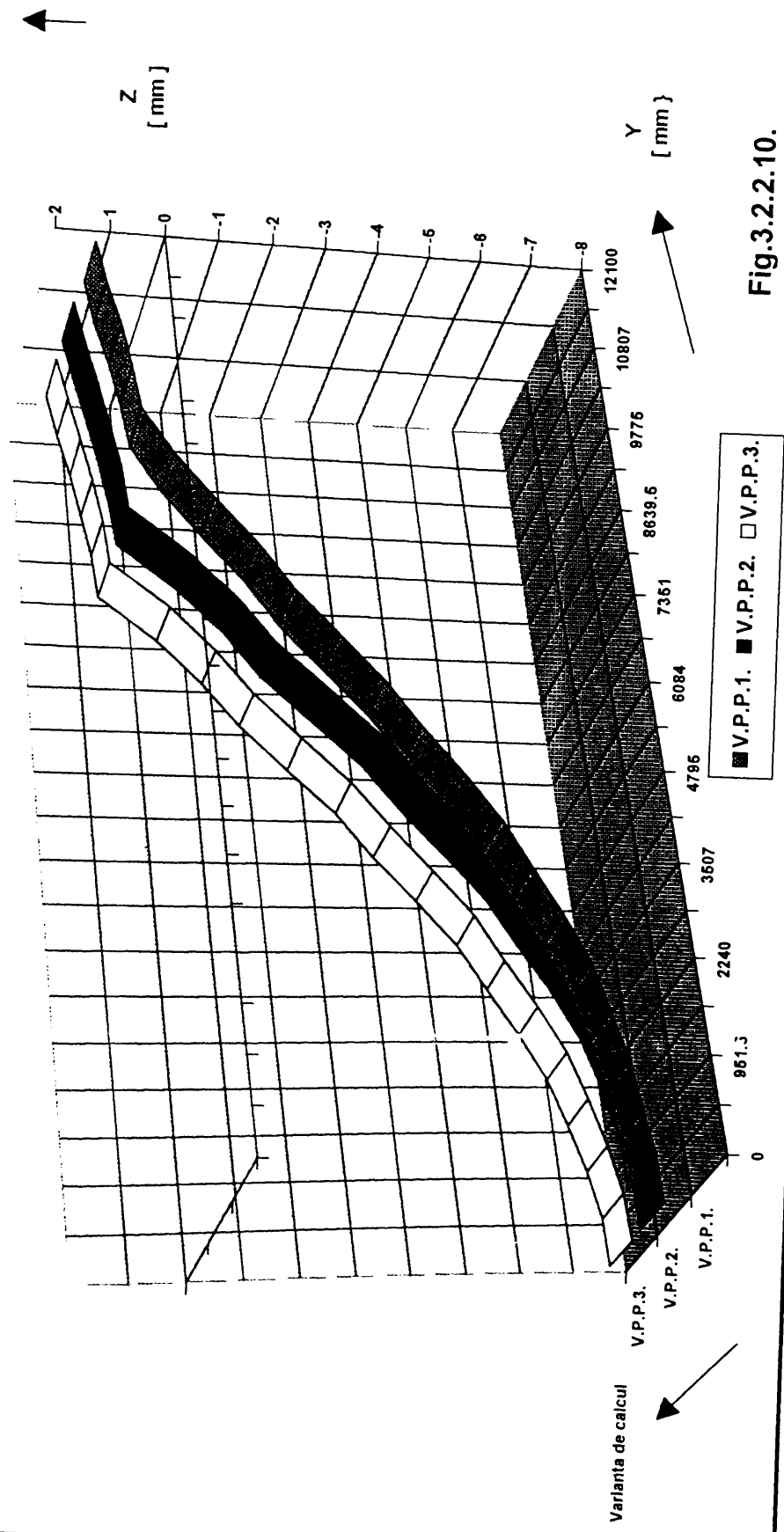


Fig.3.2.2.10.

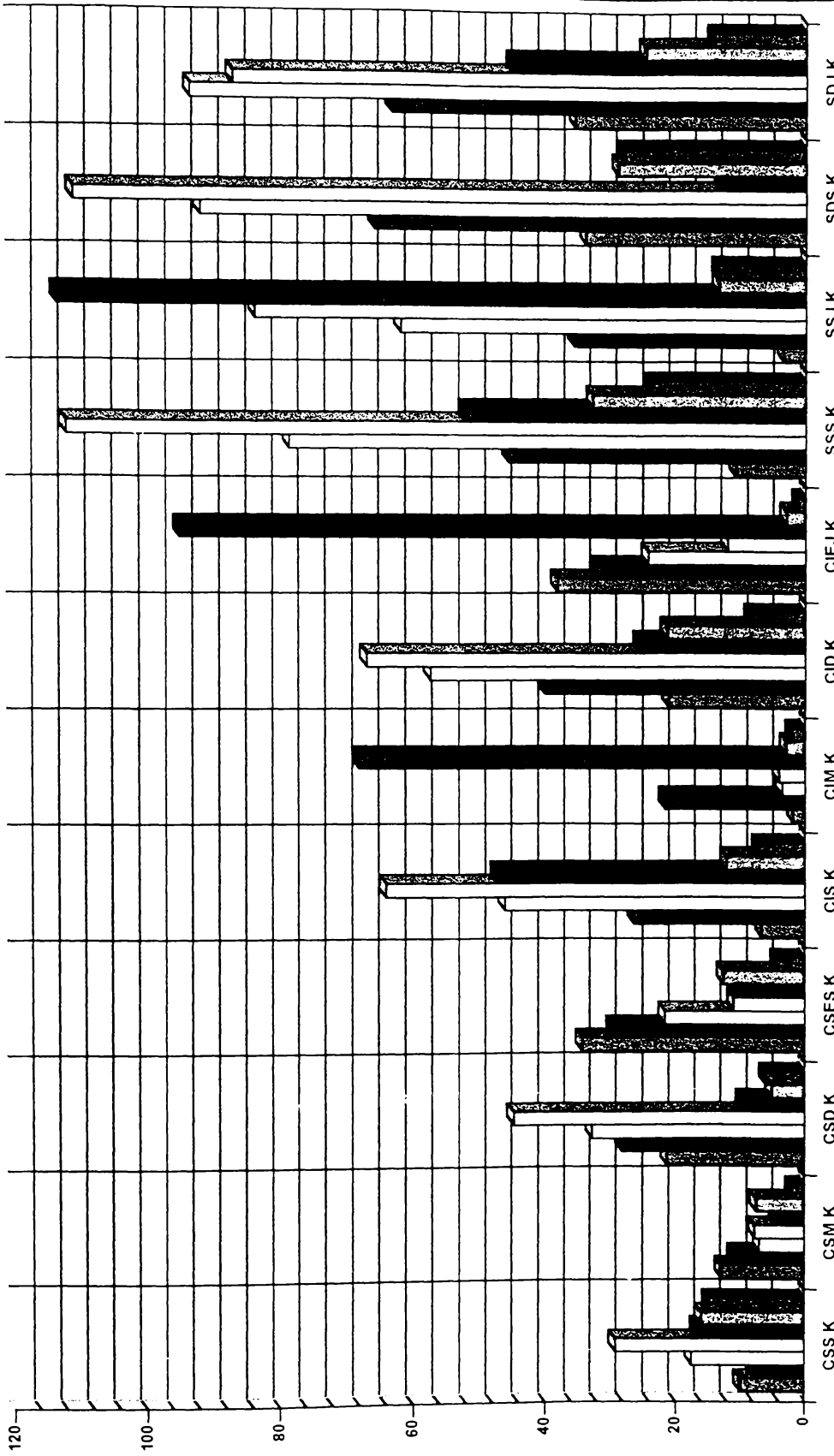
Tabelul Nr. 3.2.2.7.							
Punctul caracteristic	Valorile tensiunilor din panourile structurii vagonului considerat ca structură plană varianta de calcul V.P.P.2. încărcat cu sarcină verticală [N / mm ²]						
	Numărul panoului						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
CSS _K	15.00	8.97	17.89	34.50	13.19	15.94	18.40
CSM _K	19.02	16.24	10.33	7.82	1.50	7.18	1.66
CSD _K	28.18	35.35	39.23	50.25	8.16	5.49	8.59
CSES _K	40.99	34.91	25.46	4.56	13.55	18.78	4.78
CIS _K	10.25	16.99	51.95	71.27	48.24	15.48	11.44
CIM _K	4.05	2.51	5.29	3.36	70.67	2.60	2.94
CID _K	20.06	40.18	59.85	75.24	26.10	23.93	12.69
CIEJ _K	40.98	34.35	25.99	11.34	99.94	4.29	1.68
SSS _K	11.61	46.99	80.94	118.26	55.45	32.53	30.60
SSJ _K	11.61	39.20	68.30	94.56	114.56	17.52	20.43
SDS _K	36.47	69.67	99.71	114.75	10.61	33.69	34.29
SDJ _K	36.47	66.42	99.23	96.82	43.28	29.06	21.69

Tabelul Nr. 3.2.2.8.							
Punctul caracteristic	Valorile tensiunilor din panourile structurii vagonului considerat ca structură plană varianta de calcul V.P.P.3. încărcat cu sarcină verticală [N / mm ²]						
	Numărul panoului						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
CSS _K	20.84	8.44	19.31	34.64	12.66	16.71	18.35
CSM _K	22.05	13.85	8.76	7.72	2.65	7.70	1.95
CSD _K	27.68	33.43	37.99	50.08	8.93	5.54	8.42
CSES _K	29.86	33.16	23.96	4.51	13.27	17.64	4.58
CIS _K	16.92	28.72	50.79	70.12	48.17	15.02	10.76
CIM _K	5.56	1.26	4.59	3.32	70.28	5.02	2.81
CID _K	23.52	41.45	60.09	74.18	25.97	23.63	12.03
CIEJ _K	41.87	33.35	25.45	11.35	99.34	4.08	1.59
SSS _K	21.63	49.44	81.12	117.43	54.71	32.74	29.51
SSJ _K	8.93	38.16	67.89	93.32	114.68	17.02	19.32
SDS _K	33.59	69.21	98.41	114.07	11.01	32.86	33.27
SDJ _K	42.35	66.81	98.95	95.59	43.56	28.59	20.48

Graficele comparative ale tensiunilor din stâlpii vagonului considerat ca o structură plană, pentru cele trei variante de calcul sunt prezentate în Fig. 3.2.2.14. ÷ Fig. 3.2.2.15.

VALORILE TENSIUNILOR DIN PANOURILE STRUCTURII VAGONULUI CONSIDERAT
 CA O STRUCTUA PLANA VARIANTA DE CALCUL - V.P.P.1 -

TENSIUNEA
 [N / mm²]



Punctul caracteristic

Fig. 3.2.2.11.

VALORILE TENSIUNILOR DIN PANOURILE STRUCTURII VAGONULUI CONSIDERAT
 CA O STRUCTURA PLANA VARIANTA DE CALCUL - V.P.P.2. -

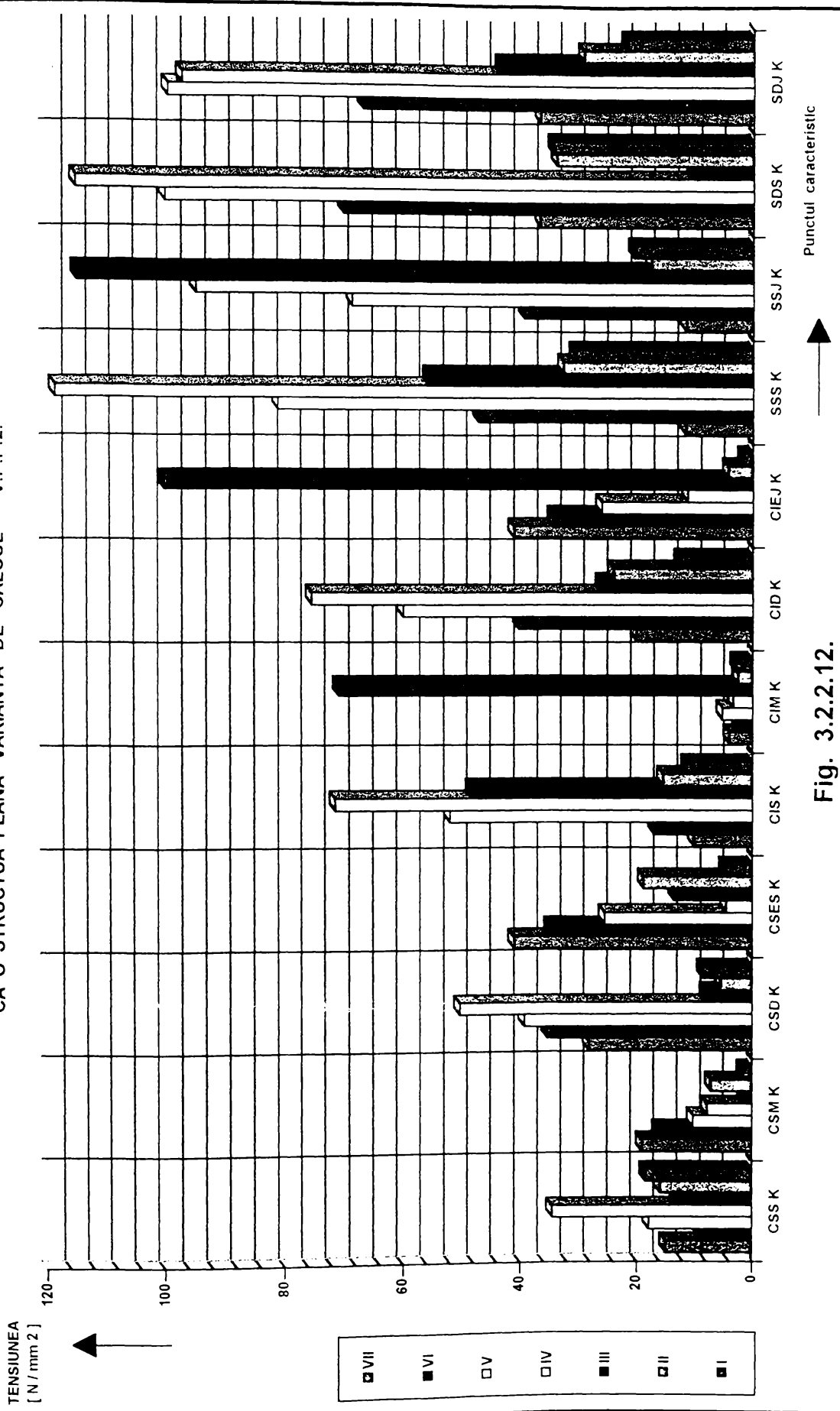


Fig. 3.2.2.12.

VALORILE TENSIUNILOR DIN PANOURILE STRUCTURII VAGONULUI CONSIDERAT
 CA O STRUCTURA PLANA VARIANTA DE CALCUL - V.P.P.3. -

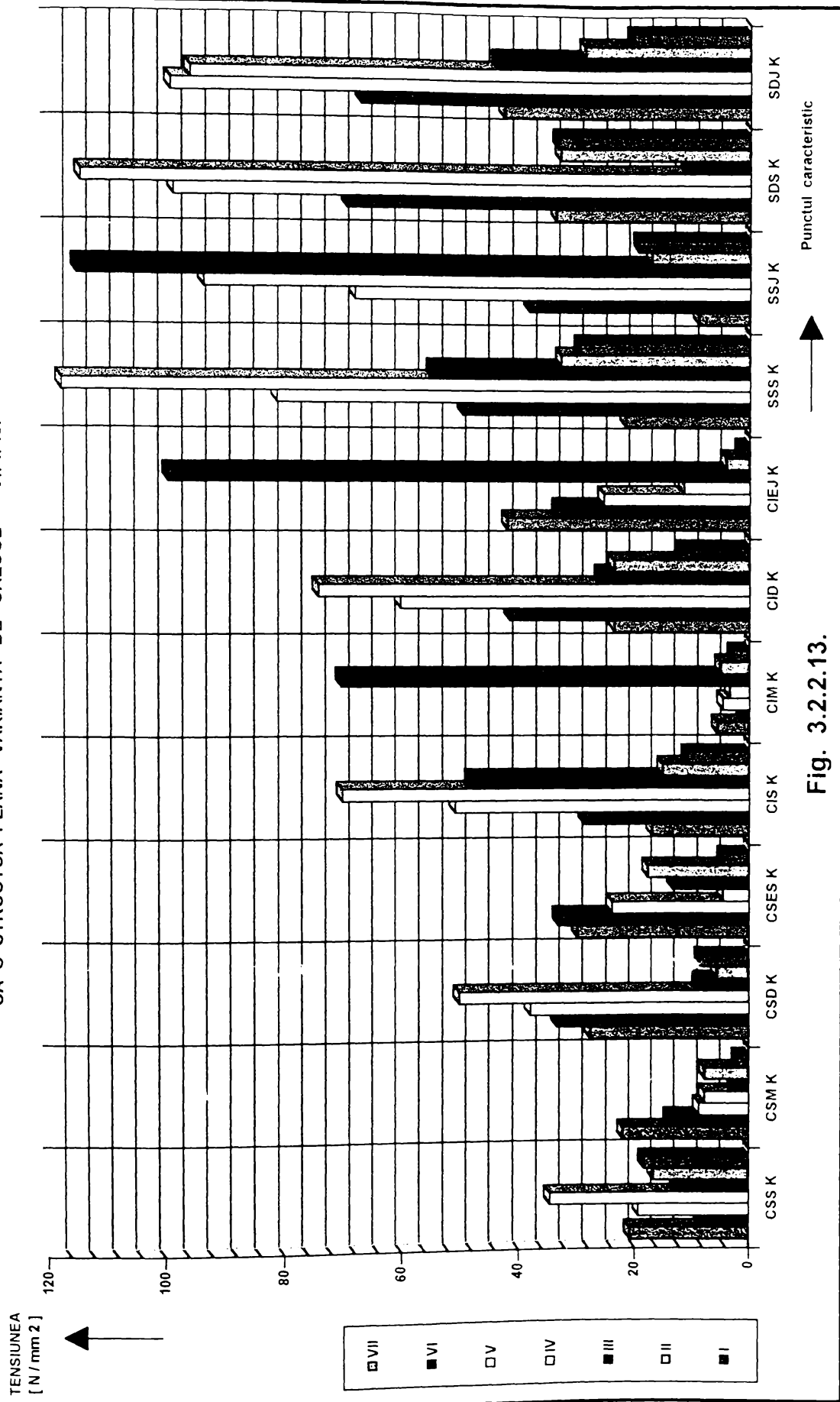
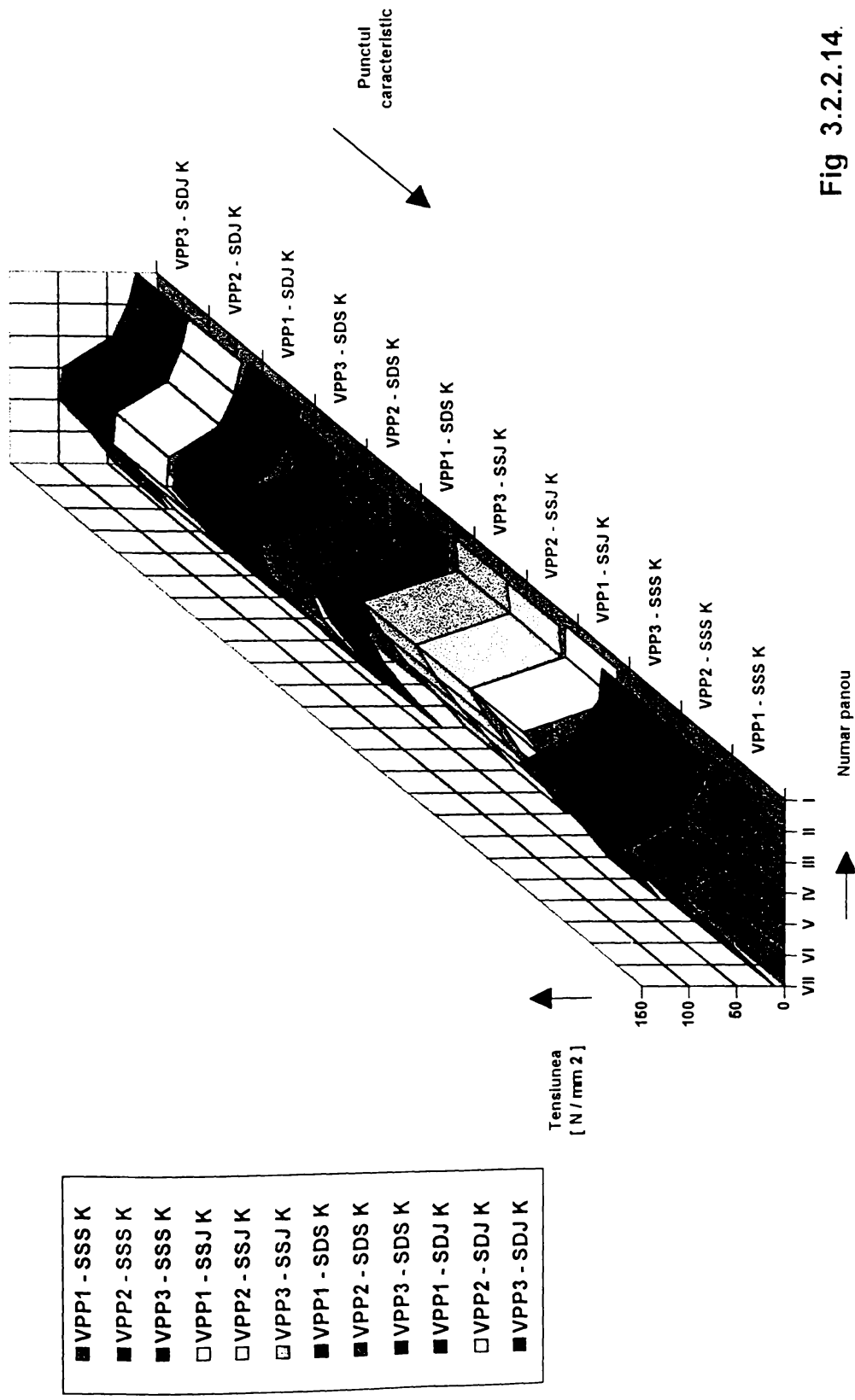


Fig. 3.2.2.13.

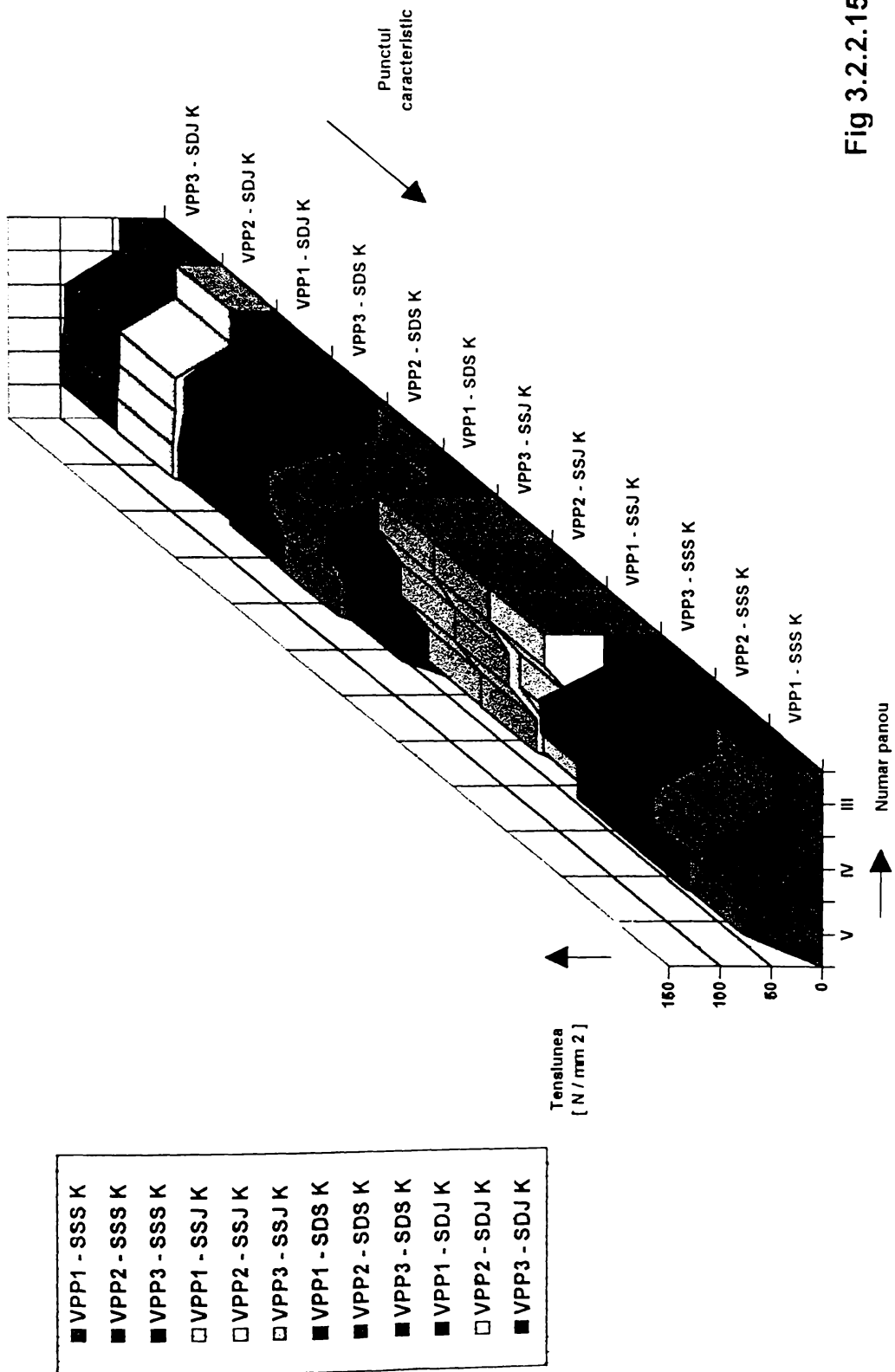
GRAFICUL COMPARATIV AL TENSIUNILOR DIN STALPII STRUCTURII VAGONULUI CONSIDERAT A O STRUCTURA PLANA VARIANTELE DE CALCUL - V.P.P.1. ; V.P.P.2. ; V.P.P.3. -



- VPP1 - SSS K
- VPP2 - SSS K
- VPP3 - SSS K
- VPP1 - SSJ K
- VPP2 - SSJ K
- VPP3 - SSJ K
- VPP1 - SDS K
- VPP2 - SDS K
- VPP3 - SDS K
- VPP1 - SDJ K
- VPP2 - SDJ K
- VPP3 - SDJ K

Fig 3.2.2.14.

GRAFICUL COMPARATIV AL TENSIUNILOR DIN STALPII STRUCTURII VAGONULUI CONSIDERAT A O STRUCTURA PLANA VARIANTELE DE CALCUL - V.P.P.1. ; V.P.P.2. ; V.P.P.3. - PANOURILE CELE MAI SOLICITATE : V ; IV ; III



■	VPP1 - SSS K
■	VPP2 - SSS K
■	VPP3 - SSS K
□	VPP1 - SSJ K
□	VPP2 - SSJ K
□	VPP3 - SSJ K
■	VPP1 - SDS K
■	VPP2 - SDS K
■	VPP3 - SDS K
■	VPP1 - SDJ K
□	VPP2 - SDJ K
■	VPP3 - SDJ K

Fig 3.2.2.15.

3.3. APLICAREA METODELOR DE CALCUL PENTRU CARCASA VAGONULUI CONSIDERATĂ CA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ

Studiul conlucrării spațiale ale elementelor de rezistență care alcătuiesc carcasa autoportantă a vagonului s-a efectuat conform schemei de principiu din (Fig.3.1.2.1.a.).

3.3.1. CALCULUL CARCASEI VAGONULUI CONSIDERATĂ CA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ ALCĂTUITĂ DIN ELEMENTE FINITE DE TIP GRINDĂ

Tratarea spațială a structurii de rezistență a vagonului, în primă fază s-a efectuat, în variantă că aceasta este alcătuită numai din elemente finite de tip grindă.

Analizând documentația de execuție a vagonului, redată sintetic în (fig.3.1.3.1.) ÷ (fig.3.1.3.11.), s-a efectuat discretizarea, pentru realizarea acesteia s-au stabilit următoarele :

- numărul și coordonatele nodurilor structurii
- numărul și lungimea grinzilor prin care este modelată structura
- forma și dimensiunile secțiunii transversale ale grinzilor

Nodurile structurii au fost considerate în centrul de greutate al secțiunilor grinzilor, cu mici abateri pentru a menține planeitatea peretelui lateral, respectiv a planșeului.

La numerotarea nodurilor, respectiv a grinzilor, s-a avut în vedere, ca diferența dintre numerele nodurilor ce definesc barele, să fie minimă și pe cât posibil aproximativ constantă pentru toate barele structurii, aceasta conducând la realizarea unei lățimi de bandă a determinantului sistemului de ecuații, de valoare mică, care influențează simțitor reducerea timpului de rulare al programului cu elemente finite.

Secțiunile grinzilor, sunt alcătuite în general, din secțiunile profilelor scheletului carcasei vagonului, la care se include și porțiuni din tabla învelișului exterior.

Structura de rezistență a vagonului de tip " Y " , discretizată în elemente finite " grindă spațială " a fost studiată în patru variante de calcul : V.S.G.1. ; V.S.G.2. ; V.S.G.3. ; V.S.G.A. prezentate în (Fig. 3.3.1.1.) ÷ (Fig. 3.3.1.4.)

Variantele de calcul V.S.G.1 ÷ V.S.G.3., diferă între ele prin numărul de grinzi prin care este modelată structura de rezistență a carcasei vagonului.

Variantele de discretizare V.S.G.2. ; V.S.G.3., conțin un număr suplimentar de grinzi, care au rol de rigidizare a structurii, modul de

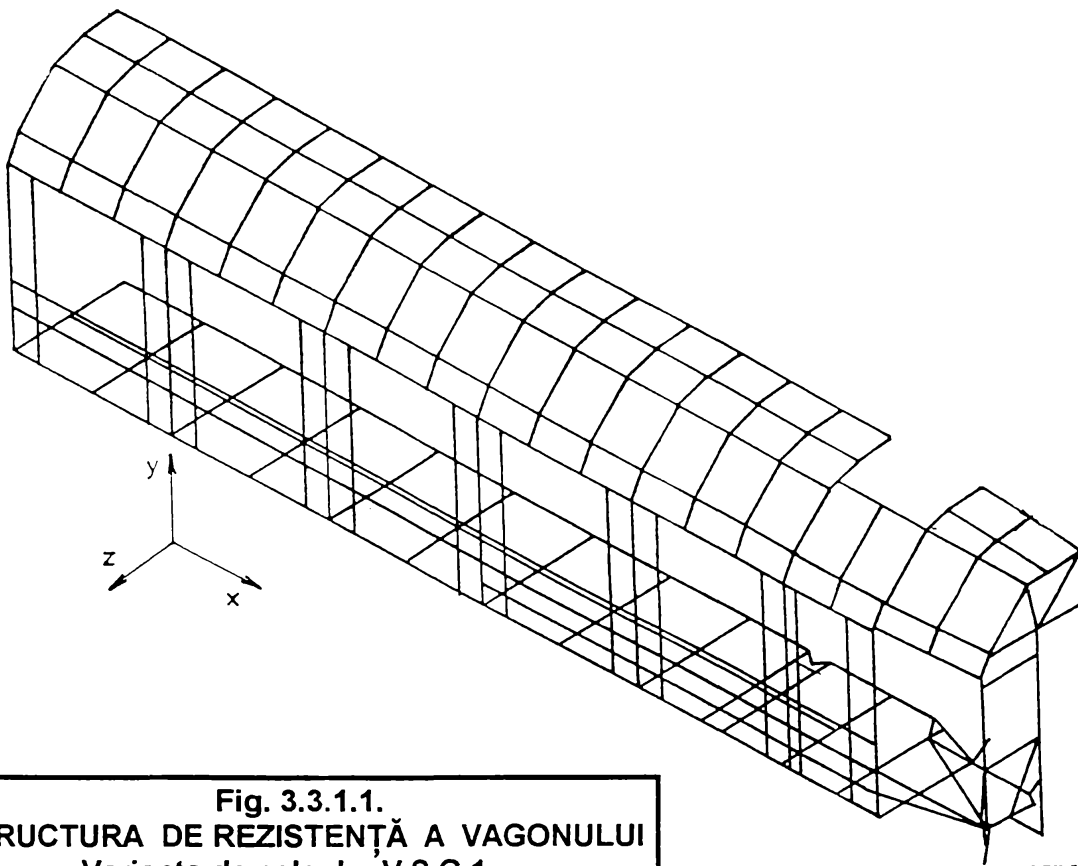


Fig. 3.3.1.1.
STRUCTURA DE REZISTENȚĂ A VAGONULUI
Varianta de calcul - V.S.G.1. -

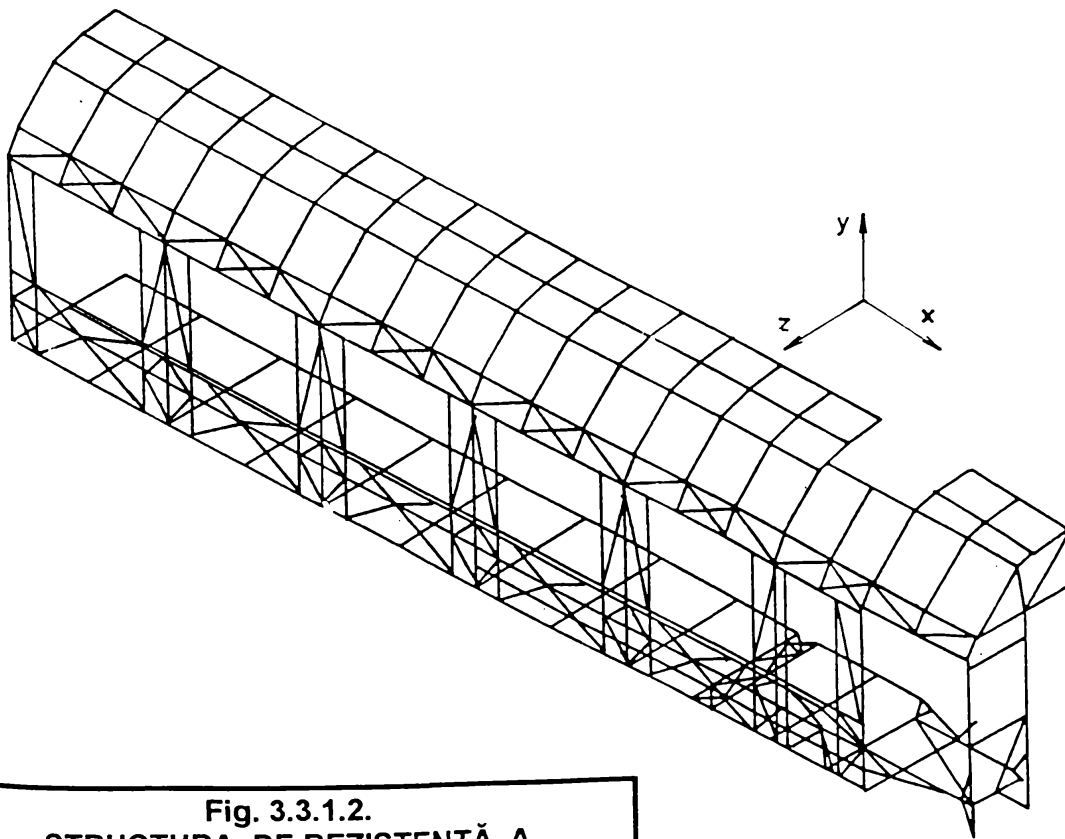


Fig. 3.3.1.2.
STRUCTURA DE REZISTENȚĂ A
VAGONULUI

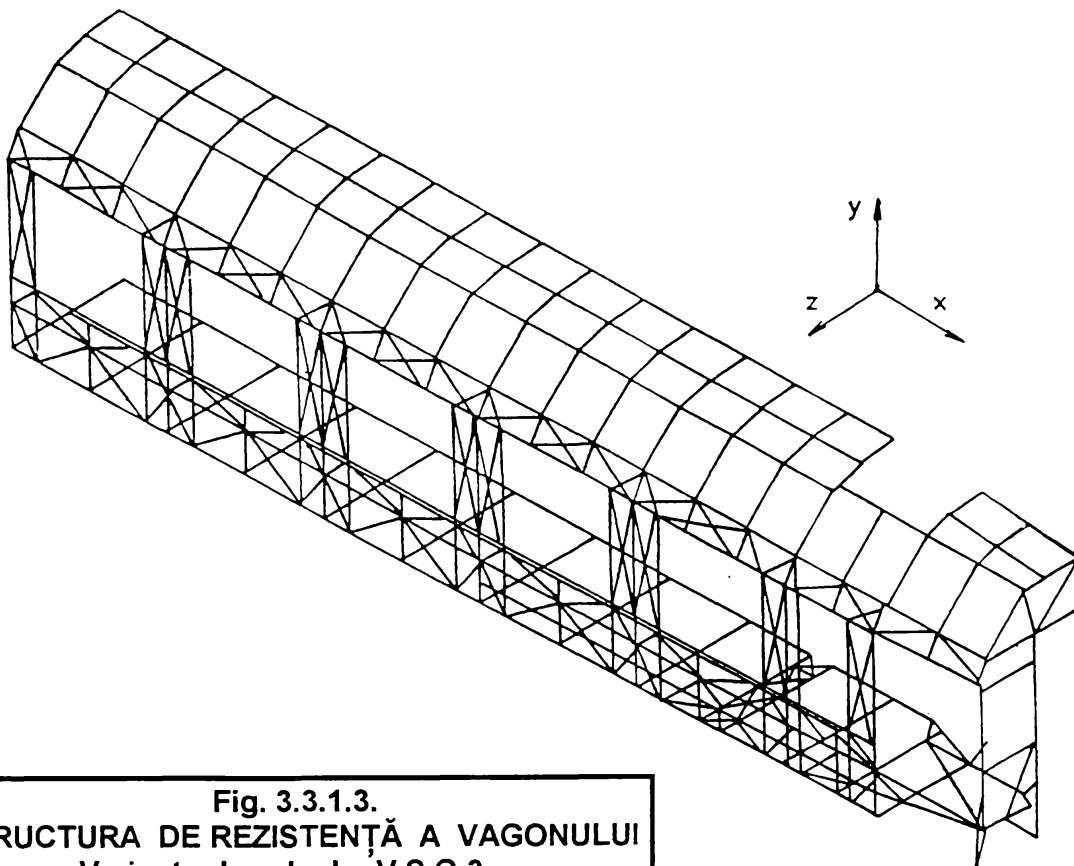


Fig. 3.3.1.3.
STRUCTURA DE REZISTENȚĂ A VAGONULUI
Varianta de calcul - V.S.G.3. -

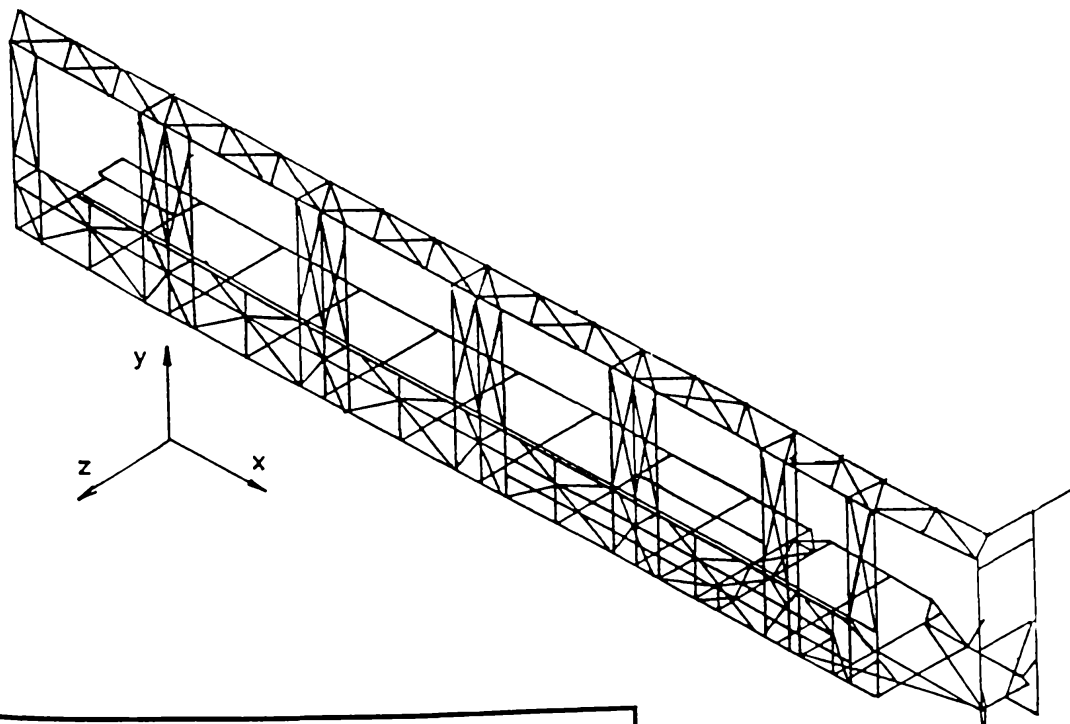


Fig. 3.3.1.4.
STRUCTURA DE REZISTENȚĂ A
VAGONULUI

amplasare al acestora în structura de rezistență a vagonului este prezentat în : (Fig. 3.3.1.2.) ; (Fig. 3.3.1.3.)

Numărul de noduri, de grinzi și de ecuații, precum și lățimea semibenzii determinantului sistemului de ecuații pentru variantele de calcul studiate, sunt redate în Tabelul Nr. 3.3.1.1.

Simbolul variantei	Numărul de noduri	Numărul de grinzi	Numărul de ecuații	Lățimea semibenzii
V.S.G.1.	325	464	1500	150
V.S.G.2.	325	560	1510	152
V.S.G.3.	325	594	1522	171
V.S.G.A.	275	483	1270	144

Prin varianta de calcul V.S.G.A. se urmărește a se studia contribuția elementelor de rezistență ale acoperișului la rigiditatea întregii structurii a vagonului [69], [74]. Varianta de calcul V.S.G.A. în esență, este varianta V.S.G.3., din care au fost îndepărtate elementele de rezistență ale acoperișului, situate la distanță mai mare de 200 mm de planul peretelui lateral al vagonului (elementele situate în apropierea axei longitudinale a vagonului).

Toate variantele de calcul prezentate, au în alcătuirea lor 33 de tipuri de secțiuni a grinzilor. Forma, dimensiunile și mărimile caracteristice ale secțiunilor grinzilor sunt calculate în lucrarea [72] și Anexa Nr.1, extrasul al acestora este prezentat în Tabelul Nr. 3.3.1.2.

MĂRIMILE CARACTERISTICE GEOMETRICE ALE SECȚIUNILOR Variantele de calcul : V.S.G.1; V.S.G.2; V.S.G.3; V.S.G.A.							
Nr. secți- unii	ARIA			MOMENTELE DE INERTIE			
	A_1 cm ²	A_2 cm ²	A_3 cm ²	I_1 cm ⁴	I_2 cm ⁴	I_3 cm ⁴	I_{23} cm ⁴
0	1	2	3	4	5	6	7
1	44,75	36,75	8,00	15,02	4542,23	1434,20	-26,04
2	45,06	34,50	10,56	14,75	1833,81	1308,98	-147,07
3	24,30	20,25	20,25	7,63	1192,86	369,06	0,00
4	6,14	1,50	4,64	0,143	47,60	29,97	-13,97
5	5,7	1,50	4,20	0,128	49,31	29,45	13,35
6	4,70	3,20	1,50	0,111	26,47	16,46	3,77
7	8,52	4,02	4,50	0,294	301,45	41,03	0,00
8	13,28	5,28	8,00	0,814	773,44	58,09	0,00
9	31,63	14,63	17,00	11,84	1868,21	163,86	0,00
10	58,80	28,80	30,00	39,76	8038,69	559,92	0,00

0	1	2	3	4	5	6	7
11	78,48	30,00	48,48	49,94	112353,7	2240,48	-1088,17
12	20,40	10,60	9,80	5,90	605,58	70,29	0,00
13	16,08	7,68	8,40	2,20	481,22	75,19	0,00
14	42,00	15,60	26,40	9,75	6456,41	871,32	-1578,31
15	8,04	4,02	4,02	0,965	37,60	3760	-22,56
16	14,28	7,68	6,60	1,97	273,64	69,50	0,00
17	19,68	8,40	11,28	2,71	1121,55	83,44	0,00
18	11,23	3,00	9,60	0,094	3828,13	12,49	0,00
19	30,61	13,11	17,50	3,06	4274,80	893,40	-691,76
20	29,84	15,44	14,40	5,07	5397,02	3093,62	3299,26
21	7,96	4,80	5,12	0,426	121,12	109,04	-100,81
22	28,59	11,35	19,40	2,76	5273,87	641,77	-1277,85
23	18,97	7,02	11,95	2,02	974,77	241,77	-245,16
24	13,33	3,60	10,08	1,68	231,71	140,70	-150,33
25	9,04	1,50	7,41	0,18	220,18	33,33	-30,39
26	7,87	1,14	6,89	0,193	286,77	2,32	0,00
27	16,60	3,00	12,16	0,578	2556,22	1202,67	-1674,53
28	2,39	1,00	1,39	0,05	8,44	3,37	-3,16
29	25,07	3,00	19,9	1,09	3521,23	1718,69	-2264,87
30	3,14	1,04	2,10	0,126	4,76	2,44	-1,47
31	3,65	2,27	1,38	0,087	18,33	7,94	8,06
32	4,70	1,37	3,33	0,15	33,76	4,05	-4,33
33	9,21	4,50	4,70	0,273	100,18	50,35	38,20

Starea de deformație și tensiune pentru aceste variante de calcul, a fost studiată pentru o încărcare cu sarcină verticală având valoarea totală de 16500 daN (calculată conform celor descrise în paragraful 3.1.4.) . Modul de aplicare a sarcinii pe structura vagonului este indicat în Tabelul Nr. 3.3.1.3.

Rulând programul de elemente finite [117], [118], s-au obținut valorile deplasărilor și ale tensiunilor din elementele finite ale structurilor considerate [68], [69].

Urmărind în mod deosebit, valorile deplasărilor elementelor componente ale lonjeronului vagonului, pe direcția axei Y, acestea sunt comparate pentru toate variantele de calcul în Tabelul Nr. 3.3.1.4.

Utilizând valorile deplasărilor pe direcția axei Y, în (Fig. 3.3.1.5.) s-a trasat graficul de variație pentru toate variantele de calcul.

Analizând graficul din (Fig. 3.3.1.5.) și valorile deplasărilor din Tabelul Nr. 3.3.1.4. se remarcă următoarele :

a. - variantele de calcul V.S.G.1. și V.S.G.2. sunt mai elastice în comparație cu celelalte două, deplasările pe direcția axei Y fiind mai mari decât cele măsurate experimental

Tabelul Nr. 3.3.1.3.					
ÎNCĂRCĂRILE NODURILOR STRUCTURII					
Variantele de calcul - V.S.G.1.; V.S.G.2.; V.S.G.3.; V.S.G.A. -					
Nr crt.	Numărul nodurilor din structura vagonului încărcate cu sarcină verticală	Coordonatele nodurilor încărcate			Valoarea încărcării nodurilor [daN]
		X	Y	Z	
		[mm]	[mm]	[mm]	
0	1	2	3	4	5
1.	19	0	-75	0	48.167
2.	2	0	-75	326	96.335
3.	3	0	-75	720	96.335
4.	4	0	-100	1412	96.335
5.	31	0	-75	948	96.335
6.	51	0	-75	1928	96.335
7.	71	0	0	2868	96.335
8.	91	0	0	3847	96.335
9.	171	0	0	7687	96.335
10.	221	0	0	9480	96.335
11.	241	0	0	10050	96.335
12.	251	0	0	10200	96.335
13.	268	0	0	10740	96.335
14.	281	0	0	11450	96.335
15.	13	81	-100	720	192.671
16.	14	81	-100	1412	192.671
17.	24	292	-100	1412	192.671
18.	32	948	-75	326	192.671
19.	33	948	-75	720	192.671
20.	34	948	-100	1412	192.671
21.	44	1627	-100	1412	192.671
22.	53	1928	-75	720	192.671
23.	54	1928	-100	1412	192.671
24.	64	2211	-100	1412	192.671
25.	73	2868	-75	720	192.671
26.	74	2868	-100	1412	192.671
27.	84	3546	-100	1412	192.671
28.	93	3847	-75	720	192.671
29.	94	3847	-100	1412	192.671
30.	104	4131	-100	1412	192.671
31.	114	4788	-100	1412	192.671
32.	124	5466	-100	1412	192.671
33.	134	5767	-100	1412	192.671
34.	144	6051	-100	1412	192.671
35.	154	6706	-100	1412	192.671
36.	164	7386	-100	1412	192.671
37.	173	7687	-75	720	192.671
38.	174	7687	-100	1412	192.671
39.	183	8470	-65	1160	192.671
40.	184	7971	-100	1412	192.671
41.	193	8470	-65	720	192.671
42.	194	8470	-100	1412	192.671
43.	199	8730	-65	720	192.671
44.	200	8730	-65	1160	192.671
45.	204	8730	-100	1412	192.671

Continuare Tabelul Nr. 3.3.1.3.					
0	1	2	3	4	5
46.	214	9306	-100	1412	192.671
47.	223	9480	-75	720	192.671
48.	224	9610	-100	1412	192.671
49.	234	9480	-100	1412	192.671
50.	244	9740	-100	1412	192.671
51.	252	10200	-125	205	192.671
52.	253	10200	-70	940	192.671
53.	254	10200	-100	1412	192.671
54.	260	10200	-100	1215	192.671
55.	264	10382	-100	1412	192.671
56.	271	10740	-125	205	192.671
57.	272	10740	-100	494	192.671
58.	273	10740	-100	1068	192.671
59.	274	10740	-100	1412	192.671
60.	282	11450	-125	205	192.671
61.	283	11600	-125	269	192.671
62.	284	11600	-100	875	192.671
63.	292	11990	-100	592	192.671
64.	293	11600	-100	592	192.671
65.	294	11990	-100	1412	192.671
66.	113	4788	-75	720	387.671
67.	133	5767	-75	720	387.671
68.	153	6706	-75	720	387.671
69.	172	7687	-75	400	626.000
70.	192	8470	-75	400	626.000
71.	152	6706	-75	400	626.000
72.	213	8470	-100	87.5	289.000
73.	226	8730	-100	87.5	289.000
74.	157	7056	1946	1412	146.250
75.	277	10740	1946	1412	146.250
76.	181	8337	1946	1412	292.500
77.	237	9610	1946	1412	292.500
78.	111	4788	-75	0	291.335
79.	131	5767	-75	0	291.335
80.	151	6706	-75	0	291.335

b.- elasticitatea variantelor de calcul V.S.G.1. și V.S.G.2. se poate explica prin aceea că grinzile ce alcătuiesc centura inferioară, centura superioară și stâlpii au rigidități mici, permițând modificarea unghiurilor relative dintre acestea, fapt care în realitate este împiedicat, într-o oarecare măsură, de învelișul exterior din tablă

c. - rigiditatea stâlpilor au o influență hotărâtoare asupra rigidității întregii structuri a vagonului

d. - valorile deplasărilor pe direcția axei Y , a variantei de calcul V.S.G.3. , sunt cele mai apropiate de valorile deplasărilor măsurate experimental. Din acest motiv se va analiza starea de tensiune numai pentru această variantă de calcul.

DEPLASARILE NODURILOR STRUCTURII SPATIALE A VAGONULUI
 VARIANTELE DE CALCUL - V.S.G.1.; V.S.G.2.; V.S.G.3.; V.S.G.A. -

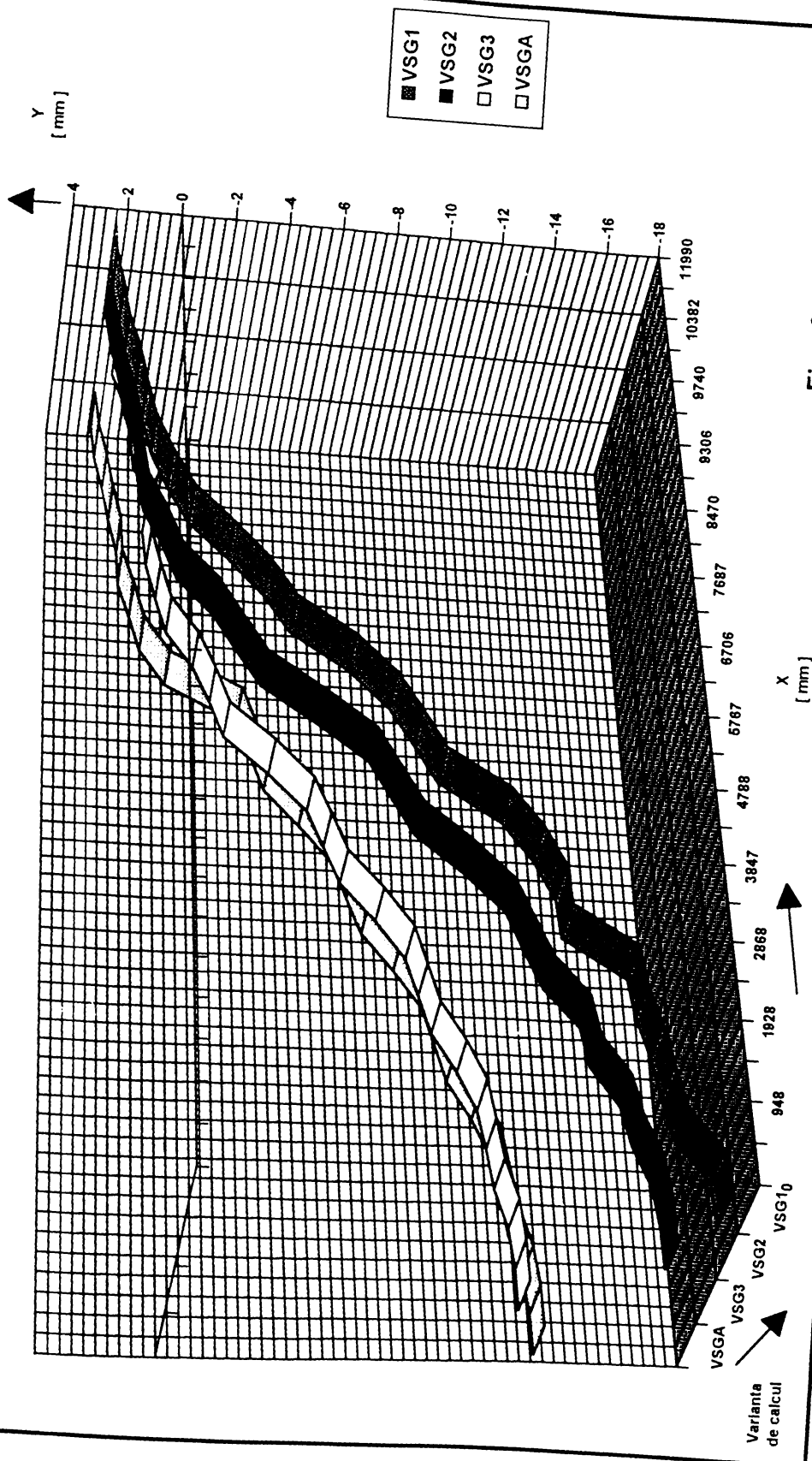


Fig. 3.3.1.5.

Tabelul Nr. 3.3.1.4.								
VALORILE DEPLASĂRIILOR NODURILOR STRUCTURII VAGONULUI VARIANTELE DE CALCUL - V.S.G.1. ; V.S.G.2. ; V.S.G.3. ; V.S.G.A. -								
Nr. crt.	Număr nod	Coordonatele nodurilor			Valorile deplasărilor după axa "Y "			
		X	Y	Z	VSG1	VSG2	VSG3	VSGA
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1.	4	0	-100	1412	-17.24	-16.09	-11.73	-12.80
2.	24	292	-100	1412	-17.13	-16.07	-11.71	-12.77
3.	34	948	-100	1412	-16.04	-15.90	-11.57	-12.61
4.	44	1627	-100	1412	-15.72	-15.34	-11.17	-12.21
5.	54	1928	-100	1412	-15.45	-15.03	-10.97	-12.01
6.	64	2211	-100	1412	-15.05	-14.08	-10.74	-11.78
7.	74	2868	-100	1412	-14.89	-13.85	-10.11	-11.16
8.	84	3546	-100	1412	-12.72	-12.68	-9.27	-10.33
9.	94	3847	-100	1412	-12.63	-12.11	-8.89	-9.96
10.	104	4131	-100	1412	-11.97	-11.55	-8.50	-9.58
11.	114	4788	-100	1412	-10.94	-10.16	-7.48	-8.61
12.	124	5466	-100	1412	-8.79	-8.49	-6.26	-7.48
13.	134	5767	-100	1412	-8.03	-7.71	-5.73	-6.99
14.	144	6051	-100	1412	-7.21	-6.96	-5.19	-6.52
15.	154	6706	-100	1412	-5.84	-5.18	-3.85	-5.35
16.	164	7386	-100	1412	-3.85	-3.22	-2.24	-4.10
17.	174	7687	-100	1412	-2.98	-2.36	-1.75	-3.61
18.	184	7971	-100	1412	-1.73	-1.53	-1.16	-3.14
19.	194	8470	-100	1412	-0.37	-0.26	-0.19	-0.47
20.	204	8730	-100	1412	0.37	0.26	0.19	0.47
21.	214	9306	-100	1412	0.96	0.93	0.52	0.86
22.	224	9610	-100	1412	1.26	1.14	0.65	1.28
23.	244	9740	-100	1412	1.49	1.24	.072	1.33
24.	254	10200	-100	1412	1.89	1.64	0.98	1.65
25.	264	10382	-100	1412	2.09	1.81	1.09	1.87
26.	274	10740	-100	1412	2.34	2.11	1.29	2.18
27.	294	11990	-100	1412	2.39	2.28	1.78	2.32

Tabelul Nr. 3.3.1.5.							
Punctul caracte- ristic	Valorile tensiunilor din grinzile structurii spațiale a vagonului varianta de calcul - V.S.G.3. [N/ mm ²]						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
CSS _K	10.42	19.98	16.6	27.6	16.44	16.53	22.35
CSM _K	11.23	9.85	7.55	8.74	6.54	8.70	4.32
CSD _K	28.75	42.10	57.83	39.98	13.52	8.54	18.42
CSES _K	24.20	23.16	18.62	17.83	17.63	16.64	5.05
CIS _K	15.76	38.72	60.25	67.80	58.39	20.02	16.76
CIM _K	6.76	8.26	7.79	14.4	70.5	8.92	6.71
CID _K	11.84	39.45	59.9	85.54	46.18	19.23	17.84
CIEJ _K	28.45	30.35	25.6	16.8	32.79	6.48	5.59
SSS _K	7.85	39.54	63.95	117.48	59.24	22.47	38.95
SSJ _K	6.48	40.16	68.85	125.94	125.7	15.52	25.82
SDS _K	31.6	64.20	81.24	100.8	19.29	26.47	28.27
SDJ _K	37.2	68.35	114.18	118.24	41.73	27.95	30.48

VALORILE TENSIUNILOR DIN GRINZILE STRUCTURII VAGONULUI CONSIDERAT
 CA O STRUCTURA SPATIALA - VARIANTA DE CALCUL - V.S.G.3. -

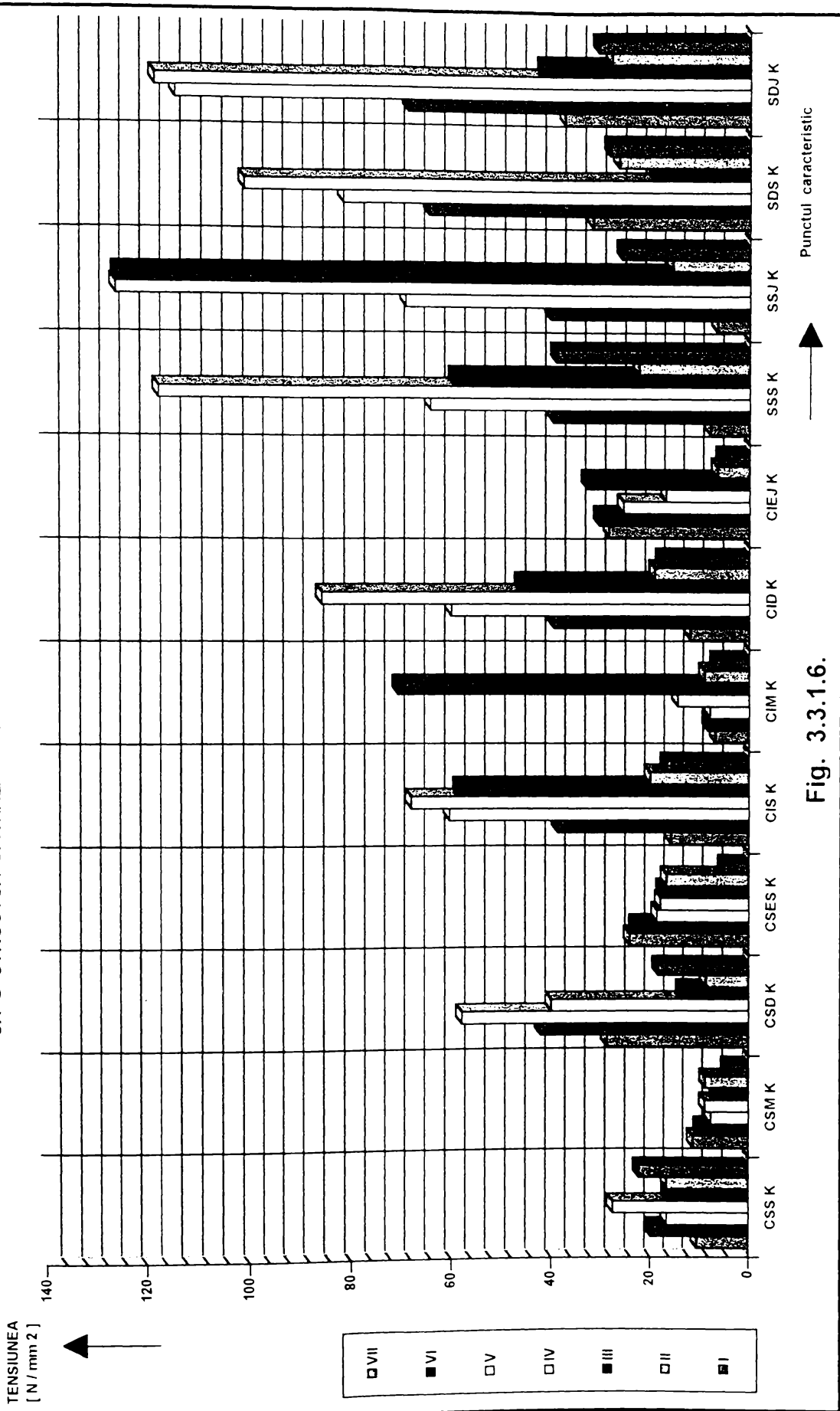


Fig. 3.3.1.6.

GRAFICUL TENSIUNILOR DIN STALPII STRUCTURII VAGONULUI CONSIDERAT
 CA O STRUCTURA SPATIALA VARIANTA DE CALCUL - V.S.G.3. -

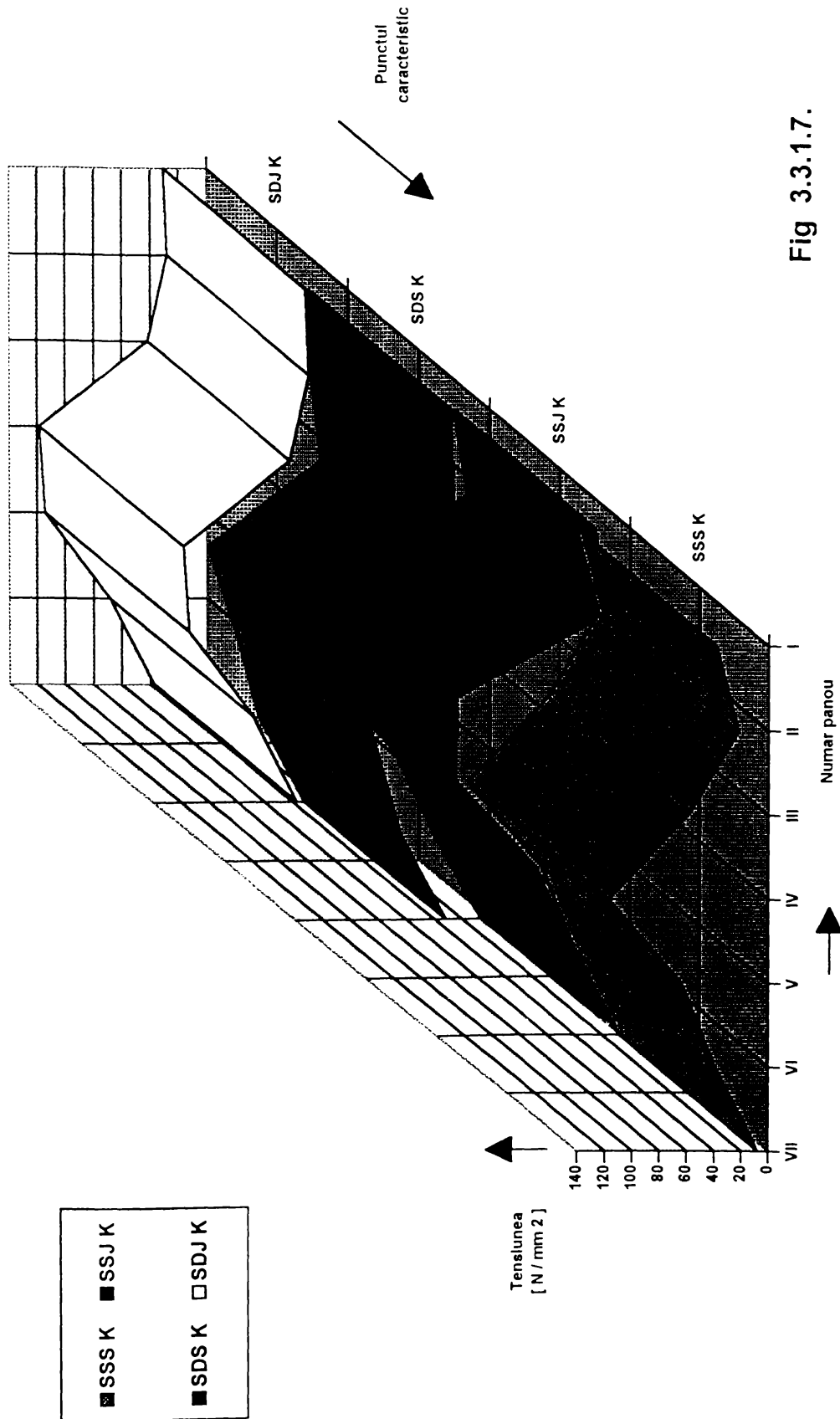


Fig 3.3.1.7.

GRAFICUL TENSIUNILOR DIN STALPII STRUCTURII VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURA SPATIALA VARIANTA DE CALCUL - V.S.G.3. - PANOURILE CELE MAI SOLICITATE : V ; III ;

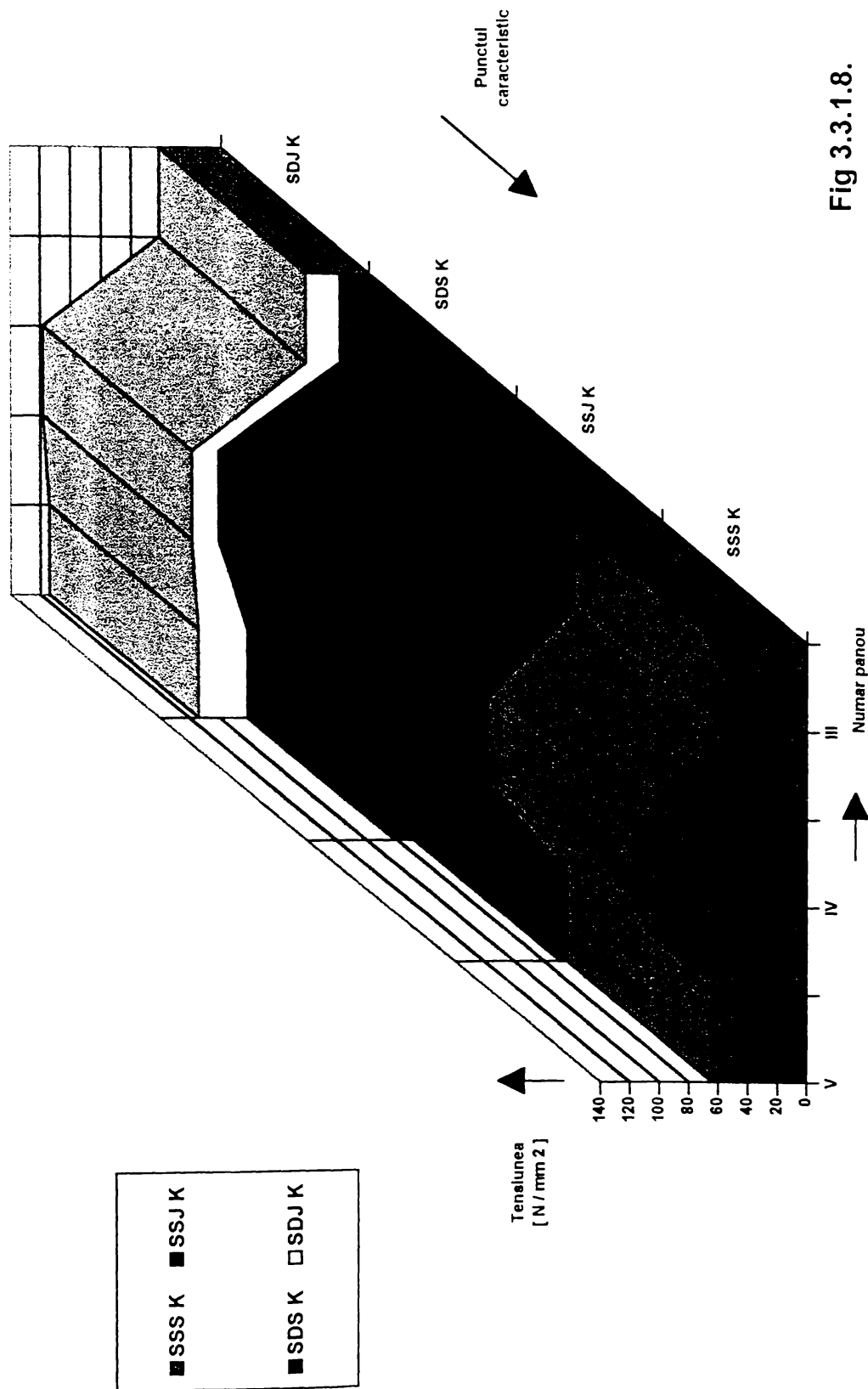


Fig 3.3.1.8.

Menținând notarea punctelor caracteristice în care se calculează tensiunile în conformitate cu cele prezentate în (Fig. 3.2.1.3.) s-au calculat valorile medii ale tensiunilor din vecinătatea nodurilor.

În tabelul Nr. 3.3.1.5. sunt extrase valorile tensiunilor din grinzile structurii spațiale a vagonului, varianta de calcul V.S.G.3.

În (Fig. 3.3.1.6.) este trasat graficul de variație al tensiunilor din grinzile structurii spațiale a vagonului pentru panourile VII ÷ I .

Analizând valorile tensiunilor, se remarcă faptul că stâlpii structurii de rezistență a vagonului sunt cei mai solicitați, respectiv că în panourile V; IV ; III ale centurilor superioare și inferioare apar tensiunile cele mai mari.

În (Fig. 3.3.1.7.) este trasat graficul de variație a tensiunilor pentru stâlpii structurii vagonului varianta de calcul V.S.G.3., panourile VII ÷ I . Respectiv graficele de variație a tensiunilor pentru stâlpii structurii vagonului din panourile V; IV ; III, unde solicitările sunt maxime, sunt reprezentate în (Fig. 3.3.1.8.).

Comparând valorile deplasărilor după axa Y , pentru variantele de calcul V.S.G.3., V.S.G.A., se pot face următoarele precizări :

- cele două variante de calcul au valorile deplasărilor sensibil apropiate, cu precizarea că varianta de calcul V.S.G.A., este mai elastică

- elementele de rezistență componente ale acoperișului au o influență nesemnificativă asupra rigidității întregii structurii a vagonului

3.3.2. CALCUL STRUCTURII AUTOPORTANTE A CARCASEI VAGONULUI REDUSĂ LA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ A PERETELUI LATERAL

O perfecționare a variantelor de calcul prezentate în paragraful 3.2., în care carcasa vagonului a fost redusă la o structură plană, este de a considera peretele lateral al vagonului ca o structură spațială.

Structura de rezistență a peretelui lateral al vagonului prezentată în (Fig. 3.1.3.1. ÷ Fig. 3.1.3.11.) , în concordanță cu documentația de execuție, a fost considerată în calcule ca o structură spațială. Aceasta a fost discretizată în elemente finite de tip placă spațială, considerându-se două moduri de discretizare: medie și fină.

S-au ales două variante de discretizare pentru a studia influența dimensiunilor elementelor finite asupra modului de deformare și a stării de tensiune.

Cele două variante de calcul sunt prezentate în figurile :

- Fig. 3.3.2.1. - reprezentând - peretele lateral al vagonului considerat ca o structură spațială - discretizare medie PVSSDM

- Fig. 3.3.2.2. - reprezentând - peretele lateral al vagonului considerat ca o structură spațială - discretizare fină PVSSDF

Valoarea sarcinii verticale totale de 165000 N, orientată după axa Z, în sensul negativ al acesteia, s-a aplicat în 40 de noduri ale structurii spațiale a peretelui lateral a vagonului. Modul de distribuire pe nodurile structurii a sarcinii verticale este arătat în Tabelul Nr. 3.3.2.1. Prin rularea programului de calcul [119] s-au obținut valorile deplasărilor și tensiunilor pentru nodurile elementelor finite componente ale structurii .

Pentru analiza comparativă a valorilor deplasărilor nodurilor structurii s-au considerat 126 de puncte semnificative dispuse în direcția axei " Y " la următoarele cote : Y = 0; 318; 952; 1585; 2240; 2874; 3507; 4162; 4795; 5429; 6084; 6718; 7351; 8006; 8640; 9273; 9775; 10347; 10807; 11712; 12100 mm, respectiv în direcția axei " Z " la cote : Z = 5; 195; 954; 1996; 2192; 2573 mm.

Valorile deplasărilor din nodurile semnificative ale structurii spațiale a peretelui lateral a vagonului sunt redată pentru cele două variante în Tabelul Nr.3.3.2.2. respectiv Tabelul Nr.3.3.2.3.

Analizând valorile deplasărilor nodurilor pe verticală (în direcția axei z) se constată că toate nodurile ce au aceeași valoare a coordonatei " y " au deplasările pe verticală sensibil apropiate, indiferent de valoarea coordonatei " z ". Din acest motiv pentru o analiză globală a stării de deformare a peretelui vagonului s-a calculat valoarea medie a acesteia, care a fost utilizată la compararea celor două variante de discretizare.

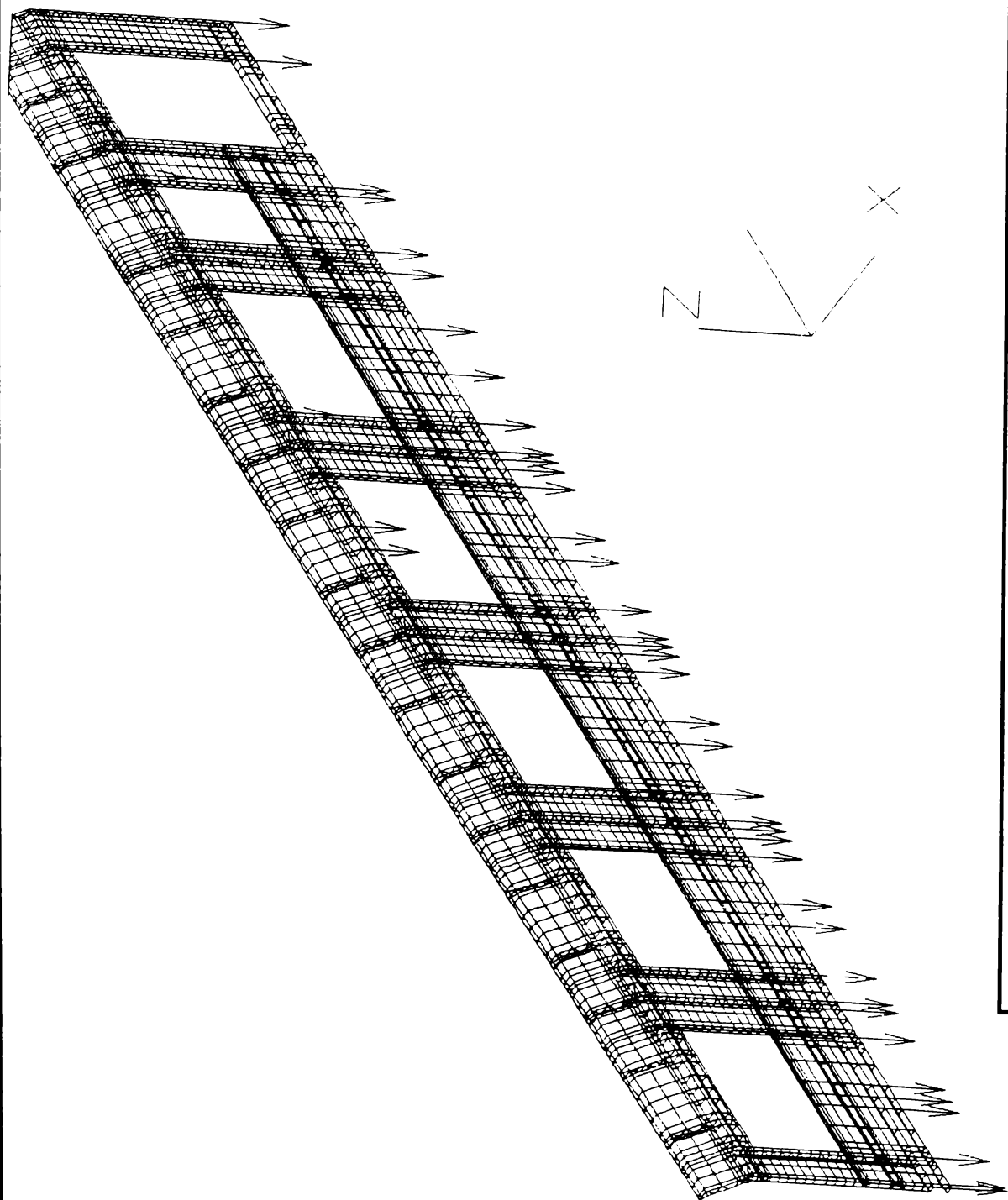


Fig. 3.3.2.1. Peretele lateral al vagonului - discretizare medie PVSSDM

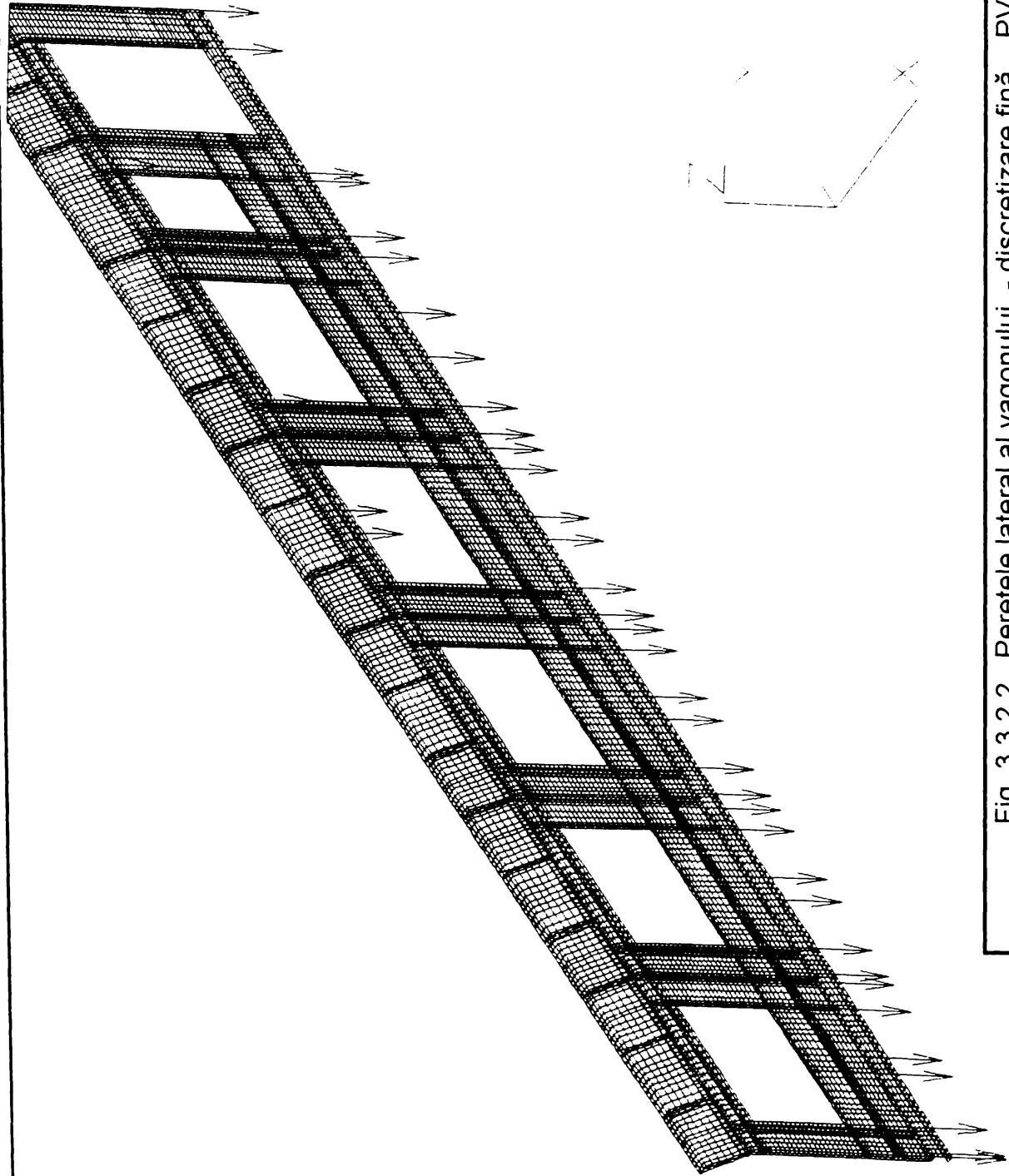


Fig. 3.3.2.2. Peretele lateral al vagonului - discretizare fină PVSSDF

Tabelul Nr. 3.3.2.1.							
Nr. crt.	Valoarea încărcării nodurilor	Coordonatele nodurilor		Nr. crt.	Valoarea încărcării nodurilor	Coordonatele nodurilor	
		Y	Z			Y	Z
	N	mm	mm		N	mm	mm
1	3371.7	0	0	21	1926.7	6081	0
2	3853.4	50	0	22	7488.4	6596	0
3	1926.7	318	0	23	7488.4	6833	0
4	3371.7	883	0	24	1926.7	7348	0
5	3371.7	1070	0	25	5538.4	7598	0
6	1926.7	1585	0	26	5538.4	7733	0
7	2408.3	1835	0	27	1926.7	8002	0
8	2408.3	1970	0	28	14930	8517	0
9	1926.7	2239	0	29	8670	8974	0
10	2408.3	2754	0	30	8670	9523	0
11	2408.3	2991	0	31	2890	9773	0
12	1926.7	3506	0	32	10596.9	10347	0
13	2408.3	3756	0	33	8670	10432	0
14	2408.3	3891	0	34	2890	11712	0
15	1926.7	4160	0	35	9633.3	12100	0
16	4358.3	4675	0	36	731.3	6598	2192
17	4358.3	4912	0	37	731.3	6837	2192
18	1926.7	5427	0	38	2925	8006	2192
19	4358.3	5677	0	39	2925	9559	2192
20	4358.3	5812	0	40	1462.5	10432	2192

Tabelul Nr. 3.3 2.2.							
Deplasările nodurilor structurii peretelui lateral al vagonului considerat ca o structură spațială, discretizare medie - PVSSDM							
Deplasări după axa " Z " la nivelul z							
Y	Z=5 X=0	Z=195 X=0	Z=954 X=0	Z=1996 X=0	Z=2192 X=0	Z=2573 X=-200	Media
0	-7.847	-7.847	-7.829	-7.814	-7.810	-7.790	-7.813
318	-7.817	-7.824	-7.825	-7.798	-7.791	-7.761	-7.796
951.5	-7.689	-7.697	-7.702	-7.645	-7.638	-7.613	-7.652
1585	-7.462	-7.468	-7.435	-7.400	-7.409	-7.396	-7.414
2240	-7.152	-7.159	-7.199	-7.189	-7.129	-7.169	-7.170
2873.5	-6.721	-6.729	-6.734	-6.691	-6.685	-6.664	-6.696
3507	-6.213	-6.217	-6.153	-6.114	-6.137	-6.141	-6.142
4162	-5.654	-5.660	-5.725	-5.724	-5.693	-5.646	-5.694
4795	-4.975	-4.981	-4.979	-4.931	-4.927	-4.913	-4.940
5429	-4.223	-4.223	-4.127	-4.077	-4.113	-4.135	-4.120
6084	-3.460	-3.463	-3.549	-3.552	-3.511	-3.461	-3.515
6717.5	-2.596	-2.598	-2.587	-2.543	-2.540	-2.537	-2.555
7351	-1.678	-1.672	-1.587	-1.557	-1.595	-1.634	-1.620
8006	-0.786	-0.784	-0.916	-1.082	-1.066	-1.051	-1.013
8639.5	0.000	0.000	-0.140	-0.514	-0.513	-0.519	-0.393
9273	0.122	0.125	0.090	0.020	0.022	0.032	0.046
9775	0.274	0.280	0.295	0.299	0.283	0.267	0.285
10347	0.453	0.464	0.457	0.473	0.486	0.493	0.476
10807	0.627	0.640	0.704	0.678	0.647	0.644	0.666
11712	0.809	0.808	0.780	0.841	0.852	0.862	0.832
12100	0.954	0.976	1.016	1.001	0.996	0.987	0.997

Tabelul Nr. 3.3.2.3.							
Deplasările nodurilor structurii peretelui lateral al vagonului considerat ca o structură spațială, discretizare fină - PVSSDF							
Deplasări după axa " Z " la nivelul z							
1	2	3	4	5	6	7	8
Y	Z=5 X=0	Z=195 X=0	Z=954 X=0	Z=1996 X=0	Z=2192 X=0	Z=2573 X=-200	Media
0	-7.940	-7.938	-7.920	-7.905	-7.901	-7.881	-7.904
318	-7.908	-7.915	-7.916	-7.889	-7.881	-7.852	-7.886
951.5	-7.779	-7.788	-7.792	-7.735	-7.729	-7.704	-7.743
1585	-7.551	-7.557	-7.523	-7.489	-7.497	-7.485	-7.502
2240	-7.238	-7.246	-7.286	-7.275	-7.255	-7.214	-7.257
2873.5	-6.804	-6.812	-6.817	-6.773	-6.768	-6.747	-6.778
3507	-6.292	-6.295	-6.230	-6.193	-6.214	-6.219	-6.219
4162	-5.728	-5.734	-5.800	-5.796	-5.765	-5.718	-5.767
4795	-5.044	-5.048	-5.046	-4.997	-4.994	-4.979	-5.007
5429	-4.284	-4.284	-4.186	-4.138	-4.194	-4.171	-4.180
6084	-3.513	-3.516	-3.603	-3.604	-3.513	-3.562	-3.567
6717.5	-2.641	-2.642	-2.585	-2.652	-2.583	-2.579	-2.603
7351	-1.712	-1.706	-1.620	-1.591	-1.625	-1.665	-1.631
8006	-0.809	-0.855	-0.942	-1.105	-1.088	-1.072	-1.037
8639.5	-0.003	-0.003	-1.445	-0.518	-0.517	-0.523	-0.701
9273	0.137	0.140	1.031	0.007	0.008	0.019	0.258
9775	0.297	0.302	0.316	0.311	0.288	0.304	0.304
10347	0.483	0.494	0.487	0.503	0.522	0.515	0.505
10807	0.678	0.677	0.740	0.714	0.689	0.692	0.706
11712	0.841	0.828	0.810	0.872	0.885	0.896	0.855
12100	0.975	1.006	1.048	1.040	1.030	1.018	1.031

În (Fig. 3.3.2.3.) și (Fig. 3.3.2.4.) sunt trasate graficele de variație ale deplasărilor nodurilor semnificative ale structurii peretelui lateral al vagonului considerat ca o structură spațială, pentru varianta de discretizare medie - PVSSDM, respectiv pentru varianta de discretizare fină - PVSSDF. Deformată structura peretelui lateral al vagonului în variantele de calcul PVSSDM, PVSSDF sunt prezentate în (Fig. 3.3.2.5.) și (Fig. 3.3.2.6.) .

Comparația dintre valorile medii ale deplasărilor nodurilor structurii peretelui lateral al vagonului considerat ca o structură spațială în variantele de discretizare medie și fină este prezentat în (Fig. 3.3.2.7.)

Analiza stării de tensiune din structura peretelui lateral al vagonului în variantele de calcul PVSSDM, PVSSDF s-a efectuat în punctele caracteristice definite în (Fig. 3.2.1.3.). Selecționând elementele finite din vecinătatea punctelor caracteristice, s-au calculat valorile medii ale tensiunilor din nodurile acestora .

DEPLASARILE NODURILOR STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI
 - STRUCTURA SPATIALA - DISCRETIZARE MEDIE - PVSSDM

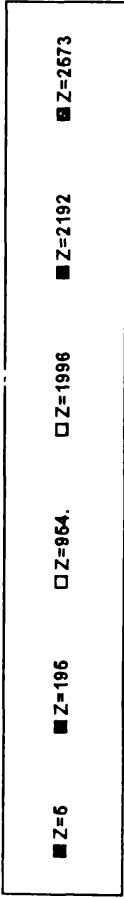
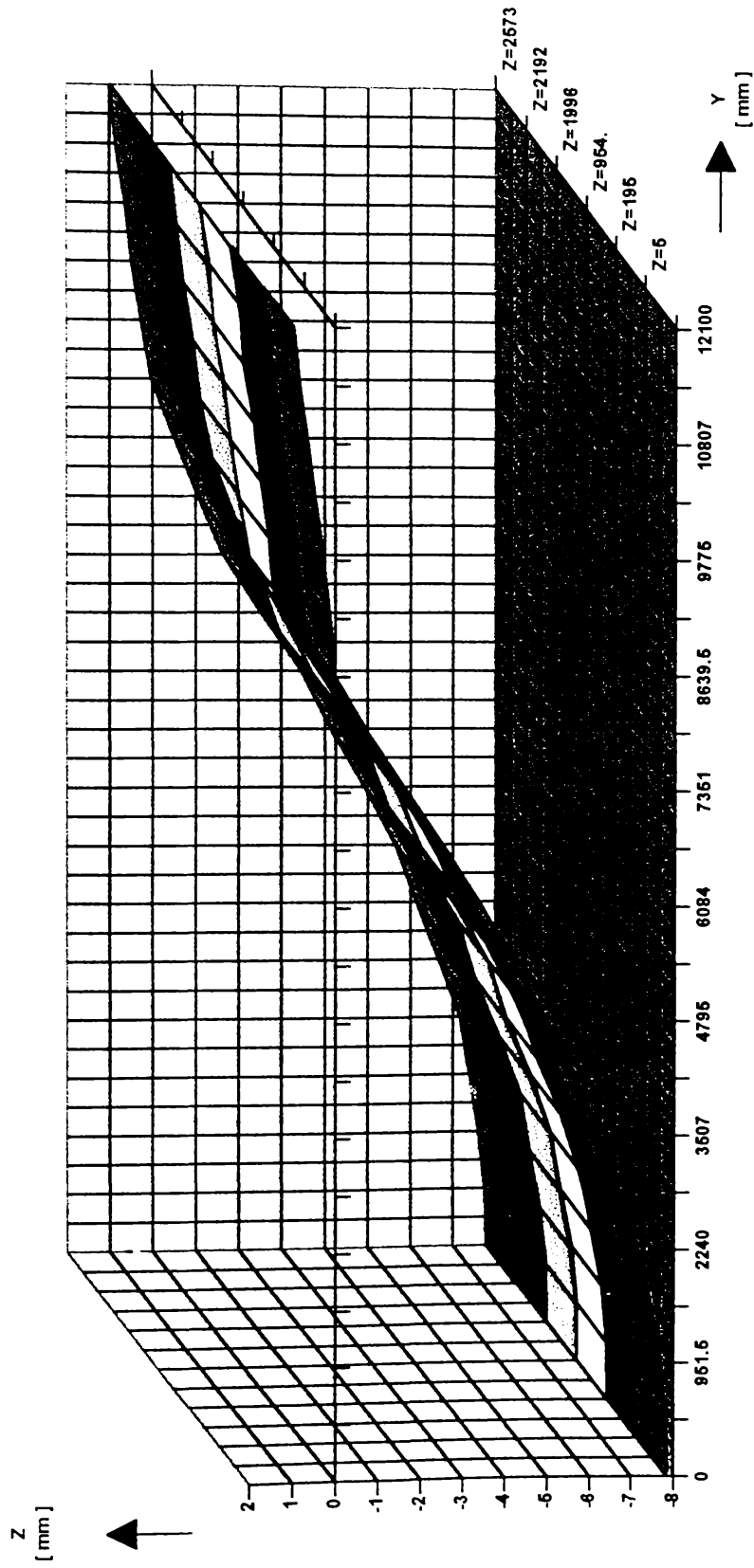


Fig. 3.3.2.3.

DEPLASARILE NODURILOR STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI
 - STRUCTURA SPATIALA - DISCRETIZARE FINA - PVSSDF

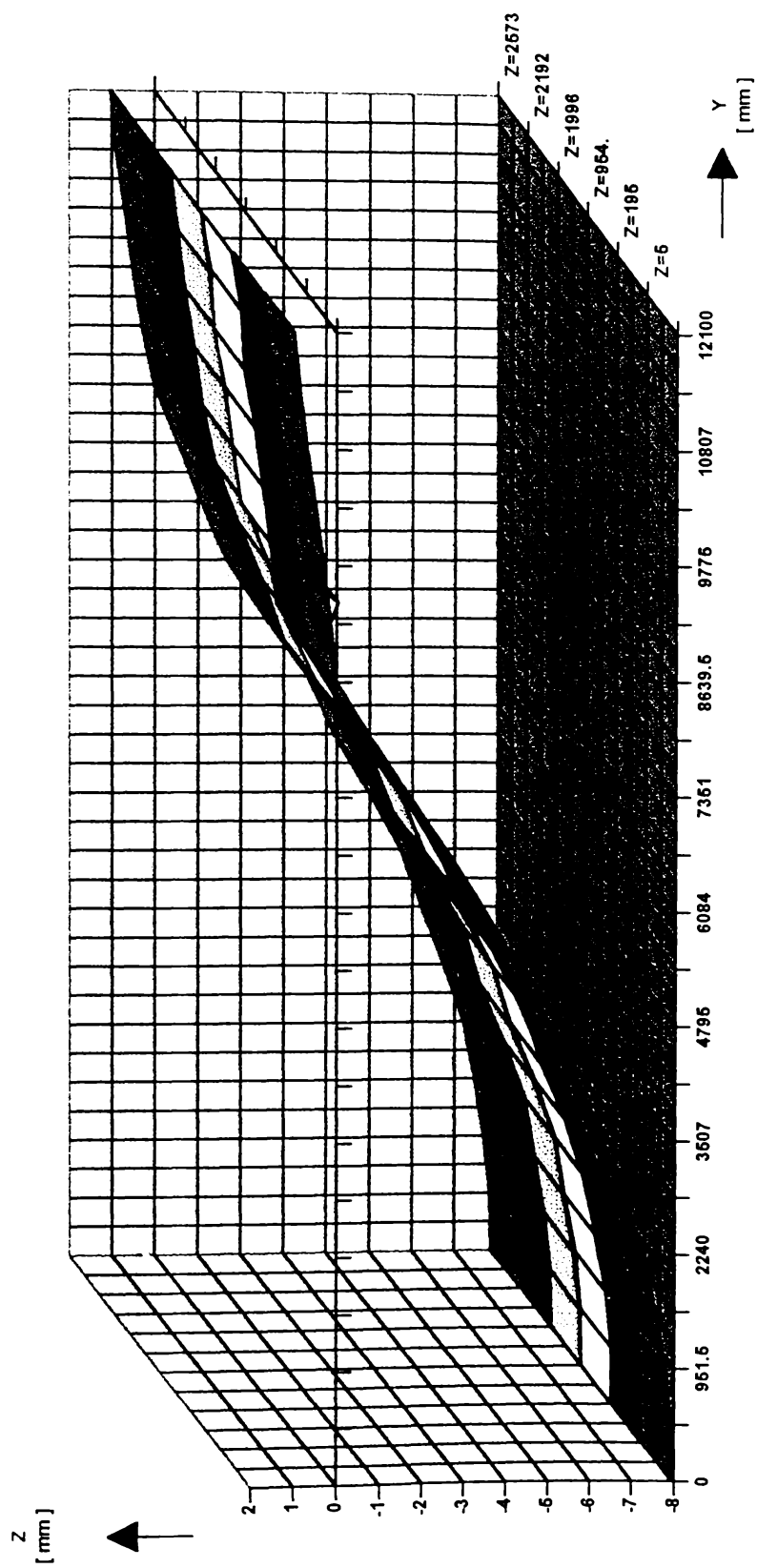


Fig. 3.3.2.4.

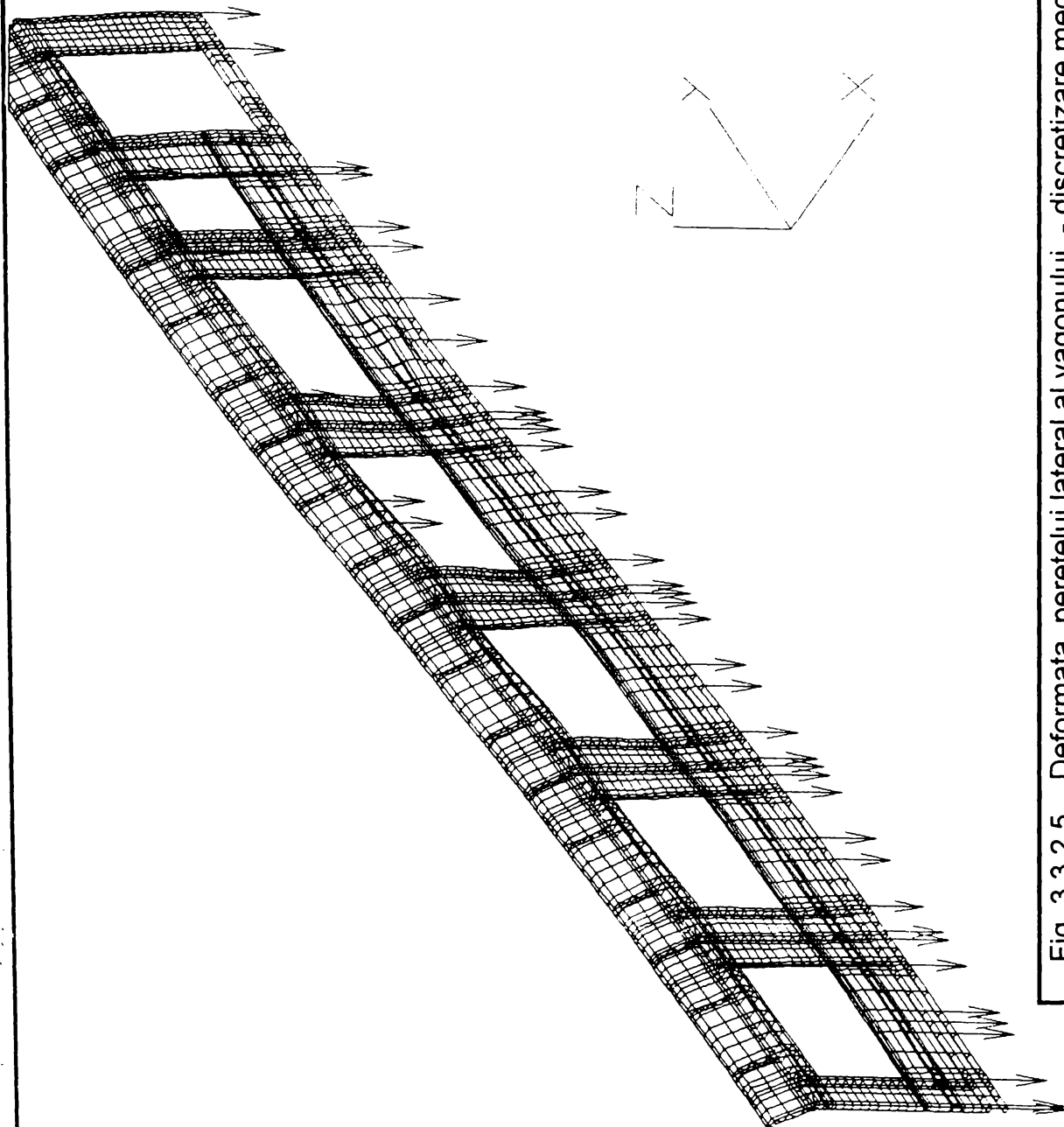


Fig. 3.3.2.5. Deformata peretelui lateral al vagonului - discretizare medie PVSSDM

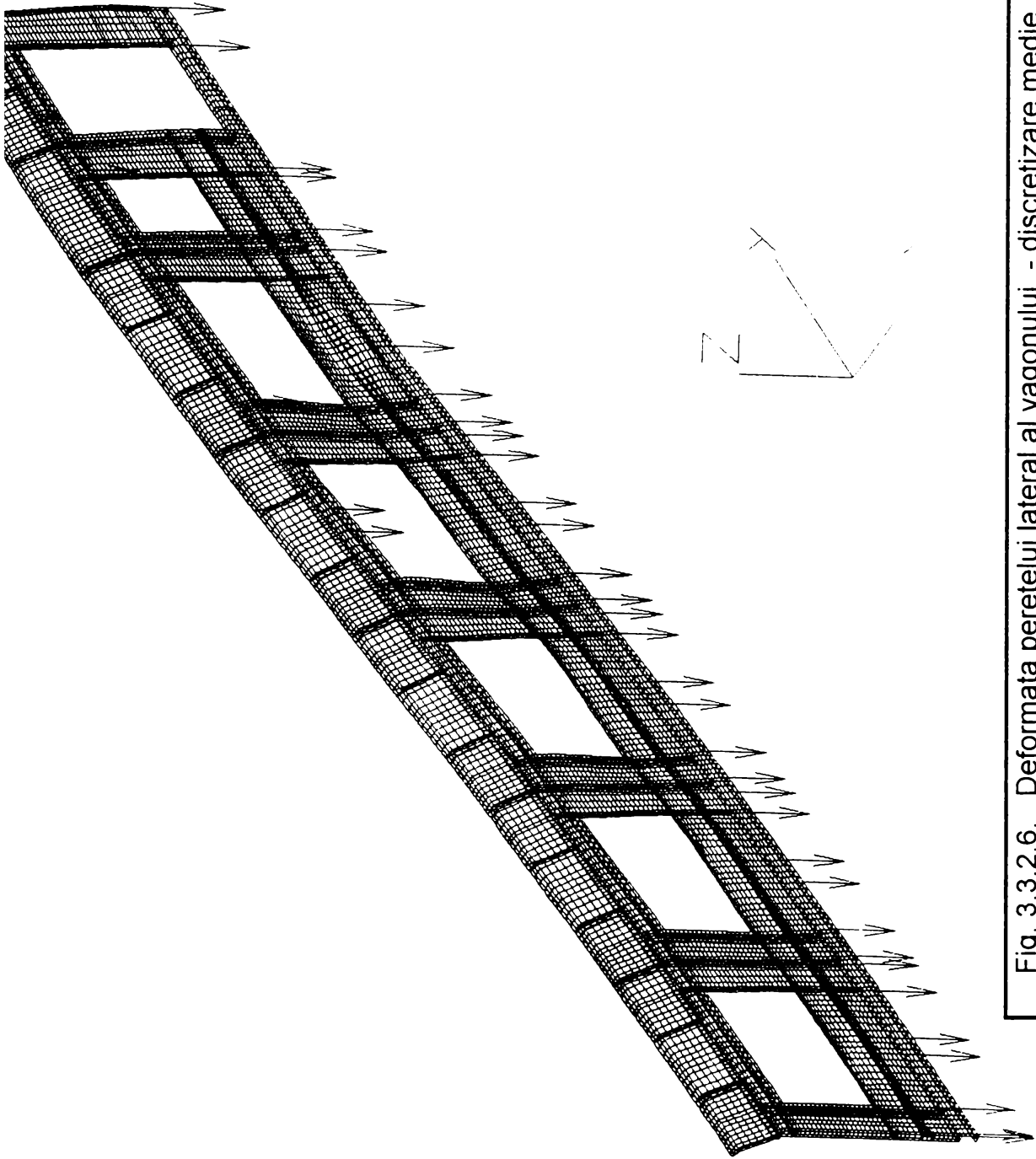


Fig. 3.3.2.6. Deformata peretelui lateral al vagonului - discretizare medie PVSSDM

COMPARATIE INTRE VALORILE MEDII ALE DEPLASARILOR NODURILOR STRUCTURII
 PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI - STRUCTURA SPATIALA - VARIANTA DE DISCRETIARE
 MEDIE SI FINA (PVSSDM - PVSSDF)

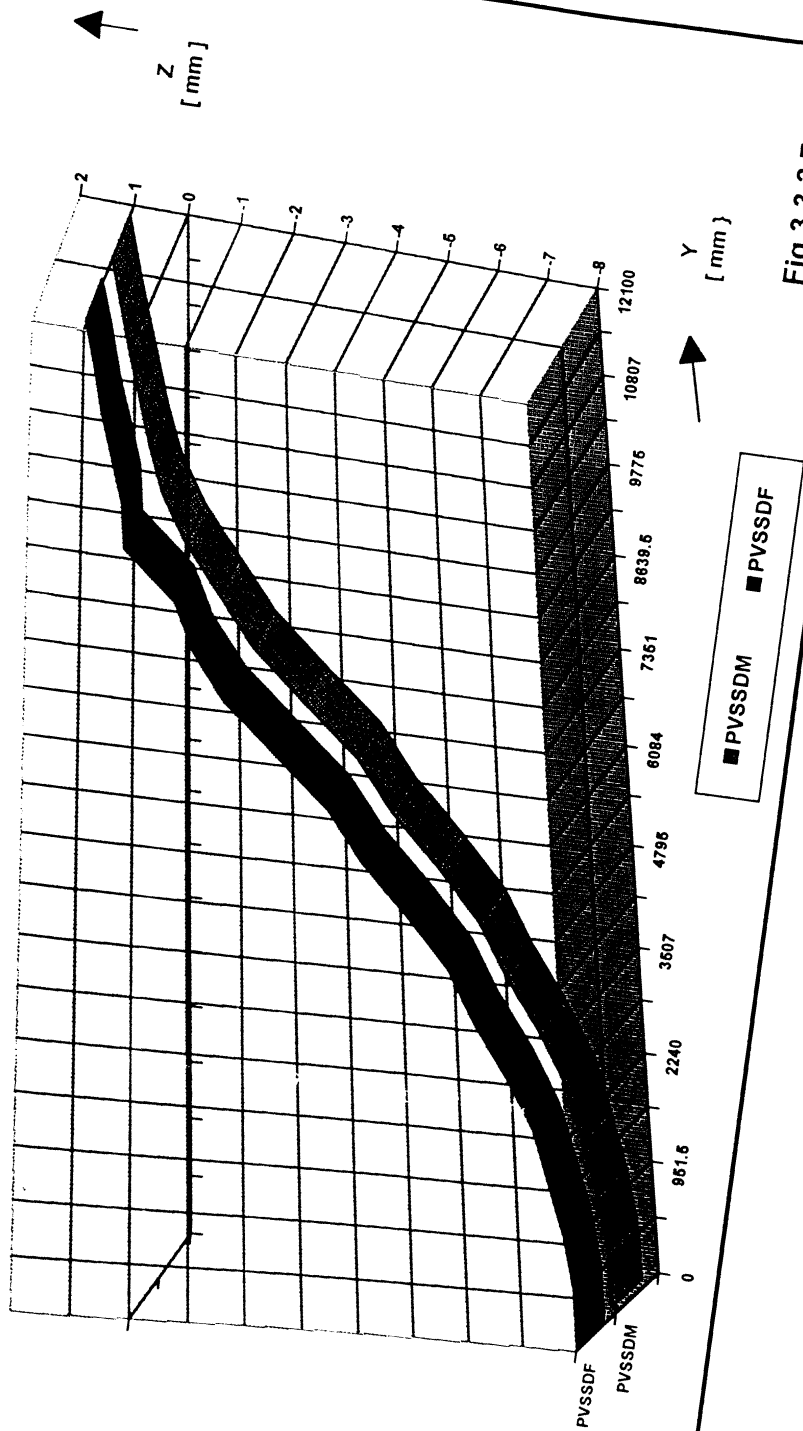


Fig.3.3.2.7.

Numerele elementelor finite din vecinătatea punctelor caracteristice, valorile tensiunilor din nodurile elementelor finite și cât și valorile medii ale tensiunilor pentru variantele de calcul PVSSDM, PVSSDF sunt prezentate în detaliu în Anexa Nr. 3.

În Tabelul Nr. 3.3.2.4. și Tabelul Nr. 3.3.2.5. sunt redată valorile medii ale tensiunilor din panourile : I ÷ VII , pentru cele 12 puncte caracteristice fiecărui panou.

Graficele de variație a tensiunilor din panourile peretelui lateral al vagonului pentru cele două variante de calcul sunt prezentate în (Fig. 3.3.2.8) și (Fig. 3.3.2.9.)

Compararea valorilor tensiunilor s-a efectuat în punctele caracteristice cele mai solicitate, aceasta fiind redată în Tabelul Nr. 3.3.2.6.

Graficul comparativ al tensiunilor pentru structura spațială a peretelui lateral al vagonului în variantele de discretizare medie și fină sunt prezentate în (Fig. 3.3.2.10.)

Tabelul Nr. 3.3.2.4.							
Punctul caracteristic	Valorile tensiunilor din panourile structurii peretelui lateral al vagonului discretizare medie - PVSSDM [N / mm ²]						
	Numărul panoului						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
CSS_K	13.32	21.61	50.22	77.16	26.95	29.32	22.81
CSM_K	20.79	17.71	11.40	9.69	2.79	9.91	1.70
CSD_K	46.10	69.04	86.07	103.88	10.83	14.27	23.69
CSES_K	41.46	36.24	28.40	23.08	13.05	15.78	8.16
CIS_K	19.85	43.15	66.25	81.39	50.88	18.42	7.42
CIM_K	10.92	8.40	8.85	3.61	73.56	5.19	3.10
CID_K	19.00	44.22	69.93	89.15	26.14	25.25	12.67
CIEJ_K	35.14	29.59	21.90	10.51	81.30	5.58	3.73
SSS_K	10.14	43.91	75.57	106.63	45.51	25.77	37.81
SSJ_K	8.05	45.29	77.96	106.88	115.52	17.00	24.99
SDS_K	34.14	65.10	91.30	96.63	6.78	30.05	28.25
SDJ_K	41.15	75.25	108.88	100.59	43.44	30.33	23.33

Tabelul Nr. 3.3.2.5.							
Punctul caracteristic	Valorile tensiunilor din panourile structurii peretelui lateral al vagonului discretizare fină - PVSSDF [N / mm ²]						
	Numărul panoului						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
CSS _k	13.98	20.91	48.91	75.75	28.72	28.81	30.60
CSM _k	20.86	17.72	11.30	9.52	3.13	10.65	1.77
CSD _k	42.13	62.20	76.78	89.21	12.95	12.41	22.64
CSES _k	42.31	36.86	28.58	22.13	13.28	16.51	8.17
CIS _k	19.39	43.18	66.56	82.30	49.53	17.72	11.11
CIM _k	10.94	8.46	9.05	4.25	72.59	3.69	2.74
CID _k	18.37	43.10	68.10	87.52	26.36	23.75	13.10
CIEJ _k	35.75	30.28	22.76	10.03	74.74	5.34	3.79
SSS _k	10.32	44.80	77.20	108.87	47.56	24.27	31.75
SSJ _k	7.63	46.14	79.60	109.30	117.57	16.07	24.24
SDS _k	34.89	67.29	94.73	107.83	7.90	27.23	26.39
SDJ _k	41.94	76.95	111.44	103.40	42.70	30.70	21.46

Tabelul Nr. 3.3.2.6.							
Punctul caracteristic	Valorile comparative ale tensiunilor din panourile structurii peretelui lateral al vagonului discretizare spațială medie și fină " PVSSDM " " PVSSDF " [N / mm ²]						
	Numărul panoului						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
DM-SSS _k	10.14	43.91	75.57	106.63	45.51	25.77	37.81
DF-SSS_k	10.32	44.80	77.20	108.87	47.56	24.27	31.75
DM-SSJ _k	8.05	45.29	77.96	106.88	115.52	17.00	24.99
DF-SSJ_k	7.63	46.14	79.60	109.30	117.57	16.07	24.24
DM-SDS _k	34.14	65.10	91.30	96.63	6.78	30.05	28.25
DF-SDS_k	34.89	67.29	94.73	107.83	7.90	27.23	26.39
DM-SDJ _k	41.15	75.25	108.88	100.59	43.44	30.33	23.33
DF-SDJ_k	41.94	76.95	111.44	103.40	42.70	30.70	21.46

VALORILE TENSIUNILOR DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI
DISCRETIZARE MEDIE PVSSDM

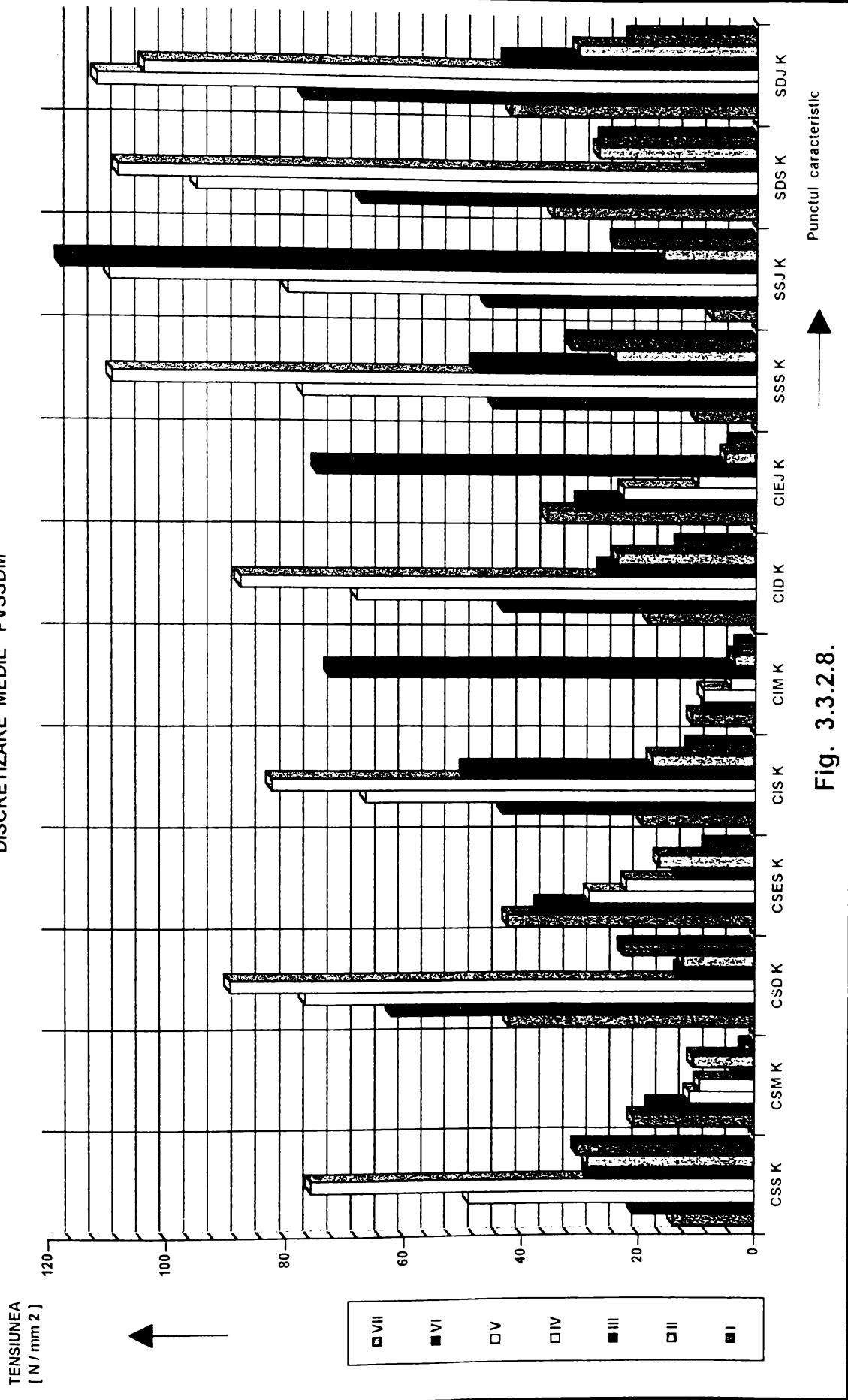
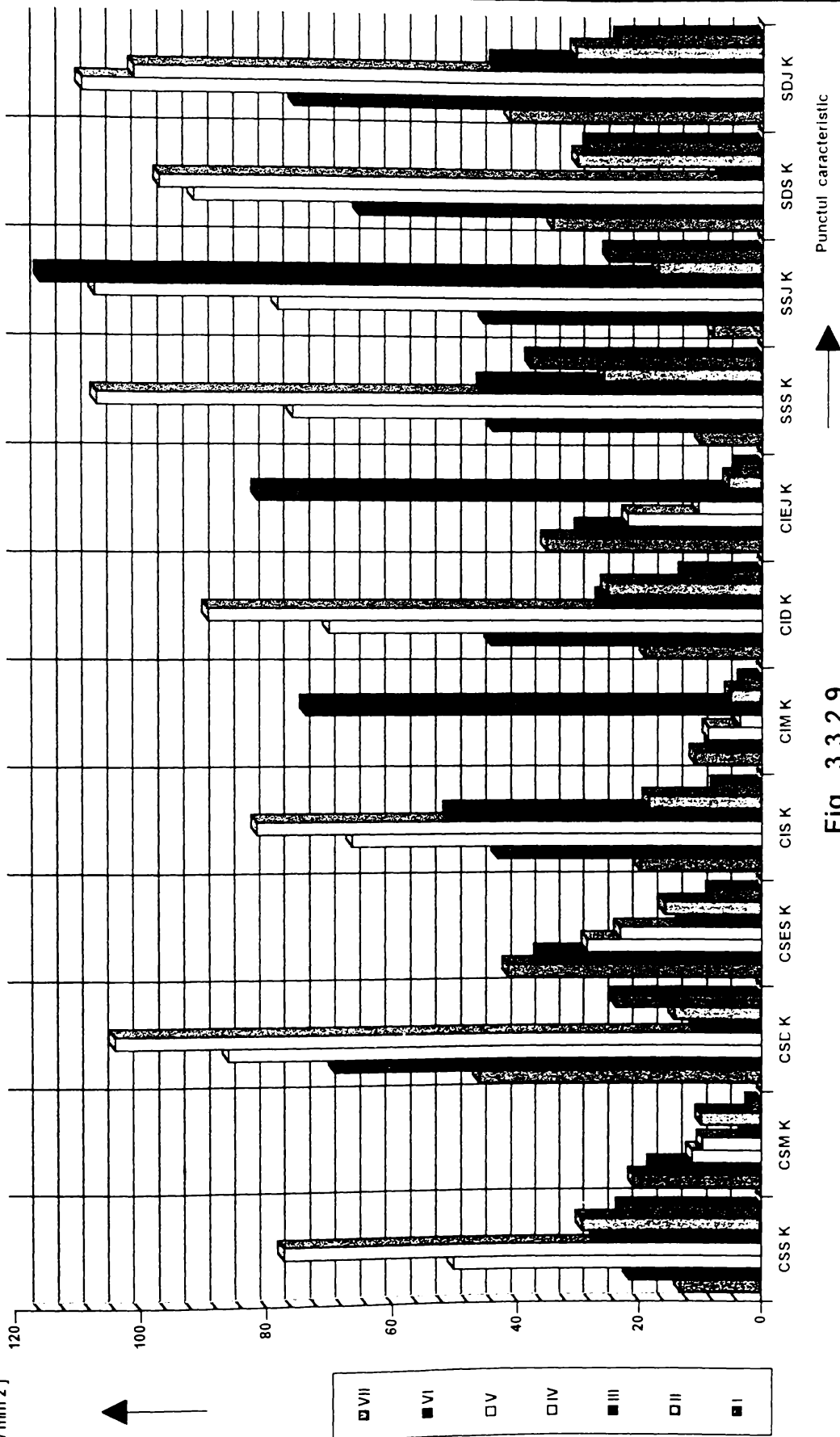


Fig. 3.3.2.8.

VALORILE TENSIUNILOR DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI
DISCRETIZARE FINA PVSSDF

TENSIUNEA
[N / mm²]



Punctul caracteristic

Fig. 3.3.2.9.

GRAFICUL COMPARATIV AL TENSIUNILOR DIN STALPII PERETEI LATERAL AL VAGONULUI
DISCRETIZARE MEDIE SI FINA - PVSSDM - PVSSDF

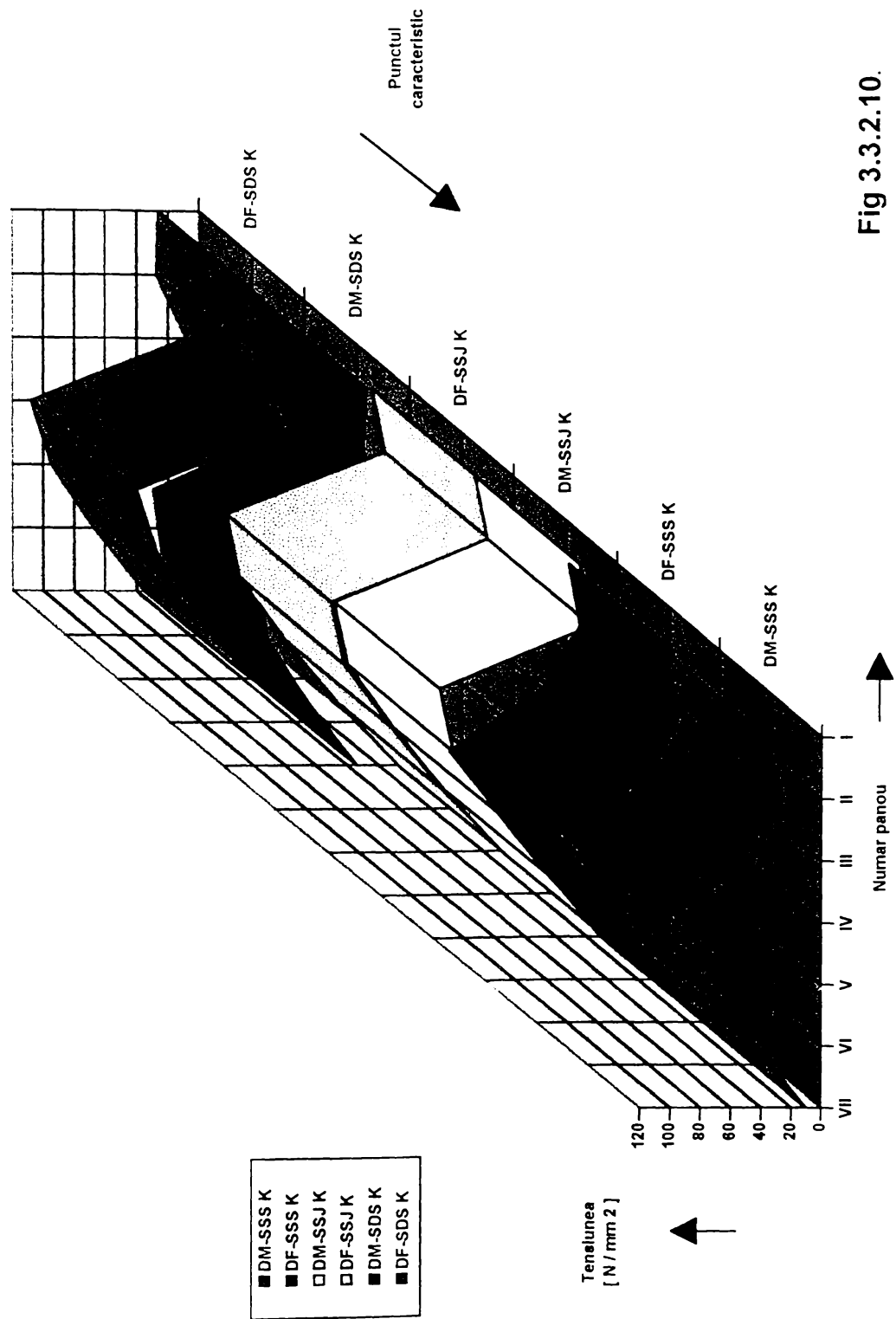


Fig 3.3.2.10.

