

**UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" TIMIȘOARA
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

ing. ALIC CARMEN INGE

**CONTRIBUȚII LA EVALUAREA GRADULUI DE SIGURANȚĂ
AL HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE,
ȚINÂND SEAMA DE CONDIȚIILE REALE DE EXPLOATARE**

Teză de doctorat

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA

UNIVERSITATE	
NUMER	
DATA	
NUMER	321/793
DATA	008

Conducător științific

Prof.dr.ing. IOAN ALEXANDRU CARABA

- 1998 -

CUPRINS

	Pag.
I. PREZENTAREA CALITATIVĂ A MODULUI DE COMPORTARE ÎN EXPLOATARE, SUB ASPECTUL IMPERFECCIUNILOR ȘI DEFECTELOR	1
1.1 CONSIDERAȚII GENERALE	1
1.2 ANALIZA FACTORILOR GENERATORI DE IMPERFECCIUNI ȘI DEFECTE	2
1.2.1 Factori metalurgici și mecanici din procesul de fabricare al produselor laminate din oțel	2
1.2.2 Execuția elementelor sudate și montarea structurilor metalice.....	10
1.3 MODUL REAL DE LUCRU ȘI EXPLOATARE, SPECIFIC HALELOR DIN SIDERURGIE	17
1.3.1 Acțiuni datorate procesului de exploatare și efectul lor asupra elementelor structurii.....	17
1.3.2 Condițiile reale de lucru ale structurilor metalice în atmosfera industrială. Tipuri de coroziune și efectul acestora asupra structurii	24
1.4 CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE	31
II. POSIBILITĂȚI DE EVALUARE A SIGURANȚEI STRUCTURILOR REALE, AFECTATE DE IMPERFECCIUNI ȘI DEFECTE	32
2.1 CONCEPTUL DE SIGURANȚĂ ÎN EXPLOATARE AL STRUCTURILOR DE TIP HALĂ INDUSTRIALĂ CU PODURI RULANTE	32
2.2 ASPECTE PRIVIND INFLUENȚA IMPERFECCIUNILOR ȘI DEFECTELOR ASUPRA COMPORTĂRII SUB ÎNCĂRCĂRI	35
2.2.1 Structuri de rezistență ideale. Structuri de rezistență reale.....	35
2.2.2 Efectul imperfecțiilor și defectelor asupra răspunsului la solicitări.....	36
2.3 POSIBILITĂȚI DE MODELARE FIZICĂ ȘI MATEMATICĂ A SIGURANȚEI STRUCTURILOR METALICE ALE HALELOR INDUSTRIALE CU PODURI RULANTE	46
2.3.1 Evaluarea siguranței în exploatare sub aspectul modelării fizice a fenomenului de cedare.....	46
2.3.2 Modelarea matematică a siguranței în exploatare pentru structurile halelor metalice din siderurgie.....	50
2.4 CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE	55

III. STUDII TEORETICE ASUPRA FACTORILOR CARE INFLUENȚEAZĂ SIGURANȚA ÎN EXPLOATARE A HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE.....	56
3.1 CONSIDERAȚII GENERALE. DOMENIUL ABORDAT.....	56
3.2 PREZENTAREA HALEI INDUSTRIALE STUDIATE.....	58
3.2.1 Forma, dimensiunile în plan și în secțiune.....	58
3.2.1.1 Caracteristicile procesului tehnologic. Utilaje tehnologice.....	58
3.2.1.2 Utilaje de ridicat și transportat.....	61
3.2.2 Alcătuirea structurală.....	63
3.2.2.1 Cadrul transversal	63
3.2.2.2 Căile de rulare.....	66
3.2.2.3 Sisteme de contravântuiri și portale	67
3.2.2.4 Închiderile halei	69
3.2.3 Analiza legăturilor dintre elementele componente ale halei.....	71
3.2.4 Scheme statice și de încărcare ale elementelor componente și ale ansamblului halei.....	75
3.2.4.1 Scheme statice și de încărcare pentru calculul plan al elementelor structurii	75
3.2.4.2 Scheme statice și de încărcare pentru calculul de conlucrare spațială.....	86
3.2.5 Definirea