3.3.3. CALCULUL STRUCTURII AUTOPORTANTE A CARCASEI VAGONULUI CONSIDERATĂ CA O STRUCTURA SPAȚIALĂ

În această variantă de calcul, carcasa vagonului este considerată ca o structură spațială, alcătuită din elemente finite de tip placă spațială. Modul de discretizare a structurii de rezistență a carcasei vagonului, varianta V801v1 este prezentat în figurile :

- Fig. 3.3.3.1. - Ansamblul carcasei vagonului - varianta de calcul V801v1 - vedere din exterior
- Fig. 3.3.3.2. - Ansamblul carcasei vagonului - varianta de calcul V801v1 - vedere din interior
- Fig. 3.3.3.3. - Ansamblul șasiului vagonului
- Fig. 3.3.3.4. - Ansamblul peretelui lateral al vagonului
- Fig. 3.3.3.5. - Ansamblul acoperișului vagonului
- Fig. 3.3.3.6. - Ansamblul peretelui frontal vagonului

Pentru a studia influența acoperișului asupra rigidității carcasei vagonului s-a considerat varianta de calcul V801v1 căreia i s-a îndepărtat acoperișul, rezultând varianta de calcul V801v1FA , modul de discretizare, al acestei variante de calcul, este prezentat în figurile :

- Fig. 3.3.3.7. - Ansamblul carcasei vagonului - varianta de calcul - V801v1FA - vedere din exterior
- Fig. 3.3.3.8. - Ansamblul carcasei vagonului - varianta de calcul - V801v1FA - vedere din interior

Variantele de calcul V801v1; V801v1FA au fost încărcate cu sarcinii verticale având o valoare totală de 165000 N, orientată după axa " Z ", în sensul negativ al acesteia, aplicate în 80 de noduri ale structurii spațiale a carcasei vagonului, fiind aceleași pentru cele două variante de calcul considerate. Modul de distribuire a sarcinii verticale pe nodurile structurii este arătat în Tabelul Nr. 3.3.3.1.

Analizarea stării de deformare și tensiune din carcasa vagonului, variantele de calcul V801v1; V801v1FA, au fost realizate după modelul prezentat în paragraful 3.3.1.

Valorile deplasărilor din nodurile semnificative ale structurii spațiale a carcasei vagonului, pentru cele două variante de calcul sunt redată în Tabelul Nr. 3.3.3.2. respectiv Tabelul Nr. 3.3.3.3.

În (Fig. 3.3.3.9.), (Fig. 3.3.3.10.) sunt trasate graficele de variație ale deplasărilor nodurilor semnificative a structurii carcasei vagonului considerat ca o structură spațială, pentru variantele de discretizare V801v1 respectiv V801v1FA . Deformata structurii carcasei vagonului în varianta de calcul V801v1 respectiv V801v1FA este prezentată în (Fig. 3.3.3.11.) și (Fig. 3.3.3.12.)

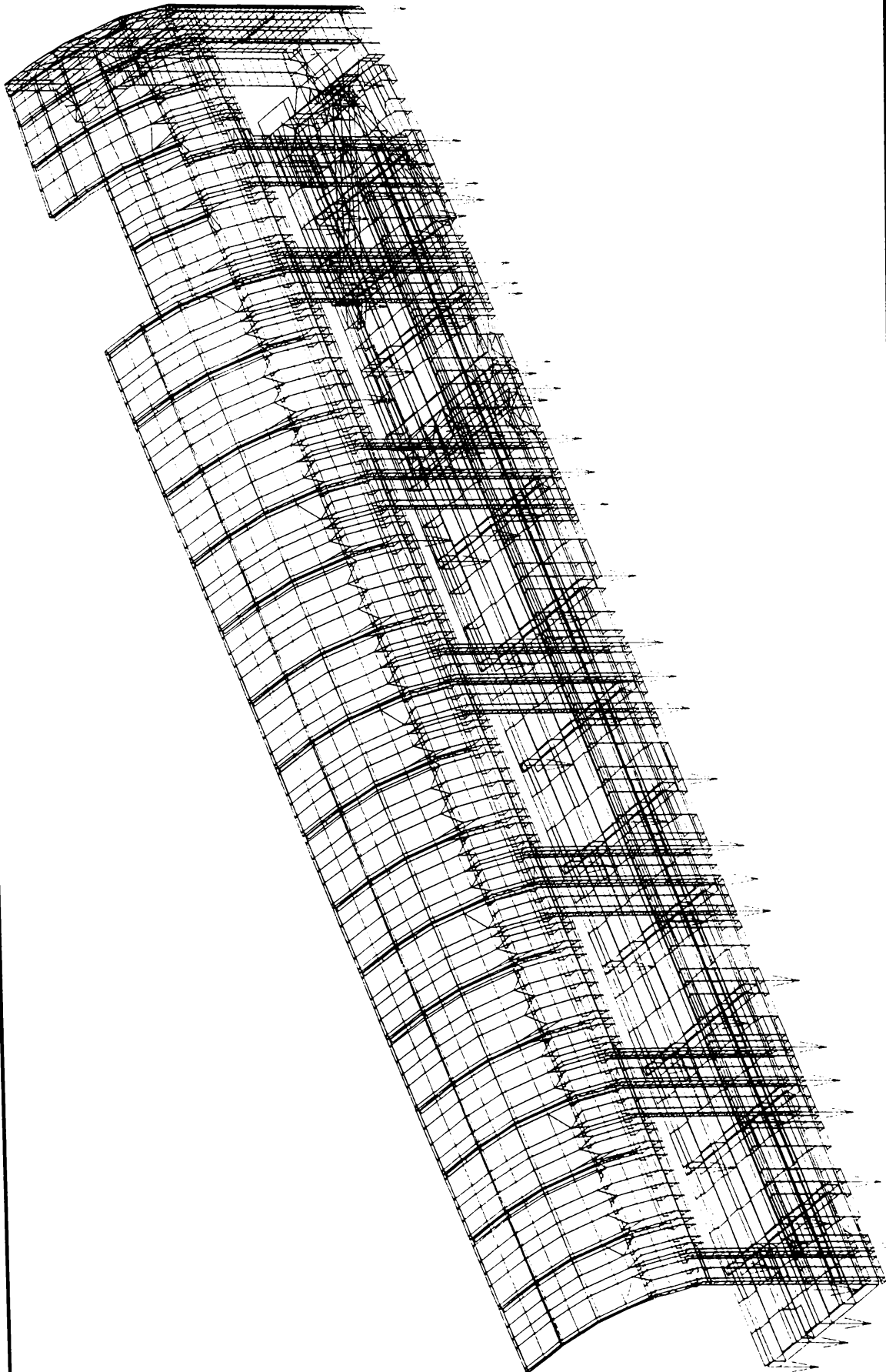


Fig. 3.3.3.1. Ansamblul carcasei vagonului - V801v1 - vedere din exterior

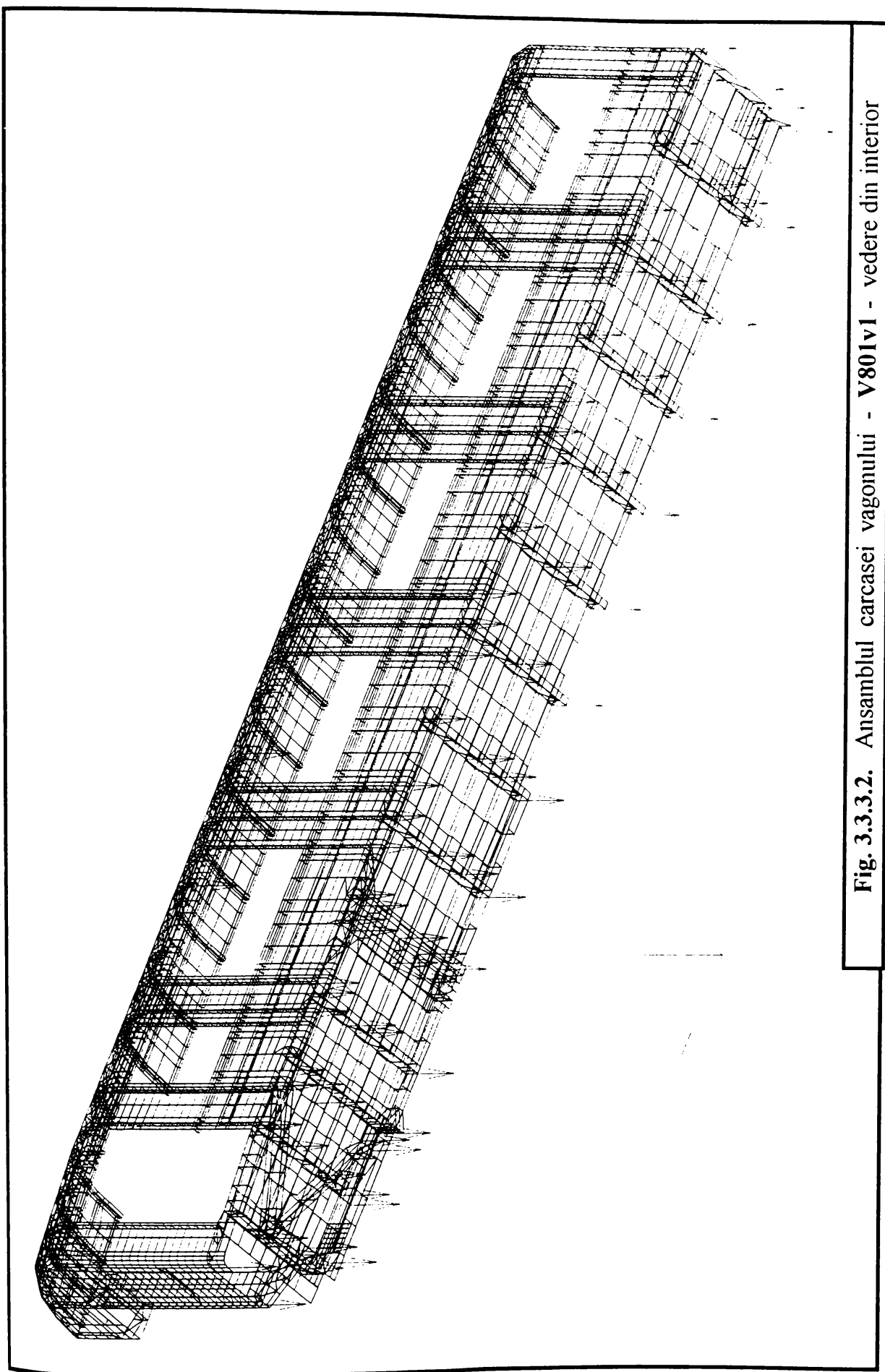


Fig. 3.3.3.2. Ansamblul carcasei vagonului - V801v1 - vedere din interior

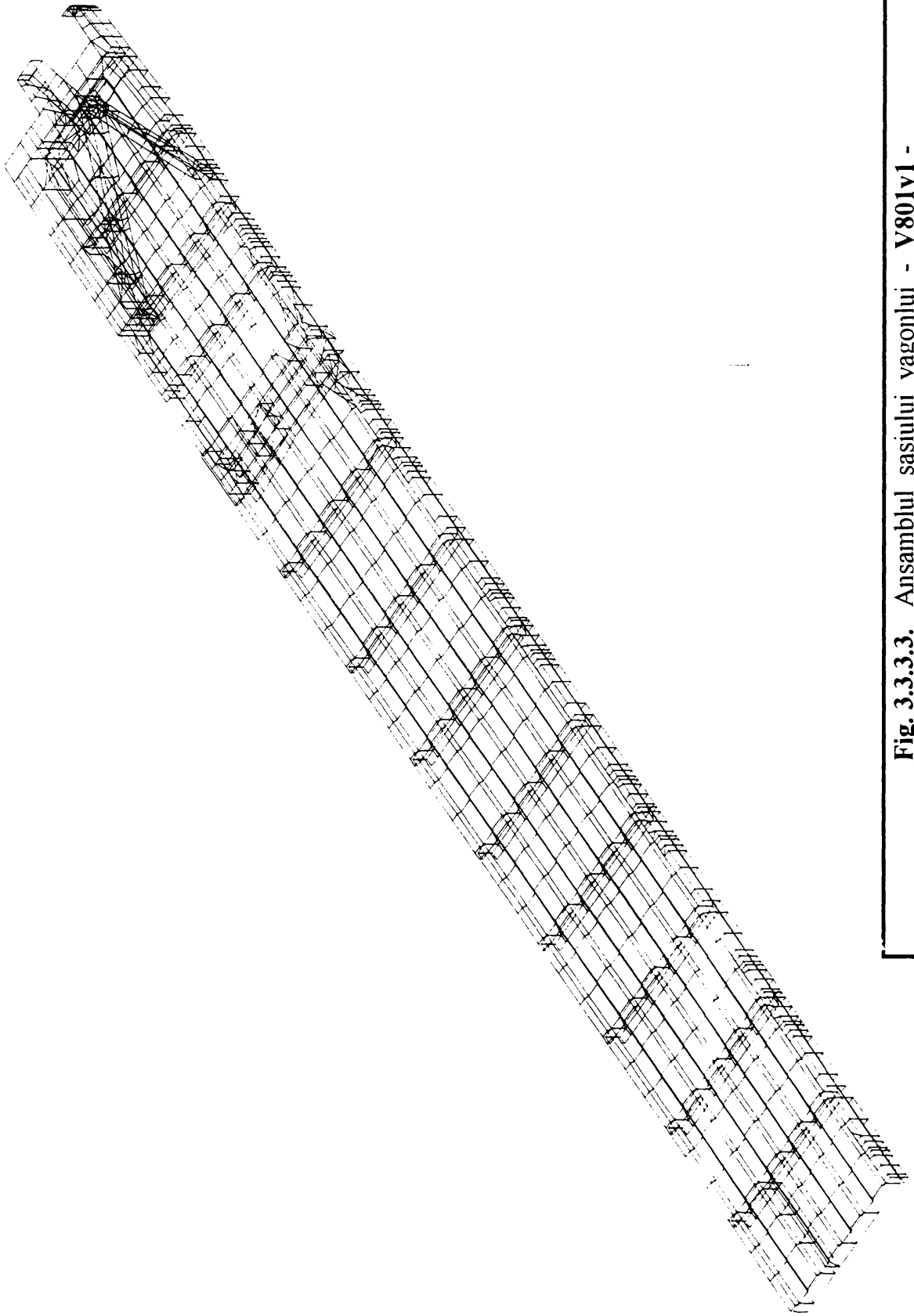


Fig. 3.3.3.3. Ansamblul șasiului vagonului - V801v1 -

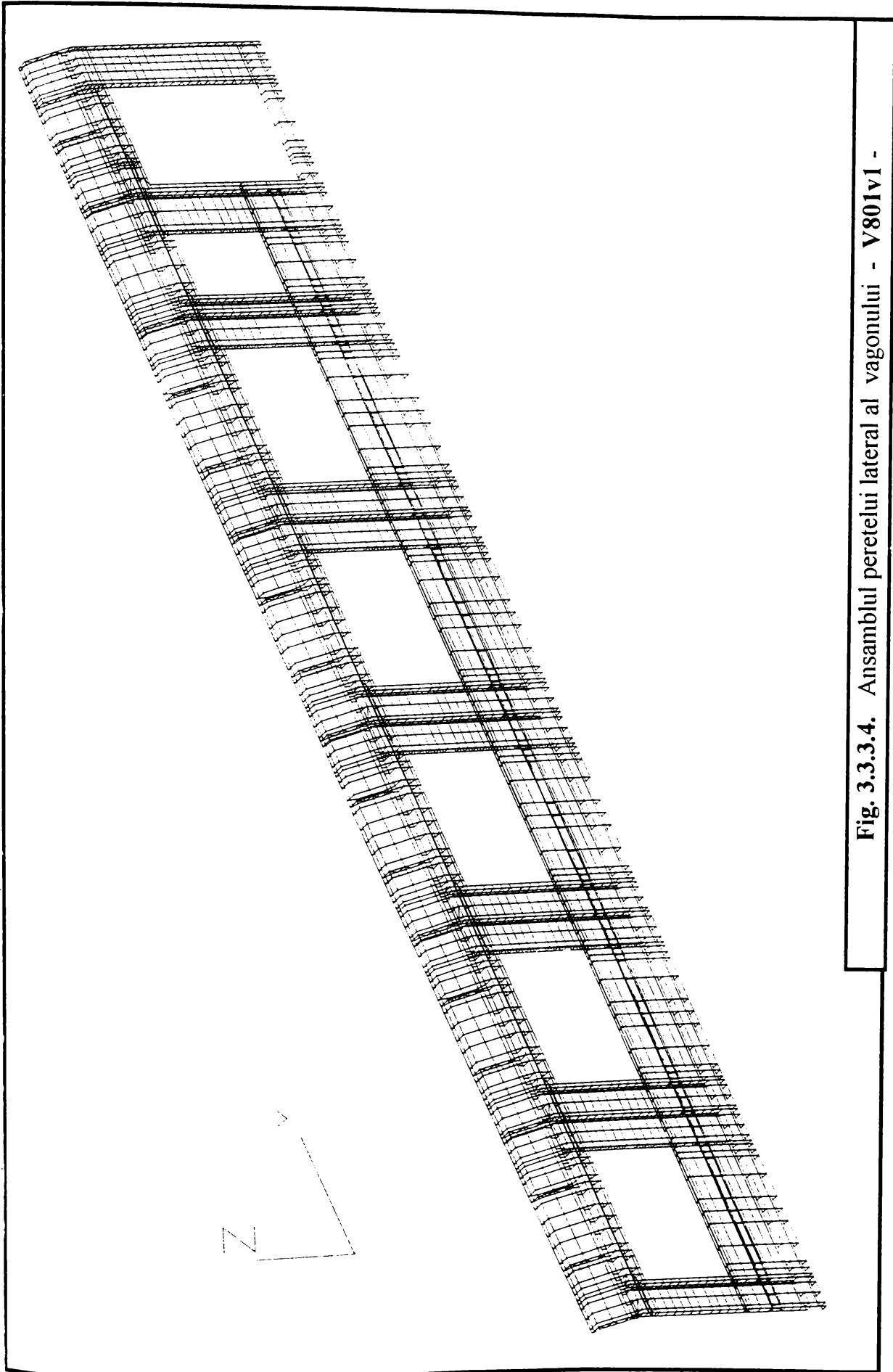


Fig. 3.3.3.4. Ansamblul peretelui lateral al vagonului - V801v1 -

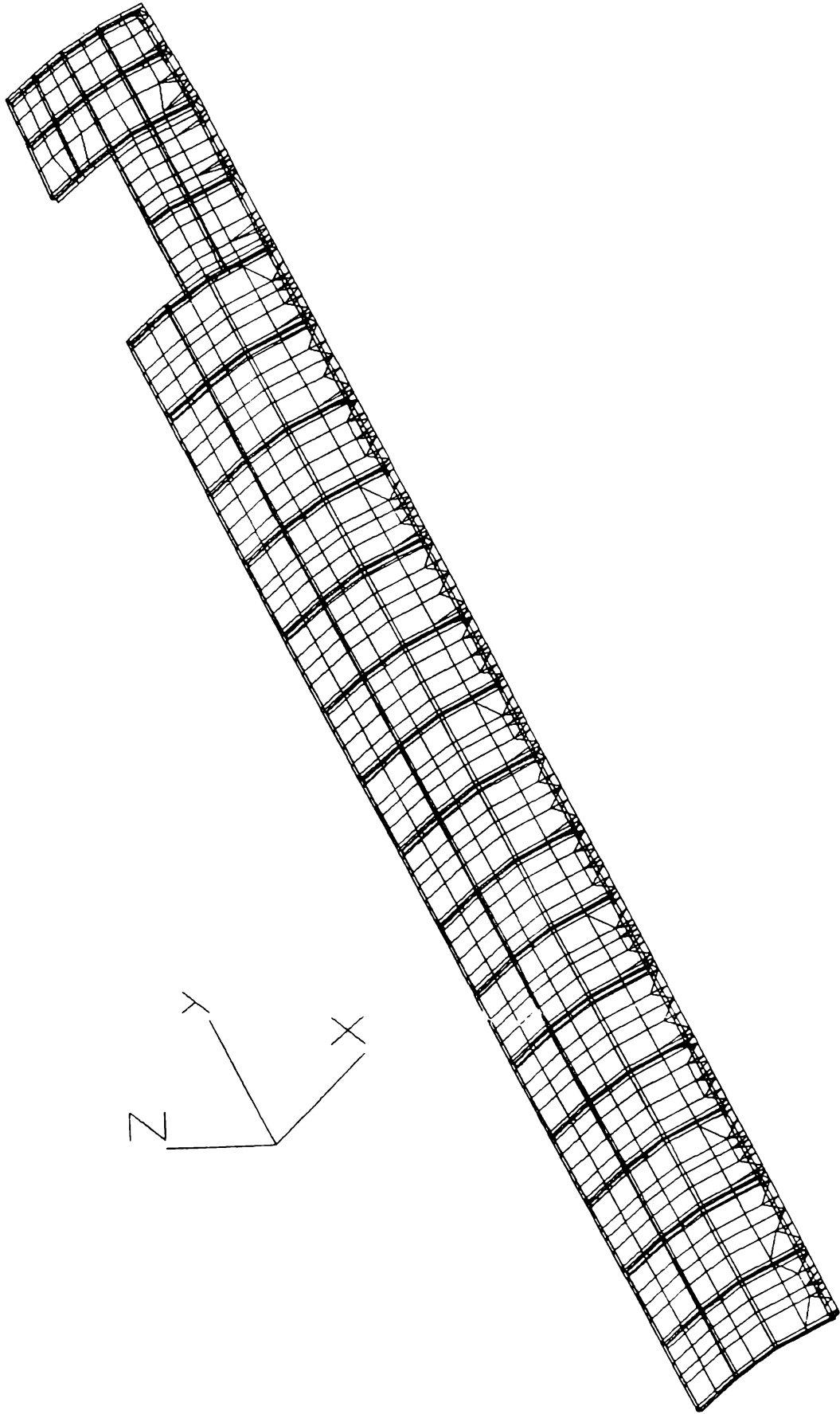
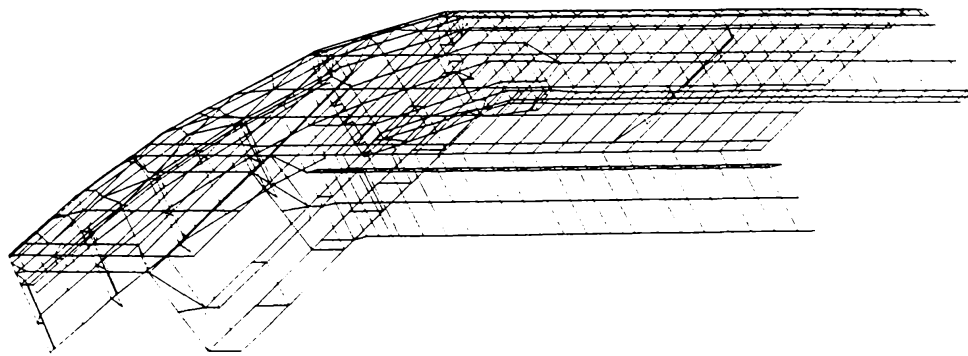
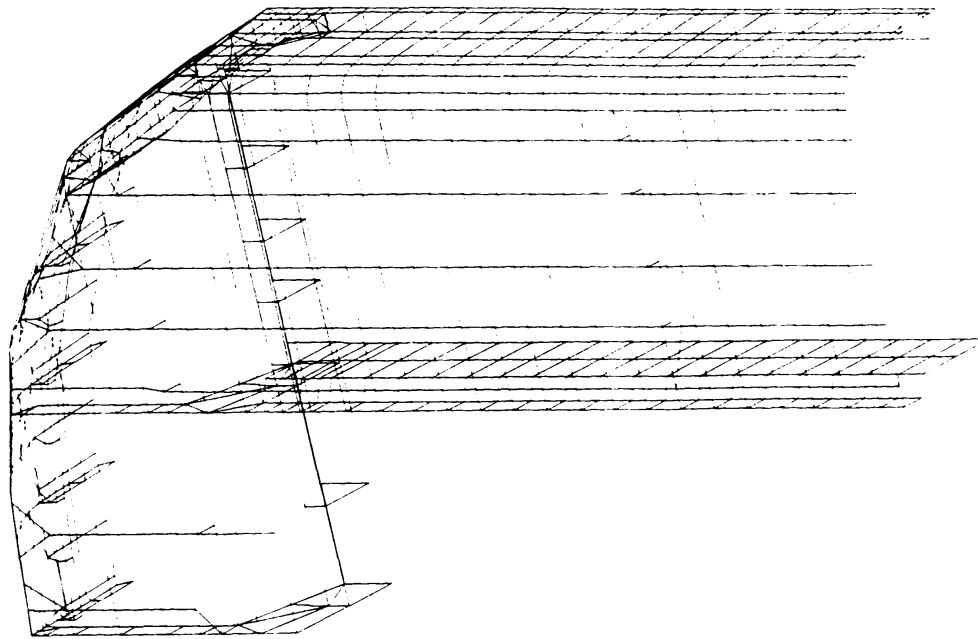


Fig. 3.3.3.5. Ansamblul acoperișului vagonului - V801v1 -



Peretele frontal al vagonului - perspectiva " A "



Peretele frontal al vagonului - perspectiva " B "

Fig. 3.3.3.6. Ansamblul peretelui frontal vagonului - V801v1 -

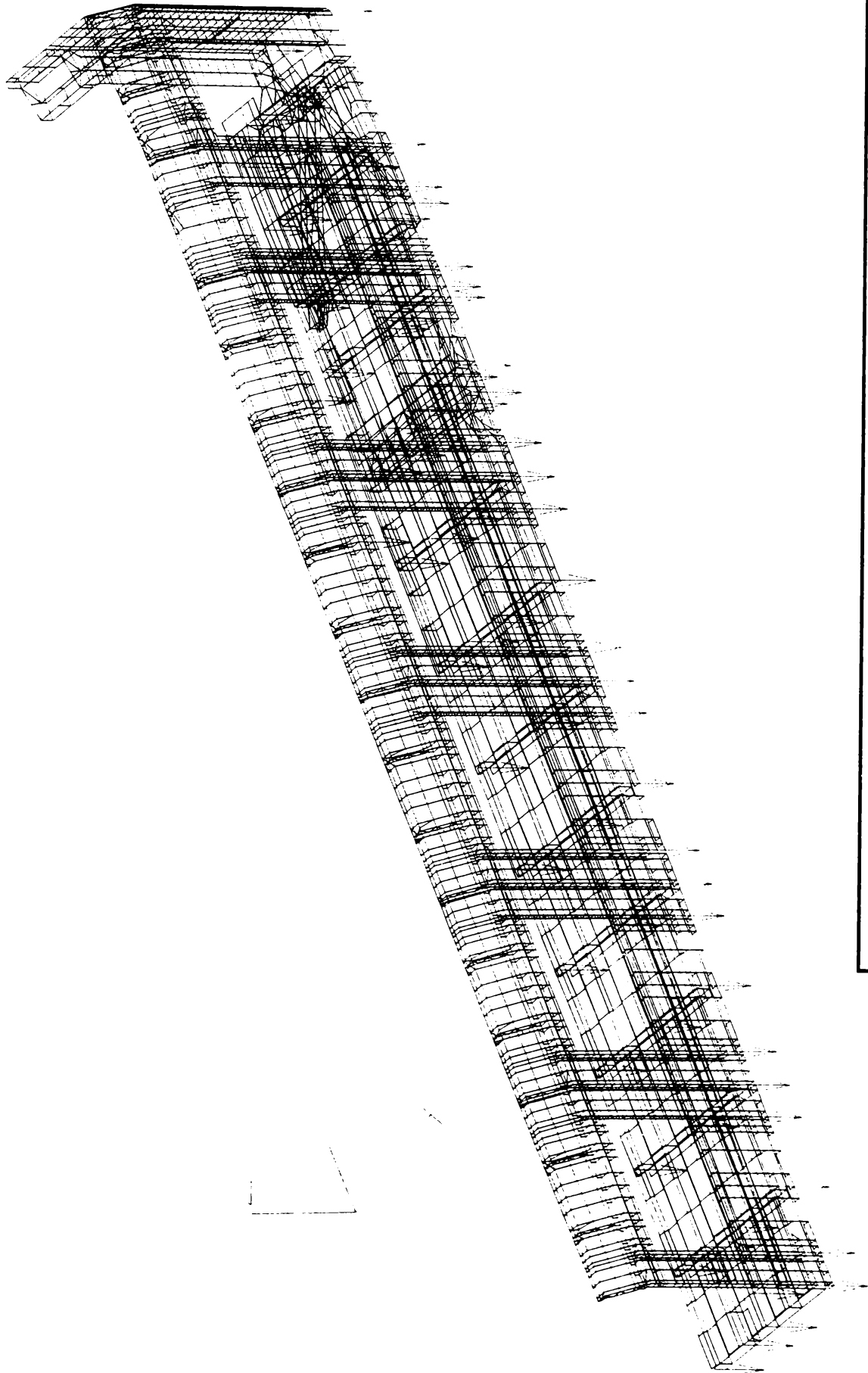


Fig. 3.3.3.7. Ansamblul carcasei vagonului - V801v1FA - vedere din exterior

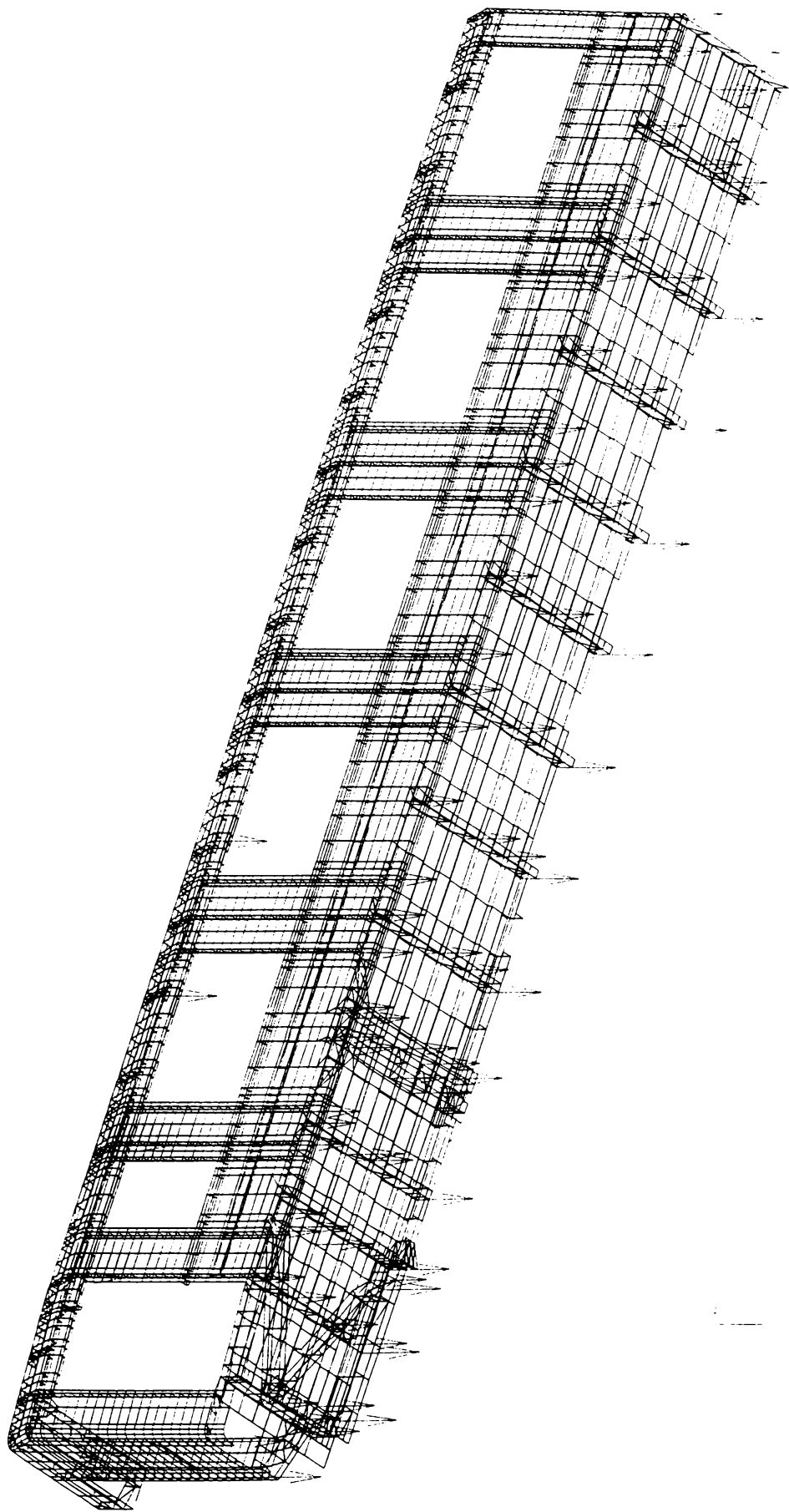


Fig. 3.3.3.8. Ansamblul carcasei vagonului - V80Iv1FA - vedere din interior

Tabelul Nr. 3.3.3.1.

VALOAREA SARCINII VERTICALE									
Nr. crt.	Coordonatele nodurilor			Valoarea încărcării nodurilor N	Nr. crt.	Coordonatele nodurilor			Valoarea încărcării nodurilor N
	X	Y	Z			X	Y	Z	
	mm	mm	mm			mm	mm	mm	
1.	-1430	0	195	481.67	41.	0	7688	195	1926.71
2.	-1020	0	195	963.35	42.	-190	8475	195	1926.71
3.	-700	0	195	963.35	43.	0	8006	195	1926.71
4.	0	0	195	963.35	44.	-760	8475	195	1926.71
5.	-1430	951.5	195	963.35	45.	0	8475	195	1926.71
6.	-1430	1922	195	963.35	46.	-760	8725	195	1926.71
7.	-1430	2873.5	195	963.35	47.	-190	8725	195	1926.71
8.	-1430	3844	195	963.35	48.	0	8725	195	1926.71
9.	-1430	7688	195	963.35	49.	0	9358	195	1926.71
10.	-1430	9458.5	195	963.35	50.	-700	9458.5	195	1926.71
11.	-1430	10061	195	963.35	51.	-575	9458.5	195	1926.71
12.	-1430	10228	220	963.35	52.	0	9458.5	195	1926.71
13.	-1430	10774	220	963.35	53.	0	9644	195	1926.71
14.	-1430	11352	220	963.35	54.	-1255	10228	220	1926.71
15.	-1430	4795.5	195	2913.35	55.	-575	10228	195	1926.71
16.	-1430	5766	195	2913.35	56.	0	10228	195	1926.71
17.	-1430	6717.5	195	2913.35	57.	-255	10228	195	1926.71
18.	-700	318	195	1926.71	58.	0	10381	195	1926.71
19.	0	318	195	1926.71	59.	-1255	10774	220	1926.71
20.	0	318	195	1926.71	60.	-895	10774	195	1926.71
21.	-1020	951.5	195	1926.71	61.	-380	10774	195	1926.71
22.	-700	951.5	195	1926.71	62.	0	10774	195	1926.71
23.	0	951.5	195	1926.71	63.	-1156	11352	220	1926.71
24.	0	1619	195	1926.71	64.	-1090	11600	220	1926.71
25.	-700	1922	195	1926.71	65.	-555	11600	195	1926.71
26.	0	1922	195	1926.71	66.	-850	12100	220	1926.71
27.	0	2240	195	1926.71	67.	-850	11600	220	1926.71
28.	-700	2873.5	195	1926.71	68.	-178	12100	5	1926.71
29.	0	2873.5	195	1926.71	69.	-700	4795.5	195	3876.71
30.	0	3541	195	1926.71	70.	-700	5766	195	3876.71
31.	-700	3844	195	1926.71	71.	-700	6717.5	195	3876.71
32.	0	3844	195	1926.71	72.	-1020	6717.5	195	6260.04
33.	0	4162	195	1926.71	73.	-1020	7688	195	6260.04
34.	0	4795.5	195	1926.71	74.	-1040	8475	195	6260.04
35.	0	5463	195	1926.71	75.	-1320	8475	195	2890.06
36.	0	5766	195	1926.71	76.	-1040	8725	195	2890.06
37.	0	6084	195	1926.71	77.	0	7057	2192	1462.50
38.	0	6717.5	195	1926.71	78.	0	10774	2192	1462.50
39.	0	7385	195	1926.71	79.	0	8370	2192	2925
40.	-700	7688	195	1926.71	80.	0	9644	2192	2925

Tabelul Nr. 3.3.3.2.								
Deplasările nodurilor structurii spațiale a vagonului V801.v1								
Deplasari dupa axa " Z " [mm]								
Y	Z=5 X=0	Z=195 X=0	Z=954 X=0	Z=1996 X=0	Z=2192 X=0	Z=2573 X=-200	Z=3080 X=1430	Media
0	-9.170	-9.180	-9.153	-9.156	-9.165	-8.637	-5.418	-9.070
318	-9.156	-9.164	-9.152	-9.151	-9.152	-8.593	-5.508	-9.061
951.5	-9.061	-9.069	-9.122	-8.994	-8.991	-8.472	-5.655	-8.951
1585	-8.878	-8.883	-8.838	-8.793	-8.804	-8.358	-5.687	-8.759
2240	-8.641	-8.649	-8.676	-8.712	-8.701	-8.173	-5.725	-8.592
2873.5	-8.304	-8.310	-8.308	-8.258	-8.255	-7.836	-5.736	-8.211
3507	-7.904	-7.907	-7.837	-7.762	-7.782	-7.509	-5.770	-7.783
4162	-7.484	-7.490	-7.545	-7.603	-7.580	-7.184	-5.830	-7.481
4795	-6.934	-6.940	-6.932	-6.870	-6.868	-6.484	-5.873	-6.871
5429	-6.319	-6.320	-6.222	-6.112	-6.140	-6.172	-5.934	-6.214
6084	-5.708	-5.713	-5.807	-5.896	-5.862	-5.716	-6.028	-5.783
6717.5	-4.990	-4.994	-4.983	-4.969	-4.969	-5.141	-6.065	-5.007
7351	-4.228	-4.188	-4.143	-4.042	-4.071	-4.536	-6.033	-4.201
8006	-3.556	-3.557	-3.683	-3.845	-3.825	-4.106	-5.965	-3.762
8639.5	-2.949	-2.950	-3.051	-3.385	-3.387	-3.741	-5.802	-3.243
9273	-2.803	-2.800	-2.830	-2.898	-2.905	-3.381	-5.593	-2.936
9775	-2.721	-2.718	-2.734	-2.734	-2.733	-3.034	-4.736	-2.779
10347	-2.659	-2.659	-2.691	-2.684	-2.674	-2.896	-4.296	-2.710
10807	-2.647	-2.647	-2.584	-2.634	-2.703	-2.942	-3.882	-2.692
11712	-2.961	-2.967	-3.010	-2.970	-2.961	-2.909	-3.270	-2.963
12100	-2.891	-2.886	-2.904	-2.889	-2.888	-2.885	-2.884	-2.890

Tabelul Nr. 3.3.3.3.							
Deplăsările nodurilor structurii spațiale a vagonului V801v1FA							
Deplasări după axa " Z " la nivelul z							
Y	Z=5 X=0	Z=195 X=0	Z=954 X=0	Z=1996 X=0	Z=2192 X=0	Z=2573 X=-200	Media
0	-10.83	-10.85	-10.84	-10.81	-10.82	-10.71	-10.798
318	-10.82	-10.83	-10.83	-10.81	-10.80	-10.69	-10.785
951.5	-10.70	-10.71	-10.70	-10.61	-10.60	-10.58	-10.628
1585	-10.46	-10.46	-10.43	-10.36	-10.37	-10.37	-10.387
2240	-10.15	-10.16	-10.20	-10.22	-10.20	-10.06	-10.169
2873.5	-9.720	-9.727	-9.724	-9.658	-9.652	-9.640	-9.672
3507	-9.202	-9.206	-9.134	-9.042	-9.061	-9.135	-9.100
4162	-8.652	-8.659	-8.724	-8.773	-8.743	-8.540	-8.692
4795	-7.955	-7.961	-7.952	-7.877	-7.873	-7.851	-7.893
5429	-7.181	-7.182	-7.078	-6.957	-6.985	-7.101	-7.040
6084	-6.407	-6.413	-6.512	-6.598	-6.561	-6.307	-6.488
6717.5	-5.524	-5.527	-5.516	-5.502	-5.499	-5.479	-5.500
7351	-4.589	-4.586	-4.497	-4.402	-4.434	-4.679	-4.508
8006	-3.735	-3.736	-3.862	-4.035	-4.015	-3.970	-3.954
8639.5	-2.940	-2.942	-3.043	-3.385	-3.384	-3.357	-3.268
9273	-2.606	-2.603	-2.625	-2.705	-2.715	-2.827	-2.710
9775	-2.366	-2.363	-2.376	-2.389	-2.390	-2.493	-2.408
10347	-2.118	-2.117	-2.139	-2.140	-2.133	-2.211	-2.153
10807	-1.959	-1.946	-1.891	-1.927	-1.947	-2.051	-1.953
11712	-1.887	-1.892	-1.919	-1.856	-1.845	-1.829	-1.864
12100	-1.688	-1.683	-1.724	-1.708	-1.701	-1.704	-1.707

DEPLASARILE NODURILOR STRUCTURII VAGONULUI SPATIAL - V801v1

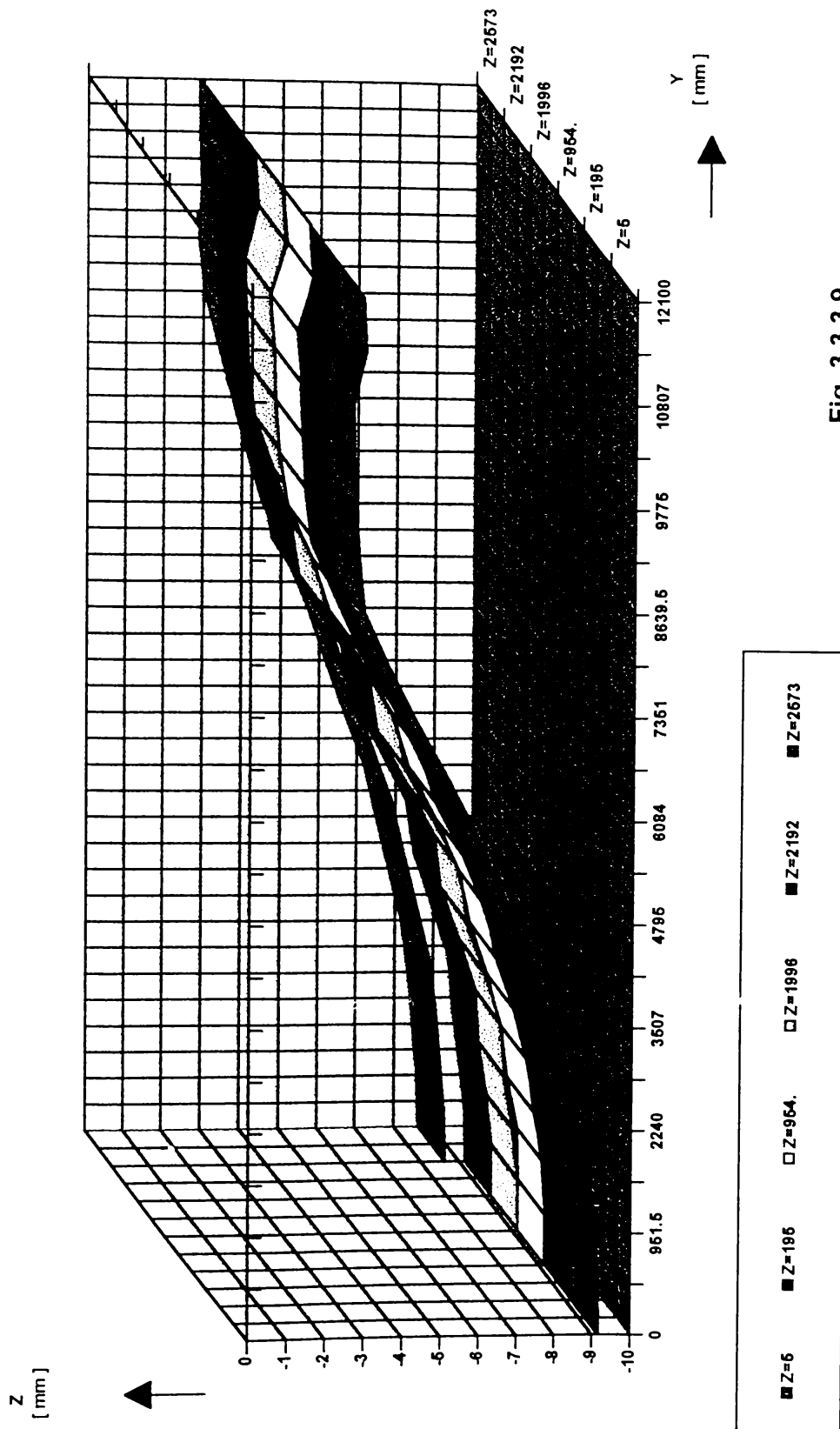


Fig. 3.3.3.9.

DEPLASARILE NODURILOR STRUCTURII VAGONULUI SPATIAL
- V801V1FA -

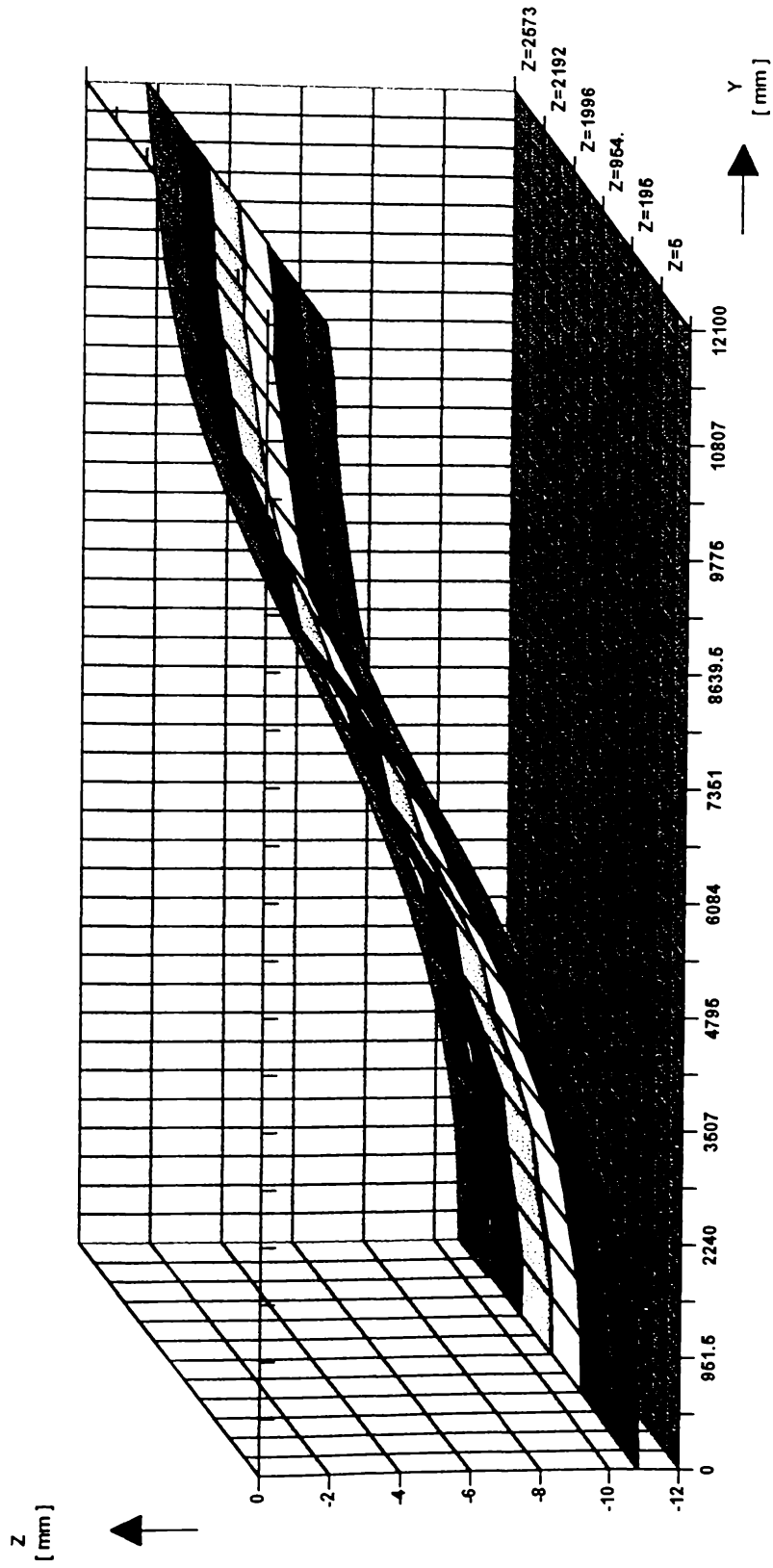
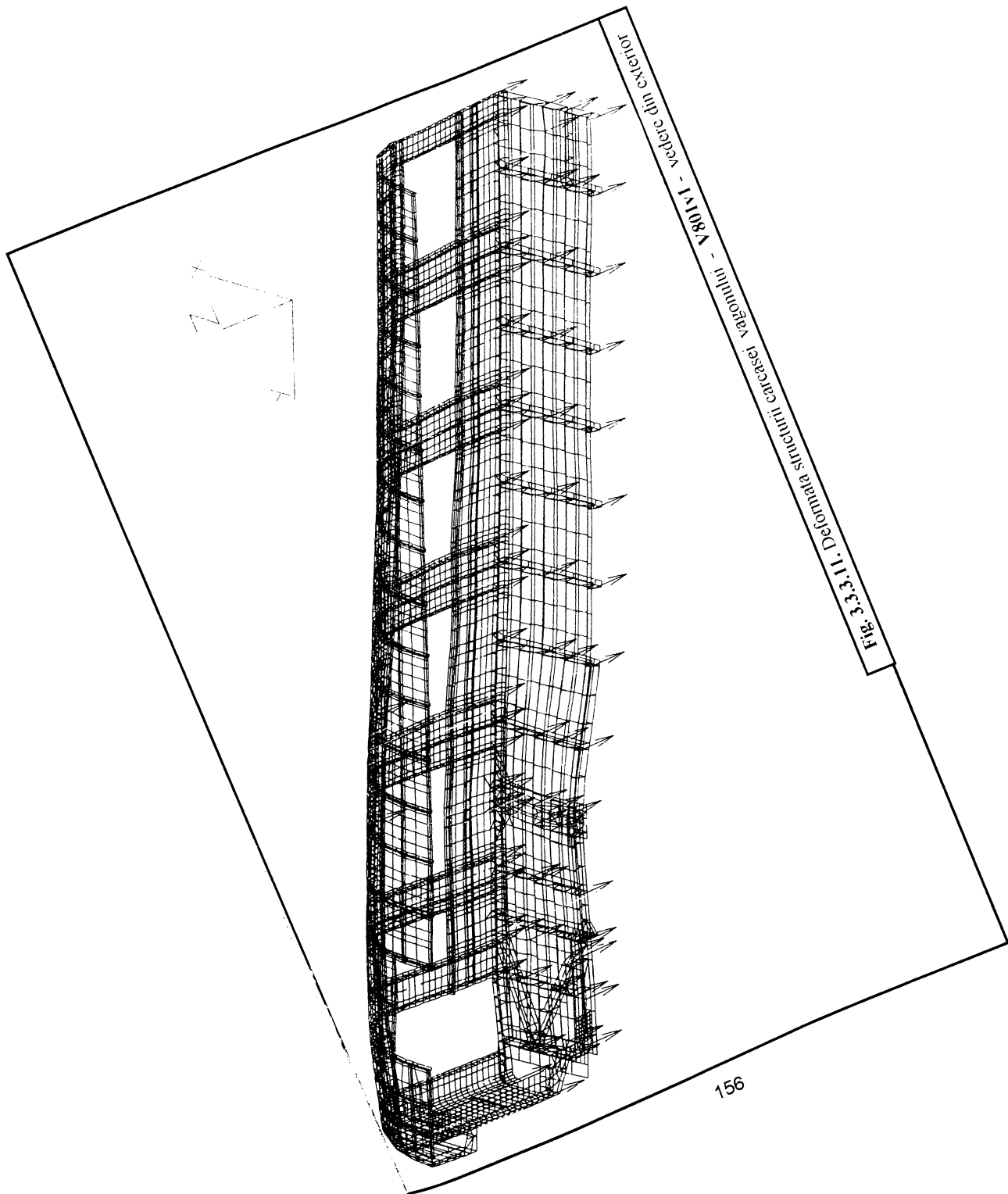


Fig. 3.3.3.10.



V801A - vedere din exterior

Fig. 3.3.11. Deformata structuri carcasei vagonului - V801A

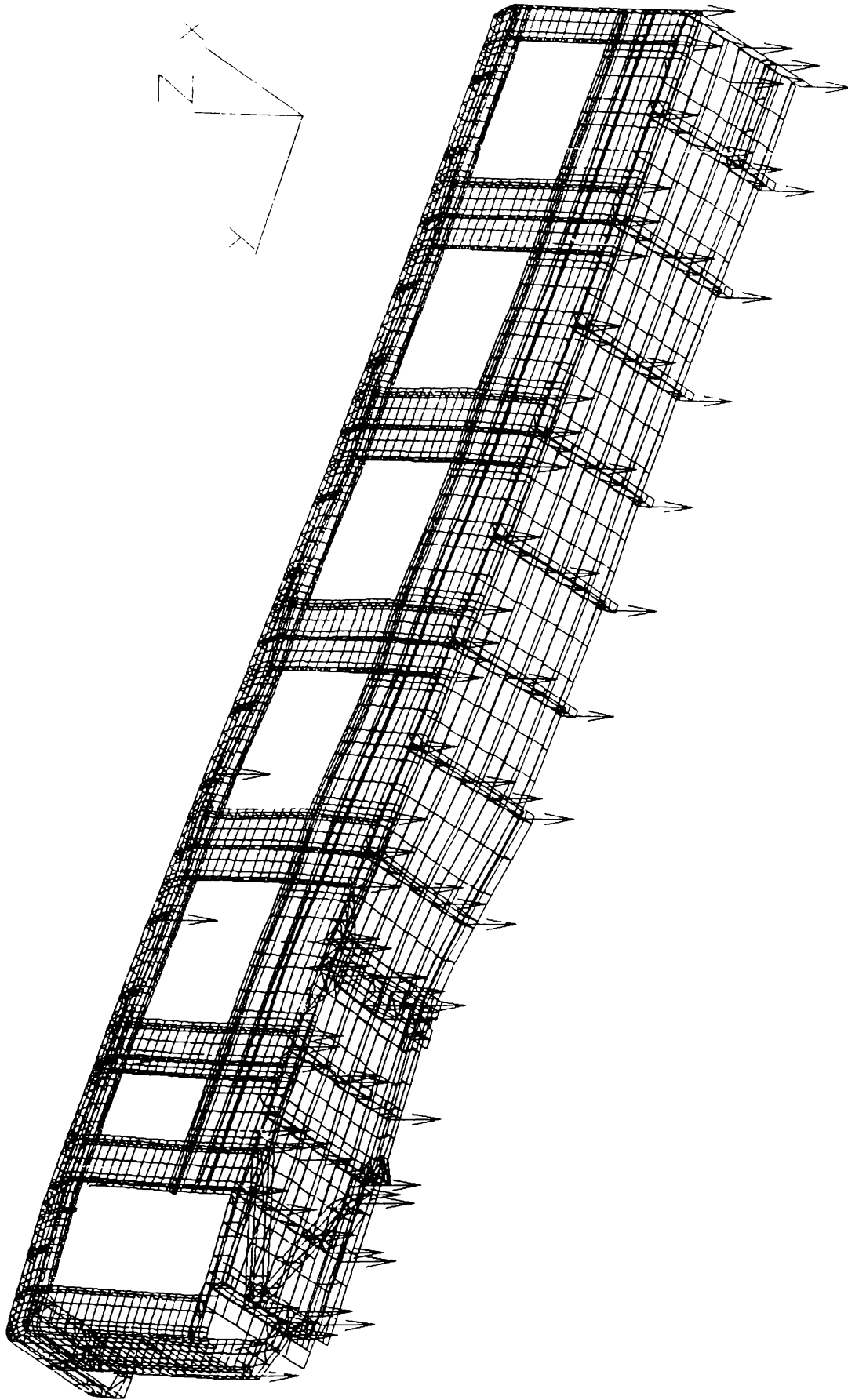


Fig. 3.3.3.12. Deformata structurii carcasei vagonului - V801v1FA - vedere din interior

COMPARATIE INTRE DEPLASARILE NODURILOR STRUCTURII SPATIALE A VAGONULUI
 Variantele de calcul V801v1 si V801v1FA

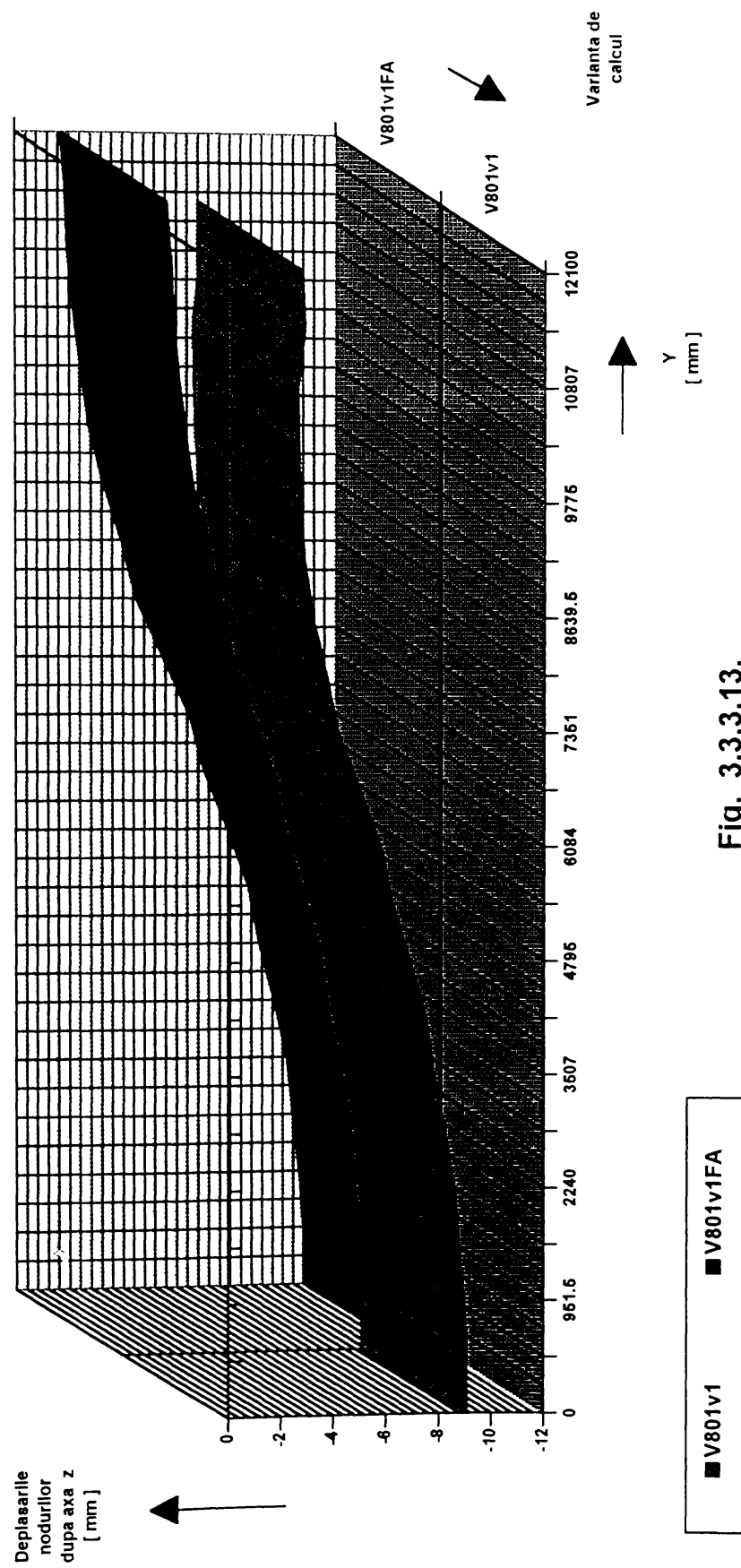


Fig. 3.3.3.13.

Comparația dintre valorile deplasărilor nodurilor structurii carcasei vagonului considerat ca o structură spațială în variantele de calcul V801v1 respectiv V801v1FA s-a efectuat considerând valorile medii ale acestora, graficele comparative ale deplasărilor sunt prezentate în (Fig. 3.3.3.13.)

Analiza stării de tensiune din structura carcasei vagonului în variantele de calcul V801v1 respectiv V801v1FA s-a efectuat în punctele caracteristice definite în (Fig. 3.2.1.3.). Selecționând elementele finite din vecinătatea punctelor caracteristice, s-au calculat valorile medii ale tensiunilor din nodurile acestora .

Numerele elementelor finite din vecinătatea punctelor caracteristice, valorile tensiunilor din nodurile elementelor finite și cât și valorile medii ale tensiunilor pentru variantele de calcul V801v1 respectiv V801v1FA sunt prezentate în detaliu în Anexa Nr. 4.

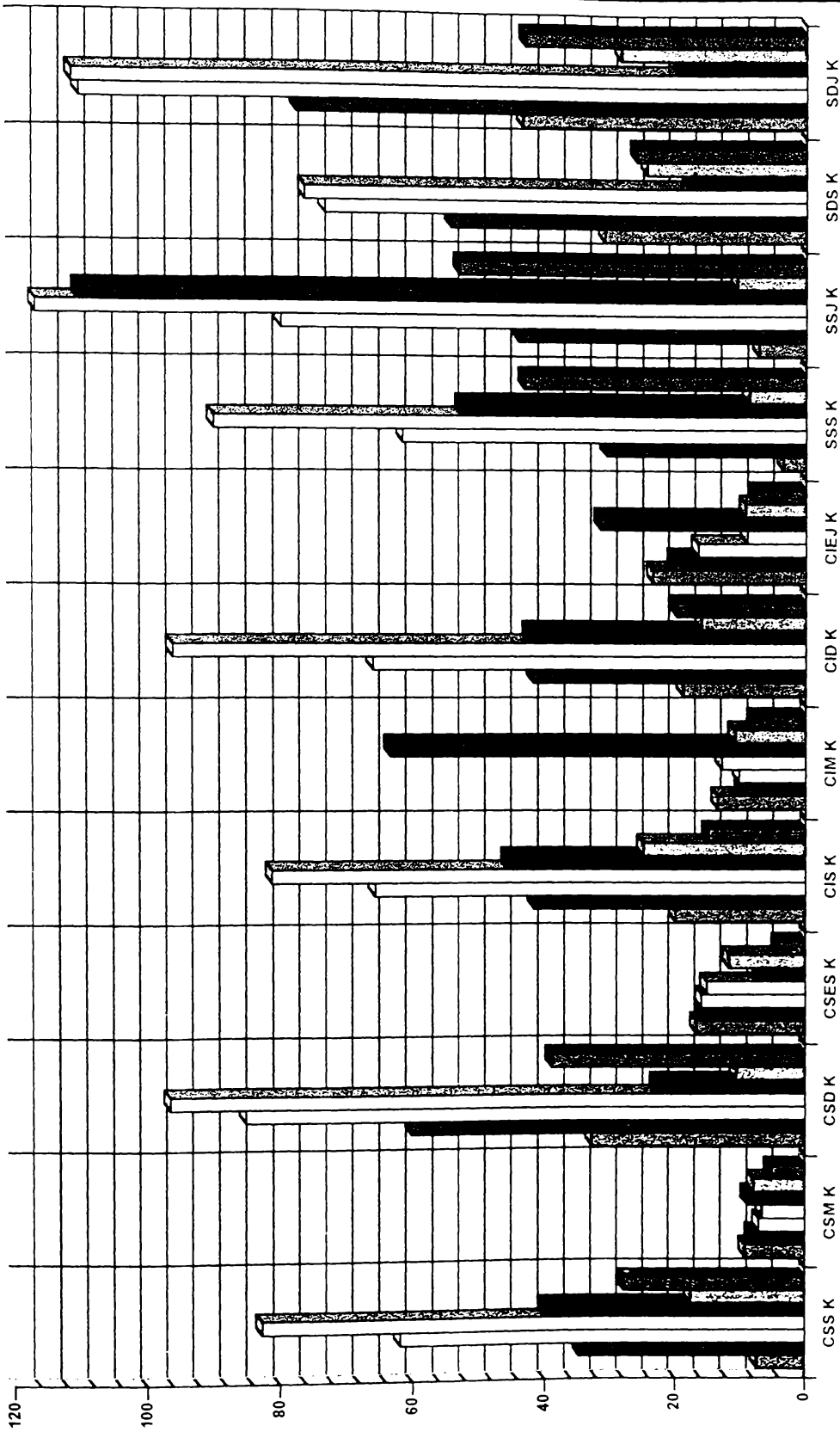
În Tabelul Nr. 3.3.3.4. și Tabelul Nr. 3.3.3.5. sunt extrase valorile medii ale tensiunilor din panourile : I ÷ VII , pentru cele 12 puncte caracteristice fiecărui panou.

Graficele de variație a tensiunilor din panourile peretelui lateral al vagonului pentru cele două variante de calcul sunt prezentate în (Fig. 3.3.3.14.) și (Fig. 3.3.3.15.)

Tabelul Nr. 3.3.3.4.							
Punctul caracteristic	Valorile tensiunilor din panourile structurii vagonului considerat ca structură spațială discretizată V801v1 încărcat cu sarcină verticală [N / mm ²]						
	Numărul panoului						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
CSS _K	7.42	34.70	61.81	82.63	39.89	17.53	27.90
CSM _K	9.23	8.28	7.13	6.60	8.88	7.96	5.32
CSD _K	32.75	60.10	85.07	96.40	22.90	10.62	38.89
CSES _K	16.68	15.71	15.89	15.09	7.13	11.70	4.27
CIS _K	19.95	41.56	65.58	81.18	45.52	24.87	14.88
CIM _K	13.46	9.91	10.25	12.84	63.27	10.89	8.03
CID _K	18.81	41.66	65.90	95.97	42.30	16.00	19.75
CIEJ _K	23.45	20.21	16.50	9.02	31.41	9.31	7.69
SSS _K	3.46	30.54	61.44	89.74	52.56	8.79	42.95
SSJ _K	7.26	43.72	79.75	116.53	110.08	10.53	52.82
SDS _K	30.81	54.10	73.05	76.14	17.96	24.37	25.95
SDJ _K	43.20	77.35	110.02	111.07	19.42	28.37	42.83

VALORILE TENSIUNILOR DIN PANOURILE STRUCTURII SPATIALE A VAGONULUI
 VARIANTA DE DISCRETIZARE V801v1

TENSIUNEA
 [N / mm²]



Punctul caracteristic

Fig. 3.3.3.14.

VALORILE TENSIUNILOR DIN PANOURILE STRUCTURII SPATIALE A VAGONULUI
 VARIANTA DE DISCRETIZARE V801v1FA

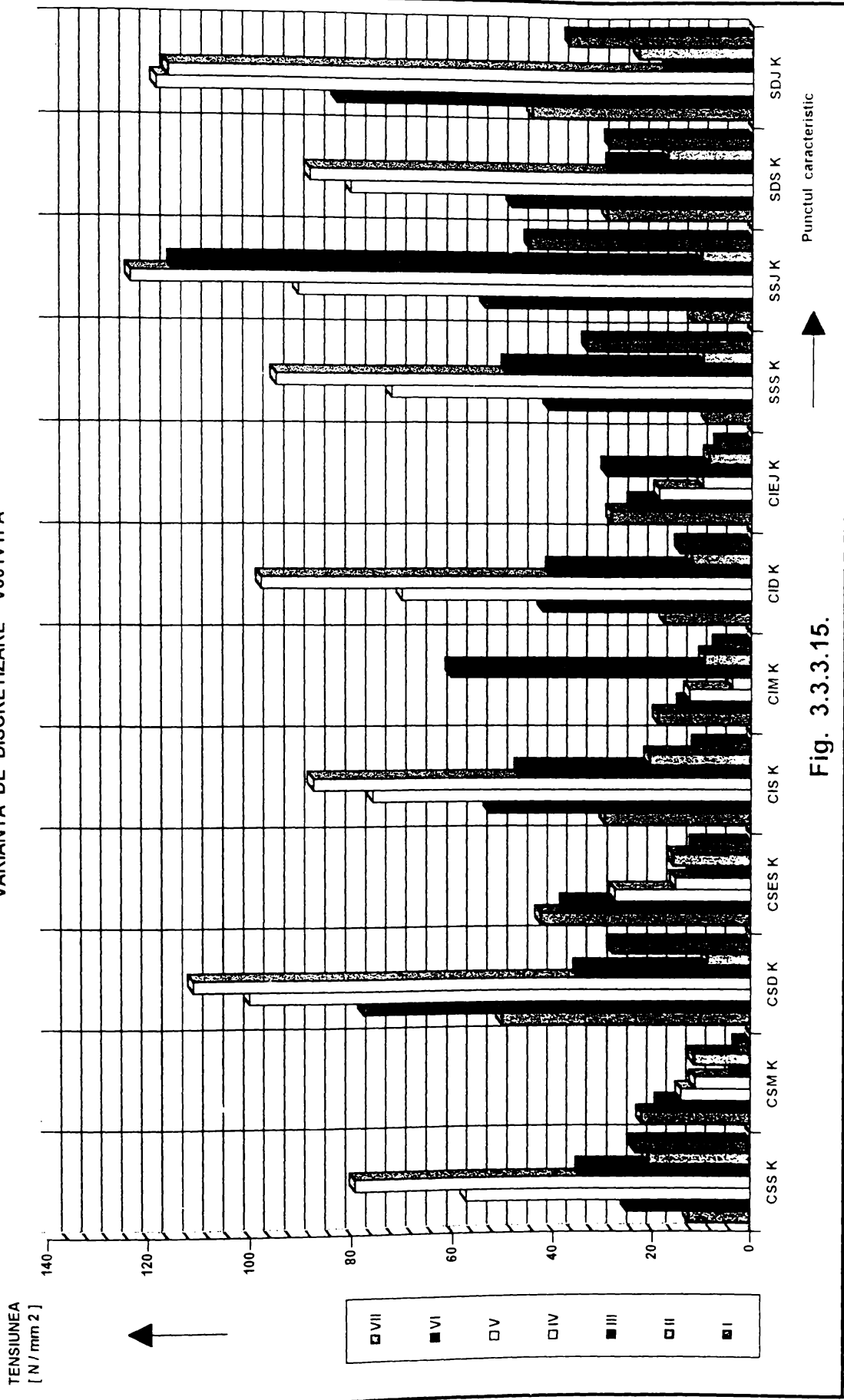


Fig. 3.3.3.15.

Tabelul Nr. 3.3.3.5.							
Punctul caracteristic	Valorile tensiunilor din panourile structurii vagonului considerat ca structură spațială fără acoperiș discretizare V801v1FA încărcat cu sarcină verticală [N / mm ²]						
	Numărul panoului						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
CSS _K	12.61	25.28	57.31	79.31	34.25	20.92	23.45
CSM _K	22.17	18.44	14.20	11.36	3.26	11.52	2.58
CSD _K	50.25	77.63	100.04	111.01	34.74	8.94	28.03
CSES _K	42.53	37.45	27.62	15.37	12.03	15.86	11.39
CIS _K	29.61	52.73	75.77	87.41	46.62	20.70	10.98
CIM _K	18.96	14.05	12.64	3.89	60.32	9.61	6.89
CID _K	17.71	42.09	69.94	97.59	40.46	12.27	14.54
CIEJ _K	28.36	24.20	18.82	10.00	29.30	8.79	6.63
SSS _K	9.24	41.00	71.98	94.66	49.23	9.99	33.22
SSJ _K	12.11	53.54	90.28	123.00	114.66	10.30	44.82
SDS _K	29.28	48.33	80.04	87.95	28.49	17.20	28.75
SDJ _K	44.38	82.72	117.95	115.58	17.29	23.14	36.79

Din analiza comparativă a valorilor tensiunilor, prezentate în Tabelul Nr. 3.3.3.4. și Tabelul Nr. 3.3.3.5., respectiv a (Fig. 3.3.3.14.) și (Fig. 3.3.3.15.) se constată că în punctele caracteristice situate pe stâlpii structurii spațiale a vagonului, panourile III ÷ V, apar tensiunile cele mai mari.

Tabelul Nr. 3.3.3.6. prezintă un extras al valorilor tensiunilor din punctele caracteristice situate pe stâlpii structurii spațiale a vagonului, pentru cele două variante de calcul.

Cu valorile din Tabelele Nr. 3.3.3.4. ÷ Nr. 3.3.3.6. s-au trasat graficele comparative de variație a tensiunilor pentru structura spațială a vagonului în variantele de calcul V801v1 respectiv V801v1F. Acestea sunt prezentate în (Fig.3.3.3.16.) ÷ (Fig.3.3.3.19.)

Tabelul Nr. 3.3.3.6.							
Punctul caracteristic	Valorile comparative ale tensiunilor din panourile structurii spațiale a vagonului variantele de discretizare V801v1 V800v1FA [N / mm ²]						
	Numărul panoului						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
V1-SSS _K	3.46	30.54	61.44	89.74	52.56	8.79	42.95
FA-SSS _K	9.24	41.00	71.98	94.66	49.23	9.99	33.22
V1-SSJ _K	7.26	43.72	79.75	116.53	110.08	10.53	52.82
FA-SSJ _K	12.11	53.54	90.28	123.00	114.66	10.30	44.82
V1-SDS _K	30.81	54.10	73.05	76.14	17.96	24.37	25.95
FA-SDS _K	29.28	48.33	80.04	87.95	28.49	17.20	28.75
V1-SDJ _K	43.20	77.35	110.02	111.07	19.42	28.37	42.83
FA-SDJ _K	44.38	82.72	117.95	115.58	17.29	23.14	36.79

COMPARATIE INTRE VALORILE TENSIUNILOR DIN STRUCTURA SPATIALA A VAGONULUI
 Variantele de discretizare V801v1 si V801vFA
 Panourile V, IV, III

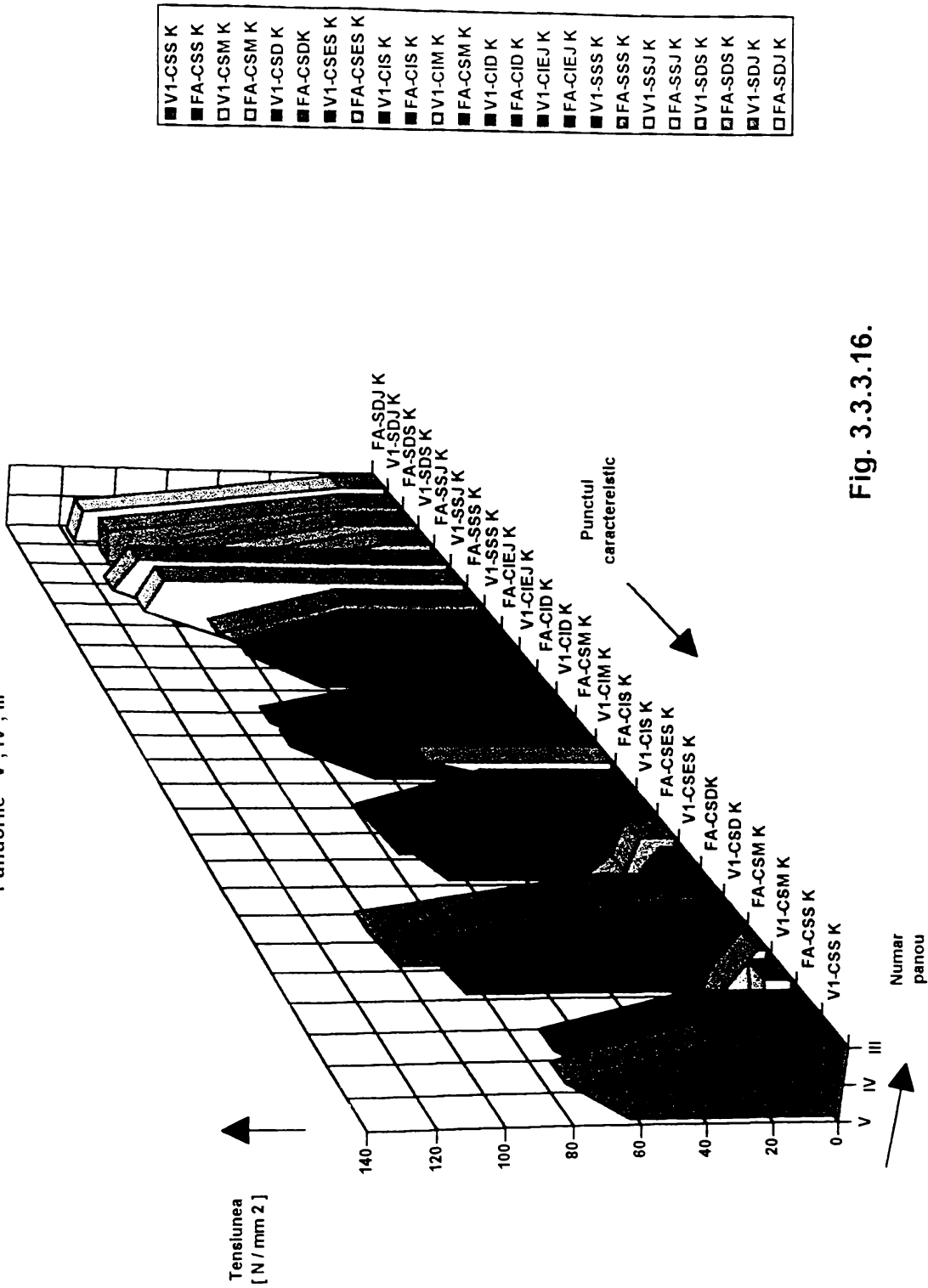


Fig. 3.3.3.16.

COMPARATIE INTRE VALORILE TENSIUNILOR DIN STRUCTURA SPATIALA A VAGONULUI
 Variantele de discretizare V801v1 si V801vFA
 Panourile VII, VI, II, I

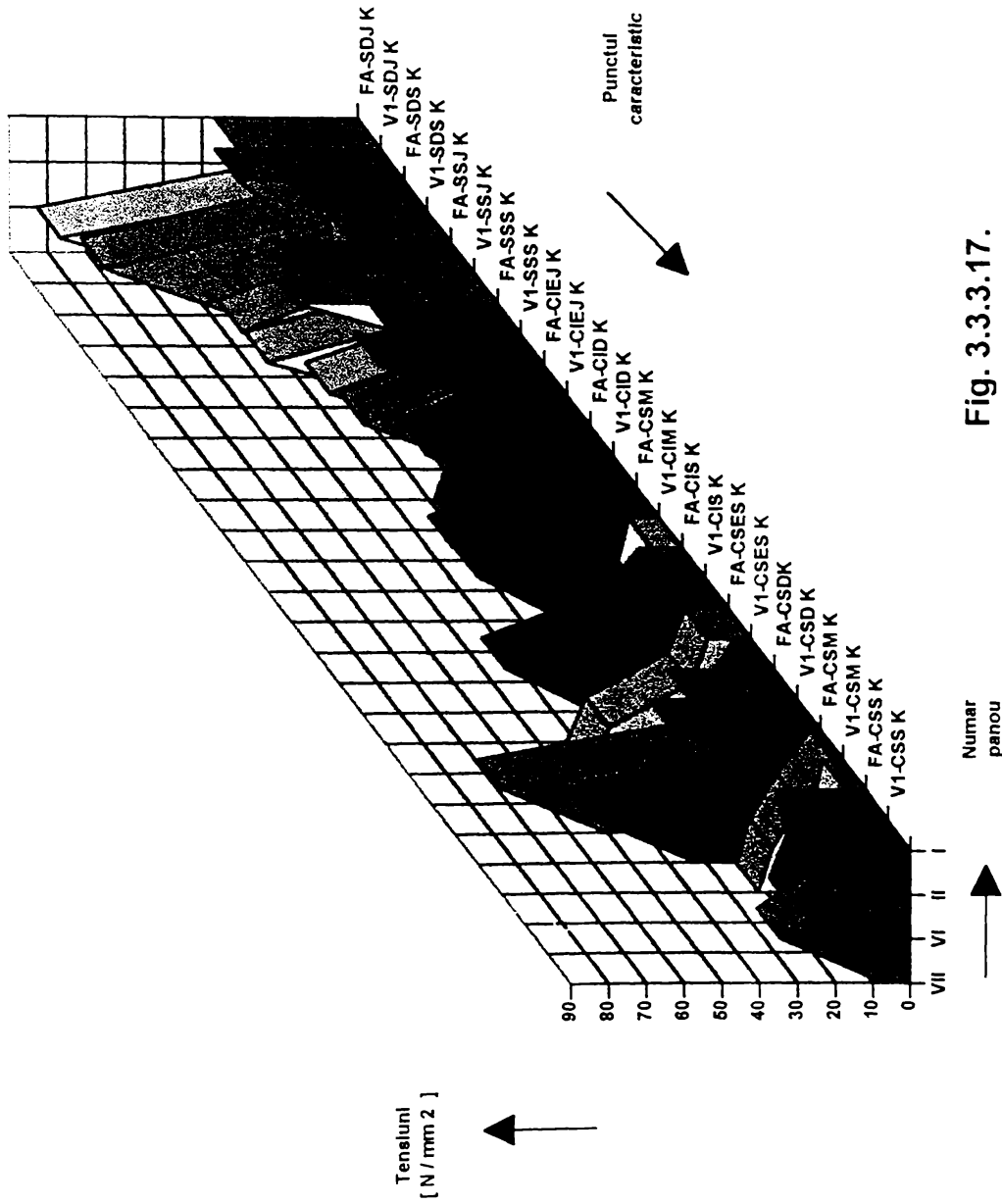


Fig. 3.3.3.17.

VALORILE COMPARATIVE ALE TENSIUNII DIN PANOURILE STALPILOR STRUCTURII SPATIALE A VAGONULUI
 VARIANTELE DE DISCRETIZARE : V801v1 - V801v1FA

Panourile : VII; VI; V; IV; III; II; I;

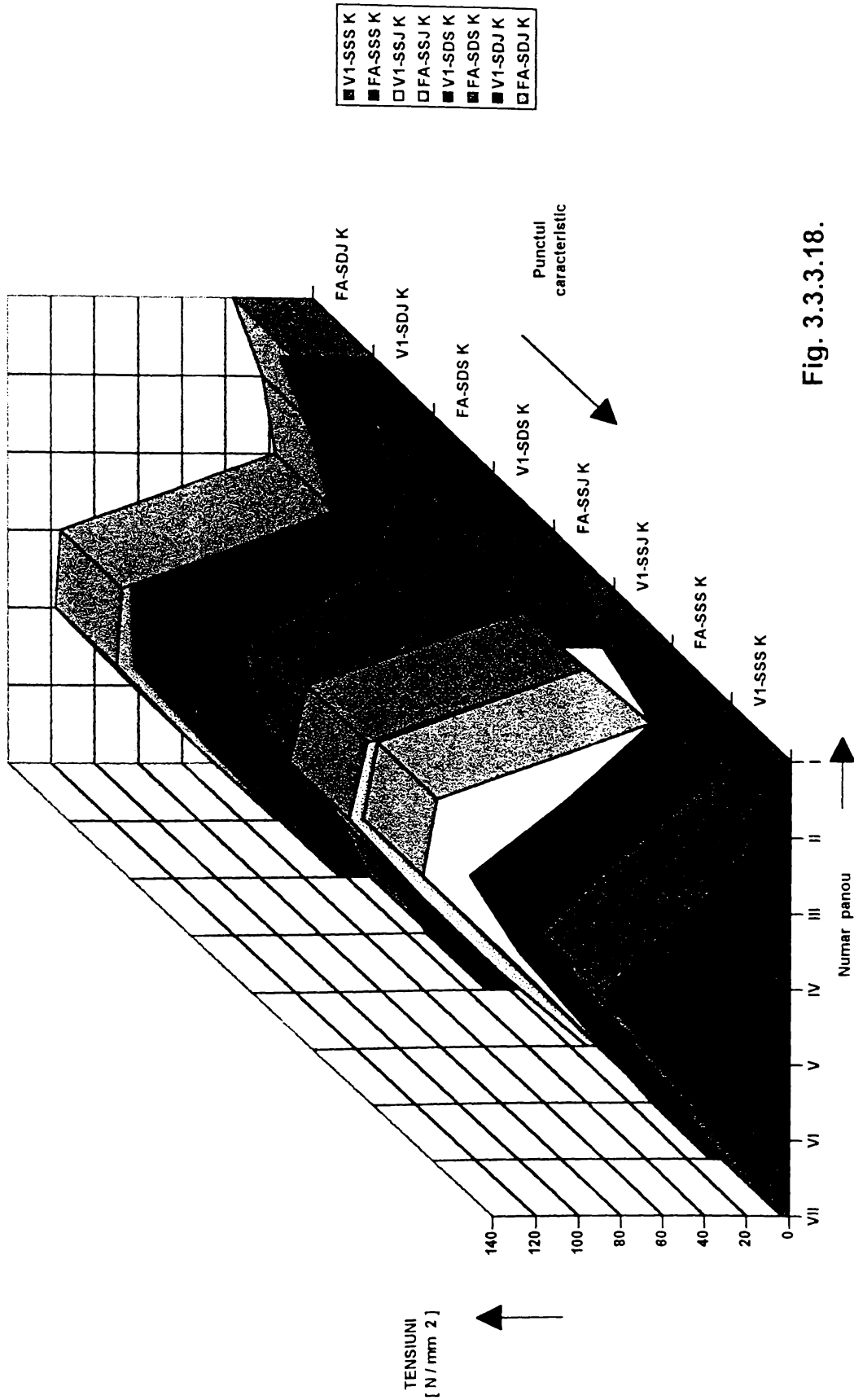


Fig. 3.3.3.18.

VALORILE COMPARATIVE ALE TENSIUNII DIN PANOURILE STALPILOR STRUCTURII SPATIALE A VAGONULUI
 VARIANTELE DE DISCRETIZARE: V801V1 - V801V1FA
 Panourile: V; IV; III;

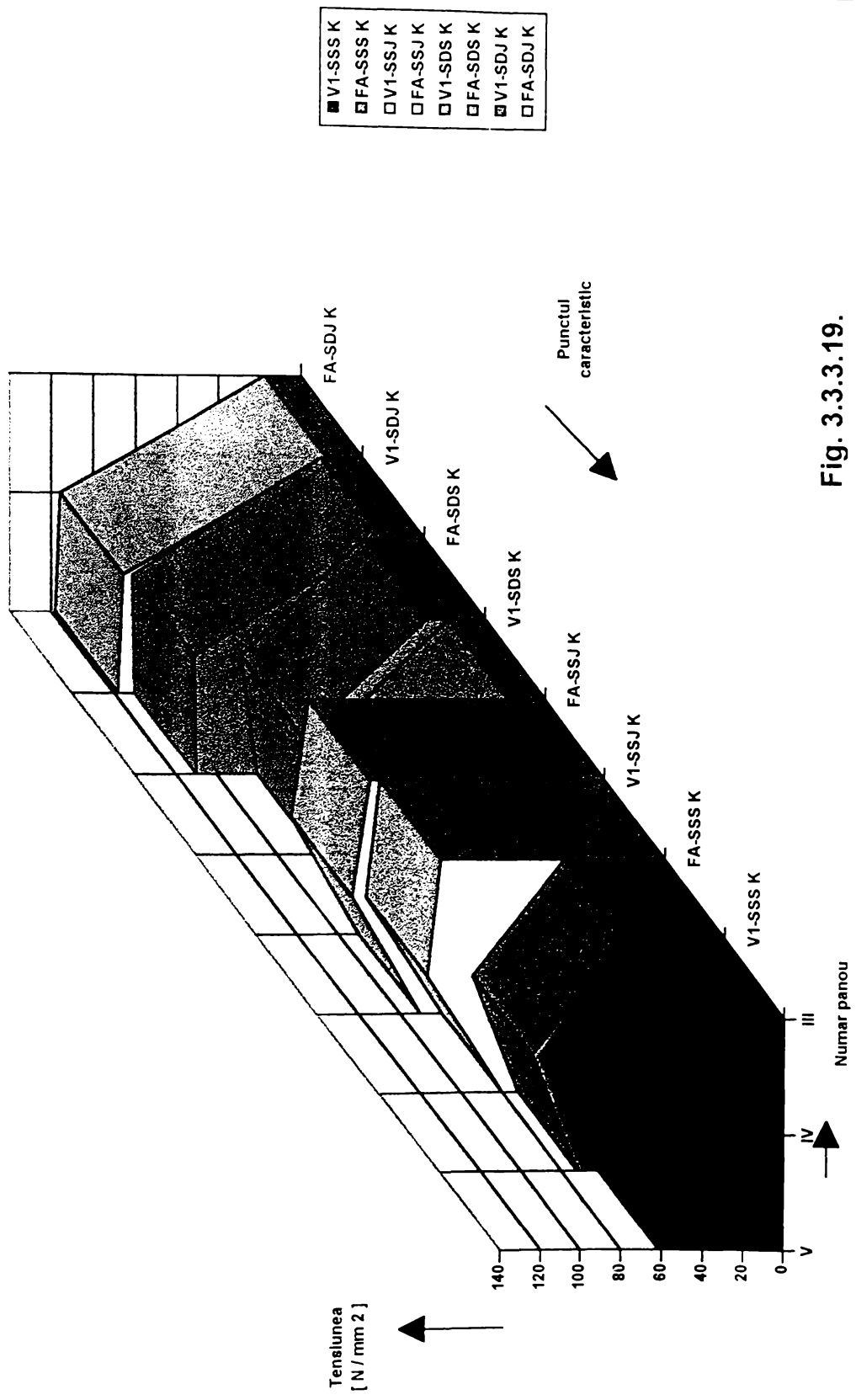


Fig. 3.3.3.19.

3.4. APLICAREA METODELOR DE CALCUL PENTRU VERIFICAREA REZISTENȚEI STĂLPULUI PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI

3.4.1. CONSIDERAȚII GENERALE REFERITOARE LA CALCULUL STĂLPULUI

Rigiditatea carcasei autoportante a vagonului de călători este dependentă în mare măsură de rigiditatea stâlpului.

Având în vedere această remarcă, cât și faptul că metoda de calcul cu elemente finite este tributară modului de discretizare, discretizarea trebuie astfel efectuată încât aceasta să reflecte cât mai bine rigiditatea reală a structurii calculate. Este de cunoscut faptul că aceeași structură discretizată în diferite moduri poate avea rigidități diferite.

Pentru a verifica diferite variante de discretizare și a decide care este mai bună în lucrarea [16], se propune ca un criteriu - egalitatea dintre deformația structurii reale (măsurată experimental) și deformația calculată - printr-o metodă de calcul.

Din acest motiv autorul, a efectuat un studiu asupra rigidității stâlpului peretelui lateral al vagonului de călători de tip " Y " [52], [68]

Aplicarea metodelor de calcul la stâlpul peretelui lateral al vagonului s-a efectuat după schema structurală de principiu prezentată în (fig.3.1.2.1.b.), conform căreia stâlpul este considerat ca o structură plană sau spațială, discretizată în elemente finite de tip placă plană sau placă spațială, considerând o rețea de discretizare fină sau grosieră.

A fost ales pentru studiu rigidității stâlpului, stâlpul care este cel mai frecvent utilizat în structura de rezistență a carcasei vagonului, acesta fiind reprezentat prin stâlpii " D " ÷ " G " care se utilizează de 8 ori în structura peretelui lateral, în timp ce stâlpii : "A"; "B"; "C"; "M" sunt utilizați numai de 2 ori. (vezi - fig.3.1.3.11.)

Calcululele de rezistență a stâlpului, s-a efectuat pentru o porțiune din peretele lateral al vagonului cuprins între două geamuri consecutive, fără elementele acoperișului și șasiului situate în apropierea axei longitudinale a vagonului, acesta este prezentat în (fig.3.4.1.)

Pentru fiecare variantă de calcul a stâlpului s-au considerat două situații de rezemare - încărcare :

- rezemare în centura inferioară, pentru care încărcările sunt aplicate pe centura superioară
- rezemare în centura superioară, pentru care încărcările sunt aplicate pe centura inferioară

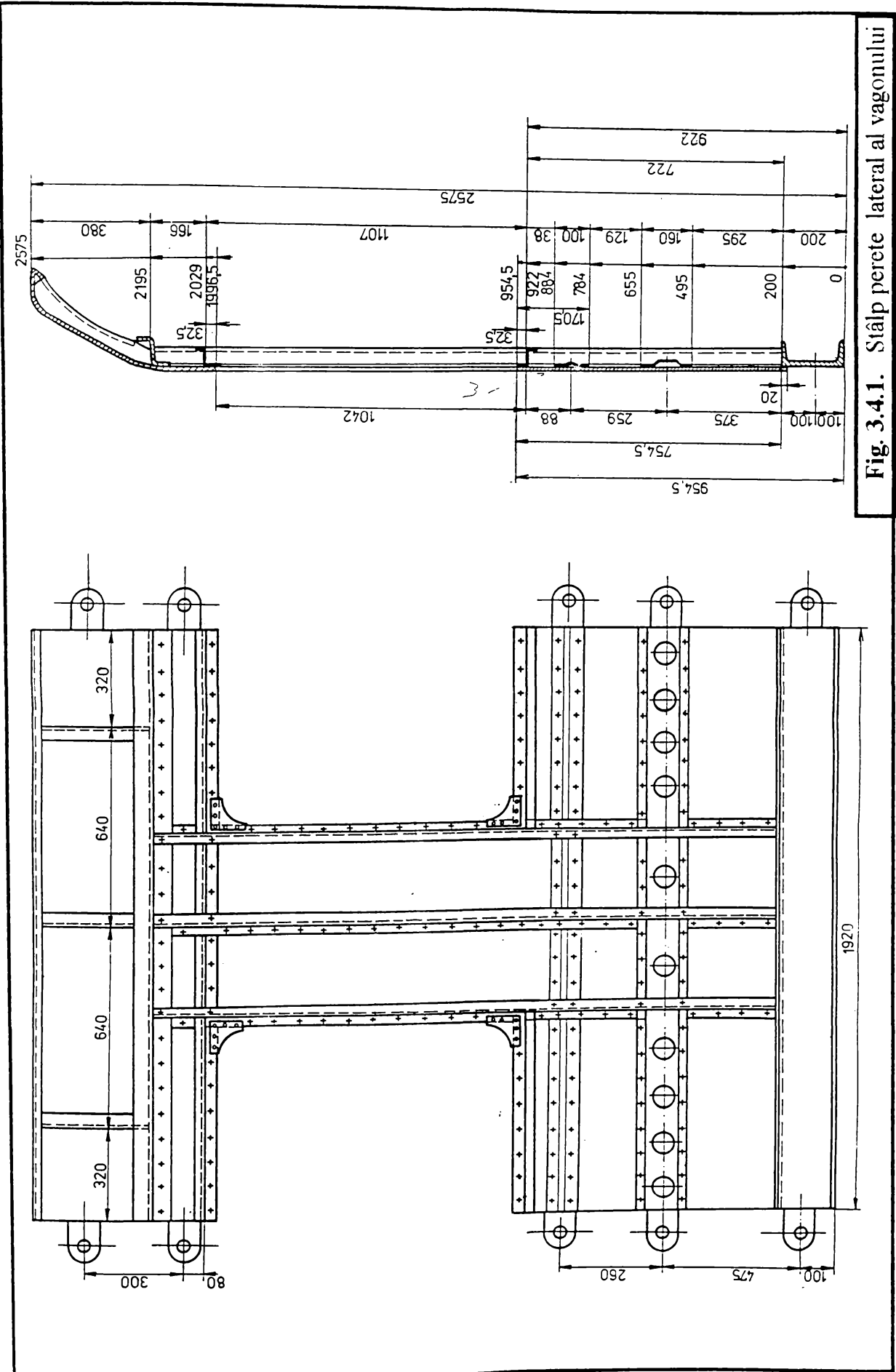
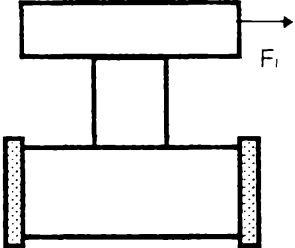
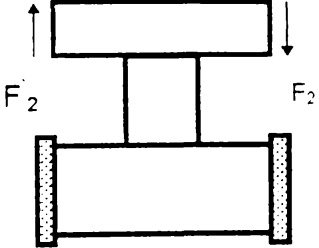
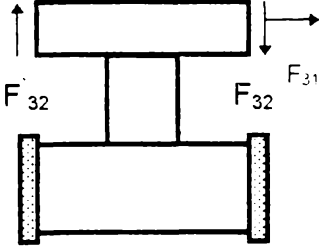
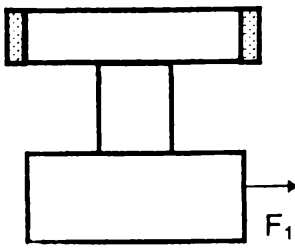
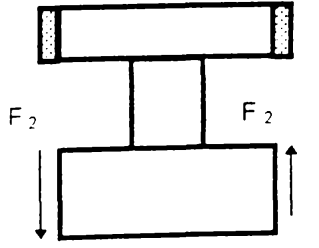
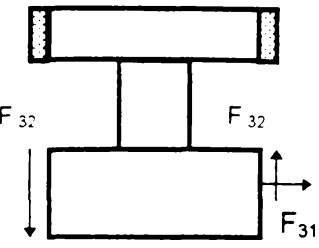


Fig. 3.4.1. Stâlp perete lateral al vagonului

Valorile încărcărilor pentru fiecare caz de încărcare a stâlpului sunt prezentate în tabelul Nr. 3.4.1. , acestea menținându-se aceleași pentru fiecare variantă de discretizare .

Tabelul Nr. 3.4.1.

INCĂRCĂRILE APLICATE STÂLPULUI		
INCĂRCĂRI APLICATE PE CENTURA SUPERIOARĂ		
Cazul de încărcare Nr.1	Cazul de încărcare Nr.2	Cazul de încărcare Nr.3
		
$F_1 = 30000 \text{ N}$	$F_2 = F'_2 = 15000 \text{ N}$	$F_{31} = F'_{32} = F_{32} = 10000 \text{ N}$
INCĂRCĂRI APLICATE PE CENTURA INFERIOARĂ		
Cazul de încărcare Nr.1	Cazul de încărcare Nr.2	Cazul de încărcare Nr.3
		
$F_1 = 20000 \text{ N}$	$F_2 = F'_2 = 15000 \text{ N}$	$F_{31} = F'_{32} = F_{32} = 10000 \text{ N}$

Valorile deplasărilor nodurilor stâlpului, pentru variantele de discretizare studiate au fost analizate în punctele semnificative indicate în (fig.3.4.2.) și Tabelul Nr. 3.4.2

Tabelul Nr. 3.4.2

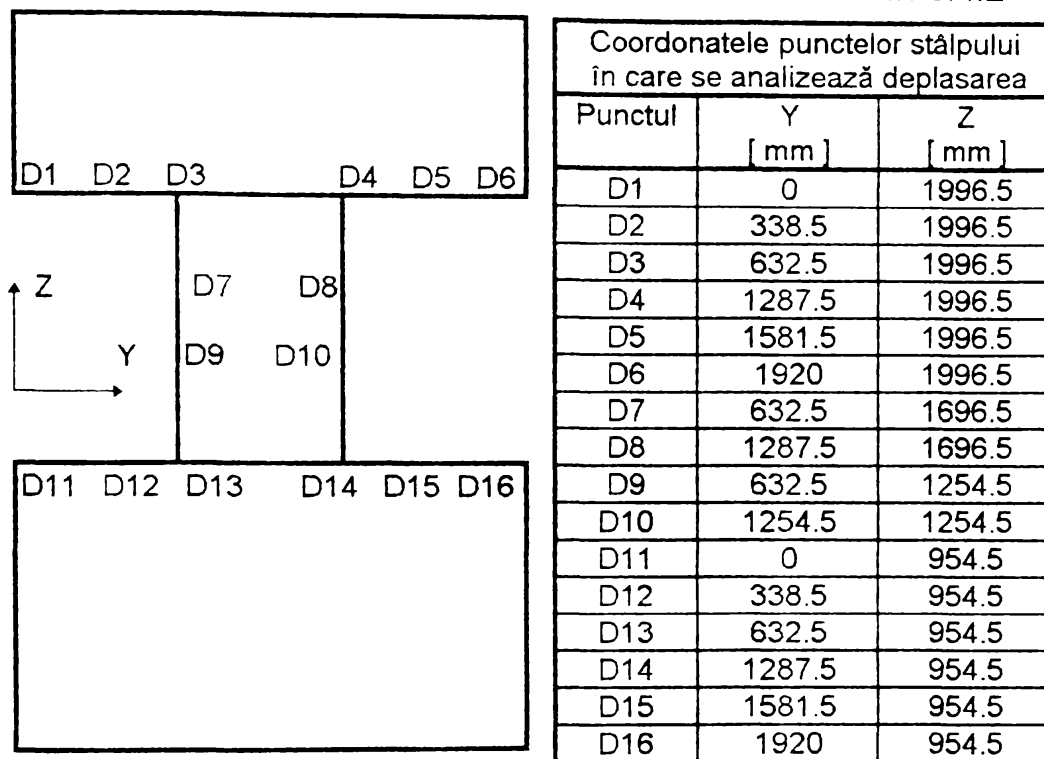


Fig.3.4.2.

În vederea analizării comparative a stării de tensiune din structura stâlpului, pentru diferite variante de discretizare s-au considerat nodurile comune ale discretizărilor efectuate. Starea de tensiune a fost analizată pe 14 elemente de suprafață, dimensiunile și locul de amplasare al acestora pe structura stâlpului sunt prezentate în (Fig. 3.4.3.).

Corelarea dintre numărul elementelor de suprafață și numărul elementelor finite aferente fiecărei variante de discretizare este indicată în Tabelul Nr. 3.4.3.

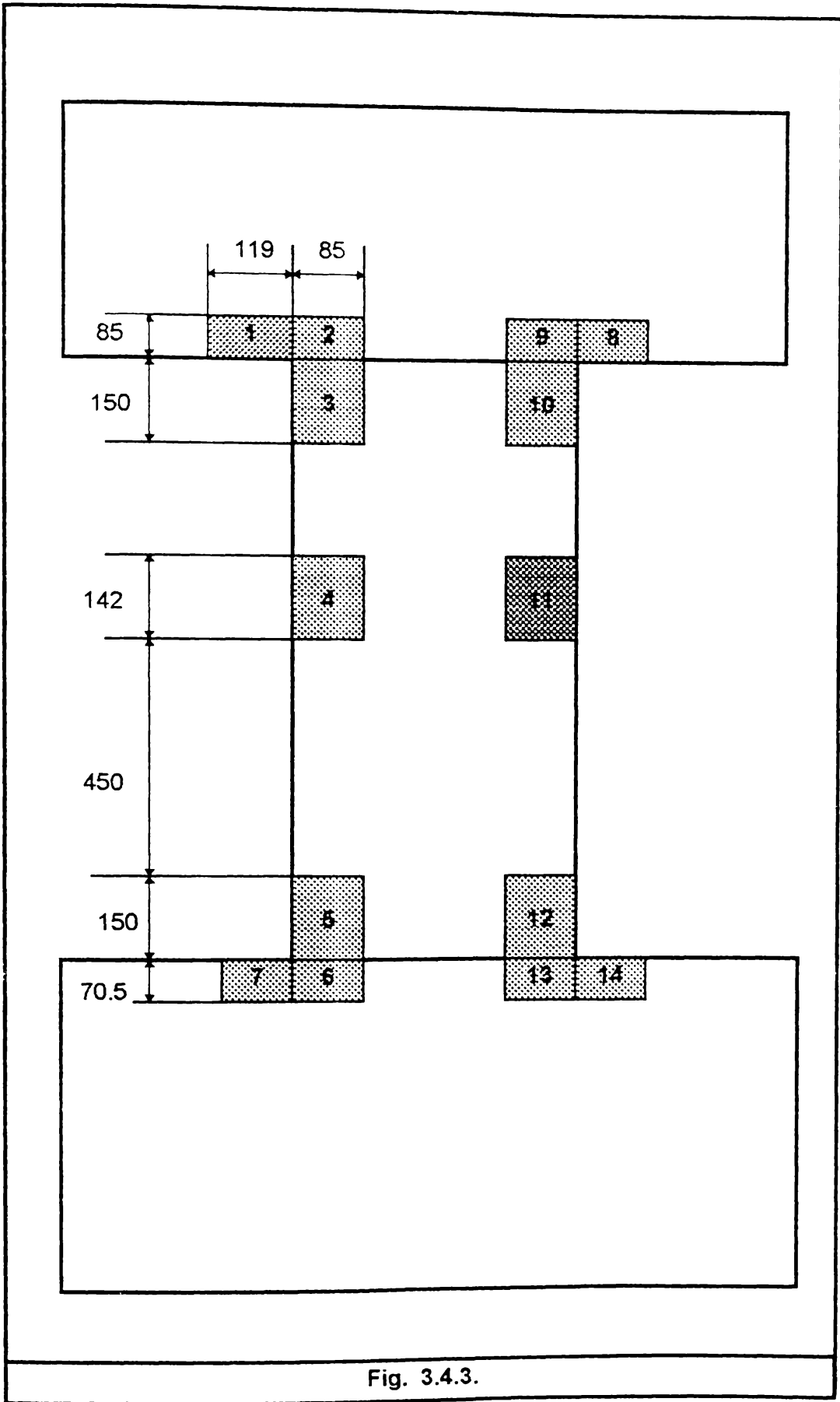


Fig. 3.4.3.

Tabelul Nr 3.4.3.				
Corelația dintre numărul suprafețelor studiate și numărul elementelor finite				
Numărul suprafeței studiate	Numărul elementelor finite pentru modul de discretizare			
	grosireă plană	fină plană	fină spațială încărcări pe CI	fină spațială încărcări pe CS
1	143	975; 976; 977 *; 978 * 942; 943	1837; 1838 1687; 1688	1779 ; 1780 1629 ;1630
2	144	977; 978 979 * ; 980 * 944; 945	1839; 1841 1689; 1693	1781 ; 1783 1631 ; 1635
3	135	921; 922 908; 909	1657; 1661 1635; 1639	1599 ; 1603 1577 ; 1581
4	120	804; 805 791; 792 778; 779	1459; 1463 1437; 1441 1415; 1419	1401 ; 1405 1379 ; 1383 1357 ; 1361
5	105	674; 675 661; 662	1239; 1243 1217; 1221	1181 ; 1185 1159 ; 1163
6	96	638; 639 605; 606	1185; 1189 1043; 1045	1127 ; 1131 989 ; 991
7	95	636; 637 603; 604	1183; 1184 1041; 1042	1125 ; 1126 987 ; 988
8	149	991; 990 993 * ; 992 * 957; 958	1855; 1856 1711; 1712	1797 ; 1798 1653 ; 1654
9	148	989; 988 991 * ; 990 * 955; 956	1852; 1854 1706; 1710	1794 ; 1796 1648 ; 1652
10	139	932; 933 919; 920	1674; 1678 1652; 1656	1616 ; 1620 1594 ; 1598
11	124	815; 816 802; 803 789; 790	1476; 1480 1454; 1458 1432; 1436	1418 ; 1422 1396 ; 1400 1374 ; 1378
12	109	685; 686 672; 673	1234; 1260 1256; 1238	1198 ; 1202 1176 ; 1180
13	100	649; 650 616; 617	1202; 1206 1056; 1058	1144 ; 1148 1002 ; 1004
14	101	651; 652 618; 619	1207; 1208 1059; 1060	1149 ; 1150 1005 ; 1006

Notă : Nodurile notate prin * se referă la discretizarea plană a stâlpului, la care porțiunea corespunzătoare acoperișului este considerată înclinată. Pentru această discretizare nodurile notate prin * , substituie nodurile amplasate deasupra lor.

3.4.2. CALCULUL STĂLPULUI PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ PLANĂ ALCĂTUITĂ DIN ELEMENTE FINITE DE TIP PLACĂ PLANĂ

Stâlpul peretelui lateral al vagonului, a fost studiat și în situația când acesta este considerat ca o structură plană, discretizat în elemente finite de tip placă plană.

S-au considerat două variante de discretizare grosieră și fină, care au fost studiate în situațiile de rezemare și cazurile de încărcare prezentate Tabelul Nr. 3.4.1., obținându-se următoarele variante de discretizare a stâlpului :

- SPDGCI (1÷3) - reprezentând - stâlp plan discretizare grosieră încărcat pe centura inferioară, cazurile de încărcare 1 ÷ 3
- SPDGCS (1÷3) - reprezentând -stâlp plan discretizare grosieră încărcat pe centura superioară, cazurile de încărcare 1 ÷ 3
- SPDFCI (1÷3) - reprezentând - stâlp plan discretizare fină încărcat pe centura inferioară, cazurile de încărcare 1 ÷ 3
- SPDFCS (1÷3) - reprezentând - stâlp plan discretizare fină încărcat pe centura superioară, cazurile de încărcare 1 ÷ 3

Modul de discretizare a stâlpului și dimensiunile elementelor finite pentru varianta de discretizare grosieră este prezentat în (Fig.3.4.4.), iar pentru varianta de discretizare fină, acesta este prezentat în (Fig.3.4.5.)

Grosimile elementelor finite ce alcătuiesc structura plană echivalentă a stâlpului, s-au calculat aplicând relațiile (3.2.2.2.), (3.2.2.4.), (3.2.2.12.), (3.2.2.15.).

Valorile grosimilor echivalente, simbolul convențional al acestora precum și detalii referitoare la modul de amplasare pe structura stâlpului sunt prezentate în Tabelul Nr. 3.4.4. Utilizând simbolurile convenționale aferente grosimilor echivalente din Tabelul Nr. 3.4.4. în (Fig.3.4.4.) se arată dispunerea grosimilor pe structura stâlpului.

Rulând programul de elemente finite [119], s-au obținut valorile deplasărilor nodurilor, respectiv valorile tensiunilor din elementele finite considerate.

Valorile deplasărilor în direcția axei " y " respectiv a axei " z " cât și valoarea deplasării totale corespunzătoare punctelor (D 1 ÷ D 16) pentru variantele de calcul : SPDGCI (1÷3); SPDGCS (1÷3) ; SPDFCI (1÷3) ; SPDFCS (1÷3) sunt prezentate în Tabelul Nr. 3.4.9. pentru încărcările aplicate pe centura inferioară, respectiv în Tabelul Nr. 3.4.10. pentru încărcările aplicate pe centura superioară.

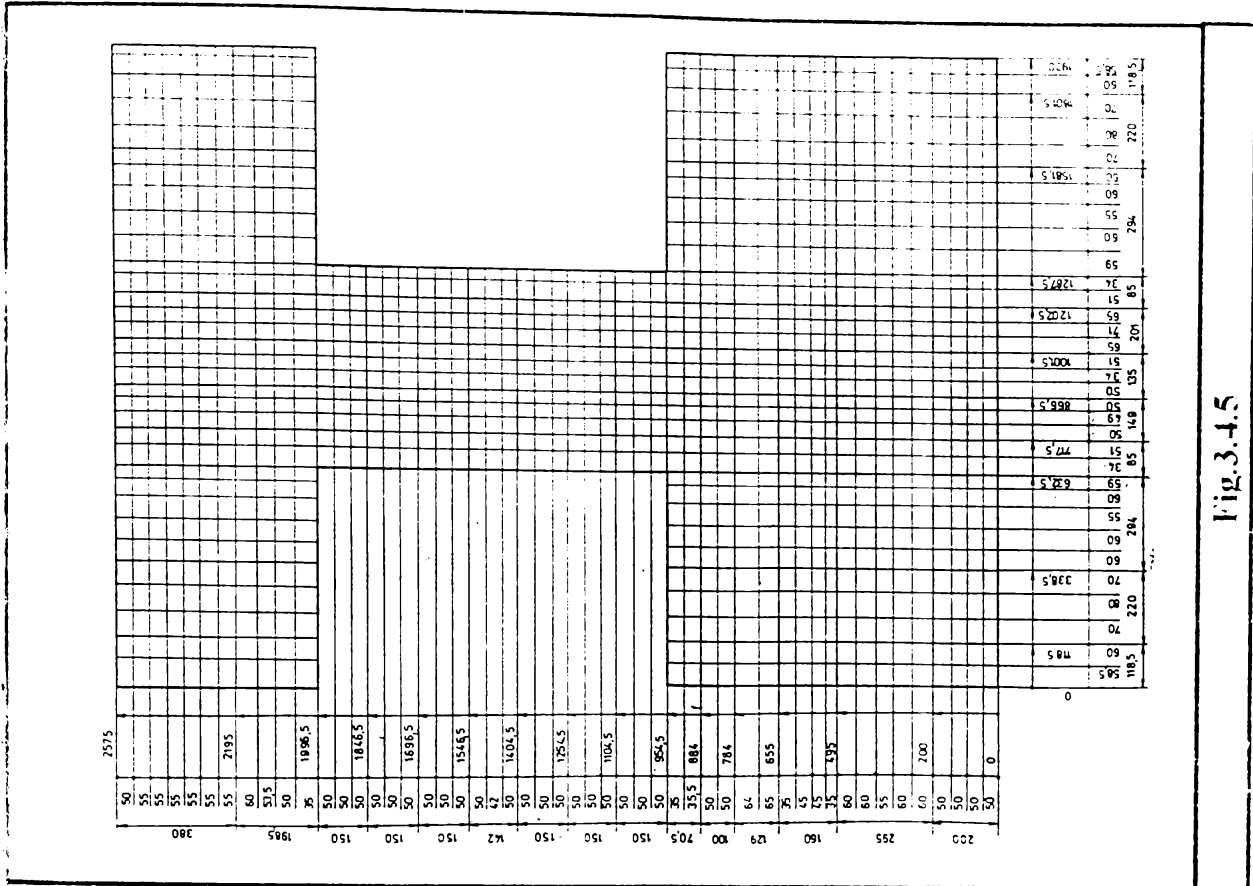


Fig. 3.4.5

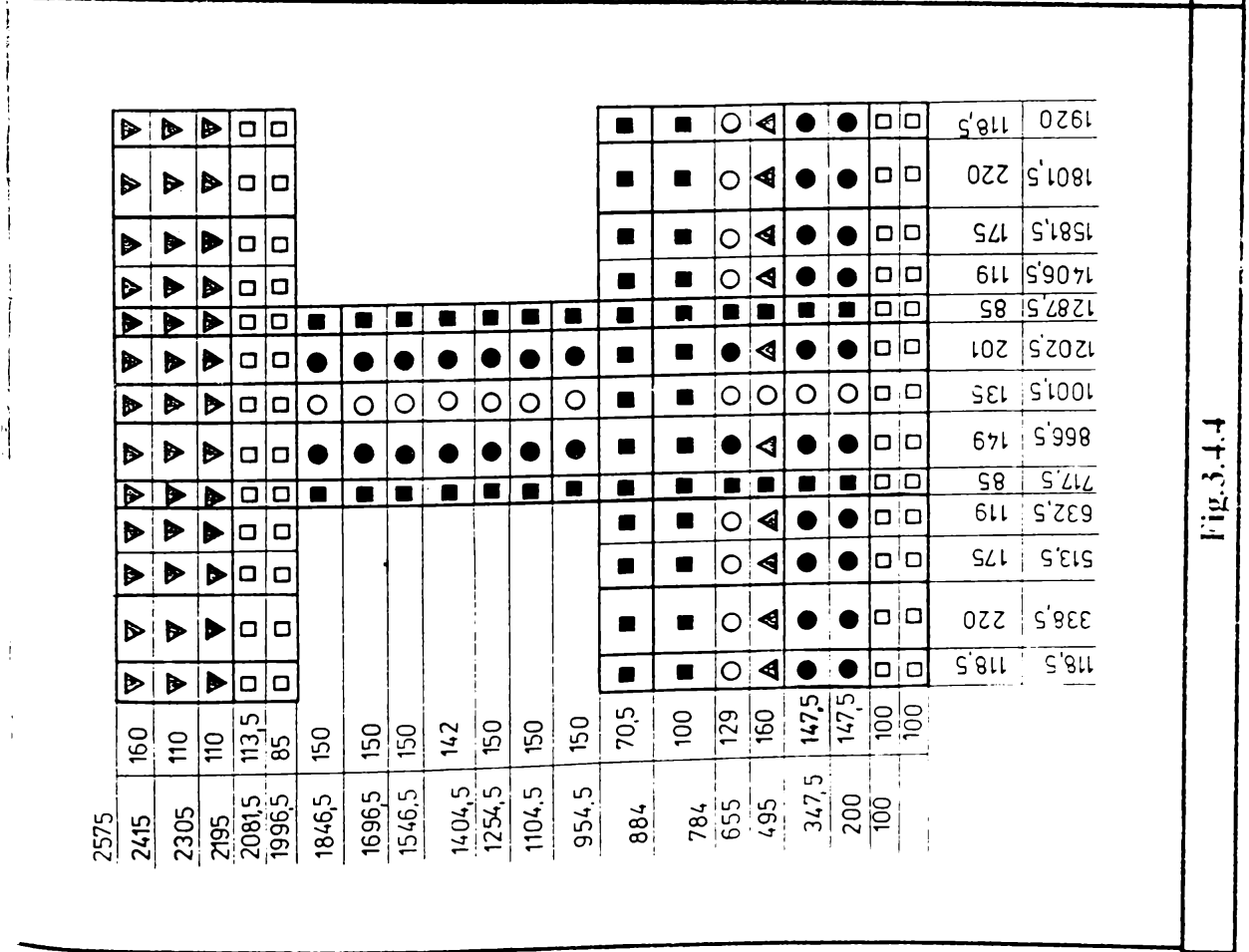


Fig. 3.4.4

Tabelul Nr. 3.4.4.			
Grosimile echivalente din structura stâlpului vagonului variantele de calcul - stâlp plan discretizare grosieră și fină			
Grosimea [mm]	Simbol convent.	Nr. sect. catalog	Detalii
2	●	S 49	Tabla
3.3	○	S 9	Profilul Z + tabla - profilul central
3.4	▲	S 26	Profil de rigidizare din centura inferioară
5	▼	S 27	Profil - partea superioară a stâlpului
5.4	■	S 25 S 6	Profilul Z + tabla pentru conturul din stânga și dreapta al stâlpului, respectiv al părții superioare a centurii inferioare
13	□	S 23 S 9	Profil U - sașiu ; profilul deasupra geamului partea inferioară a centurii superioare

Extrasul deplasărilor totale, pentru aceste variante de calcul este prezentat în Tabelul Nr. 3.4.5.

Forma deformată a stâlpilor corespunzătoare fiecărui caz de încărcare este prezentat în figurile :

Fig. 3.4.6. - Deformată stâlpului pentru încărcările aplicate pe centura inferioară - varianta de discretizare grosieră, pentru cazurile de încărcare (1÷3)

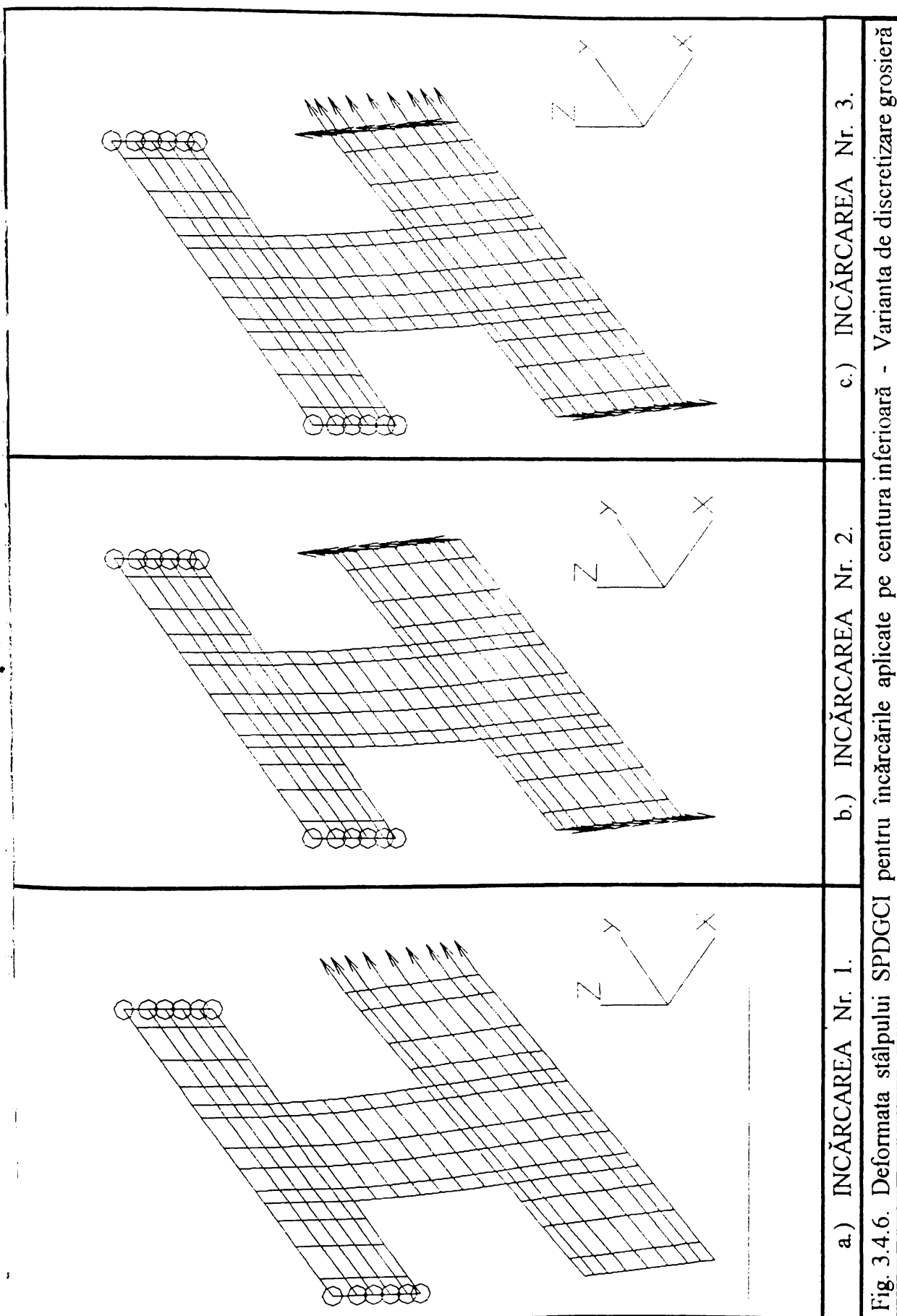
- Fig. 3.4.7. - Deformată stâlpului pentru încărcările aplicate pe centura superioară - varianta de discretizare grosieră, pentru cazurile de încărcare (1÷3)

- Fig. 3.4.8. - Deformată stâlpului pentru încărcările aplicate pe centura inferioară - varianta de discretizare fină, pentru cazurile de încărcare (1÷3)

- Fig. 3.4.9. - Deformată stâlpului pentru încărcările aplicate pe centura superioară - varianta de discretizare fină, pentru cazurile de încărcare (1÷3)

Graficele de variație ale deplasărilor totale, pentru punctele de calcul semnificative ale stâlpului considerat ca o structură plană, variantele de calcul SPDGCI (1÷3); SPDGCS (1÷3); SPDFCI (1÷3); SPDFCS (1÷3) sunt prezentate în (Fig. 3.4.19. ÷ Fig. 3.4.30.) comparativ cu toate variantele de calcul efectuate.

DEPLASĂRILE TOTALE ALE PUNCTELOR STĂLPULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ PLANA													
ÎNCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA INFERIOARĂ							ÎNCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA SUPERIOARĂ						
Notarea punctului de calcul	INCĂRCAREA Nr.1		INCĂRCAREA Nr.2		INCĂRCAREA Nr.3		Notarea punctului de calcul	INCĂRCAREA Nr.1		INCĂRCAREA Nr.2		INCĂRCAREA Nr.3	
	COD DE NOTARE	SPDGC1	SPDFCI	COD DE NOTARE	SPDGC2	SPDFC2		COD DE NOTARE	SPDGC3	SPDFC3	COD DE NOTARE	SPDGC4	SPDFC4
D 11T	1.666	1.726	2.202	2.260	2.287	2.355	DT1	2.308	2.42	2.273	2.339	2.268	2.35
D 12T	1.338	1.387	1.568	1.613	1.703	1.757	D2T	1.924	2.02	1.669	1.719	1.742	1.80
D 13T	1.131	1.173	1.147	1.175	1.327	1.366	D3T	1.690	1.77	1.291	1.328	1.420	1.47
D 14T	1.139	1.181	1.149	1.177	1.333	1.372	D4T	1.698	1.78	1.293	1.331	1.424	1.47
D 15T	1.354	1.402	1.572	1.617	1.712	1.766	D5T	1.942	2.04	1.673	1.723	1.750	1.81
D 16T	1.683	1.742	2.206	2.266	2.295	2.364	D6T	2.342	2.46	2.276	2.343	2.282	2.36
D 3T	0.0725	0.077	0.0636	0.0675	0.0785	0.0834	D3T	1.690	1.77	1.291	1.328	1.420	1.47
D 7T	0.3014	0.317	0.2572	0.2693	0.3211	0.3375	D7T	1.1620	1.22	0.8172	0.846	0.9297	0.97
D 9T	0.7526	0.783	0.7066	0.7291	0.8454	0.8760	D9T	0.503	0.535	0.3192	0.335	0.3792	0.40
D 13T	1.131	1.173	1.147	1.175	1.327	1.366	D13T	0.1615	0.171	0.1053	0.110	0.1234	0.130
D 4T	0.0723	0.077	0.0633	0.0674	0.0782	0.0834	D4T	1.698	1.78	1.293	1.331	1.424	1.47
D 8T	0.3020	0.319	0.2584	0.2710	0.3222	0.3391	D8T	1.163	1.19	0.8196	0.849	0.9317	0.97
D 10T	0.7541	0.785	0.6432	0.7318	0.8476	0.8787	D10T	0.504	0.53	0.3207	0.337	0.3804	0.40
D 14T	1.139	1.181	1.149	1.177	1.333	1.372	D14T	0.1617	0.171	0.1057	0.111	0.1238	0.130



a.) INCĂRCAREA Nr. 1.

b.) INCĂRCAREA Nr. 2.

c.) INCĂRCAREA Nr. 3.

Fig. 3.4.6. Deformata stâlpului SPDCCI pentru încărcările aplicate pe centura inferioară - Varianta de discretizare grosieră

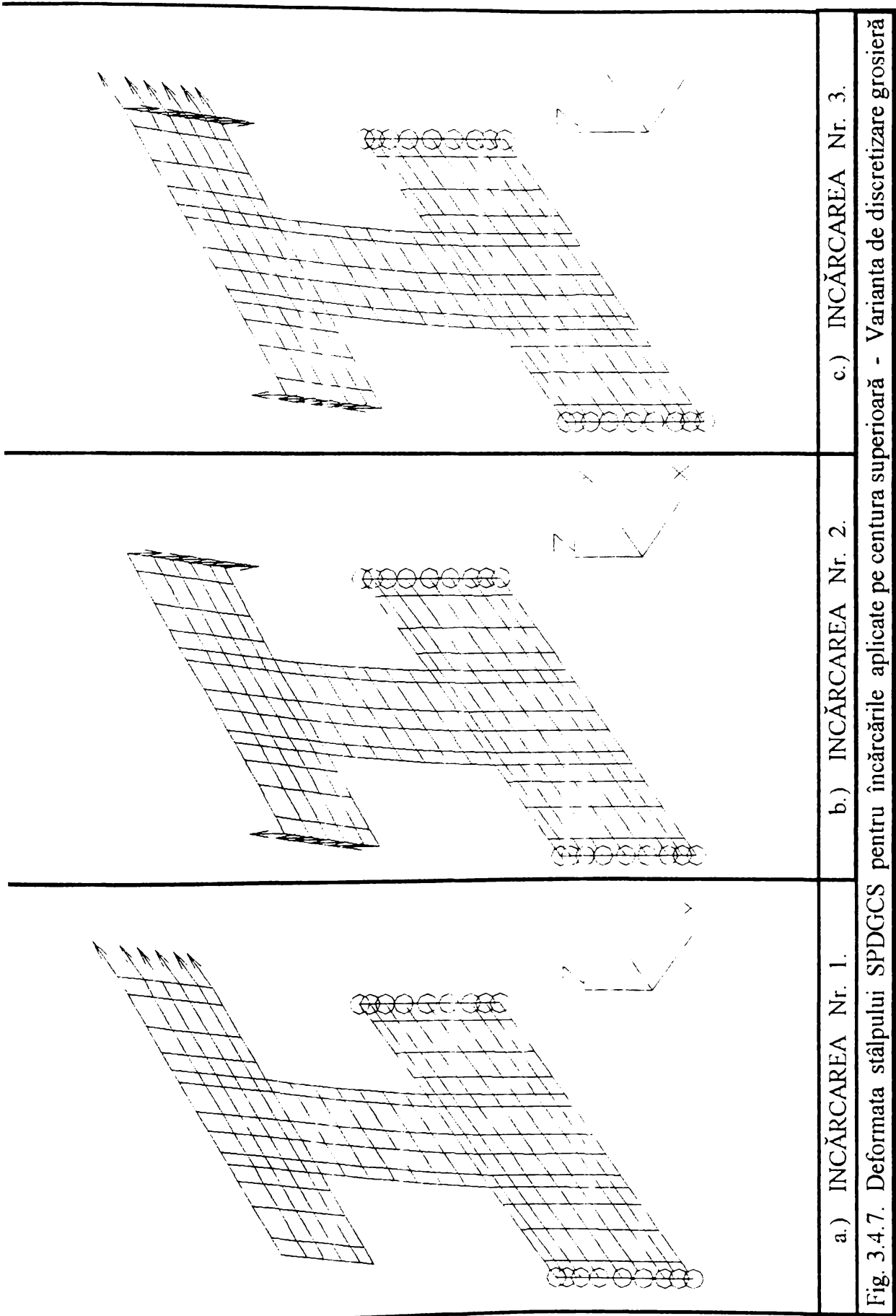
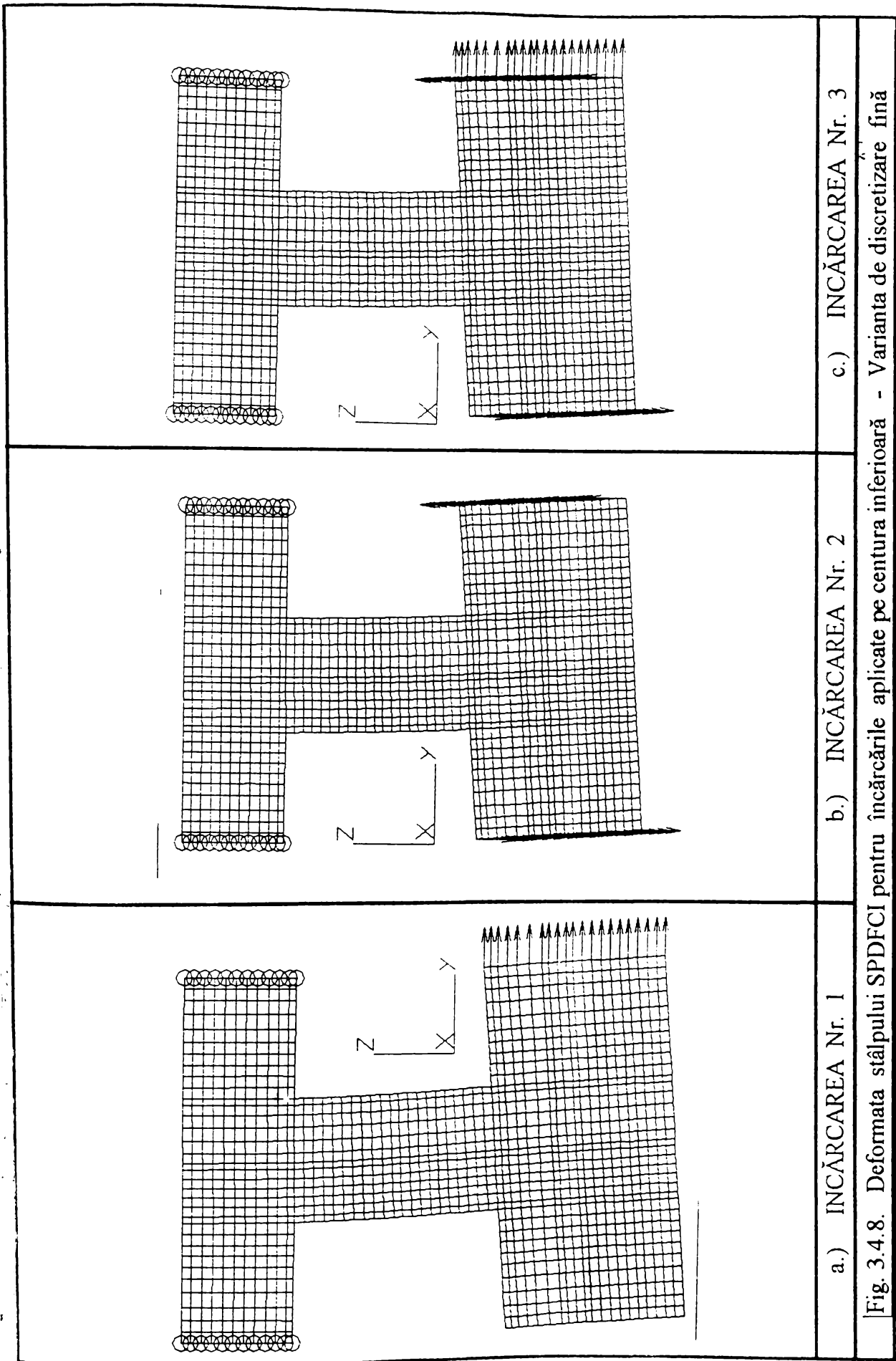
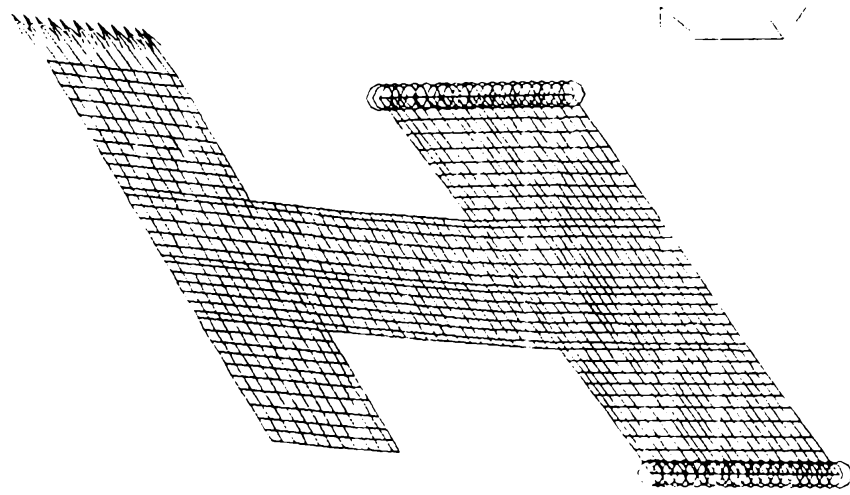
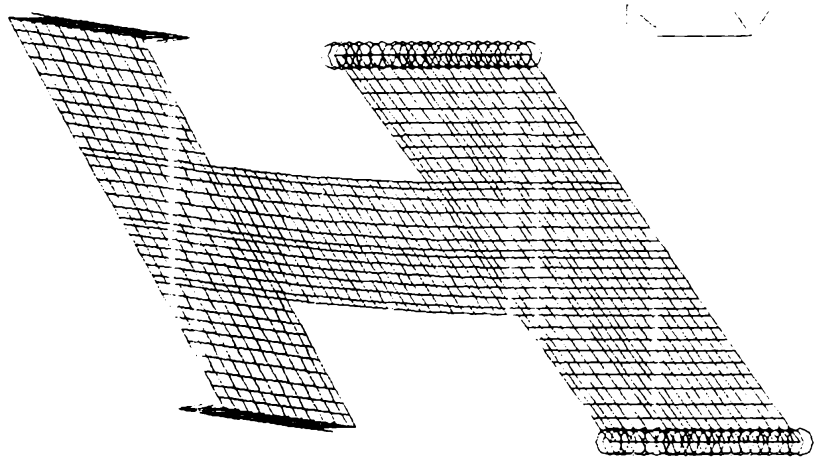
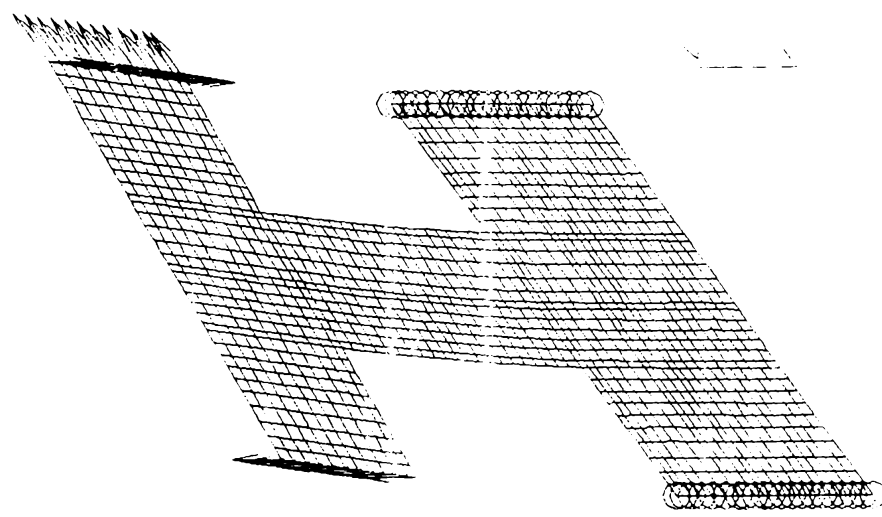


Fig. 3.4.7. Deformata stălpului SPDGCS pentru încărcările aplicate pe centura superioară - Varianta de discretizare grosieră



		
a.) INCĂRCAREA Nr. 1	b.) INCĂRCAREA Nr. 2	c.) INCĂRCAREA Nr. 3
Fig. 3.4.9. Deformata stălpului SPDFCS pentru încărcările aplicate pe centura superioară - Varianta de discretizare fină		

Valorile tensiunilor pentru nodurile elementelor finite ale stâlpului corespunzătoare suprafețelor în care se analizează starea de tensiune sunt prezentate în (Anexa Nr. 2 - Tabelele Nr. 1 ÷ 3; 7 ÷ 9; 16 ÷ 18; 20 ÷ 24;).

Extrasele valorilor medii a tensiunilor pentru variantele de calcul SPDGCI (1÷3); SPDGCS (1÷3); SPDFCI (1÷3); SPDFCS (1÷3) sunt prezentate în tabelele :

- Tabelul Nr. 3.4.11. pentru cazurile de încărcare pe centura inferioară

- Tabelul Nr. 3.4.12. pentru cazurile de încărcare pe centura superioară

Diagramele de variație a tensiunilor medii, pentru stâlpul considerat ca o structură plană, variantele de calcul SPDGCI (1÷3); SPDGCS (1÷3); SPDFCI (1÷3); SPDFCS (1÷3) sunt prezentate în (Fig. 3.4.31. ÷ 3.4.36.); comparativ cu toate variantele de calcul efectuate.

3.4.3. CALCULUL STÂLPULUI PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ PLANĂ ALCĂTUITĂ DIN ELEMENTE FINITE DE TIP PLACĂ SPAȚIALĂ AVÂND PARTEA CORESPUNZĂTOARE ACOPERIȘULUI ÎNCLINATĂ

Prin această variantă de calcul se studiază în ce măsură este influențată rigiditatea stâlpului, considerat ca o structură plană, când partea superioară a acestuia este înclinată. Studiu s-a realizat menținând discretizarea grosieră și fină a stâlpului prezentată în (Fig. 3.4.4.) , (Fig. 3.4.5.), referitor la dimensiunile elementelor finite și a grosimilor acestora. Varianta de discretizarea grosieră "SPDGS" este prezentată în (fig.3.4.10.), discretizarea fină a stâlpului "SPDFS" este arătată în (fig.3.4.11.)

Aplicând fiecărei variante de discretizare, cazurile de încărcare prezentate în Tabelul Nr. 3.4.1. au rezultat următoarele variante de calcul a stâlpului :

- SPDGSI (1÷3) - reprezentând - stâlp plan discretizare grosieră, cu partea superioară înclinată, încărcat pe centura inferioară, cazurile de încărcare 1 ÷ 3

- SPDGSS (1÷3) - reprezentând - stâlp plan discretizare grosieră, cu partea superioară înclinată, încărcat pe centura superioară, cazurile de încărcare 1 ÷ 3

- SPDFSI (1÷3) - reprezentând - stâlp plan discretizare fină, cu partea superioară înclinată, încărcat pe centura inferioară, cazurile de încărcare 1 ÷ 3

- SPDFSS (1÷3) - reprezentând - stâlp plan discretizare fină ,cu partea superioară înclinată, încărcat pe centura superioară, cazurile de încărcare 1 ÷ 3

Valorile deplasărilor în direcția axei " y " respectiv a axei " z " cât și valoarea deplasării totale corespunzătoare punctelor (D 1 ÷ D 16) pentru variantele de calcul : SPDGSI (1÷3); SPDGSS (1÷3) ; SPDFSI (1÷3) ; SPDFSS (1÷3) sunt prezentate în Tabelul Nr. 3.4.9. și în Tabelul Nr. 3. 4.10.

Extrasul deplasărilor totale, pentru aceste variante de calcul este prezentat în Tabelul Nr. 3.4.6.

Forma deformată a stâlpilor corespunzătoare fiecărui caz de încărcare este prezentată în figurile :

- Fig. 3.4.12. - Deformată stâlpului SPDGSI pentru încărcările aplicate pe centura inferioară - varianta de discretizare grosieră, pentru cazurile de încărcare (1÷3)

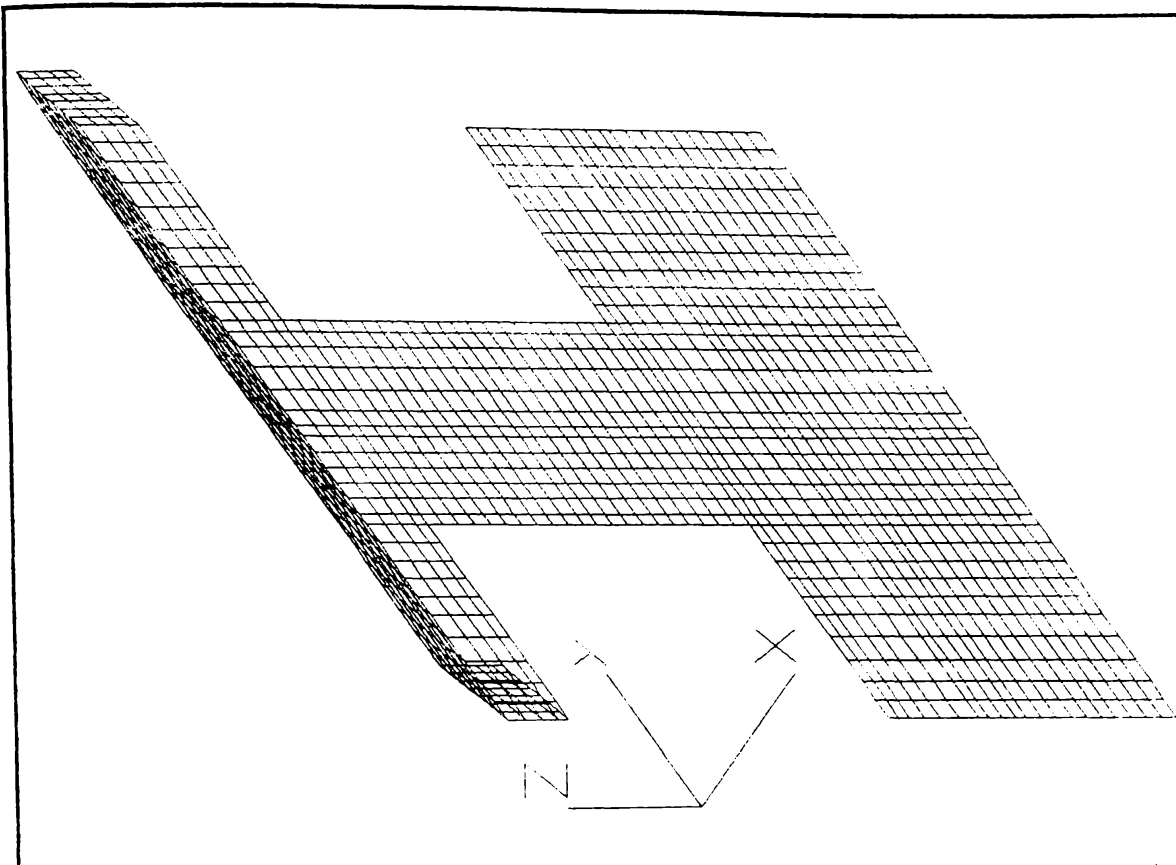


Fig. 3.4.11.

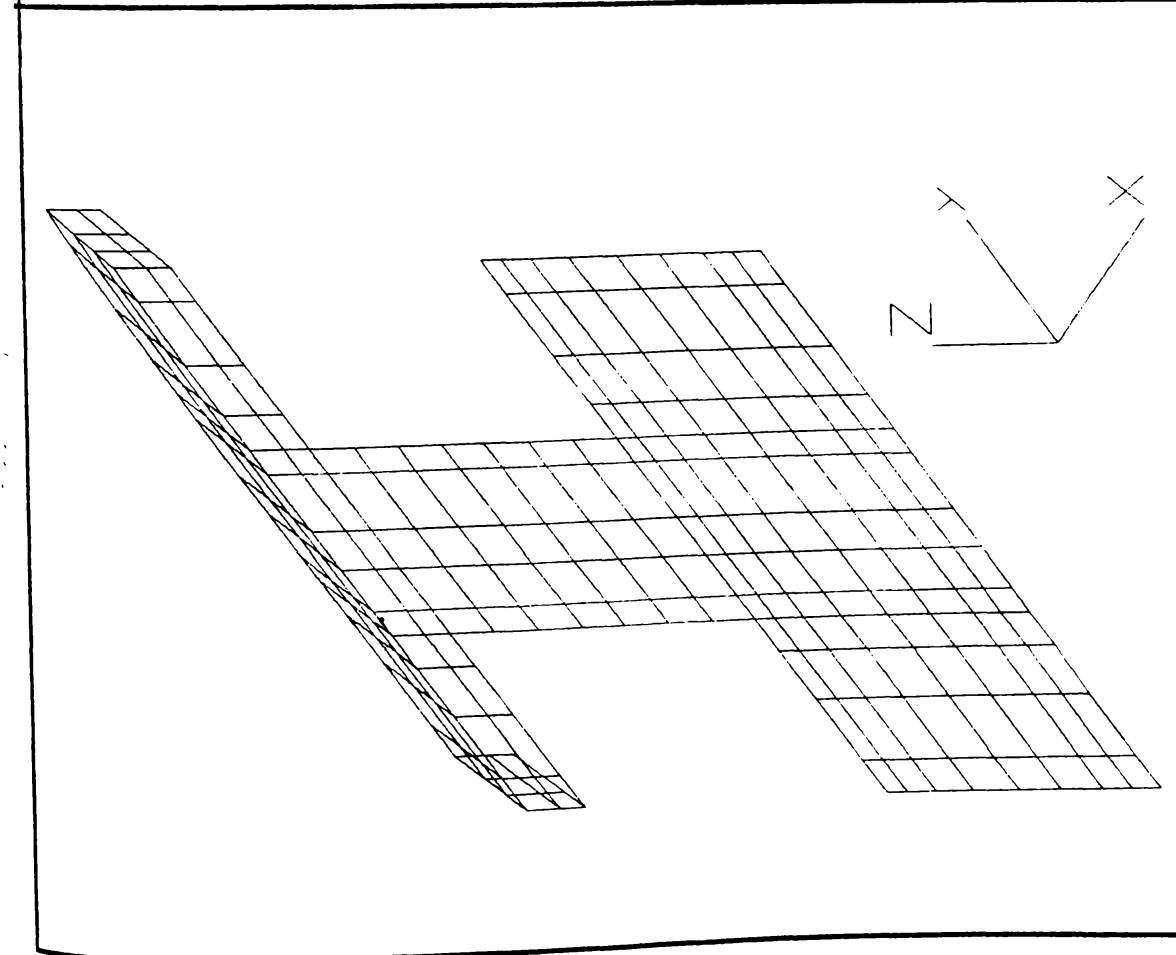
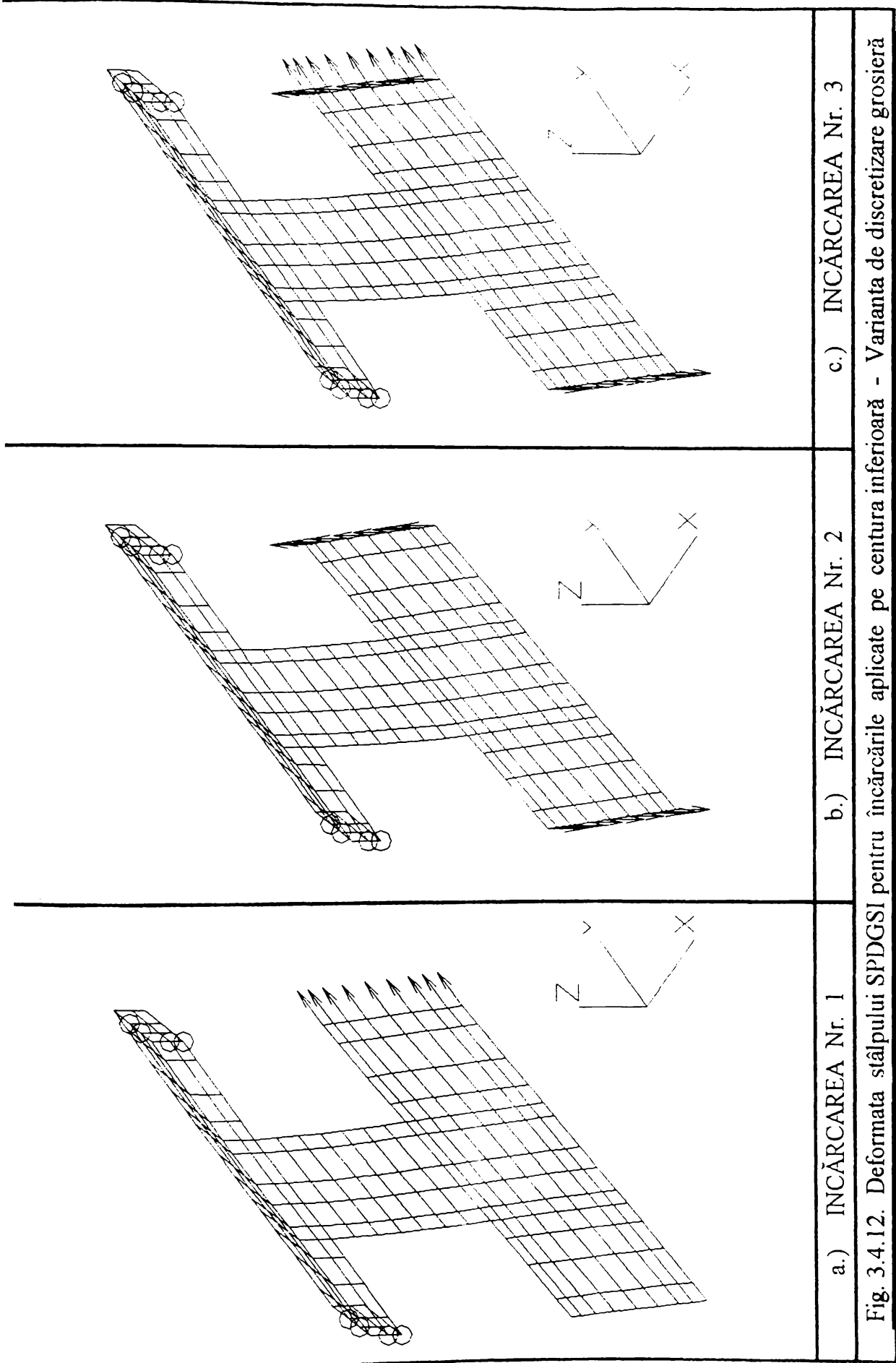


Fig. 3.4.10.

DEPLASĂRILE TOTALE ALE PUNCTELOR STAȚIUNILOR CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ PLANĂ AVÂND PARTEA CORESPUNZĂTOARE ACOPERIȘULUI ÎNCLINATĂ													
ÎNCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA INFERIOARĂ							ÎNCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA SUPERIOARĂ						
Notarea punctului de calcul	INCĂRCĂREA Nr.1		INCĂRCĂREA Nr.2		INCĂRCĂREA Nr.3		Notarea punctului de calcul	INCĂRCĂREA Nr.1		INCĂRCĂREA Nr.2		INCĂRCĂREA Nr.3	
	COD DE NOTARE		COD DE NOTARE		COD DE NOTARE			COD DE NOTARE		COD DE NOTARE		COD DE NOTARE	
	SPDGS	SPDFS	SPDGS	SPDFS	SPDGS	SPDFS		SPDGS	SPDFS	SPDGS	SPDFS	SPDGS	SPDFS
D 11T	1.707	1.765	2.232	2.293	2.327	2.396	D11	2.311	2.395	2.280	2.359	2.274	2.353
D 12T	1.375	1.422	1.595	1.642	1.739	1.793	D2T	1.925	1.998	1.672	1.724	1.744	1.802
D 13T	1.166	1.205	1.174	1.202	1.362	1.401	D3T	1.690	1.758	1.290	1.327	1.420	1.467
D 14T	1.174	1.213	1.176	1.205	1.368	1.406	D4T	1.698	1.765	1.293	1.330	1.424	1.471
D 15T	1.391	1.436	1.599	1.646	1.749	1.802	D5T	1.942	2.017	1.675	1.728	1.752	1.811
D 16T	1.723	1.781	2.236	2.298	2.335	2.406	D6T	2.342	2.434	2.284	2.364	2.286	2.369
D 3T	0.0822	0.0856	0.0709	0.0750	0.0882	0.0927	D3T	1.690	1.758	1.290	1.327	1.420	1.467
D 7T	0.3183	0.3317	0.2698	0.2814	0.3380	0.3525	D7T	1.1620	1.212	0.8171	0.846	0.9296	0.966
D 9T	0.780	0.8078	0.7277	0.750	0.8731	0.902	D9T	0.5034	0.539	0.3192	0.335	0.3792	0.399
D 13T	1.166	1.205	1.174	1.202	1.362	1.401	D13T	0.1615	0.169	0.1053	0.110	0.1234	0.1295
D 4T	0.0820	0.0856	0.0706	0.0750	0.0879	0.0926	D4T	1.698	1.765	1.293	1.330	1.424	1.471
D 8T	0.3188	0.3327	0.2709	0.283	0.3389	0.3541	D8T	1.163	1.214	0.8195	0.849	0.9316	0.968
D 10T	0.7814	0.8097	0.7299	0.752	0.8753	0.904	D10T	0.5042	0.532	0.3207	0.337	0.3804	0.400
D 14T	1.174	1.213	1.176	1.205	1.368	1.406	D14T	0.1617	0.169	0.1057	0.111	0.1238	0.130



a.) INCĂRCAREA Nr. 1

b.) INCĂRCAREA Nr. 2

c.) INCĂRCAREA Nr. 3

Fig. 3.4.12. Deformata stălpului SPDGSI pentru încărcările aplicate pe centura inferioară - Varianta de discretizare grosieră

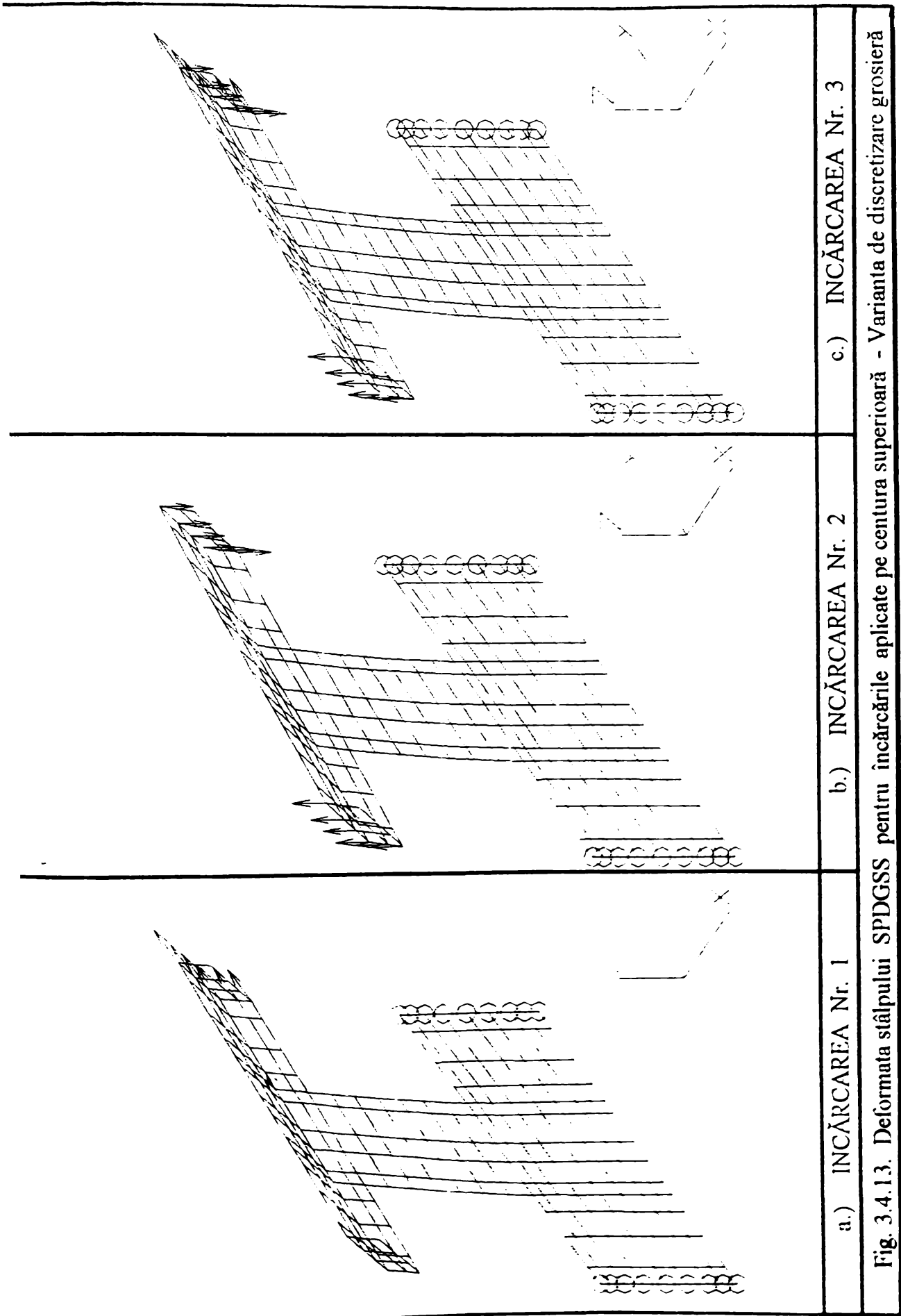
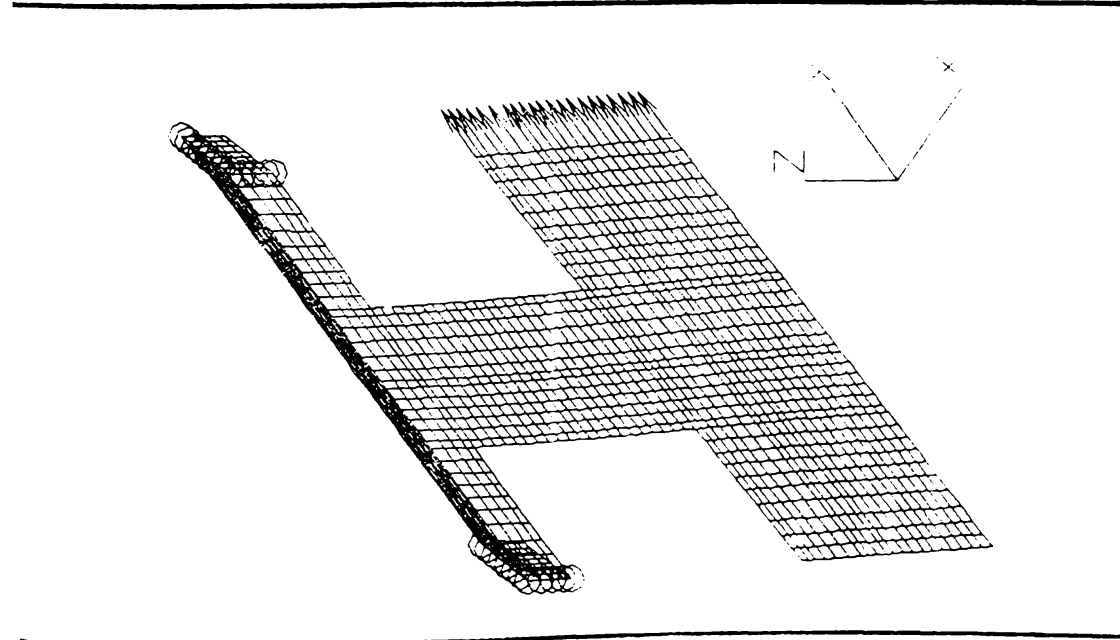
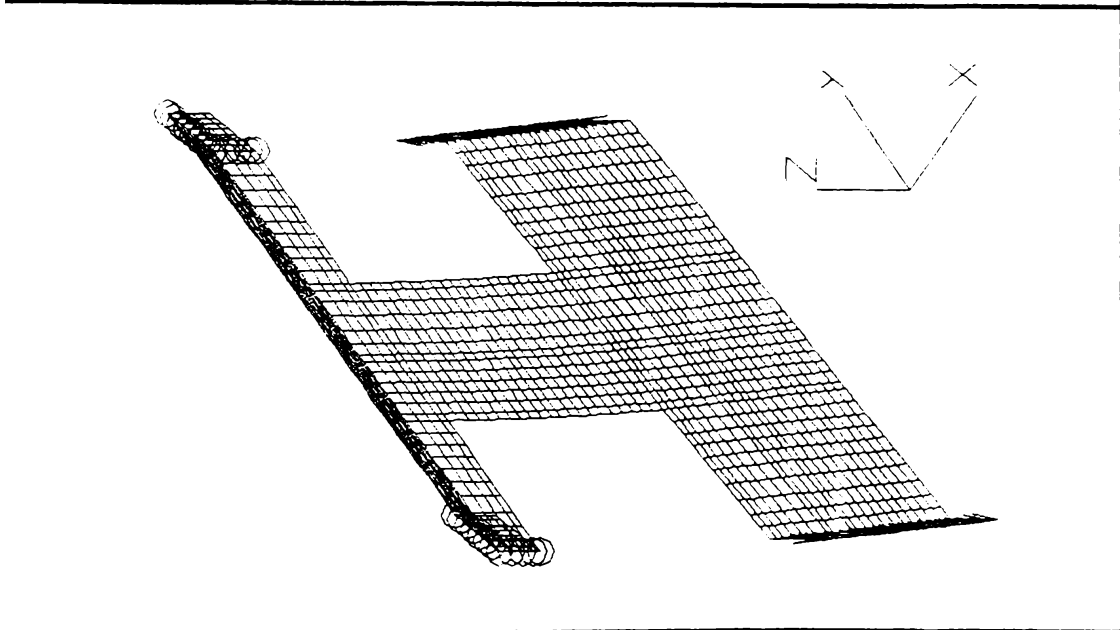
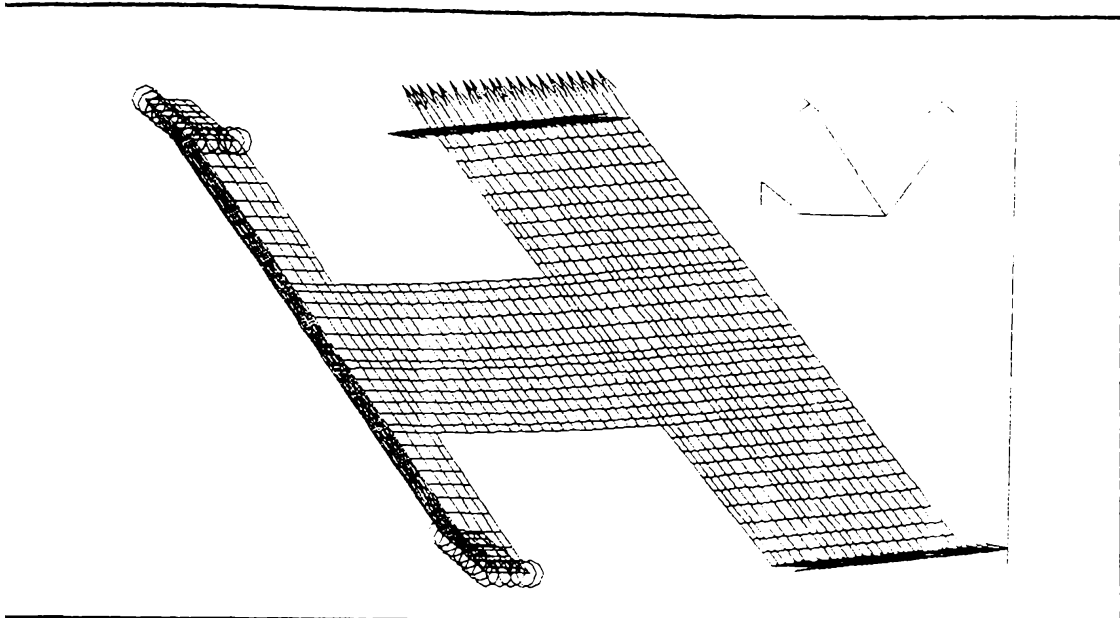


Fig. 3.4.13. Deformata stâlpului SPDGSS pentru încărcările aplicate pe centura superioară - Varianta de discretizare grosieră

		
<p>a.) INCĂRCAREA Nr. 1</p> <p>b.) INCĂRCAREA Nr. 2</p> <p>c.) INCĂRCAREA Nr. 3</p> <p>Fig. 3.4.14. Deformata stălpului SP/DFSI pentru încărcările aplicate pe centura inferioară - Varianta de discretizare fină</p>		

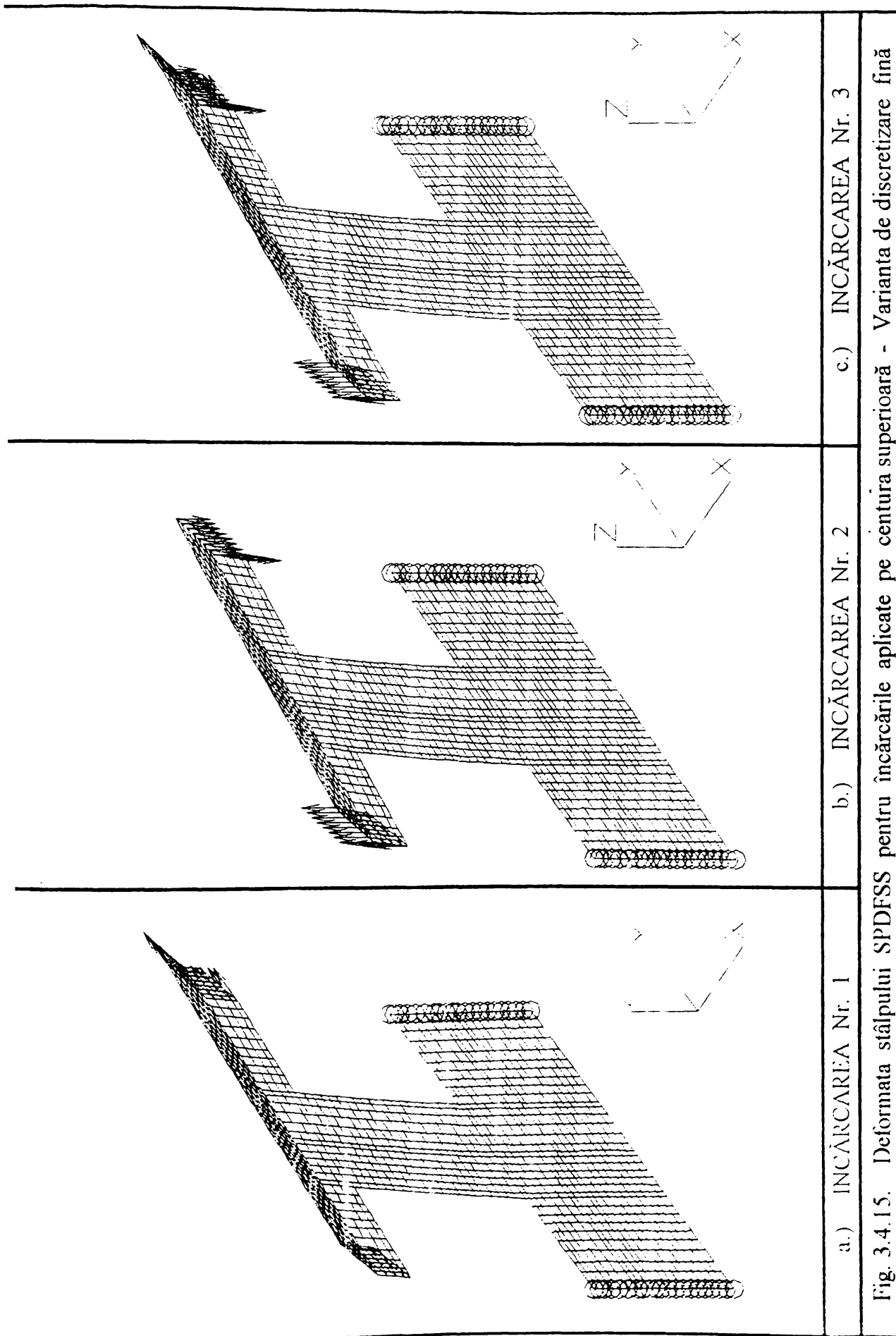


Fig. 3.4.15. Deformata stâlpului SPDFSS pentru încărcările aplicate pe cîntura superioară - Varianta de discretizare fină

- Fig. 3.4.13. - Deformată stâlpului SPDGSS pentru încărcările aplicate pe centura superioară - varianta de discretizare grosieră, pentru cazurile de încărcare (1÷3)

- Fig. 3.4.14. - Deformată stâlpului SPDFSI pentru încărcările aplicate pe centura inferioară - varianta de discretizare fină, pentru cazurile de încărcare (1÷3)

- Fig. 3.4.15. - Deformată stâlpului SPDFSS pentru încărcările aplicate pe centura superioară - varianta de discretizare fină, pentru cazurile de încărcare (1÷3)

Graficele de variație ale deplasărilor totale, pentru punctele de calcul semnificative ale stâlpului considerat ca o structură plană, având partea corespunzătoare acoperișului înclinată, variantele de calcul SPDGSI (1÷3); SPDGSS (1÷3); SPDFSI (1÷3); SPDFSS (1÷3) sunt prezentate în (Fig. 3.4.19. ÷ Fig. 3.4.30.) comparativ cu toate variantele de calcul efectuate.

Valorile tensiunilor pentru nodurile elementelor finite ale stâlpului corespunzătoare suprafețelor în care se analizează starea de tensiune sunt prezentate în (Anexa Nr. 2 - Tabelele Nr. 4 ÷ 6; 10 ÷ 12 ; 19 ÷ 21; 25 ÷ 27).

Extrasele valorilor medii ale tensiunilor pentru variantele de calcul SPDGSI (1÷3); SPDGSS (1÷3); SPDFSI (1÷3); SPDFSS (1÷3) sunt prezentate în tabelele :

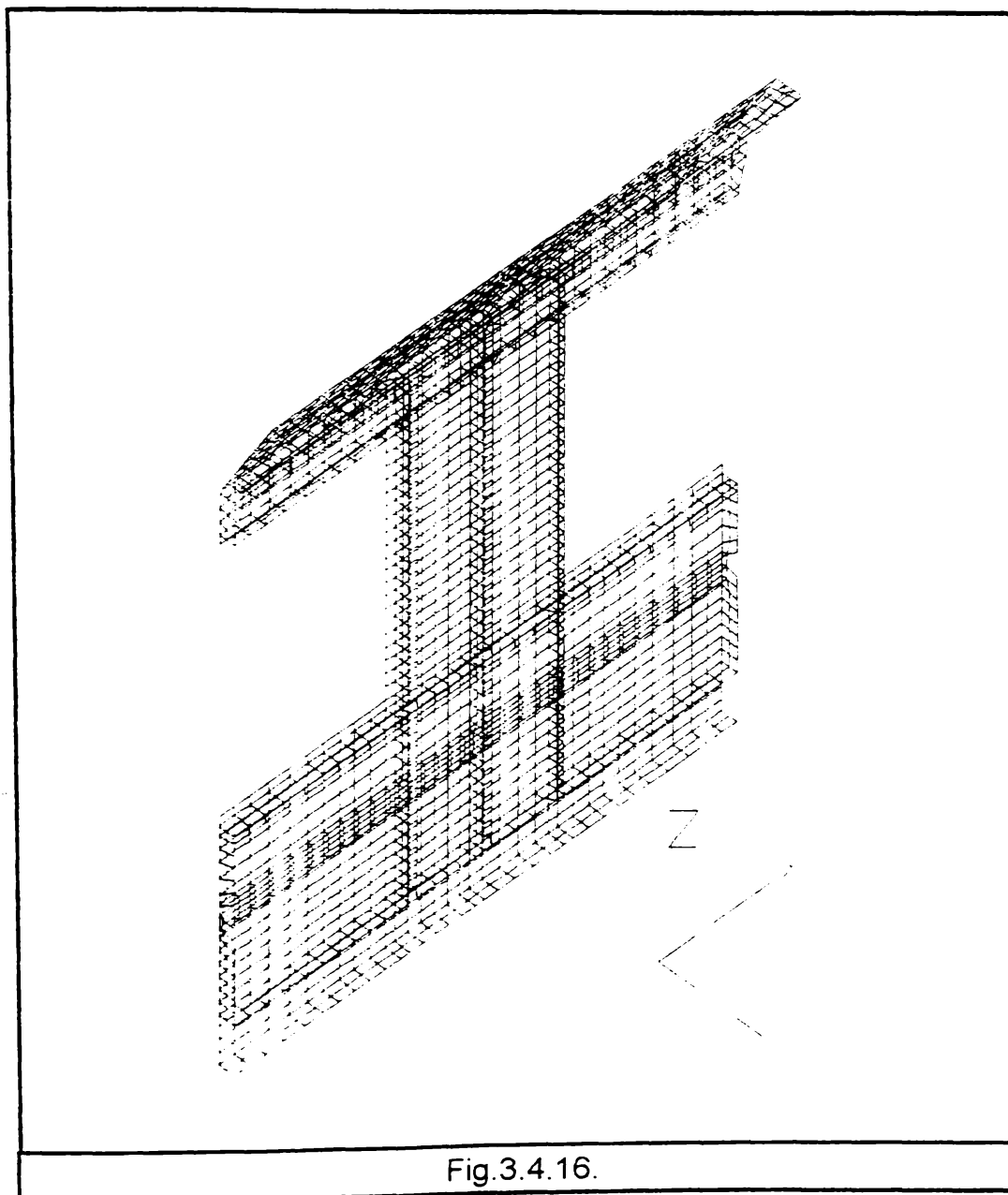
- Tabelul Nr. 3.4.11. pentru cazurile de încărcare pe centura inferioară

- Tabelul Nr. 3.4.12. pentru cazurile de încărcare pe centura superioară

Diagramele de variație a tensiunilor medii, pentru variantele de calcul, SPDGSI(1÷3); SPDGSS(1÷3); SPDFSI(1÷3); SPDFSS(1÷3) sunt prezentate în (Fig. 3.4.31. ÷ 3.4.36.); comparativ cu toate variantele de calcul efectuate.

3.4.4. CALCULUL STÂLPULUI PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ SPATIALĂ ALCĂTUITĂ DIN ELEMENTE FINITE DE TIP PLACĂ SPATIALĂ

În această variantă de calcul stâlpul este considerat o structură spațială, modul în care s-a realizat discretizarea, în elemente finite tip placă spațială este arătat în (Fig. 3.4.16.)



Considerând structura reală a stâlpului, prezentată în (Fig.3.4.1.), s-a efectuat o discretizarea fină a acestuia, dimensiunile elementelor

finite în direcția axei " Y " s-au menținut aceleași cu cele realizate în varianta de discretizare plană fină prezentate în (Fig.3.4.5.)

Dimensiunile elementelor finite în direcția axei " Z " , grosimile acestora și modul de dispunere în structura stâlpului sunt prezentate în (Fig. 3.4.16.a.)

S-au considerat următoarele variante de calcul a stâlpului :

- SSDFCI (1÷3) - reprezentând - stâlp spațial discretizare fină încărcat pe centura inferioară, cazurile de încărcare 1 ÷ 3

- SSDFCS (1÷3) - reprezentând - stâlp spațial discretizare fină încărcat pe centura superioară, cazurile de încărcare 1 ÷ 3

Tabelul Nr. 3.4.7. centralizează toate grosimile elementelor finite în care a fost discretizat stâlpul pentru variantele de calcul cu elemente finite : SSDFCI (1÷3) și SSDFCS (1÷3)

Tabelul Nr. 3.4.7.		
Grosimile din structura stâlpului vagonului varianta de calcul - stâlp spațial discretizare fină		
Grosimea [mm]	Nr. sect. catalog	Detalii referitoare la modul de dispunere în structura stâlpului a grosimi elementului finit
2	S49	Tabla peretelui lateral
2.5	S4; S5 S6; S23	Profilul " Z _m " - stâlpi și centura inferioară și superioară
3	S26 S27	Profilul de rigidizare " Ω " - centura inferioară Profilul superior al centurii superioare
4.5	S4; S5 S6; S23	Porțiunea de suprapunere a profilului "Z _m " cu tabla
5	S26	Porțiunea de suprapunere a profilului " Ω " cu tabla
6	S 23	Profilul " Z _M " - centura superioară
8	S 23	Porțiunea de suprapunere a profilului "Z _M " cu tabla
8.5	S 9	Inima profilului " U 20 "
11	S 9	Talpa profilului " U 20 "

Valorile deplasărilor în direcția axei " y " respectiv a axei " z " cât și valoarea deplasării totale corespunzătoare punctelor (D 1 ÷ D 16) pentru variantele de calcul : SSDFCI (1÷3); SSDFCS (1÷3) ; sunt prezentate în Tabelul Nr. 3.4.9. și în Tabelul Nr. 3.4.10.

Extrasul deplasărilor totale, pentru aceste variante de calcul este prezentat în Tabelul Nr. 3.4.8.

Forma deformată a stâlpilor corespunzătoare fiecărui caz de încărcare este prezentat în figurile :

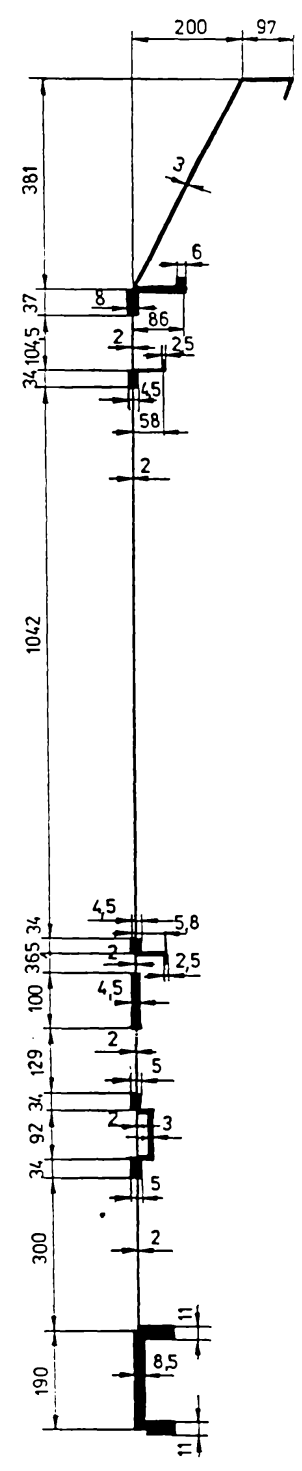
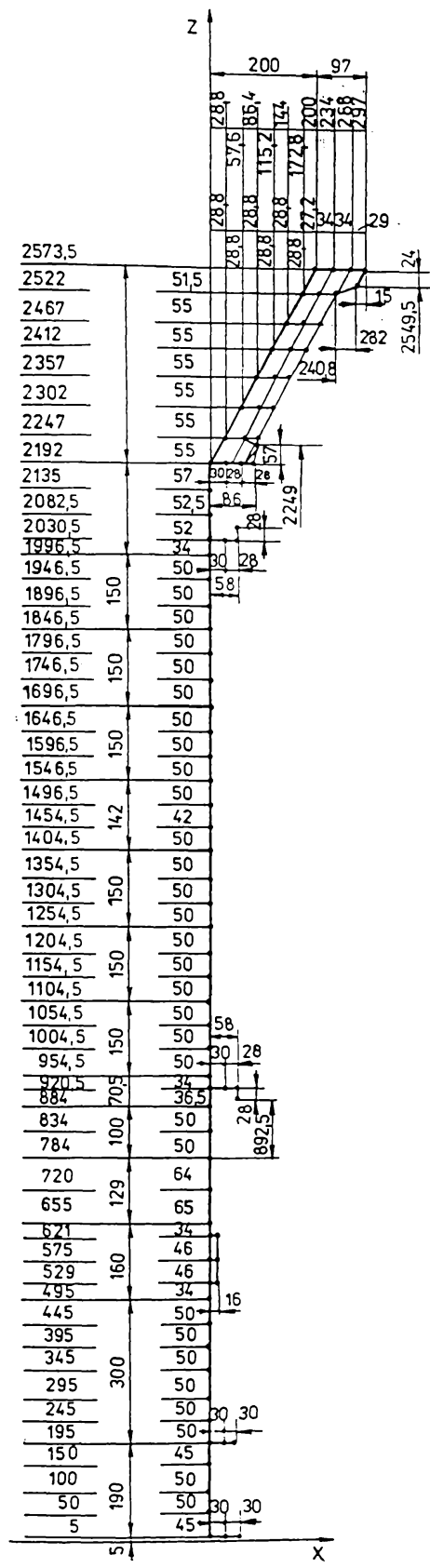
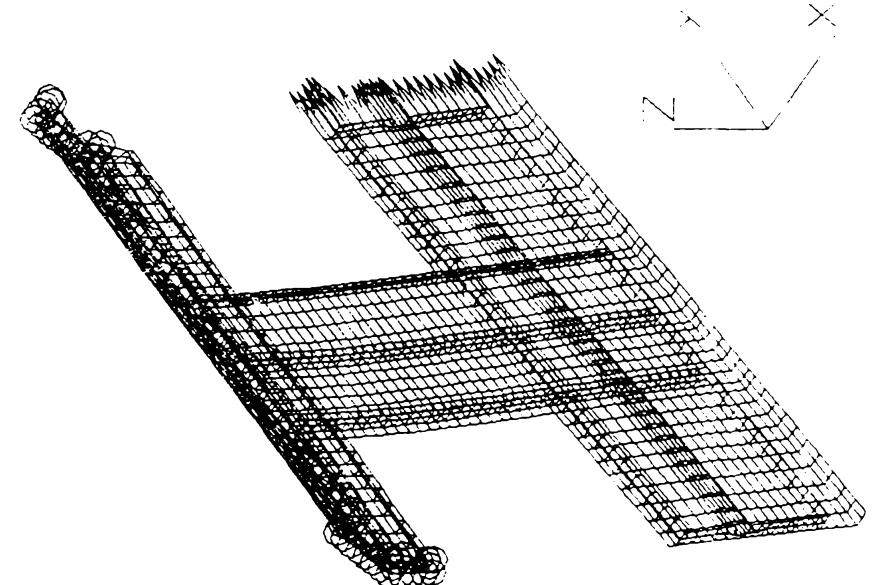
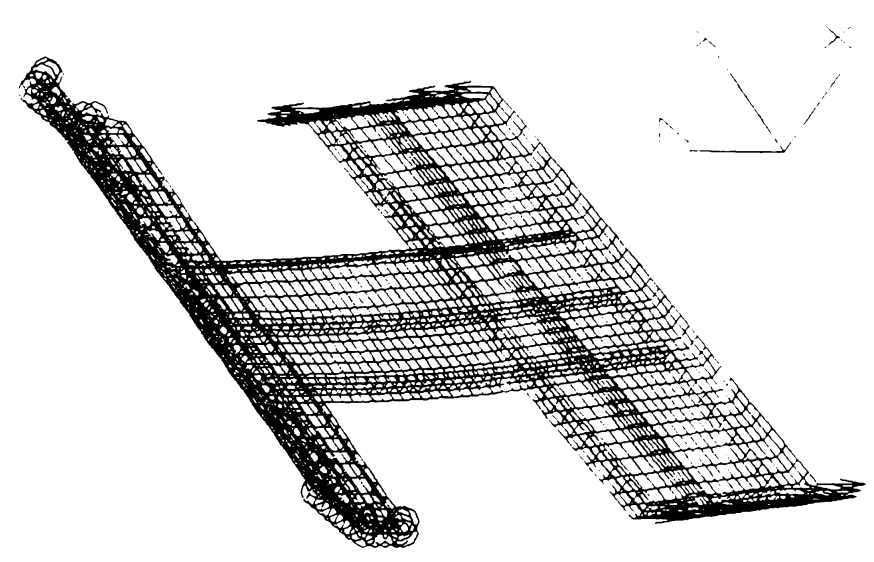
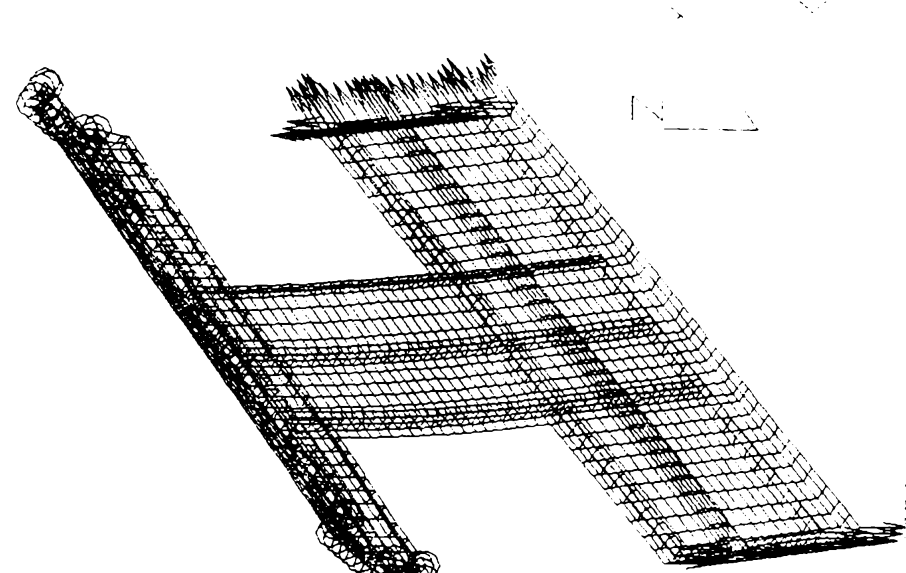
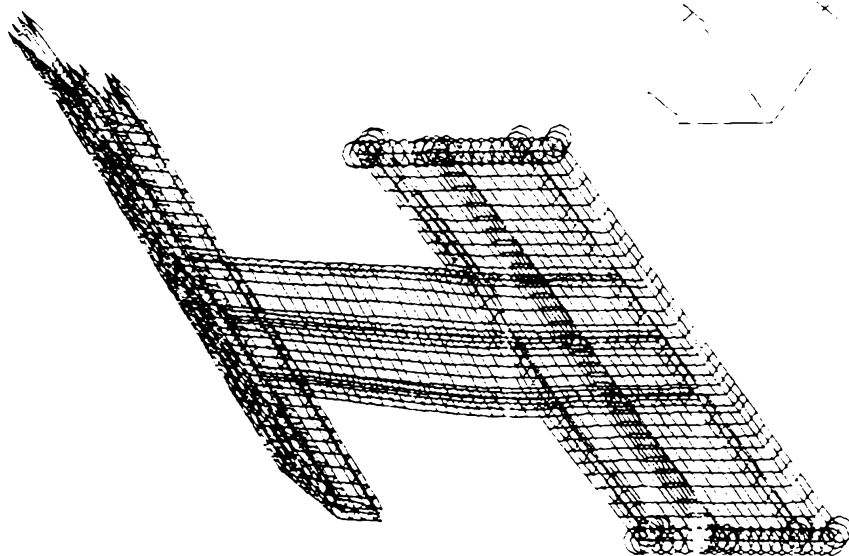


Fig.3.4.16.a.

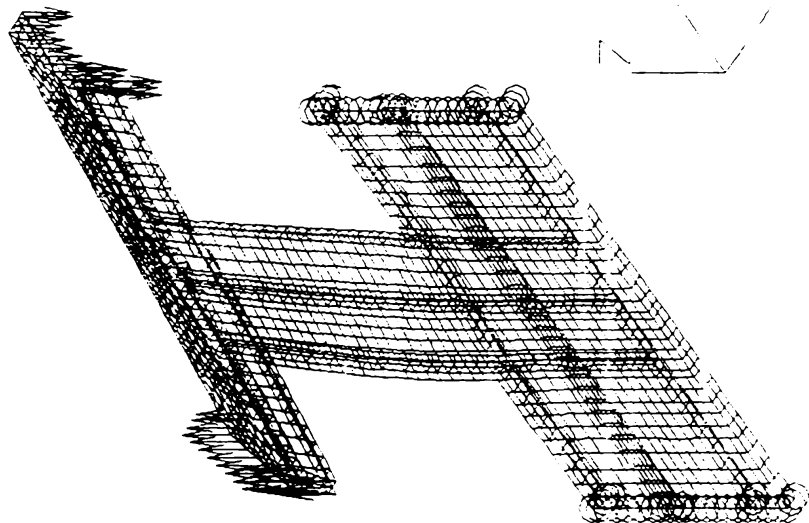
Tablelul Nr. 3.4.8.

DEPLASĂRILE TOTALE ALE PUNCTELOR STĂLPULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ											
ÎNCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA INFERIOARĂ						ÎNCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA SUPERIOARĂ					
Notarea punctului de calcul	INCĂRCĂREA Nr.1	INCĂRCĂREA Nr.2	INCĂRCĂREA Nr.3	Notarea punctului de calcul	INCĂRCĂREA Nr.1	INCĂRCĂREA Nr.2	INCĂRCĂREA Nr.3	COD DE NOTARE	SSDFCS	SSDFCS	SSDFCS
	COD DE NOTARE	COD DE NOTARE	COD DE NOTARE		COD DE NOTARE	COD DE NOTARE	COD DE NOTARE				
D 11T	2.180	2.620	2.820	DT1	2.594	2.587	2.562				
D 12T	1.794	1.928	2.169	D2T	2.162	1.835	1.923				
D 13T	1.554	1.469	1.753	D3T	1.895	1.351	1.528				
D 14T	1.566	1.476	1.764	D4T	1.906	1.352	1.532				
D 15T	1.814	1.941	2.187	D5T	2.186	1.838	1.932				
D 16T	2.203	2.635	2.839	D6T	2.629	2.590	2.573				
D 3T	0.1739	0.1506	0.1871	D3T	1.895	1.351	1.528				
D 7T	0.489	0.414	0.519	D7T	1.324	0.891	1.032				
D 9T	1.075	0.964	1.177	D9T	0.643	0.440	0.5271				
D 13T	1.554	1.469	1.753	D13T	0.311	0.1687	0.2153				
D 4T	0.1847	0.1639	0.2012	D4T	1.906	1.352	1.532				
D 8T	0.497	0.4251	0.530	D8T	1.326	0.893	1.034				
D 10T	1.080	0.9724	1.185	D10T	0.716	0.442	0.5323				
D 14T	1.566	1.476	1.764	D14T	0.330	0.1701	0.2223				

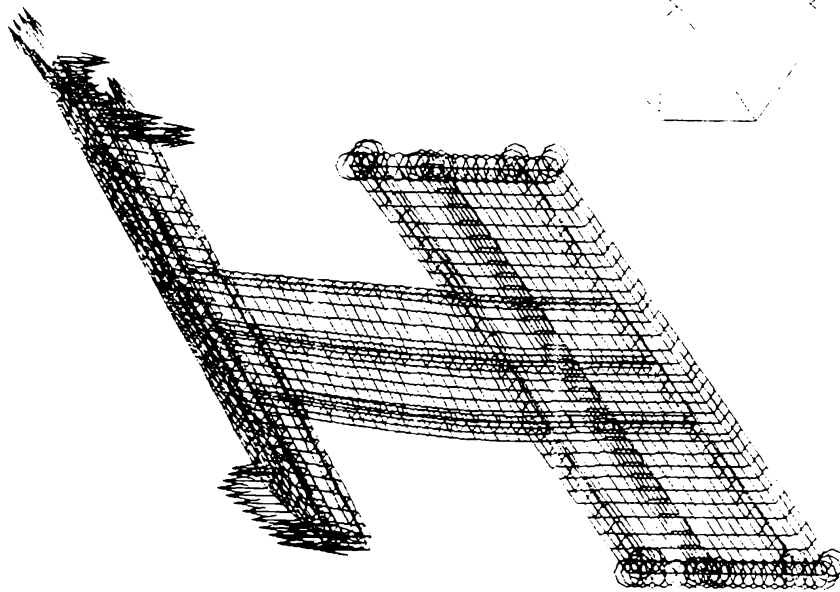
		
a.) INCĂRCAREA Nr. 1	b.) INCĂRCAREA Nr. 2	c.) INCĂRCAREA Nr. 3
Fig. 3.4.17. Deformata stălpului SSDFCI pentru încărcările aplicate pe centura inferioară - Varianta de discretizare fină		



a.) INCĂRCAREA Nr. 1



b.) INCĂRCAREA Nr. 2



c.) INCĂRCAREA Nr. 3

Fig. 3.4.18. Deformata stâlpului SSDFSI pentru încărcările aplicate pe centura superioară - Varianta de discretizare fină

- Fig. 3.4.17. - Deformata stâlpului SSDFCI pentru încărcările aplicate pe centura inferioară - varianta de discretizare fină, pentru cazurile de încărcare (1÷3)

- Fig. 3.4.18. - Deformata stâlpului SSDFCS pentru încărcările aplicate pe centura superioară - varianta de discretizare fină, pentru cazurile de încărcare (1÷3)

Graficele de variație ale deplasărilor totale, pentru punctele de calcul semnificative ale stâlpului considerat ca o structură spațială, sunt prezentate în : (Fig. 3.4.19. ÷ Fig. 3.4.30.), comparativ cu toate variantele de calcul efectuate.

Valorile tensiunilor pentru nodurile elementelor finite ale stâlpului corespunzătoare suprafețelor în care se analizează starea de tensiune sunt prezentate în (Anexa Nr. 2 - Tabelele Nr. 13 ÷ 15; 28÷ 30).

Extrasul valorilor medii ale tensiunilor pentru variantele de calcul SSDFCI (1÷3); SSDFCS (1÷3) sunt prezentate în tabelele :

- Tabelul Nr. 3.4.11. pentru cazurile de încărcare pe centura inferioară

- Tabelul Nr. 3.4.12. pentru cazurile de încărcare pe centura superioară

Diagramele de variație ale tensiunilor medii, pentru variantele de calcul, SSDFCI (1÷3); SSDFCS (1÷3) sunt prezentate în Fig. 3.4.31. ÷ Fig. 3.4.36. ; comparativ cu toate variantele de calcul efectuate.

3.4.5. ANALIZA COMPARATIVĂ A VARIANTELOR DE CALCUL REALIZATE PENTRU STÂLPUL VAGONULUI

Calculul de rezistență a stâlpului carcasei vagonului, s-a efectuat în 5 variante de discretizare, pentru fiecare variantă s-au considerat 6 cazuri de încărcare, rezultând 30 de variante de calcul.

Sinteza deformațiilor punctelor semnificative din structura de rezistență a stâlpului pentru toate variantele de calcul este prezentată în Tabelul Nr. 3.4.9. - pentru încărcările aplicate pe centura inferioară, respectiv în Tabelul Nr. 3.4.10. pentru încărcările aplicate pe centura superioară.

Utilizând tabelele : Nr. 3.4.5.; Nr. 3.4.6.; Nr. 3.4.8.; Nr. 3.4.9. și Nr.3.4.10. s-au trasat graficele de variație ale deformațiilor totale din punctele de calcul, acestea fiind prezentate în :

Fig. 3.4.19. ÷ Fig. 3.4.24. - Deplasările totale ale punctelor de calcul a stâlpului pentru încărcările aplicate pe centura inferioară

Fig. 3.4.25. ÷ Fig. 3.4.30. - Deplasările totale ale punctelor de calcul a stâlpului pentru încărcările aplicate pe centura superioară

Analiza comparativă a stării de tensiune din cele 14 elemente de suprafață considerate, pentru toate variantele de calcul este prezentată în Tabelul Nr. 3.4.11. - pentru încărcările aplicate pe centura inferioară, respectiv în Tabelul Nr. 3.4.12. pentru încărcările aplicate pe centura superioară. În aceste tabele pentru elementele de suprafață 1; 2; 8 ; 9 s-au efectuat corecții ale valorilor tensiunilor, deoarece în cazul de discretizare plană a stâlpului, grosimea dreptughiurilor elementare echivalente, diferă de grosimea reală considerată în cazul discretizării spațiale, valoarea factorului de corecție este 2,88.

Graficele de variație ale valorilor medii a tensiunilor din elementele de suprafață considerate, pentru toate variantele de calcul sunt prezentate în :

- Fig. 3.4.31. ÷ Fig. 3.4.33. - Tensiunile medii din elementele de suprafață analizate, pentru toate variantele de calcul a stâlpului, având încărcările aplicate pe centura inferioară

- Fig. 3.4.34. ÷ Fig. 3.4.36. - Tensiunile medii din elementele de suprafață analizate, pentru toate variantele de calcul a stâlpului, având încărcările aplicate pe centura superioară

Analizând rezultatele variantelor de calcul realizate pentru structura de rezistență a stâlpului component al carcasei vagonului se constată următoarele :

- starea de deformație și tensiune din structura de rezistență a stâlpului, pentru toate variantele de calcul efectuate este apropiată,

Tabelul Nr. 3.4.9.

DEPLASĂRILE PUNTELOR STĂLPULUI PENTRU ÎNCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA INFERIOARĂ

PUNCTELE DE CALCUL [D 1 ÷ D 8]															
ÎNCĂRCAREA Nr. 1				ÎNCĂRCAREA Nr. 2				ÎNCĂRCAREA Nr. 3							
CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI				CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI				CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI							
SPDFCI	SPDESI	SSDFCI	SSDESI	SPDFCI	SPDESI	SSDFCI	SSDESI	SPDFCI	SPDESI	SSDFCI	SSDESI	SPDFCI	SPDESI	SSDFCI	SSDESI
D1Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D1Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D1T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2Y	-0.007	-0.009	-0.007	-0.007	-0.003	-0.010	-0.015	-0.012	-0.009	-0.007	-0.010	-0.012	-0.012	-0.010	-0.007
D2Z	-0.034	-0.040	-0.065	-0.033	-0.041	-0.030	-0.035	-0.056	-0.029	-0.035	-0.037	-0.043	-0.070	-0.036	-0.044
D2T	0.035	0.0413	0.0650	0.0338	0.0412	0.0323	0.0373	0.0570	0.0309	0.0362	0.0393	0.0455	0.0714	0.0375	0.0446
D3Y	0.017	0.0186	0.041	0.018	0.0245	0.0068	0.007	0.0184	0.0076	0.0123	0.0132	0.0146	0.0382	0.0140	0.0204
D3Z	-0.075	-0.083	-0.169	-0.070	-0.078	-0.067	-0.074	-0.149	-0.063	-0.069	-0.082	-0.091	-0.184	-0.077	-0.085
D3T	0.077	0.0856	0.1739	0.0725	0.0822	0.0675	0.0750	0.1506	0.0636	0.0709	0.0834	0.0927	0.1871	0.0785	0.0882
D4Y	0.017	0.0186	0.0385	0.0182	0.0248	0.0070	0.0081	0.0154	0.008	0.0127	0.0133	0.0147	0.0295	0.0144	0.0209
D4Z	0.075	0.0835	0.1806	0.0700	0.0781	0.0671	0.0745	0.1631	0.0628	0.0694	0.0823	0.0915	0.1991	0.0769	0.0853
D4T	0.077	0.0856	0.1847	0.0723	0.0820	0.0674	0.0750	0.1639	0.0633	0.0706	0.0834	0.0926	0.2012	0.0782	0.0879
D5Y	-0.007	-0.009	-0.014	-0.007	-0.003	-0.001	-0.011	-0.021	-0.098	-0.007	-0.010	-0.012	-0.020	-0.010	-0.007
D5Z	0.034	0.040	0.073	0.0330	0.0409	0.0307	0.0355	0.0661	0.0292	0.035	0.0379	0.0438	0.081	0.0359	0.0439
D5T	0.035	0.0413	0.075	0.0337	0.0411	0.0323	0.0373	0.0696	0.0308	0.036	0.0393	0.0455	0.083	0.0373	0.0445
D6Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D6Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D6T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D7Y	0.228	0.2393	0.362	0.2153	0.2305	0.1627	0.1721	0.262	0.1525	0.1643	-0.222	0.2344	0.355	0.2093	0.2248
D7Z	-0.220	-0.229	-0.313	-0.211	-0.219	-0.214	-0.222	-0.295	-0.207	-0.214	-0.253	-0.263	-0.354	-0.243	-0.252
D7T	0.317	0.3317	0.489	0.3014	0.3183	0.2693	0.2814	0.414	0.2572	0.2698	0.3375	0.3525	0.519	0.3211	0.3380
D8Y	0.229	0.2398	0.362	0.2157	0.2309	0.1633	0.172	0.2622	0.1530	0.1648	0.2235	0.2351	0.356	0.2098	0.2253
D8Z	0.221	0.2306	0.325	0.2114	0.2198	0.2162	0.224	0.3103	0.2082	0.2150	0.2551	0.2647	0.369	0.2445	0.2532
D8T	0.319	0.3327	0.497	0.3020	0.3188	0.2710	0.283	0.4251	0.2584	0.2709	0.3391	0.3541	0.530	0.3222	0.3389

Tabelul Nr. 3.4.9. (continuare)

DEPLASĂRILE PUNTELOR STĂLPULUI PENTRU ÎNCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA INFERIOARĂ

	PUNCTELE DE CALCUL [D 9 ÷ D 16]														
	ÎNCĂRCAREA Nr. 1				ÎNCĂRCAREA Nr. 2				ÎNCĂRCAREA Nr. 3						
	CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI					
	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI
D9Y	0.694	0.7170	0.971	0.6653	0.6918	0.5943	0.6144	0.810	0.5729	0.5938	0.7435	0.7682	1.026	0.7146	0.7418
D9Z	-0.363	-0.372	-0.454	-0.351	-0.360	-0.422	-0.430	-0.501	-0.413	-0.420	-0.463	-0.472	-0.561	-0.451	-0.460
D9T	0.783	0.8078	1.075	0.7526	0.780	0.7291	0.750	0.964	0.7066	0.7277	0.8760	0.902	1.177	0.8454	0.8731
D10Y	0.695	0.7175	0.9716	0.6656	0.6921	0.5950	0.615	0.8104	0.5635	0.5944	0.7442	0.768	1.026	0.7151	0.7423
D10Z	0.366	0.3752	0.4677	0.3543	0.3627	0.4261	0.434	0.517	0.3101	0.4236	0.4673	0.476	0.578	0.4551	0.4637
D10T	0.785	0.8097	1.080	0.7541	0.7814	0.7318	0.752	0.9724	0.6432	0.7299	0.8787	0.904	1.185	0.8476	0.8753
D11Y	1.095	1.125	1.469	1.054	1.089	0.9905	1.018	1.286	0.9634	0.9906	1.208	1.241	1.592	1.169	1.205
D11Z	-1.334	-1.360	-1.610	-1.290	-1.315	-2.032	-2.055	-2.283	-1.980	-2.000	-2.021	-2.050	-2.327	-1.965	-1.991
D11T	1.726	1.765	2.180	1.666	1.707	2.260	2.293	2.620	2.202	2.232	2.355	2.396	2.820	2.287	2.327
D12Y	1.094	1.124	1.468	1.054	1.088	0.9978	1.025	1.291	0.9716	0.9988	1.212	1.246	2.302	1.174	1.210
D12Z	-0.853	-0.869	-1.030	-0.825	-0.841	-1.267	-1.282	-1.432	-1.231	-1.244	-1.271	-1.290	-1.470	1.233	-1.250
D12T	1.387	1.422	1.794	1.338	1.375	1.613	1.642	1.928	1.568	1.595	1.757	1.793	2.169	1.703	1.739
D13Y	1.094	1.124	1.467	1.054	1.088	1.025	1.052	1.316	1.001	1.028	1.230	1.264	1.611	1.194	1.229
D13Z	-0.423	-0.432	-0.513	-0.410	-0.418	-0.573	-0.581	-0.652	-0.560	-0.567	-0.594	-0.603	-0.691	-0.578	-0.587
D13T	1.173	1.205	1.554	1.131	1.166	1.175	1.202	1.469	1.147	1.174	1.366	1.401	1.753	1.327	1.362
D14Y	1.101	1.132	1.474	1.061	1.096	1.025	1.052	1.316	1.001	1.028	1.234	1.267	1.614	1.198	1.233
D14Z	0.428	0.4370	0.527	0.4144	0.4227	0.5788	0.586	0.668	0.5646	0.5713	0.600	0.6096	0.709	0.5836	0.5922
D14T	1.181	1.213	1.566	1.139	1.174	1.177	1.205	1.476	1.149	1.176	1.372	1.406	1.764	1.333	1.368
D15Y	1.111	1.142	1.485	1.072	1.106	0.9977	1.025	1.291	0.9716	0.9988	1.221	1.254	1.603	1.184	1.219
D15Z	0.854	0.8716	1.041	0.8266	0.8424	1.273	1.288	1.449	1.236	1.248	1.276	1.294	1.487	1.237	1.254
D15T	1.402	1.436	1.814	1.354	1.391	1.617	1.646	1.941	1.572	1.599	1.766	1.802	2.187	1.712	1.749
D16Y	1.123	1.153	1.497	1.087	1.122	0.9905	1.018	1.286	0.9634	0.9906	1.222	1.255	1.605	1.186	1.221
D16Z	1.332	1.358	1.617	1.284	1.308	2.038	2.061	2.300	1.984	2.000	2.024	2.053	2.342	1.965	1.990
D16T	1.742	1.781	2.203	1.683	1.723	2.266	2.298	2.635	2.206	2.236	2.364	2.406	2.839	2.295	2.335

Tabelul Nr. 3.4.10.

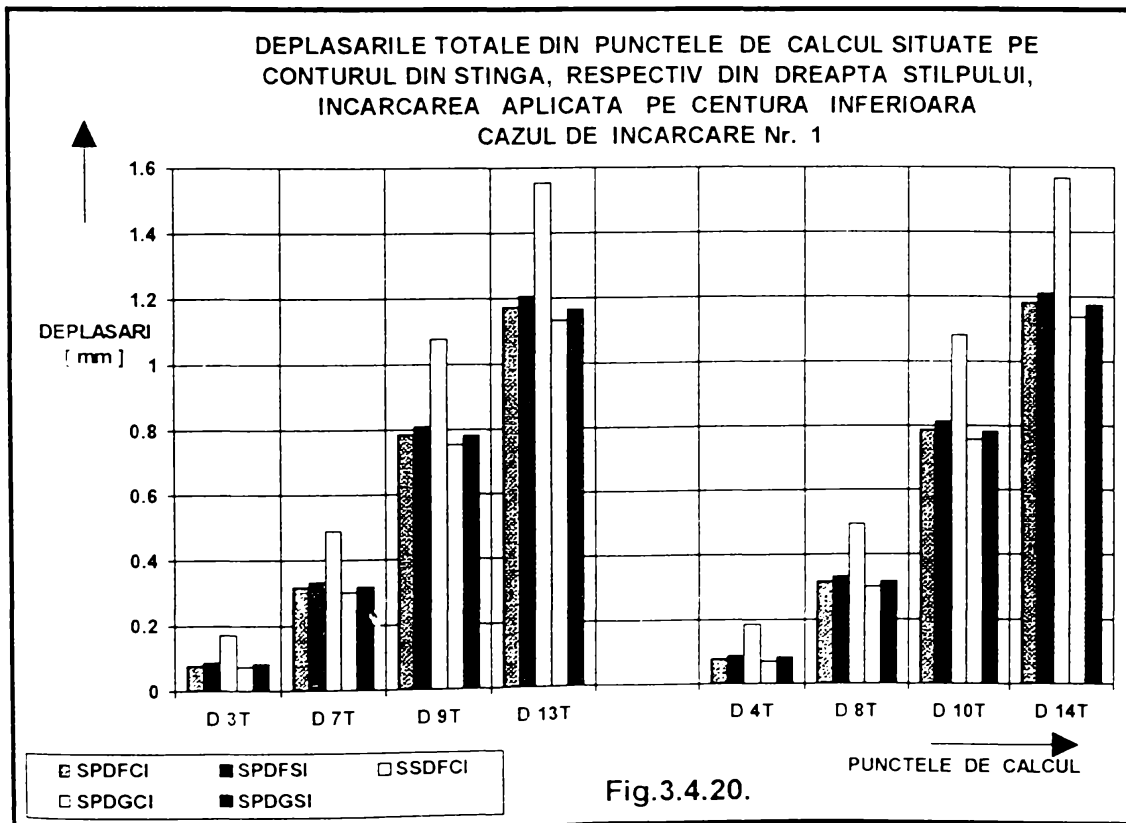
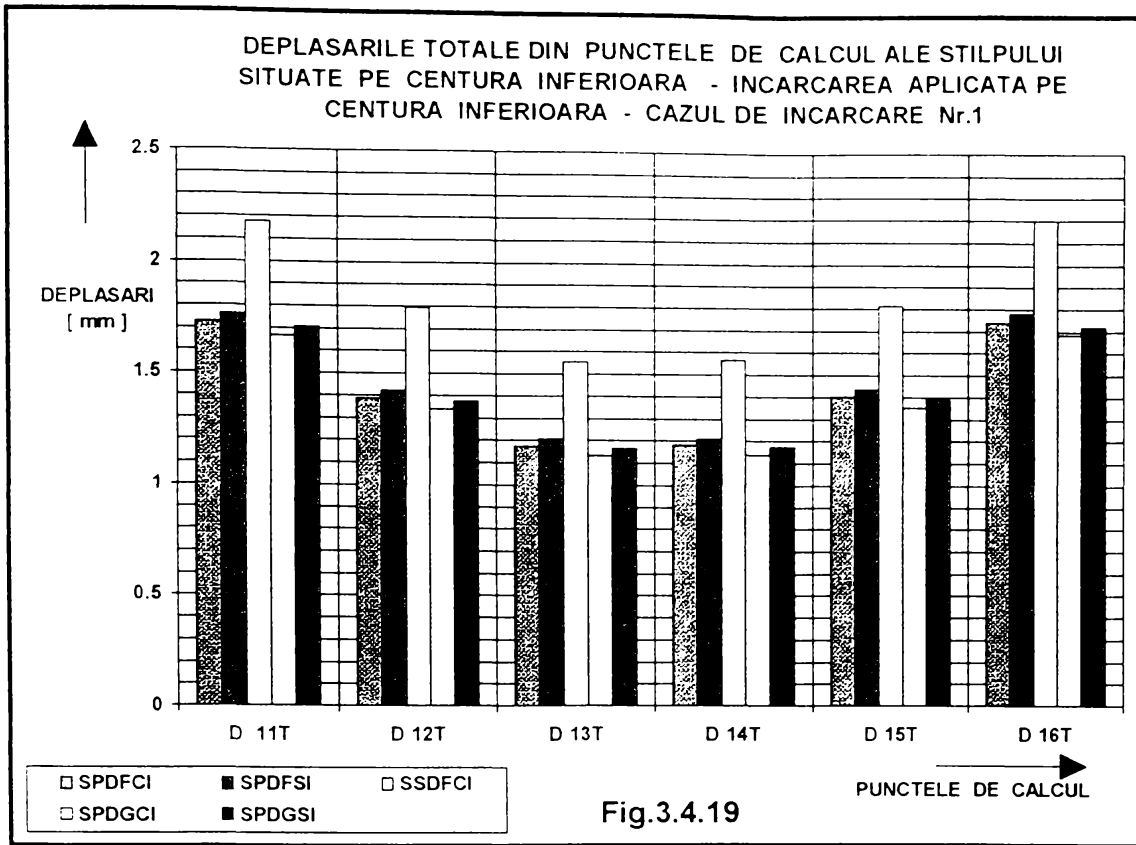
DEPLASĂRILE PUNTELOR STĂLPULUI PENTRU INCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA SUPERIOARĂ

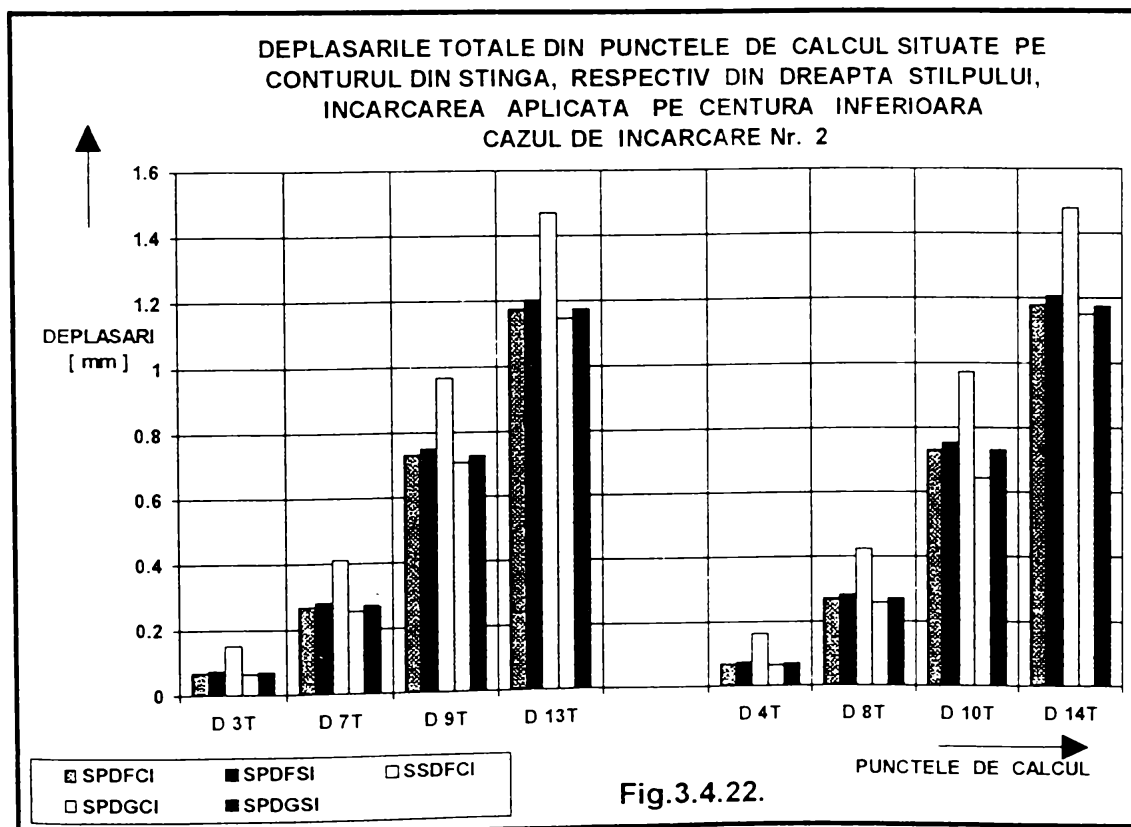
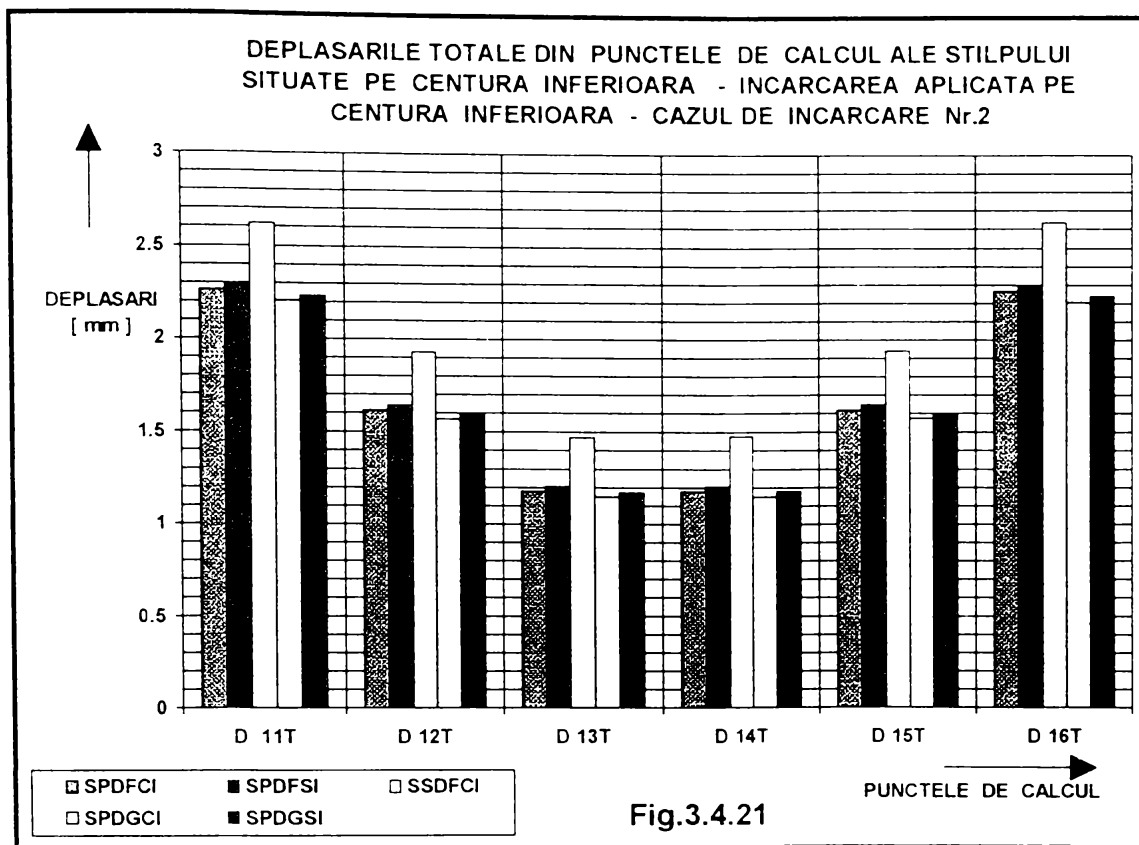
	PUNCTELE DE CALCUL [D 1 ÷ D 8]											
	INCĂRCAREA Nr. 1				INCĂRCAREA Nr. 2				INCĂRCAREA Nr. 3			
	CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI		CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI		CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI		CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI		CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI		CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI	
	SPDFCS	SSDFCS	SPDGCS	SPDGSS	SPDFCS	SSDFCS	SPDGCS	SPDGSS	SPDFCS	SSDFCS	SPDGCS	SPDGSS
D1Y	1.68	1.661	1.802	1.596	1.145	1.141	1.140	1.111	1.32	1.314	1.361	1.273
D1Z	1.75	1.725	1.866	1.668	2.039	2.065	2.322	1.983	1.94	1.951	2.170	1.878
D1T	2.42	2.395	2.594	2.308	2.339	2.359	2.587	2.273	2.35	2.353	2.562	2.274
D2Y	1.67	1.661	1.801	1.596	1.153	1.149	1.155	1.118	1.33	1.319	1.370	1.277
D2Z	1.13	1.111	1.197	1.075	1.274	1.285	1.426	1.239	1.22	1.227	1.350	1.184
D2T	2.02	1.998	2.162	1.924	1.719	1.724	1.835	1.669	1.80	1.802	1.923	1.742
D3Y	1.67	1.661	1.796	1.596	1.177	1.175	1.198	1.142	1.34	1.337	1.397	1.293
D3Z	0.58	0.575	0.604	0.557	0.616	0.616	0.624	0.6013	0.60	0.602	0.618	0.5866
D3T	1.77	1.758	1.895	1.690	1.328	1.327	1.351	1.291	1.47	1.467	1.528	1.420
D4Y	1.68	1.666	1.805	1.602	1.177	1.175	1.198	1.143	1.34	1.339	1.400	1.296
D4Z	-0.59	-0.582	-0.610	-0.563	-0.622	-0.622	-0.627	-0.606	-0.61	-0.609	-0.622	-0.592
D4T	1.78	1.765	1.906	1.698	1.331	1.330	1.352	1.293	1.47	1.471	1.532	1.424
D5Y	1.69	1.671	1.824	1.608	1.154	1.149	1.155	1.119	1.33	1.323	1.378	1.282
D5Z	-1.14	-1.129	-1.204	-1.088	-1.280	-1.291	-1.429	-1.244	-1.23	-1.237	-1.354	-1.192
D5T	2.04	2.017	2.186	1.942	1.723	1.728	1.838	1.673	1.81	1.811	1.932	1.750
D6Y	1.69	1.680	1.844	1.620	1.145	1.141	1.140	1.111	1.33	1.320	1.375	1.281
D6Z	-1.78	-1.761	-1.874	-1.692	-2.044	-2.07	-2.325	-1.987	-1.96	-1.967	-2.175	-1.888
D6T	2.46	2.434	2.629	2.342	2.343	2.364	2.590	2.276	2.36	2.369	2.573	2.282
D7Y	1.10	1.094	1.190	1.047	0.705	0.704	0.727	0.6771	0.84	0.834	0.8815	0.8004
D7Z	0.52	0.521	0.551	0.5039	0.468	0.486	0.478	0.4575	0.49	0.486	0.5024	0.4730
D7T	1.22	1.212	1.324	1.1620	0.846	0.846	0.891	0.8172	0.97	0.966	1.032	0.9297
D8Y	1.10	1.094	1.191	1.047	0.705	0.705	0.727	0.6776	0.83	0.835	0.8819	0.8007
D8Z	-0.47	-0.525	-0.554	-0.506	-0.472	-0.472	-0.480	-0.461	-0.49	-0.490	-0.505	-0.476
D8T	1.19	1.214	1.326	1.163	0.849	0.849	0.893	0.8196	0.97	0.968	1.034	0.9317

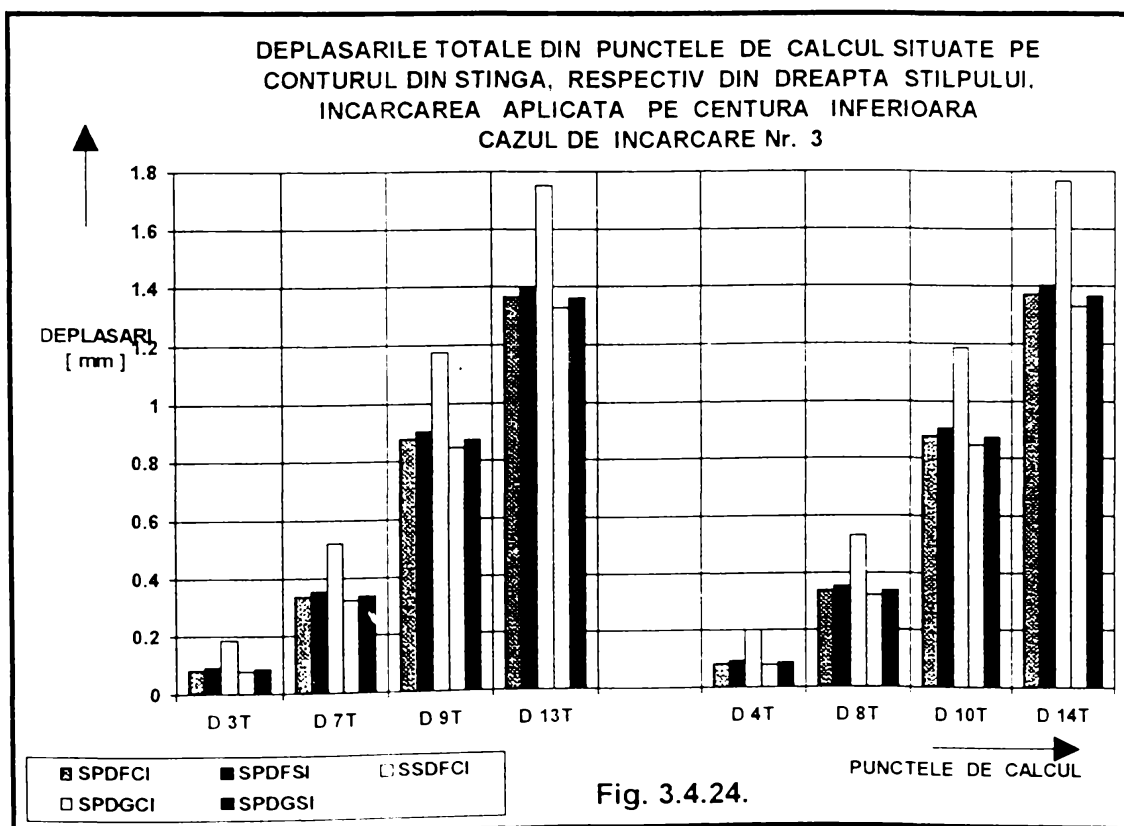
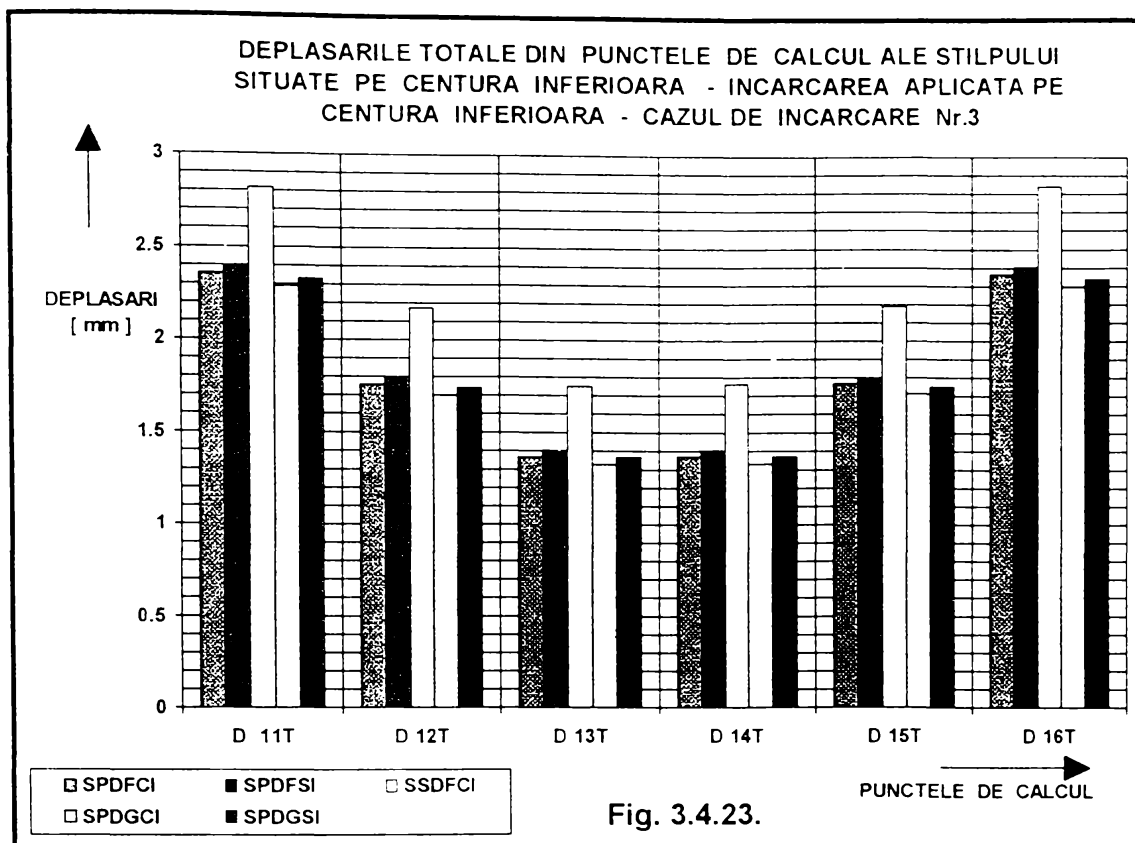
Tabelul Nr. 3.4.10. (continuare)

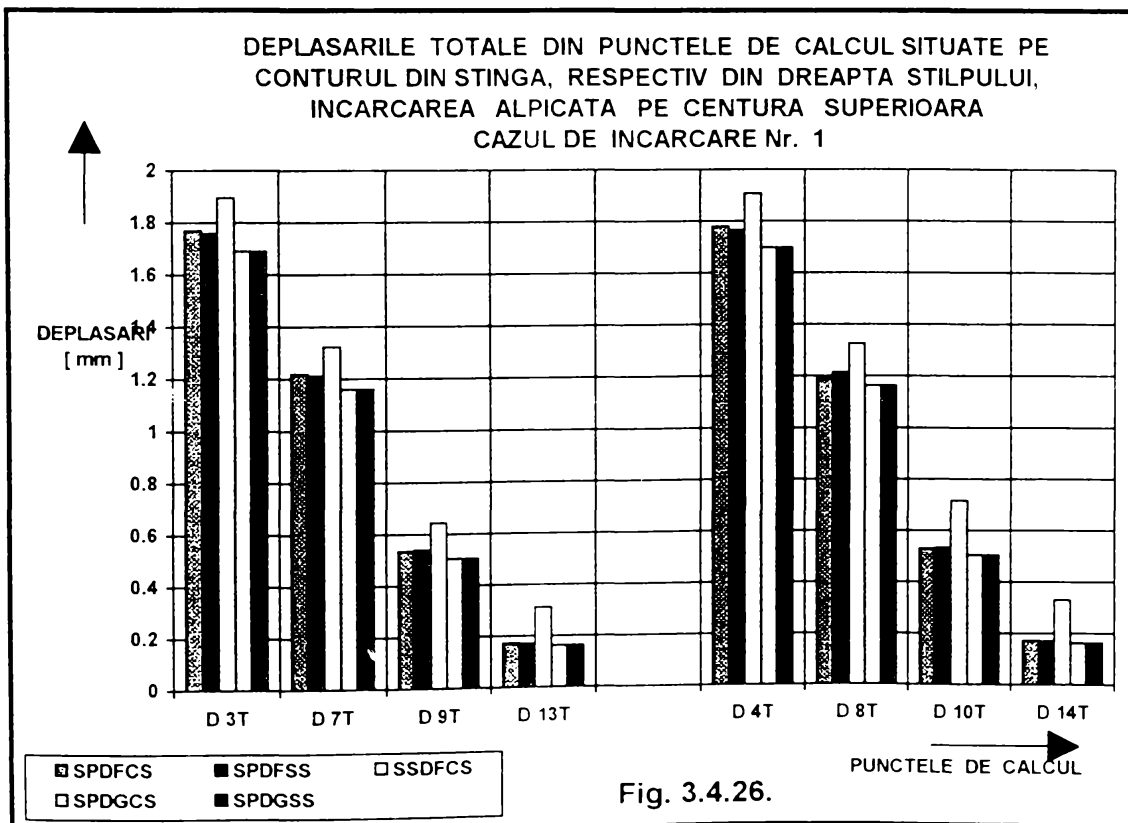
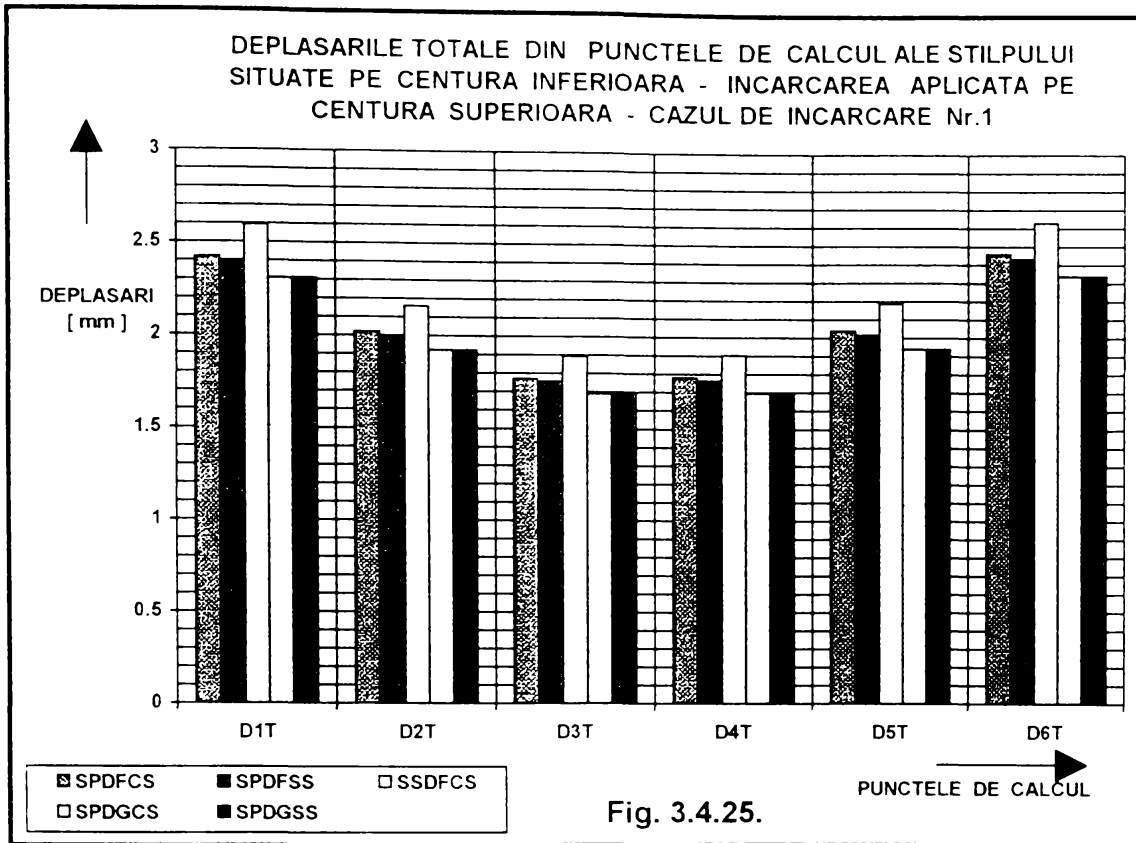
DEPLASĂRILE PUNTELOR STĂLPULUI PENTRU INCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA SUPERIOARĂ

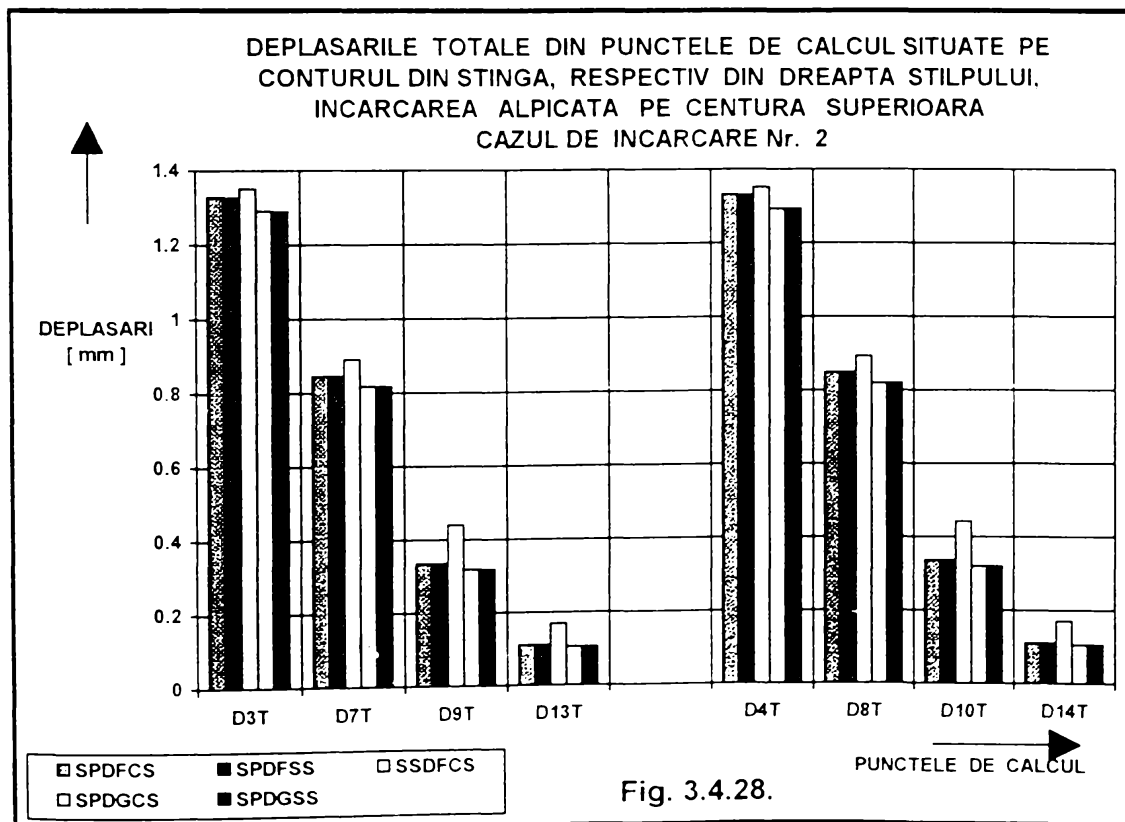
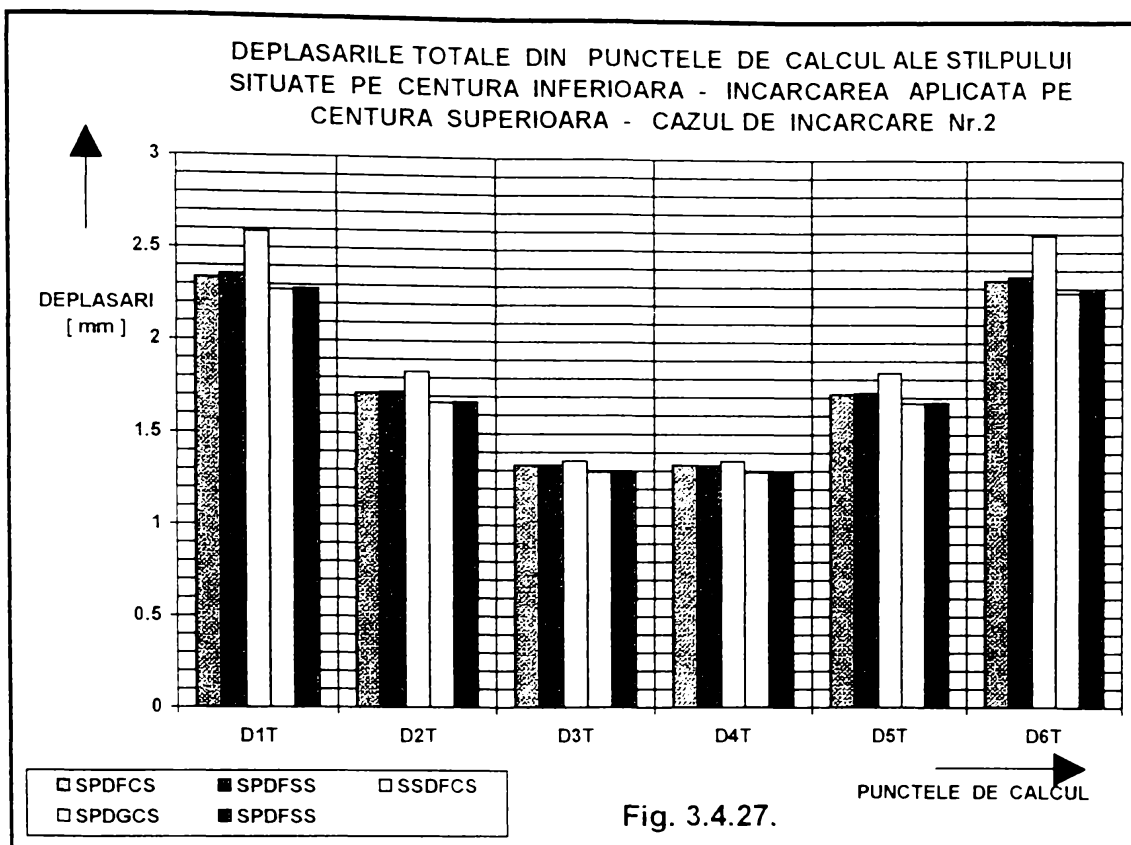
	PUNCTELE DE CALCUL [D9 ÷ D 16].														
	INCĂRCAREA Nr. 1				INCĂRCAREA Nr. 2				INCĂRCAREA Nr. 3						
	CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI					
	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDGCS	SPDGSS	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDGCS	SPDGSS	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDGCS	SPDGSS
D9Y	0.40	0.398	0.402	0.375	0.3757	0.210	0.210	0.221	0.1974	0.1974	0.27	0.272	0.2943	0.2568	0.2568
D9Z	0.35	0.351	0.322	0.335	0.3350	0.261	0.261	0.269	0.2509	0.2509	0.29	0.291	0.3050	0.2790	0.2789
D9T	0.535	0.539	0.643	0.503	0.5034	0.335	0.335	0.440	0.3192	0.3192	0.40	0.399	0.5271	0.3792	0.3792
D10Y	0.40	0.398	0.440	0.376	0.3763	0.211	0.211	0.221	0.1979	0.1979	0.27	0.273	0.2947	0.2574	0.2574
D10Z	-0.356	-0.352	-0.376	-0.335	-0.335	-0.263	-0.262	-0.271	-0.252	-0.252	-0.29	-0.292	-0.306	-0.280	-0.280
D10T	0.53	0.532	0.716	0.504	0.5042	0.337	0.337	0.442	0.3207	0.3207	0.40	0.400	0.5323	0.3804	0.3804
D11Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D11Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D11T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D12Y	-0.334	-0.003	-0.007	-0.003	-0.003	-0.010	-0.010	-0.012	-0.010	-0.010	0.008	-0.008	-0.010	-0.008	-0.008
D12Z	0.051	0.050	0.053	0.050	0.0502	0.033	0.033	0.0347	0.033	0.0331	0.039	0.039	0.0411	0.0388	0.0388
D12T	0.051	0.050	0.185	0.0503	0.0504	0.035	0.035	0.0956	0.0347	0.0347	0.040	0.040	0.1254	0.0396	0.0396
D13Y	0.051	0.051	0.054	0.0533	0.0533	0.012	0.012	0.0133	0.0147	0.0147	0.025	0.0257	0.0271	0.0275	0.0275
D13Z	0.163	0.161	0.175	0.1524	0.1524	1.097	1.097	1.163	1.043	1.043	0.127	0.1269	0.1360	0.1203	0.1203
D13T	0.171	0.169	0.311	0.1615	0.1615	0.110	0.110	0.1687	0.1053	0.1053	0.130	0.1295	0.2153	0.1234	0.1234
D14Y	0.051	0.050	0.053	0.0535	0.0537	0.012	0.0129	0.0133	0.0150	0.0150	0.025	0.0256	0.0268	0.0278	0.0278
D14Z	-0.163	-0.161	-0.175	-0.152	-0.152	-0.110	-0.110	-0.116	-0.104	-0.104	-0.128	-0.127	-0.136	-0.120	-0.120
D14T	0.171	0.169	0.330	0.1617	0.1617	0.111	0.111	1.701	0.1057	0.1057	0.130	0.130	0.2223	0.1238	0.1238
D15Y	-0.003	-0.003	-0.007	-0.003	-0.003	-0.010	-0.010	-0.012	-0.010	-0.010	-0.008	-0.008	-0.010	-0.008	-0.008
D15Z	-0.051	-0.050	-0.053	-0.050	-0.050	-0.033	-0.033	-0.034	-0.033	-0.033	-0.039	-0.039	-0.041	-0.038	-0.038
D15T	0.051	0.050	0.193	0.0503	0.0504	0.035	0.0352	0.0967	0.0348	0.0348	0.0400	0.0401	0.1289	0.0397	0.0397
D16Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D16Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D16T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

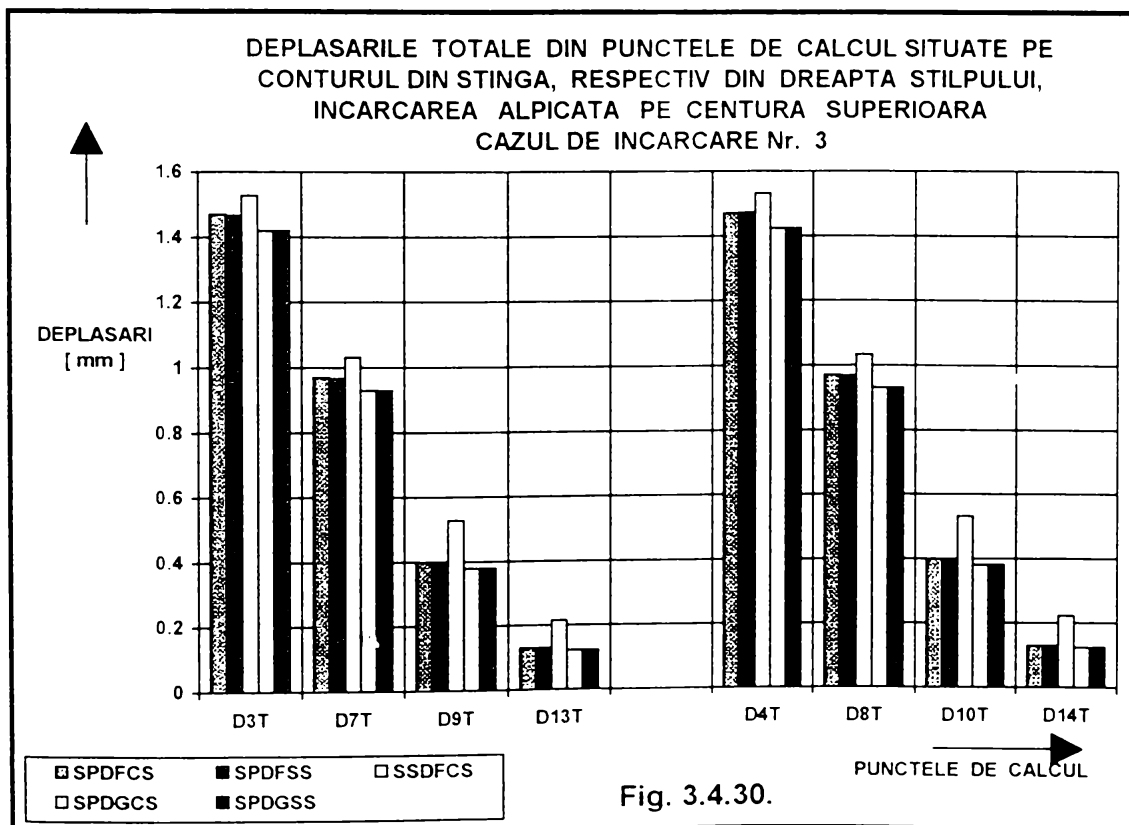
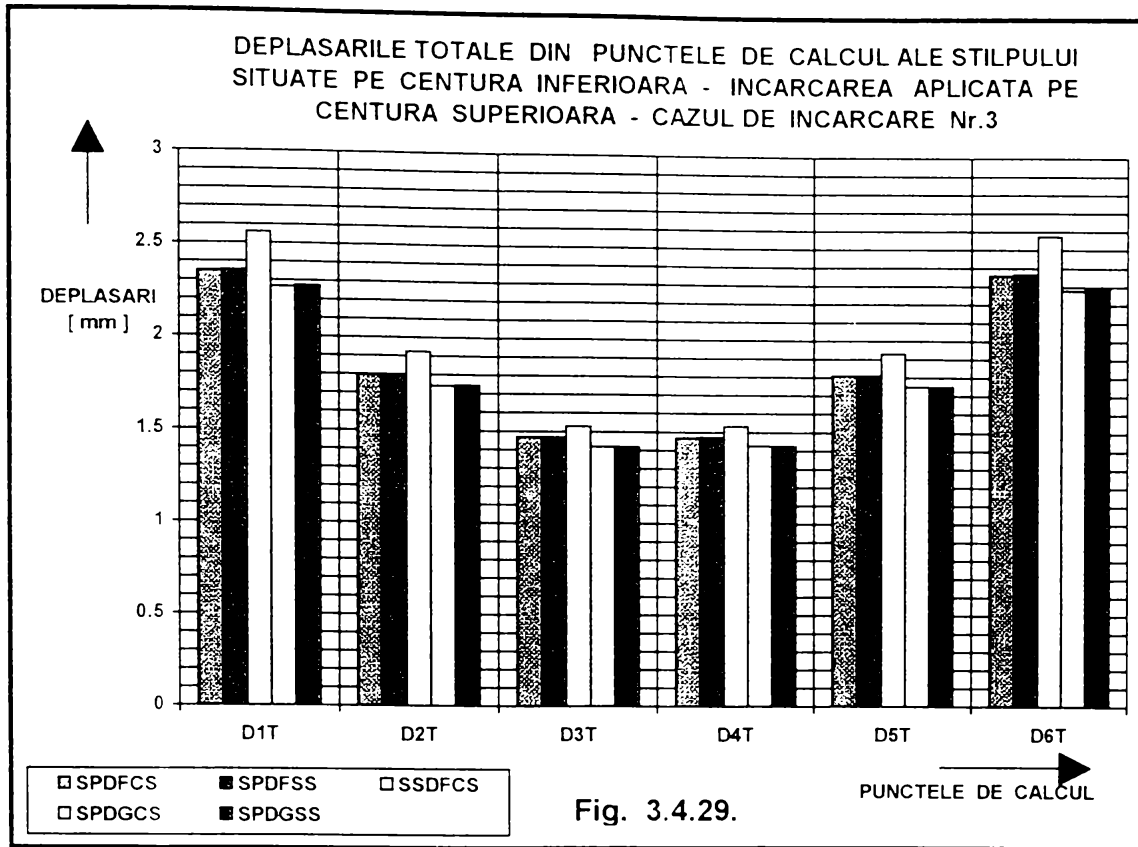












Tabel Nr. 3.4.11.

**VALORILE MEDII ALE TENSIUNILOR DIN STĂLP
PENTRU ÎNCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA INFERIOARĂ**

Număr suprafață	ÎNCĂRCAREA Nr. 1						ÎNCĂRCAREA Nr. 2						ÎNCĂRCAREA Nr. 3					
	CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI		
	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI	SPDFCI	SPDFSI	SSDFCI
1	*76.10	*81.04	75.32	*83.98	*88.26	*59.69	*64.03	59.63	*68.04	*71.45	*77.80	*83.15	42.16	*87.25	*91.69			
2	*71.36	*73.07	59.07	*50.14	*51.58	*64.29	*65.24	54.82	*45.28	*45.92	*78.29	*79.77	65.81	*54.93	*56.08			
3	94.23	94.94	100.29	87.35	87.78	88.83	89.35	88.78	84.88	85.14	106.14	106.85	108.74	100.05	100.44			
4	58.02	60.25	61.07	59.06	59.07	87.47	87.47	86.85	86.2	86.21	88.37	88.37	87.43	86.93	86.93			
5	30.73	30.73	32.73	31.54	31.54	89.7	89.69	90.92	85.45	85.45	74.65	74.65	74.72	72.15	72.15			
6	17.57	17.57	19.25	13.88	13.88	51.74	51.74	54.57	38.79	38.79	42.97	42.97	45.33	32.52	32.52			
7	8.41	8.41	9.25	10.9	10.9	44.73	44.73	53.93	53.51	53.51	33.66	33.66	40.08	40.85	40.85			
8	*56.34	*81.15	76.86	*84.45	*88.72	*60.07	*64.37	61.48	*68.79	*72.23	*78.09	*83.43	79.39	*88.00	*92.44			
9	*71.62	*73.33	59.78	*50.19	*51.70	*64.89	*65.82	55.58	*45.49	*46.18	*78.81	*80.29	66.7	*55.10	*56.32			
10	94.79	95.47	101.41	87.85	88.28	89.87	90.37	90.07	86	86.24	107.13	107.79	110.2	101.05	101.4			
11	61.18	61.18	61.45	59.97	59.97	88.61	88.6	86.85	87.35	87.35	89.6	89.6	88.02	88.16	88.16			
12	31.6	31.59	33.97	32.99	32.99	90.55	90.55	91.45	86.37	86.37	75.3	75.3	74.97	73.12	73.11			
13	20.53	20.53	21.3	16.73	16.73	52.08	52.08	54.81	38.55	38.55	43.38	43.87	45.72	33.08	33.08			
14	9.76	9.76	10.61	11.65	11.65	44.99	44.99	54.11	54.02	54.02	31.6	31.6	38.24	39.32	39.32			

NOTĂ Mărimile notate cu * au fost corectate, deoarece grosimea elementelor finite pentru discretizarea plane diferă față de discretizarea spațială pentru suprafețele cu numerele : 1; 2; 8; 9

Tabel Nr. 3.4.12.

**VALORILE MEDII ALE TENSIUNILOR DIN STĂLP
PENTRU ÎNCĂRCĂRILE APLICATE PE CENTURA SUPERIOARĂ**

Număr suprafață	ÎNCĂRCAREA Nr. 1						ÎNCĂRCAREA Nr. 2						ÎNCĂRCAREA Nr. 3					
	CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI			CODUL DE NOTARE A STĂLPULUI		
	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS
1	*4.45	*4.07	5.63	*5.66	*6.04	*65.01	*70.73	61.43	*72.17	*74.16	*44.36	*48.14	41.58	*49.53	*51.03			
2	*17.82	*16.69	18.23	*13.46	*13.28	*65.18	*66.63	56.96	*46.03	*46.47	*48.32	*48.81	41.81	*34.02	*34.25			
3	28.68	27.81	31.23	30.57	30.57	89.09	89.85	89.4	85.07	85.29	67.99	68.01	66.14	65.74	65.88			
4	73.43	72.09	77.14	70.88	70.87	87.47	87.47	87.28	86.21	86.21	82.7	82.25	83.13	81	81			
5	124.98	123.62	138.28	114.1	114.1	89.64	89.58	92.56	85.43	85.42	101.19	100.69	107.08	94.71	94.71			
6	72.1	71.32	79.55	52.26	52.25	51.88	51.85	55.05	38.96	38.96	58.39	58.1	62.83	43.14	43.13			
7	75.57	74.91	96.86	86.63	86.63	43.97	43.96	55.36	52.99	52.99	54.41	54.19	69.09	64.08	64.08			
8	*13.11	*12.30	12.64	*15.91	*15.74	*65.30	*70.99	61.48	*72.75	*74.80	*42.14	*45.89	39.81	*47.80	*49.24			
9	*25.13	*23.94	21.87	*22.01	*21.66	*65.76	*67.17	55.44	*46.27	*46.76	*48.92	*49.15	41.96	*34.42	*34.51			
10	30.8	29.64	33.54	32.93	32.89	90.11	90.84	89.87	86.15	86.36	69.22	69.25	66.36	67.03	67.12			
11	74.53	73.21	77.68	71.95	71.95	88.61	88.6	87.9	87.35	87.35	83.83	83.39	83.77	82.13	82.13			
12	125.54	124.17	138.95	114.54	114.53	90.51	90.44	93.16	86.35	86.34	101.94	101.45	107.08	95.48	95.45			
13	72.29	71.5	79.86	51.92	51.92	52.23	52.2	55.36	38.71	38.7	58.69	58.4	62.83	42.86	42.85			
14	75.67	74.99	96.93	87	87	44.24	44.24	55.54	53.53	53.52	54.63	54.41	69.09	64.56	64.56			

NOTĂ : Mărimile notate cu * au fost corectate, deoarece grosimea elementelor finite pentru discretizările plane difera față de discretizarea spațială pentru suprafețele cu numerele : 1; 2; 8; 9

TENSIUNILE MEDII DIN STILP - INCARCARE APLICATA PE CENTURA INFERIOARA
 CAZUL DE INCARCARE Nr. 1

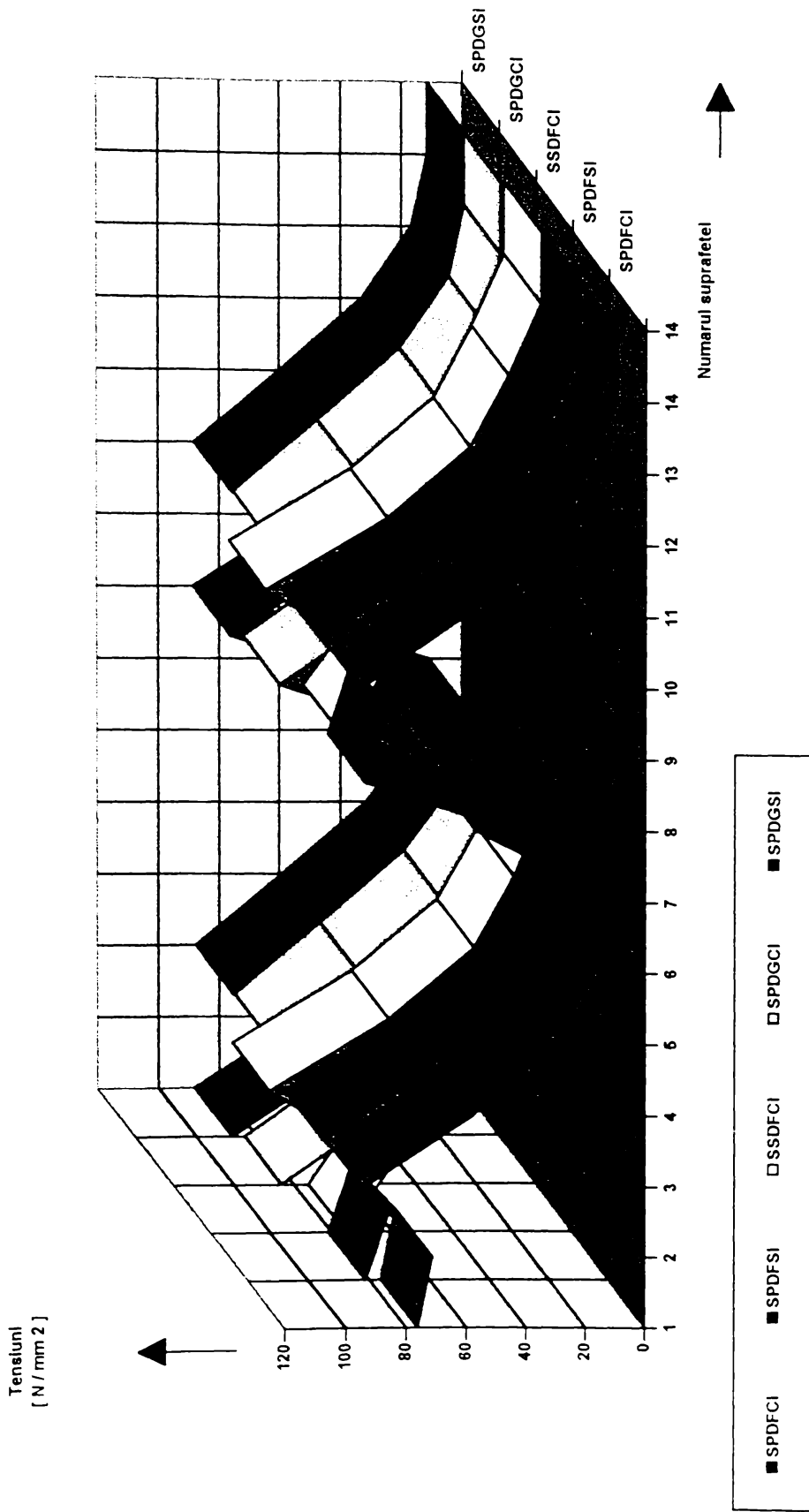


Fig. 3.4.31.

TENSIUNILE MEDII DIN STILP - INCARCARE APLICATA PE CENTURA INFERIOARA
 CAZUL DE INCARCARE Nr. 2

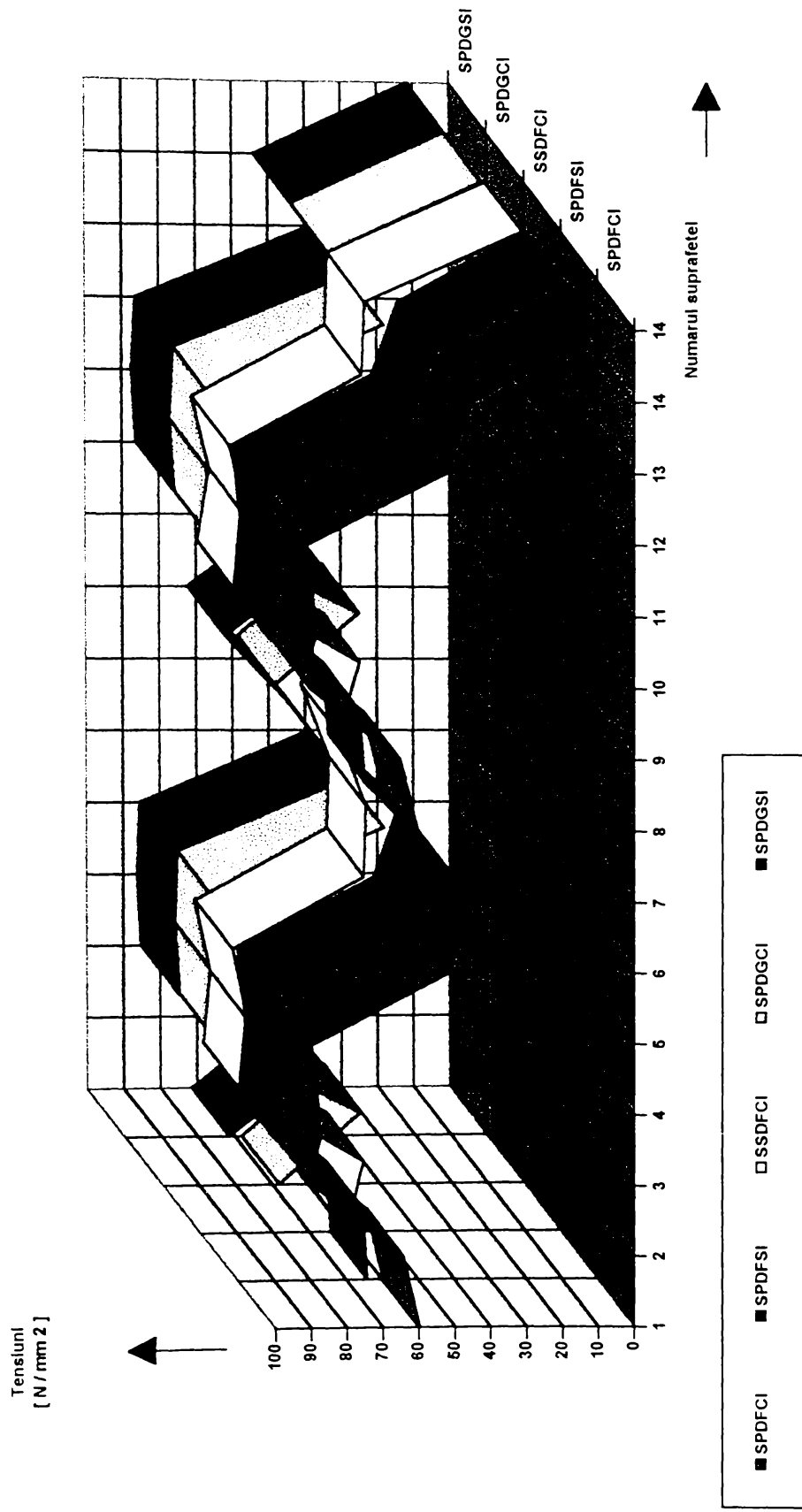


Fig. 3.4.32.

TENSIUNILE MEDII DIN STILP - INCARCARE APLICATA PE CENTURA INFERIOARA
 CAZUL DE INCARCARE Nr. 3

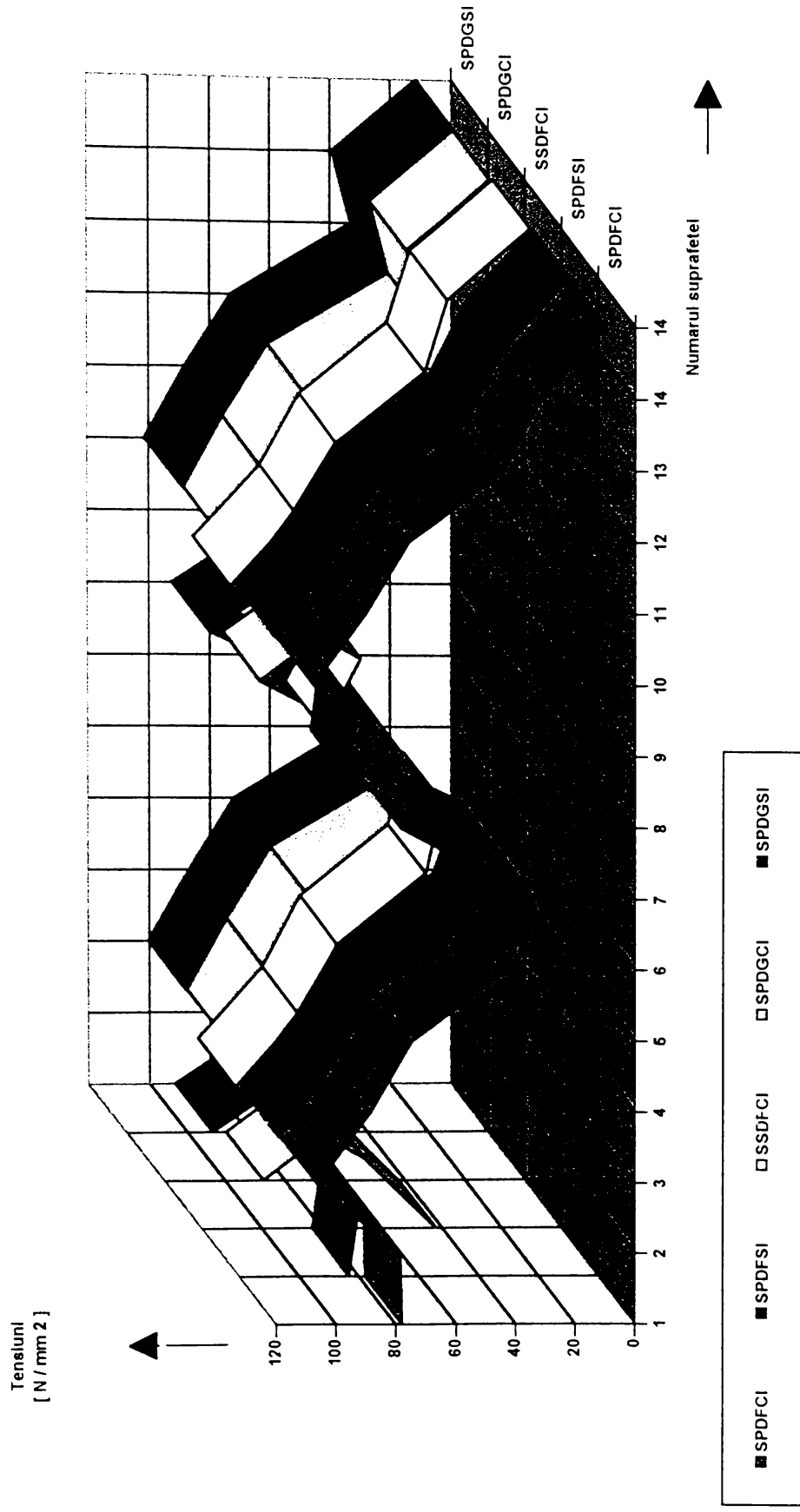


Fig. 3.4.33.

TENSIUNILE MEDII DIN STILP - ÎNCĂRCARE APLICATĂ PE CENTURA SUPERIOARĂ
 CAZUL DE ÎNCĂRCARE Nr. 1

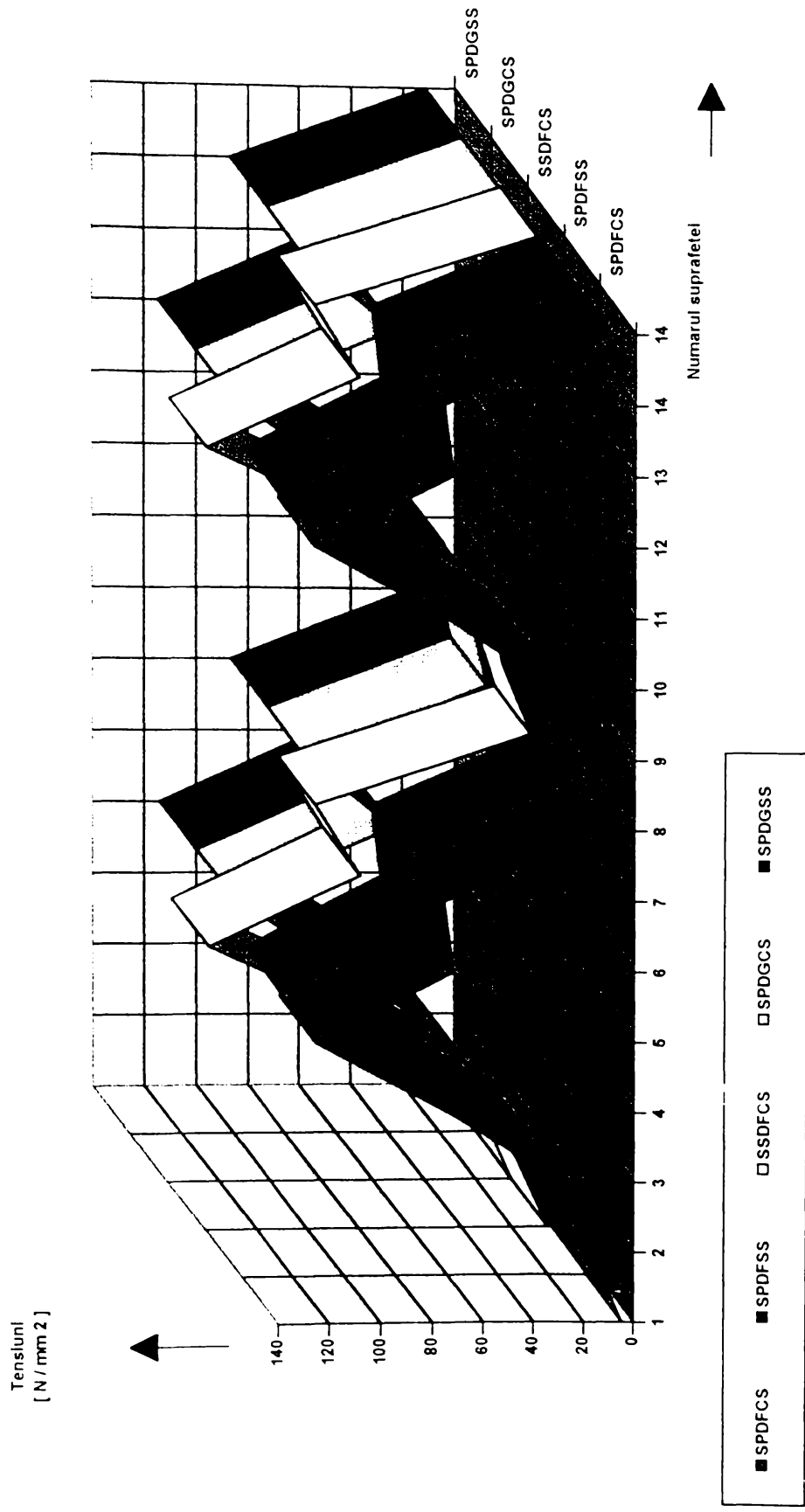


Fig. 3.4.34.

TENSIUNILE MEDII DIN STILP - ÎNCĂRCARE APLICATĂ PE CENTURA SUPERIOARĂ
 CAZUL DE ÎNCĂRCARE Nr. 2

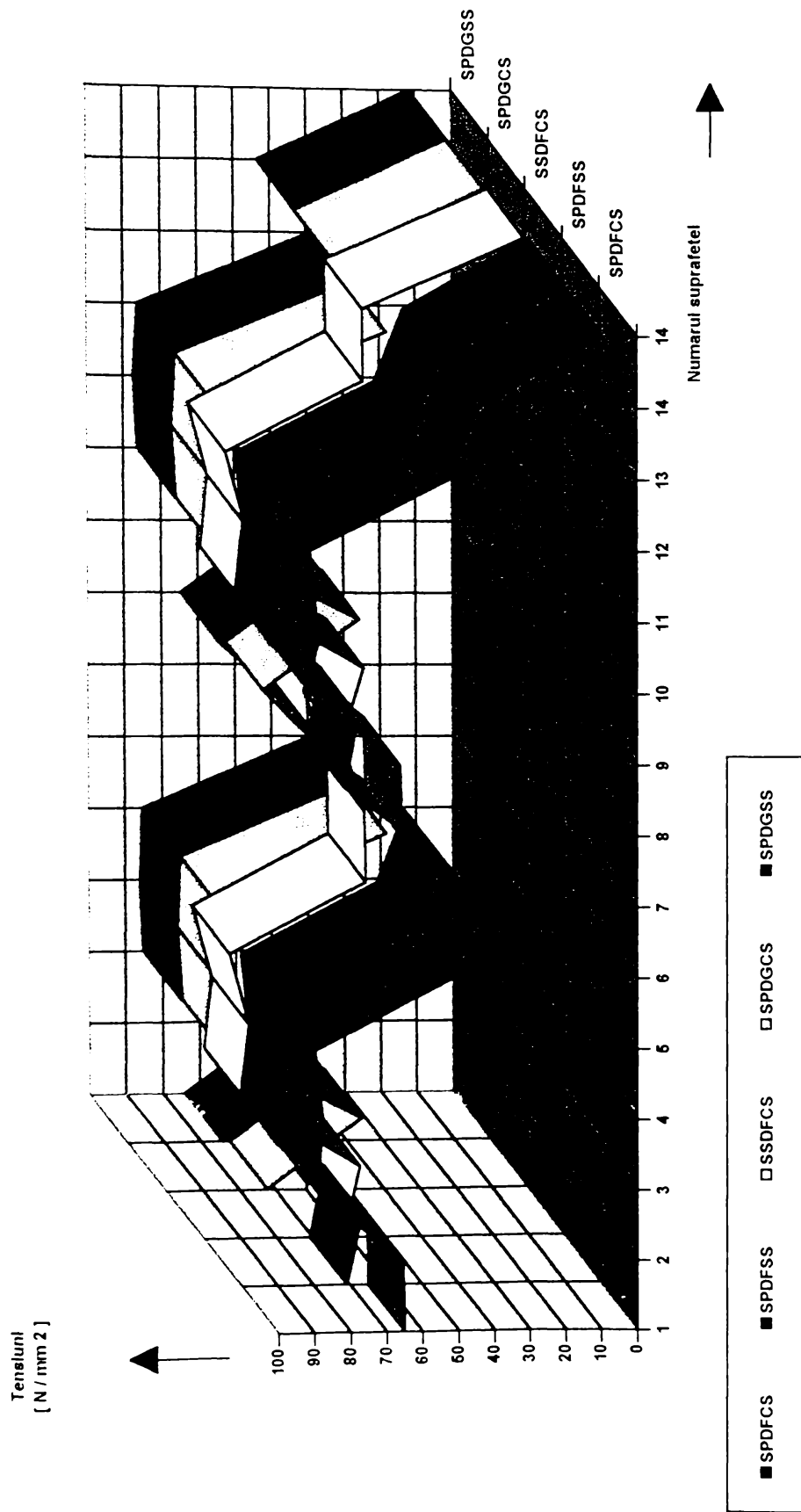


Fig.3.4.35.

TENSIUNILE MEDII DIN STILP - INCARCARE APLICATA PE CENTRA SUPERIOARA
 CAZUL DE INCARCARE Nr. 3

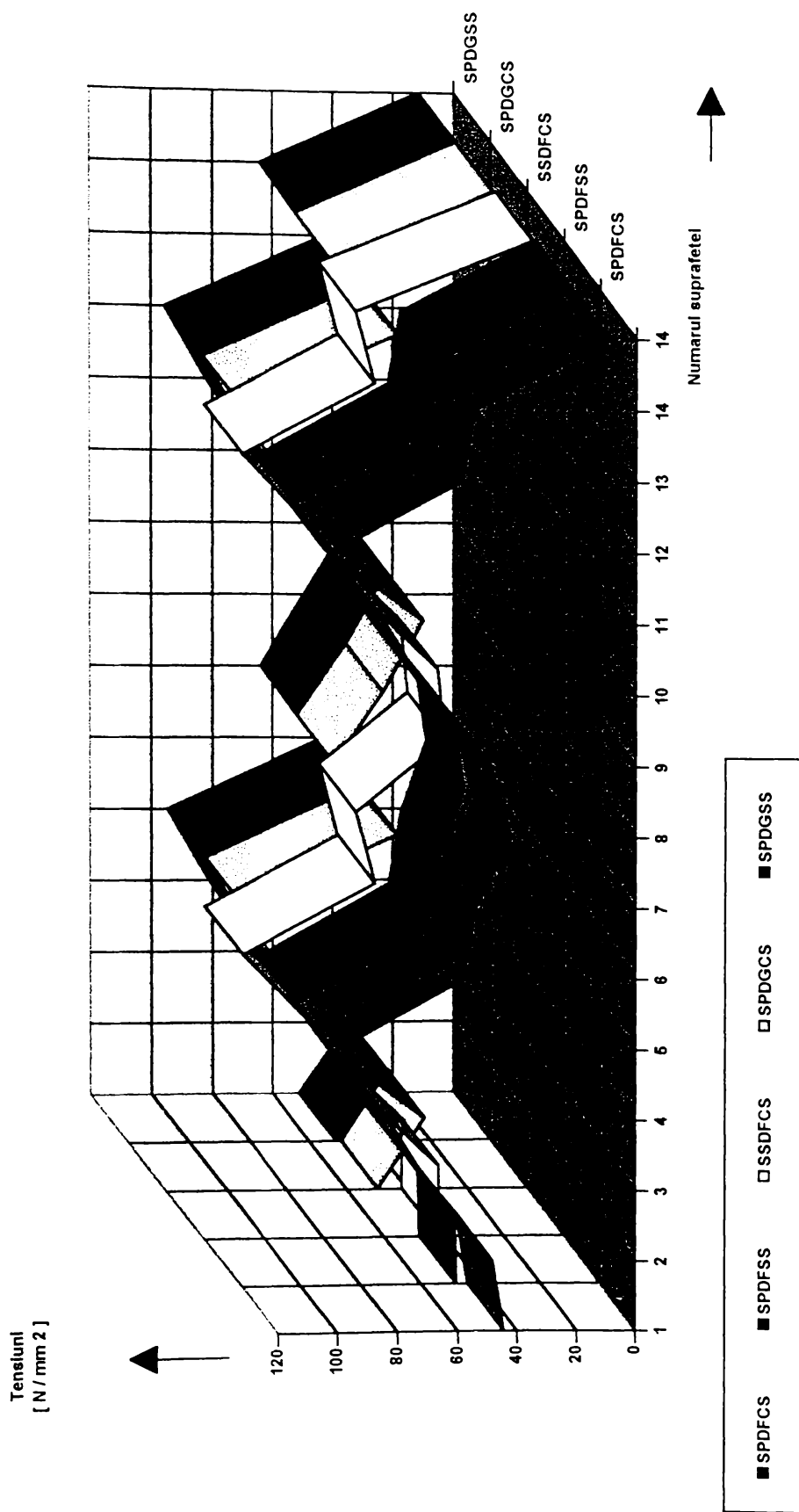


Fig.3.4.36.

micile diferențe sunt cauzate - fie de mărimea rețelei de discretizare (grosieră sau fină), fie de modul de considerare a structurii - plană sau spațială

- Variantele de calcul în care stâlpul este considerat ca o structura plană echivalentă sunt mai rigide, rezultând valori ale deformațiilor respectiv ale tensiunilor mai mici, față de varianta de calcul în care stâlpul este considerat ca o structura spațială.

- Considerând ca variantă de calcul de referință, discretizarea spațială a stâlpului, abaterile procentuale au următoarele valori :

- 3% ÷ 10% - pentru varianta de calcul a stâlpului considerată ca o structură plană, rețea de discretizare fină

- 6% ÷ 15% - pentru varianta de calcul a stâlpului considerată ca o structură plană, rețea de discretizare grosieră

- Valorile maxime ale tensiunilor din structura de rezistență a stâlpului apar în elementele de suprafață 1, 2, 3, 8, 9, 10 pentru cazurile de încărcare aplicate pe centura inferioară, respectiv în elementele de suprafață 5, 6, 7, 12, 13, 14 pentru cazurile de încărcare aplicate pe centura superioară. Tensiunile din aceste elemente de suprafață au valori mai mari pentru variantele de calcul care au rețeaua de discretizare fină, respectiv au valori mai mici pentru variantele de calcul care au rețeaua de discretizare grosieră.

- Avantajele aplicării variantelor de calcul în care stâlpul este considerat ca o structura plană echivalentă constau în simplitatea întocmirii modelului de calcul și a realizării discretizării acestuia. Timpul necesar efectuării discretizării este sensibil mai mic, în raport cu timpul necesar efectuării discretizării pentru aceeași structură tratată spațial. În același timp se elimină foarte mult și posibilitățile de introducere a erorilor care apar la realizarea discretizării, cât și a incompatibilității dintre elementele finite.

- Valorile deformațiilor care se obțin prin aplicarea metodelor de calcul în care structura de rezistență a stâlpului este redusă la o structură plană echivalentă sunt apropiate de valorile obținute pentru aceeași structură tratată spațial. Starea de tensiune obținută pentru calculul structurii plane nu este în concordanță starea de tensiune obținută prin tratarea spațială a structurii, deoarece calculul acesteia se efectuează pentru grosimi ale elementelor de rezistență care au valori diferite, din acest motiv sunt necesare a se efectua corecții ale valorilor tensiunilor. Datorită acestor motive, metodele de calcul prin care structura de rezistență spațială se reduce la structură plană sunt recomandate doar pentru calcule preliminare.

CAPITOLUL 4

CERCETĂRI EXPERIMENTALE A STĂRII DE DEFORMAȚIE ȘI DE TENSIUNE DIN STRUCTURA DE REZISTENȚĂ A CARCASEI AUTOPORTANTE A VAGONULUI

4.1. Principii generale.

Complexitatea structurii de rezistență a carcaselor autoportante ale vagoanelor, pe de o parte, precum și prescripțiile normativelor internaționale referitoare la admiterea în trafic internațional [109],[110], [111], [112], [113], [114], [115], [116], impun verificarea stării de deformație și tensiune pe cale experimentală ale acestora.

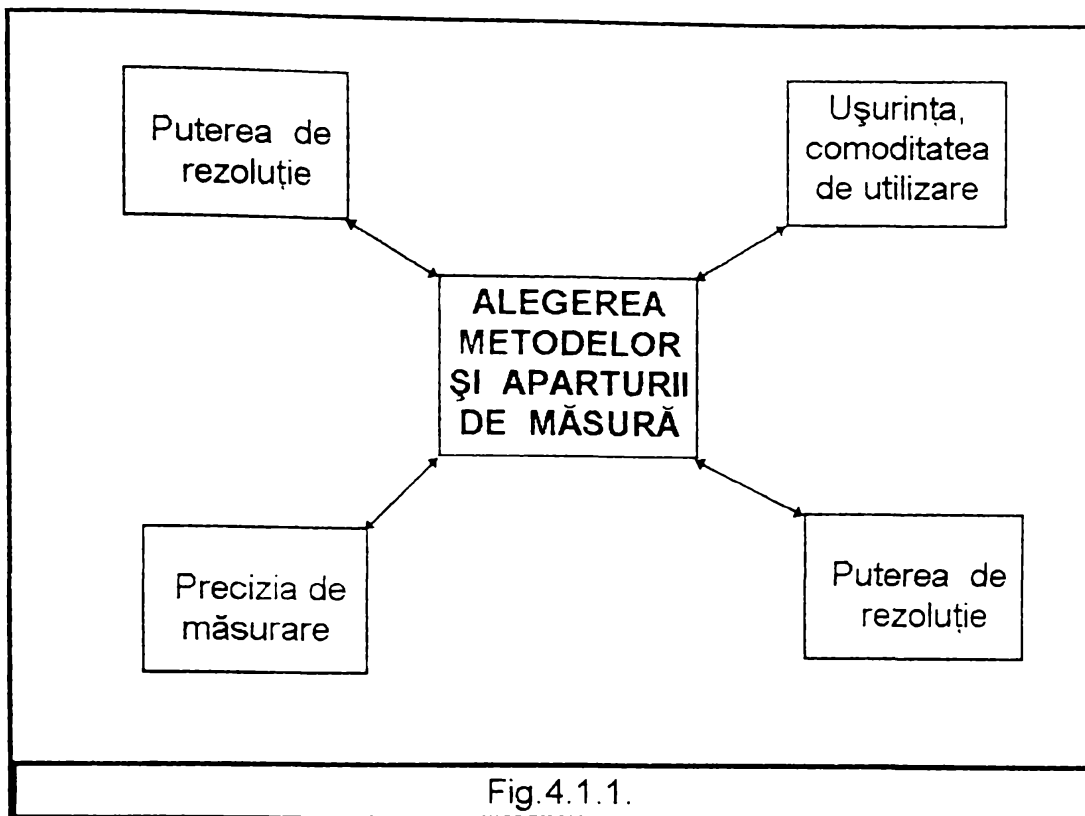
Măsurătorile experimentale au fost efectuate în colaborare cu Intreprinderea de Vagoane Arad și Institutul de Cercetare Proiectare Vagoane Arad - Colectivul de Tensometrie.

Cercetările experimentale au ca obiectiv : măsurarea stării de deformație și tensiune din carcasa autoportantă a vagonului sau din unele subansamble de vagon, în secțiunile unde s-au calculat aceste mărimi printr-o metodă de calcul. Valorile măsurate se vor compara cu cele calculate și se vor trage concluzii despre : metoda de calcul, despre rezultatele măsurătorii experimentale cât și despre aparatura utilizată.

În vederea realizării concrete a unei măsurători experimentale autorul a avut în vedere următoarele :

- alegerea corectă a aparaturii de măsură, care înseamnă luarea în considerare a parametrilor enumerați în (fig.4.1.1).
- stabilirea concretă și detaliată a programului de încercării experimentale în contextul celor precizate în (fig.4.1.2.).

Pentru măsurarea stării de deformație în vederea determinării stării de tensiune autorul a analizat principale metode de determinare experimentală a deformațiilor și tensiunilor, în contextul celor precizate în (fig.4.1.1.) și (fig.4.1.2.) . Metodele de determinare experimentală a deformațiilor și tensiunilor cunoscute și analizate de autor sunt prezentate în (fig.4.1.3.).



Pentru alegerea aparaturii necesare efectuării măsurării experimentale a deformațiilor specifice, respectiv a tensiunilor mai trebuie avut în vedere și următoarele :

- tipul deformațiilor care se dorește să se măsoare (uniaxiale, biaxiale)
- tipul încercării (statică, dinamică)
- sensibilitatea măsurătorii în [$\mu\text{m} / \text{m}$]
- lungimea bazei de măsură în [mm]
- temperatura la care se realizează încercarea [$^{\circ}\text{C}$]
- dacă se cunoaște informativ gradientul deformațiilor
- dacă se estimează direcția tensiunilor principale

Analizând metodele de determinare experimentală a deformațiilor și tensiunilor prezentate în (fig.4.1.3.) și ținând seama de specificul aplicării acestora la structura de rezistență a vagonului autorul a ales următoarele metode de investigare experimentală :

- tensometria electrică rezistivă , ca metodă principală, pentru determinarea stării de deformație în vederea determinării valorilor tensiunii
- metoda lacurilor casante cu rășini, ca metodă auxiliară, pentru tensometria electrică rezistivă

SCHEMA PROGRAMULUI DE ÎNCERCĂRII EXPERIMENTALE

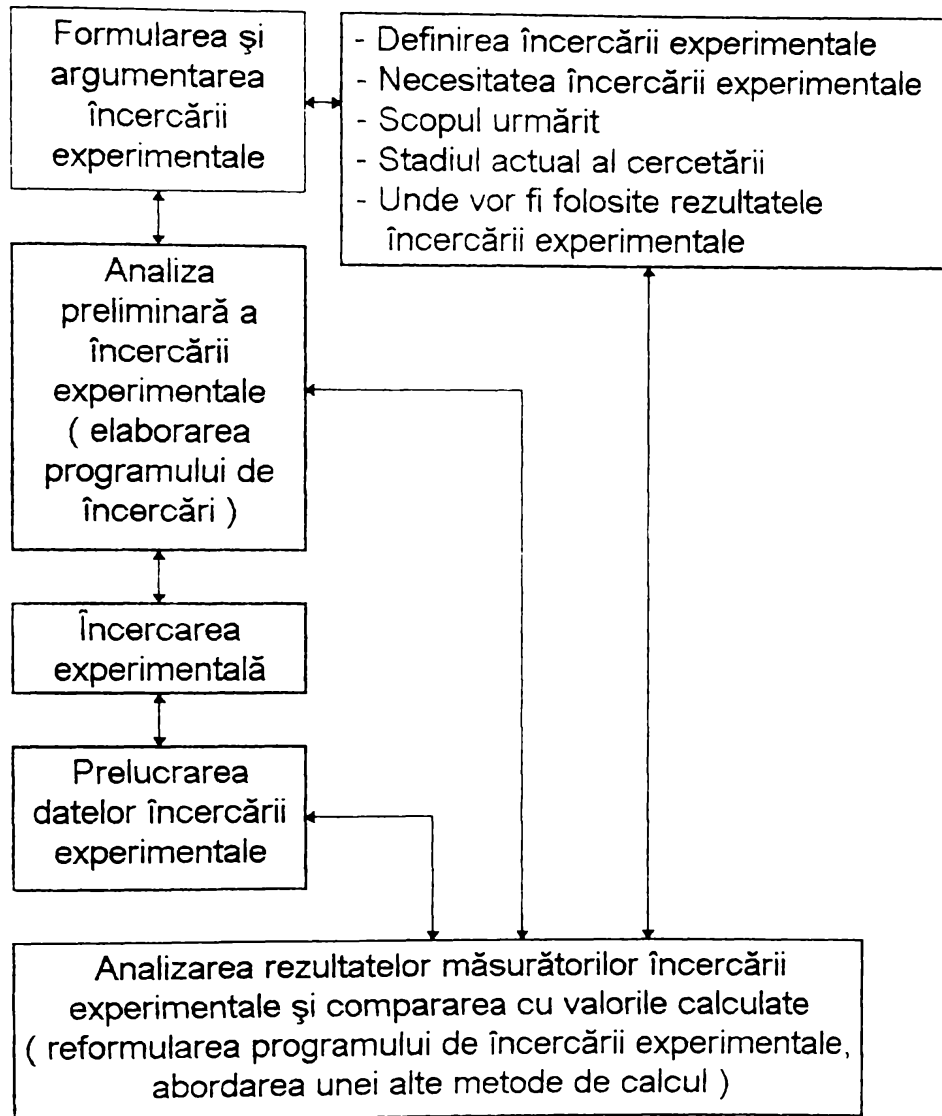


Fig.4.1.2

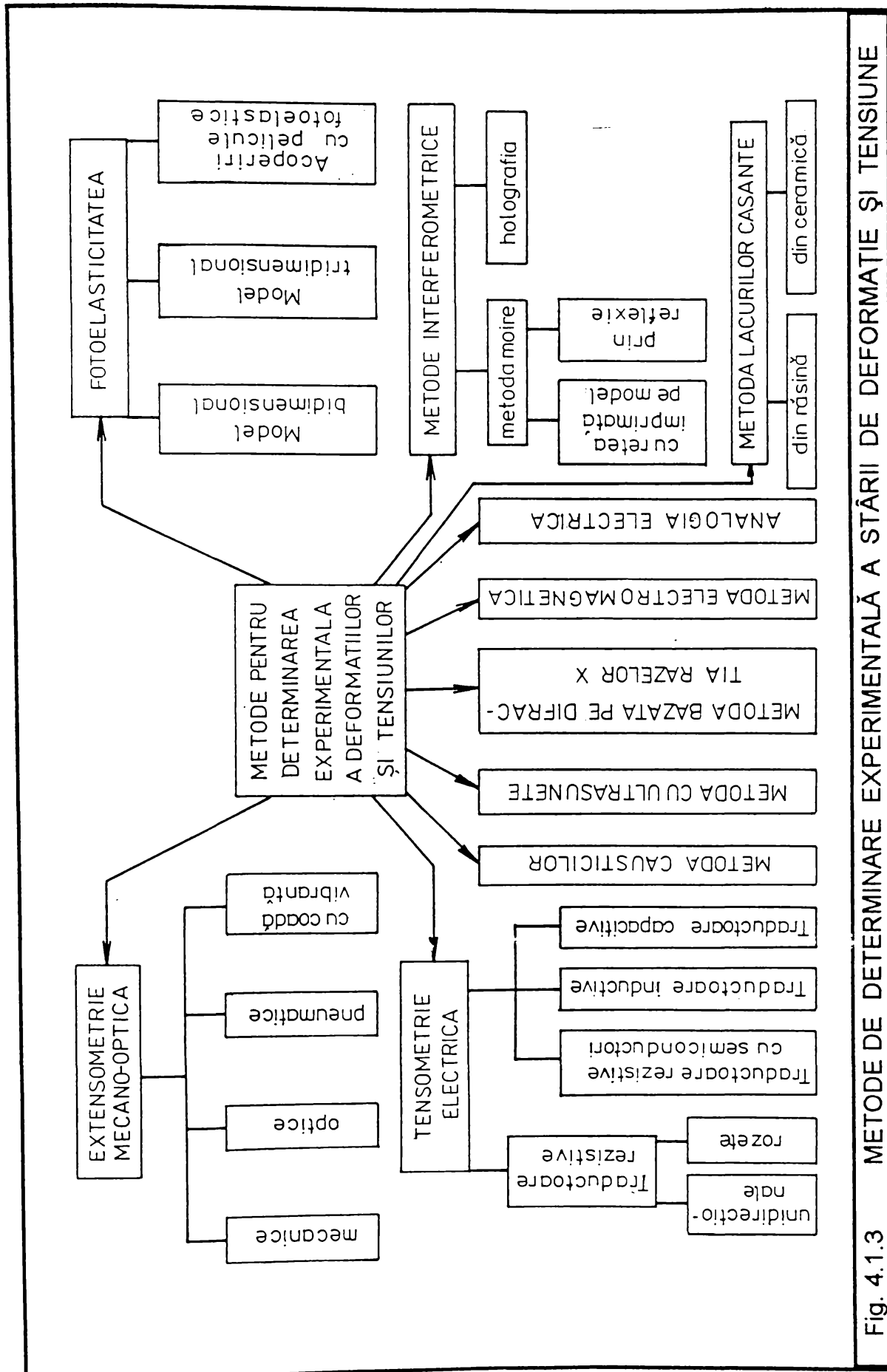
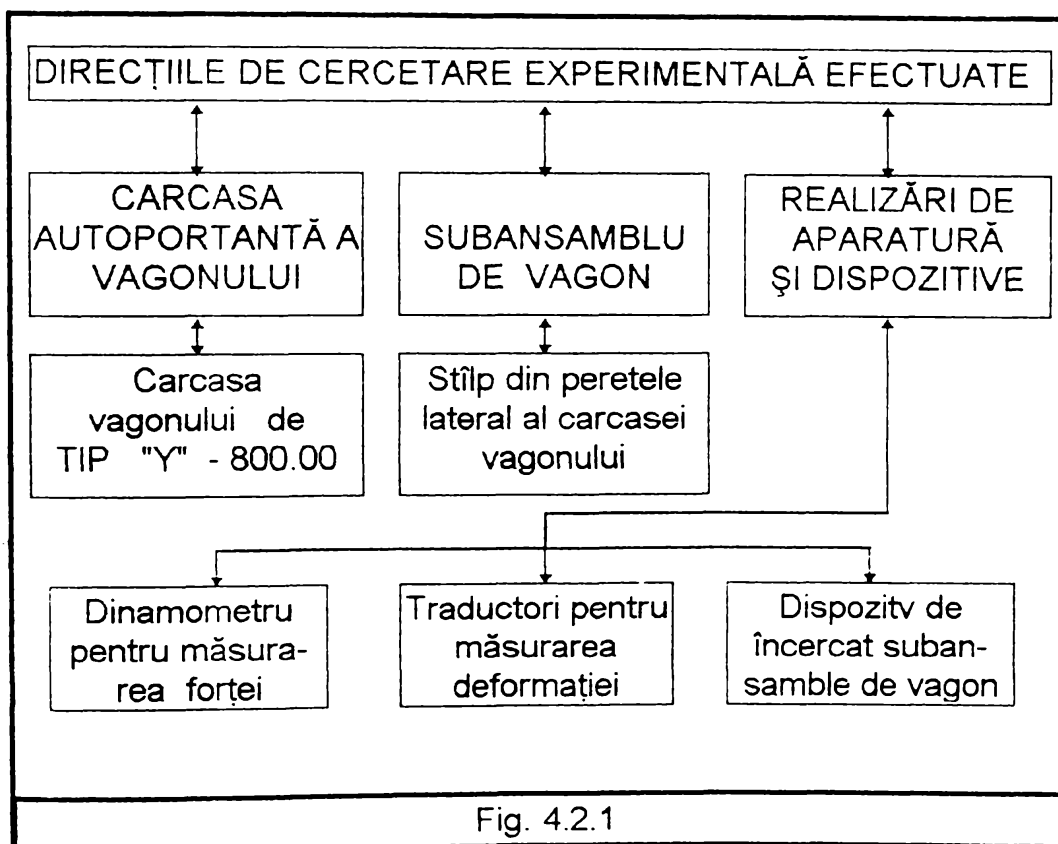


Fig. 4.1.3 METODE DE DETERMINARE EXPERIMENTALĂ A STĂRII DE DEFORMAȚIE ȘI TENSIUNE

4.2. CERCETĂRILE EXPERIMENTALE EFECTUATE

Cercetările experimentale efectuate de autor au avut următoarele direcții:

- analiza experimentală a stării de deformare și tensiune din carcasa autoportantă a vagonului
- analiza experimentală a stării de deformare și tensiune din subansamblu de vagon (stâlp perete lateral)
- realizarea de aparatură și dispozitive de măsurare și de încercare



4.2.1. ANALIZA EXPERIMENTALĂ A STĂRII DE DEFORMAȚIE ȘI TENSIUNE DIN CARCASA AUTOPORTANTĂ A VAGONULUI

Măsurătorile experimentale a stării de deformație și tensiune din carcasa autoportantă a vagonului de tip " Y " , a fost realizată în standul complex de probe statice a vagoanelor existent în dotarea Intreprinderii de Vagoane Arad, respectiv a Institutul de Cercetare Proiectare Vagoane Arad - Colectivul de Tensometrie.

Sarcinile de probă care au fost aplicate vagonului au respectat prevederile din lucrările [112]; [113]; [114];[115]; [116] din care în prezenta lucrare s-a extras numai proba cu sarcină verticală uniform distribuită pe planșeul vagonului.

Pentru realizarea măsurătorilor experimentale, carcasa autoportantă a vagonului de tip " Y " , a fost echipată cu un număr 159 de traductoare electrice rezistive, care au fost aplicate pe elementele portante principale ale carcasei vagonului [108]. Repartiția traductorilor electrice rezistivi pe subansamblele principale ale vagonului este următoarea : - șasiu 30 de TER ; - pereți laterali 112 de TER ; pereți frontali și acoperiș 17 de TER .

Extrasul referitor la modul de amplasare a traductorilor electrice rezistivi este redat în (Fig.4.2.1.1.)

Majoritatea TER au fost amplasați pe peretele lateral al vagonului, în panourile cele mai solicitate ($V \div II$) .

Amplasarea TER s-a făcut din interiorul carcasei (traductoare lipite pe scheletul carcasei), precum și din exteriorul acesteia (traductoare lipite pe învelișul de tablă)

Pentru o urmărire ușoară a stării de deformație și tensiune, s-a efectuat o numerotare adecvată a traductoarelor, atribuindu-se acestora numere consecutive dacă :

- TER sunt amplasați în aceeași secțiune transversală, fiind lipiți din exterior, respectiv din interior

- TER sunt amplasați în secțiunii simetrice ale carcasei vagonului

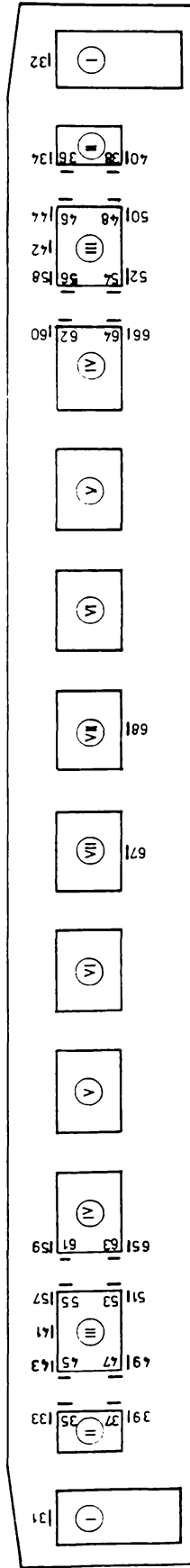
S-au efectuat trei încărcări a carcasei vagonului cu sarcină verticală uniform distribuită, cu valorile medii ale deformațiilor specifice măsurate, s-au determinat valorile tensiunilor din punctele de aplicare a TER .

Având în vedere volumul mare de calcule pentru prelucrarea valorilor măsurătorilor experimentale obținute prin tensometrie electrică rezistivă autorul a elabrat un program de calcul numit "TIMBRE" [66] .

Acest program calculează : - valoarea medie a deformațiilor specifice respectiv a tensiunii pentru fiecare punct de măsură, pe care

AMPLASAREA SI NUMEROTAREA TRADUCTOARELOR ELECTRICE
 REZISTIVE PE CARCASA VAGONULUI DE TIP "Y"

Tructoare TER lipite pe scheletul de rezistență
 a carcasei vagonului din interior



Tructoare TER lipite pe tabla carcasei
 vagonului din exterior

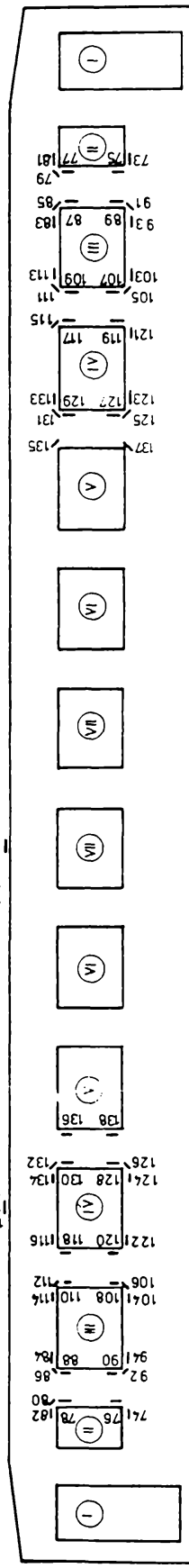


Fig. 4.2.1.1.

o compară cu valoarea tensiunii admisibile, aceasta efectuându-se pentru fiecare caz de încărcare; - semnaleză cazurile de încărcare și punctele în care este depășită valoarea tensiunii admisibile; - calculează pentru traductorii electrici rezistivi tridirecționali de tip rozetă deformațiile specifice principale, direcțiile principale, tensiunile principale și în final tensiunea echivalentă pe care o compară cu valoarea tensiunii admisibile.

Valorile modulelor tensiunilor pentru încărcarea carcasei vagonului cu sarcină verticală uniform distribuită, sunt prezentate în Tabelul Nr.1. al Anexei Nr.6. Menținând notația punctelor caracteristice pentru panoul peretelui lateral definite în (fig. 3.2.3.), în Tabelul Nr. 4.2.2.1. sunt prezentate valorile medii ale modulelor tensiunilor (extras din Anexa Nr.6).

Simultan cu măsurătorile electrotensometrice, au fost efectuate și măsurătorile experimentale ale deplasărilor pe verticală a punctelor semnificative ale peretelui lateral, respectiv ale șasiului vagonului. Valorile deplasărilor pe verticală măsurate sunt redată în Tabelul Nr. 4.2.1.2.

Tabelul Nr. 4.2.1.1.							
Valorile medii ale modulelor tensiunilor din panourile structurii vagonului măsurate experimental [N / mm ²]							
Punctul caracteristic	NUMĂRUL PANOULUI						
	VII	VI	V.	IV	III	II	I
	Tensiunea medie	Tensiunea medie	Tensiunea medie	Tensiunea medie	Tensiunea medie	Tensiunea medie	Tensiunea medie
CSS K	-	-	-	71.73	43.63	12.97	-
CSM K	-	-	-	-	12.00	-	7.15
CSD K	-	-	-	97.57	28.10	-	-
CSES K	28.00	-	-	-	-	-	-
ÇIS K	-	-	-	79.58	45.90	23.35	-
ÇIM K	-	-	-	-	-	-	-
CID K	-	-	-	88.43	54.1	-	-
CIEJ K	22.3	-	22.3	-	39.7	-	-
SSS K	-	-	-	87.83	59.43	11.00	-
SSJ K	-	-	-	113.37	105.38	19.8	-
SDS K	-	-	-	78.56	25.53	-	-
SDJ K	-	-	113.35	105.13	19.4	-	-

Tabelul Nr. 4.2.1.2.									
VALORILE DEPLASĂRILOR MĂSURATE EXPERIMENTAL									
X _{mas} [mm]	0	2200	3500	4000	6000	8000	8500	10200	12100
X _{calc} [mm]	0	2211	3546	4131	6051	7971	8470	10200	11990
Deplasarea după axa Y [mm]	-11.4	-10.8	-9.03	-8.5	-5.8	-3.8	-3.2	-2.4	-2.6

4.2.2. ANALIZA EXPERIMENTALĂ A STĂRII DE DEFORMAȚIE ȘI TENSIUNE DIN SUBANSAMBLUL DE VAGON

Autorul a efectuat un studiu asupra stării de deformare și tensiune dintr-un subansamblu de vagon. A fost ales un stâlp din peretele lateral al vagonului, datorită importanței pe care îl are acesta în structură de rezistență a vagonului. Acest aspect a fost subliniat de majoritatea metodelor de calcul, (vezi cap.2), o parte din acestea acordă importanța cea mai mare, calculului de rezistență a stâlpului, deoarece rigiditatea stâlpului peretelui lateral al vagonului are o influență hotărâtoare asupra întregii rigidități a carcasei autoportante a vagonului.

Studiul s-a efectuat pe un model de stâlp din peretele lateral al vagonului de tip " Y ". Modelul de stâlp reprezintă o porțiune din peretele lateral al vagonului cuprins între două geamuri consecutive, fără elementele acoperișului și șasiului, situate în apropierea axei longitudinale a vagonului. Pentru execuția acestui model de stâlp au fost utilizate desenele de execuție a carcasei vagonului de tip " Y " fabricate de Întreprinderea de Vagoane Arad. Modelul de stâlp a fost executat la scara 1 : 1, (model real), acesta fiind cel prezentat în (fig.3.4.1.)

În secțiunile extreme a centurii inferioare, respectiv ale centurii superioare a stâlpului, s-au sudat platbenzi de consolidare și urechi de fixare - încărcare în care sunt executate găuri pentru realizarea conexiuni cu furcile de încărcare sau cu dinamometrele de măsurare a forțelor. Platbenzile de consolidare realizează distribuția încărcării la toate elementele componente ale centurilor. Centrele găurilor din urechile de fixare - încărcare sunt realizate în dreptul centrului de greutate ale profilelor componente a centurilor.

Pentru realizarea încărcărilor modelului de stâlp, s-a utilizat dispozitivul de încercat subansamble de vagon DPL- 00 (fig.4.2.3.22.)

Forțele de încărcare s-au realizat prin intermediul șuruburilor de forță a dispozitivului DPL- 00, iar pentru măsurarea forțelor s-au utilizat dinamometre electrotensiometrice în funcție de valoarea intensității acesteia.

Au fost utilizate următoarele tipuri de dinamometre .

- U-1 - de fabricație Hottinger Baldwin Messtechnik având domeniul de măsură de la 0 ÷ 100 kN

- CFB-30 - de fabricație - I.C.P.T.C.M. - București cu domeniul de măsură de la 0 ÷ 300 kN

- dinamometru pentru măsurarea forței pe trei direcții ortogonale DMF3DO-1 (fig.4.2.3.1.), având următoarele domenii de măsură :

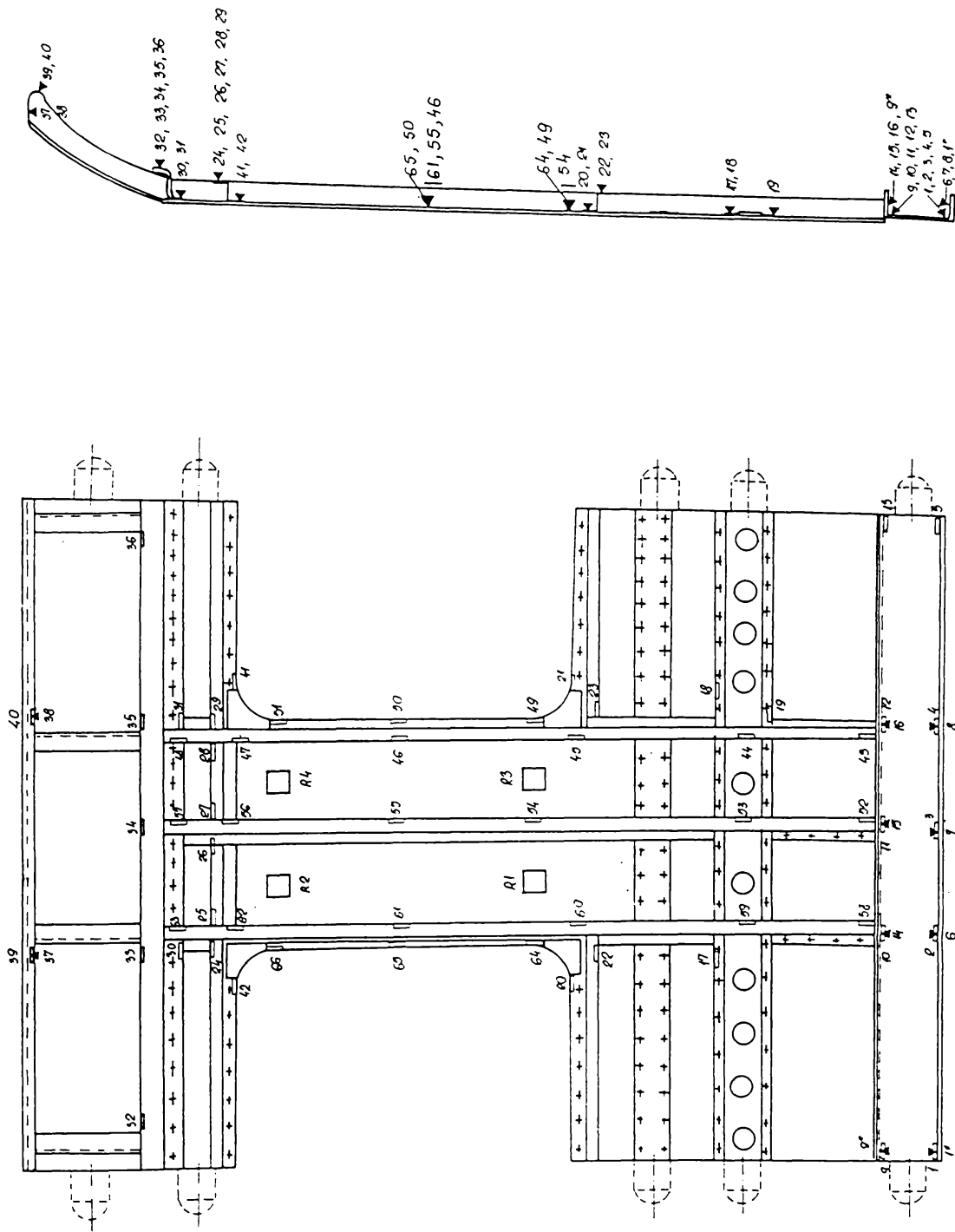


Fig. 4.2.2.1

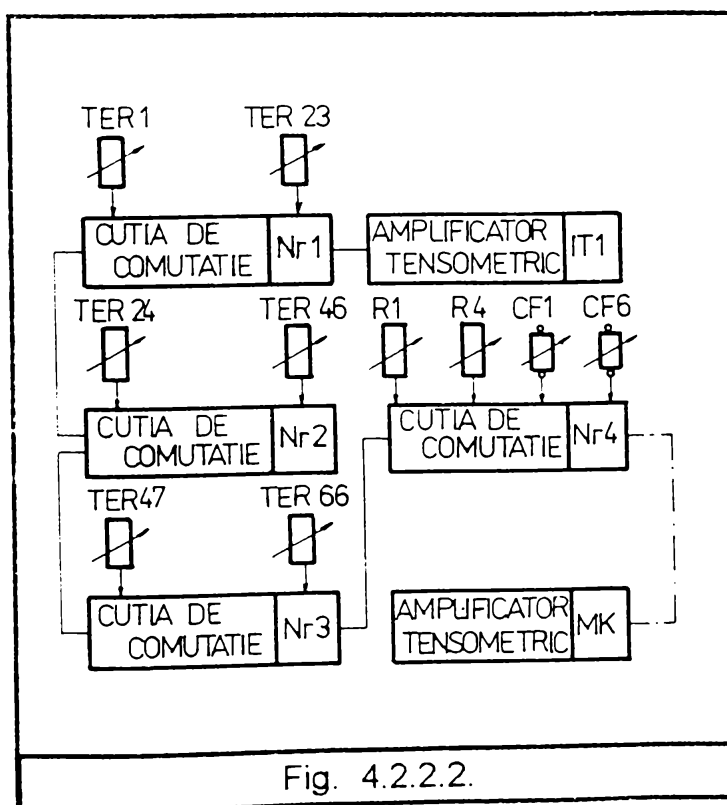
0 ÷ 100 kN pentru solicitări axiale ; 0 ÷ 20 kN respectiv 0 ÷ 10 kN pentru solicitări aplicate pe direcție transversală

În vederea realizării analizei experimentale a stării de deformare și tensiune din stâlpul considerat, pe acesta s-au amplasat un număr de 66 traductori electrici rezistivi unidirecționali și 4 traductori electrici rezistivi tridirecționali de tip rozetă (6/120 - RY11) de fabricație Hottinger Baldwin Messtechnik .

Traductorii electrici rezistivi au fost aplicați pe elementele portante ale stâlpului, în fibrele extreme ale acestuia, în secțiunile și punctele unde se calculează tensiunile. Traductori electrici rezistivi unidirecționali au fost aplicați în general, pe profilele stâlpului, având orientarea după axa longitudinală a profilului, iar traductori electrici rezistivi tridirecționali de tip rozetă au fost aplicați pe tabla stâlpului, punctele de aplicare fiind centrele elementelor finite plane, în care a fost discretizat panoul de tablă.

Modul de amplasare a traductorilor electrici rezistivi este prezentat în (fig.4.2.2.1.)

Conectarea traductorilor electrici rezistivi la instalația tensometrică de măsură utilizată este prezentată în schema bloc din (fig.4.2.2.2.). Semnificația notațiilor din (fig.4.2.2.2.) este :



- TER1 ÷ TER66 -
Traductori electrici rezistivi unidirecționali având numărul 1 ÷ 66

- R1 ÷ R4 -
Traductori electrici rezistivi tridirecționali de tip rozetă având numărul 1 ÷ 4

- CF1 ÷ CF6 -
Dinamometre electro-tensiometrice pentru măsurarea forțelor având numărul 1 ÷ 6

Pentru măsurarea deplasărilor liniare ale stâlpului, s-au utilizat comparatoare cu o precizie de 0,01 mm,

având suport magnetic, modul de amplasare al acestora pentru fiecare caz de încărcare este prezentat în (fig.4.2.2.3.)

Înainte de efectuarea propriu-zisă a măsurătorilor, pentru fiecare caz de încărcare, s-au realizat câteva cicluri de încărcare - descărcare pentru a verifica lanțul de măsură, corectitudinea încărcării / rezemării și repetabilitatea măsurătorii.

S-au efectuat 5 cazuri de încărcare, pentru cazurile Nr.1 : Nr.4, stâlpul este rezemat / articulată în centura inferioară, încărcările fiind aplicate pe centura superioară, iar pentru cazul Nr.5 stâlpul este rezemat / articulată în centura superioară, încărcările fiind aplicate pe centura inferioară (fig.4.2.2.3.). Aceste cazuri de încărcare sunt :

- Cazul de încărcare Nr.1 - (fig.4.2.2.3.a.) - constă în aplicarea unei forțe de tracțiune pe centura superioară, în extremitatea din dreapta, prin intermediul dinamometrului de forță D 1. S-au realizat trei trepte de încărcare : $F_1 = 10 \text{ kN}$; $F_1 = 20 \text{ kN}$; $F_1 = 30 \text{ kN}$

- Cazul de încărcare Nr.2 - (fig.4.2.2.3.b.) - constă în aplicarea unei forțe de tracțiune pe centura superioară, în extremitatea din stânga, prin intermediul dinamometrului de forță D 1. S-au realizat trei trepte de încărcare : $F_2 = 10 \text{ kN}$; $F_2 = 20 \text{ kN}$; $F_2 = 30 \text{ kN}$

- Cazurile de încărcare Nr.3 și Nr.4 - (fig.4.2.2.3.c.), constau în aplicarea unui cuplu de forțe pe centura superioară, prin intermediul dinamometrelor de forță D 1 și D 2. Sensul cuplului de forță pentru cazul de încărcare Nr.3 este în sens trigonometric, iar pentru cazul de încărcare Nr.4, sensul cuplului de forță, este în sens invers trigonometric. S-au realizat două trepte de încărcare : $F_3 = 10 \text{ kN}$; $F_3 = 15 \text{ kN}$;

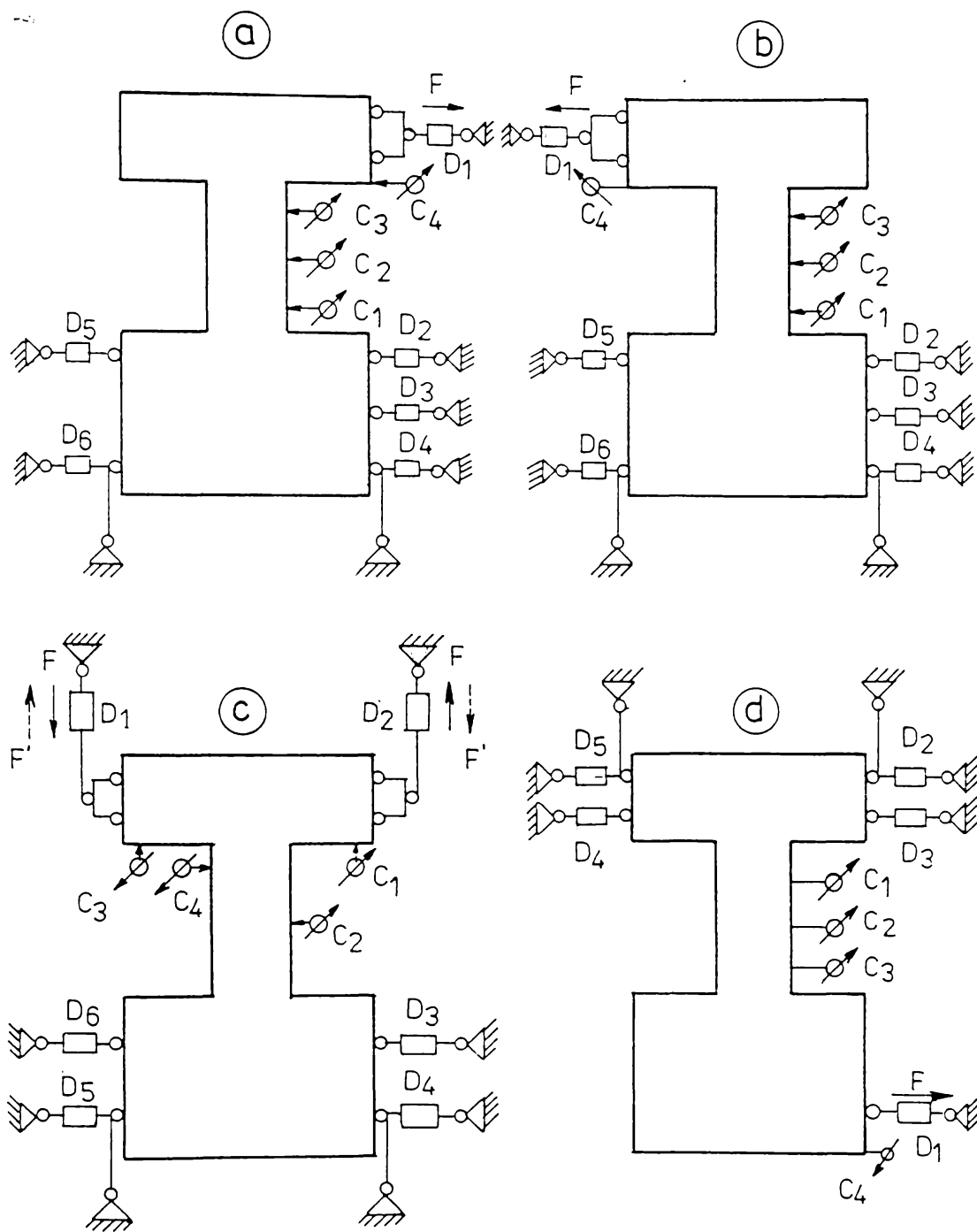
- Cazul de încărcare Nr.5 - (fig.4.2.2.3.d.) - constă în aplicarea unei forțe de tracțiune pe centura inferioară, în extremitatea din dreapta a panoului, prin intermediul dinamometrului de forță D 1. S-au realizat două trepte de încărcare : $F_5 = 10 \text{ kN}$; $F_5 = 20 \text{ kN}$;

Fiecare caz și treaptă de încărcare, a fost efectuată de câte trei ori, înregistrând de fiecare dată valorile deformațiilor specifice în punctele de aplicare a traductorilor electrice rezistivi și a deplasărilor liniare în punctele de aplicare a comparatoarelor . Valorile medii ale deplasărilor liniare ale punctelor semnificative ale stâlpului sunt redate în Tabelul Nr. 4.2.2.1.

Utilizând valorile medii ale deformațiilor specifice s-au calculat valorile tensiunilor din punctele de aplicare a traductorilor electrice rezistivi, ale căror valori sunt prezentate în [69], respectiv în Tabelul Nr. 2. al Anexei Nr. 6.

În Tabelul Nr. 4.2.2.2. se prezintă extrasul valorilor medii a modulelor tensiunilor măsurate experimental din punctele de aplicare a

CAZURILE DE ÎNCĂRCARE ALE STĂLPULUI



$C_1 \div C_4$ - Comparatoare pentru măsurarea deplasărilor liniare
 $D_1 \div D_6$ - Dinamometre pentru măsurarea forțelor

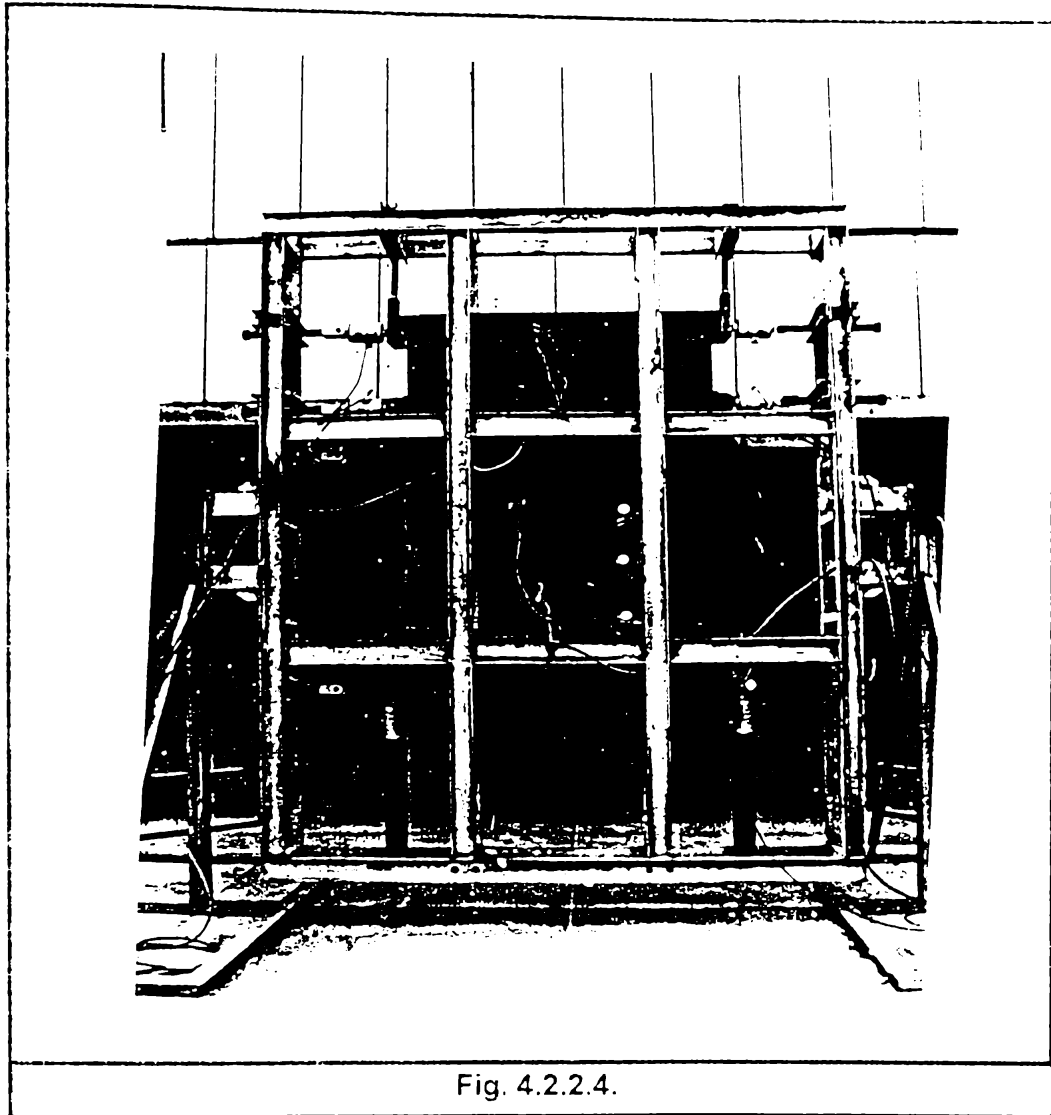
Fig. 4.2.2.3.

traductorilor electrici rezistivi care sunt amplasați pe elementele de suprafață definite în (Fig. 3.4.3.)

O imagine de ansamblu a stâlpului montat în dispozitivul de încercare, pentru cazul de încărcare Nr.3, este arătat în (fig.4.2.2.4.)

Tabelul Nr. 4.2.2.1.									
VALORILE DEPLASĂRILOR STĂLPULUI MĂSURATE EXPERIMENTAL									
Cazul de încărcare	Valoarea forței [N]	Valorile deplasărilor citite la comparatoare							
		C 1		C 2		C 3		C 4	
		μmm	mm	μmm	mm	μmm	mm	μmm	mm
	10000	17	0.17	24	0.24	28	0.28	55	0.55
Nr.1	20000	31	0.31	55	0.55	65	0.65	115	1.15
	30000	45	0.45	80	0.8	100	1.0	180	1.8
Nr.2	30000	50	0.5	76	0.76	97	0.97	175	1.75
	10000	58	0.58	97	0.97	64	0.64	30	0.3
Nr.3	15000	120	1.2	20	0.2	126	1.26	65	0.65
	10000	60	0.6	10	0.1	70	0.7	29	0.29
Nr.4	15000	122	1.22	19	0.19	130	1.3	68	0.68
	10000	160	0.16	25	0.25	35	0.35	55	0.55
Nr.5	20000	300	0.3	55	0.55	80	0.8	120	1.2

Tabelul Nr. 4.2.2.2.						
Valorile medii ale modulelor tensiunilor masurate experimental din stâlp [N / mm ²]						
Nr. TER	Numărul suprafeței de calcul	Încărcarea Nr. 1	Încărcarea Nr. 2	Încărcarea Nr. 3	Încărcarea Nr. 4	Încărcarea Nr. 5
42	1	7.4	4.2	100.4	105.0	91.4
24	2	25.2	25.2	41.0	67.2	47.3
66	3	10.5	11.6	145.5	157.5	123.9
65	4	63.0	71.4	106.1	103.4	67.2
64	5	126	115.5	106.1	113.4	46.2
60	6	94.5	87.8	58.8	53.6	11.0
20	7	65.7	100.8	71.4	44.1	12.6
41	8	10.5	15.8	112.4	111.3	86.1
29	9	13.0	16.8	65.1	55.7	48.3
51	10	27.3	31.5	157.5	149.1	117.6
50	11	97.3	75.6	118.0	105.0	58.8
49	12	136.5	142.8	85.6	88.4	47.3
45	13	75.1	77.3	54.2	57.3	21.0
21	14	95.6	94.2	50.3	44.1	12.1



4.2.3. REALIZAREA DE APARATURĂ ȘI DISPOZITIVE DE MĂSURĂ ȘI ÎNCERCARE

4.2.3.1. DINAMOMETRU PENTRU MĂSURAREA FORȚEI PE TREI DIRECȚII ORTOGONALE (DMF3DO - 1)

Acuratețea măsurătorilor experimentale este tributară realizării corecte a modului de încărcare, care să respecte ipotezele acceptate în calculul teoretic, care în general sunt dificil de realizat.

Pentru a avea un control eficient asupra modului de aplicare a forței, autorul a proiectat executat și încercat experimental un dinamometru pentru măsurarea forței pe trei direcții ortogonale (DMF3DO - 1) care este capabil să măsoare cu sensibilitate ridicată, simultan și independent, componentele pe trei direcții ortogonale ale unei forțe aplicate în regim static sau dinamic.

Principiul de măsură al dinamometrului DMF3DO - 1, constituie obiectul brevetului de invenție al autorului [60]; [71].

Dinamometrul DMF3DO - 1 are o formă simplă, de grindă de secțiune dreptunghiulară [71], în care este realizat un decupaj ovalizat, în scopul măririi sensibilității respectiv pentru realizarea părții active a traductorului (fig.4.2.3.1.)

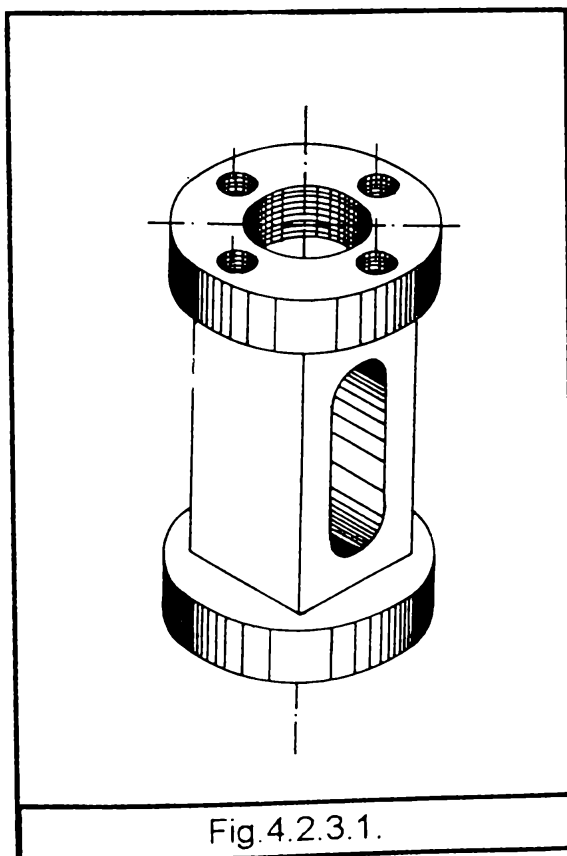


Fig.4.2.3.1.

În secțiunea de mijloc a părții active a DMF3DO - 1, s-au aplicat 12 traductori electrici rezistivi unidirecționali (TER), cu aceștia s-au realizat trei punți de măsură Wheastone independente, corespunzătoare celor trei direcții ale componentelor forței.

Modul de amplasare a (TER), în secțiunea activă a DMF3DO - 1 este prezentat în (fig.4.2.3.2.a.), unde fiecare TER este notat cu o cifră și o literă. Cifra indică numărul TER din puntea de măsură, iar litera precizează puntea de măsură a componentei forței.

În (fig.4.2.3.2.b.) se prezintă schema desfășurată de amplasare a TER pe fețele laterale a dinamometrului.

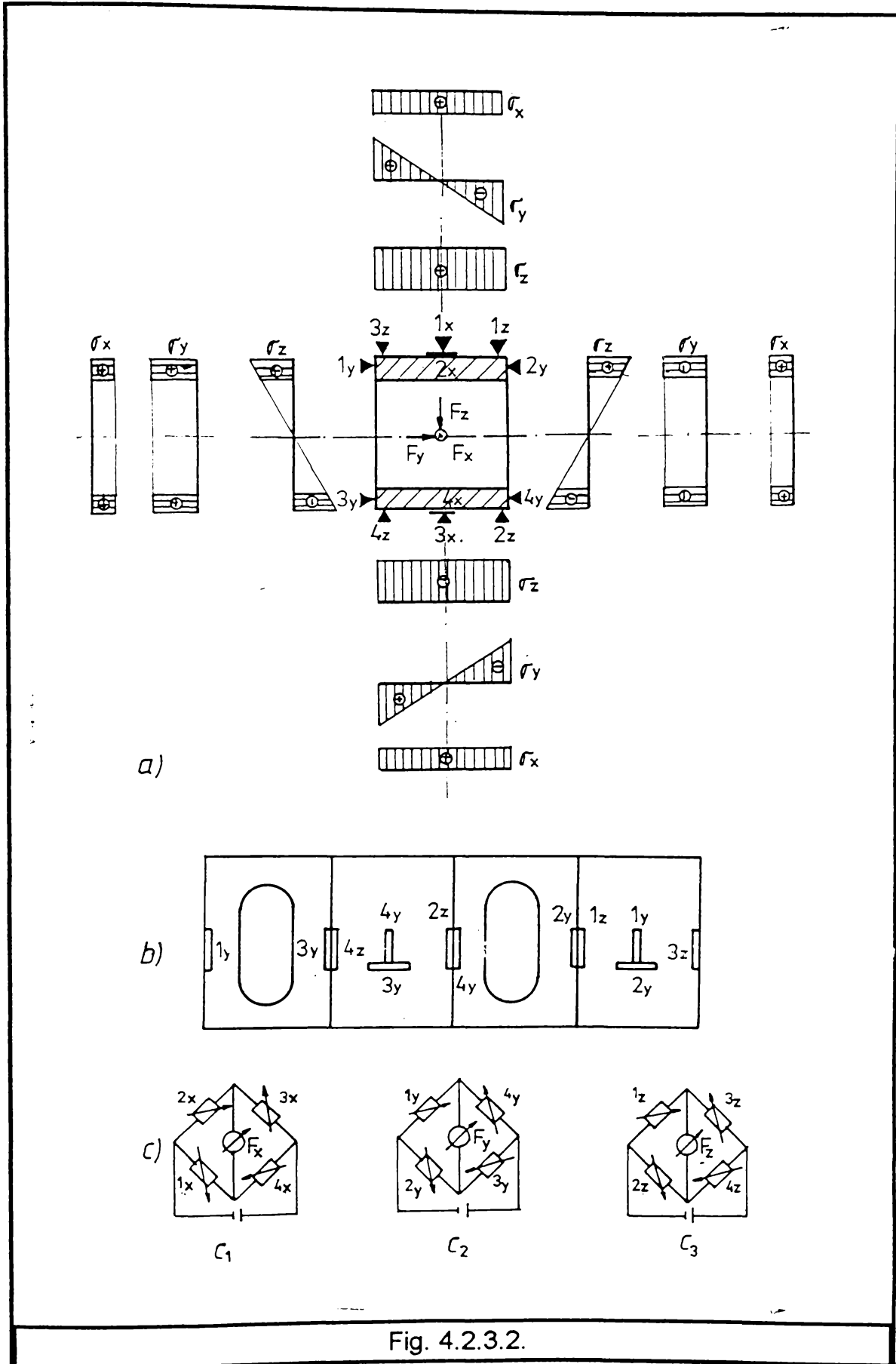


Fig. 4.2.3.2.

Notând cu : $R_{1i}, R_{2i}, R_{3i}, R_{4i}$, valorile rezistențelor TER, a celor trei punți de măsură Wheastone independente (fig.4.2.3.2.c.) , se formează pentru $i = x, y, z$ montajele pentru componentele forțelor F_x, F_y, F_z .

Aceste punți de măsură sunt :

- puntea pentru măsurarea componentei F_x (fig.4.2.3.2.c1.)
- puntea pentru măsurarea componentei F_y (fig.4.2.3.2.c2.)
- puntea pentru măsurarea componentei F_z (fig.4.2.3.2.c3.)

Prin aplicarea forței F , în fiecare punte de măsură se va produce o variație a rezistențelor TER, în toate brațele punții respective.

Variația tensiunii pe diagonala punții de măsură ΔU_0 conform [27], [30], [82], [102], [103], în situația unei punți inițial echilibrate și neglijării factorului de neliniaritate, are expresia :

$$\Delta U_0 = U \cdot \frac{R_1 \cdot R_4}{(R_1 + R_4)^2} \cdot \left[\frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_4}{R_4} \right] \quad (4.1.)$$

unde : - U - tensiunea de alimentare a punții

- $R_1 ; R_2 ; R_3 ; R_4$ valorile rezistențelor TER, a punții de măsură

Conform relației (4.1.), variația de rezistență în același sens a TER - din două brațe alăturate determină o creștere a semnalului dat de punte, respectiv variația de rezistență în același sens a TER - din două brațe opuse determină o micșorare a semnalului dat.

Întrucât variația rezistenței TER este proporțională cu variația deformației, respectiv cu variația tensiunii din secțiunea dinamometrului, în (fig.4.2.3.2.a.) se prezintă diagramele de variație a tensiunilor pe fiecare latură a elementului elastic a dinamometrului. Din acestea, rezultă modul de variație a rezistențelor din fiecare punct de măsură la acțiunea componentelor F_x, F_y, F_z ale forței F .

$$\text{În general : } R_1 = R_2 = R_3 = R_4 \quad (4.2.)$$

prin înlocuirea relației (4.2.) în relația (4.1.), rezultă :

$$\Delta U_0 = K_1 \cdot (\Delta R_1 + \Delta R_3 - \Delta R_2 - \Delta R_4) \quad (4.3.)$$

$$\text{unde : } K_1 = \frac{1}{4R} \cdot U \quad (4.4.)$$

Având în vedere că variația de rezistență ΔR , se poate exprima în funcție mărimea deformației specifice ϵ , :

$$\Delta R_i = R_i \cdot k \cdot \varepsilon_i \quad [27], [82] \quad \text{pentru } i = 1, 2, 3, 4 \quad (4.5.)$$

unde : $k = 1 + 2\mu + E$ - coeficient de tensosensibilitate

înlocuind (4.5.) în (4.3.) și ținând seama de (4.2.) se obține :

$$\Delta U_0 = K_1 \cdot k (\varepsilon_1 + \varepsilon_3 - \varepsilon_2 - \varepsilon_4) \quad (4.6.)$$

Considerând că dinamometrul DMF3DO - 1 este solicitat succesiv numai cu una din componentele F_x ; F_y ; F_z ale forței F , variația tensiunii pe diagonala punții de măsură ΔU_0 , măsurată de cele trei punți, va avea valorile :

a.) - Prin solicitarea numai cu F_x în toată secțiunea dinamometrului se produc deformațiile specifice

$$\varepsilon = \frac{F_x}{EA}$$

Deformațiile specifice în punctele de amplasare a TER au valorile :

Puntea de măsură pt.	Deformația specifică măsurată de TER _i			
	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4
Direcția X	ε	$-\mu\varepsilon$	ε	$-\mu\varepsilon$
Direcția Y	ε	ε	ε	ε
Direcția Z	ε	ε	ε	ε

Înlocuind valorile deformațiilor specifice, în relația (4.6.) se obține valoarea variației tensiunii ΔU_0 , măsurată de fiecare punte de măsură :

- puntea pentru măsurarea componentei F_x

$$(\Delta U_0)_{F_x} = 2 \cdot k \cdot K_1 \cdot (1 + \mu) \cdot \varepsilon \quad (4.7.)$$

- puntea pentru măsurarea componentei F_y

$$(\Delta U_0)_{F_y} = 0 \quad (4.8.)$$

- puntea pentru măsurarea componentei F_z

$$(\Delta U_0)_{F_z} = 0 \quad (4.9.)$$

b.) - Prin solicitarea numai cu F_y în fibrele extreme ale secțiunii dinamometrului se produc deformațiile specifice

$$\varepsilon = \frac{F_y \cdot l}{E \cdot w_y}$$

Deformațiile specifice în punctele de amplasare a TER au valorile :

Puntea de măsură pt.	Deformația specifică măsurată de TER _i			
	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4
Direcția X	0	0	0	0
Direcția Y	ε^*	$-\varepsilon^*$	ε^*	$-\varepsilon^*$
Direcția Z	$-\varepsilon^*$	$-\varepsilon^*$	ε^*	ε^*

Înlocuind valorile deformațiilor specifice, în relația (4.6.) se obține valoarea variației tensiunii ΔU_0 , măsurată de fiecare punte de măsură :

- puntea pentru măsurarea componentei F_x

$$(\Delta U_0)_{F_x}^* = 0 \quad (4.10.)$$

- puntea pentru măsurarea componentei F_y

$$(\Delta U_0)_{F_y}^* = 2 \cdot k \cdot K_1 \cdot 4 \cdot \varepsilon^* \quad (4.11.)$$

- puntea pentru măsurarea componentei F_z

$$(\Delta U_0)_{F_z}^* = 0 \quad (4.12.)$$

c.) - Prin solicitarea numai cu F_z în fibrele extreme ale secțiunii dinamometrului se produc deformațiile specifice

$$\varepsilon^{**} = \frac{F_z \cdot l}{E \cdot w_z}$$

Deformațiile specifice în punctele de amplasare a TER au valorile :

Puntea de măsură pt.	Deformația specifică măsurată de TER _i			
	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4
Direcția X	ε^{**}	$-\mu\varepsilon^{**}$	ε^{**}	$-\mu\varepsilon^{**}$
Direcția Y	ε^{**}	ε^{**}	$-\varepsilon^{**}$	$-\varepsilon^{**}$
Direcția Z	ε^{**}	$-\varepsilon^{**}$	ε^{**}	$-\varepsilon^{**}$

Înlocuind valorile deformațiilor specifice, în relația (4.6.) se obține valoarea variației tensiunii ΔU_0 , măsurată de fiecare punte de măsură :

- puntea pentru măsurarea componentei F_x

$$(\Delta U_0)_{F_x}^{**} = 0 \quad (4.13.)$$

- puntea pentru măsurarea componentei F_y

$$(\Delta U_0)_{F_y}^{**} = 0 \quad (4.14.)$$

- puntea pentru măsurarea componentei F_z

$$\left(\Delta U_0 \right)''_{F_z} = 2 \cdot k \cdot K_1 \cdot 4 \cdot \varepsilon'' \quad (4.15.)$$

Din relațiile (4.7.) ÷ (4.15.) se constată că fiecare din cele trei punți de măsură dau semnal numai pentru câte o singură componentă a forței, rămânând insensibile la acțiunea componentelor care acționează după celelalte două direcții perpendiculare.

În cazul în care solicităm dinamometrul DMF3DO - 1 cu o forță care are o direcție oarecare față de axele de referință ale acestuia, în cele trei punți de măsură se va măsura un semnal proporțional cu mărimea componentelor forței după axele de referință.

Printr-o etalonare adecvată se pot determina concret valorile componentelor forțelor.

Dinamometrul DMF3DO - 1, având desenul de principiu prezentat în (fig.4.2.3.1.), realizat de autor pentru o capacitate de încărcare ($F_x = 100 \text{ kN} / F_y = 10 \text{ kN} / F_z = 20 \text{ kN}$), și a fost verificat prin calcul aplicând metoda elementului finit, [119].

Discretizarea s-a efectuat în elemente finite tridimensionale de formă paralelipipedică.

Modul de discretizare, încărcare și forma deformată pentru cele trei cazuri de încărcare este prezentat în figurile :

- (fig.4.2.3.3.a.) și (fig.4.2.3.3.b.) - modul de discretizare și forma deformată a DMF3DO - 1 la încărcarea numai cu componenta F_x
- (fig.4.2.3.4.a.) și (fig.4.2.3.4.b.) - modul de discretizare și forma deformată a DMF3DO - 1 la încărcarea numai cu componenta F_y
- (fig.4.2.3.5.a.) și (fig.4.2.3.5.b.) - modul de discretizare și forma deformată a DMF3DO - 1 la încărcarea numai cu componenta F_z

În vederea etalonării dinamometrul DMF3DO - 1, s-a utilizat o piesă intermediară de încărcare prin care distanța de la punctul de aplicare a forțelor, până în secțiunea de amplasare TER, să fie egală cu 100 mm.

Schema de principiu pentru etalonarea dinamometrul DMF3DO-1 este prezentată în (fig.4.2.3.6.)

Încărcările s-au efectuat în trepte de încărcare, mărimea treptei de încărcare, valorile deformațiilor specifice măsurate pentru fiecare treaptă de încărcare sunt prezentate în Tabelul 4.2.3.1.

Valorile deformațiilor specifice măsurate sunt comparate cu valorile calculate pentru cele trei cazuri de încărcare, pentru fiecare punte de măsură în (fig.4.2.3.7.) ; (fig.4.2.3.8.) ; (fig.4.2.3.9.)

Cu ajutorul DMF3DO - 1 se poate verifica dacă forță este aplicată corect după direcția longitudinală a dinamometrului, deoarece în acest caz, pe cele două direcții perpendiculare, forța măsurată trebuie să fie nulă.

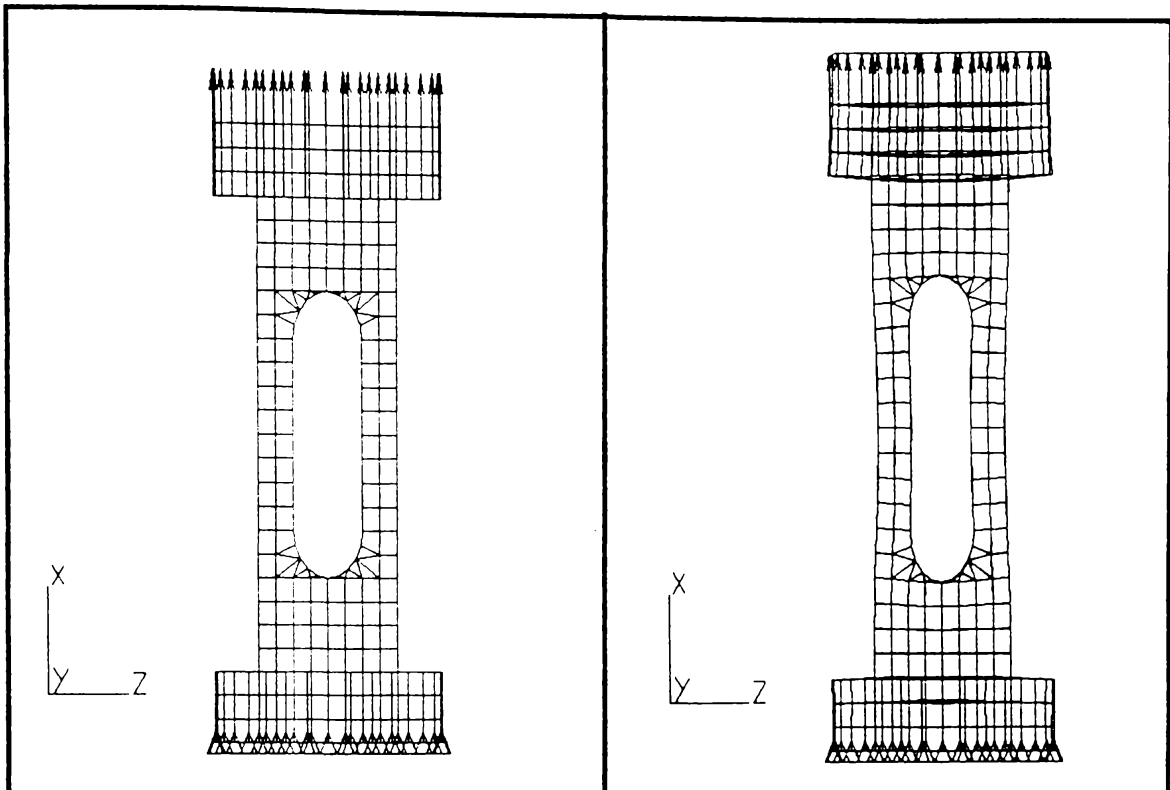


Fig..4.2.3.3.a.

Fig..4.2.3.3.b.

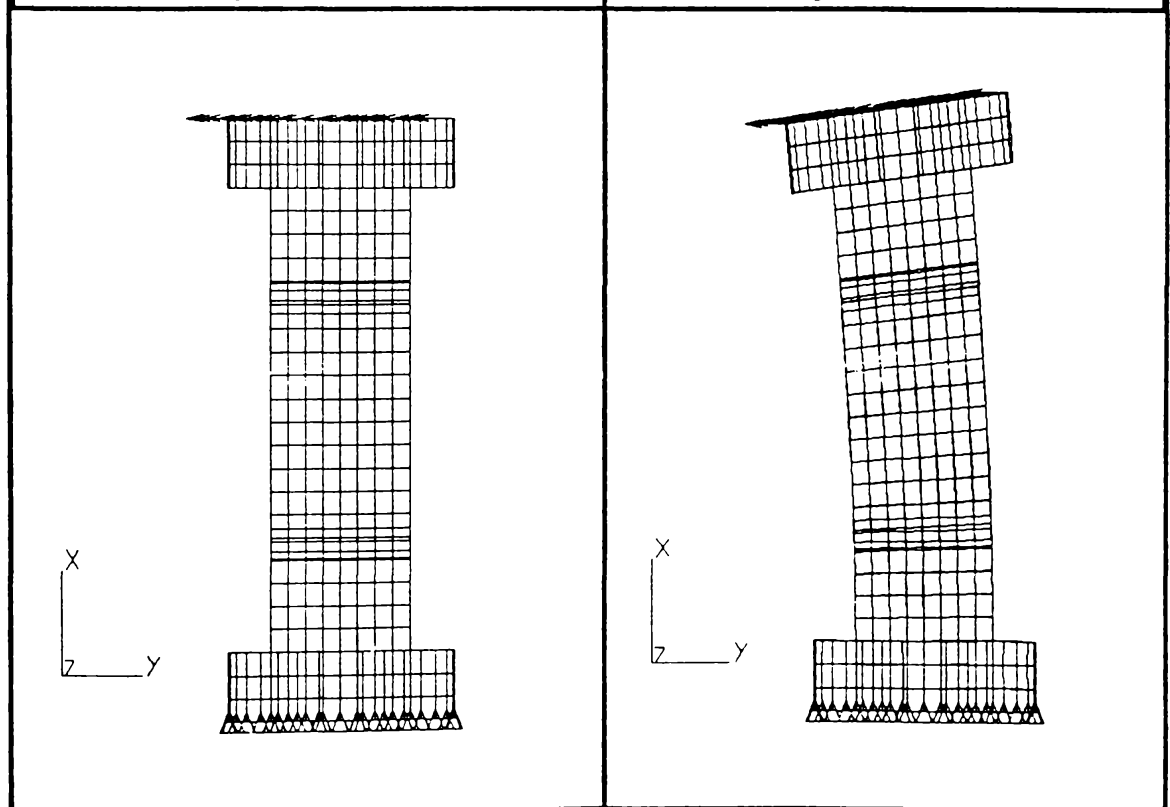
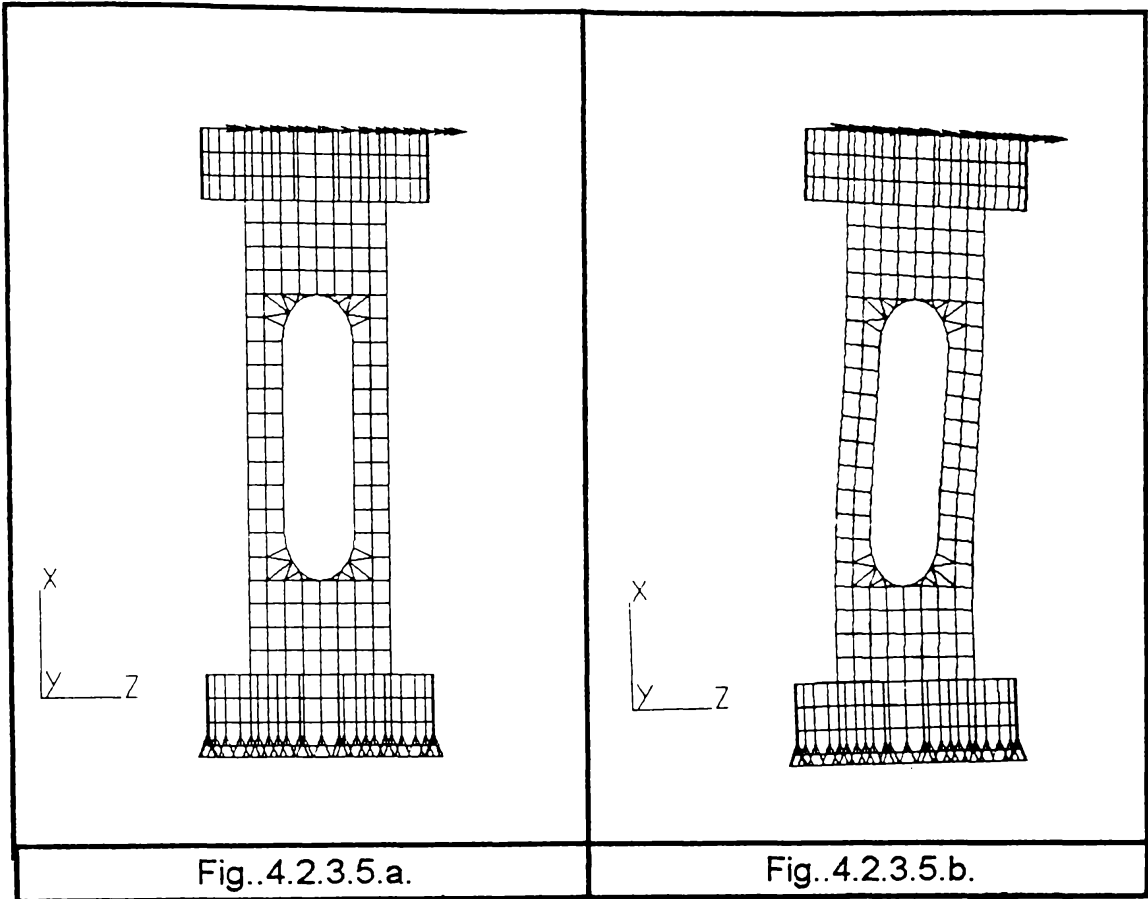


Fig..4.2.3.4.a.

Fig..4.2.3.4.b.



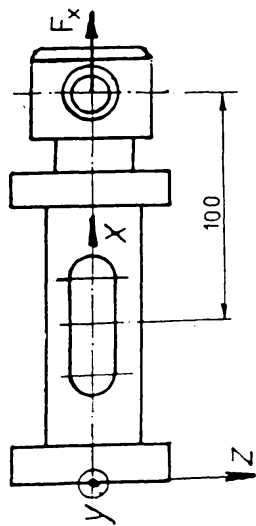
VALORILE DEFORMAȚILOR SPECIFICE ALE DINAMOMETRULUI DMF3DO - 1

Tabelul Nr. 4.2.3.1.

Solicitare de întindere după axa "x"				Solicitare de încovoiere după axa "z"				Solicitare de încovoiere după axa "y"						
F _x kN	ε _x μm / m teoretic	ε _x μm / m experim	ε _y μm / m experim	ε _z μm / m experim	F _y kN	ε _x μm / m experim	ε _y μm / m experim	ε _z μm / m teoretic	ε _z μm / m experim	F _z kN	ε _x μm / m experim	ε _y μm / m teoretic	ε _y μm / m experim	ε _z μm / m experim
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	59,5	58	0	0	1	0	0	89,3	91	2,5	2	127,5	125	6
20	119	118	1	2	2	1	2	178,6	181	5,0	4	255	252	10
30	178,5	180	4	2	3	2	9	267,9	269	7,5	8	382,5	379	15
40	238	238	4	4	4	4	16	357,2	359	10,0	10	510	511	20
50	297,5	297	5	5	5	5	20	446,5	452	12,5	10	637,5	635	32
60	357	360	8	5	6	6	26	535,8	640	15,0	15	765	762	38
70	416	419	8	9	7	9	32	625,1	630	17,5	16	892,5	889	42
80	476	476	10	10	8	12	39	714,4	720	20,0	23	1020	1010	67
90	535,5	535	11	12	9	17	41	803,7	818					
100	595	600	12	15	10	20	45	893	910					

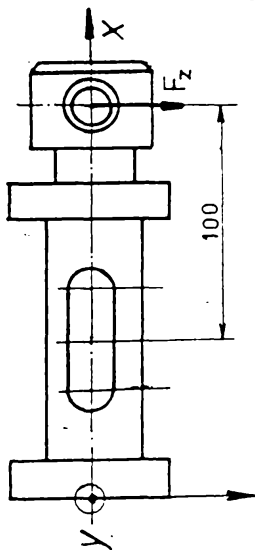
Fig. 4.2.3.6. - ETALONAREA DINAMOMETRULUI DMF3DO - 1

TRACȚIUNE - COMPRESIUNE
 $F_x = 100 \text{ kN}$
 50 kN



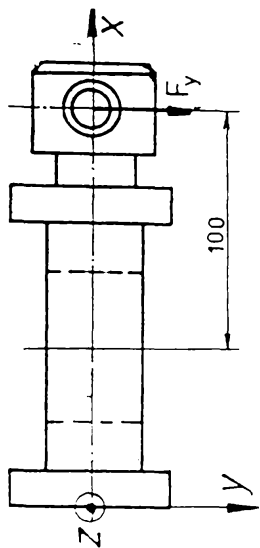
F_x [kN]	50	100
σ [N/mm ²] (calculat)	62,5	125
ϵ [$\mu\text{m} / \text{m}$] (calculat)	297,5	595
ϵ [$\mu\text{m} / \text{m}$] (măsurat)	300	600

ÎNCOVOIERE DUPĂ Y
 $F_z = 20 \text{ kN}$
 10 kN



F_y [kN]	5	10
σ [N/mm ²] (calculat)	93,75	187,5
ϵ [$\mu\text{m} / \text{m}$] (calculat)	446,4	892,8
ϵ [$\mu\text{m} / \text{m}$] (măsurat)	450	900

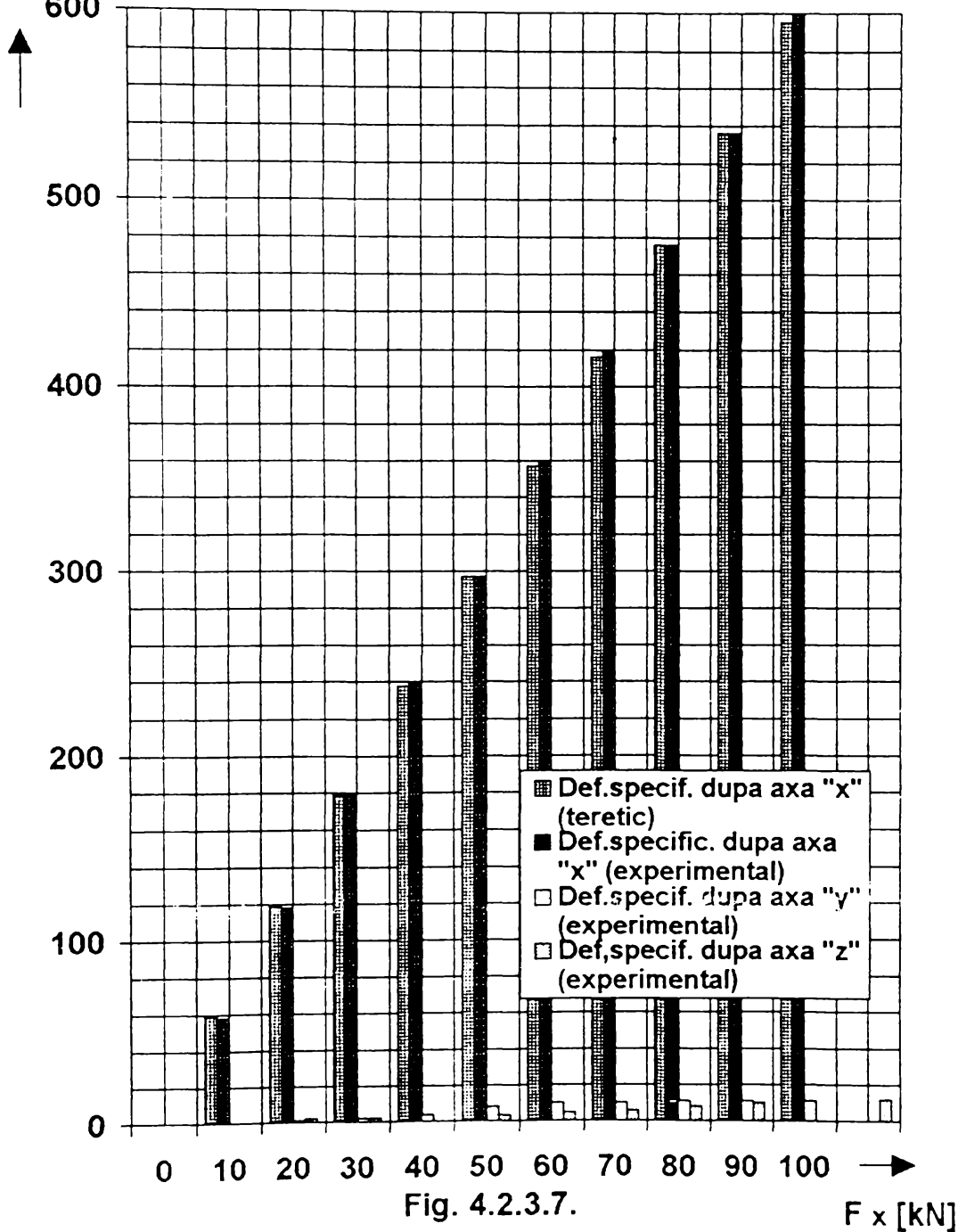
ÎNCOVOIERE DUPĂ Z
 $F_y = 10 \text{ kN}$
 5 kN



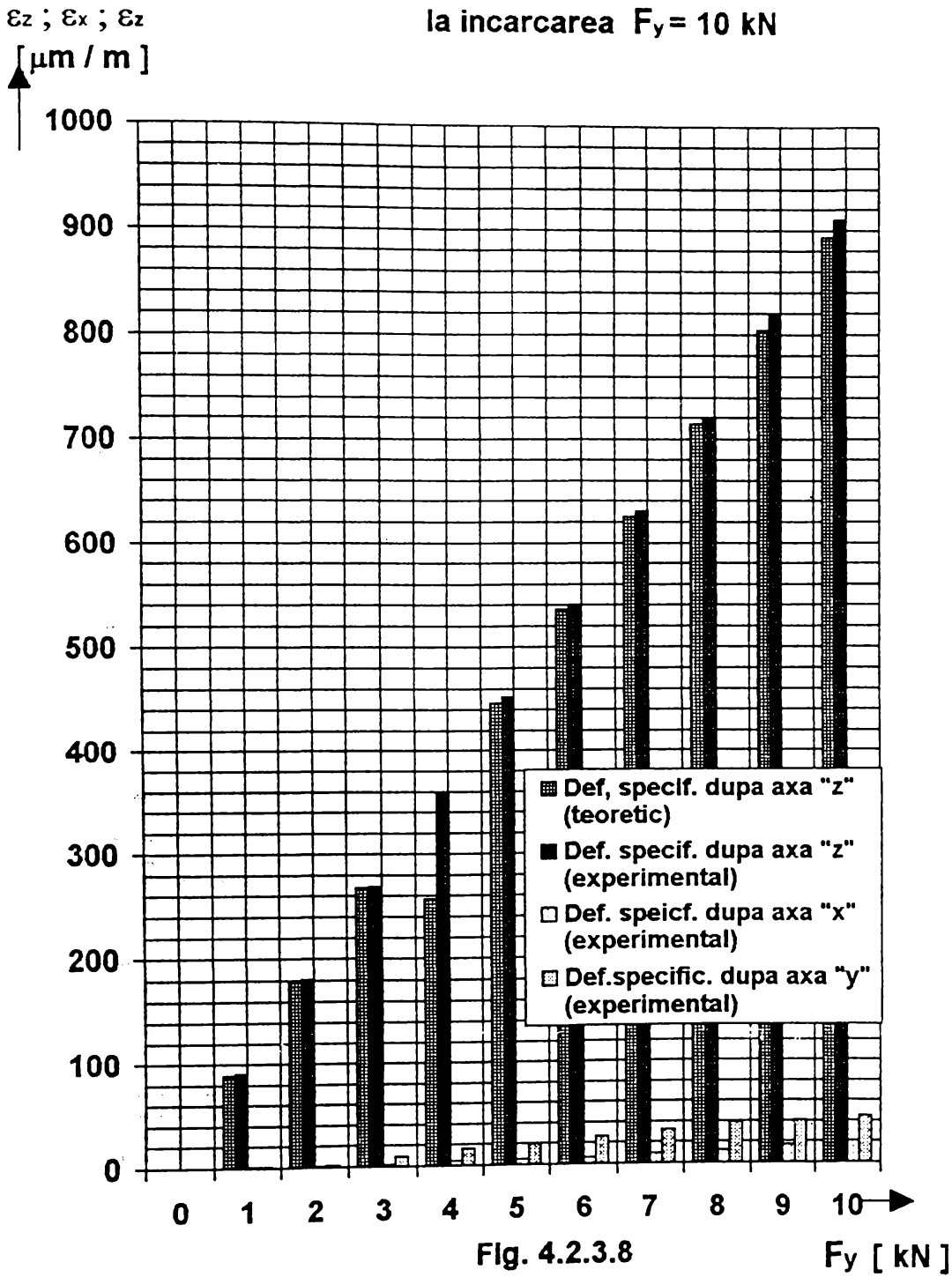
F_z [kN]	10	20
σ [N/mm ²] (calculat)	107	214,3
ϵ [$\mu\text{m} / \text{m}$] (calculat)	510	1020
ϵ [$\mu\text{m} / \text{m}$] (măsurat)	500	1010

$\epsilon_x \quad \epsilon_y \quad \epsilon_z$
 $[\mu m / m]$
 600

Deformatiile specifice ale dinamometrului DMF3DO -1
 la incarcarea $F_x = 100 \text{ kN}$



Deformatiile specifice ale dinamometrului DMF3DO -1
la incarcarea $F_y = 10 \text{ kN}$



$\epsilon_y; \epsilon_z; \epsilon_x$
[$\mu\text{m} / \text{m}$]

Deformatiile specifice ale dinamometrului DMF3DO -1 la incarcarea $F_z = 20 \text{ kN}$

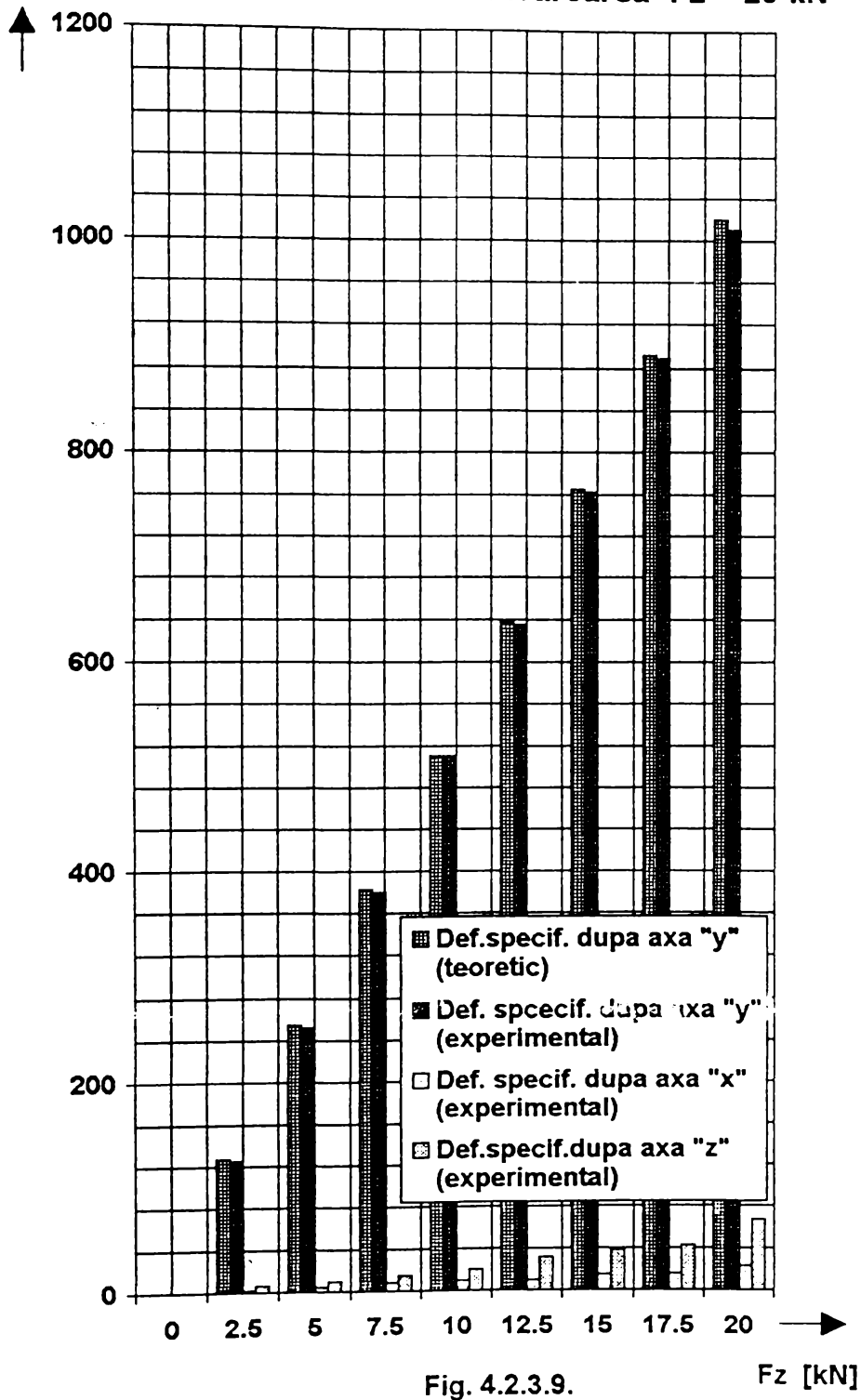


Fig. 4.2.3.9.

4.2.3.2. TRADUCTOR ELECTRIC REZISTIV REUTILIZABIL UNIDIREȚIONAL (TERRU - 1)

Se cunoaște faptul că traductorii electrici rezistivi (TER) pot fi folosiți numai pentru măsurători în locul în care aceștia au fost aplicați. Dezlipirea TER în scopul aplicării în alt loc de măsură conduce la distrugerea lui.

Având în vedere faptul că, pentru executarea TER se folosesc materiale speciale, deficitare, scumpe, materialul traductorului neputând fi reutilizat după terminarea măsurătorii, la care se adaugă și necesitatea utilizării unui adeziv special, prețul de cost al unui singur punct de măsură este ridicat.

Pentru înlăturarea acestor neajunsuri, în vederea măsurării stării de deformare și de tensiune din elementele de rezistență, autorul a conceput, a proiectat, a executat și a încercat experimental un traductor electric rezistiv reutilizabil unidirecțional (TERRU - 1).

TERRU - 1 a fost brevetat [62], iar schemă de principiu este prezentată în (fig.4.2.3.10.)

Principalele părți componente ale TERRU-1, conform (fig.4.2.3.10.) sunt : carcasa 1, corpul 2, ambele având montate la partea inferioară câte un cep 3, care vine în contact cu suprafața elementului de rezistență investigat. Modificarea valorii bazei tensometrice, definită prin distanța dintre centrele cepurilor 3, este măsurată prin variația rezistenței traductorilor electrici rezistivi unidirecționali 4, care sunt montați pe lamelele elastice 5, acestea sunt fixate la partea inferioară în corpul 2, iar la partea superioară vin în contact cu reazemul dublu 8 și vârfurile 9. Cu traductorii electrici rezistivi unidirecționali 4 se formează o punte de măsură Wheastone, realizând un factor de amplificare egal cu patru. Împiedicarea deplasării corpului 2 față de carcasa 1 este realizată de șuruburile speciale 17 și tija filetată 18. Pentru efectuarea măsurătorilor, cepurile 3, a carcasei 1 respectiv a corpului 2 se vor lipi pe elementul de rezistență de investigat cu adeziv. Operația de lipire se efectuează cu șuruburile speciale 17 și tija filetată 18 montate, după solidificarea adezivului, acestea se vor scoate - făcând posibilă deplasarea relativă a carcasei 1 față de corpul 2. Se etalonează lanțul de măsură, se realizează încărcarea. Deplasarea relativă a carcasei 1 față de corpul 2 va solicita la încovoiere lamele elastice 5, care vor determina variația rezistenței traductorilor electrici rezistivi unidirecționali, aceasta va fi amplificată de puntea de măsură Wheastone și măsurată de amplificatorul tensometric.

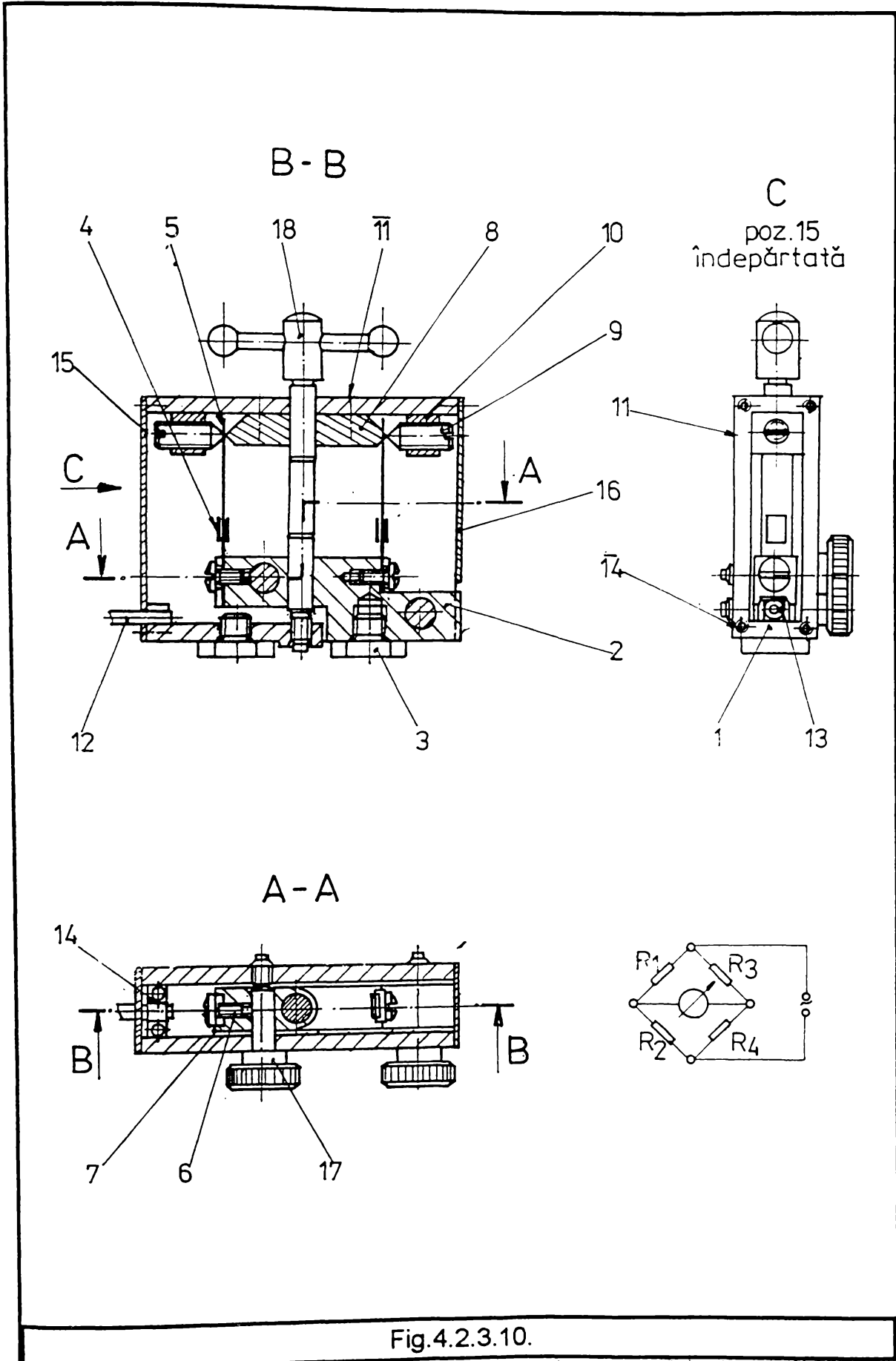


Fig.4.2.3.10.

Pentru îndepărtarea TERRU - 1 de pe suprafața elementului de rezistență unde a fost lipit, se vor monta șuruburile speciale 17 și tija filetată 18. Prin înșurubarea tijeii filetate 18, aceasta va acționa asupra elementului de rezistență realizând desprinderea și creând posibilitatea unei noi utilizări.

Problema cea mai importantă pentru realizarea TERRU - 1 este stabilirea dimensiunilor optime a lamelei. Pentru aceasta, autorul a studiat starea de deformare și tensiune pentru mai multe variante de lamele. Variantele de calcul ale lamelor analizate pentru TERRU - 1 s-au notat conform (fig.4.2.3.11.)

La alegerea dimensiunilor principale ale lamelei s-a ținut seama de următoarele :

- dimensiunile lamelei să ofere condiții bune de lipire a traductorilor electrici rezistivi

- deformația lamelei , produsă de deformația elementului de rezistență la care se va măsura starea de deformație sau tensiune , să ofere un semnal maxim din punctul de vedere al tensometriei

- forța care produce deformația lamelei să fie minimă

- valoarea deformației specifice, din elementul de rezistență la care se va măsura starea de deformație sau tensiune, s-a considerat că egală cu $\epsilon = 4,762 \cdot 10^{-4}$ adică $\epsilon = 476,2 \mu\text{mm} / \text{m}$.

- valoarea deformației specifice (măsurată și amplificată), din lamela care va fi folosită la realizarea TERRU - 1, să fie aproximativ egală cu valoarea deformației specifice, din elementul de rezistență la care se va măsura starea de deformație sau tensiune

S-au studiat lamele având următoarele dimensiuni :

- lungimea $L = 15 \div 30 \text{ mm}$

- lățimea $l = 4 \div 8 \text{ mm}$

- grosimea $g = 0,4 \div 2 \text{ mm}$

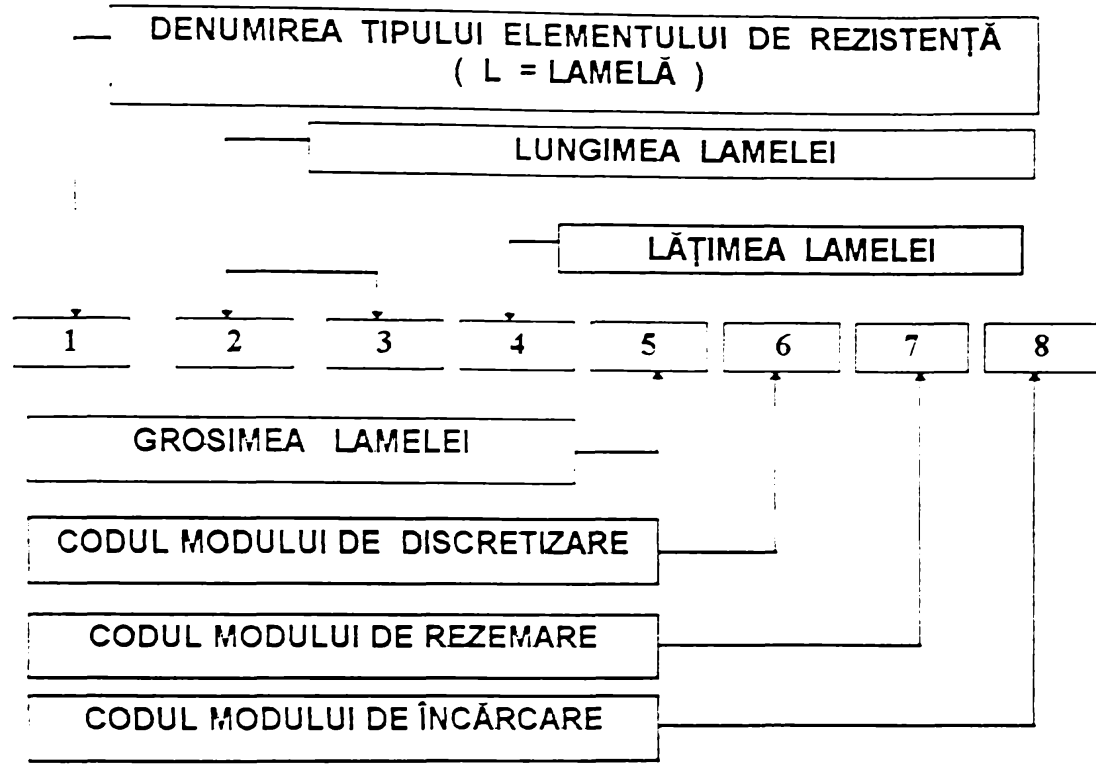
Pentru aceste lamele, s-a efectuat calculul stării de deformație și tensiune aplicând programul de elemente finite [119]. S-au considerat 5 variante de discretizare ; 2 cazuri de rezemare și 2 două cazuri de încărcare, toate acestea sunt definite în (fig.4.2.3.11.)

Concluziile calculului pentru aceste lamele sunt :

- varianta de discretizare " d " este suficient de precisă, oferind posibilitatea comparării comode a rezultatelor calculului cu măsurătorile experimentale prin tensometrie electrică rezistivă

- condiția de rezemare " b " este, preferată față de condiția de rezemare " a " , acesta conducând la o stare de tensiune mai mare în lamelă la aceeași valoare a deplasării impuse

- lățimea convenabilă pentru lamelă, din punctul de vedere al amplasării traductorilor electrici rezistivi este $l = 6 \text{ mm}$



SEMIFICATIA CODURLOR

DISCRETIZARE dimensiunea elementelor	REZEMARE codul de blocare	ÎNCĂRCARE codul de aplicare a sarcinii
a = 4 mm pe latime 5 mm pe lungime	jos 111 111	incarcare unitara uniform distribuita
b = 2 mm pe latime 5 mm pe lungime	sus 000 000	aplicate pe toate nodurile de sus
c = 2 mm pe latime 2,5 mm pe lungime	jos 111 111	incarcare uniform distribuita aplicata
d = 1 mm pe latime 1 mm pe lungime	sus 111 111	pe toate nodurile de sus care pro - duce o deplasare
e = 0,5 mm pe latime 0,5 mm pe lungime		impusa

CODUL DE NOTARE A LAMELEI TERRU -1

Fig.4.2.3.11.

S-a efectuat o modelare prin metoda elementului finit [119] a ansamblului epruvetă și a traductorului TERRU - 1, starea nedeformată a acestuia este prezentată în (fig.4.2.3.12.)

Detaliu referitor la modul discretizare a traductorului TERRU - 1, forma deformată a acestuia, pentru modul de rezemare al lamelei încastrat- articulată (cod "dab") este prezentată în (fig.4.2.3.13.), iar pentru modul de rezemare al lamelei încastrat - încastrat (cod "dbb") este prezentată în (fig.4.2.3.14.) .

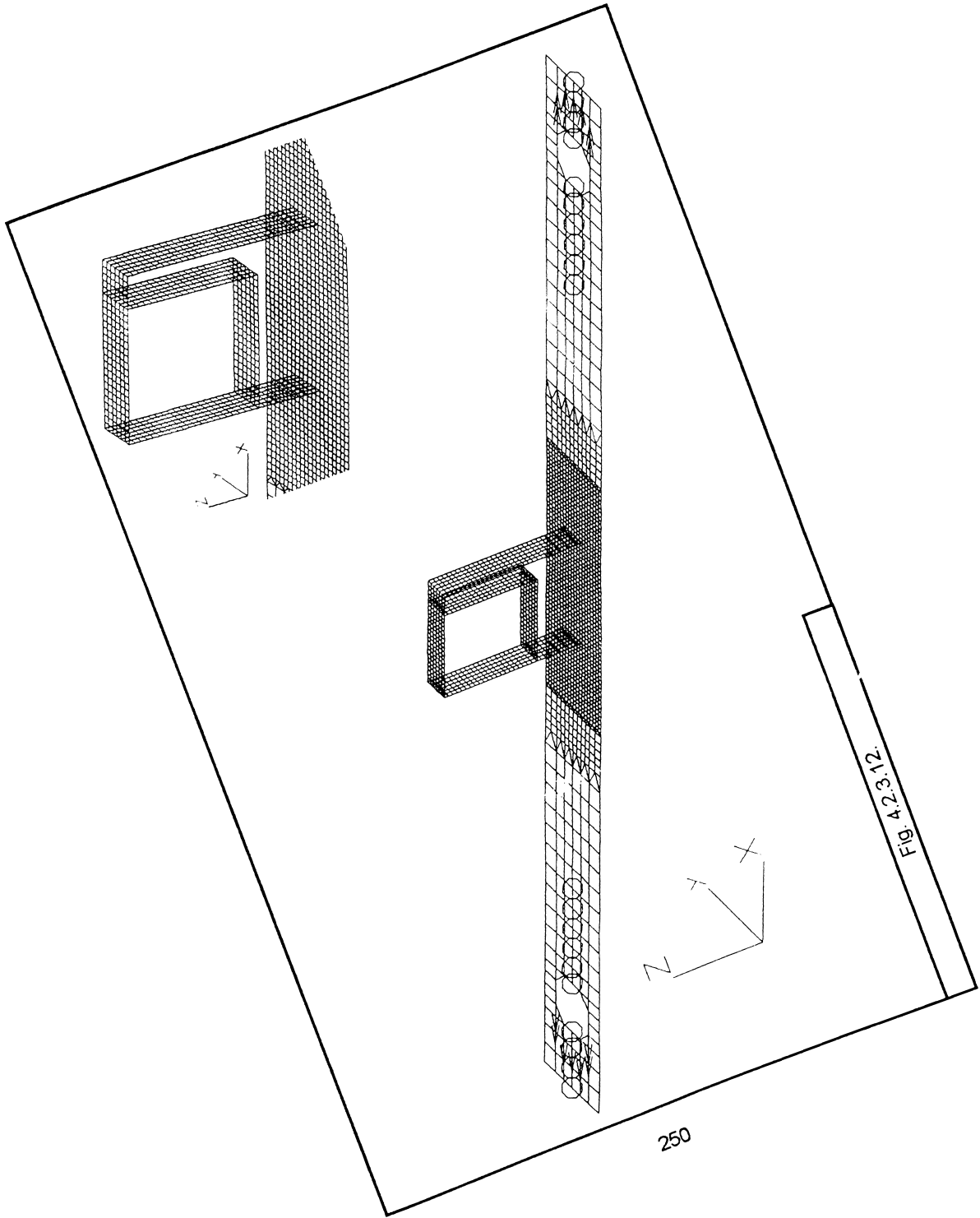
Rezultatele rulării programului pentru ansamblului epruvetă și a traductorului TERRU - 1, având în componența sa lamelele de lungimi cuprinse între 30 și 15 mm, precum și lățimea egală cu 6 mm, pentru care s-au considerat cele două moduri de rezemare, sunt prezentate în Tabelul Nr. 4.2.3.2. respectiv în (fig.4.2.3.15.a.) și (fig.4.2.3.15.b.)

Tabelul Nr. 4.2.3.2.					
VALORILE DEFORMAȚIILOR SPECIFICE ȘI A TENSIUNILOR DIN LAMELELE TRADUCTORULUI TERRU - 1					
Codul lamelei	Tensiunea σ [N / mm ²]	Deformația ϵ [$\mu\text{m} / \text{m}$]	Codul lamelei	Tensiunea σ [N / mm ²]	Deformația ϵ [$\mu\text{m} / \text{m}$]
L3061dab	3,59	17	L3061dbb	6,52	31
L30615dab	5,29	25,2	L30615bb	9,28	44,2
L3062dab	6,86	32,6	L3062dbb	11,33	53,9
L2061dab	7,74	36,8	L2061dbb	13,13	62,2
L20615dab	11,52	53,9	L20615dbb	18,53	88,2
L2062dab	14,33	68,2	L2062dbb	20,71	98,6
L1561dab	13,12	62,5	L1561dbb	20,51	97,6
L15615dab	19,63	93,5	L15615dbb	26,72	127,2
L1562dab	23,20	110,5	L1562dbb	28,60	136,2

Pentru verificarea calculelor autorul a executat un traductor TERRU - 1, având baza tensometrică de 25 mm, cu lamele de tip L2061dbb.

Execuția traductorului a fost condiționată de posibilitățile de execuție limitate ale autorului în domeniul mecanicii fine, din acest motiv nu s-a putut reduce baza tensometrică, iar reducerea dimensiunilor lamelilor a fost limitată de posibilitatea de amplasare, lipire și conectare a traductorilor electrici rezistivi.

Etalonarea TERRU - 1 executat, s-a realizat prin montarea acestuia pe o epruvetă standard pentru încercarea la tracțiune având secțiunea de 100 mm², care încărcată cu o forță de întindere de F=10 KN, va avea o deformație specifică $\epsilon = 4,762 \cdot 10^{-4}$, și o alungire $\Delta l = 1,19 \cdot 10^{-2}$ mm, pentru o bază tensometrică considerată de 25 mm.



250

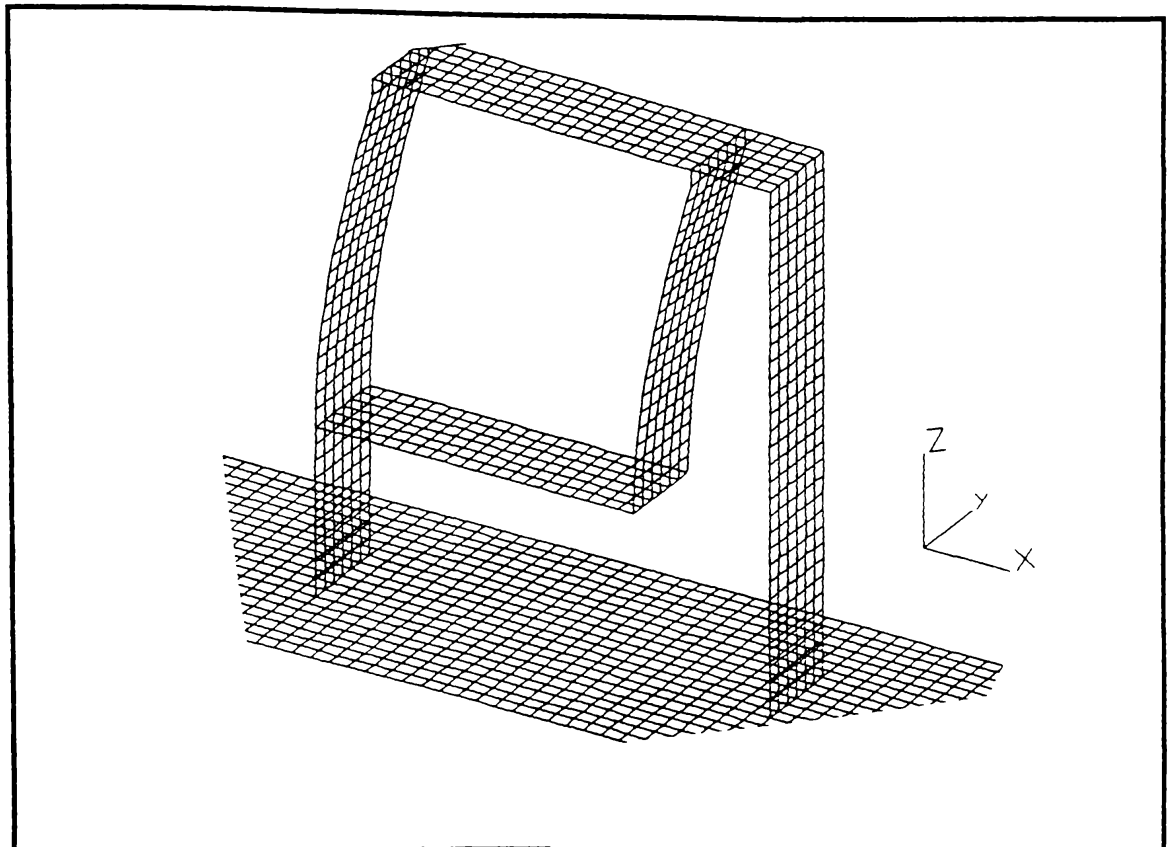


Fig.4.2.3.13.

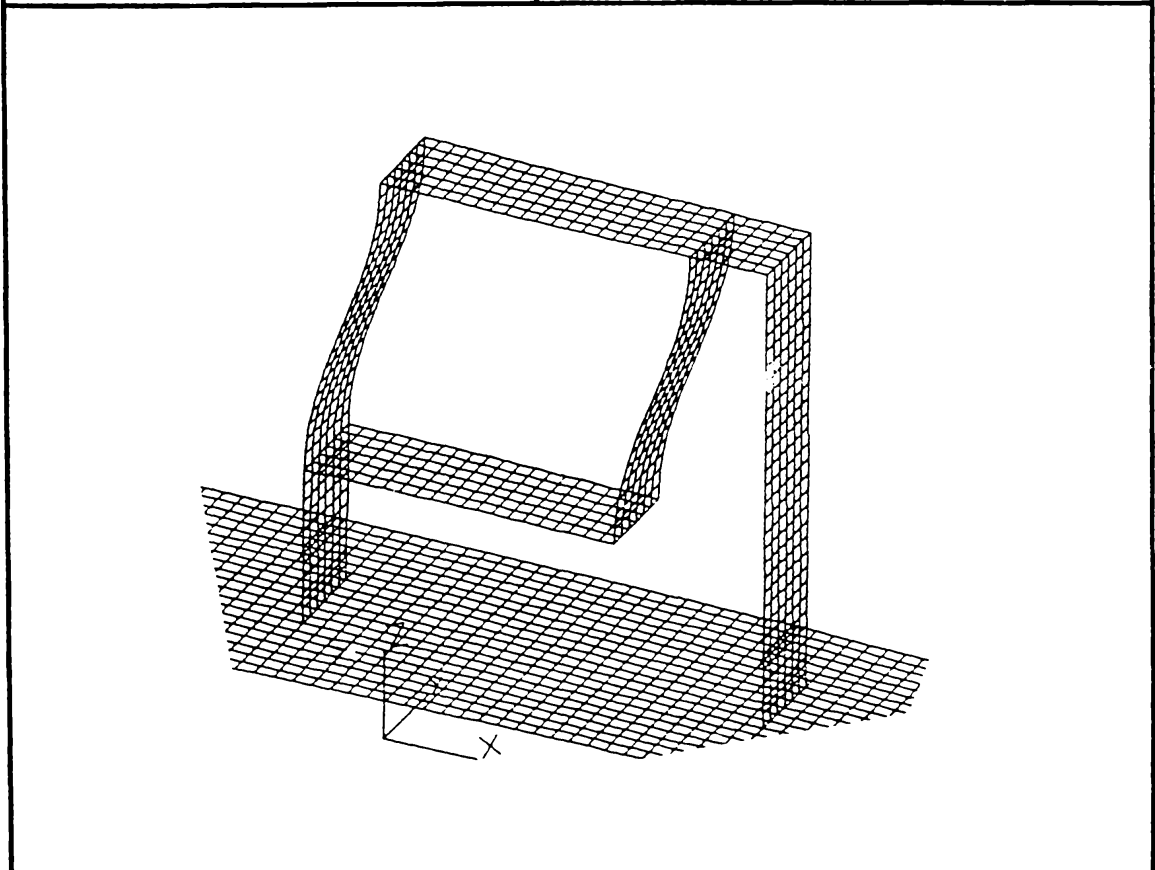


Fig.4.2.3.14.

Încercările experimentale s-au efectuat în trei trepte de încărcare, fiecare măsurătoare fiind efectuată de trei ori. Valorile deformațiilor specifice măsurate și comparate cu valorile calculate sunt prezentate în Tabelul Nr. 4.2.3.3. respectiv (fig.4.2.3.16.a.) și (fig.4.2.3.16.b.)

Tabelul Nr. 4.2.3.3.				
VALORILE DEFORMAȚIILOR SPECIFICE MĂSURATE PENTRU LAMELA 2061dbb A TRADUCTORULUI TERRU - 1				
Treapta de încărcare	Forța [daN]	Valoarea deformației specifice calculată ε [$\mu\text{m} / \text{m}$]	Valoarea deformației specifice măsurată $4^*\varepsilon$ [$\mu\text{m} / \text{m}$]	Valoarea deformației specifice măsurată ε [$\mu\text{m} / \text{m}$]
INCERCAREA Nr. 1				
1	500	31,1	112	28
2	1000	62,2	236	59
3	1500	93,3	352	88
INCERCAREA Nr. 2				
1	500	31,1	116	29
2	1000	62,2	240	60
3	1500	93,3	356	89
INCERCAREA Nr. 3				
1	500	31,1	116	29
2	1000	62,2	238	59,5
3	1500	93,3	360	90

Concluziile încercări experimentale efectuate cu TERRU-1 sunt :

- există o bună concordanță între valorile deformațiilor specifice măsurate și calculate

- valorile deformațiilor specifice măsurate, sunt cu 3 % ÷ 10 % mai mici decât cele calculate, care se încadrează între limitele uzuale acceptate pentru măsurătorile prin tensometrie electrică rezistivă, aceasta sunt în principiu determinate de precizia de aplicare a mijlocului traductorilor electrici rezistivi în punctul de măsură, de precizia de orientare a acestuia pe direcția de măsurare, la care se adaugă faptul că la măsurarea în punte întregă se însumează toate aceste erori pentru fiecare traductor electric rezistiv

- măsurătorile efectuate sunt stabile în timp și au o bună repetabilitate

- valorile deformațiilor specifice măsurate sunt proporționale cu valorile încărcărilor, adică respectă liniaritatea, aceasta permițând o etalonare bună a traductorului

VALORILE DEFORMATIILOR LAMELELOR
 TRADUCTORULUI TERRU -1
 (modul de rezemare incastrat - articulata ; Cod : dab)

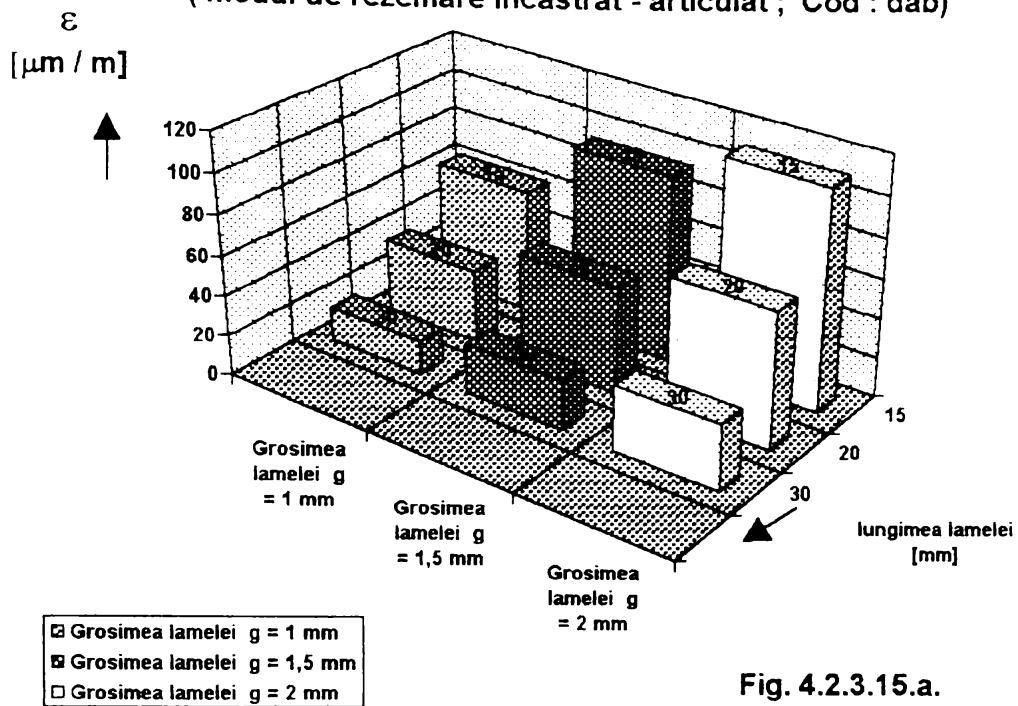


Fig. 4.2.3.15.a.

VALORILE DEFORMATIILOR LAMELELOR
 TRADUCTORULUI TERRU -1
 (modul de rezemare incastrat - incastrata ; Cod : dbb)

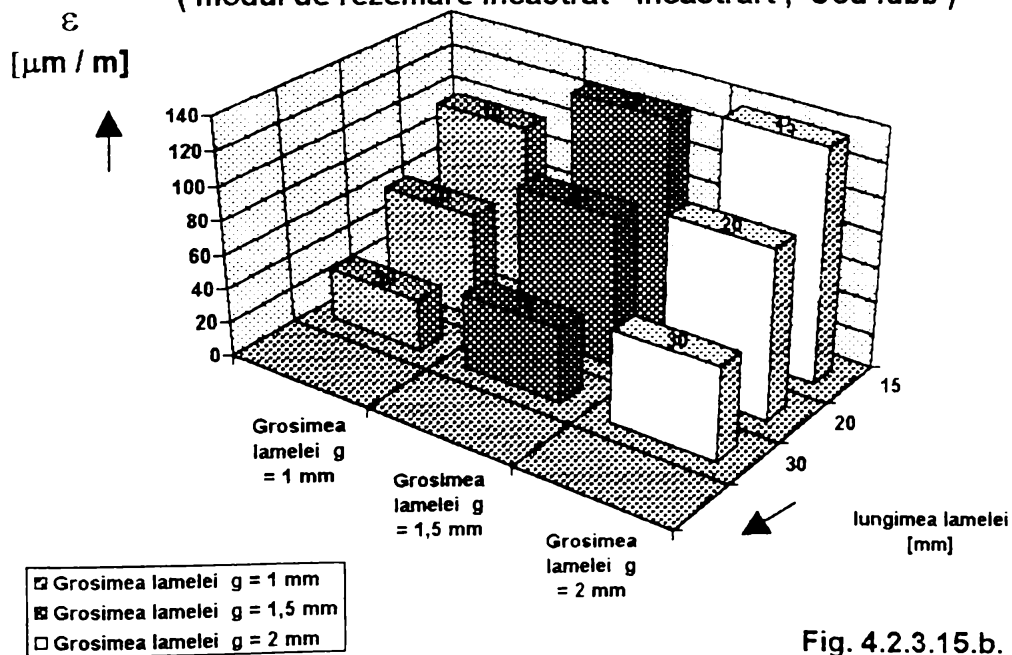
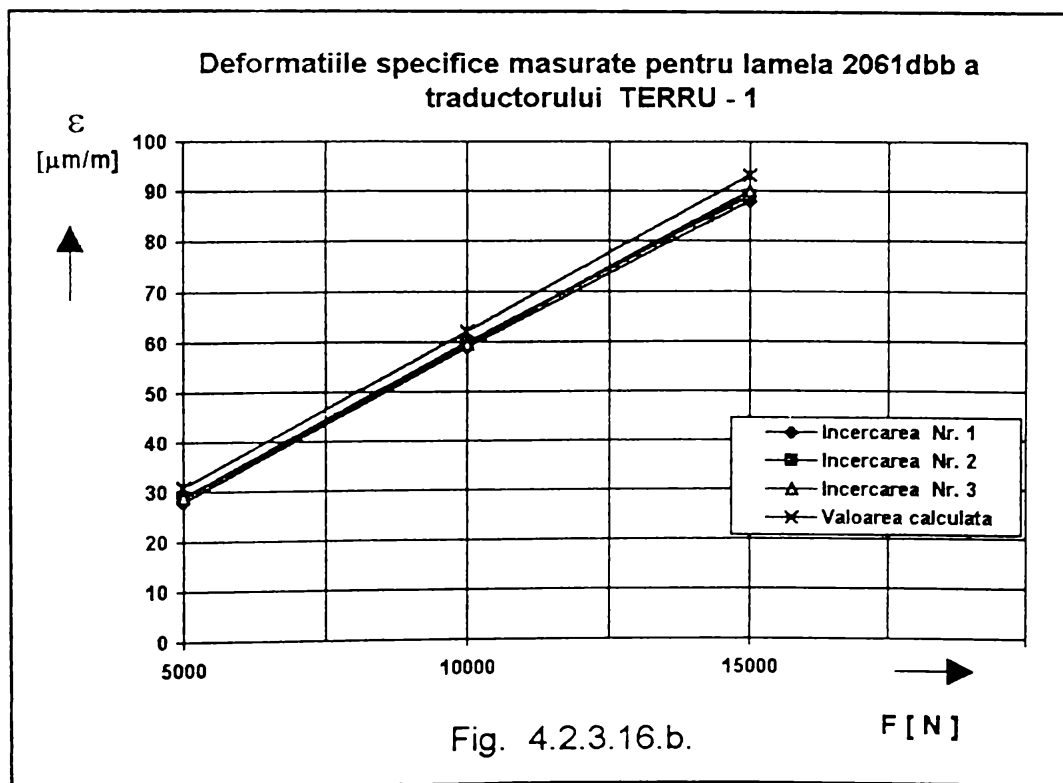
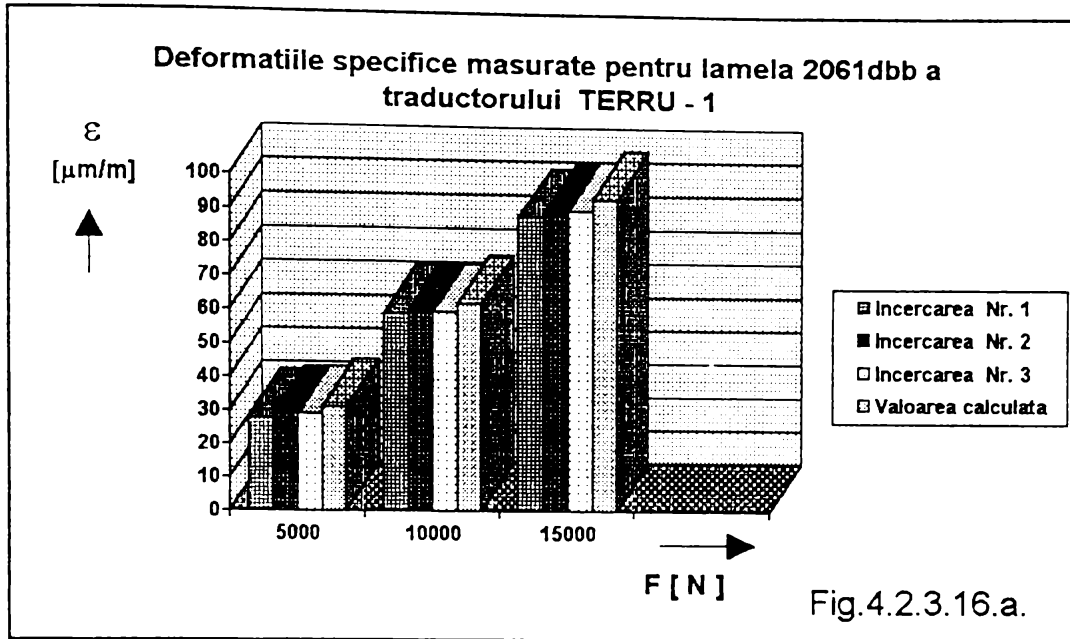


Fig. 4.2.3.15.b.



- valorile deformațiilor specifice măsurate cu ajutorul traductorului TERRU - 1, sunt în bună concordanță cu valorile deformațiilor specifice reale din elementul de rezistență investigat.

Printr-o tehnologie de execuție adecvată, respectiv o tehnologie industrială de amplasare, lipire și conectare a traductorilor electrici rezistivi se pot aduce îmbunătățiri ale variantei traductorului TERRU-1 executate, realizând o bază tensometrică mai mică și un factor de amplificare mai mare.

4.2.3.3. TRADUCTOR ELECTROTENSOMETRIC TRIAXIAL (TE3A - 1)

Carcasele vagoanelor de călători, au în alcătuirea lor panouri mari de tablă, în care datorită solicitărilor la care sunt supuse, se poate considera ca în aceasta se produce o stare plană de tensiune.

Pentru investigarea experimentală a stării de tensiune din invelișul carcasei vagonului autorul a conceput, proiectat, executat un traductor electrotensometric triaxial (TE3A - 1). Acesta este destinat măsurării deformațiilor din fibrele extreme ale elementelor de rezistență, după trei direcții concurente situate în același plan, cu posibilitatea refolosirii traductorilor electrici rezistivi unidirecționali în mai multe locuri de măsură sau pe diferite structuri de rezistență.

Se remarcă faptul că traductorul electrotensometric triaxial (TE3A-1) este o generalizare a principiului de măsură al traductorului (TERRU - 1).

Traductorul electrotensometric triaxial (TE3A - 1) prezentat în (fig.4.2.3.17.), a fost brevetat [61], se compune din : electromagnetul 1, care susține placa de bază 2, tija 3, brațele oscilante 4, care la partea inferioară se sprijină pe suprafața elementului de rezistență investigat prin intermediul vîrfurilor 17, iar la partea superioară vin în contact cu lamelele elastice 6 și comparatoarele 25. Pe lamelele elastice 6, sunt montate traductoare electrice rezistive unidirecționale 23, cu acestea se formează trei punți de măsură Wheastone independente, corespunzătoare celor trei direcții de măsură. Printr-o conectare adecvată în punțile de măsură a traductorilor electrici rezistivi unidirecționali, se realizează un factor de amplificare egal cu patru, în fiecare punte de măsură.

Vârfurile brațelor oscilante, urmăresc deformația elementului de rezistență investigat, deplasarea acestora determină rotirea brațelor, producând încovoiera lamelelor elastice respectiv tensionând comparatoarele. (fig.4.2.3.18.)

Pentru ca vârfurile brațelor oscilante să urmărească cât mai fidel deformația, acestea au posibilitatea să își modifice lungimea prin glisarea vîrfului 17 în ghidajul 15 (fig.4.2.3.19.).

Modificarea bazei tensometrice, definită prin distanța dintre vîrfurile brațelor oscilante, este măsurată prin variația rezistenței traductorilor electrici rezistivi unidirecționali conectați în cele trei punți de măsură Wheastone independente și măsurată de amplificatorul tensometric.

Pentru efectuarea măsurătorilor se montează TE3A-1 pe elementul de rezistență de investigat, se reglează indicația comparatoarelor la zero, se etalonează lanțul de măsură tensiometric,

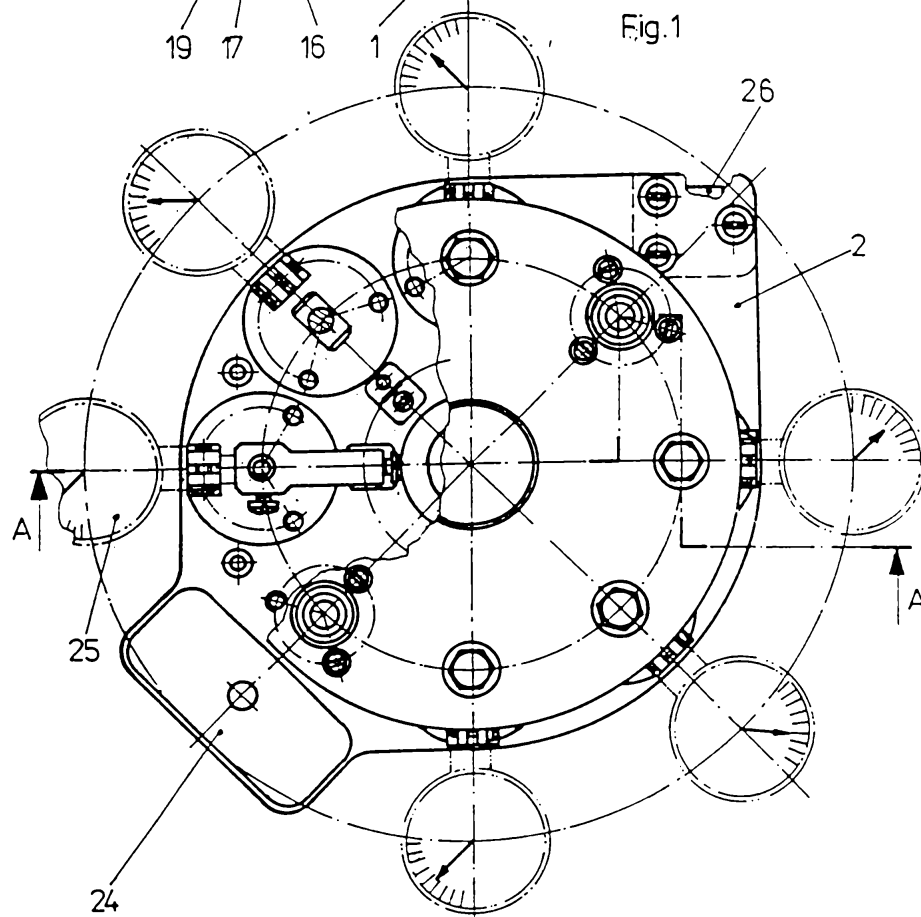
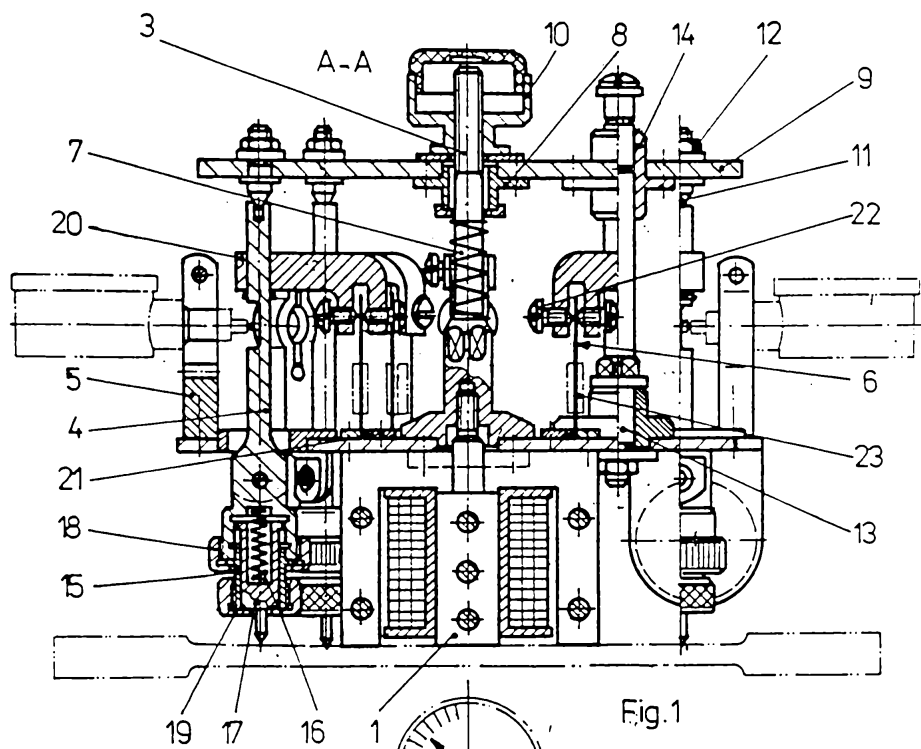


Fig. 4.2.3.17.

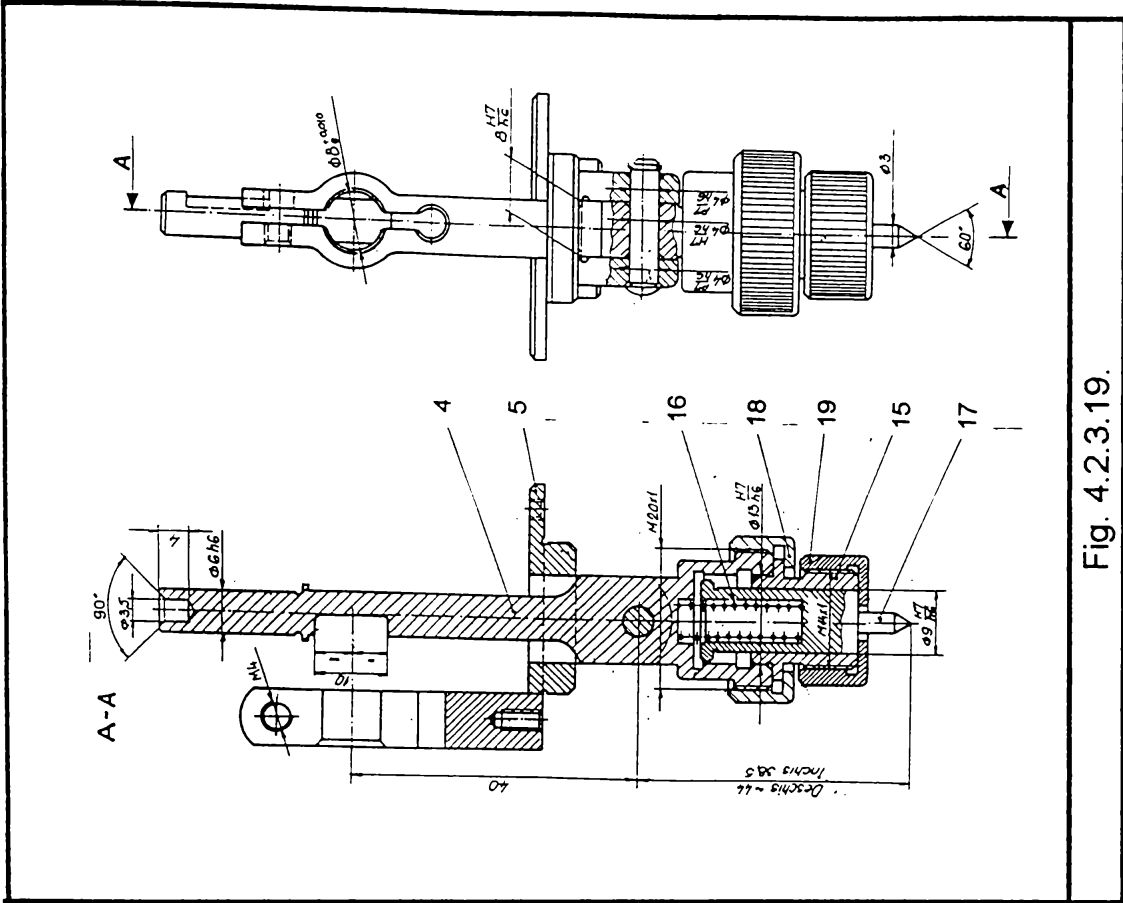


Fig. 4.2.3.18.

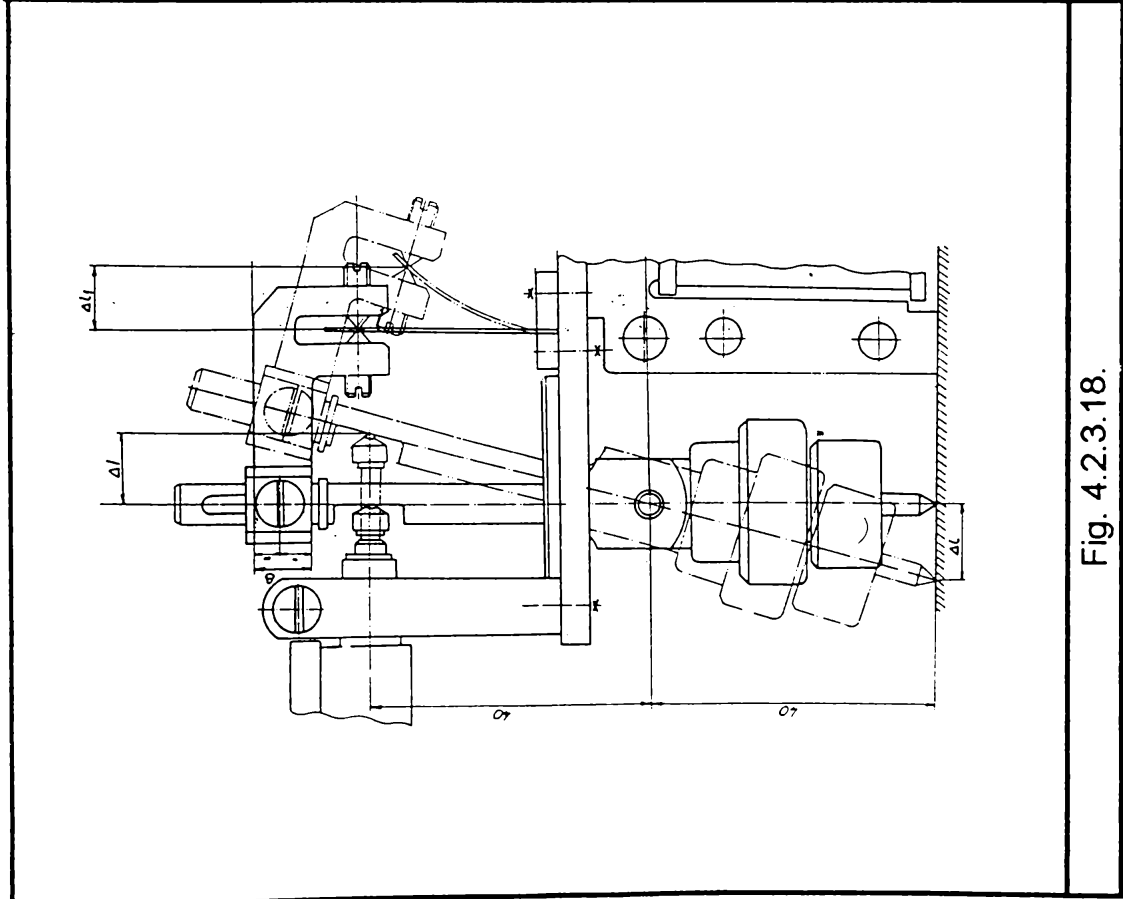


Fig. 4.2.3.19.

se deșurubează piulițele reglabile 19 pentru ca vârfurile 17 să vină în contact cu suprafața structurii investigate. se acționează butonul filetat 10 pentru ridicarea plăcii de centrare 9 care elberează brațele oscilante 4 din poziția inițial reglată pentru baza de măsură aleasă. La terminarea măsurătorii, se strânge șurubul 10 până când cepurile 11 intră în degajarea brațelor 4 și apoi se strâng piulițele 19 până ce vârfurile 17 nu mai ating suprafața structurii investigate. În acest fel TE3A-1 este pregătit pentru o nouă măsurătoare.

În vederea micșorării gabariturii, a bazei tensometrice și a măririi sensibilității traductorului (TE3A-1), autorul a conceput și proiectat o variantă constructivă a acestuia notată (TE3A-2), care este reprezentată în (fig.4.2.3.20.).

Principalele deosebiri constau în :

- Fixarea TE3A-2 pe elementul de rezistență de investigat, se realizează cu adeziv, eliminarea electromagnetului creează posibilitatea reducerii bazei tensometrice de măsură

- S-au eliminat comparatoarele - reducând astfel gabaritul și greutatea traductorului

- Partea inferioară lamelelor elastice este încastrată în brațele oscilante, la partea superioară acestea sunt fixate în platoul superior al traductorului care se poate deplasa axial și în acest fel se poate modifica lungimea lamelei. Prin rotirea brațelor oscilante se realizează tensionarea lamelelor

- Lungimea lamelelor elastice poate fi modificată fără a se demonta lamela din traductor

- Se pot realiza două moduri de rezemare a lamelei elastice (lamelă articulată - încastrată , lamelă încastrată - încastrată)

- Se realizează o amplificare a deformației, deoarece raportul dintre distanța de la punctul de rotire al brațelor oscilante până la punctul superior de fixare al lamelei și distanța de la punctul de rotire al brațelor oscilante până la vârful acestuia este egală cu 2 (fig.4.2.3.21.)

Avantajele traductoarelor TE3A -1 și TE3A -2 sunt :

- reduce timpul de pregătire al unei măsurători tensometrice
- creează posibilitatea refolosirii traductoarelor electrice rezistive de un număr mare de ori în locuri diferite de măsură
- prezintă stabilitate la variația de temperatură
- poate fi folosit la măsurarea deformațiilor elementelor de rezistență cu temperatură ridicată, întrucât traductoarele electrice rezistive nu vin în contact direct cu suprafața de investigat.
- reduce costul unei măsurători tensometrice

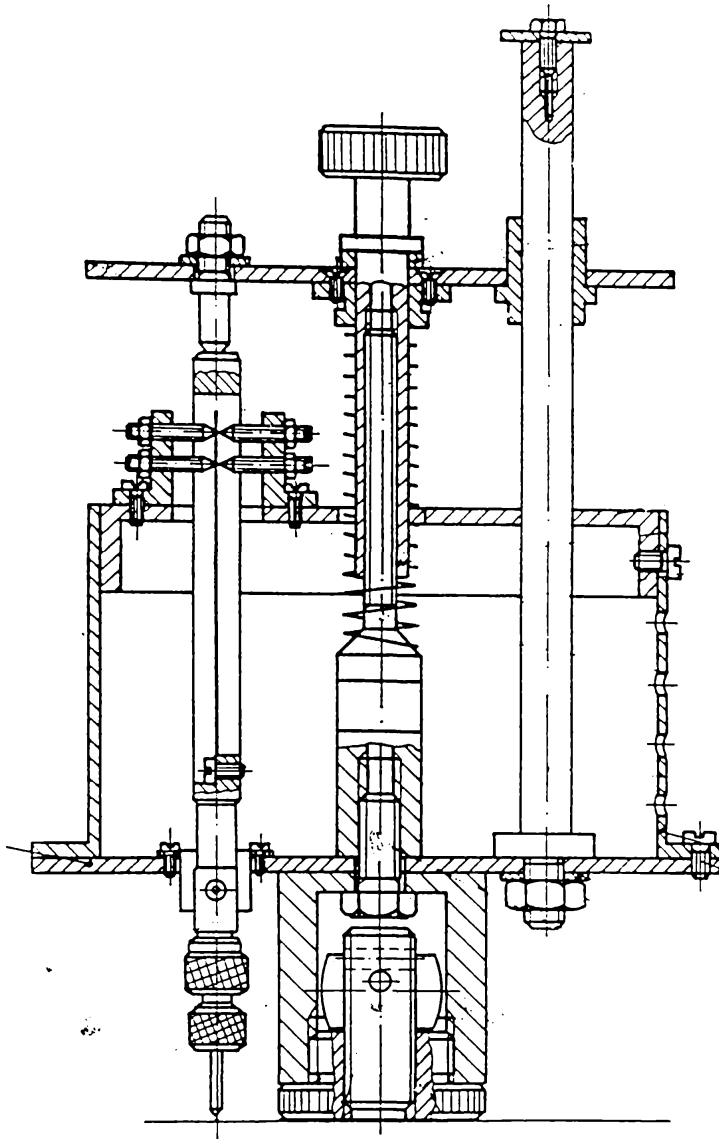


Fig. 4.2.3.20.

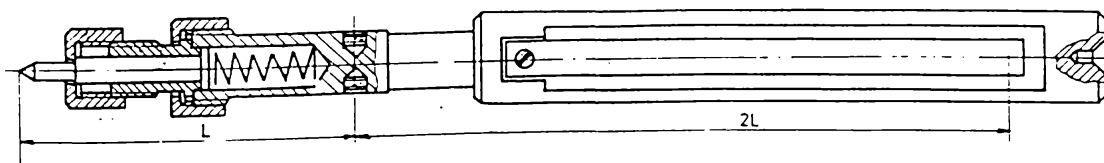


Fig. 4.2.3.21.

4.2.3.4. DISPOZITIV DE ÎNCERCAT SUBANSAMBLE DE VAGON (DPL.00.)

Pentru efectuarea încercărilor experimentale pe subansamble de vagon, autorul a conceput, proiectat executat și încercat experimental un dispozitiv special de încercat subansamble de vagon (DPL- 00.) cu ajutorul căruia o porțiune din structură de rezistență a peretelui lateral al vagonului, cuprinsă între mijloacele a două deschideri succesive de geam, poate fi încărcată cu forțe concentrate, pentru a se verifica rigiditatea acestuia respectiv pentru a verifica acuratețea metodei de calcul utilizate.

Desenul dispozitivului DPL- 00. este prezentat în (fig.4.2.3.22.a) și (fig.4.2.3.22.b) partea principală fiind cadru de prindere 3, realizat din profile U, având o formă paralelipipedică. În interiorul acestui cadru se poate introduce subansamblu de vagon destinat încercării. Între profilele laterale ale cadrului de prindere sunt montate dispozitivele de încărcare 10, care pot glisa, realizând astfel schimbarea punctului de aplicație a forței, respectiv a punctului de rezemare.

Cadrul de prindere se sprijină pe suportii 1 și 2, având posibilitatea de rotire în jurul unei axe orizontale a lagărelor 4 respectiv 5. Rotirea cadrului este necesară pentru aducerea subansamblului de încercat în poziție convenabilă pentru fixare și încărcare respectiv pentru montarea traductorilor electrici rezistivi.

Fixarea subansamblului de vagon în cadrul de prindere se realizează prin buloane, furci de prindere și suruburi de forță. Pentru măsurarea valorii forței de încărcare între subansamblul de vagon și suruburile de forță se intercalează doza de măsură .

Structură de rezistență a dispozitivului DPL- 00. a fost verificată prin calcul, aplicând metoda elementelor finite în lucrarea [69], [70], considerând toate cazurile de încărcare care s-au considerat la paragraful 3.4.1. - calculul stîlpului, care au fost majorate cu 50 % .

Pe parcursul utilizării dispozitivului DPL- 00, la încercările efectuate, s-a urmărit comportarea acestuia. La toate încercările efectuate valorile deformațiilor sunt cu mult mai mici decât ale subansamblului încercat. Ordinul de mărime al acestor deformații având valori cuprinse între 8 până la 15 ori mai mici decât ale subansamblului încercat.

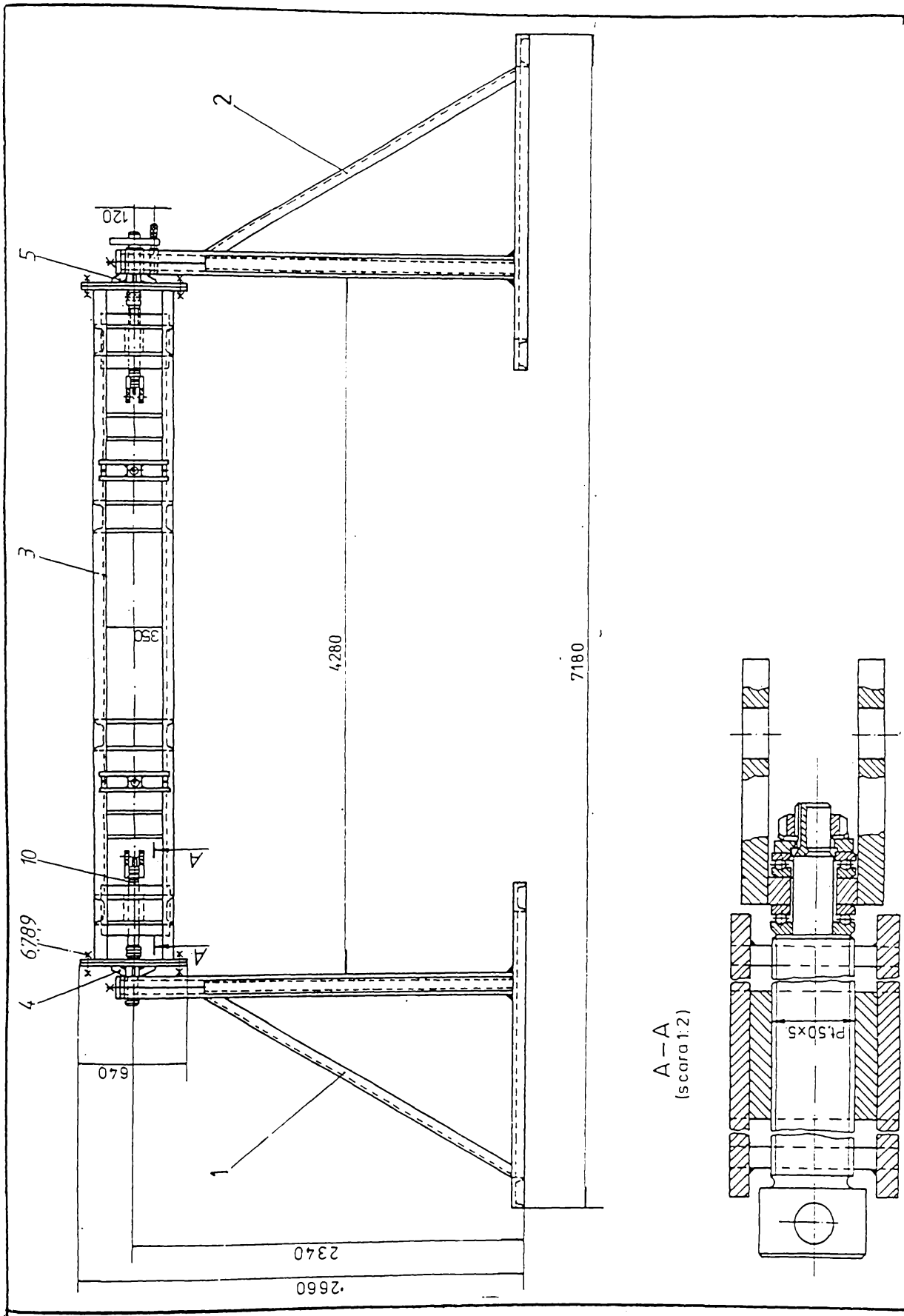


Fig. 4.2.3.22.a. Dispozitiv de încercat subansamblă de vagon

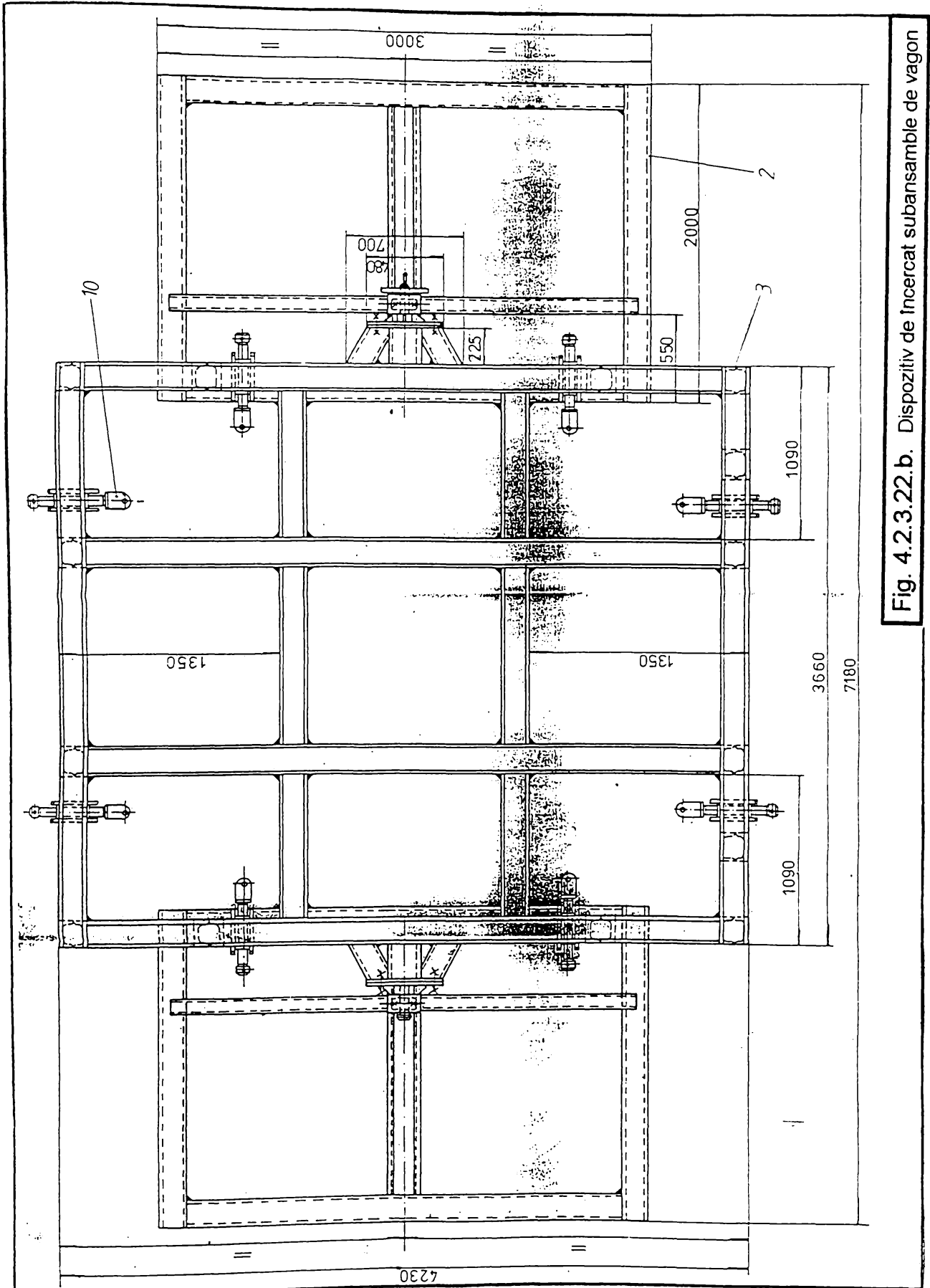


Fig. 4.2.3.22.b. Dispozitiv de încercat subsansamblă de vagon

4.2.4. CONSIDERATII ASUPRA UTILIZĂRII LACURILOR CASANTE LA ANALIZA EXPERIMENTALĂ A STĂRII DE DEFORMAȚIE ȘI TENSIUNE DIN CARCASA VAGONULUI

Literatura de specialitate tehnică referitoare la analiza experimentală a stării de tensiune [82], [102], [103], recomandă metoda lacurilor casante pentru vizualizarea direcțiilor principale a stării de deformare și tensiune.

Principiul metodei constă în aplicarea pe elementul de rezistență de investigat, a unui strat de lac cu caracteristici casante (numit lac casant) și studierea linilor de fisurare ale lacului ce apar datorită solicitării elementului de rezistență. Este cunoscut faptul că fisurile din lacul casant se formează perpendicular pe direcțiile deformațiilor maxime din suprafața exterioară a elementului de rezistență cercetat.

Autorul a efectuat un studiu experimental asupra posibilității și eficacității utilizării metodei lacurilor casante la analiza experimentală a stării de deformare și tensiune din carcasa vagonului [15]. Au fost încercate experimental lacuri casante din import produse de firme de specialitate [121], [122], cât și lacuri casante realizate de autor (LCGGR1 +LCGGR4) [15], care au fost aplicate pe epruvete, pe modele de subansamble de vagon, pe subansamble de vagon, cât și pe carcasa vagonului.

Tipurile de lacuri casante încercate experimental sunt redate în Tabelul Nr. 4.2.4.1.

Tabelul Nr. 4.2.4.1.

Nr.crt	Tipul lacului casant	Firma producătoare	Aplicare	Observații
1	STRESSCOAT	MAGNAFLUX	E; SA; M CV	FV FG; N
2	TENS - LAC	VISHAY	E; SA M CV	FV FG N
3	BRAFA	BRAUNSCHWEIGER	E M	FV FV
4	LCGGR1	produs propriu al autorului	E; SA; M	FV FG
5	LCGGR2	produs propriu al autorului	E M	FG N
6	LCGGR3	produs propriu al autorului	E M	FG FG; N
7	LCGGR4	produs propriu al autorului	E M	FG; N FG; N

- LEGENDĂ - (pentru Tabelul Nr. 4.2.4.1.)			
E	epruvetă	SA	subansamblul de vagon
M	model	CV	carcasa vagonului
FV	sensibilitate acceptabilă, fisuri vizibile clar	FGV	sensibilitate redusă, fisuri greu vizibile
FG	sensibilitate acceptabilă, fisuri greu vizibile	N	nu fisurează

Unele aspecte ale analizei experimentale a stării de deformație și tensiune utilizând metoda lacurilor casante sunt prezentate în figurile următoare :

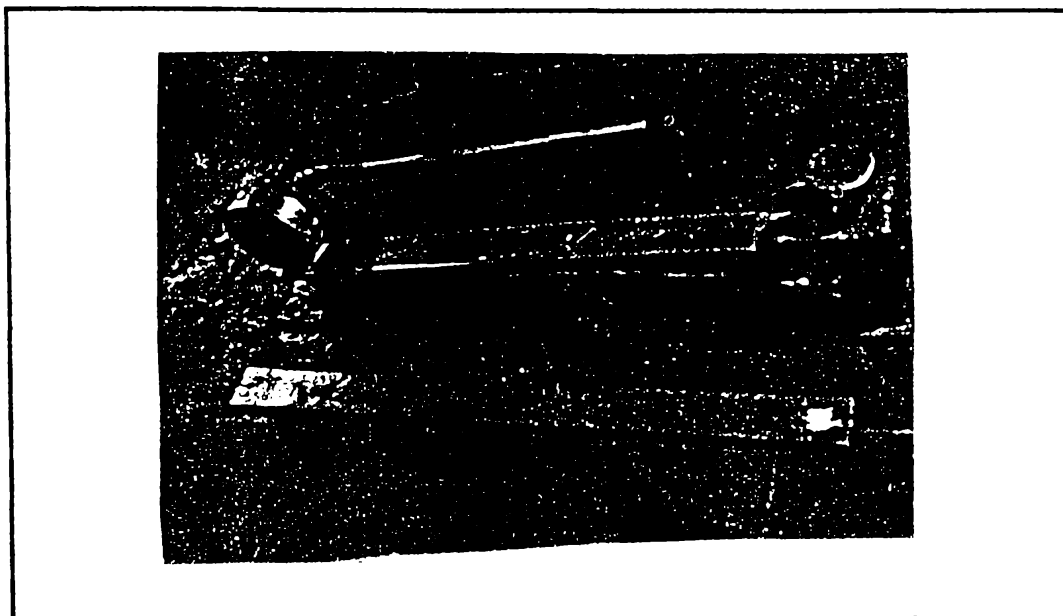


Fig. 4.2.4.1. - Dispozitivul și barele de etalonare a lacurilor casante



Fig 4.2.4.2. - Epruvetă de etalonare solicitată la încovoiere acoperită cu lac casant STRESSCOAT

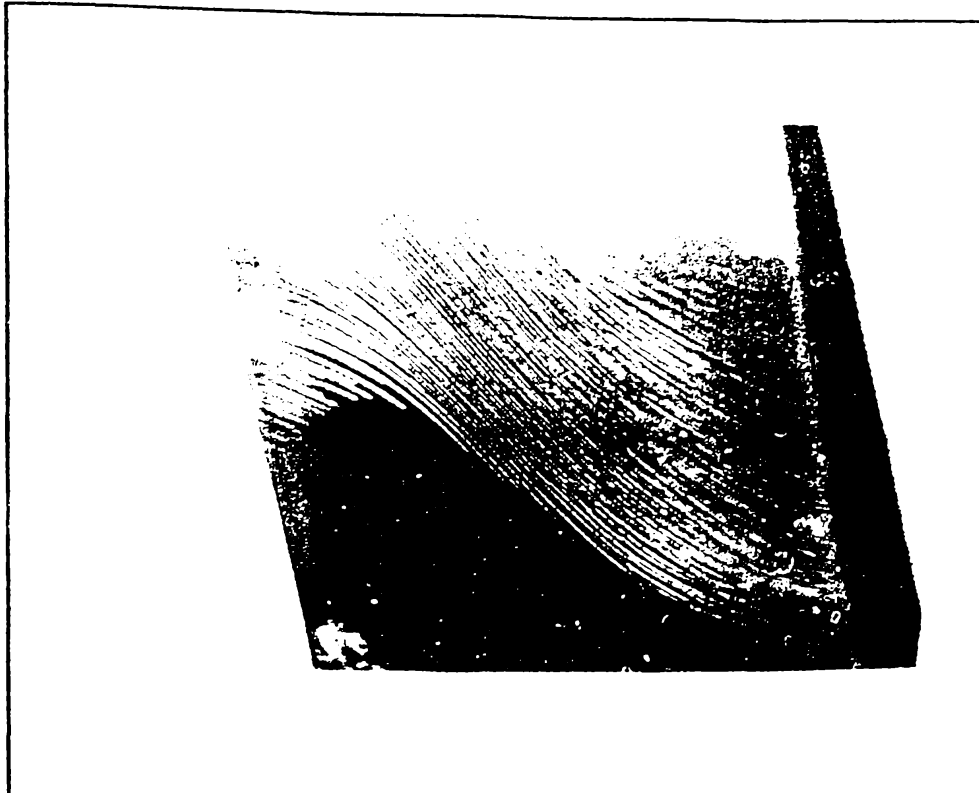


Fig.4.2.2.3.- Epruvetă de etalonare solicitată la torsiune acoperită cu lac casant **STRESSCOAT**



Fig.4.2.2.4.- Epruvetă de etalonare solicitată la încovoiere acoperită cu lac casant **TENS - LAC**

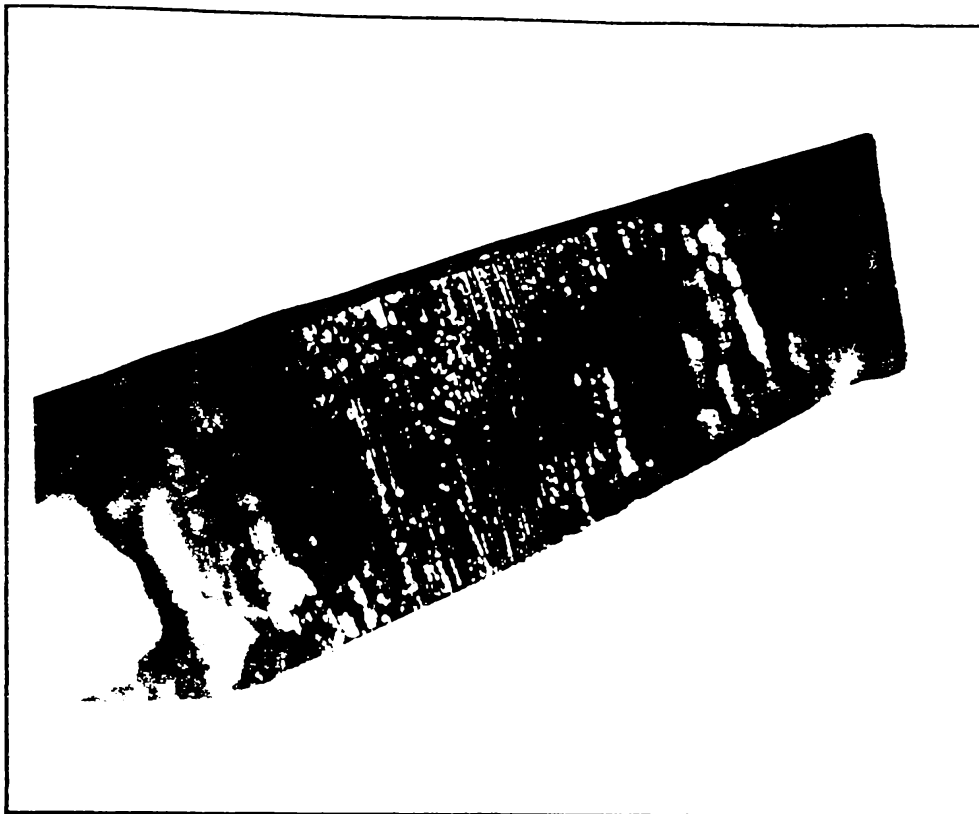


Fig.4.2.2.5. - Epruvetă de etalonare solicitată la încovoiere
acoperită cu lac casant BRAFA

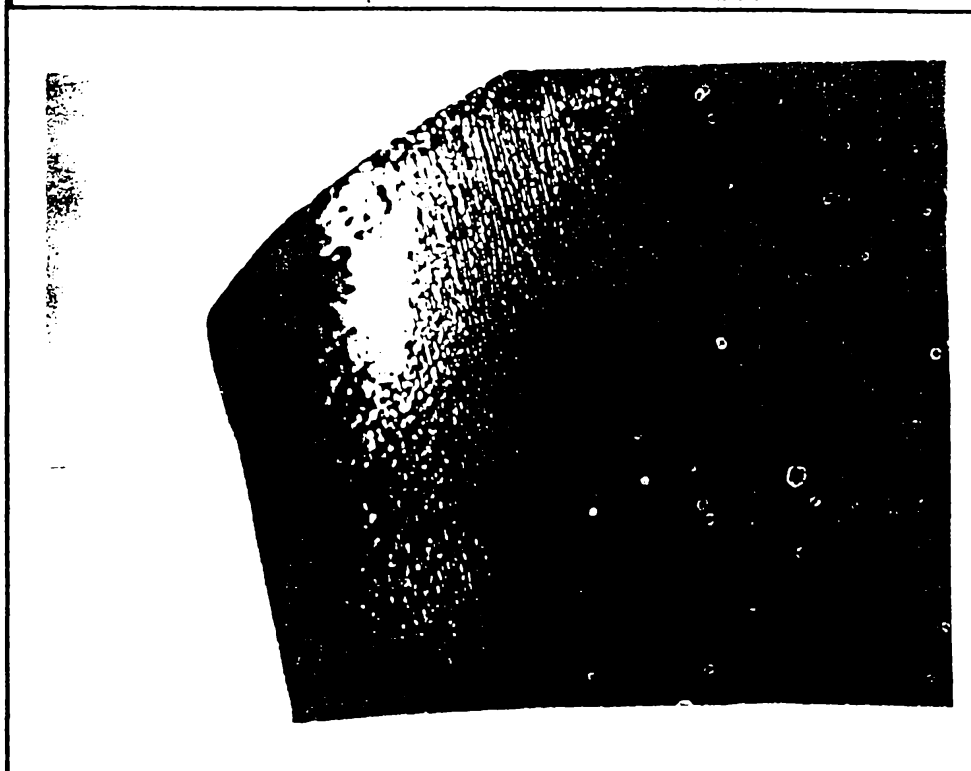


Fig. 4.2.2.6. - Epruvetă de etalonare solicitată la încovoiere
acoperită cu lac casant LCGGR1

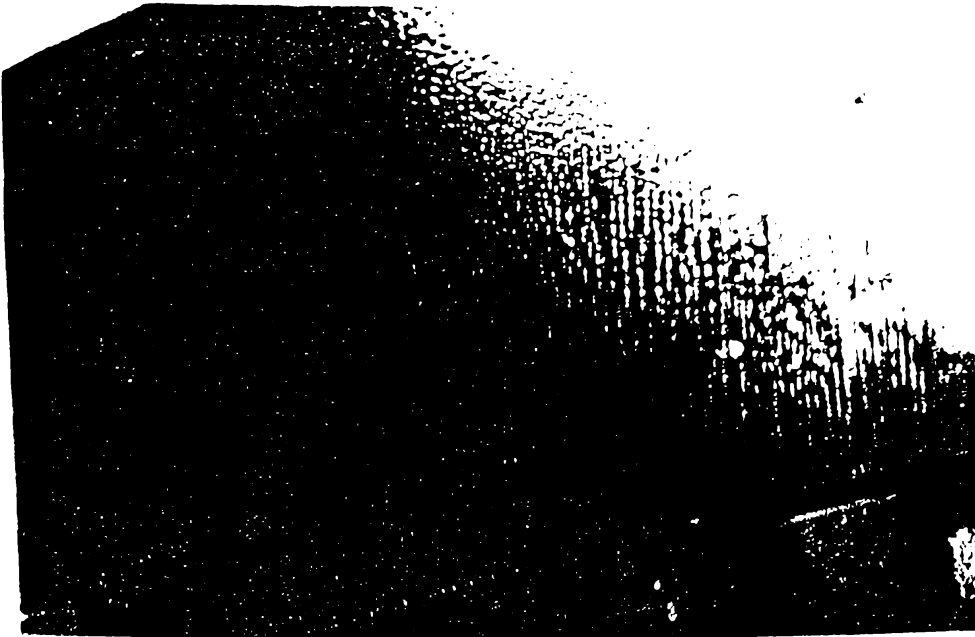


Fig.4.2.2.7. - Epruvetă de etalonare solicitată la încovoiere acoperită cu lac casant LCGGR2

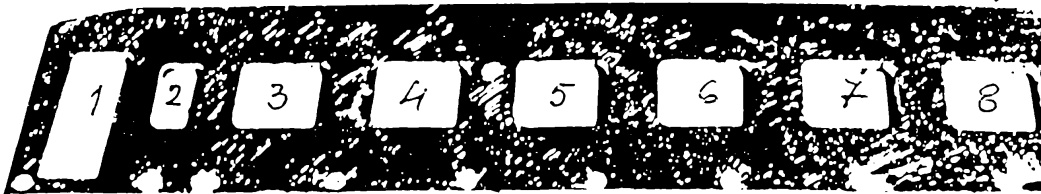


Fig. 4.2.2.8.- Model de perete lateral de vagon redus la scara (1:50) solicitat la încovoiere acoperit cu lac casant STRESSCOAT

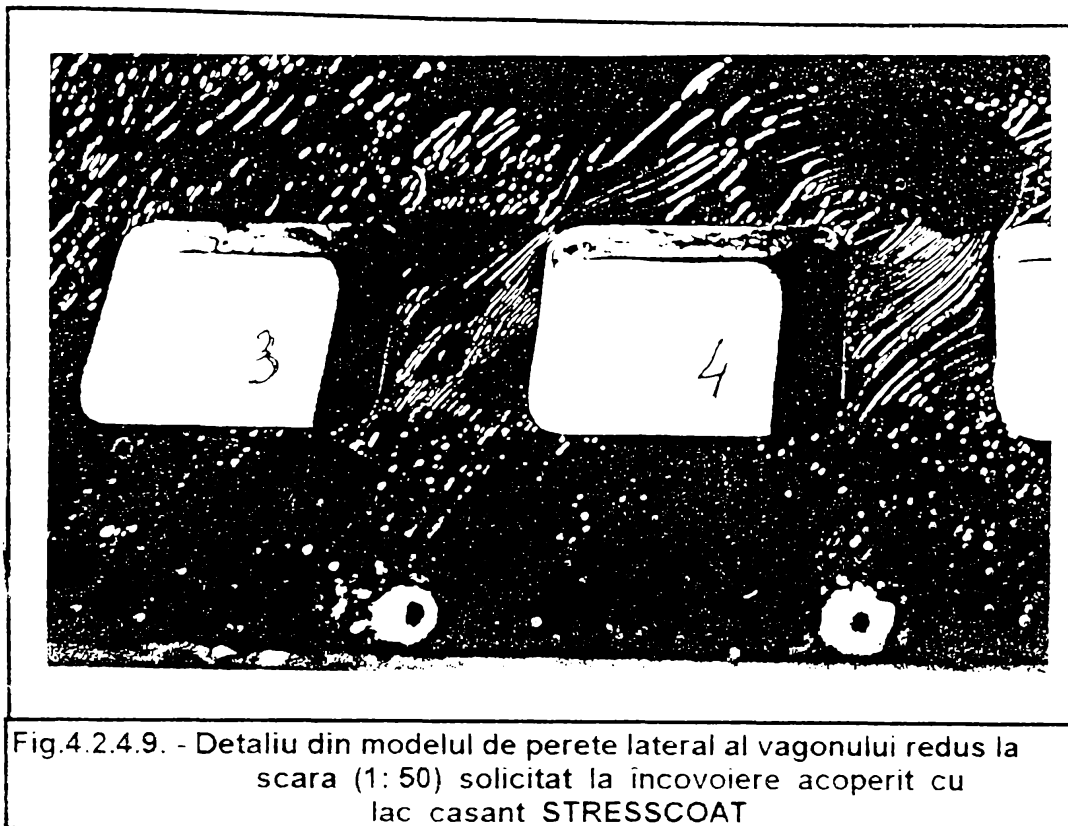


Fig.4.2.4.9. - Detaliu din modelul de perete lateral al vagonului redus la scara (1: 50) solicitat la încovoiere acoperit cu lac casant STRESSCOAT

Concluziile autorului referitoare la aplicarea metodei lacurilor casante sunt :

- obținerea unui prag de fisurare a lacului casant acceptabil (mai mic decât valoarea deformației specifice corespunzătoare limitei de proporționalitate) este condiționată de respectarea strictă a temperaturii și umidității la care trebuie să se aplice lacul casant, care trebuie să fie menținută și pe timpul efectuării încercării

- pragul de fisurare al lacului casant este sensibil influențat de grosimea stratului de lac, pe suprafețe mari este dificil realizarea unei pelicule de grosime constantă

Datorită acestor considerente metoda se pretează a fi aplicată pentru elementele de rezistență de dimensiuni reduse, în condiții de mediu cu temperatură controlată.

Metoda lacurilor casante este o metodă de analiză experimentală a stării de deformație și tensiune aplicabilă la nivel de laborator, nu este aplicabilă la scară industrială pentru structuri cu dimensiuni mari

Încercările experimentale efectuate, de aplicare a metodei lacurilor casante la carcasa vagonului nu dat rezultate satisfăcătoare datorită motivelor prezentate

4.3 COMPARAȚIE ÎNTRE VALORILE MĂSURATE EXPERIMENTAL ȘI VALORILE CALCULATE A DEFORMAȚIILOR ȘI TENSIUNILOR

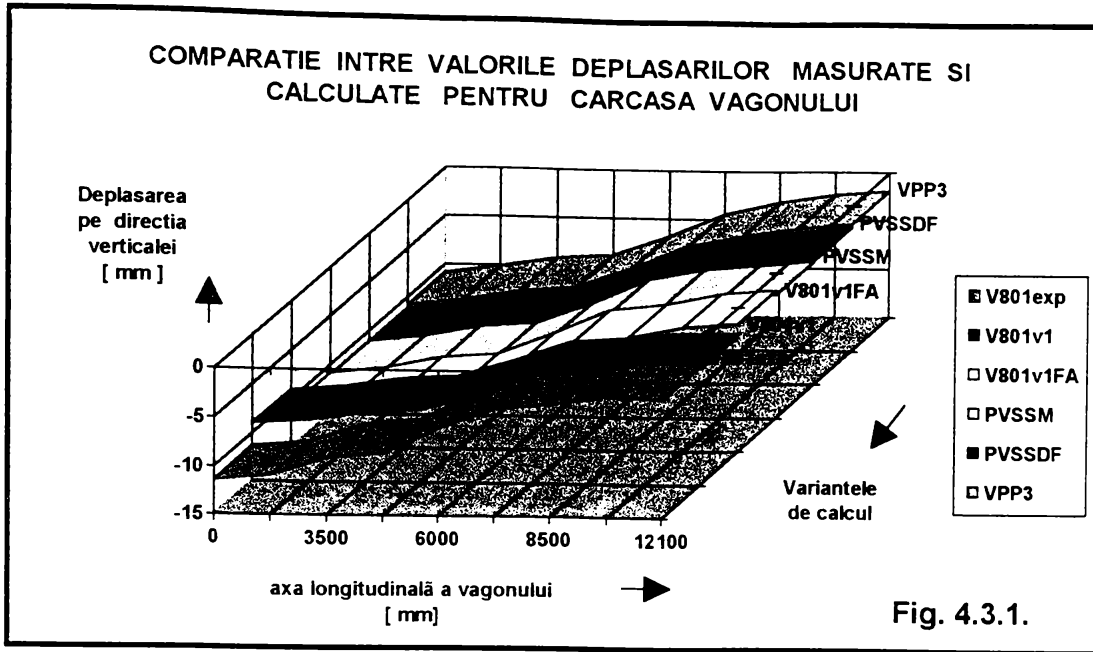
Considerând valorile deformațiilor și tensiunilor măsurate experimental prin tensometrie electrică rezistivă prezentate în paragrafele 4.2.1.; 4.2.2., a acestui capitol, respectiv a valorilor deformațiilor și tensiunilor calculate expuse în capitolul 3, la paragrafele 3.2.; 3.3; 3.4, s-a efectuat compararea acestor mărimi pentru carcasa vagonului și pentru stâlp.

a.) Compararea valorilor deformațiilor

Valorile comparative ale deformațiilor măsurate - calculate pentru carcasa autoportantă a vagonului sunt redată în (Fig. 4.3.1.). Valorile deformațiilor calculate pot fi comparate direct cu cele măsurate experimental doar pentru variantele de calcul în care carcasa vagonului este considerată ca o structură spațială. Pentru variantele de calcul în care carcasa vagonului este redusă la o structură plană, valorile deplasărilor trebuie corectate. Această corecție este necesară având în vedere faptul că în variantele de calcul în care carcasa vagonului este considerată ca o structură spațială, peretele lateral se deplasează pe verticală datorită deformării traversei crapodinei, fapt care pentru variantele de calcul reduse la o structură plană, această deplasare este nulă. Efectuând această corecție pentru variantele de calcul semnificative prezentate în Tabelul Nr. 4.3.1., în (Fig. 4.3.1.) s-au trasat graficele de variație a deplasărilor pe direcția axei verticale.

Tabelul Nr. 4.3.1.

VALORILE DEPLASĂRILOR CARCASEI VAGONULUI MĂSURATE - CALCULATE						
Axa longitudinală [mm]	V801 experimental	V801v1	V801v1A	PVSSM corectat	PVSSDF corectat	VPP3 corectat
0	-11.4	-9.070	-10.798	-11.01	-11.10	-10.81
2200	-10.8	-8.592	-10.169	-10.37	-10.45	-10.11
3500	-9.03	-7.783	-9.100	-9.34	-9.41	-9.19
4000	-8.5	-7.481	-8.692	-8.89	-8.96	-8.72
6000	-5.8	-5.783	-6.488	-6.71	-6.76	-6.70
8000	3.8	-3.762	-3.954	-4.21	-4.24	-4.42
8500	-3.2	-3.243	-3.268	-3.2	-3.2	-3.2
10200	-2.4	-2.710	-2.153	-2.72	-2.69	-2.40
12100	-2.6	-2.890	-1.707	-2.20	-2.17	-1.91



Valorile comparative ale deplasărilor punctelor din structura stâlpului, corelația dintre variantele de calcul, respectiv a valorilor obținute sunt prezentate în Tabelul Nr. 4.3.2. ÷ Tabelul Nr. 4.3.4.

Graficul comparativ al valorilor deplasărilor punctelor din structura stâlpului este redat în (Fig. 4.3.2.) ÷ (Fig. 4.3.4.)

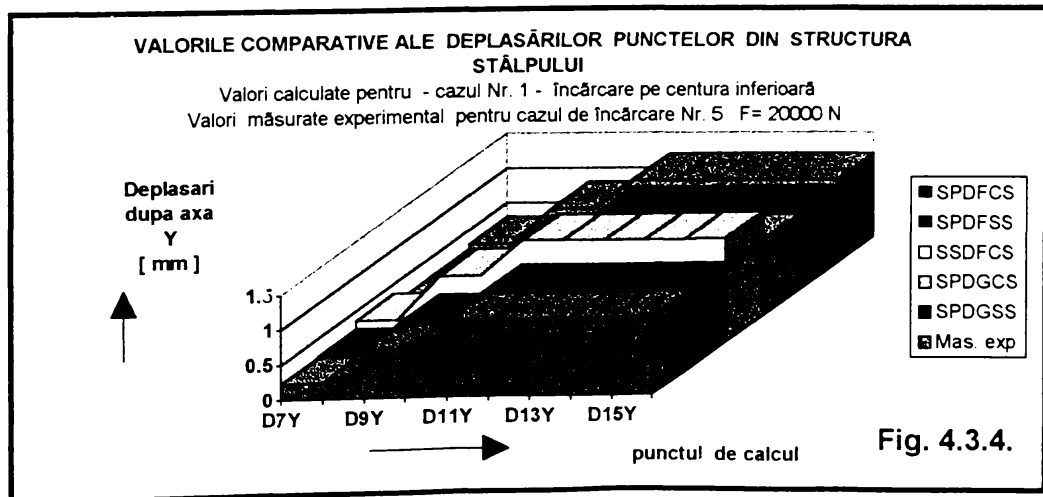
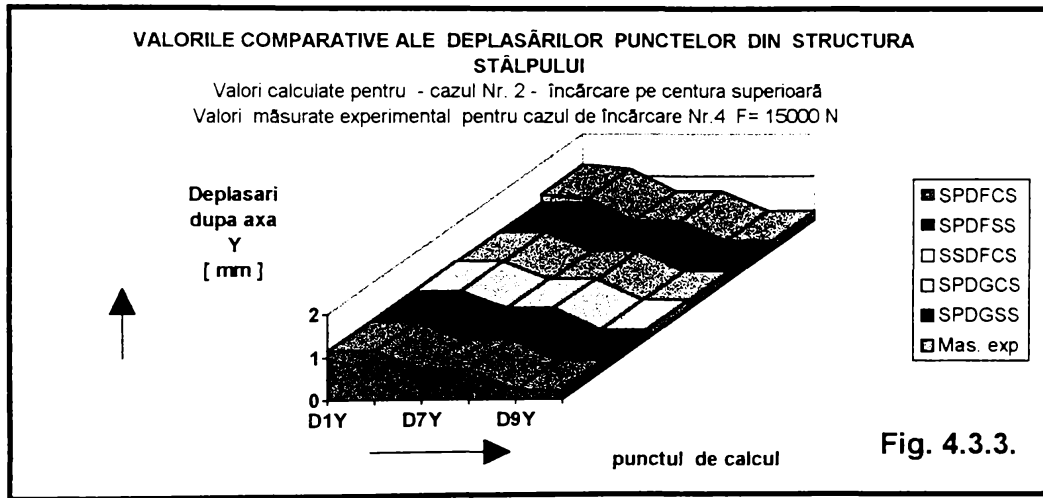
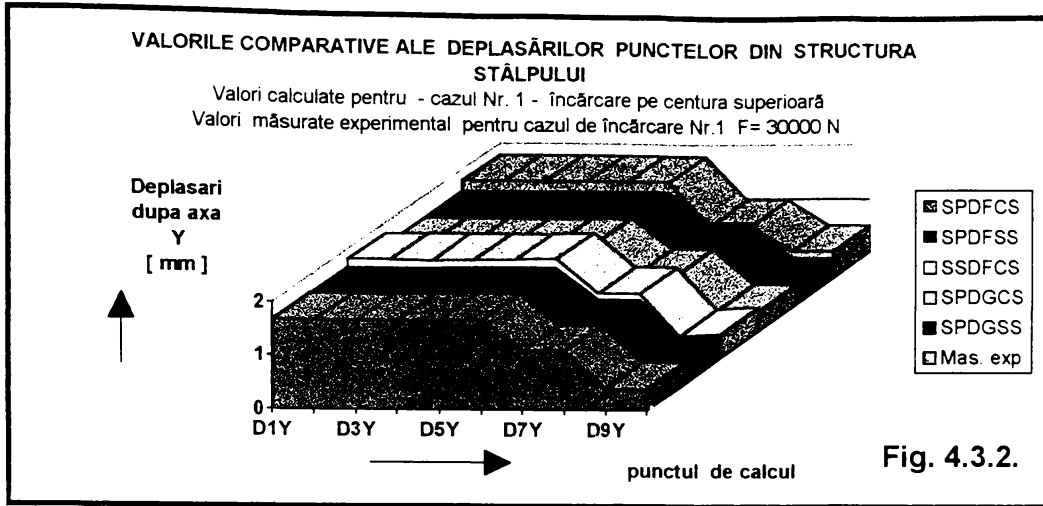
Tabelul Nr. 4.3.2.							
VALORILE COMPARATIVE ALE DEPLASĂRILOR PUNCTELOR DIN STRUCTURA STĂLPULUI							
Valori calculate pentru - cazul Nr. 1 - încărcare pe centura superioară							
Valori măsurate experimental pentru cazul de încărcare Nr.1 F= 30000 N							
Notarea punctului de calcul	CALCULATE					MĂSURATE	
	Notarea variantelor de calcul					Valori măsurate	Notarea punctului
	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDGCS	SPDGSS		
D1Y	1.68	1.661	1.802	1.596	1.596	1.8	C4
D2Y	1.67	1.661	1.801	1.596	1.596	1.8	C4
D3Y	1.67	1.661	1.796	1.596	1.595	1.8	C4
D4Y	1.68	1.666	1.805	1.602	1.602	1.8	C4
D5Y	1.69	1.671	1.824	1.608	1.608	1.8	C4
D6Y	1.69	1.680	1.844	1.620	1.619	1.8	C4
D7Y	1.10	1.094	1.190	1.047	1.0470	1.0	C3
D8Y	1.10	1.094	1.191	1.047	1.047	1.0	C3
D9Y	0.40	0.398	0.402	0.375	0.3757	0.45	C1
D10Y	0.40	0.398	0.440	0.376	0.3763	0.45	C1

Tabelul Nr. 4.3.3.							
VALORILE COMPARATIVE ALE DEPLASĂRILOR PUNCTELOR DIN STRUCTURA STĂLPULUI							
Valori calculate pentru - cazul Nr. 2 - încărcare pe centura superioară							
Valori măsurate experimental pentru cazul de încărcare Nr.4 F= 15000 N							
Notarea punctului de calcul	CALCULATE					MĂSURATE	
	Notarea variantelor de calcul					Valori măsurate	Notarea punctului
	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDGCS	SPDGSS		
D1Y	1.145	1.141	1.140	1.111	1.111	1.3	C3
D6Y	1.145	1.141	1.140	1.111	1.110	1.2	C1
D7Y	0.705	0.704	0.727	0.6771	0.6771	0.68	C4
D8Y	0.705	0.705	0.727	0.6776	0.6776	0.68	C4
D9Y	0.210	0.210	0.221	0.1974	0.1974	0.19	C2
D10Y	0.211	0.211	0.221	0.1979	0.1979	0.19	C2

Tabelul Nr. 4.3.4.							
VALORILE COMPARATIVE ALE DEPLASĂRILOR PUNCTELOR DIN STRUCTURA STĂLPULUI							
Valori calculate pentru - cazul Nr. 1 - încărcare pe centura inferioară							
Valori măsurate experimental pentru cazul de încărcare Nr.5 F= 20000 N							
Notarea punctului de calcul	CALCULATE					MĂSURATE	
	Notarea variantelor de calcul					Valori măsurate	Notarea punctului
	SPDFCS	SPDFSS	SSDFCS	SPDGCS	SPDGSS		
D7Y	0.228	0.2393	0.362	0.2153	0.2305	0.3	C1
D8Y	0.229	0.2398	0.362	0.2157	0.2309	0.3	C1
D9Y	0.694	0.7170	0.971	0.6653	0.6918	0.8	C3
D10Y	0.695	0.7175	0.9716	0.6656	0.6921	0.8	C3
D11Y	1.095	1.125	1.469	1.054	1.089	1.2	C4
D12Y	1.094	1.124	1.468	1.054	1.088	1.2	C4
D13Y	1.094	1.124	1.467	1.054	1.088	1.2	C4
D14Y	1.101	1.132	1.474	1.061	1.096	1.2	C4
D15Y	1.111	1.142	1.485	1.072	1.106	1.2	C4
D16Y	1.123	1.153	1.497	1.087	1.122	1.2	C4

b.) Compararea valorilor tensiunilor

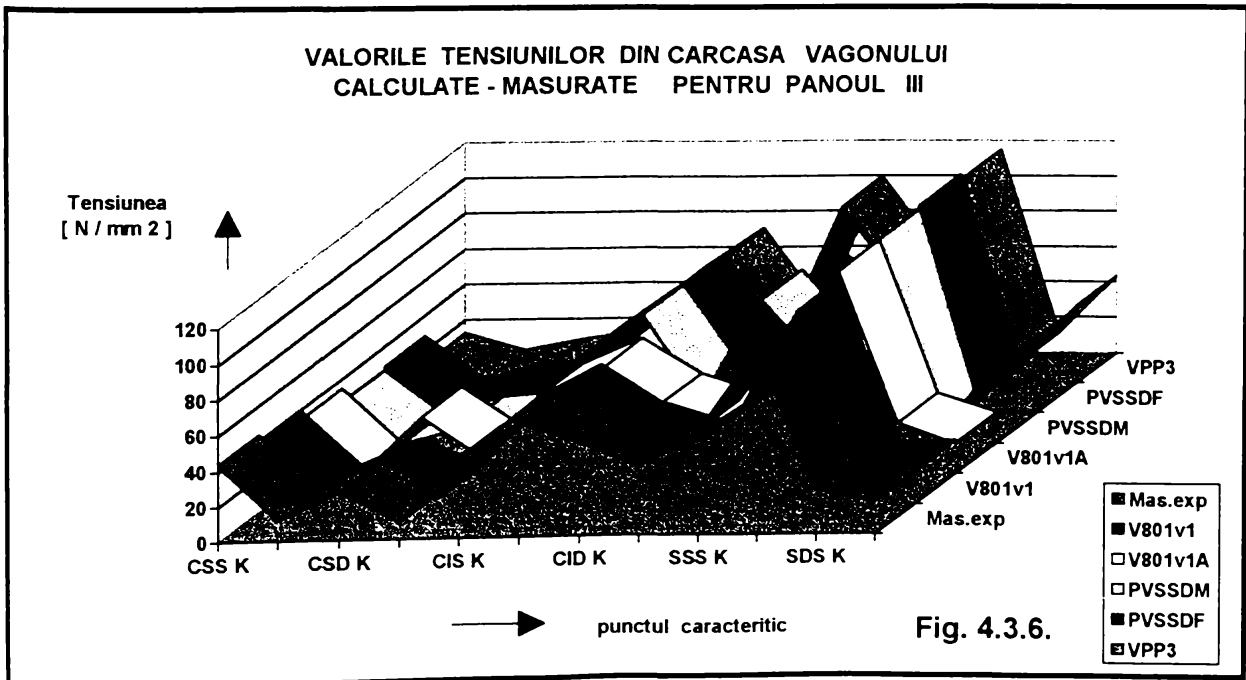
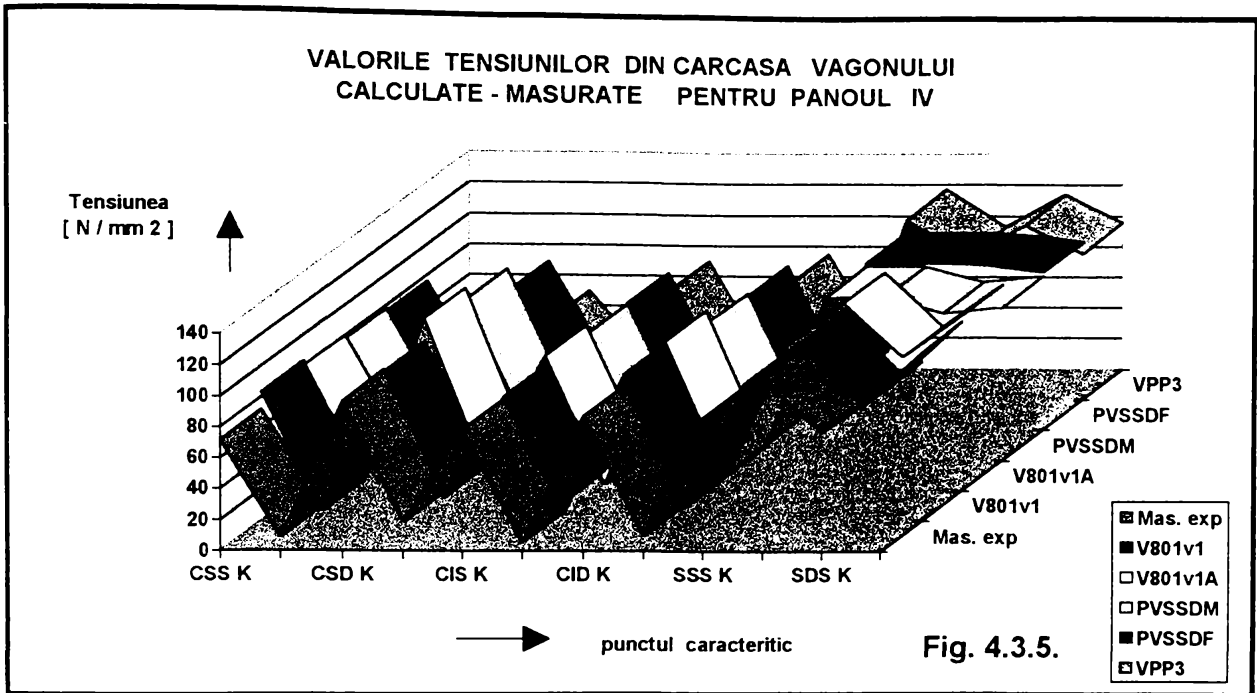
Valorile tensiunilor măsurate, respectiv calculate pentru carcasa autoportantă a vagonului, s-au comparat pentru panourile cele mai solicitate (panourile IV; III), reprezentate în : (Fig. 4.3.5.), (Fig. 4.3.6.) și Tabelul Nr. 4.3.5., Tabelul Nr. 4.3.6.



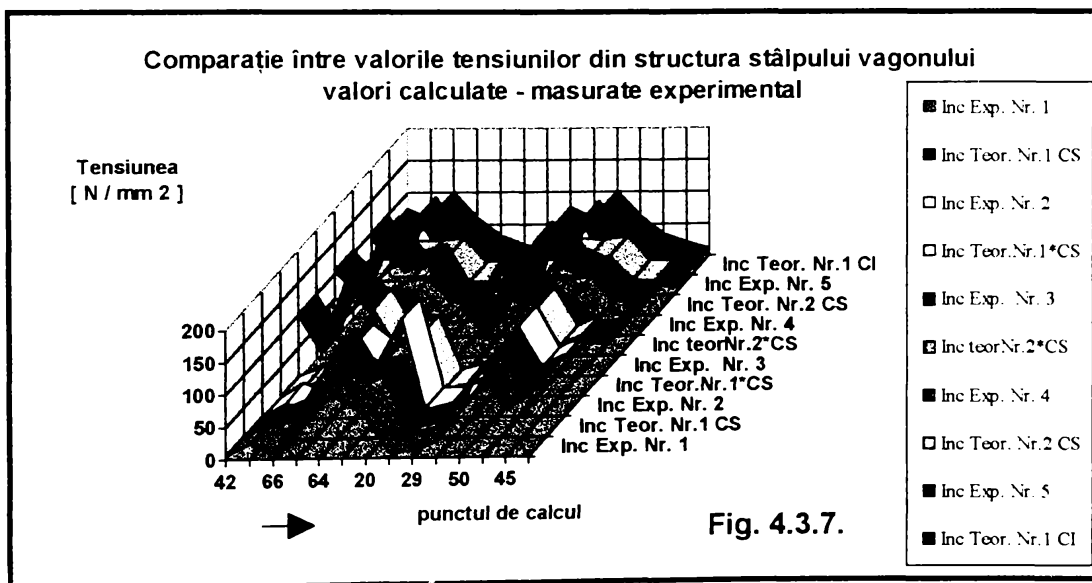
Tabelul Nr. 4.3.5.						
TENSIUNILE DIN PANOUL IV AL CARCASEI VAGONULUI						
VALORILE TENSIUNILOR						
	Măsurată	VARIANTELE DE CALCUL				
	experimental	V801v1	V801v1A	PVSSDM	PVSSDF	VPP3
CSS K	71.73	82.63	79.31	77.16	75.75	34.64
CSM K		6.60	11.36	9.69	9.52	7.72
CSD K	97.57	96.40	111.01	103.88	89.21	50.08
CSES K		15.09	15.37	23.08	22.13	4.51
CIS K	79.58	81.18	87.41	81.39	82.30	70.12
CIM K		12.84	3.86	3.61	4.25	3.32
CID K	88.43	95.97	97.59	89.15	87.52	74.18
CIEJ K		9.02	10.00	10.51	10.03	11.35
SSS K	87.83	89.74	94.66	106.63	108.87	117.43
SSJ K	113.37	116.53	123.00	106.88	109.30	93.32
SDS K	78.56	76.14	87.95	96.63	107.83	114.07
SDJ K	105.13	111.07	115.58	100.59	103.40	95.59

Tabelul Nr. 4.3.6.						
TENSIUNILE DIN PANOUL III AL CARCASEI VAGONULUI						
VALORILE TENSIUNILOR						
	Măsurată	VARIANTELE DE CALCUL				
	experimental	V801v1	V801v1A	PVSSDM	PVSSDF	VPP3
CSS K	43.63	39.89	34.25	26.95	28.72	12.66
CSM K	12.00	8.88	3.26	2.79	3.13	2.65
CSD K	28.10	22.90	34.74	10.83	12.95	8.93
CSES K		7.13	12.03	13.05	13.28	13.27
CIS K	45.90	45.52	46.62	50.88	49.53	48.17
CIM K		63.27	60.32	73.56	72.59	70.28
CID K	54.1	42.30	40.46	26.14	26.36	25.97
CIEJ K	39.7	31.41	29.30	81.30	74.74	99.34
SSS K	59.43	52.56	49.23	45.51	47.56	54.71
SSJ K	105.38	110.08	114.66	115.52	117.57	114.68
SDS K	25.53	17.96	28.49	6.78	7.90	11.01
SDJ K	19.4	19.42	17.29	43.44	42.70	43.56

Valorile tensiunilor măsurate, respectiv calculate pentru stâlpul carcasei vagonului s-au comparat în elementele de suprafață cele mai solicitate, definite în (Fig. 3.4.3.), acestea fiind prezentate în Tabelul Nr. 4.3.7. și (Fig. 4.3.7.)



Tabelul Nr. 4.3.7.											
Comparație între valorile tensiunilor din structura stâlpului vagonului valori calculate - masurate experimental											
Punctul de calcul exp / teor	Variantele de calcul și cazurile de încărcare experimentală										
	Inc exp Nr. 1	Inc teor Nr.1 CS	Inc exp Nr. 2	Inc teor Nr.1*CS	Inc exp Nr. 3	Inc teor Nr.2*CS	Inc exp Nr. 4	Inc teor Nr.2 CS	Inc exp Nr. 5	Inc teor Nr.1 CI	
42	1	7.4	5.63	4.2	5.63	100.4	61.43	105.0	61.43	91.4	75.32
24	2	25.2	18.23	25.2	18.23	41.0	56.96	67.2	56.96	47.3	59.07
66	3	10.5	31.23	11.6	31.23	145.5	89.4	157.5	89.4	123.9	100.9
65	4	63.0	77.14	71.4	77.14	106.1	87.28	103.4	87.28	67.2	61.07
64	5	126	138.8	115.5	138.28	106.1	92.56	113.4	92.56	46.2	32.73
60	6	94.5	79.55	87.8	79.55	58.8	55.05	53.6	55.05	11.0	19.25
20	7	65.7	96.86	155.4	96.86	71.4	55.36	44.1	55.36	12.6	9.25
41	8	10.5	12.64	15.8	12.64	112.4	61.48	111.3	61.48	86.1	76.86
29	9	13.0	21.87	16.8	21.87	65.1	55.44	55.7	55.44	48.3	59.78
51	10	27.3	33.54	31.5	33.54	157.5	89.87	149.1	89.87	117.6	101.1
50	11	97.3	77.68	75.6	77.68	118.0	87.9	105.0	87.9	58.8	61.45
49	12	136.5	138.5	142.8	138.95	85.6	93.16	88.4	93.16	47.3	33.97
45	13	75.1	79.86	77.3	79.86	54.2	55.36	57.3	55.36	21.0	21.3
21	14	95.6	96.93	94.2	96.93	50.3	55.54	44.1	55.54	12.1	10.61



Din analiza comparativă a valorilor prezentate pentru deformațiile și tensiunile, calculate respectiv măsurate din structura vagonului și a stâlpului, se constată o bună concordanță între acestea.

În majoritatea punctelor abaterea procentuală este cuprinsă între 3 % ÷ 8 %, semnalându-se însă și puncte în care abaterea procentuală este mai mare (dar păstrând fenomenul fizic), aceasta se datorează erorii de măsurare, fie datorită valorii efective mici a mărimii măsurate.

Aceste rezultate, confirmă acuratețea metodelor de calcul utilizate și a măsurătorilor experimentale efectuate.

CAPITOLUL 5

CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

Lucrarea prezintă o sinteză a activității de cercetare desfășurată de autor pe parcursul a mai multor ani, cu privire la calculul construcțiilor autoportante de vagoane. Tematica tezei se înscrie printre preocupările majore pe care o serie de institute de specialitate din lume caută să le rezolve pentru a face față concurenței dintre transportul pe calea ferată și celelalte mijloace de transport. Dintre obiectivele principale urmărite se pot enumera : reducerea greutateii proprii, a consumului de materiale și a cheltuielilor de întreținere, iar pe de altă parte creșterea confortului, a vitezei de circulație și a siguranței în exploatare.

Obiectivul principal al tezei de doctorat îl constituie aplicarea metodelor de calcul la structurile autoportante ale vagoanelor și a subansamblelor acestora, coroborată cu aplicarea metodelor de investigare experimentală a stării de deformație și tensiune.

Din analiza calculelor efectuate pentru structura autoportantă a vagonului principalele concluzii care se desprind sunt :

1. - Metodele de calcul prin care carcasa vagonului este redusă la o structură plană echivalentă sunt recomandate pentru calcule de predimensionare sau verificare sumară. Prin aplicarea acestor metode de calcul, starea de deformație a structurii vagonului este apropiată de starea de deformație reală. Dar, starea de tensiune nu este în concordanță cu starea reală, deoarece calculul acesteia se efectuează pentru grosimi ale elementelor de rezistență care diferă de cele reale, din acest motiv sunt necesare a se efectua corecții ale valorilor tensiunilor calculate.

2. Influența elementelor componente ale acoperișului asupra rigidității întregii structurii de rezistență a carcasei autoportante a vagonului este mică. Fapt care permite ca elementele componente ale acoperișului să fie ignorate din calcule, dacă nu se urmărește în mod expres starea de deformație și tensiune din acestea. Studiul influenței elementelor componente ale acoperișului asupra rigidității întregii structuri a vagonului a fost efectuat prin aplicarea metodelor de calcul prin care carcasa vagonului este redusă la o structură plană, respectiv prin metodele de calcul în care carcasa vagonului este considerată ca o structură spațială.

3. Peretele lateral constituie partea cea mai sollicitată a carcasei vagonului, în situația când aceasta este încărcată doar cu sarcină verticală. Aceasta justifică posibilitatea reducerii structurii spațiale a carcasei vagonului la o structură plană situată în planul peretelui lateral al acesteia.

4. Rigiditatea structurii carcasei autoportante a vagonului este sensibil influențată de rigiditatea stâlpului. Din acest motiv autorul a efectuat un studiu referitor la starea de deformare și tensiune a stâlpului. Concluziile acestui studiu au subliniat că starea de tensiune din profilul central al stâlpului este redusă. Acesta oferă posibilitatea ca la reproiectarea carcasei vagonului, profilul central să fie eliminat, contribuind la reducerea tării vagonului.

5. Prin aplicarea metodelor de calcul a carcasei vagonului redusă la structura spațială a peretelui lateral, se obțin valori ale deformațiilor și ale tensiunilor apropiate de valorile care se obțin prin aplicarea metodelor de calcul în care carcasa vagonului este considerată ca o structură spațială.

6. Măsurătorile experimentale efectuate prin tensometrie electrică rezistivă au o bună concordanță cu metodele de calcul în care carcasa vagonului respectiv peretele și stâlpul sunt tratate ca structuri spațiale.

7. Concluziile autorului referitoare la aplicarea metodei lacurilor casante sunt :

- metoda lacurilor casante este o metodă de analiză experimentală a stării de deformare și tensiune aplicabilă la nivel de laborator, nu este aplicabilă la scară industrială pentru structuri cu dimensiunii mari.

Încercările experimentale efectuate, de aplicare a metodei lacurilor casante la carcasa vagonului nu dat rezultate satisfăcătoare datorită motivelor prezentate în capitolul 4.2.4.

PRINCIPALELE CONTRIBUȚII ALE AUTORULUI. APLICAȚII ȘI PERSPECTIVE A REZULTATELOR OBȚINUTE

Principalele contribuții ale autorului pot fi grupate după cum urmează :

A.) Sinteza metodelor de calcul referitoare la calculul structurilor autoportante ale vagoanelor

a.1. Autorul prezintă în capitolul 2 o analiză critică a metodelor de calcul, a structurilor de rezistență ale vagoanelor, precizând în același timp cauzele care determină obținerea de rezultate îndepărtate

de realitate, respectiv de valorile măsurate experimental. În finalul capitolului 2, se subliniază, că metoda elementului finit, este cel mai adecvat instrument de investigare teoretică, pentru analiza stării de deformare și tensiune, din structurile autoportante ale vagoanelor.

B.) Modernizarea calculului structurilor autoportante ale vagoanelor

b.1. - Utilizând concluziile capitolului 2, autorul a aplicat metoda elementului finit la calculul de rezistență a structurilor autoportante ale vagoanelor, efectuând mai multe variante de discretizare pentru aceeași problemă.

Calculul de rezistență prin metoda elementului finit s-a aplicat la :

- asamblul carcasei vagonului
- subansamble de vagon, - stâlp din peretele lateral al vagonului
- aparatura și dispozitivele de măsurare și încercare realizate de autor, necesare măsurărilor experimentale efectuate

b.2. - Analiza stării de deformare și de tensiune din structura de rezistență a carcasei autoportante a vagonului, s-a efectuat în două variante de calcul :

b.2.1. - carcasa vagonului fiind considerată ca o structură plană echivalentă, pentru care s-au analizat : două variante de discretizare în care s-au utilizat elemente finite de tip grindă spațială, respectiv trei variante de discretizare în care s-au utilizat elemente finite de tip placă

b.2.2. - carcasa vagonului fiind considerată ca o structură spațială, pentru care s-au analizat : patru variante de discretizare în care s-au utilizat elemente finite de tip grindă spațială, respectiv patru variante de discretizare în care s-au utilizat elemente finite de tip placă spațială

b.3. - A studiat influența elementelor componente ale acoperișului asupra rigidității întregii structurii de rezistență a carcasei autoportante a vagonului

b.4. - Analiza stării de deformare și de tensiune pentru structura de rezistență a stâlpului peretelui lateral a vagonului, s-a efectuat în cinci variante de discretizare a acestuia, pentru fiecare variantă de calcul s-au considerat șase cazuri de încărcare, rezultând 30 de variante de calcul

b.5. - A stabilit criteriile de reducere a structurii spațiale a vagonului la o structură plană, propunând relații de calcul a grosimii echivalente a elementelor finite plane

b.6. - A elaborat un program de calcul pentru mărimile caracteristice geometrice ale secțiunilor transversale ale elementelor de rezistență componente a vagonului [86]

b.7. - A întocmit un catalog al secțiunilor caracteristice componente a structurii autoportante a vagonului. Acesta facilitează aplicarea metodelor de calcul, el fiind util și în activitatea de proiectare [72]

b.8. - A întocmit un program de prelucrare a datelor măsurătorilor experimentale obținute prin tensometrie electrică rezistivă pentru traductoarele unidirecționale, cât și pentru traductoarele de tip rozetă [66]

C.) Studiul, proiectarea, realizarea și încercarea unor instalații și echipamente pentru încercări experimentale

c.1. Pentru studierea stării de deformație și tensiune din stâlpul peretelui lateral al vagonului, autorul a realizat :

c.1.1. - o porțiune din peretele lateral al vagonului cuprins între două geamuri consecutive, fără elementele acoperișului și șasiului situate în apropierea axei longitudinale a vagonului, executat la scara 1: 1, acesta fiind considerat ca model de stâlp pentru peretele lateral al vagonului

c.1.2. - dispozitivul de încercare a subansamblilor de vagon, necesar analizei experimentale a stării de deformație și tensiune din stâlpul peretelui lateral al vagonului

c2. Pentru reducerea costului măsurătorilor prin tensometrie electrică rezistivă, autorul a proiectat, realizat și experimentat :

c.2.1. - un traductor electrotensometric unidirecțional reutilizabil, acesta fiind brevetat [62]

c.2.2. - un traductor electrotensometric triaxial reutilizabil, destinat analizei stării plane de tensiune, care a fost brevetat [61]

c.3. - Pentru a avea un control asupra modului de aplicare a încărcărilor, autorul a proiectat, realizat și experimentat un captor de forță care are posibilitatea să măsoare simultan și independent componentele forței pe trei direcții ortogonale. Aceasta este posibilă datorită formei elementului elastic al captorului, cât și unei amplasări adecvate a traductorilor electrici rezistivi și a legării acestora în puntea de măsură Wheastone. Datorită soluției originale acest captor a fost brevetat [60]

D.) Măsurători experimentale efectuate asupra carcusei autoportante a vagonului și a subansamblilor acesteia

d.1. - A efectuat o analiză experimentală asupra stării de deformație și tensiune prin tensometrie electrică rezistivă pentru stâlpul carcusei autoportante a vagonului. Aceasta a permis autorului să formuleze unele concluzii referitoare la modul de discretizare cât și

unele indicații pentru proiectarea stâlpului, respectiv a carcasei autoportante a vagonului

d.2 - Autorul a efectuat un studiu experimental asupra posibilității și eficacității utilizării metodei lacurilor casante la analiza experimentală a stării de deformație și tensiune din carcasa vagonului [15].

Unele probleme care sunt prezentate în teză au fost pregătite de autor printr-o activitate de cercetare științifică concretizată prin contracte de cercetare, respectiv prin publicarea de articole la diferite sesiuni de comunicări științifice din țară conform listei bibliografice [10], [12], [15], [16], [19], [21], [51], [52], [56], [58], [60], [61], [62], [63], [65], [66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [86],

Rezultatele teoretice și experimentale obținute de autor, pot fi utilizate în activitatea de proiectare a unor vagoane cu performanțe ridicate, sub aspectul reducerii consumului de material și a tării, al reducerii consumului de energie pentru tracțiune, precum și al creșterii productivității și confortului.

BIBLIOGRAFIE

1. Avram, C., ș.a Structuri din beton armat. - Metoda elementelor finite - teoria echivalențelor. Ed. Academiei R.S.R. București 1984
2. Balcu, M., Balcu, A., Metoda elementului finit. - Institutul de Construcții București 1981
3. Balogh, V., Wirkung der Berücksichtigung der durchgerund normal krafte verursachten Formänderungen bei der Bemessung von Eisenbahnwagenkasten - Periodica Polytechnica - Budapesta Vol.1, Nr.1/1973
4. Balogh, V., Vasuti jarmuszekrenyek szilardsagi vizsgalata. Jarmuvek, Mezogazdasagi Gepek Nr.3 /1970
5. Beleş, A. A., Calculul construcțiilor pe terenuri deformabile. Ed. Academiei R.S.R. București 1977.
6. Berbente, C., ș.a. Metode numerice de calcul și aplicații. Ed. I.P.București 1992
7. Bijl, F. Festigkeitsberechnung eines Wagenkastens- Eisenbahntechnische Rundschau Nr.7 1960
8. Blumenfeld, M., Introducere în metoda elementelor finite. Ed. Tehnică București 1995.
9. Blumenfeld, M., ș.a. Metoda elementelor finite. (Aplicații și programe introductive). Ed. I.P.București 1992
10. Boleanțu, L., Cornut, A., Gherman, Gh. A., Le calcul de resistance por la carcasse d'une voiture laboratoire. Conferința de vibrații în construcția de mașini - Vol. 3. Timișoara 1985
Boleanțu, L. ș.a. Aplicații ale mecanicii solidului deformabil în construcția de mașini, Ed. Facla, Timișoara 1978
11. Boleanțu, L. Rezistența Materialelor - vol .3 - I.T.P.Timișoara 1975
12. Boleanțu, L., Gherman, Gh.A., Copaci, I., Studiul teoretic și experimental al stării de tensiune și deformații al plăcilor plane pătrate. Lucrările celui de al III- lea Simpozion Național de Tensometrie, Volumul suplimentar Timișoara 1983.
13. Boleanțu, L., ș.a. Calculul de rezistență a boghiului Y -25-Cs. Contract de cercetare științifică cu I.V.Arad 1972.
14. Boleanțu, L., ș.a. Stări de tensiune într-un cadru de boghiu. Buletinul Științific și Tehnic al I.P.Timișoara, seria Mecanică Tom 18 (32), Fascicula 1 / 1973
15. Boleanțu, L., Gherman, Gh. A. ș.a.. Stabilirea metodelor de lucru pentru determinarea stării de tensiune din carcasa vagoanelor prin metoda lacurilor casante și fotoelasticitate. Contract de cercetare științifică Nr. 103 / 1978 I.P.T.V.Timișoara / I.V.Arad
16. Boleanțu, L., Cornut, Al., Gherman, Gh. A ș.a.. Studiul comparativ al unor schematizări utilizate la analiza structuiei de rezistență a unei carcase de vagon. Revista Transporturilor și Telecomunicațiilor, Anul XIII Nr. 7/8. - 1986 București

17. Boleanțu, L., Dobre, I. Aplicații ale mecanicii solidului deformabil în construcția de mașini. Ed. Facla Timișoara 1978
18. Boleanțu, L., Gherman, Gh.A. Calculul săgeților plăcilor plane cu ajutorul calculatorului FELIX - C 256. Buletinul I.P.T.V. Timișoara Tom 26 (40) fascicola 1 - 1981
19. Boleanțu, L., Gherman, Gh.A. Kasztel, O., Analiza experimentală a tensiunilor în elementele unui vagon de clasă. Sesiunea de comunicări științifice Timișoara 1979.
20. Boleanțu, L., Gherman, Gh.A. Onceanu, I., Metodă de îmbunătățire a preciziei de calculul a săgeților plăcilor plane calculate prin metoda diferentelor finite. Sesiunea de comunicări științifice Arad 1980.
21. Boleanțu, L., Gherman, Gh.A. Contribuții la calculul momentelor de inerție axiale ale secțiunilor plane. Sesiunea de comunicări științifice Arad 1980.
22. Buga, M., ș.a. Compararea unor metode și scheme de calcul aplicate pentru verificarea structurilor autoportante a unei locomotive diesel - hidraulice. Revista Transporturilor și Telecomunicațiilor Nr.3 / 1978
23. Buga, M., ș.a. Determinări tensometrice în regim static și dinamic pe structura autobusului 111 - U.D. Lucrările celui de al II - lea Simpozion Național de Tensometrie, Vol. B. Cluj - Napoca 1980.
24. Buga, M., ș.a. Determinarea tensiunilor din cutia locomotivei DH - 2400. Lucrările Primului Simpozion Național de Tensometrie Vol. 1, - Iași 1977
25. Burada, C., Buga, M., Năilescu, L. Determinarea eforturilor din barele unor șasiuri de vagoane adaptate pentru cupla automată. Lucrările Primului Simpozion Național de Tensometrie Vol. 1, - Iași 1977.
26. Burada, C. ș.a. Elemente și structuri portante ale vehiculelor de cale ferată - Ed. Tehnică 1980 București
27. Buzdugan, Gh., Blumenfeld M., Tensometria electrică rezistivă . Ed. Tehnică 1966 București
28. Buzdugan, Gh., Blumenfeld, M., Calculul de rezistență al pieselor de masini Ed. Tehnică București 1979
29. Caracostea, A.D. Manualul pentru calculul construcțiilor vol.1 Ed. Tehnică 1977 București
30. Ciocîrdia, C., Ungureanu, I., Bazele cercetării experimentale în tehnologia construcției de mașini. Ed. Did. și Ped. București 1979
31. Ciomocoș, D. F., Ciomocoș, T. Teoria elasticității în probleme și aplicații. Ed. Facla Timișoara 1984
32. Coșereanu, I., ș.a. Studiul tensiunilor în șasiul tractorului TIH -445 prin metoda tensometriei electrice rezistive. Lucrările celui de al II - lea Simpozion Național de Tensometrie, Vol. B. Cluj - Napoca 1980

33. Constantinescu, I., Metode noi pentru calcule de rezistență
Ed. Tehnică București 1989.
34. Constantinescu, I., ș.a. Prelucrarea datelor experimentale cu calculatoare
numerice. Aplicații în construcția de mașini.
Ed. Tehnică București 1980
35. Copaci, I., Gherman, Gh. A., Otlacan, D., Pișcoi, D.,
Asupra reducerii tensiunilor în racordarea ferestrelor de osii la boghiul de tip "H". Revista Transporturilor și Telecomunicațiilor, Anul XIII Nr. 7/8. - 1986 București
36. Copaci, I., Mănescu, T., Gherman, Gh. A., ș.a. Asupra tensiunilor remanente și metodelor de detensionare la cadrul boghiului vagonului de călători 209. Lucrările celui de al V-lea Simpozion Național de Tensometrie, Galați 1989.
37. Cuteanu, E., Marinov, R., Metoda elementelor finite în proiectarea structurilor Ed. Facla Timișoara 1980
38. David, G.I., Calculul și construcția structurilor portante ale vehiculelor feroviare. I. P.T.V. Timișoara 1981
39. Dobre, I., Contribuții la studiul dinamicii și durabilității structurilor de rezistență ale vehiculelor solicitate de sarcini aleatoare.
Teză de doctorat Timișoara 1977.
40. Doring, W., Untersuchung der Verfahren für die Berechnung selbsttragender Seitenwände von Reisezugwagen -Deutsche Eisenbahntechnik Nr.7 /1961
41. Friedrich, R., Bazele metodei elementelor finite I.P.T.V. Timișoara 1972
42. Friedrich, R., Procedul grinzii înlocuitoare pentru calculul diafragmelor și cadrelor . Buletinul Științific și Tehnic al I.P.Timșoara Nr.2 - 1970
43. Friedrich, R., Contribuții la studiul grinzilor pereți din beton armat. Teză de doctorat Timișoara 1974.
44. Gârbea, D., Metoda elementelor finite, procedeu modern de analiză structurală. Revista Transporturilor și Telecomunicațiilor Nr.1. / 1977 București
45. Gârbea, D., Analiză cu elemente finite. aplicații pe microcalculatoare. Ed. Tehnică București 1990
46. Gheorghiu, Al. Statica construcțiilor Ed. Tehnică 1965 București
47. Gheorghiu, Al. Concepții moderne în calculul structurilor Ed. Tehnică 1975 București
48. Gheorghiu, Al., Statica, stabilitatea și dinamica construcțiilor Ed. Did. și Ped. - 1974 - Bucurști
49. Gherman, Gh. A., Boleanțu, L., ș.a. Cercetări în vederea realizării unui dispozitiv pentru măsurarea forțelor transmise prin cupla centrală a vagoanelor. Contract C.C.S.I.T.V. Arad Nr. 163 /1987.
50. Gherman, Gh. A. ș.a. Cercetări privind stabilirea metodelor și programelor de încărcări la toate tipurile de vagoane și subansamble în conformitate cu normele U.I.C - GOST - A.A.R.
Contract C.C.S.I.T.V. Arad Nr. 131 /1989.

51. Gherman, Gh. A., Aspecte comparative între diferite metode de calcul a structurilor autoportante ale carcaselor vagoanelor. Sesiunea de comunicări științifice Univ. Aurel Vlaicu Arad 1992 Vol . 3.
52. Gherman, Gh. A., Copaci, I., Studiul stării de tensiune și deformare din stîlpul peretelui lateral al unui vagon de călători. Sesiunea de comunicări științifice Univ. Aurel Vlaicu Arad 1992 Vol 3.
53. Gherman, Gh. A., Moldovan, M., Aspecte privind calculul de rezistență a plăcilor plane încovoiate prin metoda elementelor finite. Sesiunea de comunicări științifice Univ. Aurel Vlaicu Arad 1994 Vol .Rez,Mat.și Mat. Rulant.
54. Gherman, Gh. A., Copaci, I., Groza, Gh., Asupra stării de tensiune din leagănul arcurilor boghiului MINDEN - DEUTZ. Sesiunea de comunicări științifice Univ. Aurel Vlaicu Arad 1994 Vol . Rez, Mat. și Mat. Rulant
55. Gherman, Gh. A., Scorțeanu, M., ș.a. Ușă rulantă pentru vagoanele refrigerente. Brevet de Inventie România Nr. 61503 /1975
56. Gherman, Gh. A., Copaci, I., Velescu, I., Determinarea cantitativă a tensiunilor interne prin metoda MATHAR. Sesiunea de comunicări științifice Univ. Aurel Vlaicu Arad 1994 Vol . Rez, Mat. și Mat. Rulant
57. Gherman, Gh. A., Copaci, I., Bălaș, M., Considerații asupra măsurării experimentale a deformațiilor dinamice a elementelor de rezistență solicitate prin șoc. Sesiunea de comunicări științifice Univ. Aurel Vlaicu Arad 1996 Vol . Rezistența Materialelor.
58. Gherman, Gh. A., Copaci, I., Posibilități de reutilizare a traductorilor electrici rezistivi. Sesiunea de comunicări științifice Univ. Aurel Vlaicu Arad 1996 Vol Rezistența Materialelor.
59. Gherman, Gh. A., Copaci, I., Nicolescu, C -tin, Cercetări experimentale asupra unor defecte ce apar în exploatare la traversa frontală a vagoanelor. Sesiunea de comunicări științifice Univ. Aurel Vlaicu Arad 1994 Vol. Rez. Mat. și Mat. Rulant.
60. Gherman, Gh. A., Copaci, I., Otlăcan, D., Dinamometru pentru măsurarea forțelor de așchiere la prelucrarea cu scule tip cutit. Brevet de Inventie România Nr. 86897/1985
61. Gherman, Gh. A., Copaci, I., ș.a. Traductor electrotensiometric triaxial. Brevet de Inventie România Nr.90028 /1989.
62. Gherman, Gh. A., Copaci, I., ș.a. Traductor electrotensiometric unidirecțional. Brevet de Inventie România Nr.100631 /1988.
63. Gherman, Gh.A. Metode experimentale utilizate în studiul structurilor autoportante. Referat doctorat I.P.T.V. Timișoara 1980
64. Gherman, Gh.A. Vibrațiile plăcilor - Referat doctorat I.P.T.V. Timișoara 1980

65. Gherman, Gh.A., Stadiul actual al calcului structurilor autoportante ale vagoanelor. Referat doctorat I.P.T.V. Timișoara 1977
66. Gherman, Gh.A.; Fărcaș, A. Program de calcul pentru prelucrarea valorilor măsurătorilor experimentale obținute prin tensometrie electrică rezistivă "TIMBRE" Contract de colaborare cu I.V.Arad - 1986
67. Gherman, Gh.A., Calculul de rezistență a carcasei vagonului de tip "Y" ca o structură plană. Lucrare de cercetare științifică - I.V.Arad 1982.
68. Gherman, Gh.A., Boleanțu, L., ș.a. Studiul rezistenței carcasei unui vagon de călători cu amenajări speciale. Contract de cercetare științifică Nr. 90 / 1984 - I.P.T.V.Timișoara
69. Gherman, Gh.A., Boleanțu, L., ș.a. Studiul de îmbunătățire a structurii de rezistență a unor subansamble de vagon de călători de tip "Y" Contract de cercetare științifică Nr. 113 / 1985 - I.P.T.V.Timișoara
70. Gherman, Gh. A., Dispozitiv de încercat subansamble de vagon (DPL.00 / CR. DIM.00). Subcontract de cercetare cu I.C.P.V. Arad la Contract de cercetare științifică Nr. 113 / 1985 I.P.T.V.Timișoara
71. Gherman, Gh.A., Copaci, I. . Traductor pentru determinarea experimentală a forței pe trei direcții ortogonale. Lucrările celui de al V- lea Simpozion Național de Tensometrie, Vol. 1. Galați 1989
72. Gherman, Gh.A., . Caracteristicile geometrice ale secțiunilor elementelor de rezistență ale vagoanelor de călători de tip " Y " . Contract de cercetare științifică Nr. 113 / 1985 - I.P.T.V.Timișoara
73. Gherman, Gh.A., . Calculul de rezistență utilizând metoda elementului finit al dispozitivului de încercat modele de subansamble de vagon de călători tip " Y " cl. 2. Contract de colaborare cu I.V.Arad - 1986
74. Gherman, Gh.A., Boleanțu, L. Cornut, Al., Influența unei amenajări speciale asupra stării de tensiune din acoperișul unei carcase de vagon de călători. Lucrările celui de al IV- lea Simpozion Național de Tensometrie, Vol. 4. Brașov 1986.
75. Gorbănescu, D., Grinzi perete cu rigiditate variabilă. Teză de doctorat Cluj - Napoca 1981.
76. Ivan, M., Bazele calculului liniar al structurilor. Ed. Facla Timișoara 1985
77. Kreissig, E. Berchnung des Eisenbahnwagens - Ernst Stauf Verlag Koln - Lindenthal -1958
78. Manea, V., Câteva probleme ale teoriei plăcilor plane elastice Ed. Academiei R.S.R. 1966.
79. Meyus, G. Uberlegungen bei der Anwendung des Cross schen Verfahrens in Fahrzeugban- Eisenbahntechnische Rundschau Nr.3 1958
80. Mîrșu, O., Friedrich, R., Construcții din beton armat. Ed. Did. și Ped. București 1980.

81. Mocanu, D. R. și. Calcule de rezistență, probleme speciale din domeniul feroviar C.D.P.T. - M.T. București 1971
82. Mocanu, D.R., Buga, M., Georgescu, C., Determinarea experimentală a eforturilor unitare. Ed. Transporturilor și Telecomunicațiilor București 1966
83. Mocskonyi, M., Romhanyi, G. Vasuti kocsiszekrenyek, iteracios eljarason alopulo teljes szilanlsagi szamitasa. Jarmuvek, Mezgozdasagi Gepek Nr.2 1976
84. Muller, L. Beitrag zur Ermittlung Dynamischer Beanspruchungen beim Aufstoss von Eisenbahnfahrzeugen Doktor - Ingenieur genehmigte Dissertation- Von der Facultat fur Maschinewesen der Universitat Hannover - 1982
85. Munteanu, M.G., Aplicarea pe calculator a metodei elementelor finite. Universitatea Brașov 1979
86. Nagy, T., Mihălțean, E., Gherman, Gh. A., Contract de colaborare cu I.V. Arad - 1979
87. Olariu, V., Brătianu, C., Modelare numerică cu elemente finite. - Ed. Tehnică București 1986
88. Olteanu, N.G., Pârvu, E.A., Metode de discretizare a continuului în vederea realizării diferitelor tipuri de probleme de mecanică - Vol. 2. - Metoda elementelor finite. Institutul Național de Informare și documentare științifică și tehnică București 1972
89. Olteanu, N.G., Pârvu, E.A., Metode de discretizare a continuului în vederea realizării diferitelor tipuri de probleme de mecanică - Vol.3. - Formulări energetice în metoda elementelor finite. Institutul Național de Informare și documentare științifică și tehnică București 1973
90. Pascariu, I., Elemente finite - Concepte - Aplicații Ed. Militară București 1985
91. Petrican, M., și a. Aplicații ale tensometriei în industria lemnului. Ed. Tehnică București 1980
92. Petrila, T., Gheorghiu, C.I., Metoda elementului finit și aplicații Ed. Academiei R.S.R. București 1987
93. Ponomariov, S.D., și a. Calculul de rezistență în construcția de mașini. Ed. Tehnică București - vol.1, 1960; - vol. 2, 1963; - vol 3, 1964.
94. Posea, N., Rezistența Materialelor - Ed. Did. și Ped. București 1979
95. Răutu, S., Bănuț, V. Statica construcțiilor Ed. Did. și Ped. 1973 București
96. Sadura, L. A. Vagoane - Construcție, teorie și calcul Ed. Transport - Moscova 1980
97. Scorțeanu, M., Gherman, Gh. A., și a. Grătar rabatabil pentru vagoanele refrigerente Brevet de Invenție România Nr. 63353 /1975..
98. Soare, V. M. Structuri discrete și structuri continue în mecanica construcțiilor. Probleme unidimensionale. Ed. Academiei R.S.R. 1986

99. Stoian , V. A., Contribuții la calculul și alcătuirea structurilor înalte cu diafragme din beton armat. Teză de doctorat Timișoara 1982
- 100 Sulea , P. Curs de vagoane - I. P.Timșoara 1975
- 101 Szondy, G. Vasuti kocsik Tankonyvkiado Budapest 1955
- 102 Theocaris, P.S., ș.a. Analiza experimentală a tensiunilor Vol. 1. Ed. Tehnică București 1976
- 103 Theocaris, P.S., ș.a. Analiza experimentală a tensiunilor Vol. 2. Ed. Tehnică București 1977
- 104 Timoșenko, S., Teoria plăcilor plane și curbe. Ed. Tehnică Bucuresti 1968.
- 105 Tîrziu, I., Gherman, Gh. A.ș.a. Pereți laterali la vagoanele platformă. Brevet de Invenție România Nr. 58388 /1974.
- 106 Vinocurov, M.V. Vagoane - Masghiz Moscova 1953
- 107 Zienkiewicz. O.C., The Finite Element Method in Engineering Science, Mc Graw - Hill, London 1971
- 108 * * * Măsurători experimentale efectuate pentru vagonul de călători de tip 800 - ICPV Arad 15 / C -76
- 109 * * * Fiche U.I.C. - 500 Gabarit passe - partout
- 110 * * * Fiche U.I.C. - 567 - 1- OR. Voitures unifiees des types X et Y admises en trafic international. Caracteristiques.
- 111 * * * Fiche U.I.C. -567 - 2 - OR. Voitures unifiees des types Z admises en trafic international. Caracteristiques.
- 112 * * * O.R.E - U.I.C. Raport B 136 / RP 11. Calcul des essieuxaxes des wagons et de voitures. Utrecht 1979
- 113 * * * Fiche U.I.C. - 566 - OR. Voitures. Sollicitations.
- 114 * * * O.R.E - U.I.C. Raport B 12 / RP 17. Programme des essais a faire subir aux wagons a chassis et caisse en acier et leur bogies a chassie en acier .Ed. 5 - a Utrecht 1982.
- 115 * * * O.R.E - U.I.C. Raport B 7 / RP 7 / F Resistance des caisses du materiel roulant pour voyageurs. Calcul complet des caisses de materiel roulant pour voyageurs. Utrecht 1972
- 116 * * * O.R.E - U.I.C. Raport B 7 / RP 8 / F Resistance des caisses du materiel roulant pour voyageurs. Description de la methode utilisant la theorie generale des systemes hyperstatiques et de la methode des " elements finis " pour la calcul des caisses du materiel roulant pour voyageurs. Utrecht 1973.
- 117 * * * Manualul de utilizare al programului SAP - IV
- 118 * * * Manualul de utilizare al programului SAP - 05. Analiza liniara statică și dinamică a structurilor - prin metoda elementului finit. Inst. de Proiectare pt. Construcții Tipizate București 1983.
- 119 * * * ALGOR - Modeling for Finite Element Analysis Pittsburgh - 1990

120	*	*	*	Catolog de Prospecte - ale - Firmei Hottinger Baldwin Messtechnik
121	*	*	*	Catolog de Prospecte - ale - Firmei Vishay Micromasurements Messtechnik
122	*	*	*	Prospecte Stresscoat - ale - Firmei Magnaflux Corporation
123	*	*	*	Colecția de standarde - Grupa U

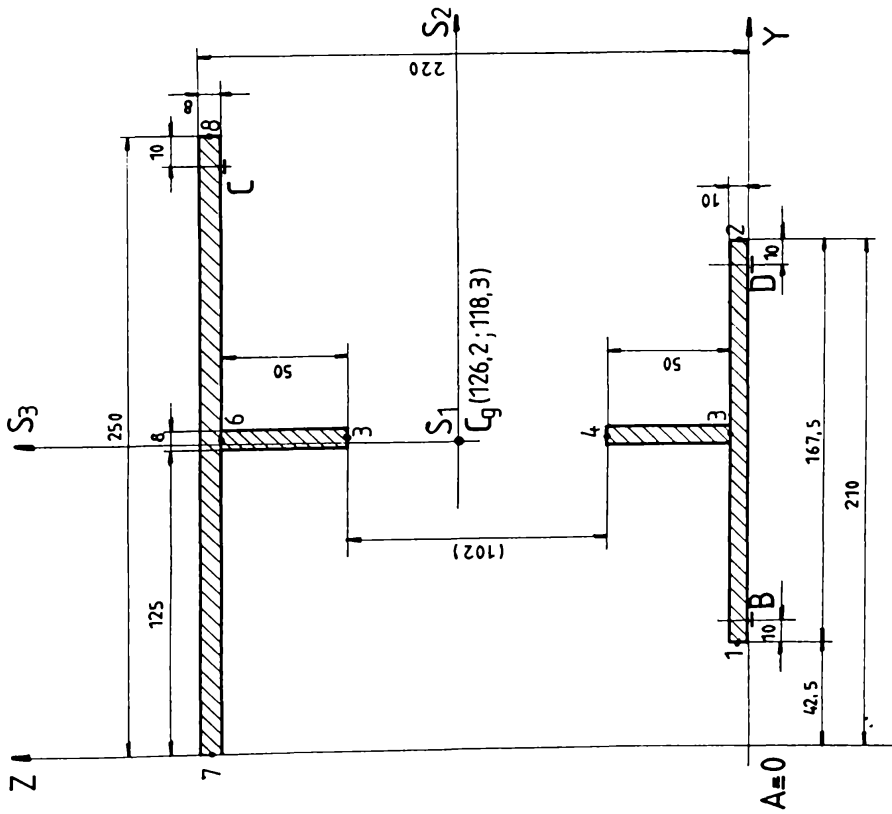
ANEXA Nr

CATALOGUL SECȚIUNILOR
CARCASEI VAGONULUI

CS.CV.01

SECȚIUNEA NR. 1

TRAVERSA CRAPODINEI



SECȚIUNEA NR. 1 NUMĂRUL PUNTELOAR: 8

COORDONATELE PUNTELOAR ȘI GROSIMEA PORȚIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	Ø /MM/
1	42,50	50,00	10,00
2	120,00	10,00	8,00
3	120,00	60,00	8,00
4	120,00	162,50	8,00
5	120,00	212,50	8,00
6	210,00	210,00	8,00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALĂ, A	44,75 CM ²
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚE, Y_G	12,52 CM
Z_G	11,83 CM
MOMENTUL DE INERȚIE FAȚA DE AXA Y	4542,24 CM ⁴
I_{Y^2}	1434,50 CM ⁴
MOMENTUL DE INERȚIE CENTRIFUGAL I_{YZ}	-26,54 CM ⁴
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE I_{Y^0}	4542,46 CM ⁴
MOMENTUL DE INERȚIE FAȚA DE AXA Z ȘI I_{Z^2}	1433,88 CM ⁴

COORDONATELE FIBRILOR EXTREME (ÎN SISTEM Y,Z)

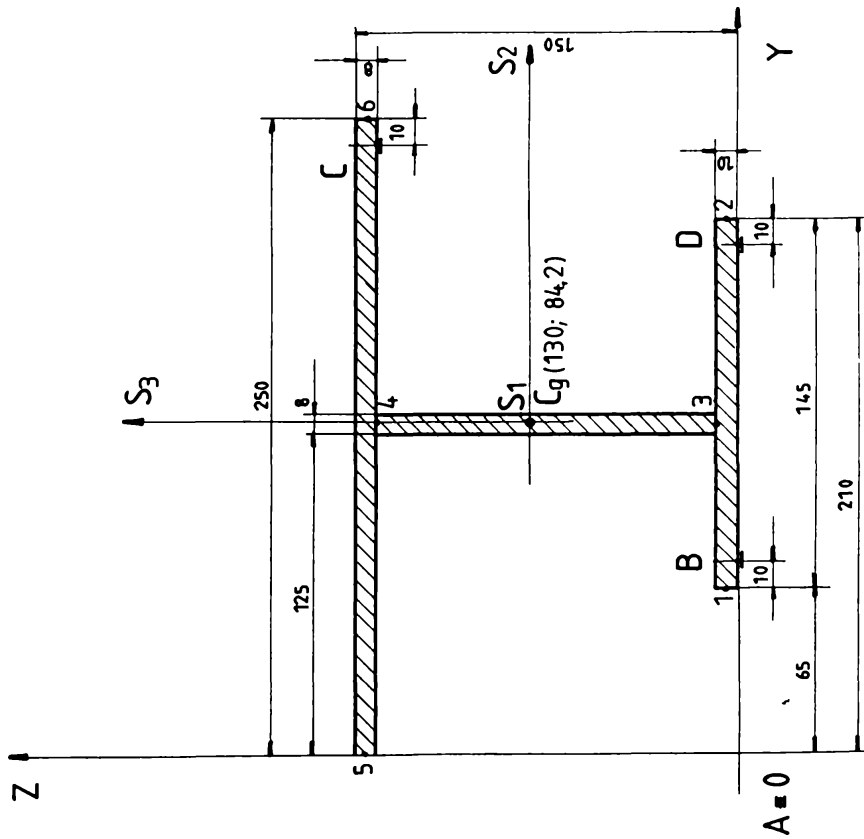
FIBRA	A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A :		42,50	10,00
FIBRA B :		120,00	210,00
FIBRA C :		120,00	210,00
FIBRA D :		210,00	210,00

COORDONATELE FIBRILOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A :		-12,52	-11,83
FIBRA B :		120,00	210,00
FIBRA C :		120,00	210,00
FIBRA D :		210,00	210,00

SECȚIUNEA NR. 2

TRAVERSA CRAPODINEI



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA:	NUMĂRUL PUNCTELOR:	0	
COORDINATELE PUNCTELOR ȘI GROSIMEA PORTIUNILOR:			
PCT	Y /MM/	Z /MM/	J /MM ⁴ /
1	65.00	5.00	10.00
2	179.00	10.00	6.00
3	179.00	142.00	6.00
4	250.00	145.00	6.00
5	250.00	145.00	6.00

CAKACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXIA SECȚIUNII TRANSVERSALE,	YO	45.5	CM
POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTAȚI,	Y0	13.0	CM
	Z0	6.4	CM
MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA	Z	1923.81	CM ⁴
	Y	1328.98	CM ⁴
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL	IYZ	-147.87	CM ⁴
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE	IFI	14.03	GR ²
MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA	ZETA	1870.58	CM ⁴
	ZETA	1870.58	CM ⁴

COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM YOZ)

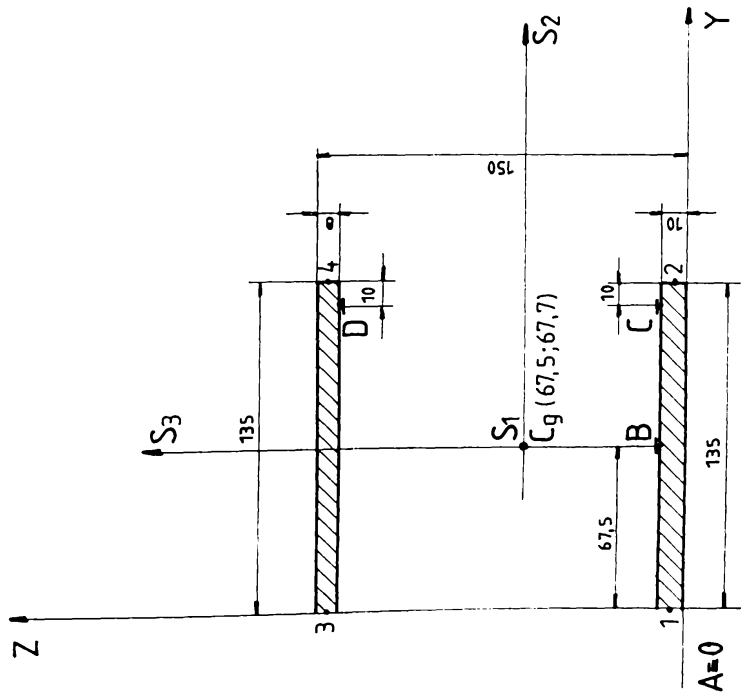
FIBRA A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA B :	75.00	0.00
FIBRA C :	240.00	142.00
FIBRA D :	240.00	142.00

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA B :	-13.00	-9.42
FIBRA C :	-13.00	-5.78
FIBRA D :	17.00	-8.44

SECȚIUNEA NR. 3

TRAVERSA CRAPODINEI



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 3	NUMĂRUL ZONTELOR:	4	
COORDINATELE PUNCTELOR ȘI SISTEMEA PUNCTELOR:			
PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	0.00	0.00	10.00
2	135.00	0.00	0.00
3	0.00	146.00	0.00
4	135.00	146.00	0.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

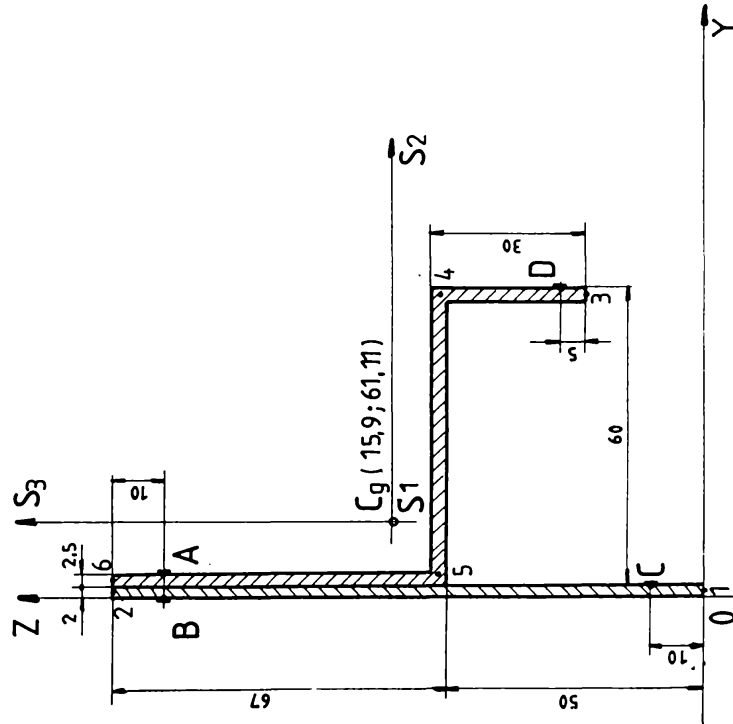
ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALĂ:	A	24.36	CM ²
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE:	Y _C	6.75	CM
	Z _C	6.77	CM
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA:	Y	1192.96	CM ⁴
	Z	369.76	CM ⁴
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL:	I _{YZ}	-1.00	CM ⁴
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE:	FI	0.00	CM
	FII	192.96	CM
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA:	FIIA	369.76	CM ⁴
	FIIZ	1192.96	CM ⁴

COORDINATELE FIBRELOR EXTREME (SISTEM Y,Z):

FIBRA A:	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA B:	67.50	0.00
FIBRA C:	122.00	0.00
FIBRA D:	125.00	147.00

COORDINATELE FIBRELOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL):

FIBRA A:	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA B:	-6.75	-6.77
FIBRA C:	0.00	-6.77
FIBRA D:	5.75	147.00

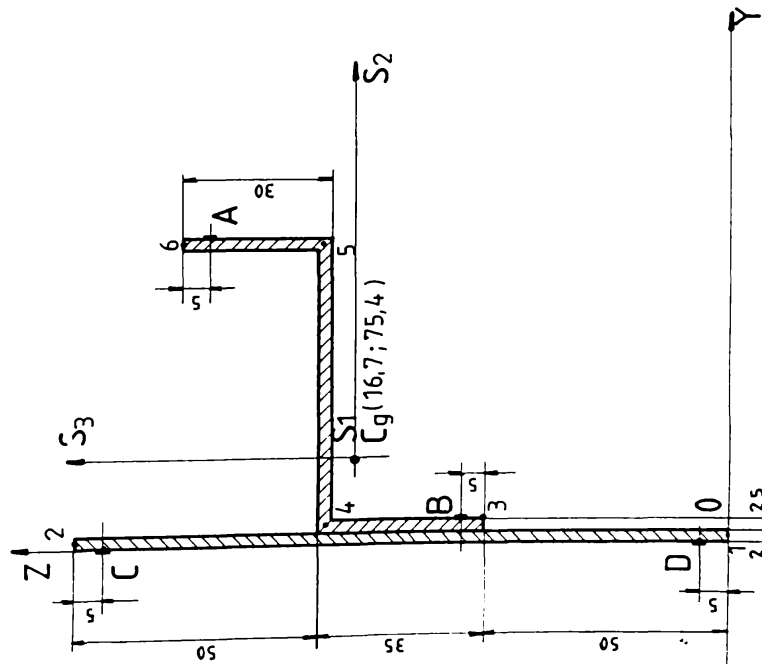


Caracteristicile geometrice ale secțiunii

CLASĂ	4	NUMĂRUL PUNTELOR:	6
COORDINATELE PUNTELOR ȘI GRĂSIMEA PARTIȚIILOR:			
PCT	Y /MM/	Z /MM/	U /MM/
1	1.00	17.00	1.00
2	1.00	21.50	1.00
3	50.75	21.50	2.50
4	50.75	51.25	2.50
5	3.25	51.25	2.50
6	3.25	117.00	1.00
CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:			
ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, A			
POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTAȚE, Y_C			
Z_C			
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y			
I_{Y^2}			
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL I_{YZ}			
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, Y_1			
Z_1			
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y_1			
$I_{Y_1^2}$			
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Z_1			
$I_{Z_1^2}$			
COORDINATELE FIBRELOR A, B, C, D (SISTEM Y, Z)			
FIBRA A :	Y /MM/	Z /MM/	
FIBRA B :	4.50	107.00	107.00
FIBRA C :	1.00	117.00	117.00
FIBRA D :	62.00	57.50	57.50
COORDINATELE FIBRELOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL)			
FIBRA A :	Y /CM/	Z /CM/	
FIBRA B :	-1.14	4.50	4.50
FIBRA C :	-1.59	-5.11	-5.11
FIBRA D :	4.61	-3.37	-3.37

SECȚIUNEA NR. 5

STĂLP PERETE LATERAL



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA	NUMĂRUL PUNCTELOR	Y / MM	Z / MM	U / MM ²
1	1.00	125.00	2.70	2.70
2	1.00	50.00	2.70	2.70
3	3.75	83.75	2.50	2.50
4	6.75	83.75	2.50	2.50
5	6.75	112.50	2.70	2.70

Caracteristicile geometrice ale secțiunii:

POZIȚIA SECȚIUNII TRANȘVERSALE	A	Y	Z
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚE	Y	16.7	75.4
AXELE DE INERȚIE PATA DE AXA	Y	3.57	0.00
AXELE DE INERȚIE CENTRIFUGAL	Y	0.00	0.00
AXELE DE INERȚIE PATA DE AXA	Y	2.70	2.70
AXELE DE INERȚIE PATA DE AXA	Y	2.50	2.50
AXELE DE INERȚIE PATA DE AXA	Y	2.70	2.70

COORDINATELE PUNCTELOR A, B, C, D (SISTEM Y, Z)

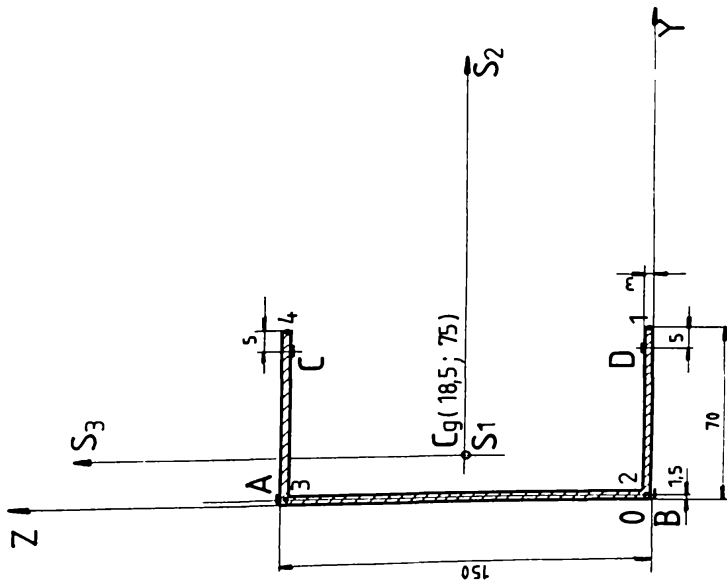
PUNCT	Y / MM	Z / MM
PUNCT A	6.75	127.50
PUNCT B	4.00	50.00
PUNCT C	0.00	133.00
PUNCT D	0.00	5.00

COORDINATELE PUNCTELOR EXTREME (II) SISTEMUL CENTRAL)

PUNCT	Y / CM	Z / CM
PUNCT A	4.00	12.75
PUNCT B	2.00	5.00
PUNCT C	0.00	13.30
PUNCT D	0.00	0.50

SECȚIUNEA NR. 7

ȘASIU TRAVEUSA PARTEA CENTR.



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 7 NUMĂRUL PUNCTELOR: 4

COORDINATELE PUNCTELOR ȘI SKOSINFA PORTIUNTELOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	70.00	1.50	3.00
2	1.50	1.50	3.00
3	1.50	148.50	3.00
4	70.00	148.50	3.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

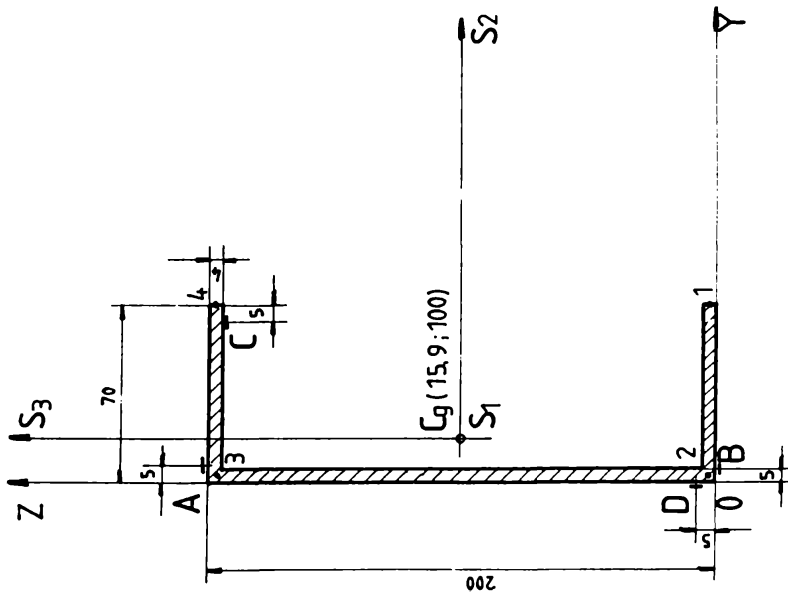
AXA SECȚIUNII TRANSVERSALĂ,	Y	Z	Y ²	Z ²	Y ³	Z ³
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITATE,	18.5	75	342.25	5625	6123.625	421875
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA	Y	Z	Y	Z	Y	Z
AXA DE INERTIE CENTRIFUGAL	112	112	12544	12544	177152	177152
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE,	ETA	ZETA	ETA	ZETA	ETA	ZETA
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA	Y	Z	Y	Z	Y	Z
ZETA	301.45	41.83	90870.025	1749.889	27261303.625	13000000.027

COORDINATELE FIBRELOR A1,B1,C1,D1 (SISTEM Y0,Z0)

FIBRA	A	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A	1	1.50	150.00
FIBRA B	2	1.50	147.50
FIBRA C	3	69.50	147.50
FIBRA D	4	69.50	145.00

COORDINATELE FIBRELOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A	1	1.50	150.00
FIBRA B	2	-1.50	-147.50
FIBRA C	3	69.50	-147.50
FIBRA D	4	69.50	-145.00



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 8 RUMĂNIL PUNCTELOR: 4

COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GRĂSIMEA PARTIȚIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	J /MM/
1	70.00	2.00	4.00
2	2.00	2.00	4.00
3	193.00	2.00	4.00
4	70.00	193.00	4.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALLE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, A

POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTAȚE, Y_0

Z_0

MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Z

MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL I_{YZ}

POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, α

MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA ξ

η

ζ

A	13.68 CM ²
Y_0	1.59 CM
Z_0	10.00 CM
I_{ZZ}	773.44 CM ⁴
I_{YY}	58.00 CM ⁴
I_{YZ}	11.00 CM ⁴
α	0.00 CM
ξ	773.44 CM ⁴
η	0.00 CM
ζ	773.44 CM ⁴

COORDONATELE PUNCTELOR A,B,C,D (SISTEM Y,Z)

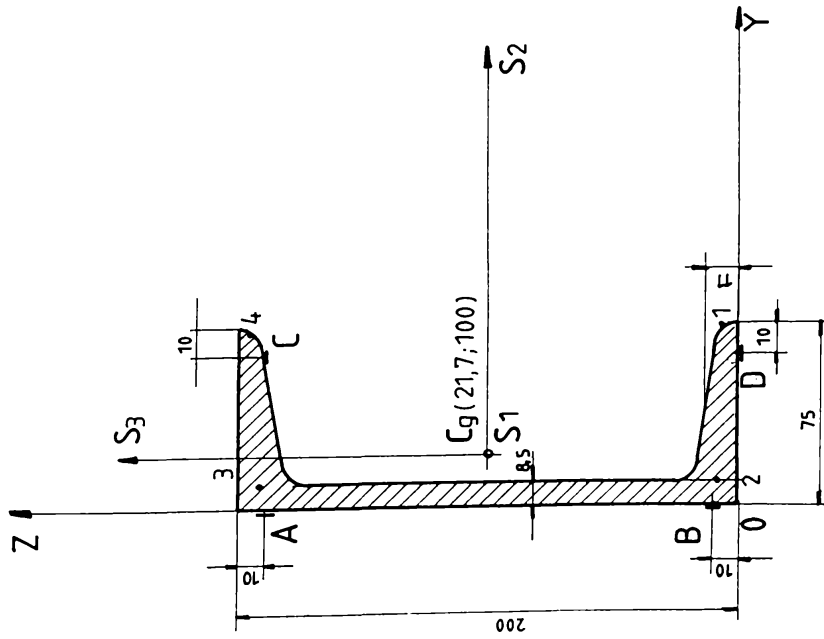
PUNCT	Y /MM/	Z /MM/
A	5.00	2.00
B	5.00	2.00
C	65.00	2.00
D	65.00	5.00

COORDONATELE PUNCTELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

PUNCT	Y /CM/	Z /CM/
A	-1.59	10.00
B	-1.59	10.00
C	4.24	-19.00
D	-1.59	-9.50

SECȚIUNEA NR. 9

ȘASIU DIAGONAL



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 9 NUMĂRUL PUNCTELOR: 4

COORDINATELE PUNCTELOR ȘI GRĂDIMEA PORTIUNTELOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	75.00	5.50	11.00
2	4.25	5.50	11.00
3	4.25	194.50	11.00
4	75.00	194.50	11.00

CAPACITĂȚILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

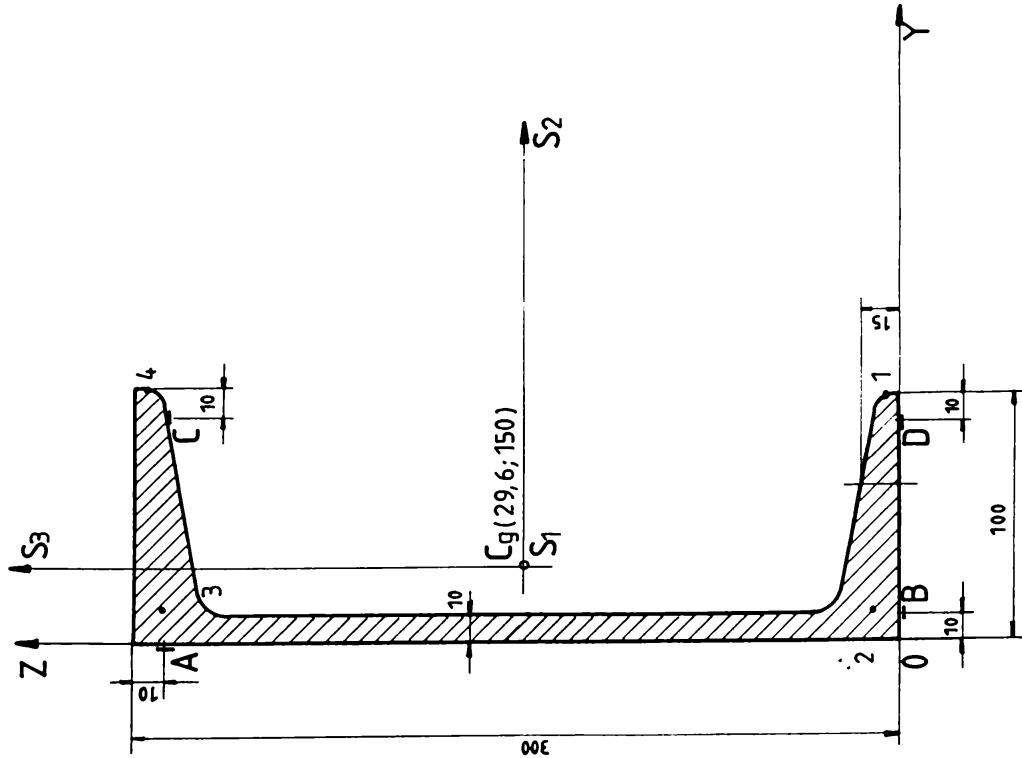
NOIA SECȚIUNII TRANSVERSALE:	A
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITATE:	Y0
	Z0
MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA:	Y
	Z
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL:	IYZ
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE:	FI
MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA:	FI1
	FI2
	FI3
	FI4

COORDINATELE FIBRELOR EXTREME (SISTEM Y0Z)

FIBRA	A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A :	1	75.00	199.00
FIBRA B :	2	4.25	199.00
FIBRA C :	3	4.25	5.50
FIBRA D :	4	75.00	5.50

COORDINATELE FIBRELOR EXTREME (SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A :	1	7.50	19.90
FIBRA B :	2	0.425	19.90
FIBRA C :	3	0.425	0.55
FIBRA D :	4	7.50	0.55

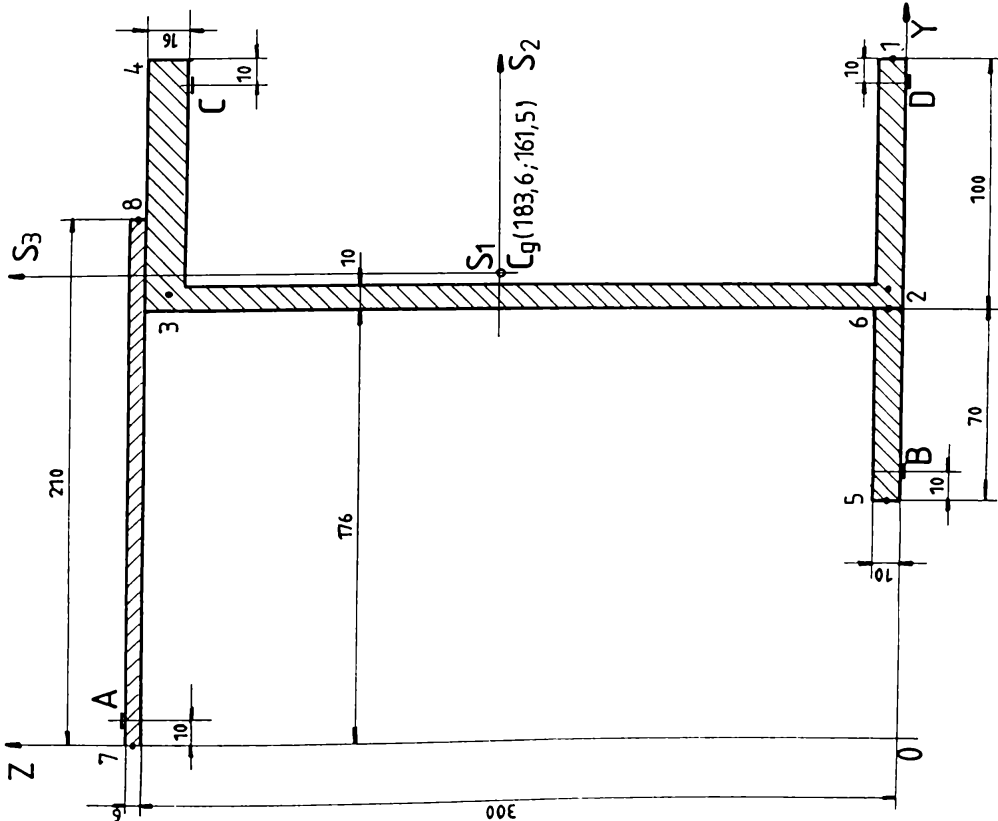


SECȚIUNEA:	NUMĂRUL PUNCTELOR:	4	
COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GROSIMEA PUNCTUILOR:			
PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	100,00	3,00	100,00
2	5,00	292,00	100,00
3	5,00	292,00	100,00
4	100,00	292,00	100,00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:	
ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE,	Y0
POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTATE,	Z0
MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA	Z
MOMENTUL DE INERTIE CUPLIFUGAL	IYZ
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE,	ETA
MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA	ZETA

COORDONATELE FIBRELOR A+B+C+D (SISTEM YOZ)		
FIBRA A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA B :	10,00	292,00
FIBRA C :	90,00	292,00
FIBRA D :	90,00	292,00

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)		
FIBRA A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA B :	-2,96	14,00
FIBRA C :	-1,00	14,00
FIBRA D :	6,04	14,00
FIBRA E :	6,04	-15,00



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 11 ȘASIU LOCAȘ CUPLĂ

NUMĂRUL FUNCȚIUNILOR: 8

COORDONATELE PUNCTELOR ȘI SISTEMEA COORDONATELOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	274,00	8,00	15,00
2	161,00	8,00	15,00
3	183,00	161,00	15,00
4	274,00	161,00	15,00
5	174,00	3,00	6,00
6	174,00	3,00	6,00
7	183,00	3,00	6,00
8	183,00	3,00	6,00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, A 79,40 CM²

POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTATE, Y_0 18,76 CM

Z_0 16,16 CM

MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y 12353,70 CM⁴

Z 2240,48 CM⁴

MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL I_{YZ} -1108,17 CM⁴

POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, $F1$ 6,55 CM

MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA $ZF1A$ 12463,42 CM⁴

$ZF1B$ 1125,77 CM⁴

COORDONATELE FIBRELOR A, B, C, D (SISTEM Y, Z)

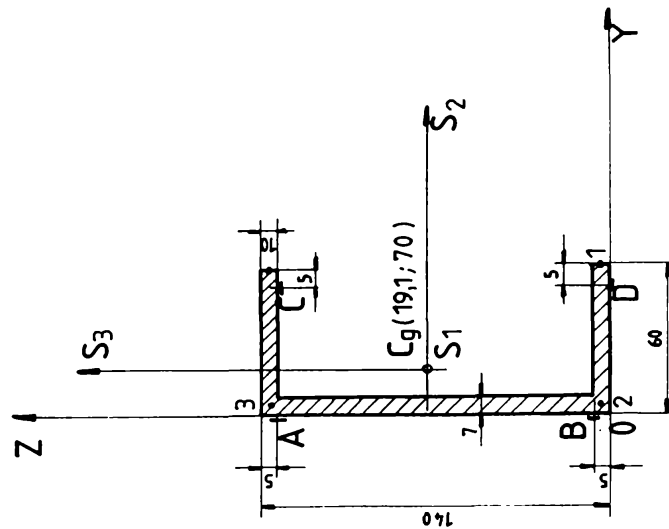
FIBRA	Y /MM/	Z /MM/
A	16,00	3,00
B	116,00	3,00
C	460,00	3,00
D	260,00	3,00

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (II) SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	Y /CM/	Z /CM/
A	-17,36	14,44
B	-6,74	-18,16
C	8,24	-22,88
D	8,24	-26,60

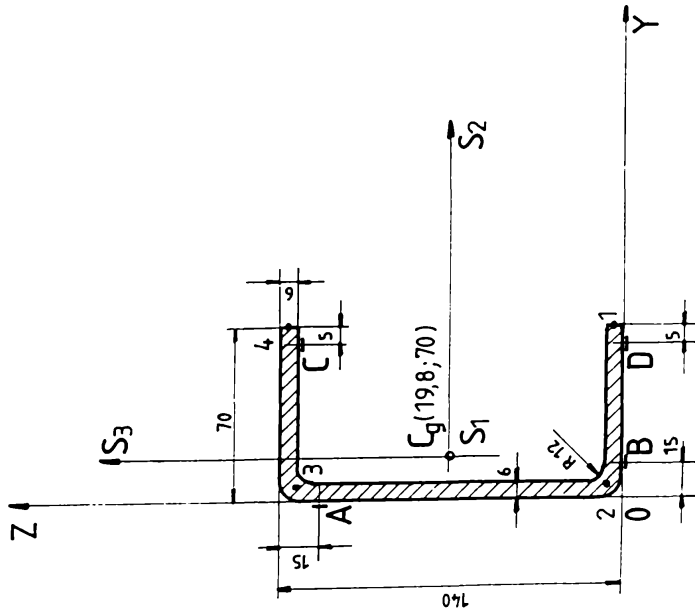
SECȚIUNEA NR. 12

ȘASIU LONGERON CENTRAL



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA	12	NUMĂRUL PUNCTELOR	4
COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GRĂSIMEA PARTIILOR:			
PCT	Y / MM	Z / MM	D / MM
1	50.00	5.70	14.00
2	3.50	5.70	7.00
3	3.50	135.70	14.00
4	60.00	135.70	14.00
CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:			
AXIA SECȚIUNII TRANSVERSALĂ			
PUNȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE			
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA			
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL			
PUNȚIA AXELOR PRINCIPALE			
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA			
ZETA			
COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM YZ)			
FIBRA A	Y / MM	Z / MM	
FIBRA B	0.00	135.00	
FIBRA C	55.00	5.00	
FIBRA D	55.00	14.00	
COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL)			
FIBRA A	Y / CM	Z / CM	
FIBRA B	-1.00	6.50	
FIBRA C	3.50	5.50	
FIBRA D	3.50	6.00	

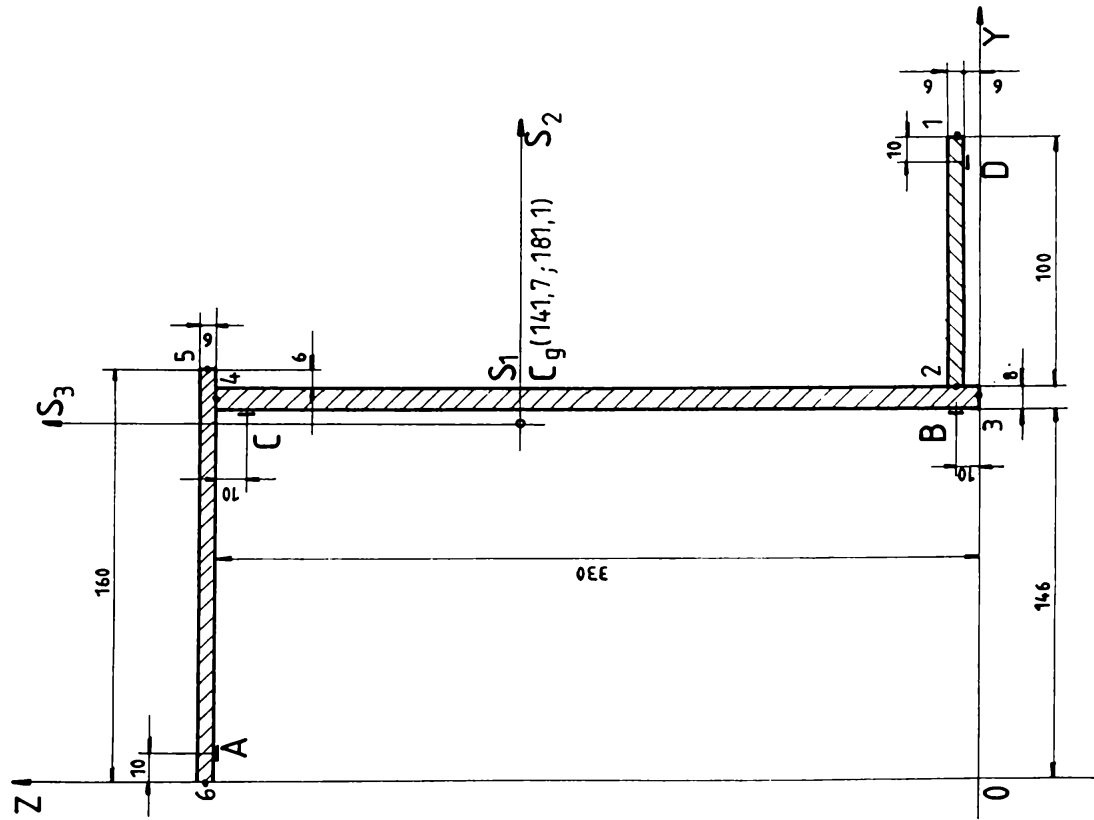


Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA: NR. 13	NUMARUL PUNCTELOR:	4	
COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GRINDIRIA PUNCTELOR:			
POT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	70,00	0,00	5,00
2	0,00	0,00	5,00
3	0,00	137,00	5,00
4	70,00	137,00	5,00
CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:			
SUAZI CENTRULI TRANSVERSALI, YC, YC			
POZITIA CENTRULUI DE GRAVITATE, ZC			
MOMENTUL DE INERTIE FATĂ DE AXA Y			
MOMENTUL DE INERTIE CENTRICAL IYZ			
POZITIA AXELOR PRINCIPALE IYI			
MOMENTUL DE INERTIE FATĂ DE AXA Z			
MOMENTUL DE INERTIE FATĂ DE AXA Y			
COORDONATELE FIBRELOR APLICATO (SISTEM YCZ)			
	Y /MM/	Z /MM/	
FIBRA A :	0,00	125,00	
FIBRA B :	15,00	0,00	
FIBRA C :	65,00	0,00	
FIBRA D :	65,00	134,00	
COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (SISTEMUL CENTRAL)			
	Y /MM/	Z /MM/	
FIBRA A :	-4,99	5,50	
FIBRA B :	-7,00	0,00	
FIBRA C :	7,00	0,00	
FIBRA D :	4,00	13,00	

SECȚIUNEA NR. 14

TRAVERSA FRONTALĂ



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA: 14 NUMĂRUL PUNCTELOR: 6

CORDONATELE PUNCTELOR ȘI GROSIMEA PORȚIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	U /MM/
1	254,00	3,00	0,00
2	150,00	3,00	0,00
3	150,00	333,00	0,00
4	146,00	333,00	0,00
5	0,00	333,00	0,00

LACRTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXA SECȚIUNII TRANSVERSALE, Y0, Z0

POZIȚIA CĂNTROLULUI DE GĂLĂTĂ, Y, Z

MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA Y, Z

MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYZ

POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, Y1, Z1

MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA YETA, ZETA

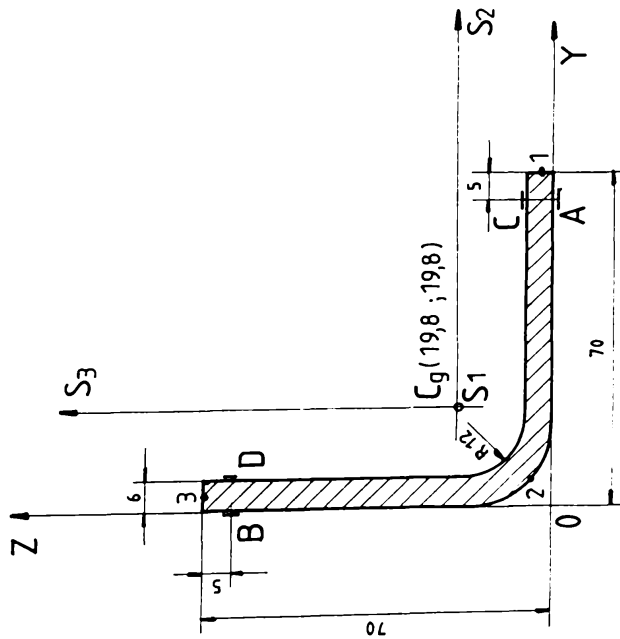
44,00	CM ²
14,00	CM
30,11	CM ⁴
54,50	CM ⁴
0,76	CM ⁴
-1,26	CM ⁴
5,71	CM ⁴
4,50	CM ⁴

CORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM Y0Z0)

FIBRA	Y /MM/	Z /MM/
A	150,00	3,00
B	146,00	3,00
C	146,00	333,00
D	0,00	333,00

CORDONATELE FIBRELOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	Y /CM/	Z /CM/
A	-13,17	14,50
B	0,43	-17,00
C	0,43	3,00
D	10,23	-17,00



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 15 - NUMĂRUL PUNCTELOR: 7

COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GRĂDINIȚA PORȚIUNILOR:

POI	Y /MM/	Z /MM/	O /MM/
1	70.00	30.00	6.00
2	30.00	30.00	6.00
3	30.00	70.00	6.00

Caracteristicile geometrice ale secțiunii:

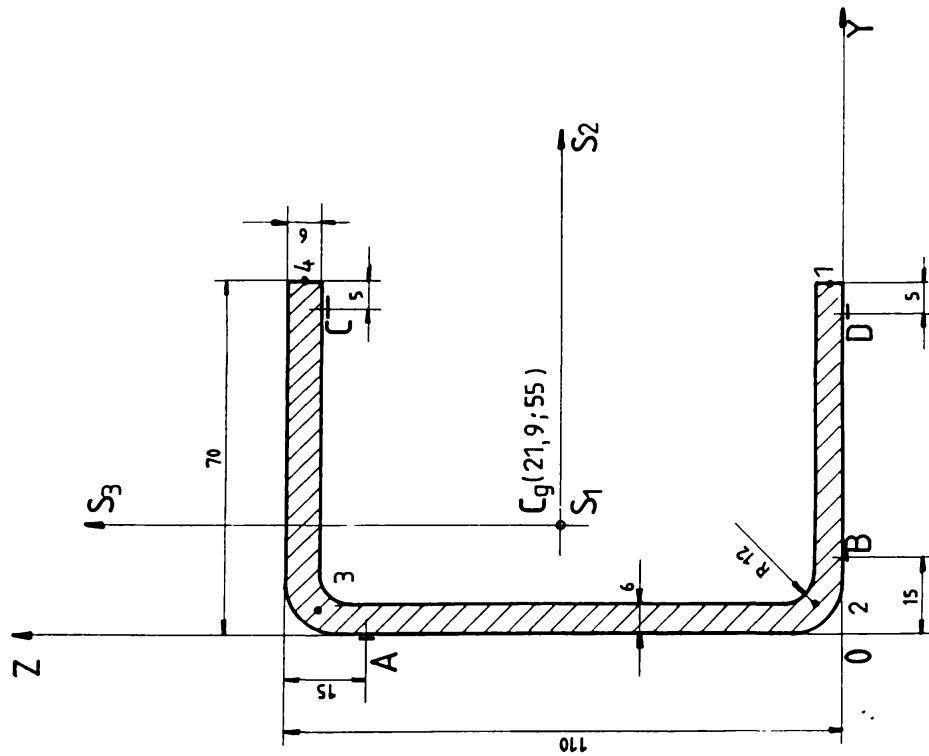
ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE,	A	8.014	CM ²
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE,	Y _A	1.926	CM
	Z _A	1.926	CM
MOMENTUL DE INERȚIE FAȚA DE AXA	Z	37.500	CM ⁴
	Y	37.500	CM ⁴
MOMENTUL DE INERȚIE CENTRIFUGAL	I _{YZ}	-22.826	CM ⁴
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE,	Y ₁	45.115	CM
	Z ₁	65.115	CM
UNghiUL DE INERȚIE FAȚA DE AXA	Z	15.114	CM ⁴
	Y	15.114	CM ⁴

COORDONATELE FIBRILOR A, B, C, D (SISTEM YZ)

FIBRA	A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A :		65.00	65.00
FIBRA B :		6.00	65.00
FIBRA C :		6.00	6.00
FIBRA D :		6.00	6.00

COORDONATELE FIBRILOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A :		1.926	1.926
FIBRA B :		1.926	1.926
FIBRA C :		1.926	1.926
FIBRA D :		1.926	1.926



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 16 NUMĂRUL PUNCTELOR: 4

COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GROSIMEA PARTIȚIILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	U /MM/
1	70,000	1,000	6,000
2	3,000	1,000	6,000
3	3,000	107,000	6,000
4	70,000	107,000	6,000

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXA SECȚIUNII TRANSVERSALE: Y0
 POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTAȚE: Z0
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y
 MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYZ
 POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE: X1
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA X1
 AXA X2

COORDONATELE FIBRELOR AȘAȘI (SISTEM Y0Z)

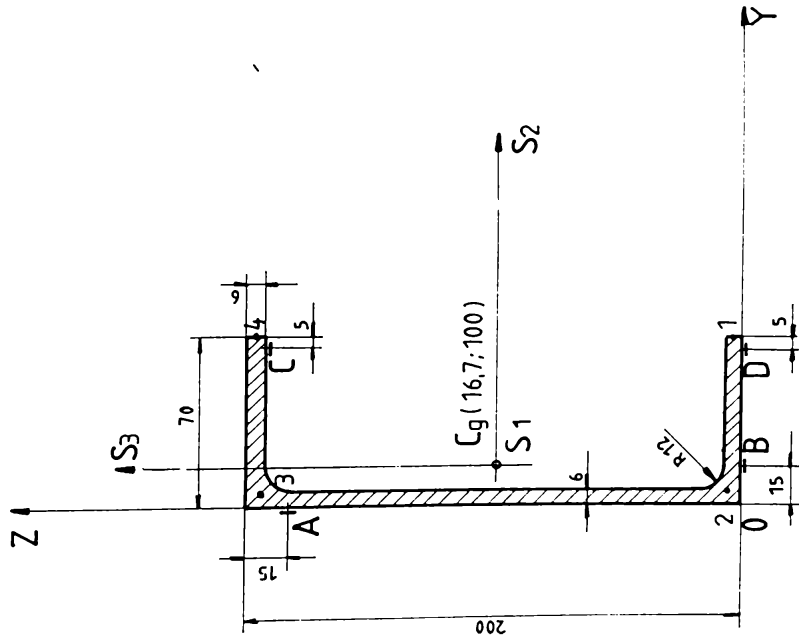
FIBRA	A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A :		15,000	65,000
FIBRA B :		65,000	1,000
FIBRA C :		65,000	107,000
FIBRA D :		15,000	107,000

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A :		-2,19	6,50
FIBRA B :		6,50	-2,19
FIBRA C :		6,50	10,70
FIBRA D :		-2,19	10,70

SECȚIUNEA NR. 17

ȘASIU PARTEA DE CAPĂT

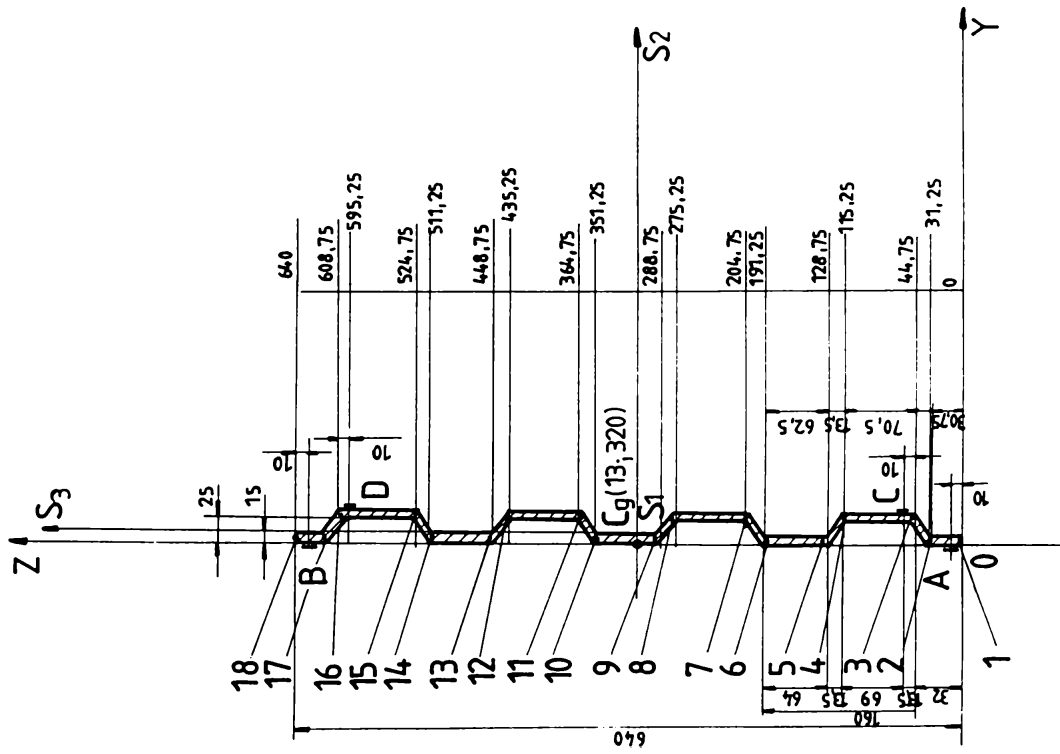


Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 17	NUMĂRUL PUNCTELOR:	4	
COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GROSIMEA PORTIUNTELOR:			
PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	70,00	3,00	6,00
2	3,00	3,00	6,00
3	3,00	127,00	6,00
4	70,00	127,00	6,00
CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:			
AXA SECȚIUNII TRANSVERSALE:			
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE:			
Y0			
Z0			
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA:			
Y			
Z			
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYZ			
POZIȚIA AXELOR CENTRIFUGALE:			
EY			
EZ			
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA:			
Y			
Z			
COPRODUCTII: EIDELUL A, B, C, D (SISTEM Y0Z)			
Y /MM/			
Z /MM/			
EIDELUL A:			
EIDELUL B:			
EIDELUL C:			
EIDELUL D:			
COORDONATELE EIDELULUI EXTERIOR (ÎN SISTEMUL CENTRAL):			
Y /CM/			
Z /CM/			
EIDELUL A:			
EIDELUL B:			
EIDELUL C:			
EIDELUL D:			

SECȚIUNEA NR. 18

PLANȘEU METALIC



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 18 NUMĂRUL PUNCTELOR: 18

COORDONATELE PUNCTELOR SI COORDONATELE CENTRULUI DE GRAVITATE:

PUNCT	Y /MM/	Z /MM/	J /MM ⁴
1	.75	31.25	1.52
2	.75	44.75	1.52
3	24.25	123.75	1.52
4	.75	191.25	1.52
5	24.25	264.75	1.52
6	.75	275.25	1.52
7	.75	288.75	1.52
8	24.25	351.25	1.52
9	.75	364.75	1.52
10	24.25	435.25	1.52
11	.75	448.75	1.52
12	24.25	511.25	1.52
13	.75	524.75	1.52
14	24.25	595.25	1.52
15	.75	608.75	1.52
16	24.25	640.00	1.52
17	.75	640.00	1.52
18	.75	640.00	1.52

CHARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, A	11.013	CM ²
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITATE, YC	13.000	CM
ZC	320.000	CM
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Z	7626.113	CM ⁴
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYZ	1200.000	CM ⁴
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, Ixi	1.000	CM ⁴
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Ixi	7626.113	CM ⁴
ETA	20.000	CM ⁴
ZETA	12.000	CM ⁴

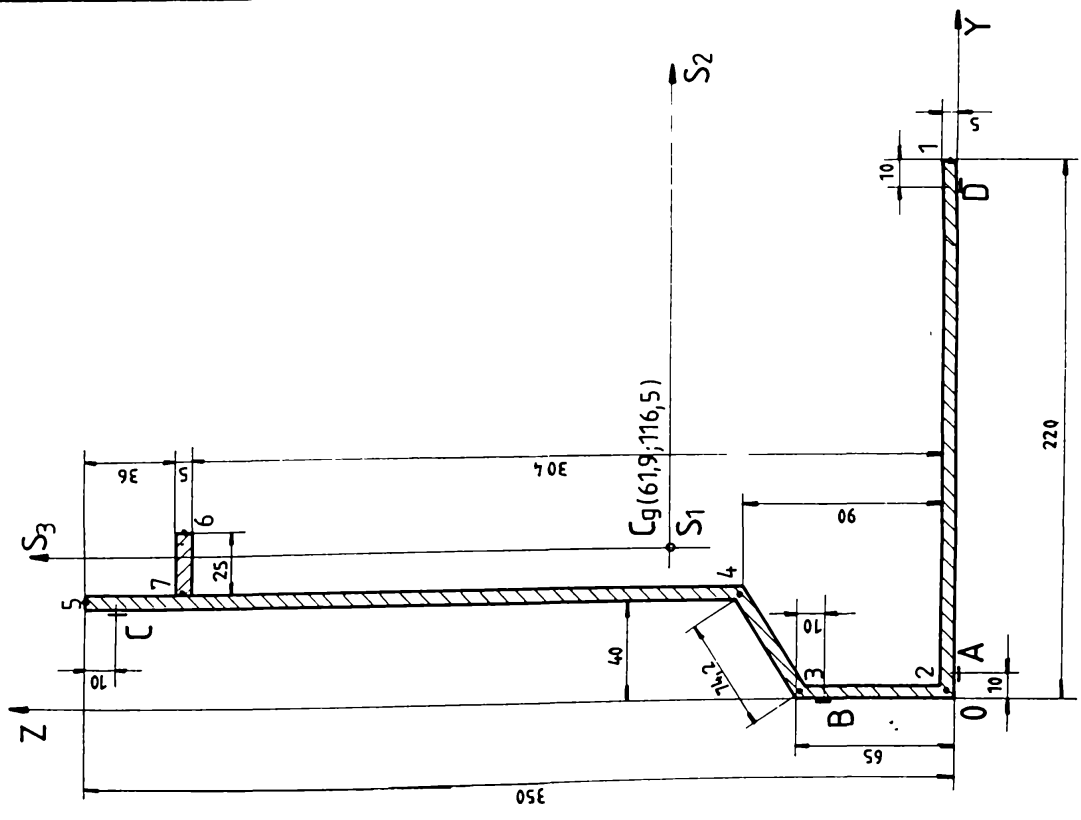
COORDONATELE FIBRELOR A,B,C+D (SISTEM Y,Z)

FIBRA	A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A :		0.00	320.00
FIBRA B :		59.00	320.00
FIBRA C :		25.00	595.00
FIBRA D :		25.00	595.00

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A :		-1.30	320.00
FIBRA B :		-1.30	320.00
FIBRA C :		1.30	595.00
FIBRA D :		1.30	595.00

SECȚIUNEA NR. 19 STĂLP INTERMEDIIAR INTERCOMUNICĂȚIE



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 19 DIMENSIUNILE PUNCTELOR SI GRADINTELE PORTIUNILOR

PUNCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	240,00	2,30	5,00
2	2,50	2,50	5,00
3	2,50	65,00	5,00
4	42,50	65,00	5,00
5	42,50	350,00	5,00
6	70,00	311,50	5,00
7	44,00	311,50	5,00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, A 39,64 CM²

POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTAȚE, Y_C 5,19 CM

Z_C 11,55 CM

MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Z 4274,81 CM⁴

MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y 893,46 CM⁴

MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL I_{YZ} -691,76 CM⁴

RĂZII DE INERTIE FAȚA DE AXA Y 11,13 CM

RĂZII DE INERTIE FAȚA DE AXA Z 17,57 CM

COORDINATELE PUNCTELOR 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (SISTEM Y-Z)

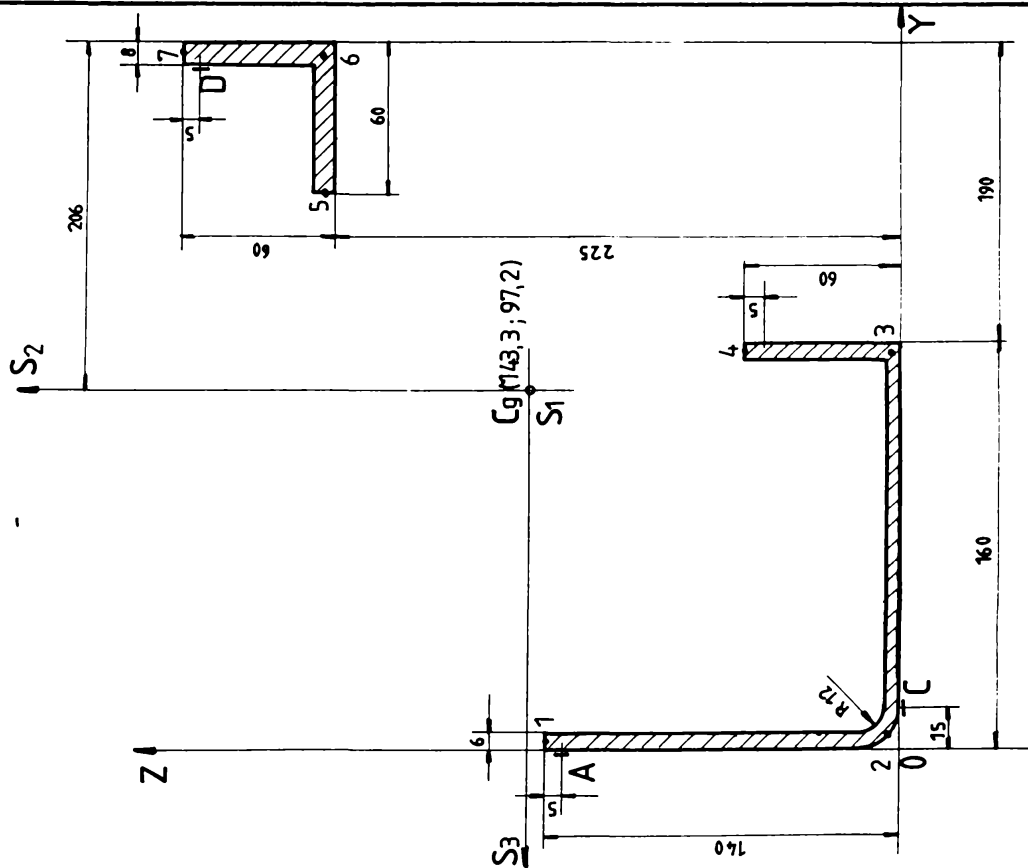
PUNCT	Y /MM/	Z /MM/
1	10,00	5,00
2	40,00	341,00
3	210,00	341,00

COORDINATELE PUNCTELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

PUNCT	Y /CM/	Z /CM/
1	-5,00	-11,00
2	-6,00	29,00
3	14,00	-11,00

PERETE FRONTAL TRAVERSA

SECȚIUNEA NR. 20



SECȚIUNEA: 20 DIMENSIUNILE PUNCTELOR: 7

COORDONATELE PUNCTELOR SI GROSIMEA PARTIILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	U /MM/
1	3.00	147.00	6.00
2	3.00	1.00	6.00
3	157.00	3.00	6.00
4	157.00	67.00	6.00
5	290.00	267.00	8.00
6	346.00	285.00	8.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXA SECȚIUNII TRANSVERSALE, YC
 PŪZȚIA CȚENTRULUI DE GREUTATE, YC
 MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA YC
 MOMENTUL DE INERTIE CȚENTRIFUGAL IYZ
 PŪZȚIA AXELOR PRINCIPALE, FI
 MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA ZETA
 MOMENTUL DE INERTIE CȚENTRIFUGAL IYZ

Y _C	14.33 CM
Z _C	9.72 CM
I _{Y_C}	2003.62 CM ⁴
I _{Z_C}	507.56 CM ⁴
I _{YZ}	25.39 CM ⁴
I _{Y_{ZETA}}	779.82 CM ⁴
I _{Z_{ZETA}}	779.82 CM ⁴

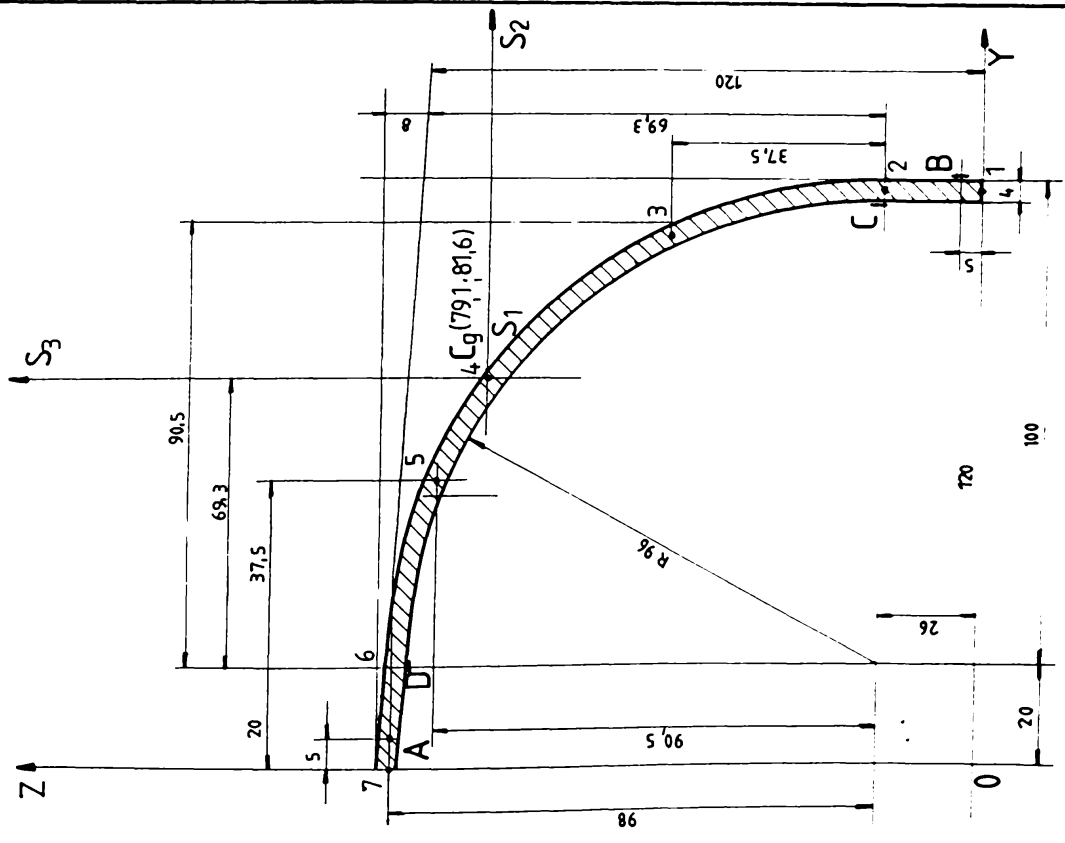
COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM YAZ)

FIBRA	A	Y /MM/	Z /MM/
A	1	160.00	135.00
B	2	15.00	55.00
C	3	15.00	8.00
D	4	350.00	285.00

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A	Y /CM/	Z /CM/
A	1	-14.33	3.78
B	2	1.67	-4.72
C	3	-13.83	-9.72
D	4	23.67	13.26

SECȚIUNEA NR. 21 | ARC ACOPERIS LA CAPAT VAGON



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SISTEMUL DE COORDINATE: NUMARUL PUNCTELOR: 7

COORDINATELE PUNCTELOR SI GRADIMIA PORTIUNILOR:

POI	Y /MM/	Z /MM/	S /MM ²
1	140.00	26.00	4.00
2	110.50	63.50	4.00
3	80.30	99.30	4.00
4	37.50	116.50	4.00
5	20.00	124.50	4.00
6	20.00	126.00	4.00
7	20.00	126.00	4.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, A

POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITATE, Yc Zc

MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y Z

ALTELE DE INERTIE CENTRIFUGAL Iyz

POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, IYI IZI

MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA ZETA

7.36	cm ²
3.91	cm
3.16	cm
121.12	cm ⁴
13.44	cm ⁴
13.44	cm ⁴
43.55	cm ⁴
246.27	cm ⁴
14.29	cm ⁴

COORDINATELE FIBELOR ARIE (SISTEM YOZ)

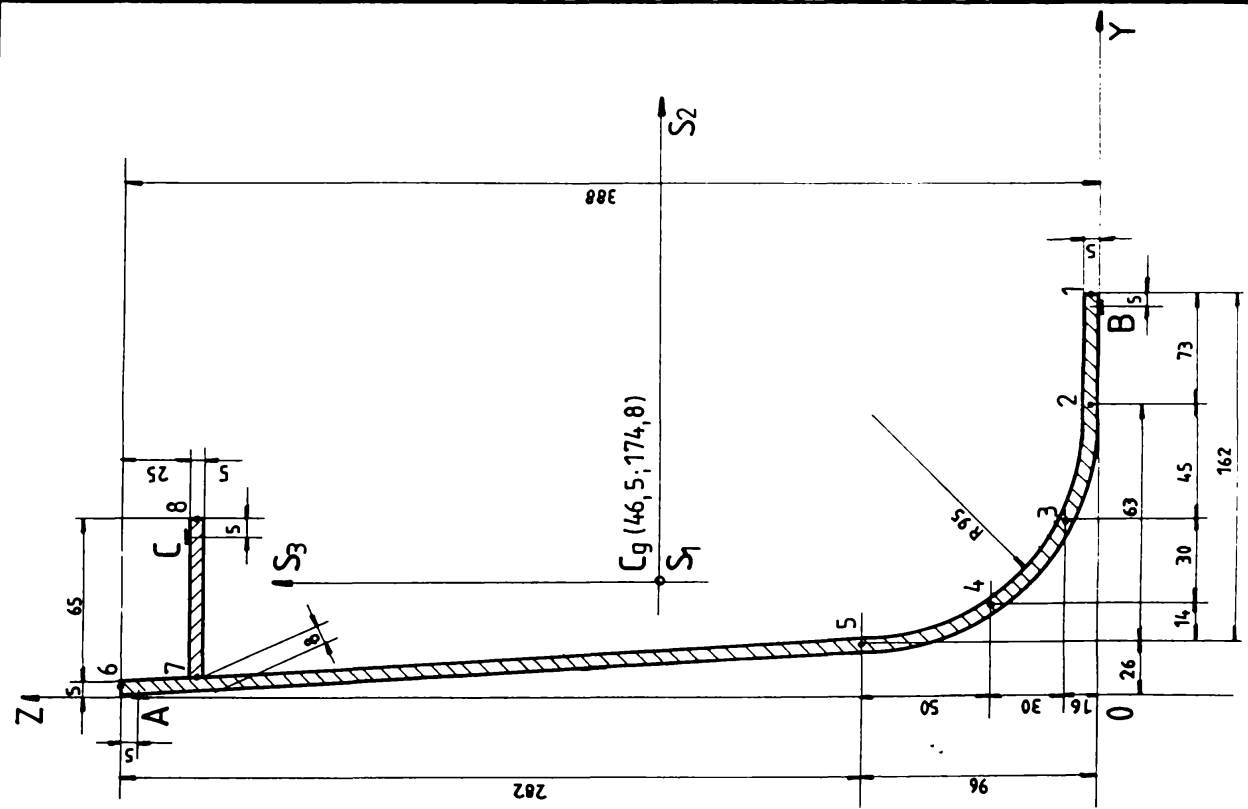
FIBRA	A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A :	1	140.00	26.00
FIBRA B :	2	110.50	63.50
FIBRA C :	3	80.30	99.30
FIBRA D :	4	37.50	116.50
FIBRA E :	5	20.00	124.50

COORDINATELE FIBELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A :	1	-7.41	4.64
FIBRA B :	2	4.00	-7.60
FIBRA C :	3	3.69	-16.10
FIBRA D :	4	-9.91	-4.74

STALP COLT PERETE
FRONTAL

SECȚIUNEA NR. 22



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 22 NUMĂRUL PUNCTELOR: 0

COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GROSIMEA PARTIILOR:

PC	Y /MM/	Z /MM/	δ /MM/
1	198,000	2,500	5,000
2	175,000	5,000	5,000
3	45,000	45,000	5,000
4	45,000	45,000	5,000
5	2,500	383,000	5,000
6	2,500	383,000	5,000
7	0,884	303,500	5,000
8	71,884	163,500	40

CACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXIA SECȚIUNII TRANSVERSALĂ: YC
 POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTAȚE: ZC
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y: 76,829 CM⁴
 MOMENTUL DE INERTIE CANTRIFUGAL IYZ: 17,598 CM⁴
 POZIȚIA AXELOR DE INERTIE FAȚA DE AXA Y: 52,43,977 CM⁴
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Z: -127,786 CM⁴
 POZIȚIA AXELOR DE INERTIE FAȚA DE AXA Z: 50,23,877 CM⁴
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Z: 31,2,864 CM⁴

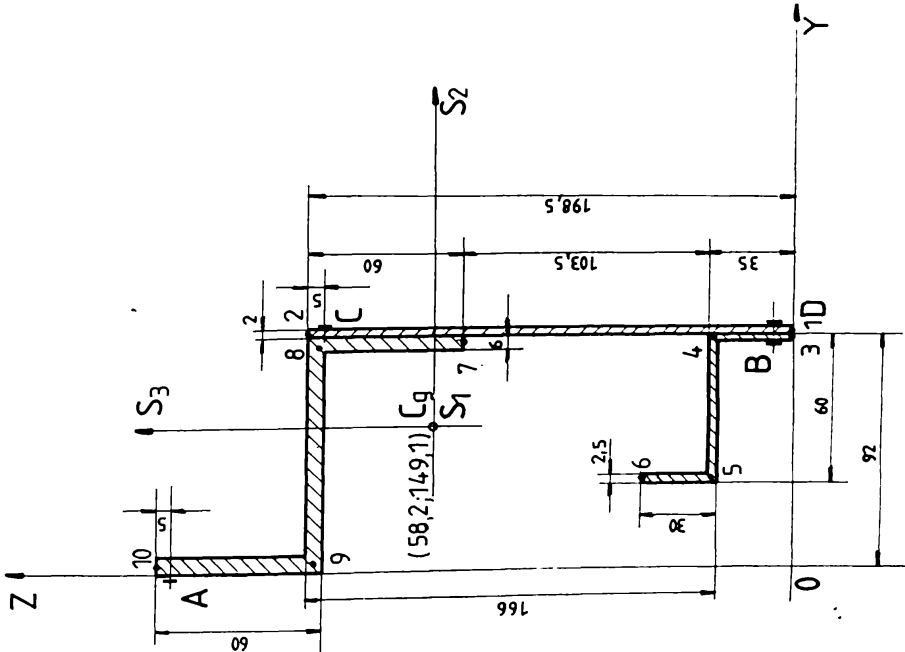
COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM Y0Z)

FIBRA	A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A :	183,33	7,7347	399,00
FIBRA B :	66,57	66,57	343,00
FIBRA C :	66,57	66,57	343,00

COORDONATELE FIBRELOR LYRINE (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A :	-4,65	17,48	39,9
FIBRA B :	13,65	17,48	39,9
FIBRA C :	13,65	17,48	39,9
FIBRA D :	-4,65	17,48	39,9

SEȚIUNEA NR. 23 PROFIL DEASUPRA GEAMURILOR



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA: 23 NUMARUL PROFILURII: 10

COORDONATELE PUNCTELOR SI GRINDINELOR PRINCIPALE:

PNT	Y /MM/	Z /MM/	I /MM ²
1	93.00	108.50	2.50
2	93.00	0.00	2.50
3	90.75	0.00	2.50
4	33.75	0.00	2.50
5	33.75	62.50	6.00
6	0.00	108.50	5.00
7	0.00	108.50	5.00
8	3.00	108.50	5.00
9	3.00	252.50	5.00

CAPACITATILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

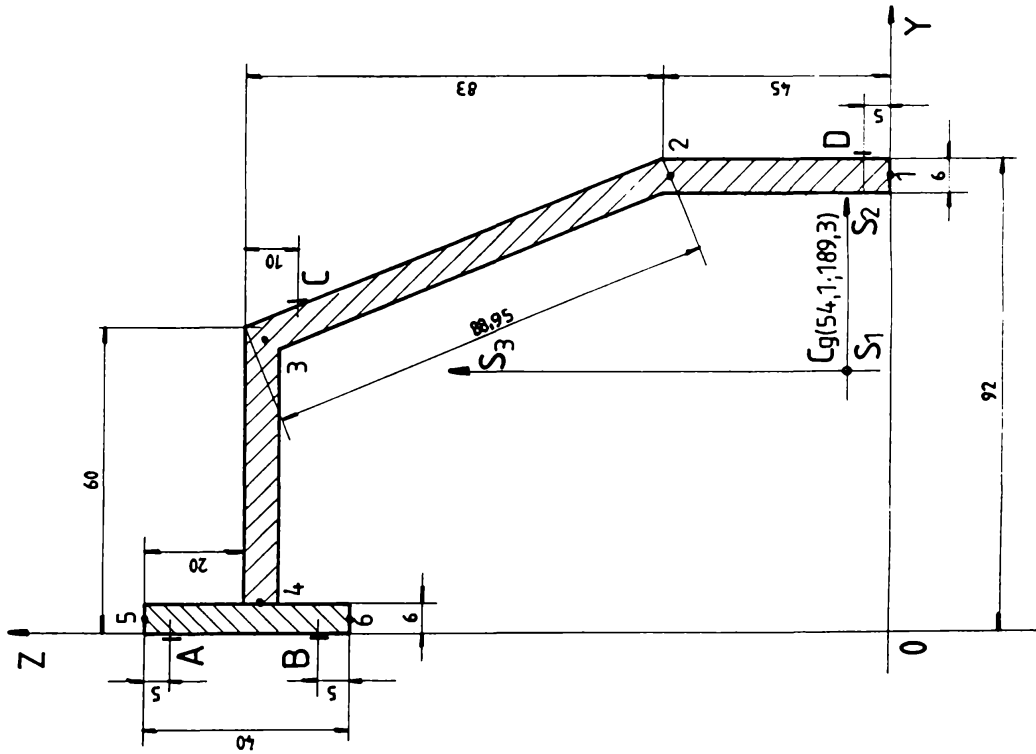
ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALĂ: A
 POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE: YC
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y: IY
 MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYZ
 POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE: FI
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Z: IZ
 POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE: FIA

COORDONATELE FIBELOR A, B, C, D (SISTEM Y, Z)

FIBRA	A	B	C	D	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A					34.50	24.750
FIBRA B					34.50	103.50
FIBRA C					34.50	103.50
FIBRA D					34.50	5.00

COORDONATELE FIBELOR EXTRAFAZ (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A	B	C	D	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A					-5.86	9.79
FIBRA B					-5.86	-24.46
FIBRA C					3.34	4.39
FIBRA D					3.34	-24.46



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECTIUNEA: 24 NUMARUL PUNCTELOR: 6

CURSORUL PUNCTELOR SI GROSIMIA PONTIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	J /MM/
1	89.00	45.00	0.00
2	99.00	125.00	0.00
3	57.00	125.00	0.00
4	6.00	143.00	0.00
5	3.00	143.00	0.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, Y_C Z_C
 POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTAȚE, Y_C Z_C
 MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA Y Z
 MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL I_{YZ}
 POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, Y_1 Z_1
 MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA Y_1 Z_1

COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM Y_1Z_1)

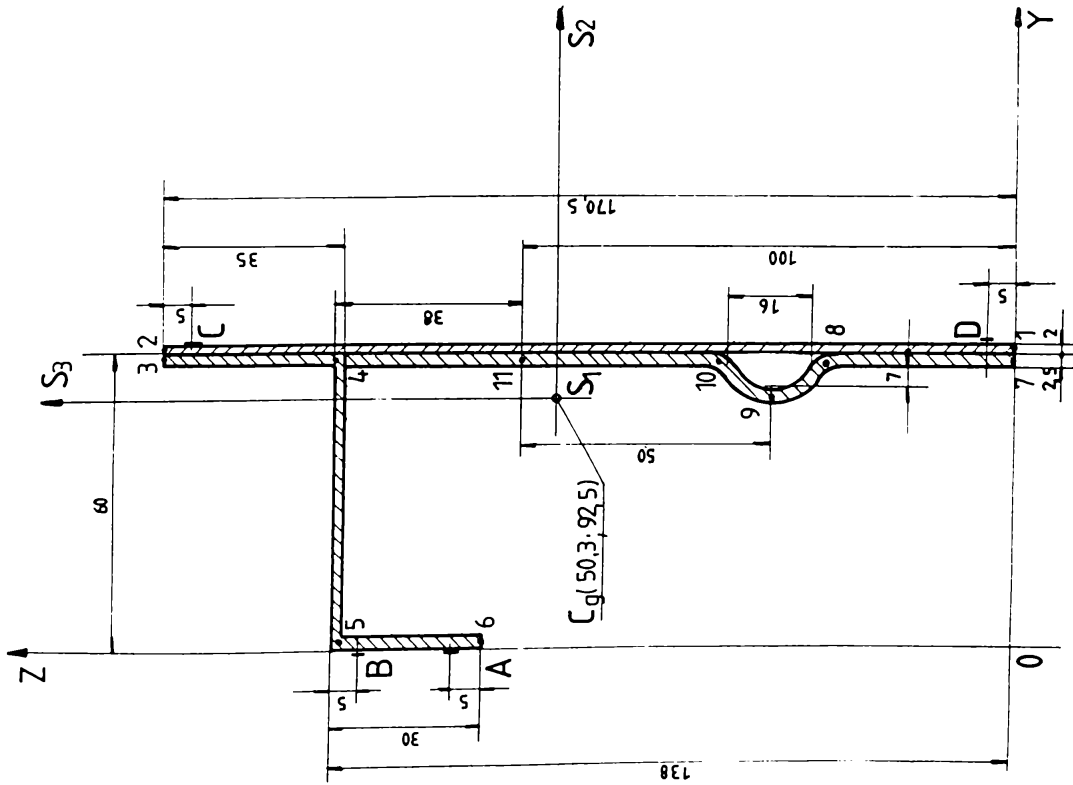
FIBRA	Y /MM/	Z /MM/
A	0.00	143.00
B	0.00	113.00
C	92.00	143.00
D	92.00	5.00

CURSORUL PUNCTELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	Y /CM/	Z /CM/
A	-5.41	5.37
B	-5.41	2.57
C	3.79	2.57
D	3.79	-0.47

SECȚIUNEA NR. 25

PROFIL SUB GEAMURI



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 25 NUMĂRUL PUNCTELOR: 11

PUNCTUALE PUNCTELOR SI GROSIMEA PORTIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	g /MM/
1	61.00	0.00	2.50
2	58.75	170.50	2.50
3	58.75	130.75	2.50
4	1.25	130.75	2.50
5	58.75	62.00	2.50
6	58.75	50.00	2.50
7	58.75	58.75	2.50
8	58.75	58.75	2.50
9	58.75	58.75	2.50
10	58.75	58.75	2.50
11	58.75	170.50	2.50

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE,	A
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚE,	Y0
Z0	Z0
MOMENTUL DE INERȚIE FAȚA DE AXA	Y
Y	Y
MOMENTUL DE INERȚIE CENTRIFUGAL	IYZ
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE,	FI
MOMENTUL DE INERȚIE FAȚA DE AXA	ETA
ZETA	ZETA
	2.54
	5.03
	9.05
	22.13
	-31.29
	9.51
	24.09
	28.52

CORCOJIMATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM YOZ)

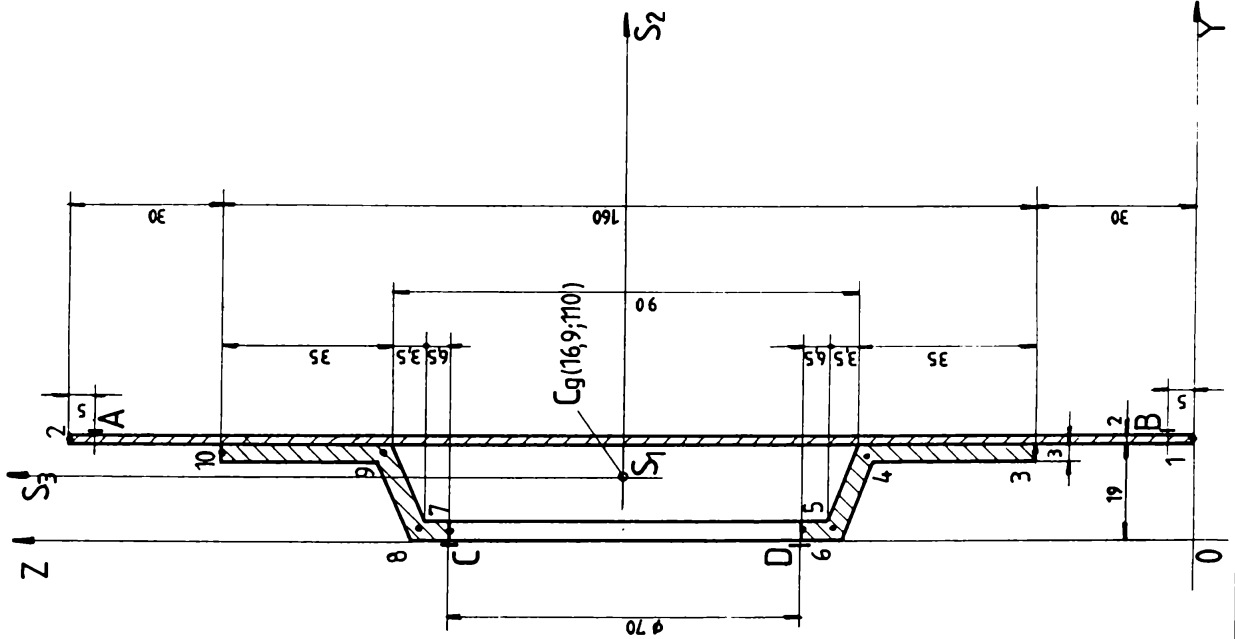
FIBRA	A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A :		0.00	133.00
FIBRA B :		62.00	165.50
FIBRA C :		62.00	5.00

CORCOJIMATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A :		-5.03	2.03
FIBRA B :		4.05	4.05
FIBRA C :		7.30	7.30
FIBRA D :		1.17	-8.75

SECȚIUNEA NR. 26

INTARITURA SUB GEAMURI



SECȚIUNEA NR. 26 DIMENSIUNILE PUNCTELOR: 10

COORDONATELE PUNCTELOR SI GRUSIMEA PORTIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	U /MM/
1	26.00	22.00	4.00
2	26.00	30.00	3.00
3	17.50	30.00	3.00
4	17.50	67.00	3.00
5	1.50	67.00	3.00
6	1.50	145.00	3.00
7	1.50	153.00	3.00
8	17.50	153.00	3.00
9	17.50	197.00	3.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, A
 POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE, Y_C
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Z , I_Z
 MOMENTUL DE INERTIE CENTRUGAL I_{YZ}
 POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE Y_1
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y_1 , I_{Y1}
 POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE Z_1
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Z_1 , I_{Z1}

COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM Y_1Z_1)

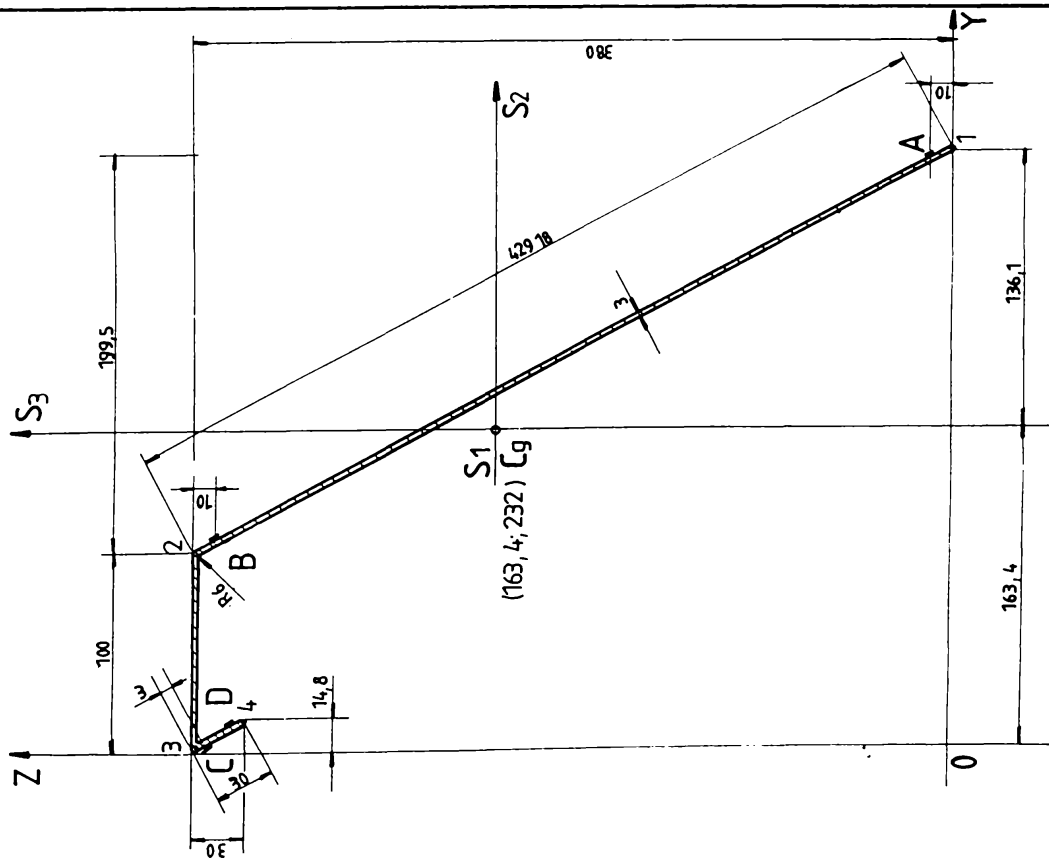
FIBRA	A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A :	21.00	215.00	2.00
FIBRA B :	21.00	250.00	2.00
FIBRA C :	0.00	250.00	2.00
FIBRA D :	0.00	215.00	2.00

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A :	0.41	19.50	1.00
FIBRA B :	0.41	-19.50	1.00
FIBRA C :	-1.69	4.00	1.00
FIBRA D :	-1.69	-4.00	1.00

SECȚIUNEA NR. 27

ELEMENT LONGITUDINAL
ACOPERIS



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 27 NUMARUL PUNCTELOR: 4

COORDONATELE PUNCTELOR SI GROSIMEA PORTIUNTELOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	290.50	0.00	3.00
2	300.00	378.50	3.00
3	1.50	378.50	3.00
4	14.80	352.94	0.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE	A	16.66	CM ²
POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTATE	Y ₀	29.34	CM
	Z ₀	259.77	CM
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y	I _y	1207.67	CM ⁴
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL	I _{yz}	-1674.53	CM ⁴
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE	ETA	34.00	CM
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA ZETA	I _{zeta}	3685.57	CM ⁴
		73.33	CM ⁴

COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM Y,Z)

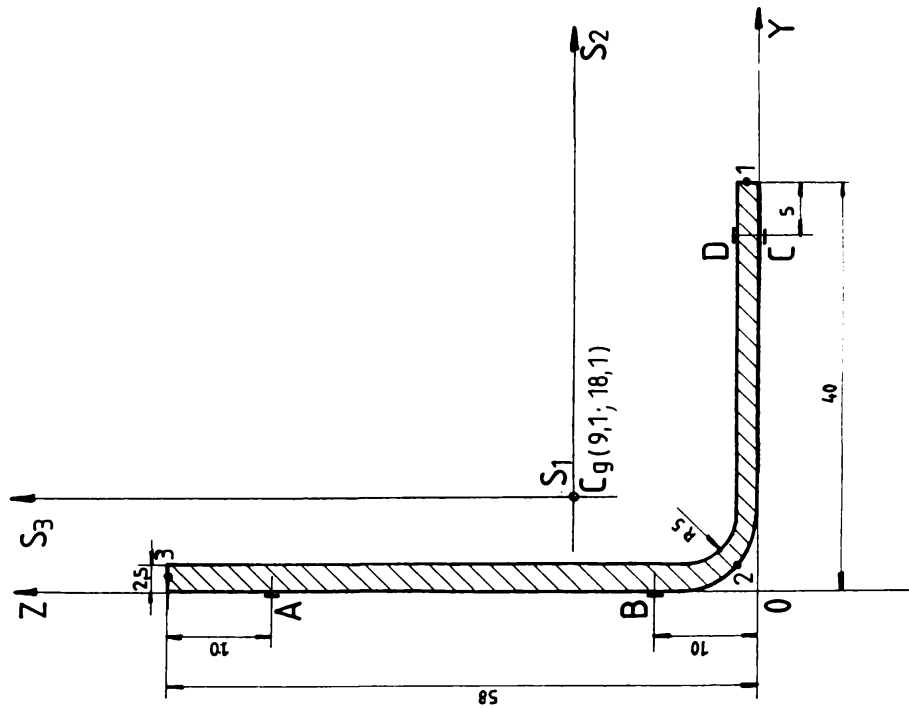
FIBRA	A	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A	1	294.25	0.00
FIBRA B	2	1.50	378.50
FIBRA C	3	13.02	375.00
FIBRA D	4	13.12	355.00

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A	1	13.00	-22.20
FIBRA B	2	-15.81	13.30
FIBRA C	3	-10.09	14.30
FIBRA D	4	-15.03	12.30

SECȚIUNEA NR. 28

NERVURA DE RIGIDIZARE
ELEMENT LONGIT. ACOPERIS



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA: 28 NUMĂRUL PUNTELOR: 3

COORDONATELE PUNTELOR ȘI GRĂSIMEA PARTIILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	δ /MM/
1	40.00	1.25	2.50
2	1.25	1.25	2.50
3	1.25	59.75	5.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXIA SECȚIUNII TRANSVERSALE,	Y	2.39	CM2
POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTAȚE,	Z	2.81	CM
MOMENTUL DE INERTIE FAȚĂ DE AXA Y	Y	1.84	CM4
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL	Z	3.37	CM4
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE	Y	75.43	CM2
MOMENTUL DE INERTIE FAȚĂ DE AXA Y	Z	9.95	CM4
MOMENTUL DE INERTIE FAȚĂ DE AXA Z	Y	1.88	CM4

COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM YOZ)

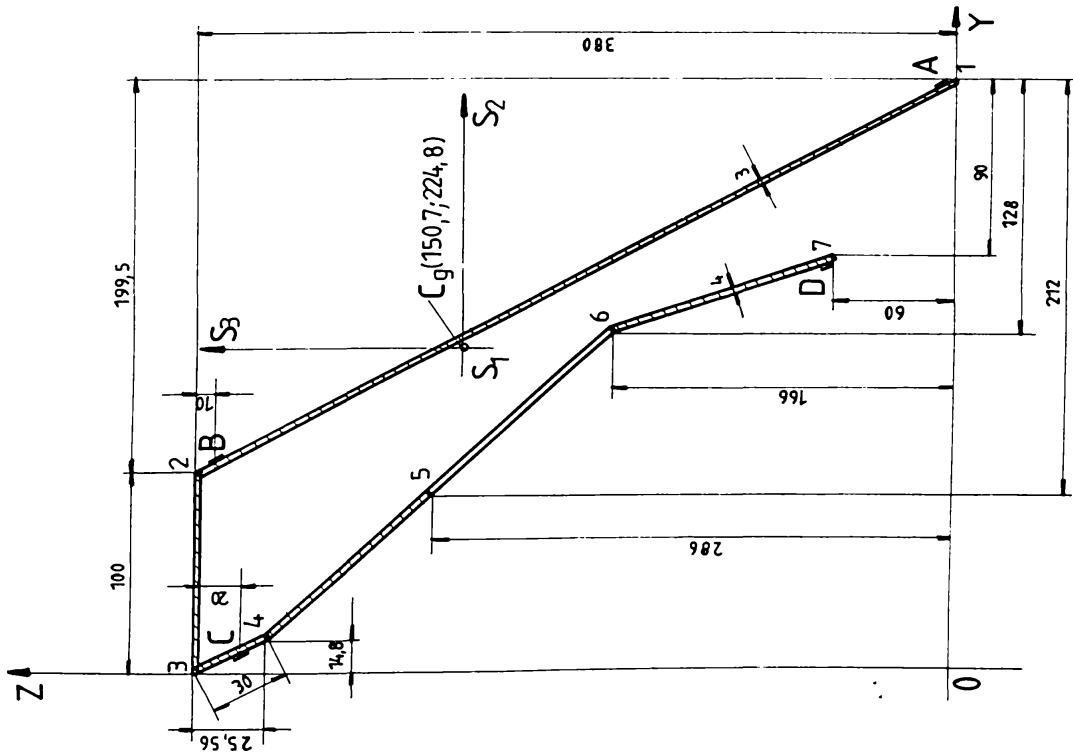
FIBRA A :	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA B :	0.00	43.00
FIBRA C :	35.00	1.00
FIBRA D :	35.00	2.50

COORDONATELE FIBRELOR EXTERNE (ÎN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA A :	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA B :	-9.1	2.7
FIBRA C :	1.2	-1.0
FIBRA D :	2.3	-1.5

SECȚIUNEA NR. 29

RIGIDIZARE LA DECUPARE
ACOPERIȘ



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 29 NUMĂRUL PUNTELOR: 7

COORDINATELE PUNCTELOR ȘI GROSIMEA PORTIUNTELOR:

PGT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	290.50	378.50	3.00
2	300.00	378.50	3.00
3	340.50	378.50	3.00
4	340.50	352.94	4.00
5	171.50	286.00	4.00
6	171.50	166.00	4.00
7	171.50	60.00	4.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, A	25.07	C_{M1}
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE, Y_c	150.7	C_{M2}
Z_c	224.8	C_{M3}
YINȚIȚUL DE INERȚIE FAȚA DE AXA Y	3523.23	C_{M4}
Z	1713.89	C_{M5}
PRODUSUL DE INERȚIE CENTRIFUGAL I_{YZ}	-2789.97	C_{M6}
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, α	34.57	C_{M7}
YINȚIȚUL DE INERȚIE FAȚA DE AXA $ZETA$	182.55	C_{M8}

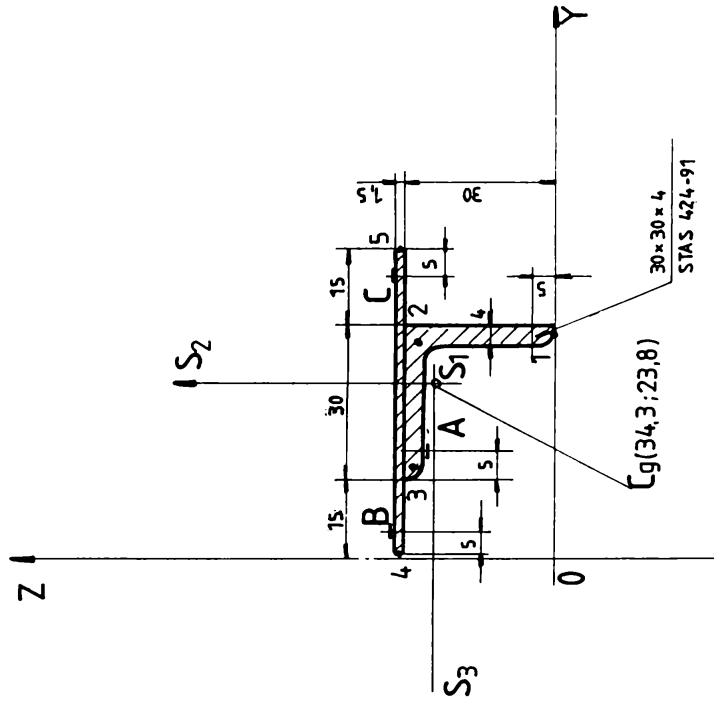
COORDINATELE FIBRELOR A, B, C, D (SISTEM Y0Z)

FIBRA	A	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A	1	4.94	171.00
FIBRA B	1	13.54	171.00
FIBRA C	2	13.54	166.00
FIBRA D	2	13.54	60.00

COORDINATELE FIBRELOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A	1	14.54	-11.49
FIBRA B	1	14.54	-14.54
FIBRA C	2	-13.76	-13.02
FIBRA D	2	-13.76	-13.02

SECTIUNEA NR. 30
ELEMENT LONGITUDINAL
DE ACOPERIȘ



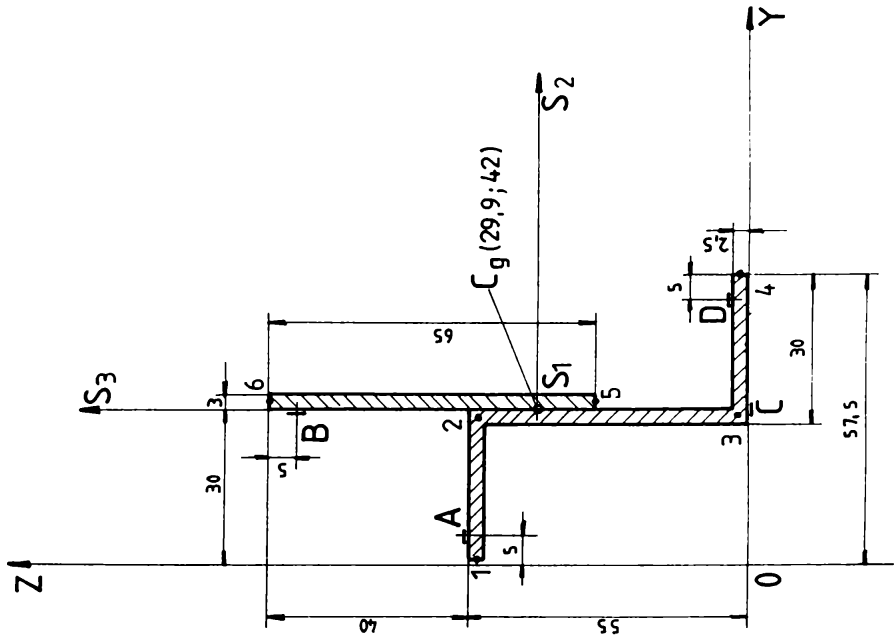
Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA:	NUMĂRUL PUNCTELOR:	Y /MM/	Z /MM/
2002/2003/2004/2005	30		
COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GROSIMIA PORȚIUNILOR:			
PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	43.00	0	4.00
2	43.00	23.00	4.00
3	15.00	31.00	4.00
4	15.00	37.75	1.50
5	60.00	37.75	1.50

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:			
AXA SECȚIUNII TRANSVERSALE:	Y	Z	CM?
POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTATE:	Y _c	Z _c	3.73
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y:	I _y		3.53
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL I _{yz} :			2.34
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE:	α		4.74
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA ξ:	I _ξ		4.79
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA ζ:	I _ζ		-1.46
			3.80
			3.48
			1.72

COORDONATELE PUNCTELOR A,B,C,D (SISTEM Y,Z)			
	Y /MM/	Z /MM/	
PUNCTA A :	20.00	25.00	
PUNCTA B :	5.00	31.50	
PUNCTA C :	55.00	31.50	
PUNCTA D :	45.00	35.00	

COORDONATELE PUNCTELOR EXTERNE (ÎN SISTEMUL CENTRAL)			
	Y /CM/	Z /CM/	
PUNCTA A :	-1.43	0.42	
PUNCTA B :	-3.03	0.73	
PUNCTA C :	2.27	0.73	
PUNCTA D :	1.27	-2.00	



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 32 NUMĂRUL PUNCTELOR: 6

COORDINATELE PUNCTELOR SI GROSIMEA PARTIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	U /MM/
1	0.00	53.75	0.00
2	28.75	53.75	0.00
3	57.50	1.25	0.00
4	31.50	37.00	0.00
5	0.00	95.00	0.00

CHARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

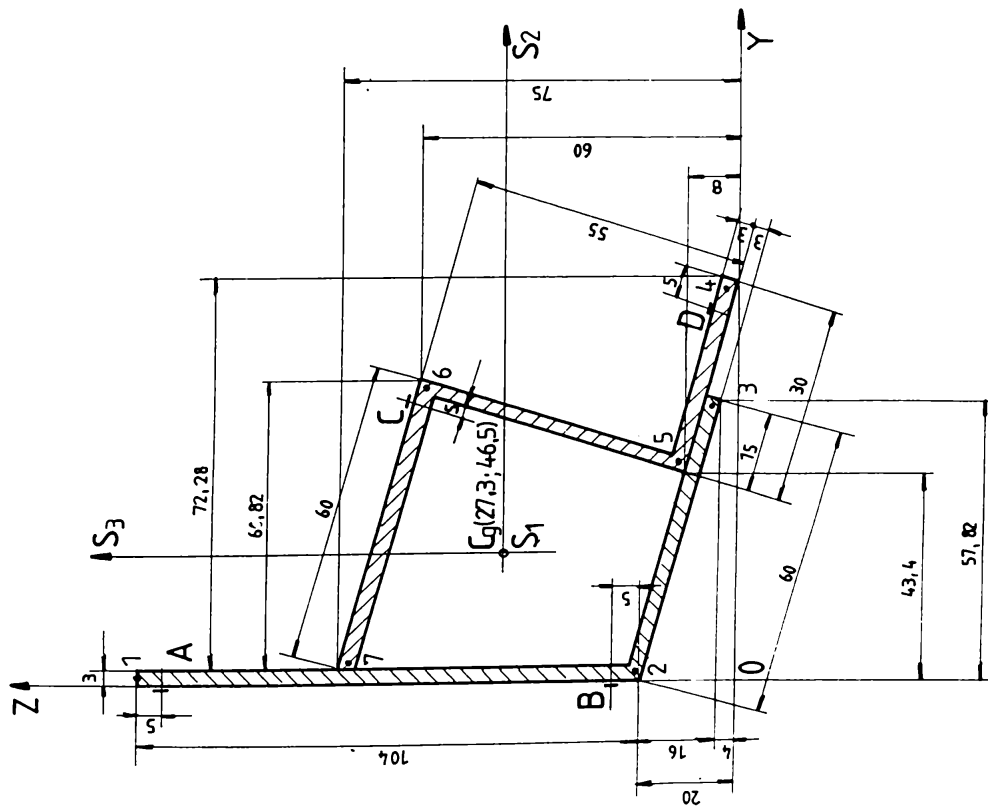
AXIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, YC
 PUZĂȚIA CENTRULUI DE GREUTĂȚE, ZC
 MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA YZ
 MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYZ
 PUZĂȚIA AXELOR PRINCIPALE, Y1Z1
 MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA Y1Z1
 YC 40.70 CM
 ZC 4.99 CM
 IYC 23.76 CM4
 IYZ 4.05 CM4
 IY1Z1 8.12 CM4
 Y1Z1 24.38 CM4
 Y1Z1 3.43 CM4

COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM YOZ)

FIBRA	A	B	C	D	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A	:	:	:	:	5.00	55.00
FIBRA B	:	:	:	:	33.00	90.00
FIBRA C	:	:	:	:	33.50	0.00
FIBRA D	:	:	:	:	52.50	0.00

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A	B	C	D	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A	:	:	:	:	-2.49	1.31
FIBRA B	:	:	:	:	4.00	4.00
FIBRA C	:	:	:	:	0.26	-4.00
FIBRA D	:	:	:	:	2.50	-4.00



SECȚIUNEA	NUMERUL AUTOTELOR	7	
COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GROSIMILE PORȚIUNILOR:			
PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	1.50	424.50	3.00
2	27.96	4.00	3.00
3	72.28	1.50	3.00
4	43.40	8.00	3.00
5	60.82	60.00	3.00
6	3.00	76.00	3.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, A	3.73 CM ²
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE, Y0	2.73 CM
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE, Z0	4.50 CM
MOMENTUL DE INERTIE FAȚĂ DE AXA Y	10.003 CM ⁴
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYZ	-38.24 CM ⁴
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, Y1	23.84 CM
MOMENTUL DE INERTIE FAȚĂ DE AXA Y1	15.093 CM ⁴
MOMENTUL DE INERTIE FAȚĂ DE AXA Z1	29.66 CM ⁴

COORDONATELE PUNCTELOR 1, 2, 3, 4, 5, 6 (SISTEM Y Z)

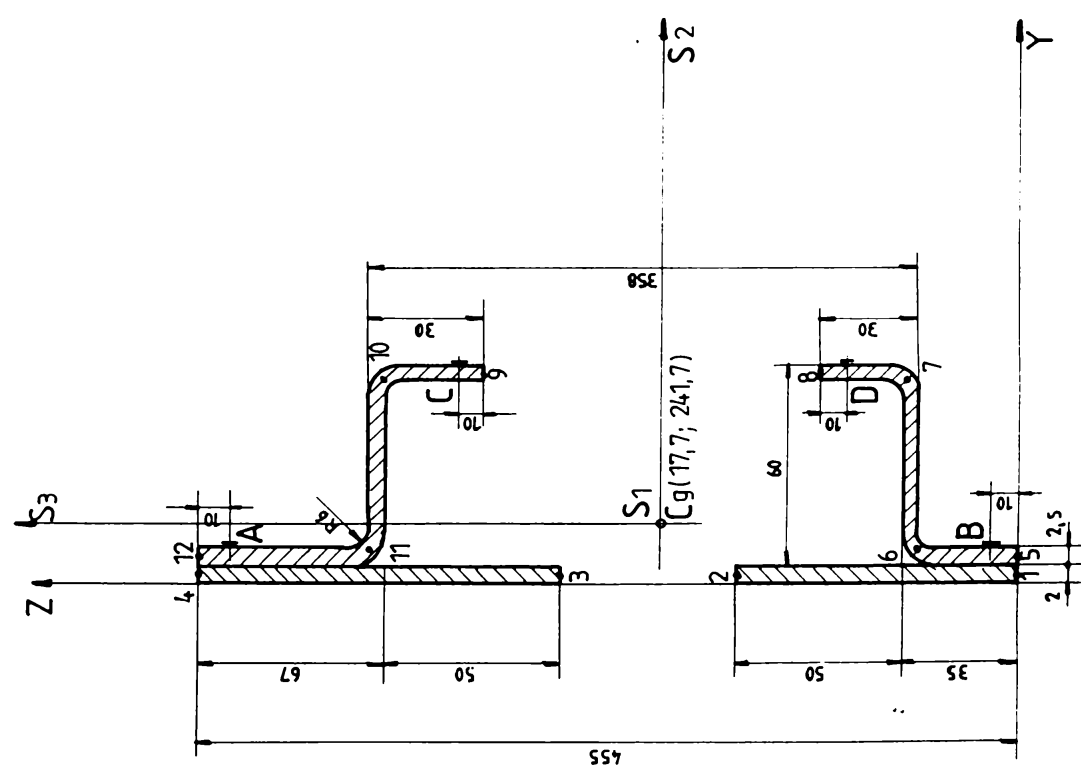
PUNCT	Y /MM/	Z /MM/
1	1.50	424.50
2	27.96	4.00
3	72.28	1.50
4	43.40	8.00
5	60.82	60.00
6	3.00	76.00

COORDONATELE PUNCTELOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL)

PUNCT	Y /CM/	Z /CM/
1	0.15	42.45
2	2.796	0.4
3	7.228	0.15
4	4.34	0.8
5	6.082	6.0
6	0.3	7.6

STĂLP ÎNTRU GEAMURI
SPRE UȘA

SECȚIUNEA NR. 34



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 34 NUMĂRUL PUNCTELOR: 12

COORDINATELE PUNCTELOR ȘI GRĂSIMEA PARTIILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	100	0	4
2	100	35	4
3	100	39	4
4	100	45	4
5	100	45	4
6	100	45	4
7	100	45	4
8	100	45	4
9	100	45	4
10	100	45	4
11	100	45	4
12	100	45	4

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXA SECȚIUNII TRANSVERSALE, YZ

POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTĂȚE, YC ZC

MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA YZ

MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYZ

POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, XZ

MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA XZ

POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE, YZ

MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA YZ

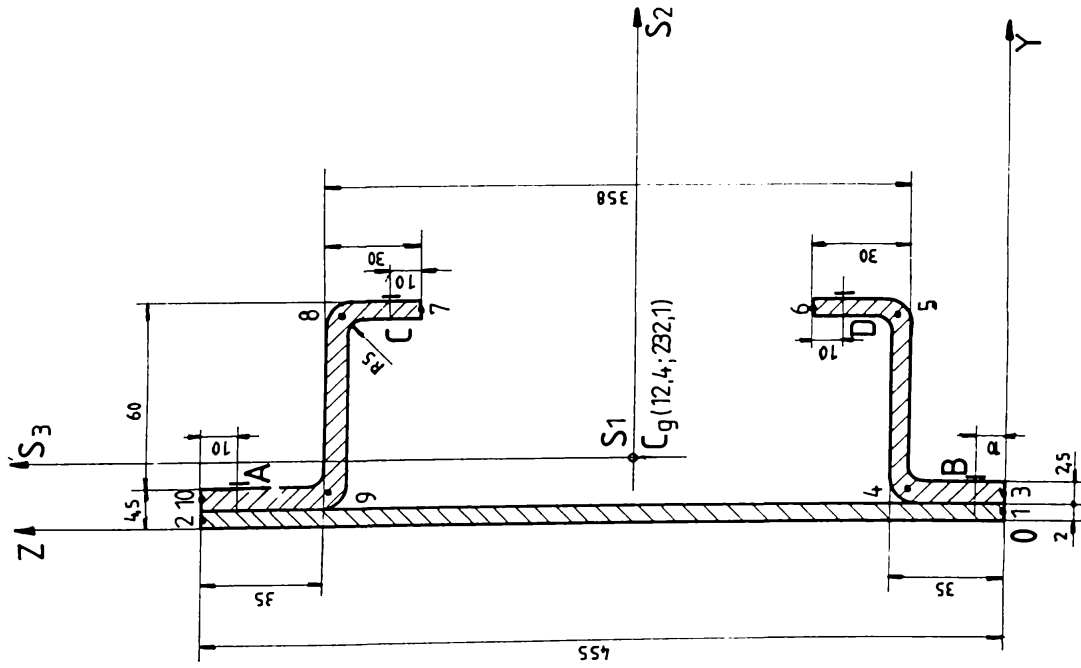
COORDINATELE PUNCTELOR A,B,C,D (SISTEM YOZI)

	Y /MM/	Z /MM/
PUNCT A :	45	45
PUNCT B :	100	45
PUNCT C :	37	55
PUNCT D :	52	55

COORDINATELE PUNCTELOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL)

	Y /CM/	Z /CM/
PUNCT A :	-1.32	20.9
PUNCT B :	-1.32	-33.17
PUNCT C :	4.43	13.68
PUNCT D :	4.43	-15.97

SECTIUNEA NR.35 STALP IN CENTURA INFERIOARA



Caracteristicile geometrice ale sectiunii

SECTIUNEA NR.35 NUMARUL PUNCTELOR: 10

COORDONATELE PUNCTELOR SI GRUBSIMEA PORTIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	h /MM/
1	1.00	455.00	2.00
2	3.25	455.00	2.50
3	3.25	33.75	2.50
4	5.75	33.75	2.50
5	6.75	32.50	2.50
6	6.75	360.50	2.50
7	9.25	360.50	2.50
8	9.25	389.25	2.50
9	9.25	445.00	2.50

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A	B	C	D	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A	1	1	1	1	445.00	0.00
FIBRA B	1	1	1	1	1.00	455.00
FIBRA C	1	1	1	1	3.25	455.00
FIBRA D	1	1	1	1	3.25	33.75

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	A	B	C	D	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A	1	1	1	1	445.00	0.00
FIBRA B	1	1	1	1	1.00	455.00
FIBRA C	1	1	1	1	3.25	455.00
FIBRA D	1	1	1	1	3.25	33.75

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECTIUNII:

ARIA SECTIUNII TRANSVERSABILE, A 45.00 CM²

POZITIA CENTRULUI DE GRAVITATE, Y 12.4 CM

POZITIA CENTRULUI DE GRAVITATE, Z 222.1 CM

MOMENTUL DE INERTIE FAZA DE AXA X 5374.22 CM⁴

MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL FAZA DE AXA X 65.48 CM⁴

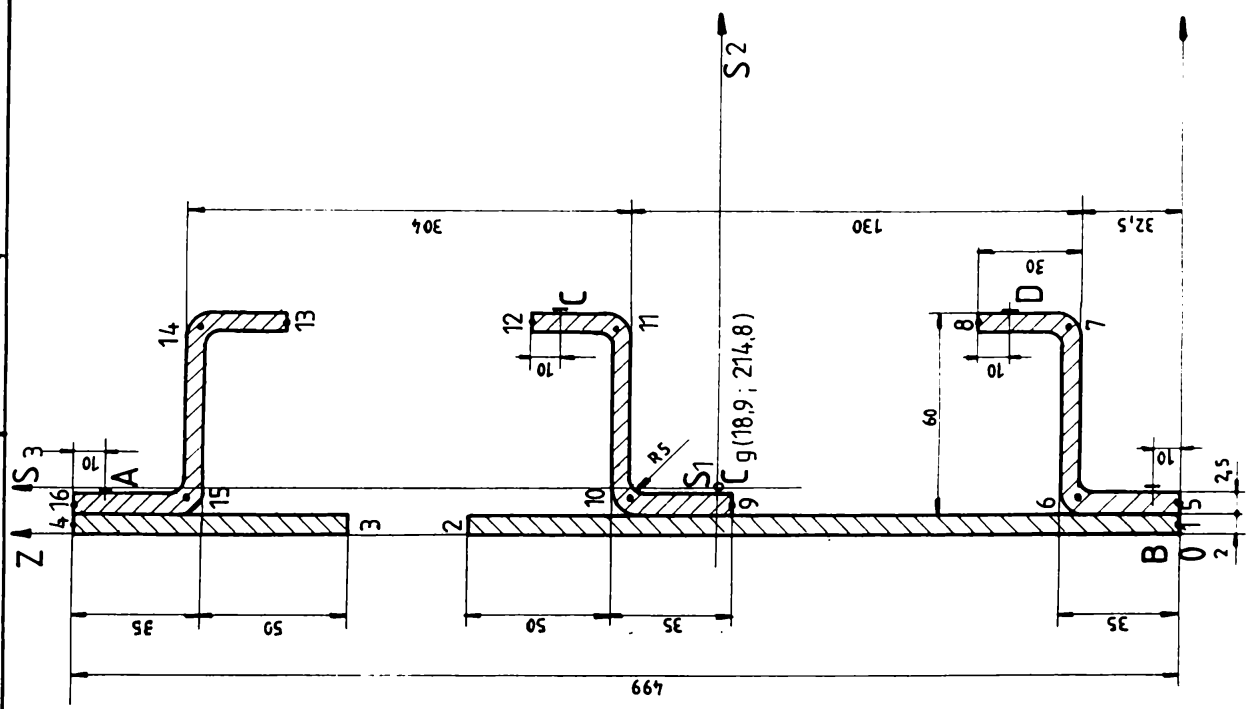
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL FAZA DE AXA Y -33.12 CM⁴

MOMENTUL DE INERTIE FAZA DE AXA Y 3874.50 CM⁴

MOMENTUL DE INERTIE FAZA DE AXA Z 65.48 CM⁴

MOMENTUL DE INERTIE FAZA DE AXA Z 3874.50 CM⁴

SECȚIUNEA NR. 36 STALP ÎNTRU GEAMURI DE LA UȘA SPRE M V



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 36 NUMĂRUL PROIECTULUI: 16

COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GROȘIMILE PĂRȚIIILOR:

PUNCT	Y /MM/	Z /MM/	U /MM/
1	1000	0	0
2	215,00	0	0
3	499,00	0	0
4	1000	0	0
5	3025	0	0
6	60075	31,75	0
7	60075	0	0
8	60075	0	0
9	3025	0	0
10	1000	0	0
11	60075	101,75	0
12	60075	0	0
13	60075	0	0
14	60075	436,50	0
15	3025	468,25	0
16	1000	499,00	0

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXA SECȚIUNII TRANSVERSALĂ (A)

POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTĂȚE (Y, Z)

MOMENTUL DE INERȚIE FAȚA DE AXA Y

MOMENTUL DE INERȚIE CENTRIGAL IYZ

POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE (EI, EII)

MOMENTUL DE INERȚIE FAȚA DE AXA ZETA

Y	18,9
Z	214,8
I _Y	12000
I _Z	406003
I _{YZ}	50044
E _I	70,48
E _{II}	456,037

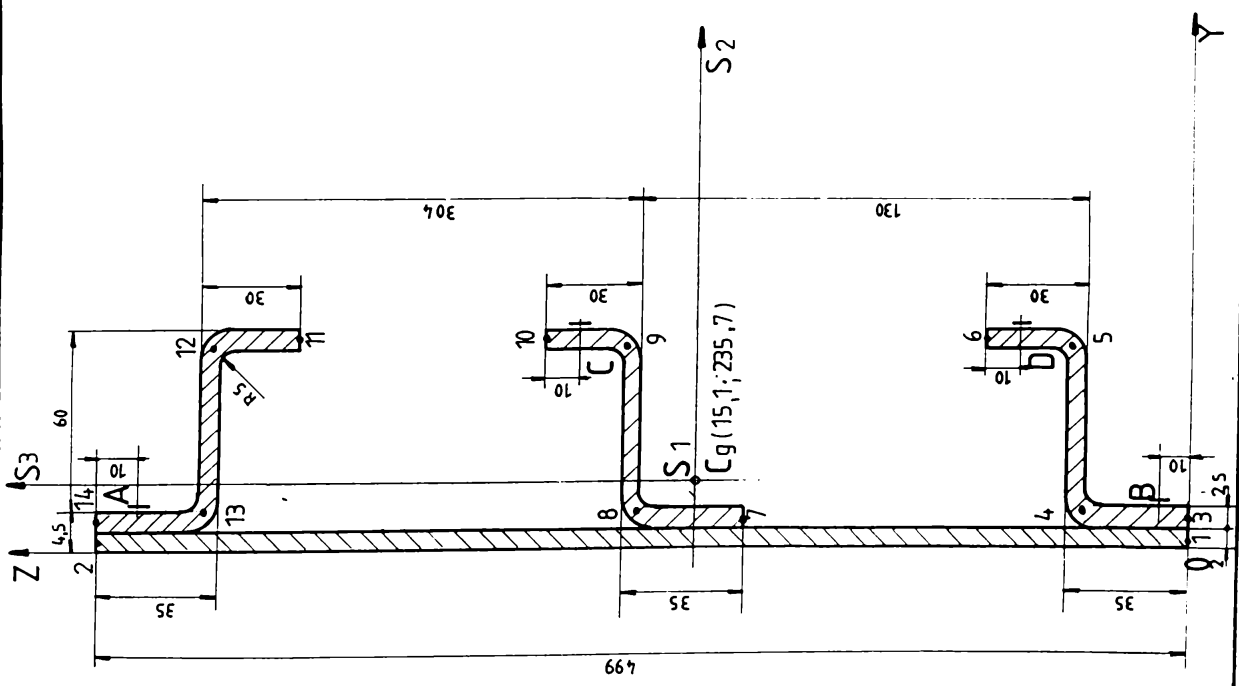
COORDONATELE FIBRELOR AȘAȘIUD (SISTEM Y'Z')

FIBRA A	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA B	4,50	499,00
FIBRA C	0,00	1000,00
FIBRA D	0,00	1500,00

COORDONATELE FIBRELOR EXTRINSE (ÎN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA A	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA B	-1,44	49,90
FIBRA C	-0,00	100,00
FIBRA D	0,00	150,00

SECTIUNEA NR.37 STALP IN CENTURA INFERIOARA



Caracteristicile geometrice ale sectiunii

SECTIUNEA NR.37 NUMARUL PUNCTELOR: 14

COORDINATELE PUNCTELOR SI CARACTERILE PUNCTUMLOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	I /MM/
1	1.00	499.00	2.50
2	3.25	499.00	2.50
3	3.25	499.00	2.50
4	33.75	499.00	2.50
5	62.75	499.00	2.50
6	92.75	499.00	2.50
7	122.75	499.00	2.50
8	152.75	499.00	2.50
9	182.75	499.00	2.50
10	212.75	499.00	2.50
11	242.75	499.00	2.50
12	272.75	499.00	2.50
13	302.75	499.00	2.50
14	332.75	499.00	2.50

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECTIUNII:

SALA SECTIUNII TRANȘVERSALLE	Y	Z
PUNCTUL CENTRULUI DE GRAVITATE	15.1	235.7
MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA Y	51.04.36	0.44
MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA Z	-31.31	0.44
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYZ	51.4.59	0.44
MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA XETA	92.30	0.44

COORDINATELE PUNCTELOR EXTERIORE (SISTEMUL Y0Z0)

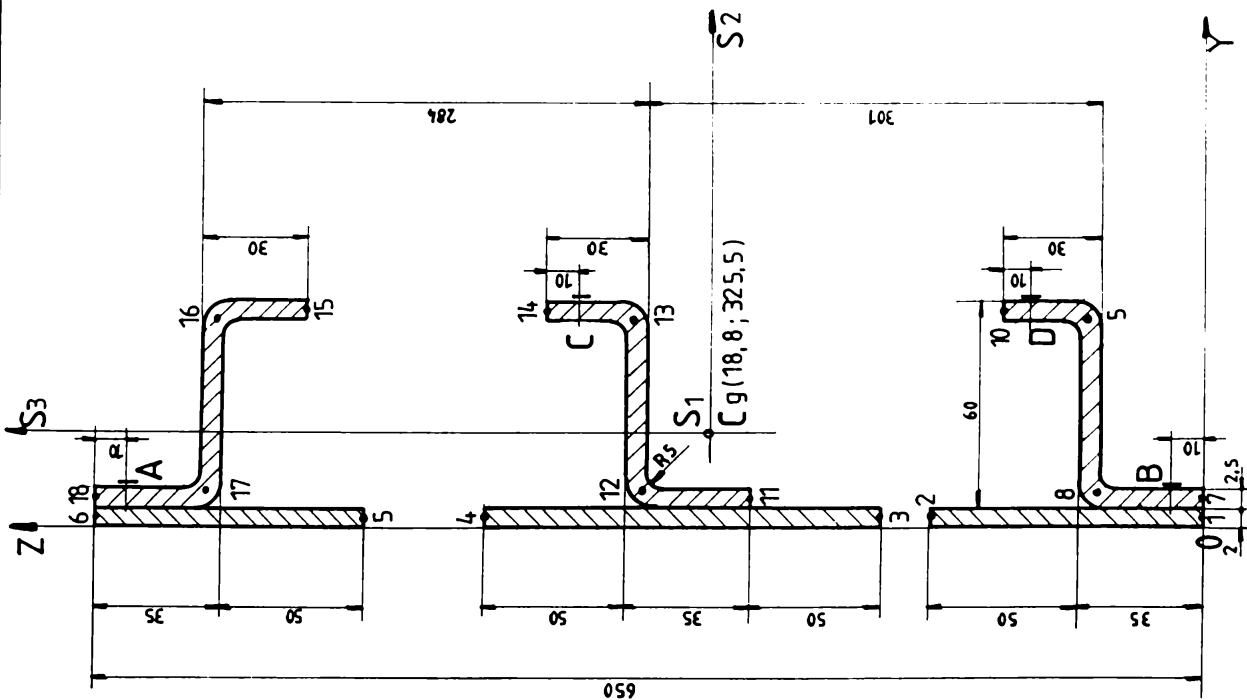
PUNCT	Y /MM/	Z /MM/
PUNCT A	4.00	489.00
PUNCT B	4.00	130.00
PUNCT C	62.00	52.50
PUNCT D	62.00	52.50

COORDINATELE PUNCTELOR EXTERIORE (IN SISTEMUL CENTRAL)

PUNCT	Y /CM/	Z /CM/
PUNCT A	4.00	48.90
PUNCT B	4.00	13.00
PUNCT C	6.20	5.25
PUNCT D	6.20	5.25

SECȚIUNEA NR.38

STĂLP PANOU CURENT



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR.38 NIMNĂRII PUNCTELOR: 15

COORDINATELE PUNCTELOR SI COORDINATA PUNCTULUI 0:

PUNCT	Y /MM/	Z /MM/	0 /MM/
1	1000	0	0
2	1000	251,00	0
3	1000	305,00	0
4	1000	505,00	0
5	1000	657,00	0
6	3025	0	0
7	3025	31,75	0
8	3025	31,75	0
9	3025	0	0
10	60,75	0	0
11	60,75	0	0
12	60,75	0	0
13	3025	0	0
14	3025	31,75	0
15	3025	31,75	0
16	3025	0	0
17	60,75	0	0
18	60,75	0	0
19	60,75	0	0
20	3025	0	0
21	3025	31,75	0
22	3025	31,75	0
23	3025	0	0
24	60,75	0	0
25	60,75	0	0
26	60,75	0	0
27	3025	0	0
28	3025	31,75	0
29	3025	31,75	0
30	3025	0	0
31	60,75	0	0
32	60,75	0	0
33	60,75	0	0
34	3025	0	0
35	3025	31,75	0
36	3025	31,75	0
37	3025	0	0
38	60,75	0	0
39	60,75	0	0
40	60,75	0	0
41	3025	0	0
42	3025	31,75	0
43	3025	31,75	0
44	3025	0	0
45	60,75	0	0
46	60,75	0	0
47	60,75	0	0
48	3025	0	0
49	3025	31,75	0
50	3025	31,75	0
51	3025	0	0
52	60,75	0	0
53	60,75	0	0
54	60,75	0	0
55	3025	0	0
56	3025	31,75	0
57	3025	31,75	0
58	3025	0	0
59	60,75	0	0
60	60,75	0	0
61	60,75	0	0
62	3025	0	0
63	3025	31,75	0
64	3025	31,75	0
65	3025	0	0
66	60,75	0	0
67	60,75	0	0
68	60,75	0	0
69	3025	0	0
70	3025	31,75	0
71	3025	31,75	0
72	3025	0	0
73	60,75	0	0
74	60,75	0	0
75	60,75	0	0
76	3025	0	0
77	3025	31,75	0
78	3025	31,75	0
79	3025	0	0
80	60,75	0	0
81	60,75	0	0
82	60,75	0	0
83	3025	0	0
84	3025	31,75	0
85	3025	31,75	0
86	3025	0	0
87	60,75	0	0
88	60,75	0	0
89	60,75	0	0
90	3025	0	0
91	3025	31,75	0
92	3025	31,75	0
93	3025	0	0
94	60,75	0	0
95	60,75	0	0
96	60,75	0	0
97	3025	0	0
98	3025	31,75	0
99	3025	31,75	0
100	3025	0	0

CHARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AVIA SECȚIUNII TRANȘVERSĂLE	Y	Z	0
PUNCTUL CENTRULUI DE GRAVITAȚIE	0	0	0
MOMENTUL DE INERȚIE FAȚĂ DE AXA Y	100000	0	0
MOMENTUL DE INERȚIE FAȚĂ DE AXA Z	0	100000	0
MOMENTUL DE INERȚIE CUPLIFUGAL IYZ	0	0	0
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE IYI	0	0	0
MOMENTUL DE INERȚIE FAȚĂ DE AXA IYI	100000	0	0
MOMENTUL DE INERȚIE FAȚĂ DE AXA IZI	0	100000	0
MOMENTUL DE INERȚIE FAȚĂ DE AXA IYI IZI	0	0	0

COORDINATELE PUNCTELOR AȘA-CUM (SISTEM YZ)

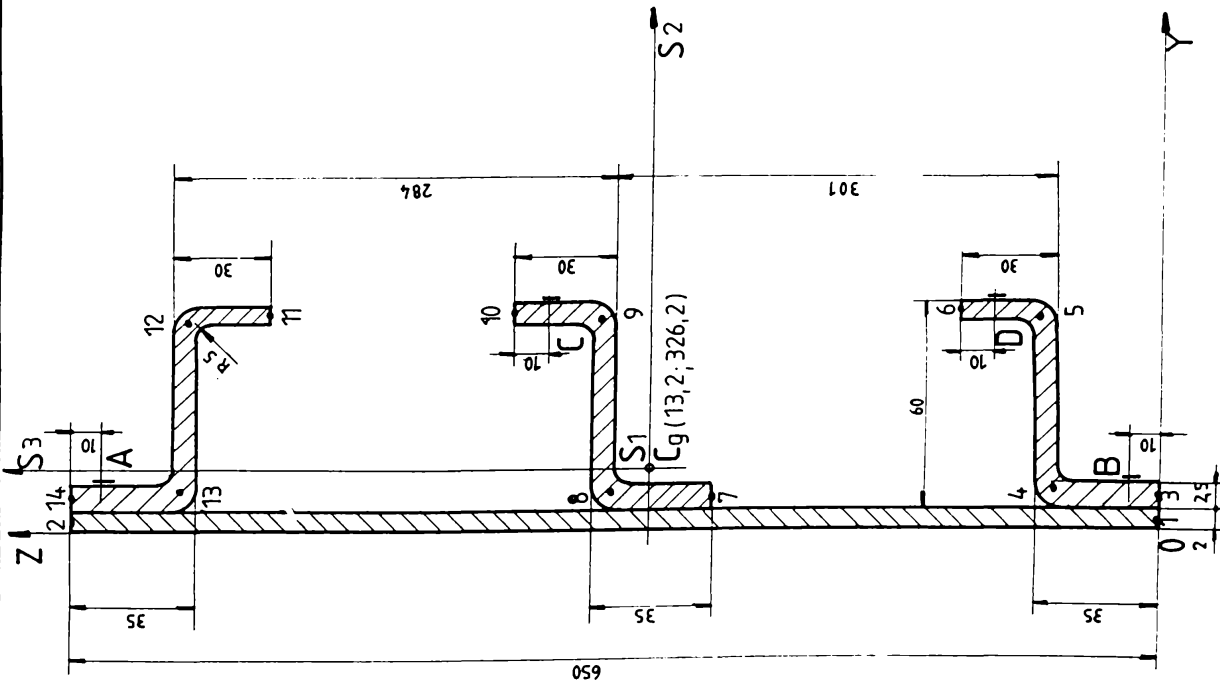
PIECE	Y /MM/	Z /MM/
PIECE A	0	0
PIECE B	0	0
PIECE C	0	0
PIECE D	0	0

COORDINATELE PUNCTELOR CUMULATIVE (SISTEMUL CENTRAL)

PIECE	Y /MM/	Z /MM/
PIECE A	0	0
PIECE B	0	0
PIECE C	0	0
PIECE D	0	0

SECȚIUNEA NR.39

STĂLP PANOU CURENT ÎN
CENTURA INFERIOARA

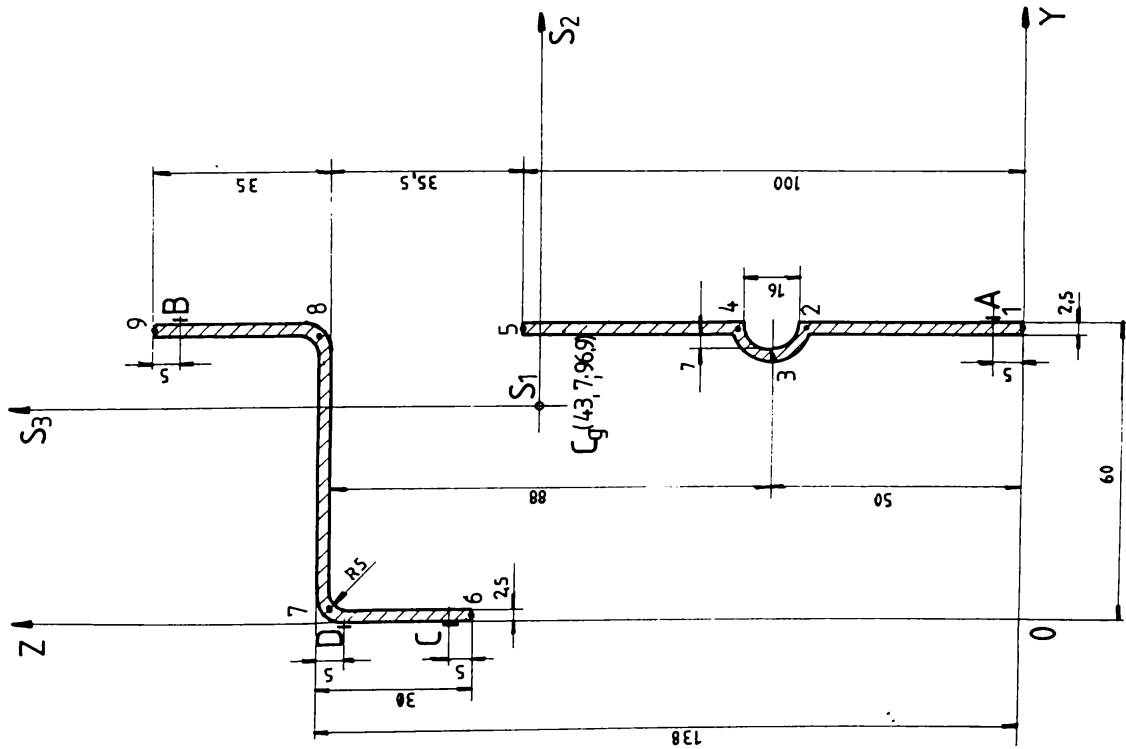


Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA	2	NUMĂRUL PUNCTELOR	14
COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GRĂSIMEA PORȚIUNILOR:			
PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	13,0	650,00	2,00
2	13,0	650,00	2,00
3	33,75	33,75	2,00
4	62,75	62,75	2,00
5	7,00	311,00	2,00
6	33,75	334,75	2,00
7	62,75	363,50	2,00
8	62,75	587,50	2,00
9	62,75	616,25	2,00
10	33,75	650,00	2,00
11	13,0	650,00	2,00
12	13,0	650,00	2,00
CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:			
SIZII SECȚIUNII TRANȘVERSALE:			
SIZIIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE:			
Y	A	22,00	CM
Z	B	11,50	CM
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA:			
Y	C	33,56	CM ⁴
Z	D	97,69	CM ⁴
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL:			
YZ	E	67,73	CM ⁴
PĂZĂȘII AXELOR PRINCIPALE:			
YI	F	11,48	CM ⁴
ZI	G	1,17	CM ⁴
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA:			
YI	H	97,95	CM ⁴
ZI	I	97,95	CM ⁴
COORDONATELE PUNCTELOR 1,3,5,7,9,11 (SISTEM YCZ):			
PUNCTA A :			
Y /MM/	Z /MM/	22,00	CM
PUNCTA B :			
Y /MM/	Z /MM/	11,50	CM
PUNCTA C :			
Y /MM/	Z /MM/	33,56	CM
PUNCTA D :			
Y /MM/	Z /MM/	97,69	CM
COORDONATELE PUNCTELOR EXTREME (ÎN SISTEMUL CENTRAL):			
PUNCTA A :			
Y /CM/	Z /CM/	33,39	CM
PUNCTA B :			
Y /CM/	Z /CM/	-33,39	CM
PUNCTA C :			
Y /CM/	Z /CM/	48,88	CM
PUNCTA D :			
Y /CM/	Z /CM/	-48,88	CM

SECȚIUNEA NR. 41

PROFIL SUB GEAM



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 41 - COORDONATELE PUNCTELOR: Y

COORDONATELE PUNCTELOR SI GRADINEA PORTIUNILOR:

PCT	Y / MM	Z / MM	J / MM ⁴
1	50.75	42.07	4.86
2	50.75	51.57	4.86
3	50.75	58.80	4.86
4	50.75	100.00	4.86
5	1.25	100.00	4.86
6	1.25	136.75	4.86
7	1.25	170.00	4.86
8	1.25	170.00	4.86
9	1.25	170.00	4.86

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXII SECȚIUNII TRANSVERSALE: A

POZITIE CENTRULUI DE GRAVITATE: Y_C

COORDONATELE UNOR PUNCTE PATA DE MAS: Y₁

COORDONATELE UNOR PUNCTE GEOMETRICE: Y₂

COORDONATELE UNOR PUNCTE DE CONTROL: Y₃

COORDONATELE UNOR PUNCTE DE VERIFICARE: Y₄

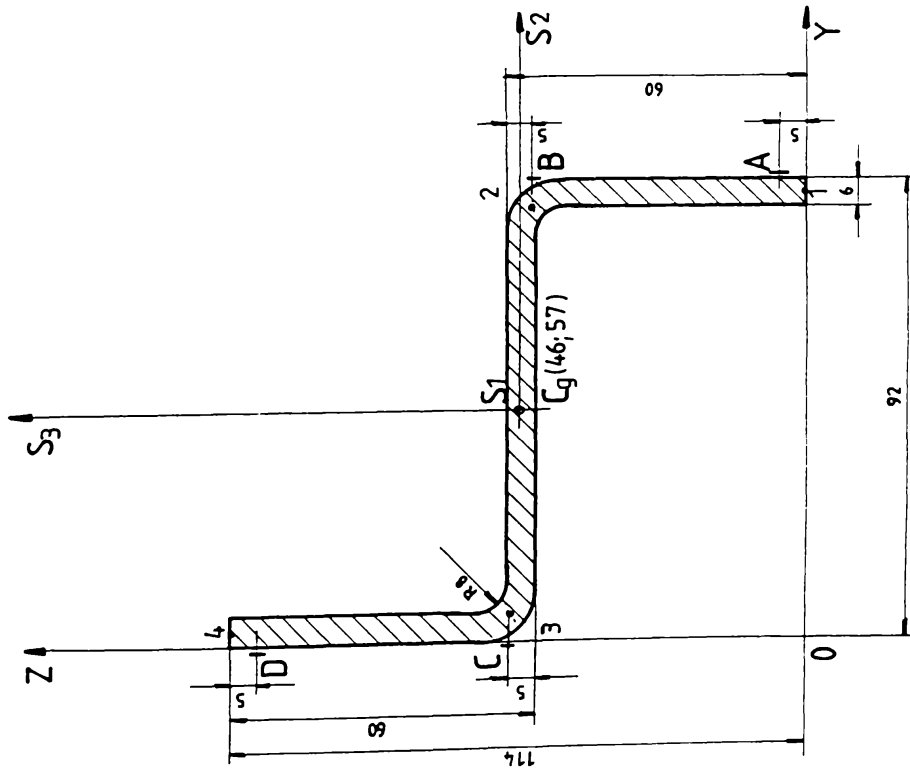
Y ₁ / MM	Y ₂ / MM	Y ₃ / MM	Y ₄ / MM
50.75	42.07	42.07	42.07
50.75	51.57	51.57	51.57
50.75	58.80	58.80	58.80
50.75	100.00	100.00	100.00
1.25	100.00	100.00	100.00
1.25	136.75	136.75	136.75
1.25	170.00	170.00	170.00
1.25	170.00	170.00	170.00
1.25	170.00	170.00	170.00

COORDONATELE PUNCTELOR EXTREME (CU DISTRIBUIE CENTRALA):

Y ₁ / MM	Y ₂ / MM	Y ₃ / MM	Y ₄ / MM
50.75	42.07	42.07	42.07
50.75	51.57	51.57	51.57
50.75	58.80	58.80	58.80
50.75	100.00	100.00	100.00
1.25	100.00	100.00	100.00
1.25	136.75	136.75	136.75
1.25	170.00	170.00	170.00
1.25	170.00	170.00	170.00
1.25	170.00	170.00	170.00

SECȚIUNEA NR. 43

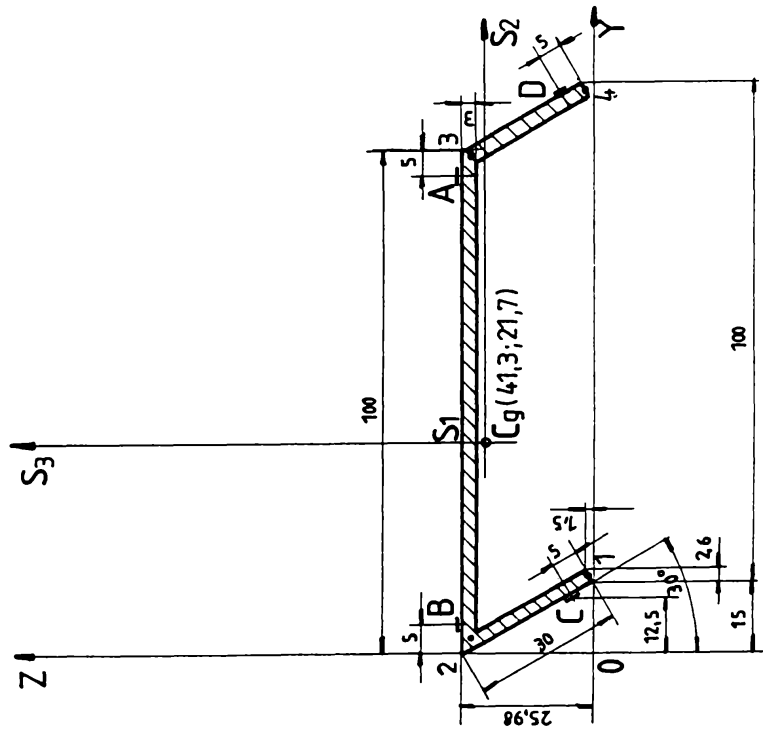
PROFIL Z CENTURA SUPERIOARA



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA NR. 43 - MOMENTUL PUNCTULOR		Y	
COORDONATELE PUNCTELOR ȘI GRUSIMEA PARTIILILOR			
PUNCT	Y / MM	Z / MM	t / MM
1	89,00	0,00	0,80
2	89,00	87,00	0,80
3	3,00	57,00	0,80
4	3,00	114,00	0,80

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII	
ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALĂ	A
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE	Y _G
MOMENTUL DE INERTIE FAȚĂ DE AXA Y	I _Y
MOMENTUL DE INERTIE FAȚĂ DE AXA Z	I _Z
MOMENTUL DE INERTIE (EQUIVALENT) FAȚĂ DE AXA Z	I _{YI}
MOMENTUL DE INERTIE (EQUIVALENT) FAȚĂ DE AXA Y	I _{ZI}
MOMENTUL DE INERTIE FAȚĂ DE AXA Y	I _Y
MOMENTUL DE INERTIE FAȚĂ DE AXA Z	I _Z
COORDONATELE PUNCTELOR A ₁ , B ₁ , C ₁ , D ₁ (SISTEM Y ₁ , Z ₁)	
ELIMB A ₁	Y ₁ / MM
ELIMB B ₁	Z ₁ / MM
ELIMB C ₁	Y ₁ / MM
ELIMB D ₁	Z ₁ / MM
COORDONATELE PUNCTELOR EXTREME (SISTEMUL CENTRAL)	
ELIMB A	Y / MM
ELIMB B	Z / MM
ELIMB C	Y / MM
ELIMB D	Z / MM



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA: 44 NUMĂRUL PUNTELOR: 4

COORDONATELE PUNTELOR ȘI GROSIMEA PUNTELILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	16.30	25	3.00
2	1.50	24.46	3.00
3	98.50	24.46	3.00
4	113.70	25	3.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE A

POZIȚIA CENTRULUI DE GREUȚATE YC

MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA IC

MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYZ

POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE Y1

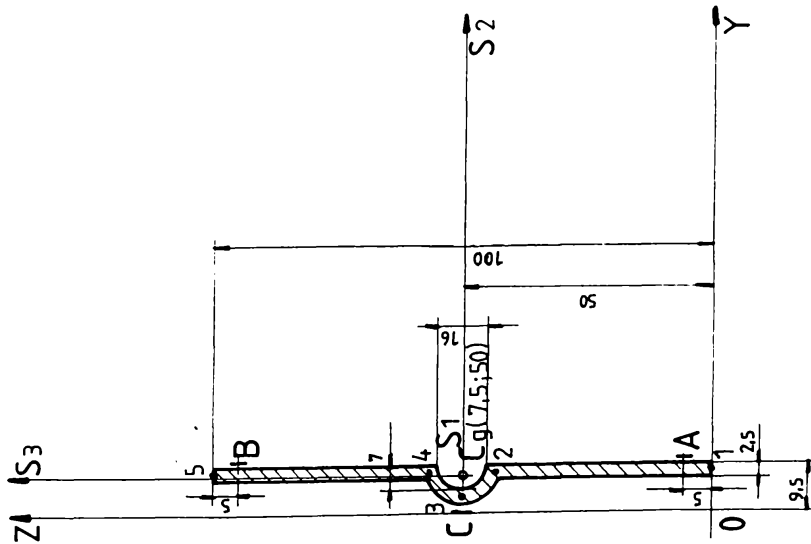
MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA IY1

COORDONATELE FIDRELOR A, B, C, D (SISTEM YOZ)

FIDRA	A :	Y /MM/	Z /MM/
FIDRA A :	93.00	5.93	50
FIDRA B :	5.00	5.93	50
FIDRA C :	12.50	4.33	50
FIDRA D :	112.50	4.33	50

COORDONATELE FIDRELOR EXTREME (ÎN SECȚIUNEA CENTRALĂ)

FIDRA	A :	Y /CM/	Z /CM/
FIDRA A :	4.22	5.93	50
FIDRA B :	-4.78	5.93	50
FIDRA C :	-4.03	-1.50	50
FIDRA D :	5.97	-1.50	50



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

COD:

PAG. 2

SECȚIUNEA: *****45*****
 NUMARUL PUNCTELOR: 5

COORDONATELE PUNCTELOR SI GROSIMEA PARTIILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	0.25	42.00	2.50
2	0.25	50.00	2.50
3	0.25	58.00	2.50
4	0.25	100.00	2.50
5	0.25	100.00	2.50

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALĂ: 2.63 CM²
 POZITIA CENTRULUI DE GREUTAȚE, YO: 5.00 CM
 MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA Y: 20.86 CM⁴
 MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL: 0.07 CM⁴
 POZITIA AXELOR PRINCIPALE: 0.00 GRD
 MOMENTUL DE INERTIE PATA DE AXA X: 20.86 CM⁴
 POZITIA AXELOR PRINCIPALE: 0.07 CM⁴

COORDONATELE PUNCTELOR A,B,C,D (SISTEM Y C)

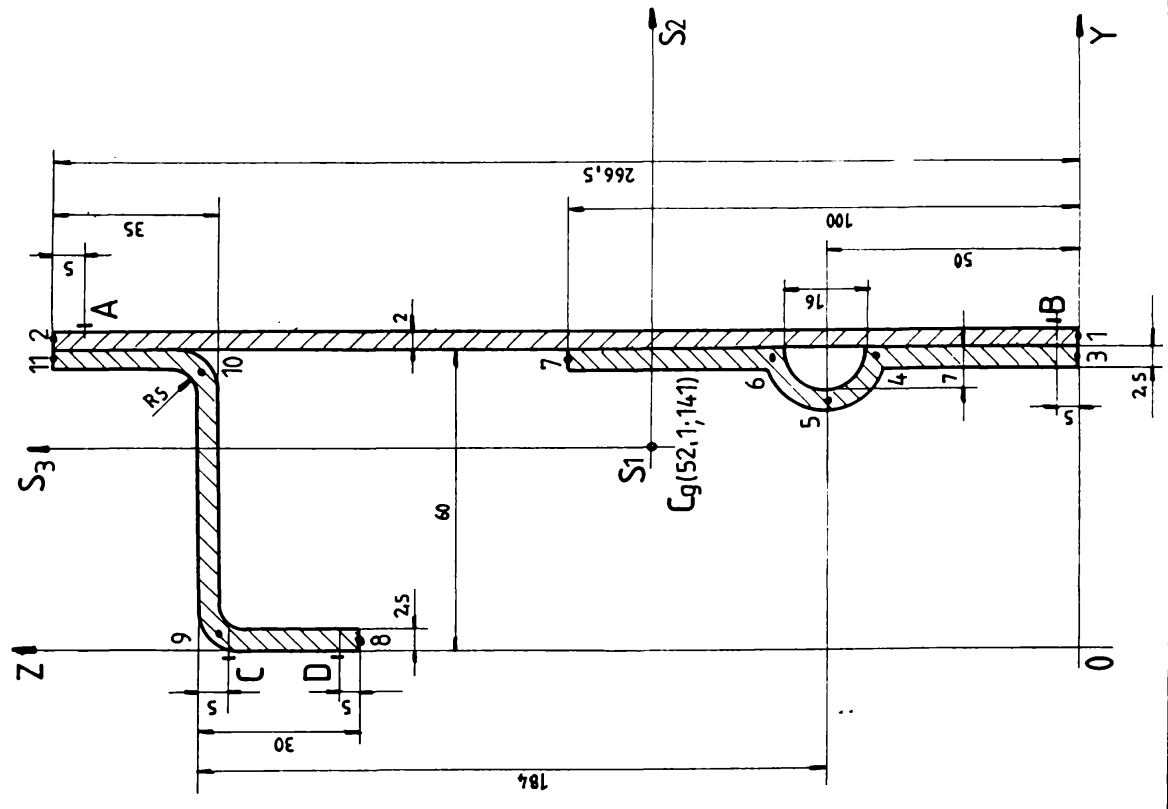
PUNCT	Y /MM/	Z /MM/
A	0.00	5.00
B	0.00	50.00
C	0.00	50.00
D	0.00	50.00

COORDONATELE PUNCTELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

PUNCT	Y /CM/	Z /CM/
A	0.20	-4.50
B	0.20	4.50
C	-0.75	-4.50
D	-0.75	-4.50

SECTIUNEA NR. 46 PROFIL CENTURA INFERIOARA SUB GEAM

Observatii: Vezi sectiunea nr 25



Caracteristicile geometrice ale sectiunii

SECTIUNEA: 46 NUMARUL PUNCTELOR: 11

COORDONATELE PUNCTELOR SI GROSIMEA PUNCTILOR:

PCT	X /MM/	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	61.00	266.50	0.00	2.00
2	58.75	266.50	0.00	2.00
3	58.75	40.00	0.00	2.00
4	51.75	50.00	0.00	2.00
5	51.75	50.00	0.00	2.00
6	100.00	50.00	0.00	2.00
7	100.00	204.00	0.00	2.00
8	1.00	204.00	0.00	2.00
9	1.00	204.00	0.00	2.00
10	58.75	204.00	0.00	2.00
11	58.75	266.50	0.00	2.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECTIUNII:

ARIA SECTIUNII TRANSVERSALE: A = 0.95 CM²

POZITIA CENTRULUI DE GREUTATE: X_C = 5.21 CM, Y_C = 82.17 CM

MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA: I_Y = 35.14 CM⁴, I_Z = -55.00 CM⁴

MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL: I_{YZ} = 4.08 CM⁴

POZITIA AXELOR PRINCIPALE: X₁ = 27.18 CM, Y₁ = 29.13 CM

MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA: I_{Y1} = 0.95 CM², I_{Z1} = 5.21 CM², I_{Y1Z1} = 4.10 CM⁴

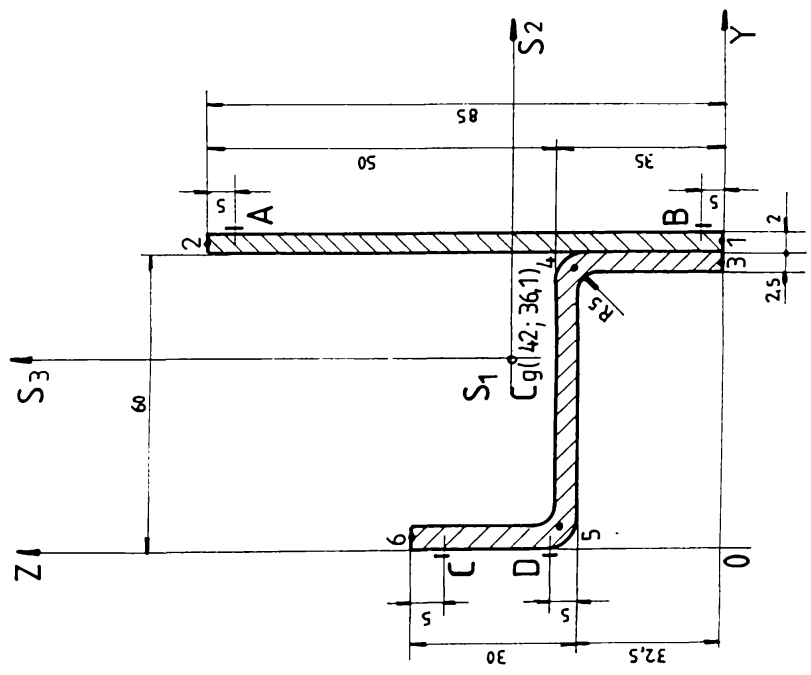
COORDONATELE FIBRELOR A, B, C, D (SISTEM Y0Z0)

FIBRA	X /MM/	Y /MM/	Z /MM/
A	62.00	251.50	0.00
B	62.00	5.00	0.00
C	0.00	204.00	0.00
D	0.00	204.00	0.00

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	X /CM/	Y /CM/	Z /CM/
A	0.99	-2.63	0.00
B	0.99	-13.63	0.00
C	-5.21	8.80	0.00
D	-5.21	6.80	0.00

SECTIUNEA NR. 47
 PROFIL STALP
 PROFIL DEASUPRA GEAMULUI



Caracteristicile geometrice ale sectiunii

SECTIUNEA: 47 NUMARUL PUNCTELOR: 5

COORDONATELE PUNCTELOR SI GROSIMEA PORTIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	Ø /MM/
1	61.00	35.00	2.00
2	61.00	35.00	2.00
3	59.75	33.75	2.00
4	59.75	33.75	2.00
5	1.25	62.50	.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECTIUNII:

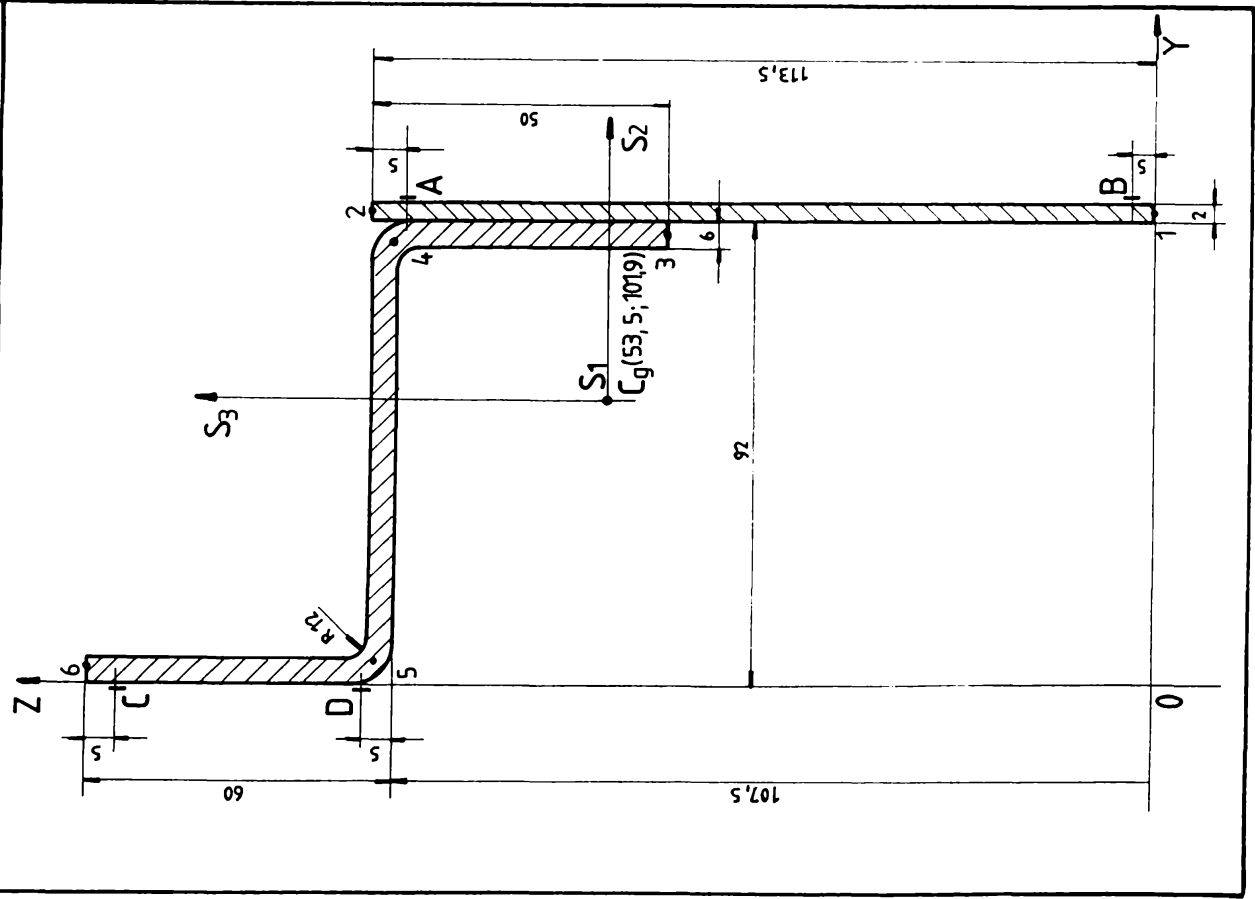
ARIA SECTIUNII TRANSVERSALE, Y_0 4.70 CM²
 POZITIA CENTRULUI DE GREUTATE, Y_0 4.70 CM
 MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA Y 3.51 CM⁴
 MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL I_{YZ} 16.46 CM⁴
 POZITIA AXILOR PRINCIPALE I_{Y1} 26.47 CM⁴
 MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA $Y1$ -3.77 CM⁴
 POZITIA AXILOR PRINCIPALE I_{Z1} -18.49 CM⁴
 MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA $Z1$ 27.73 CM⁴
 POZITIA AXILOR PRINCIPALE I_{Z2} 15.21 CM⁴

COORDONATELE PUNCTELOR A,B,C,D (SISTEM YCZ)

	Y /MM/	Z /MM/
PUNCTA A :	62.00	80.00
PUNCTA B :	62.00	5.00
PUNCTA C :	.00	57.50
PUNCTA D :	.00	37.50

COORDONATELE PUNCTELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

	Y /CM/	Z /CM/
PUNCTA A :	6.20	8.00
PUNCTA B :	6.20	-0.50
PUNCTA C :	0.00	5.75
PUNCTA D :	0.00	3.75



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

PAG. 5

SECȚIUNEA: 48 NUMARUL PUNCTELOR: 6

COORDONATELE PUNCTELOR SI COORDONATELE CENTRULUI:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	23.00	113.50	2.50
2	23.00	53.50	5.00
3	93.00	113.50	6.50
4	93.00	113.50	6.50
5	3.00	167.50	5.50

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

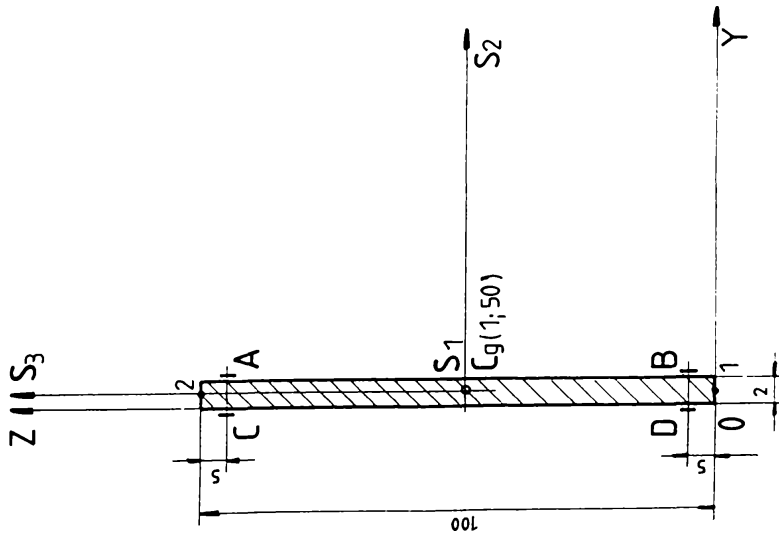
ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE	YA	14.27	CM2
POZIȚIA CENTRULUI DE GRAVITAȚIE	YO	5.35	CM
MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA	YO	10.15	CM4
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL	YO	133.44	CM4
POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE	Y1	-112.05	CM4
MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA	Y1	319.97	CM4
MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA	Y2	31.13	CM4
	Y2	42.61	CM4

COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM YOZ)

FIBRA	A	Y /MM/	Z /MM/
FIBRA A	1	94.00	108.50
FIBRA B	2	94.00	5.00
FIBRA C	3	3.00	162.50
FIBRA D	4	3.00	162.50

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEM CENTRAL)

FIBRA	A	Y /CM/	Z /CM/
FIBRA A	1	4.00	-9.66
FIBRA B	2	4.00	6.00
FIBRA C	3	-3.33	1.00
FIBRA D	4	-3.33	1.00



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

LUI: 0
 SECȚIUNEA: 49 NUMĂRUL PUNCTELOR: 2

COORDONATELE PUNCTELOR SI GROSIIMEA PORTIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	D /MM/
1	1.00	100.00	2.00
2	1.00	100.00	2.00

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXIA SECȚIUNII TRANSVERSALĂ: X
 POZIȚIA CENTRULUI DE GREUTAȚE: Y0
 MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA Y: IY
 MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL: IYZ
 POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE: X1
 MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA X1: IY1
 POZIȚIA AXELOR PRINCIPALE: Y1

COORDONATELE PUNCTELOR A,B,C,D (SISTEM YCZ)

PUNCT	Y /MM/	Z /MM/
PUNCT A :	2.00	95.00
PUNCT B :	2.00	5.00
PUNCT C :	0.00	95.00
PUNCT D :	0.00	5.00

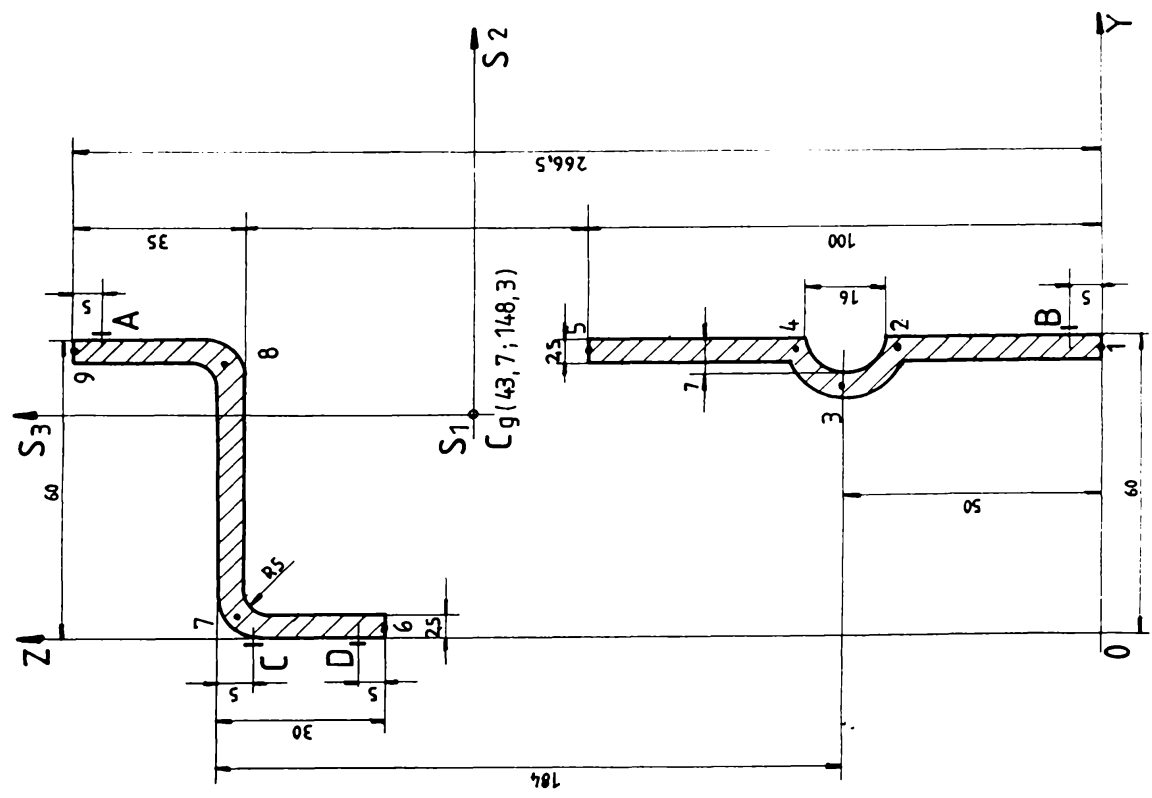
COORDONATELE PUNCTELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

PUNCT	Y /CM/	Z /CM/
PUNCT A :	1.0	4.50
PUNCT B :	1.0	-4.50
PUNCT C :	-1.0	4.50
PUNCT D :	-1.0	-4.50

SECȚIUNEA NR. 50

PROFIL CENTURA INFERIOARA SUB GEAM

Observații Este secțiunea nr 46 fără tablă



Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA: *****SC NUMARUL PUNCTELOR: 9

COORDONATELE PUNCTELOR SI GROSIMEA TORTIUNILOR:

PCT	Y /MM/	Z /MM/	S /MM/
1	58.72	0	2.50
2	58.72	40.50	2.50
3	58.72	50.50	2.50
4	58.72	100.50	2.50
5	58.72	100.50	2.50
6	1.22	204.28	2.50
7	1.22	232.78	2.50
8	58.72	232.78	2.50
9	58.72	266.50	2.50

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

ARIA SECȚIUNII TRANSVERSALE, A
POZITIA CENTRULUI DE GREUTAȚE, YC
MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA Y, IY
MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL IYI
POZITIA AXELOR PRINCIPALE IYI
MOMENTUL DE INERTIE FATA DE AXA Z, IZ

5.62	CM ²
4.37	CM
1.40	CM ⁴
47.63	CM ⁴
-5.19	CM ⁴
7.24	CM ⁴
57.25	CM ⁴
2.87	CM ⁴

COORDONATELE FIBRELOR A,B,C,D (SISTEM YOI)

FIBRA	Y /MM/	Z /MM/
A	60.00	241.50
B	60.00	5.00
C	60.00	229.00
D	60.00	239.00

COORDONATELE FIBRELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

FIBRA	Y /CM/	Z /CM/
A	1.63	1.33
B	1.63	-1.43
C	-4.37	3.00
D	-4.37	6.07

Caracteristicile geometrice ale secțiunii

CUU: PAS, 9

SECȚIUNEA: SI NUMARUL PUNCTELOR: 4

COORDONATELE PUNCTELOR SI GROSIMEA PORTIUNILOR:
 PCT Y /MM/ Z /MM/ S /MM/

1	1.75	0.00	2.50
2	1.75	33.75	2.50
3	59.75	33.75	2.50
4	59.75	62.50	2.50

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:

AXA SECȚIUNII TRANSVERSALE:
 PUNCTUL CENTRULUI DE GREUTATE: Y0
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA Y
 MOMENTUL DE INERTIE CENTRIFUGAL Ixy
 MOMENTUL DE INERTIE PRINCIPALE Iy0
 MOMENTUL DE INERTIE FAȚA DE AXA ZETA
 3.00 CM2
 2.99 CM2
 2.27 CM2
 2.13 CM4
 19.83 CM4
 26.02 CM4
 26.02 CM4
 1.85 CM4

COORDONATELE PUNCTELOR A,B,C,D (SISTEM YCZ)

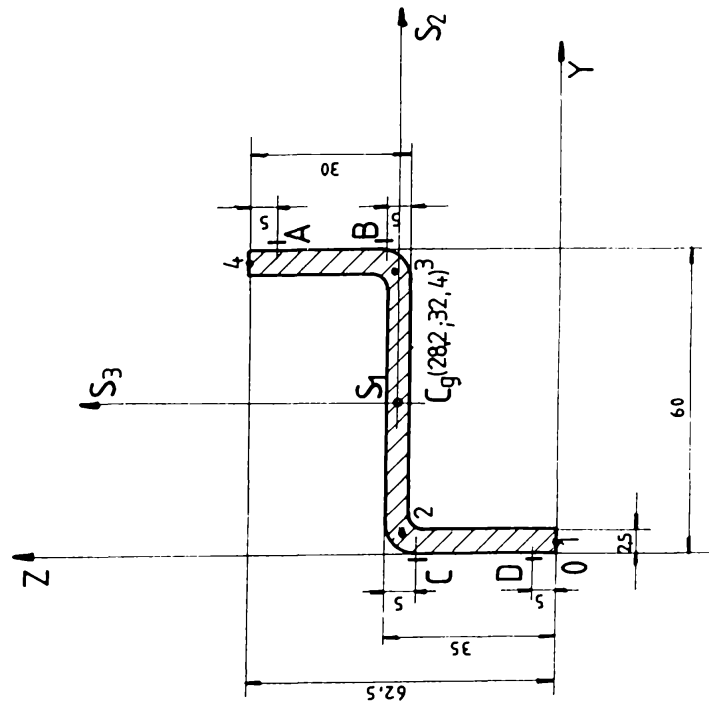
	Y /MM/	Z /MM/
PUNCT A :	50.00	57.50
PUNCT B :	60.00	37.50
PUNCT C :	0.00	30.00
PUNCT D :	0.00	5.00

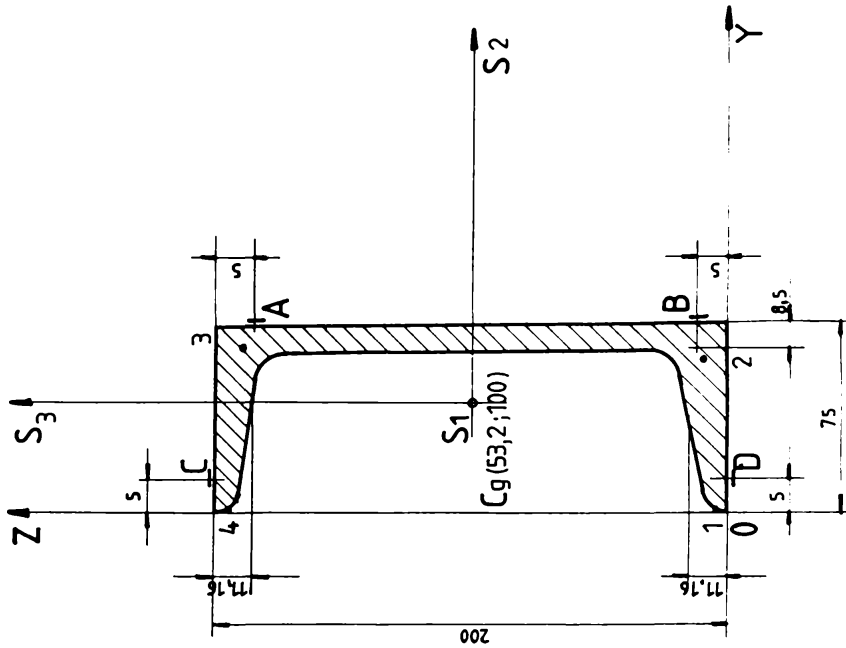
COORDONATELE PUNCTELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

	Y /CM/	Z /CM/
PUNCT A :	5.00	2.50
PUNCT B :	6.00	3.75
PUNCT C :	-2.00	-3.00
PUNCT D :	-2.00	-0.50

SECȚIUNEA NR. 51 PROFIL Z

Observații: Vezi secțiunea nr 42 diferă orientarea profilului





Caracteristicile geometrice ale secțiunii

SECȚIUNEA: *****52 NUMARUL PUNCTELOR: 4

 COORDONATELE PUNCTELOR SI GROSIIMEA PORTIUNELOR:
 PCT Y /MM/ Z /MM/ B /MM/

1	70.75	0.00	0.55	1.16
2	70.75	0.00	0.55	0.50
3	194.42	0.00	0.55	1.16
4	194.42	0.00	0.55	0.50

CARACTERISTICILE GEOMETRICE ALE SECȚIUNII:
 Aria secțiunii transversale, A
 Poziția centrului de greutate, Y_c
 Momentul de inerție față de axa Z
 Momentul de inerție centrifugal
 Poziția axelor principale, Y_p
 Momentul de inerție față de axa Z

A	21.24	cm^2
Y_c	5.32	cm
I_{Zc}	10.50	cm^4
I_{Zp}	1874.83	cm^4
I_{Yp}	105.49	cm^4
I_{Zp}	7.00	cm^4
I_{Yp}	1874.83	cm^4

COORDONATELE FIȘELOR A, B, C, D (SISTEM Y, Z)

Y	Z
Y	Z
FIBRA A :	75.00
FIBRA B :	75.00
FIBRA C :	5.00
FIBRA D :	5.00

COORDONATELE FIȘELOR EXTREME (IN SISTEMUL CENTRAL)

Y	Z
FIBRA A :	75.00
FIBRA B :	75.00
FIBRA C :	-4.82
FIBRA D :	-4.82

ANEXA Nr. 2

**TENSIUNI DIN STÂLPUL
VAGONULUI**

TENSIUNILE DIN STAȚIILE SPTDICI ...							Tabelul Nr. 1			
INCARCAREA I							N. min.			
Număr supralata	Număr elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media				
1	942	19.79	23.38	18.73	15.36					
	943	42.97	38.30	32.00	49.91					
	975	22.43	15.93	16.70	24.74					
	976	27.06	27.70	20.40	26.15	26.35				
2	944	35.73	33.08	31.10	35.00					
	945	22.88	18.70	29.37	29.07					
	977	21.60	21.72	21.32	21.35					
	978	17.08	14.80	21.95	20.59	24.71				
3	908	100.10	94.99	102.50	107.80					
	909	102.50	64.98	59.70	95.76					
	921	171.90	103.60	95.68	143.70					
	922	85.27	55.43	51.01	72.74	94.23				
4	778	64.31	58.07	58.62	64.87					
	779	58.26	48.01	48.54	58.81					
	791	67.84	60.74	61.29	68.41					
	792	61.19	50.25	50.74	61.70					
	805	63.92	52.72	53.28	64.50					
	806	58.62	49.09	49.55	59.13	58.02				
5	661	27.13	41.53	36.34	23.79					
	662	28.36	26.16	22.97	24.96					
	674	33.91	33.80	34.06	34.18					
	675	33.03	27.19	29.15	35.10	30.73				
6	605	17.81	16.76	13.66	14.65					
	606	15.60	14.62	17.46	18.48					
	638	21.98	19.92	15.54	17.21					
	639	17.77	16.20	20.82	22.68	17.57				
7	603	4.08	4.16	4.36	3.68					
	604	16.32	15.30	7.88	7.84					
	636	4.57	2.32	2.91	1.42					
	637	19.61	17.42	12.94	9.76	8.41				

Continuare Tabelul Nr. 1									
Număr supralata	Număr elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media			
8	958	15.36	18.74	23.41	19.81				
	959	13.86	12.94	12.85	13.77				
	990	26.19	20.43	27.80	27.13				
	991	24.77	16.72	15.95	22.45	19.51			
9	955	29.25	29.58	18.74	22.92				
	956	35.11	31.21	33.28	35.88				
	988	20.67	22.06	14.80	17.11				
	989	21.39	21.39	21.79	21.64	24.80			
10	919	65.44	103.20	96.41	60.13				
	920	95.68	100.80	108.40	103.20				
	932	56.24	85.68	73.06	51.53				
	933	104.00	172.50	144.30	96.02	94.79			
11	789	48.92	59.26	59.81	49.44				
	790	59.11	65.39	65.94	59.63				
	802	51.15	62.12	62.62	51.64				
	803	61.70	68.81	69.35	62.23				
	815	53.64	64.78	65.36	54.19				
	816	64.70	71.45	71.97	65.20	61.18			
12	672	27.08	31.06	28.83	25.01				
	673	38.78	26.13	24.15	36.26				
	685	28.92	33.88	35.59	30.55				
	686	33.70	34.93	35.95	34.70	31.60			
13	616	22.31	20.91	18.39	19.80				
	617	17.42	16.42	20.87	21.86				
	649	26.29	22.79	18.06	21.41				
	650	18.91	15.47	21.96	25.57	20.53			
14	618	8.99	8.04	17.21	18.37				
	619	5.34	4.94	5.95	6.37				
	651	7.53	7.08	18.20	19.61				
	652	5.73	9.66	8.15	4.98	9.76			

Tensiunile din Stâlpii "SPDFCI"						
Incarcarea 2 [N / mm ²]						
Număr suprafața	Număr elem. limit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
1	942	13.96	17.36	13.33	10.16	
	943	34.20	31.89	25.72	38.91	
	975	16.94	12.43	12.74	18.71	
	976	22.90	24.36	16.76	20.88	20.67
2	944	30.62	30.31	26.57	28.82	
	945	19.80	17.25	27.99	26.92	
	977	19.45	20.73	19.27	18.40	
	978	14.88	15.13	21.16	18.92	22.26
3	908	95.84	93.24	98.36	101.00	
	909	98.01	67.59	62.44	92.11	
	921	148.50	94.09	84.12	124.40	
	922	80.54	60.82	52.26	67.89	68.83
4	778	98.63	89.11	89.13	98.65	
	779	88.93	73.14	73.11	88.90	
	791	99.23	88.84	88.84	99.23	
	792	89.01	72.91	72.91	89.01	
5	804	98.66	89.13	89.11	98.64	
	805	88.90	73.10	73.13	88.93	87.47
	661	92.97	162.70	137.10	86.79	
	662	57.86	73.64	63.47	50.71	
6	674	103.10	98.94	93.75	97.86	
	675	91.68	59.35	65.81	89.40	89.70
	605	53.05	48.65	48.28	52.64	
	606	35.81	32.64	48.82	53.63	
7	638	67.26	63.36	63.01	66.81	
	639	35.58	35.42	59.34	63.00	51.74
	603	26.28	31.82	35.24	26.90	
	604	62.94	59.14	40.90	37.57	
	636	34.15	21.25	11.34	22.96	
	637	84.31	81.14	84.91	54.89	44.73

Continuare Tabelul Nr. 2									
Număr suprafața	Număr elem. limit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media			
8	957	39.15	25.37	32.11	34.41				
	958	10.20	13.40	17.46	14.03				
	990	21.02	16.87	24.58	23.07				
	991	18.81	12.81	12.50	17.04	20.80			
9	955	27.27	26.38	17.30	19.93				
	956	29.05	26.78	30.69	30.94				
	988	19.09	21.38	15.24	14.99				
	989	18.53	19.43	20.91	19.60	22.47			
10	919	68.70	99.19	93.25	63.51				
	920	94.42	96.88	102.00	94.51				
	932	62.30	81.38	68.55	53.39				
	933	94.95	149.70	125.30	84.82	89.87			
11	789	74.37	90.05	90.02	74.35				
	790	90.22	95.65	99.71	90.25				
	802	74.14	90.15	90.15	74.14				
	803	89.87	100.30	100.30	89.87				
12	815	74.35	90.04	90.06	74.37				
	816	90.26	99.74	99.72	90.24	88.61			
	672	74.18	59.17	51.73	63.88				
	673	163.80	93.59	87.38	138.00				
13	685	60.20	92.61	100.40	66.73	90.55			
	686	99.87	103.90	98.70	94.73				
	616	54.04	49.09	32.63	35.87				
	617	53.07	48.67	48.99	53.43				
14	649	63.66	60.49	35.34	35.34				
	650	67.32	63.46	63.95	67.94	52.00			
	618	37.85	41.19	50.61	63.46				
	619	27.01	35.38	11.95	26.41				
	651	55.22	85.41	81.65	64.89				
	652	22.99	11.30	21.27	34.27	44.98			

TENSIUNILE DIN STALPUL " SPDFCJ "							Tabelul Nr. 3	
INCARCAREA 3 [N / mm ²]								
Număr suprafața	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media		
	942	19 20	23 26	18 25	14 45			
	943	44 24	40 39	32 60	50 89			
	975	22 48	16 22	16 82	24 83			
	976	28 75	30 06	21 34	26 98	26 94		
2	944	38 17	36 68	33 25	36 69			
	945	24 47	20 58	33 28	32 43			
	977	23 67	24 63	23 48	22 89			
	978	18 27	17 37	25 04	22 82	27 11		
3	908	113 90	109 60	116 80	121 20			
	909	116 40	77 24	71 09	109 10			
	921	184 90	114 40	103 80	154 60			
	922	96 14	67 82	59 70	81 41	106 14		
4	778	97 90	88 43	88 72	98 19			
	779	88 30	72 62	72 87	88 56			
	791	100 10	89 59	89 86	100 30			
	792	89 82	73 59	73 84	90 08			
	804	101 10	91 31	91 56	101 30			
	805	91 12	74 97	75 27	91 42	88 37		
5	661	75 22	129 10	109 30	88 85			
	662	51 99	61 51	52 90	45 00			
	674	85 62	82 78	79 46	82 26			
	675	77 08	52 27	57 71	83 31	74 65		
6	605	44 13	40 49	38 62	42 34			
	606	31 47	28 54	41 03	44 87			
	638	55 50	51 57	49 55	53 01			
	639	31 98	31 02	50 10	53 11	42 97		
7	603	19 40	23 12	25 60	19 89			
	604	49 98	46 84	31 03	28 82			
	636	24 88	14 40	6 72	15 96			
	637	65 82	62 08	62 93	41 35	33 66		

Continuare Tabelul Nr. 3									
Număr suprafața	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media			
8	957	51 09	32 93	40 58	44 43				
	958	14 48	18 30	23 34	19 25				
	990	27 09	21 43	30 24	28 90				
	991	24 92	16 87	16 27	22 57	27 04			
9	955	32 75	33 64	20 64	24 59				
	958	38 90	33 44	37 03	38 45				
	988	22 97	25 24	17 44	18 35				
	989	23 00	23 61	24 79	23 80	27 29			
10	919	78 20	117 60	110 20	72 01				
	920	110 80	115 00	122 20	117 80				
	932	69 21	96 90	82 00	60 73				
	933	115 20	186 00	155 70	104 40	107 13			
11	789	73 91	89 55	89 81	74 16				
	790	89 69	99 15	99 43	89 97				
	802	74 88	91 06	91 31	75 13				
	803	90 82	101 30	101 50	91 09				
	815	76 27	92 32	92 62	76 56				
	816	92 52	102 20	102 50	92 75	89 60			
12	672	61 94	53 88	46 70	53 65				
	673	128 30	74 81	67 99	109 40				
	685	53 40	77 90	84 00	58 78				
	686	83 31	86 62	83 69	80 42	75 30			
13	616	46 59	42 22	29 26	32 93				
	617	43 41	40 53	41 80	45 81				
	649	54 81	51 12	30 95	32 57				
	650	53 40	49 00	51 82	56 82	43 88			
14	618	27 95	29 43	46 99	50 53				
	619	17 52	22 56	20 53	17 91				
	651	38 83	58 40	59 95	65 15				
	652	12 59	4 30	11 41	21 64	31 60			

TENSIUNILE DIN STĂLPUȚI „ SPIDESI ” INCARCAREA I [N / mm ²]										
Număr suprafața	Număr elem.finit	Tabloul Nr. 4								Media
		Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	Nodul n	Nodul o	Nodul p	
1	942	22.40	25.35	20.80	17.82					
	943	45.54	39.54	33.92	53.41					
	977	24.30	16.87	17.69	26.71					
	978	27.86	28.08	21.08	27.72					28.06
2	944	37.13	33.36	31.81	36.64					
	945	24.55	19.82	29.47	29.60					
	979	21.96	21.48	21.32	21.88					
	980	18.17	14.86	21.84	20.95					25.30
3	906	100.30	95.38	103.30	108.30					
	909	103.30	64.84	59.47	96.30					
	921	174.90	104.80	97.64	145.80					
	922	85.60	54.88	51.33	72.85					94.94
4	778	64.31	58.08	58.62	64.87					
	779	58.26	48.01	48.54	58.82					
	791	67.84	60.74	61.29	68.41					
	792	61.19	50.25	50.75	61.70					
	804	70.59	63.81	64.33	71.13					
	805	63.92	52.73	53.29	64.50					60.25
5	661	27.13	41.53	36.34	23.79					
	662	28.36	26.16	22.96	24.96					
	674	33.91	33.79	34.06	34.17					
	675	33.02	27.19	29.15	35.10					30.73
6	605	17.81	16.75	13.66	14.65					
	606	15.59	14.62	17.46	18.48					
	638	21.97	19.92	15.54	17.21					
	639	17.77	16.20	20.82	22.68					17.57
7	603	4.08	4.16	4.36	3.68					
	604	16.32	15.30	7.88	7.84					
	636	4.57	2.32	2.81	1.42					
	637	19.61	17.42	12.94	9.76					8.41

Număr suprafața	Număr elem.finit	Tabloul Nr. 4								Media
		Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	Nodul n	Nodul o	Nodul p	
	957	53.49	33.97	39.63	45.62					
	958	17.83	20.62	24.38	22.41					
	992	27.76	21.11	23.16	27.92					
	993	26.74	17.71	16.88	24.33					28.10
9	955	29.76	29.66	19.87	24.66					
	956	36.75	31.90	33.55	37.26					
	999	21.03	21.03	14.97	18.07					
	991	21.91	21.38	21.55	22.00					25.39
10	919	65.28	103.90	96.94	59.88					
	920	96.06	101.00	108.90	103.90					
	932	55.66	86.00	73.15	51.81					
	933	105.20	175.50	146.30	97.95					95.47
11	789	48.91	59.26	59.80	49.44					
	790	59.10	65.39	95.93	59.63					
	802	51.15	62.11	62.62	51.84					
	803	51.70	68.80	69.34	62.23					
	815	53.64	64.77	65.35	54.19					
	816	64.69	71.43	71.95	65.19					61.18
12	672	27.07	31.05	22.63	25.07					
	673	38.78	26.12	24.14	36.25					
	685	28.92	33.88	35.58	30.54					
	686	33.69	34.92	35.94	34.70					31.59
13	616	22.31	20.90	18.39	19.80					
	617	17.42	16.42	20.67	21.63					
	649	26.39	22.79	18.06	21.40					
	650	18.91	15.46	21.96	25.57					20.53
14	618	8.99	8.04	17.21	18.37					
	619	6.34	1.94	5.95	6.27					
	651	7.53	7.06	18.19	19.61					
	652	5.73	9.66	3.10	4.98					9.76

TENSIUNILE DIN STĂLPUL " SPDFSI "						
INCARCAREA 2 [N / mm ²]						
Tabelul Nr. 5						
Număr suprafața	Număr elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
1	942	16 26	19 11	15 00	12 34	
	943	36 38	32 93	26 92	47 05	
	977	18 60	13 26	13 64	20 47	
	978	23 49	24 66	17 35	22 25	22 17
2	944	31 59	30 36	27 13	30 21	
	945	21 01	17 80	27 90	27 22	
	979	19 48	20 43	19 22	18 69	
	980	15 43	14 98	21 00	18 98	22 59
3	908	96 02	93 59	99 05	101 50	
	909	98 65	67 31	62 02	92 54	
	921	151 30	95 14	35 63	125 30	
	922	80 76	60 07	51 92	67 87	89 35
4	776	98 64	89 11	88 13	98 66	
	779	88 93	73 14	73 12	88 90	
	791	99 23	88 84	88 84	99 23	
	792	89 01	72 91	72 91	89 01	
	804	98 65	89 13	89 11	98 63	
	805	88 90	73 11	73 13	88 92	87 47
5	661	92 97	162 70	137 10	86 79	
	662	57 86	73 64	53 46	50 71	
	674	103 10	98 94	93 74	97 86	
	675	91 67	59 34	65 81	90 40	39 65
6	605	53 05	48 65	48 28	52 84	
	606	35 81	32 64	48 82	53 63	
	638	67 26	63 36	63 01	66 81	
	639	35 58	35 42	58 84	63 00	51 74
7	603	26 28	31 81	35 74	26 90	
	604	62 93	59 14	40 90	37 57	
	636	34 15	21 25	11 24	22 95	
	637	84 31	81 13	84 91	54 89	44 73

Continuare Tabelul Nr. 5						
Număr suprafața	Număr elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
8	937	42 27	27 07	33 13	36 58	
	938	12 39	15 07	19 20	16 34	
	992	22 48	17 45	24 85	23 65	
	993	20 57	13 70	13 33	18 69	22 29
9	955	27 55	28 27	17 88	21 16	
	956	30 43	27 22	30 72	31 88	
	990	19 14	21 20	15 10	15 55	
	991	18 82	19 37	20 60	19 62	22 79
10	919	68 41	90 81	93 65	63 07	
	920	94 76	97 05	102 50	100 20	
	932	61 52	61 57	68 50	53 00	
	933	95 95	152 40	127 20	86 30	90 37
11	789	74 37	90 04	90 02	74 35	
	790	90 22	99 69	99 71	90 24	
	802	74 14	90 14	90 14	74 14	
	803	89 97	100 30	100 30	89 97	
	815	74 35	90 03	90 05	74 38	
	816	90 25	99 72	99 70	90 23	88 60
12	672	74 18	59 16	51 73	63 87	
	673	163 80	93 59	87 38	138 00	
	685	60 20	92 60	100 40	66 73	
	686	99 67	103 90	98 70	94 73	90 55
13	616	54 04	49 06	32 63	35 87	
	617	53 07	48 67	48 99	53 43	
	649	63 65	60 49	35 34	35 39	
	650	67 31	63 46	63 95	67 94	52 08
14	618	37 85	41 19	59 61	63 46	
	619	27 01	35 38	31 95	26 41	
	651	55 22	55 41	81 65	84 88	
	652	22 99	11 30	21 27	34 27	44 99

TENSIUNILE DIN STĂLPUL " SPDFSI "							Tabelul Nr. 6	
INCARCAREA 3 [N / mm ²]								
Număr suprafață	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media		
1	942	22.04	25.41	20.30	17.14			
	943	47.00	41.70	34.90	54.73			
	977	24.53	17.24	17.92	26.99			
	978	29.55	30.45	22.08	28.68	28.78		
2	944	39.52	36.85	33.97	38.44			
	945	26.13	21.53	33.26	32.90			
	979	23.88	24.31	23.44	23.36			
	980	19.19	17.29	24.87	23.04	27.62		
3	908	114.10	110.10	117.60	121.80			
	909	117.20	76.98	70.69	109.70			
	921	188.30	115.70	105.80	157.10			
	922	96.45	67.03	59.61	81.45	106.85		
4	778	97.90	88.43	88.72	98.20			
	779	88.30	72.62	72.87	88.56			
	791	100.10	89.59	89.86	100.30			
	792	89.82	73.60	73.85	90.08			
	804	101.10	91.31	91.56	101.30			
	805	91.12	74.98	75.28	91.43	88.37		
5	661	75.21	129.10	109.30	68.85			
	662	51.99	61.50	52.97	14.90			
	674	85.62	82.77	79.45	82.26			
	675	77.07	52.26	57.71	83.31	74.65		
6	605	44.13	40.49	38.82	42.34			
	606	31.47	28.54	41.03	44.87			
	638	55.50	51.56	49.55	53.01			
	639	31.98	31.02	50.09	53.11	42.97		
7	603	19.40	23.12	25.60	19.69			
	604	49.98	46.84	31.03	28.82			
	636	24.89	14.40	8.72	15.96			
	637	65.81	62.07	62.93	41.35	33.66		

Continuare Tabelul Nr. 6									
Număr suprafață	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media			
8	957	54.92	35.03	41.88	47.17				
	958	17.17	20.36	25.49	22.09				
	992	28.79	22.16	30.61	29.69				
	993	27.07	17.97	17.29	24.61	28.89			
9	955	33.20	33.61	21.61	26.26				
	986	38.64	24.15	37.18	40.79				
	990	23.19	25.07	17.37	19.29				
	991	23.45	23.57	24.45	23.99	27.80			
10	919	77.92	113.20	113.70	71.58				
	920	111.20	115.20	122.80	118.70				
	932	66.39	97.19	82.07	60.59				
	933	116.50	189.30	157.90	106.30	107.79			
11	789	73.90	89.55	89.81	74.15				
	790	89.69	99.14	99.43	89.97				
	802	74.88	91.05	91.90	75.13				
	803	90.82	101.30	101.50	91.08				
	815	76.27	92.31	92.61	76.56				
	816	92.50	102.20	102.40	92.74	89.60			
12	672	61.94	53.87	46.69	53.64				
	673	128.30	74.81	67.99	109.40				
	685	53.39	77.89	84.00	58.77				
	686	53.31	66.62	33.69	80.41	75.30			
13	616	46.58	42.21	29.26	32.92				
	617	43.41	30.52	41.80	45.81				
	649	54.81	51.12	30.94	32.57				
	650	53.39	49.00	51.82	56.82	43.87			
14	618	27.95	29.43	46.99	50.53				
	619	17.52	22.56	20.53	17.91				
	651	38.83	58.40	59.95	65.14				
	652	12.50	4.30	11.41	21.64	31.60			

Tabelul Nr. 7							
TENSIUNILE DIN STĂLPUL "SPDGGCI"							
INCARCAREA 1 [N/mm ²]							
Număr suprafața	Număr elem. limit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Medin	
1	143	28 78	19 17	37 35	31 00	29 08	
2	144	13 18	20 00	19 37	16 86	17 36	
3	135	100 30	119 30	67 66	62 12	87 35	
4	120	67 51	66 04	50 30	51 97	59 06	
5	105	37 31	32 43	26 14	30 29	31 54	
6	96	15 28	13 79	12 49	13 94	13 88	
7	95	15 64	13 38	8 38	6 21	10 90	
8	149	19 24	28 91	31 19	37 60	29 24	
9	148	20 06	13 07	16 94	19 43	17 38	
10	139	119 60	100 50	62 75	68 56	87 85	
11	124	66 91	68 77	52 93	51 26	59 97	
12	109	33 84	37 31	31 99	28 82	32 99	
13	100	17 87	13 63	15 60	19 92	16 73	
14	101	6 85	5 98	16 28	17 48	11 65	

Tabelul Nr. 8							
TENSIUNILE DIN STĂLPUL "SPDGGCI"							
INCARCAREA 2 [N/mm ²]							
Număr suprafața	Număr elem. limit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Medin	
1	143	25 08	15 25	29 13	24 76	23 56	
2	144	13 61	18 11	16 56	14 23	15 68	
3	135	93 79	111 80	71 70	62 24	84 88	
4	120	97 51	97 87	74 49	74 52	86 20	
5	105	114 40	97 62	60 77	69 01	85 45	
6	96	32 20	29 66	44 46	48 84	38 79	
7	95	63 73	57 50	57 90	34 90	53 51	
8	149	15 40	25 32	25 05	29 51	23 82	
9	148	18 28	13 72	14 31	16 70	15 75	
10	139	112 70	94 42	63 49	73 38	86 00	
11	124	98 67	90 91	75 82	75 78	87 35	
12	109	07 80	115 00	70 63	61 95	86 37	
13	100	49 10	44 63	29 04	31 43	38 55	
14	101	35 23	58 59	57 98	64 27	54 02	

Tabelul Nr. 10

TENSIUNILE DIN STĂLPILE "SPDGSI"

INCARCAREA 1 [N/mm²]

Număr suprafața	Număr elem. fmit.	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
1	143	29.16	19.99	40.19	32.91	30.56
2	144	43.31	23.03	20.09	18.14	17.86
3	135	100.60	120.70	67.65	62.65	87.78
4	120	67.94	66.05	50.29	51.98	59.07
5	105	37.31	32.43	26.14	30.29	31.54
6	96	15.23	13.79	12.49	13.94	13.88
7	95	15.64	13.98	8.38	6.21	10.90
8	149	20.06	29.29	33.11	40.44	30.72
9	146	20.05	13.24	18.25	20.07	17.90
10	139	120.50	100.80	63.25	68.55	88.28
11	124	65.91	68.79	57.94	51.25	59.97
12	109	33.84	37.31	31.09	28.82	32.96
13	100	17.87	13.53	15.60	19.92	16.73
14	101	6.85	5.98	16.28	17.48	11.65

Tabelul Nr. 9

TENSIUNILE DIN STĂLPILE "SPDGSI"

INCARCAREA 5 [N/mm²]

Număr suprafața	Număr elem. fmit.	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
1	143	31.08	19.72	38.09	31.96	30.21
2	144	15.63	22.04	20.69	17.71	19.02
3	135	112.60	134.10	81.37	72.12	100.05
4	120	89.17	98.21	74.73	75.59	86.93
5	105	84.58	80.90	52.51	60.60	72.15
6	96	28.82	26.08	35.76	39.43	32.52
7	95	50.16	44.33	42.66	26.26	40.85
8	149	19.66	31.51	32.25	38.46	30.47
9	143	22.18	15.51	17.81	20.82	19.08
10	139	134.90	113.10	73.26	82.94	101.05
11	124	66.31	100.30	76.94	76.07	88.16
12	109	31.47	94.81	62.32	53.86	73.12
13	100	40.92	35.96	25.72	29.70	33.08
14	101	24.64	39.00	43.17	50.48	39.32

Tabelul Nr. 11							
TENSIUNILE DIN STĂLPUL "SPDGS1"							
INCARCAREA 2 [N/mm ²]							
Număr suprafața	Număr elem. limit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	
1	143	25 37	15 89	31 49	26 20	24 74	
2	144	13 85	18 05	16 95	14 93	15 91	
3	135	94 02	112 60	71 60	62 34	85 14	
4	120	97 93	97 87	74 49	74 53	86 21	
5	105	114 40	97 62	60 77	69 01	85 45	
6	96	32 20	29 66	44 46	48 64	35 72	
7	95	63 73	57 50	57 90	34 90	53 51	
8	149	16 04	25 60	26 50	31 88	25 01	
9	148	18 20	13 60	15 07	17 10	15 98	
10	139	113 50	94 62	63 56	73 28	86 24	
11	124	98 67	98 92	75 83	75 78	87 35	
12	109	97 89	115 00	70 63	61 95	86 37	
13	100	49 10	44 63	29 04	31 43	38 55	
14	101	35 21	54 50	57 94	64 27	54 02	

Tabelul Nr. 12							
TENSIUNILE DIN STĂLPUL "SPDGS1"							
INCARCAREA 3 [N/mm ²]							
Număr suprafața	Număr elem. limit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	
1	143	31 46	20 56	41 08	33 88	31 75	
2	144	15 56	22 00	21 27	18 83	19 42	
3	135	112 90	135 10	81 90	72 44	100 44	
4	120	99 20	98 21	74 72	75 60	86 92	
5	105	94 58	80 90	52 51	60 60	72 15	
6	96	28 62	26 08	35 76	39 43	32 52	
7	95	50 16	44 33	42 66	26 26	40 85	
8	149	20 70	31 67	34 18	41 47	32 01	
9	148	22 13	15 49	18 99	21 40	19 50	
10	139	135 80	113 40	73 54	82 86	101 40	
11	124	99 31	100 30	76 91	76 07	88 16	
12	109	81 47	64 64	62 31	53 86	73 11	
13	100	40 92	35 98	25 72	29 70	33 08	
14	101	24 64	39 14	43 17	50 48	39 32	

Tabelul Nr 13									
TENSIUNILE DIN STĂLPUL " SDFCI "									
INCARCAREA I [N/mm ²]									
Număr suprafața	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	Nodul n	Nodul o	Media
	1687	23.02	35.59	53.61	39.05				
	1688	125.20	109.80	102.60	72.93				
	1689	78.95	74.36	70.90	68.01				
	1838	78.68	96.80	98.52	77.14				75.32
	1689	69.05	59.33	51.48	72.53				
	1693	15.91	31.48	48.82	51.18				
	1830	63.70	74.17	67.62	58.66				
	1611	65.53	59.45	59.68	66.58				59.07
	1635	92.83	91.69	102.80	103.90				
	1630	113.70	81.50	74.20	98.72				
	1657	190.50	98.11	103.50	158.20				
	1661	76.44	69.06	72.64	76.90				100.29
	1415	63.05	56.96	57.49	63.59				
	1419	60.82	51.50	52.05	61.40				
	1437	66.60	59.60	60.15	67.17				
	1441	63.49	53.58	54.09	64.02				
	1459	69.40	62.73	63.23	69.93				
	1463	66.05	55.74	56.34	66.68				61.07
	1217	33.64	25.39	29.31	38.80				
	1221	30.96	28.30	30.08	33.15				
	1239	34.56	33.45	32.09	34.10				
	1243	36.50	30.75	32.80	38.88				32.3
	1043	15.83	17.77	19.68	17.60				
	1015	25.00	26.21	27.92	25.76				
	1185	16.07	13.38	16.02	18.98				
	1189	13.01	12.98	13.55	13.53				
	1041	5.26	5.17	5.15	5.79				
	1042	10.31	18.73	18.09	10.85				
	1184	4.20	2.90	1.09	1.93				
	1184	17.49	15.21	10.76	7.55				9.75

Tabelul Nr 13									
Continuare									
Număr suprafața	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	Nodul n	Nodul o	Media
	1711	112.76	122.13	75.29	103.16				
	1712	65.81	75.35	12.00	56.61				
	1857	52.72	52.72	52.72	52.72				56.67
	1859	31.95	80.30	68.18	70.62				76.86
	1706	34.04	1.54	52.23	49.15				
	1710	60.61	0.25	3.06	51.69				
	1852	60.08	66.36	67.27	60.04				
	1854	71.71	63.19	58.73	67.92				59.78
	1652	82.40	111.19	99.76	75.23				
	1656	92.27	92.27	101.30	103.60				
	1674	70.00	1.55	28.35	74.11				
	1678	90.23	192.70	159.80	105.40				101.41
	1432	51.27	61.19	61.76	52.31				
	1436	57.52	63.64	64.17	58.03				
	1454	53.83	63.81	64.34	54.33				
	1458	60.09	67.98	67.63	60.62				
	1476	56.00	66.32	66.91	56.59				
	1480	63.14	69.28	70.29	63.63				61.45
	1231	32.04	34.56	35.99	33.28				
	1238	26.50	32.85	35.72	28.97				
	1256	33.47	38.40	39.72	34.63				
	1260	32.86	35.64	35.88	33.97				
	1056	28.51	26.59	27.86	30.84				
	1058	19.69	16.14	19.02	22.63				
	1202	14.62	17.63	15.77	21.89				
	1266	17.30	13.12	18.02	21.92				21.40
	1059	19.40	16.38	10.86	19.95				
	1060	10.12	6.35	5.71	9.15				
	1207	6.46	5.44	16.11	17.88				
	1208	7.50	10.73	9.33	5.59				19.61

TENSIUNILE DIN STAIPIII "SSDICE"							Tabelul Nr. 14	
Număr suprafața	Număr elem. finit	INCARCAREA 2 [N / mm ²]					Media	
		Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m		
1	1687	17.73	33.26	30.68	27.79			
	1688	37.08	37.07	86.73	57.62			
	1637	60.64	26.25	20.60	53.28			
	1834	63.28	62.62	83.99	62.57		59.63	
2	1689	56.96	50.11	48.47	64.57			
	1693	36.49	27.77	47.63	46.64			
	1839	56.71	65.83	61.21	54.69			
	1841	65.09	61.10	61.77	66.00		54.82	
3	1635	90.93	88.82	97.08	99.21			
	1639	100.20	69.54	59.97	85.85			
	1657	165.50	88.81	88.09	138.30			
	1661	66.33	56.53	59.06	64.27		88.78	
4	1415	97.27	87.88	87.86	97.25			
	1419	88.19	72.59	72.59	88.18			
	1437	97.65	87.39	87.35	97.61			
	1441	87.95	72.27	72.32	88.00			
	1459	96.91	87.56	87.52	96.86			
	1483	87.88	72.19	72.26	87.74		86.85	
5	1217	133.30	85.16	92.07	159.20			
	1221	68.87	60.10	62.06	73.50			
	1239	103.30	100.10	92.96	96.19			
	1243	90.03	62.50	72.30	103.10		90.92	
6	1043	65.31	56.22	57.81	67.23			
	1045	62.21	62.69	61.42	60.94			
	1165	49.29	55.81	62.74	53.20			
	1189	26.18	31.66	48.24	52.16		54.57	
7	1041	45.00	51.56	51.74	51.56			
	1042	61.08	84.97	84.84	61.15			
	1183	34.10	17.80	8.46	22.47			
	1184	80.44	76.80	81.64	49.22		53.93	

Număr suprafața	Număr elem. finit	Continuare Tabelul Nr. 14						
		Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	Nodul n	Media
	1711	91.18	101.90	60.34	66.49			
	1712	26.71	15.85	30.81	43.63			
	1655	62.83	63.64	62.60	14.26			
	1856	59.00	62.45	53.50	56.53			61.48
8	1706	29.12	40.37	47.67	47.64			
	1710	51.56	60.41	65.17	48.48			
	1852	61.78	66.09	66.94	62.32			
	1854	66.61	58.95	54.65	61.55			55.58
10	1652	70.59	101.60	86.99	61.02			
	1656	89.63	91.15	99.81	96.26			
	1674	59.40	67.29	65.60	60.50			
	1678	90.24	168.40	140.40	90.29			90.07
11	1432	73.27	88.73	88.71	73.26			
	1436	88.43	97.78	97.75	88.41			
	1454	72.93	88.49	88.53	72.97			
	1458	87.94	98.14	98.10	87.90			
	1476	72.87	88.20	88.25	72.92			
	1480	88.09	97.37	97.32	88.03			86.85
12	1234	60.47	69.33	73.99	62.42			
	1238	85.68	133.90	159.90	92.88			
	1256	62.95	90.53	103.70	72.85			
	1260	100.60	103.90	96.77	93.49			91.45
13	1056	62.45	62.59	61.29	61.15			
	1058	56.67	65.67	67.36	56.25			
	1202	31.90	26.79	52.38	48.40			
	1206	62.99	56.03	49.46	53.25			51.61
14	1059	85.38	61.38	61.47	85.27			
	1060	51.80	45.11	51.67	51.57			
	1207	49.28	61.85	77.01	60.96			
	1208	22.49	8.41	17.80	24.19			54.11

Tabelul Nr. 15						
TENSIUNILE DIN STALPUL "SSDFCI"						
INCARCAREA 3 IN / mm ²						
Număr suprafața	Număr elem.fini	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Medie
	1667	0.31	0.48	0.34	0.58	
	1668	1.37	0.55	0.24	0.98	
	1837	80.02	76.05	73.29	69.51	
	1838	81.48	103.40	105.20	80.26	42.16
2	1689	73.77	62.88	57.87	79.24	
	1693	48.19	33.44	55.70	56.28	
	1839	70.97	80.97	74.53	65.63	
	1841	75.78	70.01	70.70	77.00	65.81
3	1635	107.00	105.00	116.10	118.10	
	1639	122.90	85.99	75.80	105.70	
	1657	205.50	108.10	110.30	171.20	
	1661	81.28	72.25	74.47	80.14	108.74
4	1415	96.35	87.05	87.30	96.61	
	1419	87.97	72.69	72.99	88.28	
	1437	98.38	88.04	86.29	98.64	
	1441	89.23	73.60	73.91	89.54	
	1459	99.29	89.72	89.94	99.52	
	1463	90.40	74.72	75.08	90.77	87.43
5	1217	105.40	68.10	75.52	125.40	
	1221	57.31	49.52	52.18	61.91	
	1239	86.10	83.36	78.41	81.11	
	1243	74.42	51.82	60.20	84.80	74.72
6	1043	51.37	48.16	47.96	53.40	
	1045	53.30	54.33	53.70	52.67	
	1155	40.00	43.67	49.69	44.61	
	1169	22.74	25.88	40.94	44.92	45.33
7	1041	32.58	38.21	37.96	37.23	
	1042	45.80	65.77	65.74	45.80	
	1183	24.60	11.62	4.93	15.38	
	1154	52.12	57.80	59.39	36.42	40.08

Tabelul Nr. 15						
Continuare						
Număr suprafața	Număr elem.fini	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Medie
8	1711	11.00	132.50	77.80	111.00	
	1712	22.00	22.00	33.00	44.00	
	1855	103.60	81.00	90.28	105.50	
	1856	25.77	81.77	69.76	73.00	79.34
9	1706	35.22	50.30	57.53	55.90	
	1710	64.59	75.35	79.92	59.00	
	1852	70.77	76.89	77.98	71.16	
	1854	81.76	71.17	65.65	74.92	66.70
10	1652	87.18	124.50	107.00	77.08	
	1656	105.80	107.20	118.70	117.30	
	1674	73.37	82.54	81.83	76.25	
	1678	109.70	208.50	173.50	112.70	110.20
11	1432	73.35	88.59	88.88	73.64	
	1436	87.70	95.99	97.24	87.83	
	1454	74.22	89.81	90.11	74.53	
	1458	88.65	98.95	99.20	88.89	
	1476	75.35	90.93	91.29	75.71	
	1480	90.28	99.79	100.00	90.49	88.02
12	1234	49.85	57.89	62.53	52.79	
	1238	67.54	104.90	124.20	75.42	
	1256	52.90	74.83	84.84	60.64	
	1260	83.40	87.04	82.38	78.90	74.97
13	1056	54.85	53.92	53.26	54.19	
	1058	46.95	51.53	53.82	49.07	
	1202	24.99	23.29	45.08	41.23	
	1206	49.83	43.08	39.77	45.48	45.72
14	1059	55.47	44.77	44.81	65.51	
	1060	37.61	30.82	34.57	36.61	
	1207	33.64	54.75	55.26	61.07	
	1208	12.00	4.52	9.04	21.40	38.24

Tabelul Nr. 16
TENSIUNILE DIN STĂLPUL " SPDIGS "

INCARCAREA I [N / mm²]

Număr suprafațe	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
1	942	0.73	0.72	0.25	0.97	
	943	3.37	3.12	1.52	1.38	
	975	0.59	0.59	0.57	0.58	
	976	3.31	3.59	1.64	1.76	1.54
2	944	7.75	7.84	3.41	3.37	
	945	8.12	9.05	8.78	7.87	
	977	5.32	5.58	3.43	3.24	
	978	6.52	6.65	6.01	5.89	5.17
3	908	28.52	32.14	30.70	27.14	
	909	33.61	34.80	34.06	32.88	
	921	21.60	23.94	20.48	18.38	
	922	27.88	37.12	31.76	23.79	28.68
4	778	87.54	79.16	78.39	86.73	
	779	79.55	65.79	64.96	78.68	
	791	83.36	74.67	73.85	82.52	
	792	75.35	62.03	61.28	74.59	
	804	78.18	70.61	69.80	77.35	
	805	71.06	58.68	57.89	70.24	73.43
5	661	136.10	244.80	204.30	133.20	
	662	70.43	102.40	88.73	66.16	
	674	141.90	135.10	124.50	131.10	
	675	125.00	75.77	83.96	136.30	124.98
6	605	72.13	67.26	71.00	76.48	
	606	43.91	47.82	65.84	71.89	
	633	94.44	92.94	97.17	100.40	
	639	44.56	47.10	81.55	84.16	72.10
7	603	46.53	57.58	63.58	48.54	
	604	94.52	89.99	68.47	61.54	
	636	61.33	42.79	27.52	44.53	
	637	131.10	132.70	146.10	92.24	75.57

Tabelul Nr. 16
Continuare

Număr suprafațe	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
	897	3.61	3.23	5.60	6.00	
	926	4.52	3.94	2.66	4.23	
	999	3.48	4.71	7.17	5.91	
	991	3.77	4.40	4.54	3.91	4.54
9	955	9.24	11.50	11.28	9.07	
	956	4.48	5.51	10.82	9.81	
	988	8.50	9.53	10.16	9.13	
	989	5.78	6.93	9.34	8.24	8.70
10	919	36.52	35.54	34.93	35.93	
	920	34.08	31.42	29.72	32.33	
	932	39.54	29.81	26.00	34.78	
	933	25.32	23.08	20.79	22.92	30.80
11	789	66.89	80.54	79.68	66.07	
	790	80.17	88.46	87.69	79.42	
	802	63.13	76.43	75.68	62.40	
	803	75.78	84.44	83.62	74.99	
	815	59.81	72.24	71.43	59.02	
	816	71.83	79.42	78.61	71.04	74.53
12	672	102.60	71.35	66.73	88.93	
	673	245.60	136.50	133.50	205.00	
	685	76.18	125.70	136.90	84.40	
	636	135.70	142.60	131.80	125.20	125.54
13	616	72.16	66.01	42.70	43.74	
	617	76.74	71.23	67.41	72.33	
	649	84.62	62.02	46.99	44.39	
	650	100.70	97.44	93.30	94.90	72.29
14	618	61.66	68.57	90.27	94.86	
	619	48.55	63.59	57.58	46.56	
	661	92.39	146.30	133.00	131.50	
	652	44.46	27.39	42.70	61.32	75.67

TENSIUNILE DIN STALPUL " SPDFCS "										
INCARCAREA 2 [N · mm ²]										
Număr suprafața	Număr elem. limit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media				Media
1	942	17,60	20,51	16,63	13,86	22,51				
	943	36,44	32,64	27,30	42,32					
	975	19,11	12,94	13,67	21,21					
	976	23,05	23,78	16,83	22,22					
2	944	31,50	30,21	26,88	30,05					
	945	21,05	18,04	27,84	27,24					
	977	19,47	20,08	18,78	18,64					
	978	15,91	15,28	20,93	19,25					
3	908	95,57	93,39	98,80	101,00					
	909	98,38	67,51	62,26	92,33					
	921	150,10	94,79	85,19	125,20					
	922	80,62	60,49	52,14	67,70					
4	778	98,64	89,11	89,13	98,66					
	779	83,93	73,14	73,11	88,90					
	791	99,23	88,84	88,84	99,23					
	792	89,01	72,91	72,91	89,01					
5	804	98,65	89,12	89,11	98,63					
	805	88,90	73,10	73,13	88,92					
	661	92,73	162,40	137,00	86,40					
	662	57,92	73,59	63,53	50,75					
6	674	103,20	98,82	93,72	98,03					
	675	61,63	59,35	65,79	99,31					
	505	53,48	48,97	48,47	52,94					
	606	36,02	32,62	49,00	53,95					
7	538	67,50	63,26	62,63	66,95					
	639	35,61	35,26	59,94	63,29					
	603	26,12	31,09	34,14	26,44					
	604	63,30	59,39	40,66	37,99					
	636	32,52	19,60	9,67	21,11					
	637	84,16	80,24	83,30	54,03					
										43,97

Continuare Tabelul Nr. 17										
Număr suprafața	Număr elem. limit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media				Media
8	957	42,59	32,43	32,83	36,61	22,61				
	958	12,69	16,99	20,57	17,63					
	990	32,33	45,97	23,87	23,21					
	991	21,44	13,42	12,99	19,17					
9	955	21,57	28,22	18,11	21,18					
	956	30,26	22,67	30,57	31,78					
	988	19,42	21,14	15,49	16,61					
	989	18,75	18,93	20,25	19,62					
10	919	68,62	99,54	93,45	63,31					
	920	94,57	96,62	102,00	99,93					
	932	61,96	81,45	68,35	53,25					
	933	95,62	151,20	126,10	35,00					
11	789	74,37	90,05	90,02	74,35					
	790	90,23	99,69	99,72	90,25					
	802	74,14	90,15	90,15	74,14					
	803	89,97	100,30	100,30	89,97					
12	815	74,35	90,04	90,06	74,37					
	816	90,26	99,73	99,71	90,24					
	672	74,13	59,24	51,79	63,94					
	673	163,50	93,36	86,99	138,00					
13	685	60,22	92,56	100,30	66,72					
	686	99,76	104,00	98,87	94,71					
	616	54,36	49,27	32,61	36,09					
	617	51,52	48,85	49,32	53,87					
14	649	63,95	60,60	35,18	35,41	52,23				
	650	67,45	63,29	63,86	68,19					
	618	67,39	49,66	49,87	63,83					
	619	26,57	34,30	34,14	26,27					
	651	34,53	33,82	60,67	84,74					
	652	21,16	9,65	10,63	22,65					
										44,24

TENSIUNILE DIN STĂLPUL "SPIDEC"							Tabelul Nr. 18		
INCARCAREA 3 [N/mm ²]									
Număr suprafața	Număr elem. finit	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	Nodul n	Media		
1	942	11,56	13,83	11,10	8,96				
	943	24,81	22,68	18,57	28,54				
	975	12,87	3,80	9,30	14,30				
	976	16,27	16,98	11,71	15,95				
2	944	22,64	22,45	19,01	20,91				
	945	15,70	14,15	21,25	20,54				
	977	14,39	15,15	13,63	13,34				
	978	11,98	12,22	15,90	14,48				16,73
3	908	73,02	72,77	75,90	76,14				
	909	75,73	55,37	51,43	71,39				
	921	106,90	70,33	61,92	89,09				
	922	61,71	51,41	43,23	51,47				67,82
4	773	94,93	85,78	85,54	94,67				
	779	85,67	70,53	70,23	85,36				
	781	93,93	84,10	83,83	93,64				
	782	84,31	69,10	65,85	84,06				
	804	91,82	82,94	82,65	91,52				
	805	82,80	68,11	67,36	82,53				82,70
5	627	107,19	109,60	159,40	101,70				
	628	61,60	92,94	71,61	55,05				
	674	116,10	110,90	103,90	109,00				
	675	102,60	54,37	71,49	111,50				101,19
6	676	59,57	54,62	55,64	60,71				
	678	38,39	35,53	54,42	59,81				
	679	76,27	72,88	74,18	78,00				
	680	37,65	38,72	57,63	70,06				58,36
7	503	32,82	39,79	43,91	27,14				
	604	73,61	59,45	42,24	15,24				
	676	42,08	27,24	15,49	28,91				
	637	99,72	97,56	104,20	66,72				54,41

Continuare Tabelul Nr. 18									
Număr suprafața	Număr elem. finit	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	Nodul n	Media		
8	952	27,48	17,37	22,63	24,15				
	958	7,72	9,60	12,59	10,42				
	990	14,64	11,30	17,40	16,14				
	991	13,17	8,33	8,15	11,81				14,59
9	955	20,39	21,89	13,96	15,34				
	956	20,56	19,07	22,96	22,63				
	988	14,60	16,70	12,75	11,78				
	989	13,26	14,18	15,89	14,52				16,94
10	919	56,63	77,09	72,76	52,70				
	920	74,21	74,69	77,68	77,19				
	932	53,10	62,76	52,45	44,59				
	933	71,16	107,90	90,21	62,46				69,22
11	789	71,72	39,75	36,45	71,42				
	790	86,86	95,94	95,69	86,63				
	802	70,31	65,44	66,19	70,06				
	803	65,23	80,00	84,73	84,86				
	815	69,33	83,96	82,70	69,08				
	816	84,10	92,95	92,66	83,82				
12	672	83,28	62,79	55,92	71,95				
	673	100,80	107,00	102,20	160,20				
	685	65,08	103,40	112,30	72,25				
	686	111,70	116,80	109,80	104,80				101,94
13	616	60,18	54,66	35,48	38,38				
	617	61,03	56,13	55,11	59,99				
	649	70,68	67,63	38,65	37,78				
	650	78,46	74,56	73,40	75,89				58,69
14	618	35,77	50,67	68,67	74,83				
	619	33,84	44,07	39,69	32,93				
	651	66,99	104,60	88,01	100,20				
	652	28,92	15,43	27,23	42,17				54,63

Număr suprafață	Număr elem. finit	Continuare Tabelul Nr. 19					Media
		Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	
8	958	4 22	3 79	3 53	3 94		
	959	3 76	4 08	4 13	3 82		
	960	3 36	4 67	6 92	5 57		
	993	3 67	4 41	4 52	3 77	4 28	
9	955	6 71	10 93	10 68	8 66		
	956	4 16	5 15	10 26	9 28		
	990	8 05	9 16	9 84	8 73		
	991	4 1	6 08	8 99	7 78	8 24	
10	919	35 53	34 32	33 75	34 95		
	920	32 81	30 08	28 40	31 08		
	932	58 48	28 78	25 10	33 80		
	933	24 20	21 58	19 47	21 91	29 84	
11	789	65 78	73 19	78 32	64 96		
	790	78 81	86 96	86 18	78 06		
	802	62 02	75 09	74 33	61 30		
	803	74 43	82 93	82 11	73 63		
	815	56 71	70 90	76 09	57 93		
	816	70 47	77 92	77 11	69 69	73 21	
12	672	404 64	70 47	65 94	87 96		
	673	243 10	135 00	132 20	202 90		
	695	35 28	124 30	135 40	83 40		
	686	154 20	141 00	130 30	123 70	124 17	
13	616	71 33	65 26	42 23	43 20		
	617	75 92	70 48	66 67	71 50		
	649	83 65	81 10	46 48	43 89		
14	650	99 68	96 48	92 33	93 86	71 50	
	618	61 09	67 96	89 36	43 89		
	619	48 15	63 07	57 11	46 16		
	651	91 56	145 00	131 20	130 20		
	652	44 19	27 38	41 41	60 83	74 84	

Tabelul Nr. 19							
Număr suprafață	Număr elem. finit	TENSIUNILE DIN STĂLPUIL "SPIDRESS"					Media
		Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	
1	942	0 54	0 69	0 22	0 74		
	943	2 43	2 77	1 45	1 29		
	977	0 60	0 59	0 59	0 63		
	978	2 99	3 28	1 55	1 70	1 41	
2	944	7 25	7 29	3 09	3 07		
	945	7 80	8 68	8 25	7 41		
	979	4 90	5 19	3 14	2 93		
	980	6 16	6 31	5 61	5 47	5 78	
3	908	27 10	30 79	29 33	25 71		
	909	32 31	33 76	33 06	31 63		
	920	32 81	30 09	28 40	31 06		
	921	19 88	22 72	19 39	16 87	27 81	
4	778	86 02	77 80	77 02	85 22		
	779	78 20	94 68	83 84	77 33		
	781	81 84	73 30	72 48	80 89		
	792	73 99	60 91	50 17	73 23		
	804	76 67	69 24	68 43	75 83		
	805	69 71	57 57	56 78	58 88	72 09	
5	661	134 70	242 30	202 20	131 90		
	662	69 58	101 30	87 79	65 44		
	674	140 30	133 60	123 00	129 60		
	675	123 60	74 89	82 97	134 80	123 62	
6	605	71 33	66 52	70 27	75 68		
	606	43 38	42 35	65 10	71 07		
	628	93 42	91 99	96 22	99 36		
	639	44 05	46 59	80 64	83 21	71 32	
7	607	46 14	57 11	63 06	48 15		
	608	93 57	80 10	67 85	60 97		
	616	60 84	42 40	27 38	44 21		
	627	129 00	131 50	144 80	91 43	74 91	

Tabelul Nr. 20									
TENSIUNILE DIN STALPUL "SPIRSS"									
INCARCAREA 2 [N/mm ²]									
Nr. suprafața	Nr. elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Mediu			
1	942	20 394	27 622	18 622	16 531				
	943	39 248	34 174	34 352	46 077				
	973	21 311	14 273	15 022	23 449				
	978	24 131	24 377	17 866	24 112	24 484			
2	944	32 877	30 577	27 777	31 683				
	945	22 386	18 722	27 788	27 679				
	979	19 883	19 888	18 885	19 271				
	980	16 550	15 008	20 688	19 300	23 077			
3	908	95 597	93 922	99 722	101 700				
	909	99 233	67 388	61 977	92 994				
	921	153 300	96 166	87 155	127 500				
	922	81 055	59 855	82 011	67 688	89 882			
4	778	98 633	89 111	89 122	98 655				
	779	88 922	73 144	73 111	88 900				
	791	99 233	98 844	89 844	99 233				
	792	89 011	72 911	72 922	89 011				
	804	98 666	89 133	89 122	98 644				
	805	88 800	73 122	73 155	88 933	87 477			
5	661	92 688	162 300	137 000	86 388				
	662	57 866	73 522	63 477	50 711				
	674	103 100	98 766	93 888	97 988				
	675	91 577	59 311	65 755	99 222	80 588			
6	645	53 466	48 944	48 444	52 911				
	698	35 999	32 599	48 966	53 911				
	646	67 466	63 233	62 800	66 911				
	630	35 577	35 233	59 899	63 233	51 855			
	603	26 111	31 011	34 155	26 444				
	614	63 266	59 377	40 677	37 688				
	636	32 544	19 622	9 688	21 133				
	637	84 100	80 322	83 311	54 033	43 988			

Tabelul Nr. 20									
Continuare									
Nr. suprafața	Nr. elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Mediu			
8	957	46 244	29 711	34 344	39 433				
	958	16 544	13 711	22 088	20 399				
	992	24 244	17 977	24 544	24 266				
	993	23 566	15 077	14 288	21 377	24 588			
9	955	27 933	28 133	18 811	22 577				
	956	32 033	27 555	30 911	33 155				
	990	19 555	20 888	15 200	16 700				
	991	19 377	18 999	20 055	19 988	23 266			
10	919	68 477	100 400	94 044	63 000				
	920	95 088	96 922	102 700	100 800				
	932	61 311	81 855	68 500	53 066				
	933	96 955	154 300	128 300	87 777	90 844			
11	789	74 377	90 033	90 011	74 355				
	790	90 211	99 688	99 700	90 244				
	802	74 355	90 144	90 144	74 155				
	803	86 977	100 300	100 300	89 977				
	815	74 355	90 033	90 066	74 399				
	816	90 266	99 722	99 700	90 244	88 600			
12	672	74 077	59 188	51 755	63 899				
	673	153 400	93 522	86 988	137 900				
	685	60 199	92 544	100 200	66 688				
	686	99 700	103 900	98 800	94 655	90 444			
13	616	54 322	49 233	32 588	36 066				
	617	53 244	48 633	49 299	53 344				
	649	63 900	60 555	35 155	33 377				
	650	67 422	63 266	63 833	68 155	52 200			
14	618	37 988	40 877	59 844	63 799				
	619	26 577	34 311	31 155	26 266				
	651	54 388	63 833	60 633	64 988				
	652	21 188	9 622	19 666	21 622	44 244			

Tabelul Nr. 21						
TENSIUNILE DIN STAȚIUNILE "SPDFSS"						
ENCARCAREA 3 [N - mm ²]						
Număr suprafața	Număr elem. limit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
1	942	13 15	15 23	12 45	10 79	
	603	16 63	23 59	20 19	31 04	
	977	14 36	9 67	10 20	15 85	
	979	15 89	17 27	12 41	16 61	15 87
	947	22 22	22 19	19 51	22 02	
	949	16 39	14 34	21 09	20 61	
	979	14 46	14 88	13 56	13 63	
	980	12 21	11 94	15 59	14 39	16 50
3	908	72 75	72 66	76 04	76 12	
	907	75 79	54 84	50 80	71 31	
	971	104 40	70 77	92 74	90 06	
	922	61 53	50 52	42 57	51 18	68 01
4	778	94 42	85 32	85 08	94 16	
	779	85 21	70 15	80 95	84 06	
	791	93 42	83 65	83 37	93 14	
	792	32 96	59 74	53 43	62 60	
	804	91 31	82 48	82 20	91 02	
	806	82 34	67 74	67 43	82 06	82 23
5	661	106 60	188 90	158 60	101 30	
	662	61 28	82 53	71 25	54 77	
	674	115 50	110 30	103 40	108 50	
	675	102 10	64 05	71 13	110 90	100 69
6	605	59 28	54 55	55 57	60 42	
	606	38 19	35 34	54 14	59 52	
	638	75 90	72 54	73 85	77 64	
	639	37 75	38 52	66 60	69 73	58 10
7	603	32 69	39 64	43 74	33 61	
	604	73 27	69 14	48 64	45 55	
	636	41 93	27 16	15 46	28 82	
	637	99 26	97 15	103 80	66 44	54 12

Continuare Tabelul Nr. 21						
Număr suprafața	Număr elem. limit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
	957	20 69	19 29	23 49	25 93	
	958	9 64	11 21	14 02	12 35	
	992	15 78	11 92	17 72	16 66	
	993	14 74	9 25	9 00	13 31	15 89
9	955	20 74	21 54	14 04	15 88	
	956	21 86	19 50	23 91	23 24	
	990	14 44	16 44	12 40	11 87	
	991	13 48	14 02	15 96	14 45	17 02
10	919	56 11	77 18	72 70	52 06	
	920	74 12	74 44	77 68	77 35	
	932	52 21	62 59	52 14	43 87	
	933	71 61	109 50	91 20	63 26	69 22
11	789	71 35	86 29	85 99	71 06	
	790	86 40	95 43	95 18	86 17	
	802	69 94	84 98	84 73	69 70	
	803	84 77	94 49	94 22	84 51	
	815	68 97	83 51	83 25	68 72	
	816	83 65	92 44	92 16	83 37	83 39
12	672	82 96	62 45	55 64	71 58	
	673	189 90	107 10	101 80	159 50	
	685	64 74	102 90	111 80	71 88	
	686	111 20	116 20	109 30	104 30	101 45
14	616	59 68	54 38	35 30	38 17	
	617	60 79	55 91	54 84	59 59	
	648	70 32	67 28	38 45	37 58	
	650	78 09	74 24	73 05	76 51	58 40
14	618	45 58	49 87	69 54	73 73	
	619	33 89	43 65	39 74	32 79	
	651	65 12	104 20	97 59	69 77	
	652	38 84	15 40	27 15	42 02	54 41

Tabelul Nr. 22							
TENSIUNILE DIN STĂLPUL "SPDGCS"							
INCARCAREA I [N/mm ²]							
Număr supralăța	Număr elem. fimit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	
1	143	2.90	1.04	1.15	2.76	1.96	
2	144	6.05	2.72	2.68	6.60	4.66	
3	135	25.84	30.56	35.65	30.23	30.57	
4	120	79.04	81.77	62.57	60.13	70.88	
5	105	157.50	133.50	79.94	85.45	114.10	
6	96	37.84	38.30	64.11	68.78	52.26	
7	95	95.84	92.13	99.80	58.74	86.63	
8	149	4.77	6.84	6.29	4.19	5.51	
9	148	6.85	10.76	8.48	4.41	7.62	
10	139	32.34	28.29	33.26	37.82	32.93	
11	124	82.73	80.03	61.30	63.72	71.95	
12	109	133.40	157.50	86.57	80.67	114.54	
13	100	68.80	64.16	37.76	36.97	51.92	
14	101	58.94	100.40	92.50	96.17	87.00	

Tabelul Nr. 23							
TENSIUNILE DIN STĂLPUL "SPDGCS"							
INCARCAREA 2 [N/mm ²]							
Număr supralăța	Număr elem. fimit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	
1	143	24.86	15.99	32.42	26.67	24.99	
2	144	13.74	17.78	17.05	15.19	15.94	
3	135	93.71	112.40	71.78	62.42	85.07	
4	120	97.93	97.87	74.48	74.54	86.21	
5	105	114.30	97.73	60.72	66.98	85.43	
6	96	32.52	29.62	44.48	49.22	38.96	
7	95	63.91	57.04	56.41	34.60	52.98	
8	149	16.09	25.08	26.89	32.70	25.19	
9	148	17.92	13.69	15.29	17.18	16.02	
10	139	113.20	94.31	63.84	73.44	86.15	
11	124	96.86	96.93	75.83	75.77	87.35	
12	109	98.00	114.90	70.50	61.91	86.35	
13	100	49.47	44.66	28.98	31.72	38.71	
14	101	34.96	57.14	57.54	64.46	53.53	

Tabelul Nr. 24							
TENSIUNILE DIN STĂLPUL " SPIDGCS "							
INCARCAREA 3 [N / mm ²]							
Număr suprafața elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media		
1	143	17.48	10.98	21.93	18.19	17.15	
2	144	11.11	12.73	12.09	11.18	11.78	
3	135	70.10	84.27	58.73	49.85	65.74	
4	120	91.55	92.42	70.41	69.62	81.00	
5	105	128.60	109.50	66.57	74.17	94.71	
6	96	33.87	32.07	50.96	55.64	43.14	
7	95	74.45	68.47	70.83	42.57	64.08	
8	149	10.17	17.96	17.40	20.68	16.55	
9	148	13.41	11.56	10.82	11.90	11.92	
10	139	85.31	71.15	51.19	60.48	67.03	
11	124	93.41	92.55	70.89	71.66	82.13	
12	109	109.70	129.00	75.62	67.60	95.48	
13	100	55.82	51.10	31.47	33.04	42.66	
14	101	42.88	71.50	68.93	74.93	54.56	

Tabelul Nr. 25							
TENSIUNILE DIN STĂLPUL " SPIDGCS "							
INCARCAREA 1 [N / mm ²]							
Număr suprafața elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media		
1	143	3.02	1.17	1.44	2.72	2.09	
2	144	6.59	2.76	2.84	9.40	4.69	
3	135	25.93	30.75	35.54	30.04	30.57	
4	120	79.03	81.76	62.56	60.13	70.81	
5	105	157.50	133.50	79.94	85.45	114.10	
6	96	37.83	38.30	64.11	68.77	52.25	
7	95	95.84	92.13	99.80	58.74	86.63	
8	149	4.69	6.77	6.20	4.14	5.45	
9	148	6.74	10.62	8.34	4.29	7.50	
10	139	32.33	28.23	33.19	37.80	32.86	
11	124	82.74	80.04	61.30	63.72	71.91	
12	109	133.40	157.50	86.56	80.66	114.53	
13	100	68.79	64.15	37.76	36.97	51.92	
14	101	58.93	100.40	92.50	96.16	87.00	

Tabelul Nr. 26											
TENSIUNILE DIN STĂLPUL " SPDGSS "											
INCARCAREA 2 [N / mm ²]											
Număr suprafața elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	Număr elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
1	25 22	16 42	33 56	27 53	25 68	143	17 76	11 31	22 80	18 82	17 67
2	13 64	17 81	17 31	15 60	16 09	144	11 02	12 78	12 27	11 37	11 86
3	93 99	113 00	71 67	62 50	85 29	135	70 33	84 74	58 63	49 82	65 86
4	97 94	97 86	74 48	74 54	86 21	120	91 55	92 42	70 40	69 63	81 00
5	114 30	97 71	60 71	68 95	85 42	105	128 60	109 50	66 56	74 16	94 71
6	32 52	29 62	44 47	49 21	38 96	96	33 87	32 06	50 95	55 64	43 13
7	63 90	57 03	56 41	34 60	52 99	95	74 45	68 46	70 83	42 57	64 08
8	16 53	25 43	27 77	33 86	25 90	149	10 59	18 19	17 97	21 50	17 05
9	17 95	13 61	15 74	17 45	16 19	148	13 39	11 43	10 97	12 02	11 95
10	113 80	94 57	63 71	73 35	86 36	139	85 68	71 29	51 13	60 39	67 12
11	98 86	98 93	75 83	75 77	87 35	124	93 41	92 56	70 89	71 66	82 13
12	97 99	114 90	70 58	61 90	86 34	109	109 60	129 00	75 61	67 59	95 45
13	49 46	44 65	28 97	31 71	36 70	100	55 81	51 09	31 46	33 03	42 85
14	34 96	57 14	57 53	64 45	53 52	101	42 87	71 50	68 93	74 92	64 58

Tabelul Nr. 27											
TENSIUNILE DIN STĂLPUL " SPDGSS "											
INCARCAREA 3 [N / mm ²]											
Număr suprafața elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	Număr elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
1	17 76	11 31	22 80	18 82	17 67	143	17 76	11 31	22 80	18 82	17 67
2	11 02	12 78	12 27	11 37	11 86	144	11 02	12 78	12 27	11 37	11 86
3	70 33	84 74	58 63	49 82	65 86	135	70 33	84 74	58 63	49 82	65 86
4	91 55	92 42	70 40	69 63	81 00	120	91 55	92 42	70 40	69 63	81 00
5	128 60	109 50	66 56	74 16	94 71	105	128 60	109 50	66 56	74 16	94 71
6	33 87	32 06	50 95	55 64	43 13	96	33 87	32 06	50 95	55 64	43 13
7	74 45	68 46	70 83	42 57	64 08	95	74 45	68 46	70 83	42 57	64 08
8	10 59	18 19	17 97	21 50	17 05	149	10 59	18 19	17 97	21 50	17 05
9	13 39	11 43	10 97	12 02	11 95	148	13 39	11 43	10 97	12 02	11 95
10	85 68	71 29	51 13	60 39	67 12	139	85 68	71 29	51 13	60 39	67 12
11	93 41	92 56	70 89	71 66	82 13	124	93 41	92 56	70 89	71 66	82 13
12	109 60	129 00	75 61	67 59	95 45	109	109 60	129 00	75 61	67 59	95 45
13	55 81	51 09	31 46	33 03	42 85	100	55 81	51 09	31 46	33 03	42 85
14	42 87	71 50	68 93	74 92	64 58	101	42 87	71 50	68 93	74 92	64 58

Tabelul Nr. 28									
TENSIUNILE DIN STALPULE "SSDFCS"									
INCARCAREA I [N/mm ²]									
Număr suprafață	Număr elem finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media			
1	1629	5,66	4,89	2,07	1,87				
	1630	4,26	10,84	11,53	4,44				
	1779	1,88	4,87	3,39	1,64				
	1780	4,96	13,44	10,88	3,39	5,62			
2	1631	9,31	10,46	13,68	12,48				
	1635	17,17	19,00	21,30	18,75				
	1781	11,48	11,93	14,89	14,44				
	1782	32,38	26,11	26,07	32,18	18,23			
3	1577	28,53	28,09	27,49	27,93				
	1581	40,98	38,65	37,60	39,80				
	1599	24,35	22,71	19,75	21,28				
	1603	36,94	35,92	34,39	35,20	31,22			
4	1357	80,86	80,34	79,47	87,97				
	1361	86,39	73,25	72,34	85,42				
	1379	83,98	75,23	74,29	83,01				
	1383	81,75	69,41	68,68	80,97				
	1401	78,10	70,59	69,70	77,18				
	1405	77,22	65,91	65,07	76,32	77,14			
5	1159	207,10	134,90	136,70	250,70				
	1163	109,80	100,50	98,90	113,20				
	1181	144,60	142,80	128,90	130,70				
	1185	138,60	102,70	114,10	158,30	138,28			
6	989	101,40	82,24	81,98	101,20				
	991	84,86	81,83	79,38	82,15				
	1127	77,51	89,55	95,25	74,75				
	1131	43,57	54,72	70,54	71,87	79,54			
7	987	81,33	87,17	91,61	97,43				
	988	105,00	137,40	136,40	105,80				
	1125	70,00	44,17	28,34	51,84				
	1126	131,70	136,10	153,90	91,58	96,86			

Tabelul Nr. 28									
Continuare									
Număr suprafață	Număr elem finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media			
8	1654	13,70	13,18	10,83	13,25				
	1654	14,53	15,03	11,01	11,10				
	1797	18,09	11,91	7,88	14,46				
	1798	12,55	11,24	7,65	9,35	12,64			
9	1646	24,13	20,03	21,97	26,56				
	1652	14,11	11,12	15,89	18,75				
	1794	36,31	32,36	30,75	34,34				
	1796	12,24	12,16	19,54	19,59	21,87			
10	1594	41,04	42,77	42,56	40,94				
	1596	28,52	31,32	29,88	27,14				
	1616	40,33	41,16	40,21	39,43				
	1620	23,24	22,20	22,35	23,39	33,54			
11	1374	73,53	86,72	85,75	72,62				
	1378	61,01	69,52	85,64	80,17				
	1395	69,64	82,12	81,35	98,90				
	1400	75,98	84,75	83,80	75,07				
	1418	66,12	77,63	76,72	65,28				
	1422	71,43	76,99	78,09	79,55	77,98			
12	1176	100,90	110,40	113,90	99,26				
	1180	135,60	208,10	251,30	137,60				
	1196	103,10	139,20	159,00	114,60				
	1202	143,40	145,50	131,40	129,50	133,95			
13	1002	61,42	85,49	82,80	79,07				
	1004	82,87	101,90	101,60	82,57				
	1144	54,62	43,63	72,18	70,76				
	1148	95,73	89,91	77,75	75,93	79,88			
14	1005	107,30	105,10	105,90	128,90				
	1006	87,19	81,18	97,31	91,58				
	1149	91,67	154,10	136,30	112,15				
	1150	51,76	29,04	44,01	70,07	93,93			

TENSIUNILE DIN STĂLPUL "SSDFCS"						
INCARCAREA 2 [N/mm ²]						
Tabelul Nr. 29						
Număr suprafața	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
1	1629	18 46	28 78	44 73	32 86	
	1630	103 40	91 71	88 46	59 51	
	1779	62 11	59 10	55 76	52 19	
	1780	62 05	81 37	81 90	60 51	61 43
2	1631	59 54	50 50	47 55	65 60	
	1635	40 39	30 78	47 04	46 40	
	1781	54 94	66 73	64 38	53 89	
	1782	75 45	66 91	66 57	72 75	56 96
3	1577	90 81	89 92	98 66	99 56	
	1581	102 10	70 38	60 71	87 44	
	1599	164 80	89 89	88 82	135 00	89 40
	1603	68 19	58 41	59 94	65 76	
4	1357	98 29	88 79	88 76	98 26	
	1361	89 46	73 65	73 61	89 41	
	1379	88 60	86 24	88 19	98 55	
	1383	89 17	73 28	73 29	89 18	
	1401	97 77	86 33	86 27	97 71	
	1405	88 82	73 15	73 10	88 84	87 28
5	1159	135 30	86 63	93 88	161 80	
	1163	70 32	61 21	62 34	75 18	
	1181	104 90	101 90	94 60	97 53	
	1185	91 74	63 64	73 77	105 20	92 56
6	989	66 05	57 69	58 66	67 34	
	991	62 20	62 22	60 37	60 46	
	1127	50 54	56 42	62 99	54 33	
	1131	26 42	32 00	49 56	53 41	55 05
7	987	46 09	51 82	52 37	53 89	
	988	63 02	87 07	86 44	63 03	
	1125	35 90	18 61	9 09	24 03	
	1126	81 64	78 25	83 76	50 83	55 36

Continuare Tabelul Nr. 29						
Număr suprafața	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
	1653	91 75	103 40	59 48	88 60	
	1654	28 73	18 37	32 86	44 78	
	1797	81 59	62 15	60 59	82 09	
	1798	59 16	62 12	52 21	55 82	61 48
9	1648	31 23	40 43	46 60	47 32	
	1652	50 57	59 68	65 80	47 74	
	1794	63 90	65 17	64 40	63 00	
	1796	67 00	55 34	54 25	64 64	55 44
10	1594	70 90	102 60	87 96	61 14	
	1598	90 45	91 45	100 20	99 18	
	1616	58 87	58 67	66 10	60 24	
	1620	90 36	165 30	135 50	89 07	89 67
11	1374	74 36	90 05	90 00	74 31	
	1378	89 40	98 87	98 84	89 37	
	1396	73 96	89 77	89 77	73 96	
	1400	88 85	99 17	99 12	88 80	
	1418	73 85	89 40	89 42	73 86	
	1422	95 93	98 33	98 27	88 87	87 92
12	1176	61 65	70 87	75 76	63 76	
	1180	87 23	136 00	162 60	94 59	
	1198	64 16	92 32	105 80	74 37	
	1202	102 90	105 60	98 20	95 19	93 16
13	1007	62 04	62 78	60 97	60 23	
	1004	58 23	66 47	67 76	59 21	
	1144	32 23	27 03	53 73	49 75	
	1148	63 31	56 67	50 76	54 58	55 36
14	1005	87 53	63 31	63 33	86 94	
	1006	52 67	46 18	53 97	52 59	
	1149	50 87	83 92	78 47	81 91	
	1150	24 01	8 97	18 54	35 96	55 54

Tabelul Nr. 30									
TENSIUNILE DIN STĂLPILE ȘI SSDFCS									
INCARCAREA 3 [N/mm ²]									
Număr suprafața	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	Nodul n	Nodul o	Medie
1	1624	1667	1778	2000	2131				
	1630	6935	6269	6227	4045				
	1770	4110	3957	3757	3480				
	1760	4196	5749	5730	4106				4158
2	1631	4224	3567	3551	4753				
	1635	2000	2430	3668	3512				
	1761	4032	4837	4744	4008				
	1783	5161	5207	5128	5083				4751
3	1577	5090	6916	7476	7551				
	1581	7583	5273	4464	6497				
	1599	11750	6639	6312	9646				
	1603	5135	4380	4366	4843				6614
4	1357	9513	8595	8564	9481				
	1361	8716	7201	7165	8679				
	1379	9370	9387	8363	9335				
	1383	8532	7036	7010	8505				
	1401	9118	8239	8205	9084				
	1495	8247	6898	6369	8316				8313
5	1159	14910	10230	10800	19140				
	1163	8200	7279	7370	3656				
	1181	11810	11550	10600	10860				
	1185	10620	7505	8589	12200				10708
6	989	7781	6576	6616	7849				
	991	6945	6836	6606	6712				
	1127	5915	6735	7363	6084				
	1131	3108	3090	5605	5999				6283
7	987	5776	6350	6533	6834				
	988	7695	10370	10300	7717				
	1125	4723	2702	1526	3330				
	1126	9818	9726	10710	6434				6906

Tabelul Nr. 30									
Continuare									
Număr suprafața	Număr elem.finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	Nodul n	Nodul o	Medie
	1663	5997	6522	3788	6130				
	1674	1480	786	1807	757				
	1707	5784	4131	4052	5783				
	1709	2854	3892	3346	3726				3841
9	1688	2444	2874	3486	3742				
	1692	3477	4158	4784	3606				
	1794	5233	5182	5121	5171				
	1798	4859	4101	4093	4800				4108
10	1594	5309	7599	6541	4501				
	1588	6965	7125	7658	7496				
	1610	4441	5187	4849	4345				
	1620	6631	11680	9622	6220				6638
11	1374	7266	8774	8737	7230				
	1378	8658	9573	9541	8628				
	1396	7090	8593	8566	7072				
	1400	8453	9434	9399	8420				
	1418	6963	8409	8378	6933				
	1422	8306	9186	9152	8273				8377
12	1159	15910	10230	10800	19140				
	1163	3203	7279	7370	3656				
	1181	11810	11550	10600	10860				
	1185	10620	7505	8589	12200				10708
13	989	7781	6576	6616	7849				
	991	6945	6836	6606	6712				
	1127	5915	6735	7363	6084				
	1131	3108	3090	5605	5999				6283
14	987	5776	6350	6533	6834				
	988	7695	10370	10300	7717				
	1125	4723	2702	1526	3330				
	1126	9818	9726	10710	6434				6906

ANEXA Nr. 3

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI
LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT
CA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ**

VARIANTELE DE DISCRETIZARE MEDIE ȘI FINĂ

(“ PVSSDM ” “ PVSSDF ”)

TENSUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURA SPATIALA DISCRETIZARE MEDIE - PVSSDM [N/mm ²] (SARCINA VERTICALA)									
Punctul caracteristic	Numărul elem finit	Nodul			Nodul			Media	
		i	j	k	l	m	n		
PANOU Nr. I									
CSS k	3958	30.98	30.98	30.98	30.98	30.98	30.98	30.98	30.98
CSS k	4133	16.17	15.56	17.15	17.82	17.82	17.82	22.81	22.81
CSM k	4140	1.90	1.61	1.53	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
CSM k	4141	1.57	1.84	1.80	1.54	1.54	1.54	1.70	1.70
CSD k	4144	11.23	14.85	18.91	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94
CSD k	4145	40.15	34.81	30.56	24.08	24.08	24.08	23.69	23.69
CSES k	5954	8.37	8.17	8.70	8.98	8.98	8.98	8.16	8.16
CSES k	5955	7.76	7.69	7.76	7.84	7.84	7.84	8.16	8.16
CIS k	385	3.05	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	9.66	9.66
CIS k	402	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	7.42	7.42
CIM k	390	2.52	3.09	3.71	3.08	3.08	3.08	3.10	3.10
CID k	392	5.12	5.83	17.67	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07
CID k	393	7.48	7.51	18.01	22.49	22.49	22.49	12.67	12.67
CIEJ k	296	3.65	3.63	3.78	3.85	3.85	3.85	3.73	3.73
SSS k	3948	45.30	31.92	32.52	41.50	41.50	41.50	37.81	37.81
SSJ k	690	26.90	22.62	21.80	28.63	28.63	28.63	24.99	24.99
SDS k	3949	33.40	24.80	24.78	30.22	30.22	30.22	28.25	28.25
SDJ k	691	24.61	22.95	19.19	26.55	26.55	26.55	23.33	23.33
PANOU Nr. II									
CSS k	4116	48.84	41.30	30.35	27.25	27.25	27.25	27.25	27.25
CSS k	4117	22.43	19.30	20.95	24.17	24.17	24.17	29.32	29.32
CSM k	4118	14.02	13.48	13.44	13.97	13.97	13.97	13.97	13.97
CSM k	4119	6.93	6.23	5.30	5.95	5.95	5.95	9.91	9.91
CSD k	4120	4.85	3.54	7.05	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09
CSD k	4121	25.10	25.19	28.99	16.37	16.37	16.37	14.27	14.27
CSES k	5938	14.96	14.15	19.73	20.70	20.70	20.70	20.70	20.70
CSES k	5939	12.40	11.64	15.86	16.83	16.83	16.83	15.78	15.78
CIS k	2862	31.87	18.15	20.73	27.24	27.24	27.24	27.24	27.24
CIS k	2863	11.87	10.36	12.74	14.37	14.37	14.37	18.42	18.42
CIM k	2864	3.87	3.80	4.34	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41
CIM k	2865	6.55	6.54	6.00	5.98	5.98	5.98	5.19	5.19
CID k	2866	19.84	15.94	12.41	15.97	15.97	15.97	15.97	15.97
CID k	2867	31.44	37.21	44.04	25.14	25.14	25.14	25.25	25.25
CIEJ k	240	6.69	6.33	5.54	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87
CIEJ k	241	5.26	5.12	4.86	4.99	4.99	4.99	5.58	5.58
SSS k	3937	21.84	29.42	27.50	24.33	24.33	24.33	25.77	25.77
SSJ k	2974	16.01	18.35	19.80	13.82	13.82	13.82	17.00	17.00
SDS k	3938	36.07	26.35	24.86	32.91	32.91	32.91	30.05	30.05
SDJ k	2975	32.70	26.58	26.09	35.94	35.94	35.94	30.33	30.33

TENSUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURA SPATIALA DISCRETIZARE MEDIE - PVSSDM [N/mm ²] (SARCINA VERTICALA)									
Punctul caracteristic	Numărul elem finit	Nodul			Nodul			Media	
		i	j	k	l	m	n		
PANOU Nr. III									
CSS k	4087	48.23	41.68	40.93	25.61	25.61	25.61	25.61	25.61
CSS k	4088	14.07	9.60	15.09	20.42	20.42	20.42	26.95	26.95
CSM k	4093	2.09	2.37	1.86	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
CSM k	4094	3.75	3.93	3.40	3.25	3.25	3.25	2.79	2.79
CSD k	4099	9.46	10.24	9.75	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98
CSD k	4100	16.88	13.95	8.11	9.31	9.31	9.31	10.83	10.83
CSES k	5919	10.81	11.05	14.24	13.98	13.98	13.98	13.98	13.98
CSES k	5920	11.49	11.67	15.67	15.48	15.48	15.48	13.05	13.05
CIS k	2837	65.11	52.99	103.40	80.38	80.38	80.38	80.38	80.38
CIS k	2838	16.70	40.75	30.36	17.31	17.31	17.31	50.88	50.88
CIM k	2841	73.02	77.86	78.51	73.68	73.68	73.68	73.68	73.68
CIM k	2842	68.97	73.20	73.72	69.48	69.48	69.48	73.56	73.56
CID k	2845	18.14	26.15	30.35	21.55	21.55	21.55	21.55	21.55
CID k	2846	41.47	30.32	17.53	23.60	23.60	23.60	26.14	26.14
CIEJ k	223	142.60	98.56	71.02	97.11	97.11	97.11	97.11	97.11
CIEJ k	224	64.99	64.99	55.56	55.56	55.56	55.56	81.30	81.30
SSS k	3922	39.15	54.74	50.17	37.97	37.97	37.97	45.51	45.51
SSJ k	2959	97.99	125.30	134.70	104.10	104.10	104.10	115.52	115.52
SDS k	3923	6.77	5.74	7.35	7.29	7.29	7.29	6.78	6.78
SDJ k	2960	47.56	37.61	39.11	49.48	49.48	49.48	43.44	43.44
PANOU Nr. IV									
CSS k	4057	135.40	114.60	101.40	73.61	73.61	73.61	73.61	73.61
CSS k	4058	47.69	36.44	47.91	60.26	60.26	60.26	77.16	77.16
CSM k	4063	4.83	5.77	5.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
CSM k	4064	13.49	14.91	14.70	13.23	13.23	13.23	9.69	9.69
CSD k	4069	62.41	72.95	84.20	72.94	72.94	72.94	72.94	72.94
CSD k	4070	170.10	147.30	120.30	100.80	100.80	100.80	103.88	103.88
CSES k	5895	23.39	23.05	23.12	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47
CSES k	5896	22.87	22.78	23.08	22.87	22.87	22.87	23.08	23.08
CIS k	2811	137.40	77.31	102.50	116.80	116.80	116.80	116.80	116.80
CIS k	2812	56.47	40.56	51.37	68.67	68.67	68.67	81.39	81.39
CIM k	2815	4.62	4.59	5.38	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55
CIM k	2816	3.01	2.17	1.58	1.98	1.98	1.98	3.61	3.61
CID k	2819	74.48	58.01	46.88	62.13	62.13	62.13	62.13	62.13
CID k	2820	104.90	127.00	150.70	89.07	89.07	89.07	89.15	89.15
CIEJ k	203	12.88	14.77	11.67	11.53	11.53	11.53	11.53	11.53
CIEJ k	204	9.20	8.56	8.65	6.79	6.79	6.79	10.51	10.51
SSS k	3906	93.54	126.60	114.70	91.69	91.69	91.69	106.63	106.63
SSJ k	2943	92.67	114.70	126.30	93.83	93.83	93.83	106.88	106.88
SDS k	3907	113.60	82.71	86.42	103.80	103.80	103.80	96.63	96.63
SDJ k	2944	107.50	89.17	87.50	118.20	118.20	118.20	100.59	100.59

Continuare Tabelul Nr.1.									
TENSIUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ DISCRETIZARE MEDIE -PVSSDM [N/mm ²] (SARCINA VERTICALĂ)									
Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul		Nodul		Nodul		Media	Nr.1.
		i	j	k	l	m	n		
PANOUL Nr. V									
CSS k	4027	90.01	76.72	71.27	48.22				
CSS k	4028	29.35	21.26	28.03	36.91				50.22
CSM k	4033	7.76	8.48	9.01	8.22				
CSM k	4034	13.72	14.75	15.16	14.08				11.40
CSD k	4039	46.71	55.99	69.62	59.40				
CSD k	4040	140.90	123.40	107.10	85.41				86.07
CSES k	5871	28.59	27.87	31.86	32.62				
CSES k	5872	26.29	25.50	26.85	27.65				28.40
CIS k	2785	109.90	62.05	77.99	92.72				
CIS k	2786	48.01	37.03	45.26	57.06				66.25
CIM k	2789	10.44	10.81	11.46	11.11				
CIM k	2790	5.94	7.05	7.58	6.39				8.85
CID k	2793	54.11	33.97	23.70	41.57				
CID k	2794	102.20	107.50	122.50	73.92				69.93
CIEJ k	183	24.40	26.79	21.92	19.77				
CIEJ k	184	24.03	20.72	17.28	20.32				21.90
SSS k	3890	66.14	90.13	81.68	64.34				75.57
SSJ k	2927	68.49	83.52	91.89	67.94				77.96
SDS k	3891	108.50	79.32	79.18	98.18				91.30
SDJ k	2928	116.80	93.19	96.94	128.60				108.88
PANOUL Nr. VI									
CSS k	3997	41.08	36.93	40.84	22.33				
CSS k	3998	8.59	4.39	6.27	11.66				21.51
CSM k	4003	15.12	15.61	16.26	15.75				
CSM k	4004	19.09	19.81	20.39	19.63				17.71
CSD k	4009	41.52	48.09	58.67	51.49				
CSD k	4010	110.00	95.68	79.23	67.63				69.04
CSES k	5847	35.37	34.89	39.76	40.25				
CSES k	5848	33.73	33.10	36.09	36.73				36.24
CIS k	2759	70.60	39.67	47.52	59.27				
CIS k	2760	32.22	26.72	31.68	37.55				43.15
CIM k	2763	9.22	9.80	10.24	9.66				
CIM k	2764	6.39	7.47	7.78	6.66				8.40
CID k	2767	33.19	18.70	12.12	24.60				
CID k	2768	69.07	70.00	78.25	47.83				44.22
CIEJ k	163	31.99	33.36	28.64	27.34				
CIEJ k	164	31.80	29.81	25.95	27.84				29.59
SSS k	3874	38.37	52.65	48.04	36.57				43.91
SSJ k	2911	40.48	48.55	53.15	38.96				45.29
SDS k	3875	76.56	56.45	57.68	69.69				65.10
SDJ k	2912	80.79	64.12	67.25	88.80				75.24

Continuare Tabelul Nr.1.									
TENSIUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ DISCRETIZARE MEDIE -PVSSDM [N/mm ²] (SARCINA VERTICALĂ)									
Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul		Nodul		Nodul		Media	Nr.1.
		i	j	k	l	m	n		
PANOUL Nr. VII									
CSS k	3967	10.63	13.46	16.07	13.12				
CSS k	3968	12.32	13.03	14.77	13.61				13.32
CSM k	3973	19.45	19.64	20.37	20.18				
CSM k	3974	21.13	21.50	22.20	21.82				20.79
CSD k	3979	32.05	35.43	41.96	38.32				
CSD k	3980	69.65	60.41	46.56	44.43				46.10
CSES k	5823	39.53	39.34	44.53	44.72				
CSES k	5824	38.83	38.53	42.93	43.23				41.46
CIS k	2733	28.04	16.76	15.44	24.85				
CIS k	2734	17.14	18.77	19.73	18.08				19.85
CIM k	2737	10.97	11.92	12.19	11.24				
CIM k	2738	9.64	10.78	10.88	9.73				10.92
CID k	2741	11.92	4.15	4.19	7.06				
CID k	2742	35.98	32.95	33.75	21.99				19.00
CIEJ k	143	38.27	38.32	32.71	32.66				
CIEJ k	144	38.31	37.24	31.30	32.30				35.14
SSS k	3858	10.89	7.91	9.30	12.46				10.14
SSJ k	2895	9.70	11.15	5.34	6.02				8.05
SDS k	3859	38.86	29.21	32.02	36.46				34.14
SDJ k	2896	44.26	34.97	37.14	48.23				41.15

Continuare Tabelul Nr. 2

TENSIUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ DISCRETIZARE FINĂ PVSSDF [N/mm²] (SARCINA VERTICALĂ)

Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	PANOU Nr. I					Media
		Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	
CSS K	10309	80.58	17.22	39.70	57.21		
CSS K	10310	30.98	21.13	22.21	32.74		
CSS K	10311	14.27	19.06	18.42	13.72		30.60
CSM K	10320	3.21	2.88	2.63	2.95		
CSM K	10321	1.25	0.95	0.79	1.05		
CSM K	10322	1.16	1.53	1.60	1.23		1.77
CSD K	10326	10.06	13.94	21.00	16.58		
CSD K	10327	32.92	36.80	23.38	26.43		22.64
CSES K	14461	7.91	7.73	8.18	8.38		
CSES K	14462	7.26	7.12	7.32	7.48		
CSES K	14463	6.53	6.42	6.45	6.59		
CSES K	14194	9.38	9.26	9.59	9.73		
CSES K	14195	9.04	8.93	9.09	9.22		
CSES K	14196	8.64	8.58	8.62	8.69		8.17
CIS K	1233	12.14	8.10	19.76	16.92		
CIS K	1234	7.16	8.02	14.41	13.06		
CIS K	1235	6.63	6.33	10.22	10.54		11.11
CIM K	1241	0.91	1.19	0.82	0.72		
CIM K	1242	1.99	2.31	2.52	2.21		
CIM K	1243	3.25	3.61	4.57	4.20		
CIM K	1032	2.66	2.72	2.47	2.44		
CIM K	1033	2.91	3.02	3.17	3.07		
CIM K	1034	3.30	3.43	4.23	4.09		2.74
CID K	1247	10.43	11.74	15.43	14.09		
CID K	1248	10.98	10.07	17.36	14.67		13.10
CIEJK	873	3.76	3.73	3.48	3.51		
CIEJK	874	3.63	3.64	3.74	3.73		
CIEJK	825	3.68	3.73	4.17	4.14		
CIEJK	614	4.18	4.00	3.74	3.90		
CIEJK	615	3.71	3.64	3.70	3.78		
CIEJK	616	3.76	3.80	3.91	3.95		3.79
SSSK	10053	57.91	31.01	33.41	47.99		
SSSK	9908	26.19	25.04	2.84	29.60		31.75
SSJK	2176	19.97	20.29	18.07	17.77		
SSJK	1921	21.92	39.80	34.01	22.12		24.24
SDSK	10054	48.09	27.12	28.93	39.00		
SDSK	9909	21.26	20.32	2.31	24.11		26.39
SDJK	2177	17.75	16.08	13.80	15.35		
SDJK	1922	23.15	30.43	36.63	18.47		21.46

Continuare Tabelul Nr. 2

TENSIUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ DISCRETIZARE FINĂ PVSSDF [N/mm²] (SARCINA VERTICALĂ)

Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	PANOU Nr. II					Media
		Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Nodul m	
CSS K	10285	38.27	45.74	26.15	27.08		
CSS K	10286	22.61	19.63	21.15	24.21		28.11
CSM K	10288	15.30	14.67	13.57	14.18		
CSM K	10289	12.38	12.72	11.17	10.84		
CSM K	10290	10.31	10.65	8.94	8.63		
CSM K	10291	8.00	7.38	5.53	6.07		10.65
CSD K	10293	5.05	3.40	5.86	2.32		
CSD K	10294	21.76	21.72	25.06	14.12		12.41
CSES K	14169	15.27	14.97	17.34	17.66		
CSES K	14170	14.45	14.15	16.32	16.64		
CSES K	14437	16.67	16.41	18.86	19.13		
CSES K	14438	15.63	15.37	17.54	17.81		16.51
CIS K	6984	17.41	30.28	25.47	18.08		
CIS K	6985	12.33	10.76	12.89	14.57		17.72
CIM K	6987	3.79	3.77	4.44	4.47		
CIM K	6988	2.21	2.27	2.45	2.34		
CIM K	6989	2.74	2.59	2.38	2.50		
CIM K	6990	6.04	6.31	5.55	5.29		3.69
CID K	6992	18.80	14.87	11.50	15.11		
CID K	6993	29.72	34.91	41.17	23.94		23.75
CIEJK	801	5.61	5.69	5.33	5.25		
CIEJK	802	5.34	5.45	5.23	5.12		
CIEJK	592	5.71	5.83	5.37	5.25		
CIEJK	593	5.20	5.32	4.96	4.85		5.34
SSSK	10038	22.24	42.19	34.31	30.01		
SSSK	9893	16.00	13.13	16.61	19.70		24.27
SSJK	7138	21.03	23.21	28.53	14.16		
SSJK	7263	11.81	11.42	9.01	9.38		16.07
SDSK	10039	46.86	24.32	22.52	39.71		
SDSK	9894	27.83	24.06	2.61	29.95		27.23
SDJK	7139	42.78	30.49	26.61	52.37		
SDJK	7284	25.18	25.02	21.49	21.64		30.70

TENSIIUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ SPATIALĂ DISCRETIZARE FINA PVSSDF [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)													
Punctul caracteristic	Nodul i			Nodul j			Nodul k			Nodul l			Media
	Numărul elem. finit			Numărul elem. finit			Numărul elem. finit			Numărul elem. finit			
PANOU Nr. III													
CSS K	10246	44.14	50.28	29.38	43.23								
CSS K	10247	14.84	10.12	16.08	21.68	28.72							
CSM K	10254	2.10	2.27	1.45	1.31								
CSM K	10255	3.06	3.21	2.32	2.19								
CSM K	10256	4.20	4.08	3.17	3.28								
CSM K	10257	4.81	4.95	3.89	3.77	3.13							
CSD K	10264	10.98	11.89	11.54	10.64								
CSD K	10265	19.62	16.78	10.63	11.50	12.95							
CSES K	14138	11.69	11.80	13.24	13.13								
CSES K	14139	12.13	12.23	13.85	13.75								
CSES K	14408	12.72	12.87	14.23	14.08								
CSES K	14409	13.35	13.49	15.02	14.88	13.28							
CIS K	6945	53.12	68.25	80.52	99.36								
CIS K	6946	14.48	36.97	27.31	16.24	49.53							
CIM K	6953	70.56	79.84	79.71	70.45								
CIM K	6954	70.15	79.27	79.45	70.31								
CIM K	6955	74.97	66.65	67.11	75.45								
CIM K	6956	65.29	72.85	73.51	65.92	72.59							
CID K	6963	19.91	27.56	31.08	22.81								
CID K	6964	39.44	29.89	16.90	23.28	26.36							
CIEJ K	567	90.47	95.79	81.02	78.00								
CIEJ K	568	62.19	66.49	62.06	58.38								
CIEJ K	776	85.60	85.60	78.42	78.42								
CIEJ K	777	71.32	71.32	65.37	65.37	74.74							
SSS K	10019	39.47	80.04	66.68	40.44								
SSS K	9874	34.00	38.28	43.02	38.56	47.56							
SSJ K	7264	104.40	114.70	107.60	97.74								
SSJ K	7119	88.09	153.70	176.90	97.21	117.57							
SDS K	10020	12.37	7.66	11.71	11.16								
SDS K	9875	2.74	6.19	7.55	3.84	7.90							
SDJ K	7265	44.24	38.04	36.89	43.03								
SDJ K	7120	54.70	31.62	34.37	58.67	42.70							

TENSIIUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ SPATIALĂ DISCRETIZARE FINA PVSSDF [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)													
Punctul caracteristic	Nodul i			Nodul j			Nodul k			Nodul l			Media
	Numărul elem. finit			Numărul elem. finit			Numărul elem. finit			Numărul elem. finit			
PANOU Nr. IV													
CSS K	10204	111.40	130.90	75.19	100.20								
CSS K	10205	46.13	34.89	47.41	59.88	75.75							
CSM K	10212	2.35	3.04	3.47	2.75								
CSM K	10213	6.79	7.48	7.48	6.79								
CSM K	10214	12.82	12.24	11.86	12.43								
CSM K	10215	15.74	16.48	15.65	14.93	9.52							
CSD K	10223	155.10	129.50	102.30	89.56								
CSD K	10224	66.24	62.93	46.65	61.37	89.21							
CSES K	14095	25.20	25.02	25.20	25.39								
CSES K	14096	24.75	24.63	24.57	24.69								
CSES K	14368	19.91	19.59	19.82	20.17								
CSES K	14369	18.92	18.74	18.69	18.86	22.13							
CIS K	6903	83.09	137.80	117.20	102.30								
CIS K	6904	56.20	41.23	52.23	68.34	82.30							
CIM K	6911	6.02	6.31	6.83	6.53								
CIM K	6912	2.91	3.61	4.06	3.33								
CIM K	6913	3.63	3.75	3.65	3.73								
CIM K	6914	4.34	3.15	2.54	3.62	4.25							
CID K	6921	74.31	58.71	47.73	62.32								
CID K	6922	101.00	122.70	145.70	87.65	87.52							
CIEJ K	534	10.80	9.54	10.18	11.55								
CIEJ K	535	8.95	7.93	8.90	9.98								
CIEJ K	743	12.65	13.41	11.45	11.09								
CIEJ K	744	8.73	10.22	8.02	7.15	10.03							
SSS K	9997	93.57	181.20	148.30	98.65								
SSS K	9852	81.04	82.25	93.61	92.34	108.87							
SSJ K	7242	92.67	91.72	80.05	80.96								
SSJ K	7097	103.20	148.80	181.90	95.07	109.30							
SDS K	9998	172.80	89.68	169.90	140.20								
SDS K	9853	63.21	68.95	82.01	75.91	107.83							
SDJ K	7243	82.52	86.61	74.41	70.51								
SDJ K	7098	141.90	105.40	91.31	174.50	103.40							

TENSIUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURA SPATIALA DISCRETIZARE FINA PVSDF [N/mm ²] (SARCINA VERTICALA)										
Punctul caracteristic	Numărul elem finit	PANOU Nr. V								
		Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media				
CSS K	10162	74.33	86.57	48.94	70.02					
CSS K	10163	27.87	19.88	27.37	36.28	48.91				
CSM K	10170	6.12	6.57	7.82	7.33					
CSM K	10171	9.07	9.51	10.49	10.03					
CSM K	10172	12.86	12.47	13.14	13.55					
CSM K	10173	14.99	15.48	15.92	15.43	11.30				
CSD K	10180	42.25	52.10	65.79	55.03					
CSD K	10181	127.10	106.90	90.34	74.72	76.78				
CSES K	14054	29.19	28.87	30.31	30.65					
CSES K	14055	27.84	27.52	28.43	28.77					
CSES K	14330	28.85	28.41	29.82	30.26					
CSES K	14331	26.88	26.43	27.31	27.75	28.58				
CIS K	6861	65.93	109.60	92.30	76.97					
CIS K	6862	47.72	37.48	45.77	56.68	65.56				
CIM K	6869	11.26	12.36	12.73	11.62					
CIM K	6870	9.13	10.52	10.85	9.43					
CIM K	6871	9.30	7.75	7.99	9.57					
CIM K	6872	4.46	6.20	6.68	4.88	9.05				
CID K	6879	53.53	34.79	24.36	41.18					
CID K	6880	97.87	103.30	117.60	72.17	68.10				
CIEJ K	501	25.07	24.02	23.45	24.50					
CIEJ K	502	23.24	22.66	22.41	22.98					
CIEJ K	710	23.76	24.58	21.59	20.82					
CIEJ K	711	22.03	23.17	20.48	19.41	22.76				
SSS K	9975	65.08	128.00	105.20	67.35					
SSS K	9930	57.66	60.70	66.37	65.21	77.20				
SSJ K	7075	79.26	109.30	134.10	69.76					
SSJ K	7220	66.68	64.61	55.56	57.53	79.60				
SOS K	9976	159.60	82.98	91.40	129.80					
SOS K	9931	67.41	68.86	79.65	78.13	94.73				
SUJ K	7076	148.90	96.92	95.97	180.10					
SUJ K	7221	98.30	96.79	86.53	87.98	111.44				

TENSIUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURA SPATIALA DISCRETIZARE FINA PVSDF [N/mm ²] (SARCINA VERTICALA)										
Punctul caracteristic	Numărul elem finit	PANOU Nr. VI								
		Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media				
CSS K	10120	35.95	39.20	22.63	39.98					
CSS K	10121	7.86	4.56	6.00	11.10	20.91				
CSM K	10128	14.15	14.44	15.81	15.50					
CSM K	10129	16.03	16.31	17.50	17.21					
CSM K	10130	18.30	18.03	19.04	19.31					
CSM K	10131	19.88	20.20	21.05	20.72	17.72				
CSD K	10138	38.03	45.07	55.79	48.16					
CSD K	10139	99.74	83.45	67.25	60.14	62.20				
CSES K	14012	36.10	35.86	37.80	36.05					
CSES K	14013	35.10	34.86	36.42	36.67					
CSES K	14291	37.40	37.10	38.88	39.18					
CSES K	14292	36.03	35.71	37.12	37.44	36.86				
CIS K	6819	41.87	70.11	58.66	46.77					
CIS K	6820	32.00	26.87	31.85	37.27	43.18				
CIM K	6827	9.55	10.91	11.15	9.78					
CIM K	6828	8.20	9.73	9.94	8.39					
CIM K	6829	8.87	7.22	7.38	9.04					
CIM K	6830	5.28	7.07	7.36	5.54	8.46				
CID K	6837	32.95	19.41	12.62	24.44					
CID K	6838	66.14	67.36	75.18	46.70	43.10				
CIEJ K	468	32.63	32.03	30.81	31.40					
CIEJ K	469	31.45	31.14	30.12	30.42					
CIEJ K	677	30.83	31.28	28.55	28.11					
CIEJ K	678	29.83	30.50	27.99	27.34	30.28				
SSS K	9953	36.29	72.70	61.20	35.06					
SSS K	9806	34.14	36.77	42.52	37.74	44.80				
SSJ K	7073	48.99	64.28	79.06	40.83					
SSJ K	7198	37.82	35.87	30.20	32.04	46.14				
SOS K	9954	114.20	60.28	69.10	92.66					
SOS K	9809	44.62	48.19	56.53	52.76	67.29				
SUJ K	7054	102.10	64.87	65.96	122.90					
SUJ K	7199	69.23	67.37	60.67	62.57	76.95				

Continuare Tabelul Nr. 2										
TENSIUNI DIN PANOURILE STRUCTURII PERETELUI LATERAL AL VAGONULUI CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ DISCRETIZARE FINA PVSSDF [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)										
Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	PANOU Nr. VII			
CSS K	1007R	11.34	13.78	16.22	13.69					
CSS K	10079	13.25	13.89	15.18	14.50	13.98				
CSM K	10086	18.99	19.10	20.51	20.39					
CSM K	10087	19.85	19.74	21.07	21.18					
CSM K	10088	20.62	20.50	21.76	21.88					
CSM K	10089	21.36	21.50	22.69	22.54	20.86				
CSD K	10096	29.76	33.44	40.19	36.23					
CSD K	10097	63.61	53.26	40.07	40.44	42.13				
CSES K	13970	40.59	40.49	42.71	42.81					
CSES K	13971	40.15	40.04	42.11	42.22					
CSES K	14252	42.62	42.51	44.49	44.61					
CSES K	14253	42.05	41.90	43.74	43.88	42.31				
CIS K	6777	26.86	16.52	15.10	23.77					
CIS K	6778	17.01	16.51	19.43	17.90	19.39				
CIM K	6785	10.82	12.70	12.82	10.92					
CIM K	6786	12.22	10.33	10.39	12.29					
CIM K	6787	11.71	9.75	9.83	11.80					
CIM K	6788	8.77	10.81	10.95	8.90	10.94				
CID K	6795	11.82	4.36	3.82	7.02					
CID K	6796	34.43	31.80	32.39	21.36	18.37				
CIEJ K	435	41.00	36.87	33.16	37.05					
CIFJ K	436	37.89	37.98	37.29	37.20					
CILEJ K	644	35.54	34.12	31.72	33.10					
CIEJ K	645	36.87	36.90	32.65	32.63	35.75				
SSS K	9931	12.38	6.47	9.24	15.47					
SSS K	9786	12.37	7.42	7.17	12.05	10.32				
SSJ K	7031	13.00	17.09	7.85	12.09					
SSJ K	7176	2.74	2.66	1.40	4.24	7.63				
SDS K	9932	60.25	32.87	41.50	49.19					
SDS K	9787	18.93	23.69	28.90	23.79	34.89				
SDJ K	7032	54.72	33.08	35.64	64.62					
SDJ K	7177	39.39	37.35	34.36	36.35	41.94				

ANEXA Nr. 4

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII VAGONULUI
CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ SPAȚIALĂ**

VARIANTELE DE DISCRETIZARE
“ V801v1 ” “ V801v1FA ”

TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII SPATIALE A VAGONULUI DISCRETIZARE V801v1 [N/mm ²] (SARCINA VERTICALĂ)							Tabloul Nr.1
Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	
PANOUL Nr. I							
CSS k	5858	37.60	37.60	37.60			
CSS k	6033	21.89	20.22	18.96	21.41	27.90	
CSS k	6039	2.31	2.76	2.51	2.10		
CSM k	6004	6.72	9.32	7.67	7.14	5.32	
CSD k	6043	28.66	32.69	31.21	27.34		
CSD k	6044	61.27	52.47	41.73	35.76	38.89	
CSES k	7973	4.41	4.33	4.46	4.67		
CSES k	7974	3.90	4.33	4.30	3.82	4.27	
CIS k	880	15.48	9.05	14.83	12.40		
CIS k	912	17.46	17.46	17.46		14.88	
CIM k	885	8.03	8.08	8.02	7.99	8.03	
CID k	900	7.70	12.04	21.85	26.58		
CID k	959	20.55	22.06	24.47	22.78	19.75	
CIEJ k	478	7.81	7.68	7.60	7.67	7.69	
SSS k	5855	50.42	35.49	37.51	48.38	42.95	
SSJ k	2418	57.87	47.75	45.18	60.46	52.82	
SDS k	5740	28.80	21.19	25.16	28.64	25.95	
SDJ k	2419	44.06	41.92	36.17	49.17	42.83	
PANOUL Nr. II							
CSS k	6016	26.68	24.48	14.28	14.73		
CSS k	6017	17.13	16.17	12.94	13.80	17.53	
CSM k	6018	10.91	10.32	9.74	10.29		
CSM k	6019	6.18	5.76	5.06	5.44	7.96	
CSD k	6020	4.91	3.55	4.03	1.59		
CSD k	6021	15.03	20.03	23.74	12.05	10.62	
CSES k	7957	11.23	11.21	13.96	13.99		
CSES k	7958	9.85	9.51	11.72	12.10	11.70	
CIS k	4661	34.53	22.11	20.86	32.27		
CIS k	4662	20.70	22.74	23.94	21.84	24.87	
CIM k	4663	14.95	15.41	16.13	15.64		
CIM k	4664	5.64	6.04	6.89	6.44	10.89	
CID k	4665	9.31	4.90	3.70	5.39		
CID k	4666	28.18	27.52	30.51	18.47	16.00	
CIEJ k	570	8.55	8.55	8.55			
CIEJ k	462	11.23	12.42	8.77	7.63		
CIEJ k	463	11.91	11.34	6.57	6.95	9.31	
SSS k	5844	6.14	5.57	10.84	12.61	8.79	
SSJ k	4782	15.27	13.73	6.23	6.89	10.53	
SDS k	5845	28.72	21.93	20.24	26.57	24.37	
SDJ k	4783	30.70	24.19	25.00	33.60	28.37	

TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII SPATIALE A VAGONULUI DISCRETIZARE V801v1 [N/mm ²] (SARCINA VERTICALĂ)							Continuare tabloul Nr.1
Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	
PANOUL Nr. III							
CSS k	5987	67.06	55.21	47.09	35.04		
CSS k	5988	29.55	24.55	27.71	32.93	39.89	
CSM k	5993	12.10	11.31	10.71	11.50		
CSM k	5994	6.72	5.92	5.98	6.78	8.88	
CSD k	5999	17.73	19.85	16.83	14.88		
CSD k	6000	39.60	32.27	22.16	19.88	22.90	
CSES k	7938	6.99	7.01	6.58	6.62		
CSES k	7939	7.87	7.87	7.04	7.07	7.13	
CIS k	4636	62.28	47.85	95.95	75.28		
CIS k	4637	11.19	32.67	23.74	15.23	45.52	
CIM k	4640	61.37	64.89	64.94	61.44		
CIM k	4641	81.91	64.96	64.84	61.79	63.27	
CID k	4644	41.32	45.64	46.46	42.12		
CID k	4645	36.03	44.31	45.45	37.09	42.30	
CIEJ k	445	33.37	39.78	6.72	14.05		
CIEJ k	446	60.52	33.82	17.83	45.17	31.41	
CIEJ k	519	24.85	24.85	24.85			
SSS k	5829	45.56	62.33	57.29	45.04	52.56	
SSJ k	4767	93.28	119.30	128.50	99.23	110.08	
SDS k	5830	20.72	14.05	17.53	19.53	17.96	
SDJ k	4768	23.99	23.33	14.90	15.47	19.42	
PANOUL Nr. IV							
CSS k	5957	141.00	116.70	90.81	72.39		
CSS k	5958	64.78	55.17	55.27	64.94	82.63	
CSM k	5963	7.27	5.94	5.67	6.86		
CSM k	5964	6.18	7.77	7.39	5.68	6.80	
CSD k	5969	67.12	75.53	73.09	64.78		
CSD k	5970	156.90	137.10	107.60	89.11	96.40	
CSES k	7914	15.27	15.14	15.41	15.60		
CSES k	7915	14.81	14.82	14.82	14.85	15.09	
CIS k	4610	138.60	78.41	108.10	118.80		
CIS k	4611	54.11	36.45	47.79	67.16	81.18	
CIM k	4615	7.79	7.06	6.18	6.79		
CIM k	4616	19.59	19.49	17.89	17.90	12.84	
CID k	4618	80.85	62.75	50.94	67.74		
CID k	4619	113.30	135.70	160.90	95.61	95.97	
CIEJ k	425	8.24	10.14	6.14	4.47		
CIEJ k	426	12.18	10.26	9.80	10.95	9.02	
SSS k	5813	76.68	106.10	96.89	79.27	89.74	
SSJ k	4751	100.30	124.70	137.70	103.40	116.53	
SDS k	5814	89.60	62.90	69.48	82.57	76.14	
SDJ k	4752	118.40	97.97	97.56	130.40	111.07	

TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII SPAȚIALE A VAGONULUI DISCRETIZARE Y801VI [N/mm ²]									
(SARCINA VERTICALĂ)									
Punctul caracteristic	Numărul elem. limit	Nodul				Media			
		i	j	k	l				
PANOU Nr. V									
CSS k	5927	105.20	87.14	65.25	53.04				
CSS k	5928	50.44	43.66	41.51	48.20	61.81			
CSM k	5933	4.24	4.26	4.46	4.16				
CSM k	5934	9.33	10.87	10.69	9.06	7.13			
CSD k	5939	56.05	63.44	64.54	57.03				
CSD k	5940	135.50	121.90	101.90	80.17	85.07			
CSES k	7890	16.41	16.14	17.06	17.36				
CSES k	7891	14.76	14.59	15.32	15.50	15.89			
CIS k	4584	108.60	61.68	77.84	91.78				
CIS k	4585	47.57	36.26	44.39	56.53	65.58			
CIM k	4588	11.78	12.06	12.68	12.42				
CIM k	4589	7.53	8.56	9.04	7.94	10.25			
CID k	4592	49.82	29.88	19.92	37.44				
CID k	4593	100.80	103.10	116.20	70.06	65.90			
CIEJ k	405	18.43	20.18	14.06	12.45				
CIEJ k	406	19.29	16.89	14.22	16.44	16.50			
SSS k	5797	51.61	72.43	66.36	55.34	61.44			
SSJ k	4735	69.57	85.24	94.10	70.10	79.75			
SDS k	5798	87.13	62.50	63.70	78.85	73.05			
SDJ k	4736	117.90	93.73	98.46	130.00	110.02			
PANOU Nr. VI									
CSS k	5897	59.29	49.28	34.47	28.27				
CSS k	5898	30.00	26.53	23.24	26.51	34.70			
CSM k	5903	4.85	5.85	6.31	5.29				
CSM k	5904	10.49	11.47	11.51	10.50	8.28			
CSD k	5909	38.63	44.01	46.43	40.87				
CSD k	5910	94.67	86.31	73.27	56.60	60.10			
CSES k	7866	16.17	15.89	16.58	16.86				
CSES k	7867	14.74	14.68	15.35	15.40	15.71			
CIS k	4558	67.40	38.40	45.35	56.61				
CIS k	4559	31.49	26.03	30.69	36.50	41.56			
CIM k	4562	10.67	11.13	11.54	11.08				
CIM k	4563	8.11	9.07	9.33	8.35	9.91			
CID k	4566	29.90	15.41	9.30	21.23				
CID k	4567	69.56	67.89	74.25	45.77	41.66			
CIEJ k	385	22.55	23.37	17.51	16.75				
CIEJ k	386	22.17	20.94	18.59	19.77	20.21			
SSS k	5781	24.70	35.70	33.11	28.63	30.54			
SSJ k	4719	38.81	46.72	51.42	37.91	43.72			
SDS k	5782	64.38	47.18	46.78	58.06	54.10			
SDJ k	4720	83.01	65.74	69.51	91.14	77.35			

TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII SPAȚIALE A VAGONULUI DISCRETIZARE Y801VI [N/mm ²]									
(SARCINA VERTICALĂ)									
Punctul caracteristic	Numărul elem. limit	Nodul				Media			
		i	j	k	l				
PANOU Nr. VII									
CSS k	5867	12.30	12.08	4.17	4.05				
CSS k	5868	8.66	8.46	4.87	4.81	7.42			
CSM k	5873	7.56	8.15	8.48	7.90				
CSM k	5874	10.16	10.52	10.71	10.34	9.23			
CSD k	5879	20.20	23.12	26.21	23.10				
CSD k	5880	49.96	47.18	41.16	31.03	32.75			
CSES k	7842	16.49	16.22	17.84	18.11				
CSES k	7843	15.67	15.62	16.73	16.78	16.68			
CIS k	4532	26.61	16.93	15.46	24.03				
CIS k	4533	17.98	19.61	20.30	18.64	19.95			
CIM k	4536	13.50	14.33	14.61	13.77				
CIM k	4537	12.31	13.34	13.41	12.38	13.46			
CID k	4540	10.07	3.99	5.89	4.81				
CID k	4541	37.60	33.29	32.72	21.88	18.81			
CIEJ k	365	25.76	27.81	20.35	18.47				
CIEJ k	366	26.98	25.00	20.65	22.54	23.45			
SSS k	5765	1.70	2.01	5.70	4.45	3.46			
SSJ k	4703	9.16	10.48	4.74	4.67	7.26			
SDS k	5766	36.42	27.70	26.40	32.72	30.81			
SDJ k	4704	46.51	36.72	39.06	50.51	43.20			

TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII SPAZIALE A VAGONULUI FĂRĂ ACOPERIȘ DISCRETIZARE V801V1FA (SARCINĂ VERTICALĂ) [N/mm ²]										
Punctul caracteristic	Numărul elem. fnt	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media				Media
PANOU Nr. III										
CSS k	5914	60.09	49.56	43.89	28.70					
CSS k	5915	24.40	19.72	21.37	26.24					
CSM k	5920	1.35	1.33	1.33	1.20					
CSM k	5921	4.91	5.54	5.52	4.93					
CSD k	5926	26.22	29.44	28.78	25.57					
CSD k	5927	56.82	47.35	33.21	30.53					
CSES k	7865	8.48	8.72	13.94	13.60					
CSES k	7866	9.86	10.15	15.94	15.57					
CIS k	4563	69.43	50.31	99.59	79.57					
CIS k	4564	7.85	29.18	20.24	16.76					
CIM k	4567	58.45	61.91	61.97	58.52					
CIM k	4568	59.01	61.97	61.85	58.89					
CID k	4571	39.67	43.37	43.97	40.25					
CID k	4572	33.65	42.60	44.67	35.51					
CIEJ k	418	32.92	39.88	5.72	14.62					
CIEJ k	419	59.50	33.36	17.52	43.84					
CIEJ k	486	24.97	24.97	24.97						
SSS k	5756	42.07	59.07	54.24	41.53					
SSJ k	4694	97.03	124.10	134.10	103.40					
SDS k	5757	32.58	23.91	27.02	30.45					
SDJ k	4695	21.59	21.71	13.02	12.85					
PANOU Nr. IV										
CSS k	5884	138.90	115.00	93.23	69.45					
CSS k	5885	59.36	49.19	49.52	59.80					
CSM k	5890	6.29	7.52	7.79	6.51					
CSM k	5891	14.97	16.77	16.44	14.59					
CSD k	5896	76.96	86.59	86.45	76.78					
CSD k	5897	178.90	156.80	122.70	102.90					
CSES k	7841	16.58	16.13	15.67	16.07					
CSES k	7842	15.01	14.76	14.36	14.37					
CIS k	4537	148.60	84.00	114.60	127.10					
CIS k	4538	59.09	40.50	52.54	72.86					
CIM k	4541	2.45	2.38	3.04	3.41					
CIM k	4542	5.79	4.96	4.10	4.73					
CID k	4545	81.51	62.41	50.20	67.87					
CID k	4546	117.40	139.10	164.40	97.83					
CIEJ k	398	9.73	11.52	7.11	5.51					
CIEJ k	399	13.16	10.99	10.25	11.69					
SSS k	5740	81.08	112.60	102.50	82.46					
SSJ k	4678	106.10	131.60	145.30	109.00					
SDS k	5741	102.90	73.60	80.38	94.93					
SDJ k	4679	123.30	101.60	101.60	135.80					

TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII SPAZIALE A VAGONULUI FĂRĂ ACOPERIȘ DISCRETIZARE V801V1FA (SARCINĂ VERTICALĂ) [N/mm ²]										
Punctul caracteristic	Numărul elem. fnt	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media				Media
PANOU Nr. I										
CSS k	5785	31.23	31.23	31.23						
CSS k	5960	18.48	17.46	16.48	18.01					
CSM k	5966	2.01	1.65	1.61	1.91					
CSM k	5967	3.34	3.71	3.36	3.02					
CSD k	5970	16.35	20.18	22.65	18.66					
CSD k	5971	45.35	39.39	34.16	27.46					
CSES k	7651	11.48	11.55	11.87	11.76					
CSES k	7652	11.00	11.01	11.24	11.20					
CIS k	851	14.57	14.57	14.57						
CIS k	818	6.75	6.83	9.66	9.92					
CIM k	822	6.88	6.94	6.91	6.86					
CID k	837	6.20	8.77	21.64	24.64					
CID k	838	13.66	17.12	11.09	13.18					
CIEJ k	451	6.68	6.59	6.58	6.67					
SSS k	5782	38.87	27.50	29.25	33.22					
SSJ k	2345	48.88	40.11	38.86	51.61					
SDS k	5667	32.02	24.80	26.84	31.33					
SDJ k	2346	38.43	37.84	30.09	40.78					
PANOU Nr. II										
CSS k	5943	31.26	27.87	17.52	18.38					
CSS k	5944	19.38	18.17	16.82	17.99					
CSM k	5945	14.18	13.72	13.32	13.76					
CSM k	5946	9.76	9.37	8.83	9.19					
CSD k	5947	7.72	6.51	4.21	4.82					
CSD k	5948	8.07	13.86	17.49	8.83					
CSES k	7884	13.15	12.88	20.04	20.34					
CSES k	7885	11.88	11.51	18.34	18.76					
CIS k	4588	27.89	18.23	17.73	27.06					
CIS k	4589	17.21	19.37	20.14	17.94					
CIM k	4590	12.85	13.22	13.81	13.42					
CIM k	4591	5.43	5.74	6.38	6.03					
CID k	4592	6.54	3.43	3.29	3.53					
CID k	4593	22.79	21.26	23.04	14.32					
CIEJ k	435	10.51	11.82	8.51	7.24					
CIEJ k	436	10.66	10.52	6.18	6.39					
CIEJ k	487	8.21	8.21	8.21						
SSS k	5771	7.10	8.22	11.82	12.83					
SSJ k	4709	13.81	13.00	6.90	7.50					
SDS k	5772	20.16	15.13	14.32	19.17					
SDJ k	4710	25.09	19.61	20.46	23.14					

Continuare Tabelul Nr.2						
TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII SPAȚIALE A VAGONULUI FĂRĂ ACOPERIS DISCRETIZARE V801v1FA (SARCINĂ VERTICALĂ) [N/mm ²]						
Punctul caracteristic	Numărul elem finit	Nodul i	Nodul k	Nodul l	Media	
PANOU Nr. V						
CSS k	5854	101 90	84 47	71 16	50 51	
CSS k	5855	42 09	34 14	33 13	41 10	57 31
CSM k	5860	9 73	10 84	11 31	10 12	
CSM k	5861	17 11	18 84	18 74	16 94	14 20
CSD k	5866	68 16	76 21	77 86	69 67	
CSD k	5867	157 80	141 20	115 20	94 20	100 04
CSES k	7817	27 24	26 72	31 12	31 67	
CSES k	7818	24 70	24 08	27 41	28 05	27 62
CIS k	4511	125 30	71 20	88 82	105 80	
CIS k	4512	55 35	42 47	51 72	65 53	75 77
CIM k	4515	14 37	14 68	15 36	15 07	
CIM k	4516	9 58	10 73	11 27	10 06	12 64
CID k	4519	52 48	31 09	20 54	39 19	
CID k	4520	108 00	109 90	123 60	74 74	69 94
CIEJ k	378	21 24	22 93	15 95	14 40	
CIEJ k	379	21 82	19 33	16 30	18 61	18 82
SSS k	5724	61 57	85 97	78 12	62 27	71 98
SSJ k	4662	79 12	96 44	106 30	79 26	90 28
SDS k	5725	94 68	68 07	71 08	86 31	80 04
SDJ k	4663	128 40	100 50	105 60	139 30	117 95
PANOU Nr. VI						
CSS k	5824	48 16	40 45	40 06	23 13	
CSS k	5825	15 91	11 15	9 40	14 01	25 28
CSM k	5830	15 24	16 01	16 61	15 81	
CSM k	5831	20 26	21 47	21 69	20 44	18 44
CSD k	5836	55 13	60 80	63 01	57 21	
CSD k	5837	120 00	107 10	85 00	72 76	77 63
CSES k	7793	35 70	35 40	41 22	41 54	
CSES k	7794	34 07	33 64	38 80	39 24	37 45
CIS k	4485	85 28	48 84	56 51	71 64	
CIS k	4486	40 37	33 44	39 18	46 54	52 73
CIM k	4489	14 94	15 48	15 92	15 39	
CIM k	4490	11 96	13 06	13 38	12 26	14 05
CID k	4493	29 10	13 87	8 11	19 78	
CID k	4494	73 47	70 07	75 43	46 86	42 09
CIEJ k	358	27 33	28 11	20 68	19 97	
CIEJ k	359	26 64	25 35	22 12	23 36	24 20
SSS k	5708	35 03	49 55	45 04	34 39	41 00
SSJ k	4646	48 11	57 16	62 52	46 36	53 54
SDS k	5709	69 20	86 50	20 70	16 90	48 33
SDJ k	4647	88 89	70 14	74 38	97 45	82 72

Continuare Tabelul Nr.2						
TENSIUNI DIN PANOURILE STRUCTURII SPAȚIALE A VAGONULUI FĂRĂ ACOPERIS DISCRETIZARE V801v1FA (SARCINĂ VERTICALĂ) [N/mm ²]						
Punctul caracteristic	Numărul elem finit	Nodul i	Nodul k	Nodul l	Media	
PANOU Nr. VII						
CSS k	5794	9 07	11 80	16 18	13 20	
CSS k	5795	10 91	11 67	14 45	13 62	12 61
CSM k	5800	20 80	21 04	21 51	21 27	
CSM k	5801	22 73	23 34	23 66	23 04	22 17
CSD k	5806	38 98	41 67	43 81	41 04	
CSD k	5807	73 55	66 07	50 03	46 85	50 25
CSES k	7769	39 89	39 79	45 97	46 07	
CSES k	7770	39 21	39 01	45 05	45 27	42 53
CIS k	4459	41 43	25 84	23 70	36 56	
CIS k	4460	26 22	27 06	28 47	27 62	29 61
CIM k	4463	19 01	19 97	20 25	19 29	
CIM k	4464	17 66	18 84	18 94	17 75	18 96
CID k	4467	6 38	7 54	10 74	2 10	
CID k	4468	37 80	30 96	26 45	19 74	17 71
CIEJ k	338	31 56	33 61	24 22	22 34	
CIEJ k	339	32 56	30 60	25 05	26 92	28 36
SSS k	5692	10 34	6 88	8 04	11 68	9 24
SSJ k	4630	14 53	16 10	8 04	9 76	12 11
SDS k	5693	32 45	24 38	28 60	31 67	29 28
SDJ k	4631	48 03	37 72	40 13	51 62	44 38

ANEXA Nr. 5

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII VAGONULUI
CONSIDERAT CA O STRUCTURĂ PLANĂ**

VARIANTELE DE CALCUL

“ V.P.P.1. ” “ V.P.P.2. ” “ V.P.P.3. ”

ANEXA NR. 5

Pag. 1

Tabelul Nr.1

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE
A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.1. [N/mm²]
(SARCINĂ VERTICALĂ)**

Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. I						
CSS _k	6056	19.14	25.25	11.48	21.00	
CSS _k	6057	10.98	8.98	9.78	11.99	14.81
CSM _k	6063	2.49	2.19	2.29	2.59	
CSM _k	6064	1.82	1.54	1.63	1.92	2.06
CSD _k	6069	3.19	4.57	3.12	1.86	
CSD _k	6070	8.94	9.57	10.54	7.15	6.12
CSES _k	8183	4.49	4.85	5.05	4.67	
CSES _k	8184	3.90	4.10	4.25	4.03	4.42
CIS _k	849	9.21	9.21	9.21		
CIS _k	827	3.40	8.36	8.19	3.32	7.27
CIM _k	833	1.63	1.76	1.57	1.46	
CIM _k	834	2.31	3.18	2.98	2.13	2.13
CID _k	839	6.27	10.11	9.45	5.59	
CID _k	840	11.26	5.81	6.25	13.52	8.56
CIEJ _k	197	1.12	1.20	1.37	1.26	
CIEJ _k	198	1.25	0.87	0.94	1.09	1.14
SSS _k	5857	15.45	22.10	28.12	14.74	
SSS _k	5769	29.02	24.59	24.89	29.35	23.53
SSJ _k	1237	10.85	11.81	10.83	9.90	
SSJ _k	1039	12.56	21.40	17.50	13.54	13.55
SDS _k	5858	42.17	25.39	23.76	35.63	
SDS _k	5770	23.45	22.41	24.15	25.21	27.77
SDJ _k	1238	10.54	9.25	10.44	11.78	
SDJ _k	1040	15.53	12.53	24.07	19.45	14.20

Continuare Tabelul Nr.1

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE
A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.1. [N/mm²]
(SARCINĂ VERTICALĂ)**

Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. II						
CSS _k	6037	24.89	15.80	15.44	20.80	
CSS _k	6038	12.12	12.14	13.63	13.60	16.03
CSM _k	6041	8.58	7.39	7.55	8.75	
CSM _k	6042	7.54	6.42	6.58	7.71	7.56
CSD _k	6045	3.55	2.19	2.60	4.49	
CSD _k	6046	8.10	9.78	5.01	5.71	5.18
CSES _k	8161	12.12	13.97	14.31	12.44	
CSES _k	8162	11.15	12.79	13.12	11.47	12.67
CIS _k	3990	12.53	21.34	18.09	14.48	
CIS _k	3991	7.01	6.54	8.34	8.85	12.15
CIM _k	3994	2.10	2.16	1.88	1.83	
CIM _k	3995	3.96	4.27	3.92	3.62	2.97
CID _k	3998	16.28	14.75	11.82	13.25	
CID _k	3999	25.61	30.79	36.33	21.50	21.29
CIEJ _k	175	3.49	3.11	3.27	3.64	
CIEJ _k	176	2.61	2.49	2.64	2.76	3.00
SSS _k	5847	31.52	54.40	45.08	33.55	
SSS _k	5759	22.62	21.77	25.40	26.29	32.58
SSJ _k	4175	9.33	10.96	9.17	7.52	
SSJ _k	4087	23.59	12.05	15.37	19.21	13.41
SDS _k	5848	41.72	24.68	22.15	36.63	
SDS _k	5760	27.38	23.41	24.77	28.81	28.69
SDJ _k	4176	19.67	18.11	15.03	16.50	
SDJ _k	4088	22.62	42.95	35.18	26.84	24.61

ANEXA NR. 5

Pag. 2

Tabelul Nr.1

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE
A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.1. [N/mm²]
(SARCINĂ VERTICALĂ)**

Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. III						
CSS _k	6006	18.82	11.95	18.39	17.67	16.71
CSS _k	6007	1.92	3.86	6.42	4.06	
CSM _k	6015	4.81	3.90	3.85	4.75	
CSM _k	6016	5.18	4.24	4.19	5.12	4.51
CSD _k	6024	9.33	8.67	8.13	8.78	
CSD _k	6025	11.86	8.25	9.17	13.69	9.73
CSES _k	8135	10.04	11.38	11.21	9.87	
CSES _k	8136	10.60	12.05	11.89	10.45	10.94
CIS _k	3959	51.16	68.99	83.09	98.39	
CIS _k	3960	11.75	27.83	20.14	16.34	47.21
CIM _k	3968	64.33	72.62	72.71	64.41	
CIM _k	3969	63.31	71.27	71.55	63.56	67.97
CID _k	3977	17.98	23.78	27.78	21.19	
CID _k	3978	40.91	33.89	17.71	20.56	25.48
CIEJ _k	149	155.60	91.29	91.29	155.60	
CIEJ _k	150	72.22	60.47	60.47	72.22	94.90
SSS _k	5836	45.45	83.84	71.87	42.97	
SSS _k	5748	36.40	45.27	49.80	40.61	52.03
SSJ _k	4164	94.82	106.40	100.00	88.68	
SSJ _k	4076	176.60	95.37	89.27	154.40	113.19
SDS _k	5837	20.21	13.20	14.80	16.91	
SDS _k	5749	7.72	11.01	12.40	8.99	13.16
SDJ _k	4165	44.29	38.56	37.55	43.22	
SDJ _k	4077	35.68	65.04	60.62	33.28	44.78

Continuare Tabelul Nr.1

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE
A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.1. [N/mm²]
(SARCINĂ VERTICALĂ)**

Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. IV						
CSS _k	5973	50.21	31.27	39.95	43.61	
CSS _k	5974	13.00	16.10	21.08	17.74	29.72
CSM _k	5982	7.12	6.97	6.69	6.84	
CSM _k	5983	8.94	8.62	8.35	8.66	7.77
CSD _k	5991	35.19	37.77	32.85	30.39	
CSD _k	5992	59.13	46.65	45.26	70.62	44.70
CSES _k	8102	11.23	11.15	11.37	11.47	
CSES _k	8103	10.77	10.73	10.76	10.86	11.04
CIS _k	3926	65.66	108.10	92.78	81.53	
CIS _k	3927	39.80	32.18	41.29	49.42	63.88
CIM _k	3935	4.49	5.33	5.66	4.79	
CIM _k	3936	2.49	3.35	3.69	2.77	4.07
CID _k	3944	51.53	42.36	32.66	41.22	
CID _k	3945	85.56	97.60	113.70	69.70	66.79
CIEJ _k	116	12.09	11.99	13.66	13.77	
CIEJ _k	117	11.53	11.86	10.83	10.60	12.03
SSS _k	5823	100.80	177.00	149.20	96.16	
SSS _k	5735	83.60	92.76	102.10	92.68	111.79
SSJ _k	4151	64.52	69.17	59.78	55.34	
SSJ _k	4063	142.30	76.19	84.25	117.20	33.63
SDS _k	5824	182.60	103.30	105.50	151.60	
SDS _k	5736	82.46	77.67	89.02	94.22	110.77
SDJ _k	4152	71.39	67.63	58.09	61.69	
SDJ _k	4064	79.62	147.40	121.30	86.30	66.93

ANEXA NR. 5

Pag. 3

Tabelul Nr. I							Continuare Tabelul						
TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.1. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)							TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.1. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)						
Punctu. caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	Punctu. caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. V							PANOUL Nr. VI						
CSS _k	5940	31.55	16.97	27.52	28.04		CSS _k	5907	11.95	8.22	16.80	13.24	
CSS _v	5941	6.10	7.48	10.99	9.49	17.52	CSS _v	5908	3.09	2.88	2.42	2.48	
CSM _k	5949	6.24	7.38	6.92	6.09		CSM _k	5916	10.12	11.22	11.12	10.02	
CSM _v	5950	7.28	6.04	7.88	7.13	7.08	CSM _v	5917	10.78	11.82	11.72	10.68	
CSD _k	5958	24.19	27.52	23.67	20.41		CSD _k	5925	22.22	25.40	22.60	19.55	
CSD _v	5959	42.55	35.93	33.64	51.55	32.65	CSD _v	5926	35.56	28.25	28.93	42.22	
CSES _k	8069	21.51	22.85	23.27	21.92		CSES _k	8036	28.97	30.73	31.01	29.24	
CSES _v	8070	20.04	21.12	21.54	20.46	21.59	CSES _v	8037	28.00	29.59	29.68	28.28	
CIS _k	3893	47.18	78.21	67.21	59.52		CIS _k	3860	26.65	45.06	36.65	34.51	
CIS _v	3894	28.13	22.88	29.57	35.17	46.02	CIS _v	3861	15.52	13.22	17.13	19.59	
CIM _k	3902	3.52	4.71	4.91	3.70		CIM _k	8069	21.51	22.85	23.27	21.92	
CIM _v	3903	2.27	3.55	3.76	2.44	3.61	CIM _v	8070	20.04	21.12	21.54	20.46	
CID _k	3911	41.71	29.81	19.95	30.86		CID _k	3878	29.86	21.32	14.71	22.56	
CID _v	3912	85.31	66.76	99.51	62.29	57.28	CID _v	3879	57.89	61.08	66.67	43.39	
CIEJ _k	83	24.73	23.90	24.91	25.74		CIEJ _k	50	32.54	31.31	31.68	33.12	
CIEJ _v	84	24.06	23.59	23.06	23.52	24.19	CIEJ _v	51	32.06	31.05	30.78	31.78	
SSS _k	5810	69.75	123.50	104.70	65.81		SSS _k	5797	39.19	69.90	60.83	35.97	
SSS _v	5722	56.78	66.70	72.97	64.81	78.38	SSS _v	5709	34.73	41.06	44.09	37.59	
SSJ _k	4135	47.67	51.35	44.55	41.03		SSJ _k	4125	27.08	29.70	25.74	23.24	
SSJ _v	4050	104.70	55.92	61.42	86.31	61.62	SSJ _v	4037	60.57	31.96	35.33	49.92	
SDS _k	5811	146.20	84.03	83.08	123.40		SDS _k	5798	106.40	60.99	61.82	88.08	
SDS _v	5723	72.75	66.26	74.78	81.52	91.75	SDS _v	5710	49.72	46.85	53.40	56.39	
SDJ _k	4139	80.35	75.50	67.04	71.72		SDJ _k	4126	53.81	50.90	45.07	47.88	
SDJ _v	4051	63.63	153.80	128.10	86.01	93.27	SDJ _v	4038	56.69	103.90	86.32	58.67	

ANEXA NR. 5

Pag. 4

Tabelul Nr. I						
TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.1. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)						
Punctu. caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. VII						
CSS _k	5874	9.88	8.67	9.64	11.08	
CSS _v	5875	9.69	10.77	10.49	9.42	9.98
CSM _k	5883	13.40	12.14	12.10	13.35	
CSM _v	5884	12.43	13.67	13.62	12.39	12.89
CSD _k	5892	18.21	20.54	19.09	16.82	
CSD _v	5893	25.00	19.44	21.68	29.34	21.27
CSES _k	8003	35.37	33.36	33.48	35.48	
CSES _v	8004	32.95	34.88	35.00	33.07	34.20
CIS _k	3827	9.79	4.92	4.60	9.15	
CIS _v	3828	5.26	7.40	7.56	5.40	6.78
CIM _k	3836	2.83	1.22	1.27	2.91	
CIM _v	3837	0.79	2.39	2.47	0.82	1.64
CID _k	3845	15.72	10.12	6.49	11.58	
CID _v	3846	31.81	32.93	36.51	23.63	21.10
CIEJ _k	17	35.74	38.43	40.46	37.73	
CIEJ _v	18	40.33	37.87	35.75	38.16	38.06
SSS _k	5784	12.81	7.59	9.91	15.35	
SSS _v	5696	12.12	8.67	8.45	11.67	10.85
SSJ _k	4112	2.34	2.49	3.10	2.92	
SSJ _v	4024	2.99	2.64	4.72	6.64	3.48
SDS _k	5785	56.04	32.57	35.82	46.08	
SDS _v	5697	22.35	22.69	26.80	26.44	35.60
SDJ _k	4113	30.33	29.05	25.97	27.21	
SDJ _v	4025	31.76	57.42	47.67	32.21	35.23

Tabelul Nr.2.							Continuare Tabelul Nr.2.						
TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.2. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)							TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.2. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)						
Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul j	Nodul i	Nodul k	Nodul l	Media	Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul j	Nodul i	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. I							PANOUL Nr. II						
CSS _k	6056	24 07	31 48	14 19	27 30		CSS _k	6037	24 87	15 44	15 31	20 91	
CSS _k	6057	13 30	10 69	11 71	14 46	18 40	CSS _k	6038	12 23	11 75	13 24	13 74	16 94
CSM _k	6063	2 23	1 86	2 00	2 38		CSM _k	6041	8 46	6 82	7 00	8 65	
CSM _k	6064	1 29	1 01	1 13	1 43	1 66	CSM _k	6042	7 29	5 77	5 95	7 48	7 18
CSD _k	6069	5 23	6 75	5 02	3 60		CSD _k	6045	2 86	1 90	1 56	3 88	
CSD _k	6070	11 38	12 72	14 35	9 66	6 59	CSD _k	6046	9 40	10 94	5 92	7 48	6 49
CSES _k	8183	5 16	5 81	6 16	5 49		CSES _k	8161	18 10	20 72	21 04	18 41	
CSES _k	8184	3 60	3 92	4 23	3 90	4 78	CSES _k	8162	16 72	16 95	19 28	17 04	16 78
CIS _k	649	14 49	14 49	14 49			CIS _k	3990	15 97	26 91	22 82	16 51	
CIS _k	827	5 39	13 12	12 86	5 26	11 44	CIS _k	3991	9 17	8 35	10 60	11 48	16 48
CIM _k	833	2 23	2 37	2 10	1 98		CIM _k	3994	1 73	1 74	1 56	1 56	
CIM _k	834	3 22	4 49	4 18	2 96	2 94	CIM _k	3995	3 61	3 86	3 48	3 25	2 60
CID _k	839	9 20	14 82	13 62	8 32		CID _k	3998	17 99	15 99	12 53	14 40	
CID _k	840	16 98	8 82	9 30	20 27	12 69	CID _k	3999	29 81	35 06	41 21	24 45	23 93
CIEJ _k	197	1 60	1 70	1 93	1 81		CIEJ _k	175	4 89	4 37	4 54	5 06	
CIEJ _k	198	1 98	1 32	1 38	1 74	1 68	CIEJ _k	176	3 90	3 66	3 63	4 06	4 29
SSS _k	5857	19 54	26 45	36 07	19 14		SSS _k	5847	31 25	54 84	45 43	33 64	
SSS _k	5769	36 19	32 38	32 61	38 44	30 60	SSS _k	5759	22 02	21 77	25 49	25 76	32 53
SSJ _k	1237	16 14	16 77	15 07	14 45		SSJ _k	4175	12 82	14 15	11 95	10 68	
SSJ _k	1039	18 87	33 53	27 44	21 16	20 43	SSJ _k	4087	30 33	15 93	19 53	24 77	17 52
SDS _k	5858	52 57	31 33	29 71	44 20		SDS _k	5848	49 10	29 11	26 09	42 72	
SDS _k	5770	28 66	27 31	29 57	30 96	34 29	SDS _k	5760	32 02	27 51	29 18	33 77	33 69
SDJ _k	1238	16 09	14 09	15 33	17 38		SDJ _k	4176	23 41	21 56	18 03	19 78	
SDJ _k	1040	24 01	19 56	36 99	30 06	21 69	SDJ _k	4088	26 66	50 54	41 46	31 03	29 06

Continuare Tabelul Nr.2.							Continuare Tabelul Nr.2.						
TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.2. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)							TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.2. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)						
Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul j	Nodul i	Nodul k	Nodul l	Media	Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul j	Nodul i	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. III							PANOUL Nr. IV						
CSS _k	6006	22 68	14 31	19 51	20 20		CSS _k	5973	58 16	35 72	43 31	49 59	
CSS _k	6007	4 88	7 15	9 65	7 18	13 19	CSS _k	5974	18 64	20 87	26 03	23 67	34 50
CSM _k	6015	1 69	0 87	0 81	1 60		CSM _k	5982	6 80	6 72	6 32	6 40	
CSM _k	6016	2 26	1 36	1 28	2 17	1 50	CSM _k	5983	9 51	9 06	8 66	9 10	7 62
CSD _k	6024	8 04	6 90	6 44	7 54		CSD _k	5991	41 41	42 74	37 66	36 39	
CSD _k	6025	10 30	6 77	7 44	11 84	8 16	CSD _k	5992	65 57	50 25	49 83	78 15	50 25
CSES _k	8135	12 51	13 76	13 56	12 31		CSES _k	8102	5 13	5 06	5 71	5 80	
CSES _k	8136	13 45	14 89	14 69	13 26	13 55	CSES _k	8103	3 63	3 91	3 63	3 62	4 56
CIS _k	3959	50 56	66 01	83 25	99 58		CIS _k	3926	73 51	120 80	103 80	91 99	
CIS _k	3960	14 93	31 56	23 27	16 74	48 24	CIS _k	3927	44 11	35 34	45 61	54 97	71 27
CIM _k	3968	67 02	75 51	75 64	67 15		CIM _k	3935	3 88	4 65	5 02	4 21	
CIM _k	3969	65 79	73 51	74 22	66 08	70 67	CIM _k	3936	1 78	2 47	2 84	2 03	3 36
CID _k	3977	19 60	25 27	29 16	22 63		CID _k	3944	58 41	48 25	37 49	47 00	
CID _k	3978	40 27	33 73	17 18	20 72	26 10	CID _k	3945	95 42	109 40	127 60	78 35	75 24
CIEJ _k	149	164 40	96 98	96 98	164 40		CIEJ _k	116	11 48	11 42	13 15	13 21	
CIEJ _k	150	75 08	63 31	63 31	75 08	99 94	CIEJ _k	117	10 64	11 08	10 10	9 67	11 34
SSS _k	5836	48 98	88 29	75 91	46 62		SSS _k	5623	106 80	189 10	158 60	106 40	
SSS _k	5748	39 15	47 45	52 40	43 80	55 45	SSS _k	5735	87 08	96 71	107 20	97 19	118 26
SSJ _k	4164	95 93	106 60	102 40	90 03		SSJ _k	4151	73 56	76 42	66 01	63 36	
SSJ _k	4076	177 90	95 83	89 35	156 40	114 56	SSJ _k	4063	160 30	86 13	94 63	132 10	94 56
SDS _k	5837	16 63	10 62	12 54	14 01		SDS _k	5824	191 10	107 20	111 80	156 20	
SDS _k	5749	5 80	6 58	9 78	6 89	10 61	SDS _k	5736	83 74	78 68	90 99	96 28	114 75
SDJ _k	4165	43 24	37 05	36 23	42 37		SDJ _k	4152	79 10	75 73	65 09	66 31	
SDJ _k	4077	34 03	62 41	56 90	32 02	43 28	SDJ _k	4064	86 94	163 90	134 80	96 69	96 62

ANEXA NR. 5

Pag. 7

Continuare Tabelul Nr.2.							Continuare Tabelul Nr.2.						
TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.2. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)							TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.2. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)						
Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. V							PANOUL Nr. VI						
CSS _k	5940	32 52	18 04	28 50	28 81		CSS _k	5907	10 10	8 79	16 52	13 31	
CSS _k	5941	5 44	7 10	10 73	9 99	17 89	CSS _k	5908	5 71	6 01	4 77	4 54	5 26
CSM _k	5949	8 20	10 18	9 93	8 97		CSM _k	5916	15 25	16 40	16 24	15 10	15 50
CSM _k	5950	10 82	11 59	11 34	10 58	10 33	CSM _k	5917	16 30	17 31	17 15	16 15	16 24
CSD _k	5956	30 87	34 23	30 02	26 80		CSD _k	5925	29 77	32 69	29 76	26 93	28 79
CSD _k	5959	52 86	40 67	39 57	60 52	39 23	CSD _k	5926	43 32	33 33	35 63	51 40	35 63
CSES _k	8069	25 82	27 43	27 98	26 35		CSES _k	8036	34 74	36 59	36 94	35 08	35 83
CSES _k	8070	23 21	24 32	24 86	23 74	25 46	CSES _k	8037	33 05	34 58	34 93	33 39	34 24
CIS _k	3893	63 13	67 86	75 34	66 50		CIS _k	3861	16 91	16 35	20 65	23 38	19 28
CIS _k	3894	32 32	26 47	33 65	40 09	51 95	CIS _k	3862	13 24	15 21	15 07	13 11	16 24
CIM _k	3902	6 21	6 50	6 72	5 40		CIM _k	3869	2 17	3 56	3 70	2 28	2 57
CIM _k	3903	3 82	5 23	5 45	4 01	5 29	CIM _k	3870	1 31	2 75	2 89	1 41	2 28
CID _k	3911	43 18	30 56	20 06	31 60		CID _k	3878	29 38	20 32	13 37	21 65	21 65
CID _k	3912	90 40	93 41	104 30	65 32	59 65	CID _k	3879	60 36	62 51	69 75	44 06	40 06
CIEJ _k	83	26 68	26 64	26 67	27 71		CIEJ _k	50	35 23	35 74	34 32	35 82	35 82
CIEJ _k	64	25 89	25 24	24 73	25 38	25 99	CIEJ _k	51	34 69	33 44	33 17	34 42	34 42
SSS _k	5810	71 66	127 60	108 50	67 72		SSS _k	5797	39 86	71 62	63 12	36 40	36 40
SSS _k	5722	60 36	69 18	75 68	66 59	80 94	SSS _k	5709	36 06	43 61	46 49	38 76	46 49
SSJ _k	4138	63 05	56 81	49 06	45 66		SSJ _k	4125	29 98	32 37	27 68	25 90	25 90
SSJ _k	4050	118 90	62 16	66 48	95 44	68 30	SSJ _k	4037	67 07	35 63	39 89	55 17	39 89
SDS _k	5811	18 70	81 63	92 06	134 20		SDS _k	5798	114 60	65 70	68 87	94 39	68 87
SDS _k	5723	77 62	71 57	81 19	87 47	99 71	SDS _k	5710	50 54	46 75	56 31	58 18	69 71
SDJ _k	4139	66 96	80 32	71 46	76 89		SDJ _k	4126	57 53	53 97	46 08	51 49	46 08
SDJ _k	4051	86 68	105 40	136 20	90 89	99 73	SDJ _k	4038	59 45	106 10	90 65	60 62	66 62

ANEXA NR. 5

Pag. 8

Continuare Tabelul Nr.2.						
TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.2. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)						
Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. VII						
CSS _k	5874	14 80	14 24	15 01	15 57	
CSS _k	5875	14 50	15 94	15 70	14 27	15 00
CSM _k	5883	19 49	18 19	18 13	19 42	
CSM _k	5884	18 65	19 88	19 62	18 58	19 02
CSD _k	5892	25 16	27 49	25 92	23 65	
CSD _k	5893	32 40	24 97	26 20	37 63	28 18
CSES _k	8003	42 34	40 28	40 42	42 49	
CSES _k	8004	39 55	41 48	41 63	39 70	40 99
CIS _k	3827	14 95	8 17	7 54	13 46	
CIS _k	3828	8 23	10 33	10 72	8 58	10 25
CIM _k	3836	5 15	3 35	3 41	5 23	
CIM _k	3837	2 86	4 68	4 76	2 93	4 05
CID _k	3845	14 29	8 42	4 72	9 91	
CID _k	3846	32 48	32 52	35 19	22 96	20 06
CIEJ _k	17	38 53	41 50	43 55	40 53	
CIEJ _k	18	43 37	40 64	38 52	41 21	40 98
SSS _k	5764	11 56	7 47	13 19	17 48	
SSS _k	5696	13 54	8 68	8 11	12 83	11 61
SSJ _k	5764	11 56	7 47	13 19	17 48	
SSJ _k	5696	13 54	8 68	8 11	12 83	11 61
SDS _k	5867	21 92	23 52	26 54	26 84	36 47
SDS _k	5765	61 72	36 11	42 16	50 93	
SDJ _k	5867	21 92	23 52	26 54	26 84	36 47
SDJ _k						

Tabelul Nr.3.

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE
A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.3. [N/mm²]
(SARCINĂ VERTICALĂ)**

Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. I						
CSS _r	6056	23 76	31 39	14 10	26 34	
CSS _s	6057	13 62	10 93	11 93	14 76	18 35
CSM _r	6063	2 50	2 14	2 27	2 64	
CSM _s	6064	1 60	1 31	1 43	1 73	1 95
CSD _r	6069	5 13	6 53	4 62	3 52	
CSD _s	6070	11 14	12 55	14 20	9 49	8 42
CSES _r	8395	5 58	5 91	5 06	4 75	
CSES _s	8396	3 95	4 22	3 71	3 46	4 58
CIS _r	849	13 63	13 63	13 63		
CIS _s	827	5 07	12 34	12 10	4 94	10 76
CIM _r	833	2 13	2 28	2 02	1 69	
CIM _s	834	3 07	4 28	3 99	2 82	2 81
CID _r	839	8 73	14 06	13 12	7 90	
CID _s	840	16 08	8 34	8 81	19 19	12 03
CIEJ _r	197	1 51	1 61	1 83	1 70	
CIEJ _s	198	1 67	1 24	1 30	1 64	1 59
SSS _r	5857	19 22	27 56	35 03	18 49	
SSS _s	5769	36 49	31 08	31 39	36 83	29 51
SSJ _r	1237	15 29	15 98	14 39	13 73	
SSJ _s	1039	17 85	31 56	25 83	19 92	19 32
SDS _r	5858	51 18	30 43	28 96	43 01	
SDS _s	5770	27 64	26 41	28 64	29 90	33 27
SDJ _r	1238	15 20	13 31	14 54	16 47	
SDJ _s	1040	22 64	18 42	34 91	28 35	20 48

Continuare Tabelul Nr.3.

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE
A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.3. [N/mm²]
(SARCINĂ VERTICALĂ)**

Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. II						
CSS _r	6037	25 85	16 19	15 84	21 76	
CSS _s	6038	12 99	12 51	14 02	14 52	16 71
CSM _r	6041	8 98	7 41	7 59	9 18	
CSM _s	6042	7 73	6 30	6 49	7 94	7 70
CSD _r	6045	3 05	1 98	1 95	4 05	
CSD _s	6046	9 23	10 88	5 85	7 31	5 54
CSES _r	8373	19 71	19 97	16 81	16 56	
CSES _s	8374	18 33	18 59	15 68	15 43	17 64
CIS _r	3990	15 51	26 17	22 19	17 99	
CIS _s	3991	8 86	8 08	10 27	11 11	15 02
CIM _r	3995	3 67	3 93	3 55	3 31	
CIM _s	3996	6 42	6 99	6 42	5 88	5 02
CID _r	3998	17 81	15 85	12 46	14 28	
CID _s	3999	29 33	34 56	40 65	24 11	23 83
CIEJ _r	175	4 66	4 17	4 34	4 83	
CIEJ _s	176	3 68	3 47	3 63	3 85	4 08
SSS _r	5847	31 57	55 32	45 79	34 29	
SSS _s	5759	22 07	21 57	25 38	25 90	32 74
SSJ _r	4175	12 40	13 78	11 63	10 32	
SSJ _s	4087	29 50	15 45	18 99	24 08	17 02
SDS _r	5848	48 02	28 34	25 41	41 80	
SDS _s	5760	31 23	26 76	28 40	32 95	32 86
SDJ _r	4176	23 04	21 22	17 75	19 47	
SDJ _s	4088	26 22	49 71	40 77	30 55	28 59

Tabelul Nr.3.

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE
A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.3. [N/mm²]
(SARCINĂ VERTICALĂ)**

Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. III						
CSS _r	6008	22 17	13 80	19 32	19 80	
CSS _s	6007	4 28	6 37	8 92	6 63	12 66
CSM _r	6015	2 90	2 00	1 94	2 82	
CSM _s	6016	3 40	2 44	2 37	3 32	2 65
CSD _r	6024	6 76	7 70	7 22	8 26	
CSD _s	6025	11 11	7 43	8 22	12 74	8 93
CSES _r	8347	13 60	13 45	11 99	12 13	
CSES _s	8348	14 70	14 55	12 80	12 95	13 27
CIS _r	3959	50 73	66 55	83 39	99 61	
CIS _s	3960	14 48	31 08	22 85	16 67	48 17
CIM _r	3968	66 64	75 0	75 22	66 76	
CIM _s	3969	65 43	73 53	73 83	65 72	70 28
CID _r	3977	19 30	24 98	28 90	22 52	
CID _s	3978	40 39	33 75	17 24	20 68	25 97
CIEJ _r	149	163 40	96 33	96 33	163 40	
CIEJ _s	150	74 69	62 93	62 93	74 69	99 34
SSS _r	5836	48 18	88 42	75 17	45 95	
SSS _s	5748	36 38	46 83	51 74	42 99	54 71
SSJ _r	4164	96 05	108 60	102 40	90 12	
SSJ _s	4076	115 20	96 00	89 55	156 50	114 68
SDS _r	5837	17 31	11 10	13 25	14 66	
SDS _s	5749	5 83	6 81	10 11	7 00	11 01
SDJ _r	4165	43 44	37 32	36 46	42 53	
SDJ _s	4077	34 33	62 90	59 22	32 24	43 56

Continuare Tabelul Nr.3.

**TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE
A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.3. [N/mm²]
(SARCINĂ VERTICALĂ)**

Punctul caracteristic	Numărul elem. finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. IV						
CSS _r	5973	58 55	35 88	43 26	49 83	
CSS _s	5974	18 76	20 92	26 12	29 62	34 64
CSM _r	5982	6 62	6 70	6 34	6 48	
CSM _s	5983	9 25	8 64	6 49	6 89	7 72
CSD _r	5991	41 20	42 49	37 38	36 15	
CSD _s	5992	65 52	50 11	49 71	78 09	50 08
CSES _r	8314	4 76	5 29	5 41	4 85	
CSES _s	8315	4 26	3 94	3 79	3 82	4 51
CIS _r	3926	72 34	116 90	102 20	90 66	
CIS _s	3927	43 33	34 67	44 80	54 05	70 12
CIM _r	3935	3 83	4 60	4 96	4 15	
CIM _s	3936	1 76	2 46	2 82	2 01	3 32
CID _r	3944	57 56	47 52	36 89	46 29	
CID _s	3945	94 15	107 90	125 90	77 24	74 18
CIEJ _r	116	11 47	11 42	13 13	13 19	
CIEJ _s	117	10 67	11 11	10 12	9 69	11 35
SSS _r	5823	106 20	188 20	157 70	103 10	
SSS _s	5735	86 20	95 58	106 10	96 35	117 43
SSJ _r	4151	72 59	77 49	67 24	62 55	
SSJ _s	4063	158 20	64 95	93 27	130 30	93 32
SDS _r	5824	190 20	106 60	111 40	157 40	
SDS _s	5736	82 97	78 10	90 40	95 49	114 07
SDJ _r	4152	78 17	74 74	64 25	67 53	
SDJ _s	4064	87 77	161 60	133 10	97 38	95 59

Tabelul Nr.3.							Continuare Tabelul						
TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.3. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)							TENSIUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.3. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)						
Punctul caracteristic	Numărul elem finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media	Punctul caracteristic	Numărul elem finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. V							PANOUL Nr. VI						
CSS _p	5940	34.64	20.29	26.63	30.21		CSS _k	5907	13.06	8.95	18.56	14.37	
CSS _p	5941	7.99	6.66	12.29	11.57	19.31	CSS _p	5908	3.40	3.58	2.85	2.79	
CSM _p	5949	7.73	6.67	6.45	7.52		CSM _k	5916	12.91	14.05	13.91	12.77	
CSM _p	5950	9.15	9.94	9.72	8.94	8.76	CSM _p	5917	13.64	14.68	14.74	13.70	
CSD _p	5958	29.62	32.77	28.55	25.53		CSD _k	5925	27.76	30.54	27.58	24.89	
CSD _p	5959	49.75	39.85	36.65	59.21	37.99	CSD _p	5926	41.51	32.03	33.78	49.31	
CSES _p	6261	26.07	26.54	24.49	24.03		CSES _k	8248	35.09	35.40	32.95	32.64	
CSES _p	6262	23.06	23.52	22.23	21.77	23.96	CSES _p	8249	33.12	33.42	31.47	31.17	
CIS _p	3893	52.07	86.12	73.99	65.74		CIS _k	3860	29.03	49.07	42.00	37.21	
CIS _p	3894	31.26	25.39	32.73	38.98	50.79	CIS _k	3861	17.21	14.74	16.94	21.57	
CIM _p	3902	4.52	5.77	5.99	4.71		CIM _k	3869	0.89	2.14	2.28	0.97	
CIM _p	3903	3.16	4.53	4.74	3.35	4.59	CIM _k	3870	0.51	1.35	1.51	0.40	
CID _p	3911	43.52	30.94	20.49	32.00		CID _k	3878	30.70	21.64	14.64	22.96	
CID _p	3912	90.21	93.49	104.60	65.46	60.09	CID _k	3879	61.02	63.83	71.64	45.18	
CIEJ _p	83	26.10	25.13	26.16	27.13		CIEJ _p	50	34.14	32.80	33.38	34.73	
CIEJ _p	84	25.33	24.74	24.23	24.81	25.45	CIEJ _k	51	33.62	32.51	32.25	33.36	
SSS _p	5810	72.10	28.90	108.90	68.68		SSS _k	5797	42.53	76.33	66.38	39.08	
SSS _p	5722	60.09	68.49	75.22	66.55	81.12	SSS _p	5709	37.69	44.67	47.99	40.83	
SSJ _p	4138	52.83	56.55	49.13	45.57		SSJ _k	4125	29.13	31.99	27.71	24.98	
SSJ _p	4050	115.00	61.64	67.58	94.79	67.89	SSJ _p	4037	65.21	34.39	38.20	53.69	
SDS _p	5811	159.90	90.45	90.72	132.60		SDS _k	5798	113.70	64.95	67.59	93.69	
SDS _p	5723	76.71	70.47	79.95	86.44	96.41	SDS _p	5710	50.84	48.60	55.97	56.31	
SDJ _p	4139	85.58	80.11	71.24	76.52		SDJ _k	4126	57.56	54.21	48.16	51.39	
SDJ _p	4051	66.50	63.00	136.80	90.82	98.95	SDJ _k	4038	59.97	110.00	91.50	61.69	

TENSUNILE DIN PANOURILE STRUCTURII PLANE A VAGONULUI DISCRETIZARE V.P.P.3. [N/mm ²] (SARCINĂ VERTICALĂ)						
Punctul caracteristic	Numărul elem finit	Nodul i	Nodul j	Nodul k	Nodul l	Media
PANOUL Nr. VII						
CSS _k	5674	20.14	19.24	22.13	23.07	
CSS _k	5675	20.85	20.80	20.20	20.25	20.84
CSM _k	5863	22.28	21.77	21.77	22.28	
CSM _k	5864	21.83	22.34	22.33	21.82	22.05
CSD _k	5892	25.27	27.03	25.61	23.89	
CSD _k	5893	31.64	24.07	27.26	36.70	27.68
CSES _k	6215	29.91	29.91	29.84	29.84	
CSES _k	6216	29.94	29.94	29.73	29.73	29.86
CIS _p	3827	25.78	14.94	14.23	22.16	
CIS _p	3828	13.29	14.74	15.84	14.35	16.92
CIM _k	3836	6.80	4.93	5.03	6.92	
CIM _k	3837	4.20	6.09	6.21	4.30	5.56
CID _p	3645	16.81	10.28	5.96	11.77	
CID _p	3646	37.51	37.85	41.24	26.76	23.52
CIEJ _k	17	39.41	42.54	44.62	41.45	
CIEJ _p	18	44.20	41.36	39.27	42.07	41.67
SSS _k	5784	26.66	14.04	19.13	34.45	
SSS _k	5696	24.01	14.35	14.33	24.05	21.63
SSJ _p	4112	4.01	5.06	2.93	2.17	
SSJ _p	4024	9.65	16.51	14.93	16.16	8.93
SDS _p	5785	57.56	33.27	40.04	47.49	
SDS _p	5657	19.56	20.79	25.64	24.33	33.59
SDJ _k	4113	36.96	35.30	31.85	33.46	
SDJ _k	4025	37.88	68.35	57.23	37.77	42.35

8003 8004						8036 8037													
4		4						4		4									
1 1		2 2		3 3		1 1		2 2		3 3									
5784 5874 5875		5883 5884		5892 5893		5907 5908		5916 5917		5925 5926									
9	5784	Panoul VII						5785	11	9	5797	Panoul VI						5798	11
	5696							5697			5709							5710	11
	4112							4113			4125							4126	12
10	4024							4025	12	10	4037							4038	12
3827 3828		3836 3837		3845 3846		3860 3861		3869 3970		3878 3879									
5 5		6 6		7 7		5 5		6 6		7 7									
8 8		17 18				8 8		60 51											

MODUL DE DISPUNERE ȘI NUMERELE ELEMENTELOR FINITE PENTRU STRUCTURA PLANĂ A VAGONULUI VARIANTA DE CALCUL - VPP1
(Vagon cu acoperș)

8069 8070						8102 8103													
4		4						4		4									
1 1		2 2		3 3		1 1		2 2		3 3									
5940 5941		5949 5950		5958 5959		5973 5974		5982 5983		5991 5992									
9	5810	Panoul V						5811	11	9	5823	Panoul IV						5824	11
	5722							5723			5735							5736	11
	4138							4139			4151							4152	12
10	4050							4051	12	10	4063							4064	12
3893 3894		3902 3903		3911 3912		3926 3927		3935 3936		3944 3945									
5 5		6 6		7 7		5 5		6 6		7 7									
8 8		83 84				8 8		116 117											

ANEXA Nr.5 Pag.13

8135 8136						8161 8162													
4		4						4		4									
1 1		2 2		3 3		1 1		2 2		3 3									
6006 6007		6015 6016		6024 6025		6037 6038		6041 6042		6045 6046									
9	5836	Panoul III						5837	11	9	5847	Panoul II						5848	11
	5748							5749			5759							5760	11
	4164							4165			4175							4176	12
10	4076							4077	12	10	4087							4088	12
3959 3960		3968 3969		3977 3978		3990 3991		3994 3995		3998 3999									
5 5		6 6		7 7		5 5		6 6		7 7									
8 8		149 150				8 8		175 176											

MODUL DE DISPUNERE ȘI NUMERELE ELEMENTELOR FINITE PENTRU STRUCTURA PLANĂ A VAGONULUI VARIANTA DE CALCUL - VPP1
(Vagon cu acoperș)

8183 8184							
4		4					
1 1		2 2		3 3			
6056 6057		6063 6064		6069 6070			
9	5857	Panoul I				5858	11
	5769					5770	
	1237					1238	
10	1039					1040	12
849 827		833 834		839 840			
5 5		6 6		7 7			
8 8		197 198					

ANEXA Nr.5 Pag.14

<u>8003 8004</u>						<u>8036 8037</u>																					
		4 4						4 4																			
		1 1		2 2		3 3		1 1		2 2		3 3															
		5874 5875		5883 5884		5892 5893		5907 5908		5916 5917		5925 5926															
9	5784	Panoul VII						5785	11	9	5797	Panoul VI						5798	11								
	5696							5697			5709										5709					5709	
	4112							4113			4125										4125					4125	
10	4024	Panoul V						4025	12	10	4037	Panoul IV						4038	12								
	3827 3828							3836 3837	3845 3846		3860 3861							3869 3870	3878 3879		3860 3861	3869 3870	3878 3879		3860 3861	3869 3870	3878 3879
	5 5							6 6	7 7		5 5							6 6	7 7		5 5	6 6	7 7		5 5	6 6	7 7
		8 8						8 8						8 8													
		17 18						50 51						50 51													

MODUL DE DISPUNERE SI NUMERELE ELEMENTELOR FINITE PENTRU STRUCTURA PLANĂ A VAGONULUI VARIANTA DE CALCUL - VPP2
(Vagon: fără acoperiş)

<u>8069 8070</u>						<u>8102 8103</u>																					
		4 4						4 4																			
		1 1		2 2		3 3		1 1		2 2		3 3															
		5940 5941		5949 5950		5958 5959		5973 5974		5982 5983		5991 5992															
9	5810	Panoul V						5811	11	9	5823	Panoul IV						5824	11								
	5722							5723			5735										5735					5735	
	4138							4139			4151										4151					4151	
10	4050	Panoul III						4051	12	10	4063	Panoul II						4064	12								
	3893 3894							3902 3903	3911 3912		3926 3927							3935 3936	3944 3945		3926 3927	3935 3936	3944 3945		3926 3927	3935 3936	3944 3945
	5 5							6 6	7 7		5 5							6 6	7 7		5 5	6 6	7 7		5 5	6 6	7 7
		8 8						8 8						8 8													
		83 84						116 117						116 117													

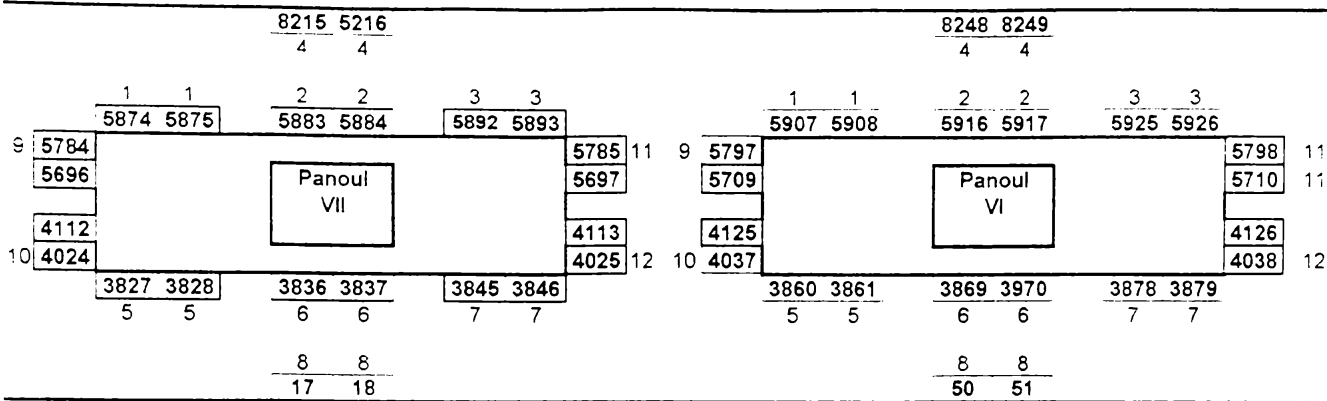
ANEXA Nr.5 Pag

<u>8135 8136</u>						<u>8161 8162</u>																					
		4 4						4 4																			
		1 1		2 2		3 3		1 1		2 2		3 3															
		6006 6007		6015 6016		6024 6025		6037 6038		6041 6042		6045 6046															
9	5836	Panoul III						5837	11	9	5847	Panoul II						5848	11								
	5748							5749			5759										5759					5759	
	4164							4165			4175										4175					4175	
10	4076	Panoul I						4077	12	10	4087	Panoul I						4088	12								
	3959 3960							3968 3969	3977 3978		3990 3991							3994 3995	3998 3999		3990 3991	3994 3995	3998 3999		3990 3991	3994 3995	3998 3999
	5 5							6 6	7 7		5 5							6 6	7 7		5 5	6 6	7 7		5 5	6 6	7 7
		8 8						8 8						8 8													
		149 150						175 176						175 176													

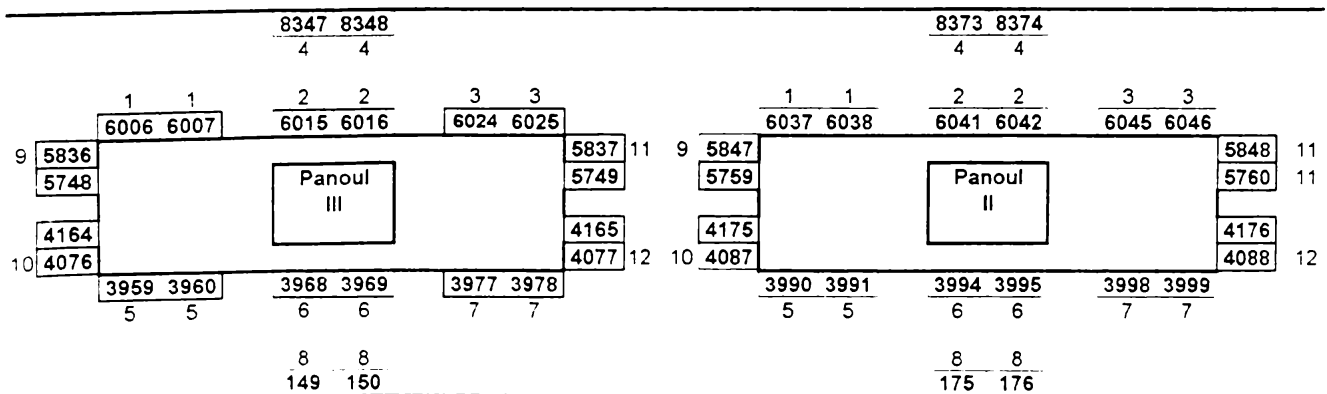
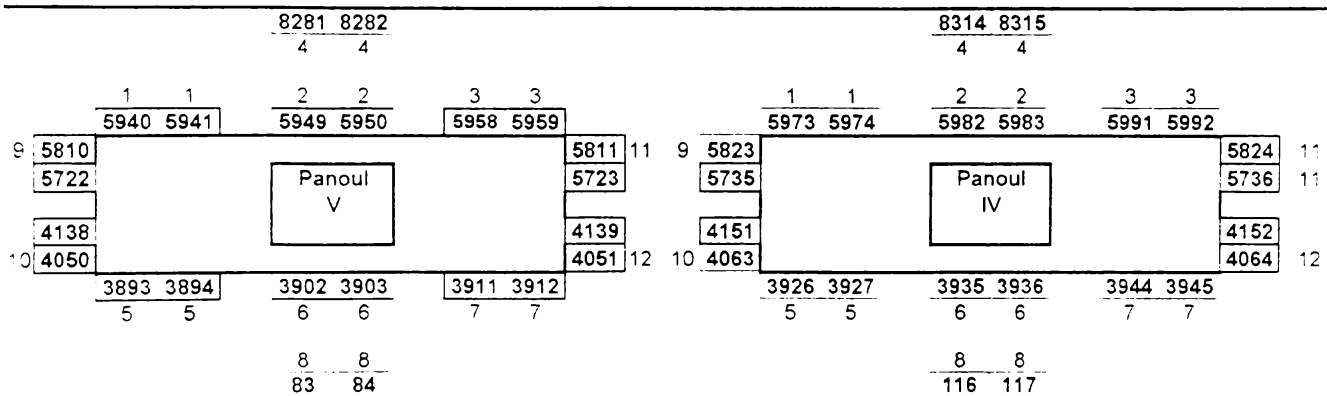
MODUL DE DISPUNERE SI NUMERELE ELEMENTELOR FINITE PENTRU STRUCTURA PLANĂ A VAGONULUI VARIANTA DE CALCUL - VPP1
(Vagon: fără acoperiş)

<u>8183 8184</u>													
		4 4											
		1 1		2 2		3 3							
		6056 6057		6063 6064		6069 6070							
9	5857	Panoul I						5858	11				
	5769							5770			5770		
	1237							1238			1238		
10	1039	Panoul I						1040	12				
	849 827							833 834	839 840				
	5 5							6 6	7 7				
		8 8											
		197 198											

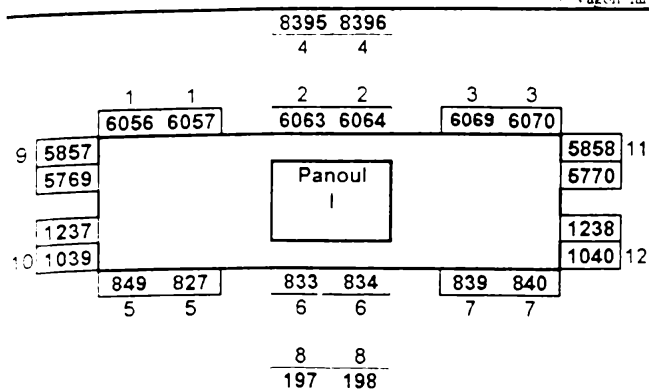
ANEXA Nr.5 Pag 16



MODUL DE DISPUNERE ŞI NUMERELE ELEMENTELOR FINITE PENTRU STRUCTURA PLANĂ A VAGONULUI VARIANTA DE CALCUL - VPP3
 - Vagon fără acopenş - având partea corespunzătoare acopenşului încornată -



MODUL DE DISPUNERE ŞI NUMERELE ELEMENTELOR FINITE PENTRU STRUCTURA PLANĂ A VAGONULUI VARIANTA DE CALCUL - VPP3
 - Vagon fără acopenş - având partea corespunzătoare acopenşului încornată -



ANEXA Nr. 6

**VALORILE TENSIUNILOR MĂSURATE EXPERIMENTAL
DIN CARCASA VAGONULUI ȘI STÂLP**

ANEXA Nr. 6.																			Tabelul Nr. 1		
VALORILE MEDII ALE MODULELOR TENSIUNILOR MĂSURATE EXPERIMENTAL DIN PANOURILE VAGONULUI [N/mm ²]																					
Punctul caracteristic	NUMĂRUL PANOURII																				
	VII			VI			V			IV			III			II			I		
	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie
CSS K										134	71.9	71.73	57	57.9	43.63	33	13.3	12.97			
										133	61.9			58	40.7		34	9.8			
										131	81.4			114	59.9		81	10.6			
OSM K													41	4.4	12.00				31	8.7	7.15
													42	19.6					32	5.6	
CSD K										59	98.8	97.57	44	28.3	28.10						
										60	88.5			83	27.9						
										115	105.4										
CSES K	151	28.00	28.00																		
CSK										124	44.4	79.58	52	35.2	45.90	39	26.1	23.35			
										126	118.7			104	56.6		73	20.6			
										125	132.4										
CM K	67	28.50		28.5																	

ANEXA Nr. 6.																			continuare Tabelul Nr. 1		
VALORILE MEDII ALE MODULELOR TENSIUNILOR MĂSURATE EXPERIMENTAL DIN PANOURILE VAGONULUI [N/mm ²]																					
Punctul caracteristic	NUMĂRUL PANOURII																				
	VII			VI			V			IV			III			II			I		
	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie	Nr TER	Tensi-unea	Tens medie
CID K										122	107.4	88.43	49	59.8	54.1						
										121	106.4			50	46.4						
										66	51.5										
CIEJ K	29	25	22.3				27	23.9	22.3				25	29.4	39.7						
	30	19.6					28	20.7					26	50							
SSS K										132	131.1	87.83	111	95.5	59.43	35	8.9	11			
													55	25.2							
										129	51			56	19.4		36	13.1			
										131	81.4			110	97.6						
SSL K										128	120.4	113.37	54	82.5	105.38	36	29	19.8			
										126	118.7			108	87.8		71	10.6			
										127	101			106	159						
													107	92.2							
SDS K										62	77	78.56	45	26.6	25.53						
										118	87.1			46	25.7						
										117	71.6			57	24.3						
SDJ K							138	101.9	113.35	63	108.9	105.13	47	6.9	19.4						
							137	124.8		54	103.1		46	25.6							
										121	106.4			89	23.7						

ANEXA Nr. 6

Tabelul Nr. 2.

VALORILE MEDII ALE MODULELOR TENSIUNILOR
MĂSURATE EXPERIMENTAL DIN STĂLP[N/mm²]

Nr. TER	IPOTEZA DE ÎNCĂRCARE					Nr. TER	IPOTEZA DE ÎNCĂRCARE				
	Nr.1 F=30 kN	Nr.2 F=30 kN	Nr.3 F=15 kN	Nr.4 F=15 kN	Nr.5 F=20 kN		Nr.1 F=30 kN	Nr.2 F=30 kN	Nr.3 F=15 kN	Nr.4 F=15 kN	Nr.5 F=20 kN
1	10.5	-13.7	-12.6	6.3	-2.1	40	-21.0	30.5	37.8	34.7	42.0
2	15.8	-16.3	-12.6	15.8	8.4	41	10.5	-15.8	-112.4	111.3	86.1
3	-	12.6	5.3	-	-	42	7.4	-4.2	100.4	-105.0	-91.4
4	10.5	23.2	17.9	-11.6	-4.2	43	24.8	-28.8	-83.0	88.8	44.1
5	-8.4	14.7	10.5	-10.5	-3.2	44	-11.0	16.8	23.1	42.0	5.3
6	7.4	-7.2	-4.2	6.3	6.3	45	-75.1	77.3	54.2	-57.3	21.0
7	-4.2	6.3	5.3	-	-	46	-29.0	21.0	14.7	-15.3	-29.4
8	-8.0	14.7	10.5	-6.3	1.1	47	56.7	-68.8	-10.5	18.4	-4.2
9	4.2	-5.1	1.1	-	3.2	48	84.0	-72.5	-123.9	130.2	88.2
10	-6.7	6.3	6.3	-	-	49	136.5	-142.8	-85.6	88.4	47.3
11	2.1	-2.1	-	-	-	50	97.3	-75.6	-118.0	105.0	58.8
12	4.8	-13.7	-14.7	16.3	3.2	51	27.3	-31.5	-157.5	149.1	117.6
13	4.2	-	-4.2	-	-	52	-22.6	26.3	42.0	-49.5	-34.7
14	22.1	-22.6	-14.7	20.0	10.5	53	15.8	-35.7	4.1	-4.2	6.3
15	5.3	-5.3	-6.3	-	4.2	54	-6.3	7.4	-17.4	21.0	-16.9
16	-5.9	11.6	14.7	-14.7	-7.5	55	-10.5	12.6	-32.0	37.8	-15.8
17	-3.2	-	-10.5	-1.1	2.1	56	4.8	-4.2	22.1	14.7	18.9
18	-3.2	9.5	-	-12.6	-10.5	57	-69.9	63.9	113.4	-94.5	-105.0
19	-3.2	-10.5	-2.1	-12.6	-10.5	58	-56.3	45.2	58.8	-73.5	-46.2
20	-65.7	100.8	71.4	44.1	12.6	59	-14.7	11.6	35.6	-35.7	-12.6
21	25.6	-94.2	-50.3	44.1	12.1	60	94.5	-87.8	58.8	53.6	11.0
22	-42.6	5.3	-14.7	11.6	-9.5	61	12.6	-14.7	-	39.9	60.9
23	16.8	-17.9	37.8	-31.1	-1.1	62	-81.9	89.5	36.8	-34.7	18.9
24	25.2	-25.2	41.0	-67.2	-47.3	63	-149.1	166.2	135.5	-133.4	-87.2
25	114.0	-79.8	73.5	67.2	25.2	64	-126.0	115.5	106.1	-113.4	-46.2
26	-65.1	18.9	65.1	84.0	-94.5	65	-63.0	71.4	106.1	-103.4	-67.2
27	38.9	-65.1	-123.9	85.1	84.0	66	-10.5	11.6	145.5	-157.5	-123.9
28	-99.8	93.5	65.1	-55.7	-48.3	R1a	-57.8	60.9	58.8	-65.1	-59.9
29	-13.0	16.8	65.1	55.7	48.3	R1b	-30.0	37.8	72.5	-50.4	-92.4
30	9.5	-9.5	2.1	-3.2	-6.3	R1c	-27.3	54.6	50.4	8.4	-26.3
31	-2.1	12.6	-	-	4.2	R2a	-10.5	8.4	44.1	-77.7	-86.1
32	-4.2	-12.6	-8.4	1.1	4.2	R2b	32.6	-38.9	18.9	-43.1	-69.3
33	21.0	-16.8	-45.2	36.8	13.7	R2c	14.2	-20.0	-15.3	12.6	11.6
34	5.3	-10.5	-17.9	4.2	-4.2	R3a	76.7	-71.5	-121.8	162.0	39.9
35	-12.6	21.0	25.2	-11.6	-21.0	R3b	75.0	-73.6	154.4	-126.3	11.0
36	-4.2	4.2	-4.2	-	-2.1	R3c	51.0	-51.6	-21.0	26.3	15.8
37	-10.5	16.8	10.5	-21.0	-	R4a	-	-	-	-	-
38	4.2	-7.4	5.3	-3.5	-30.5	R4b	49.4	-47.7	-101.9	104.1	26.3
39	-29.4	12.6	52.5	-51.5	-50.4	R4c	-4.2	4.4	-21.0	21.1	6.3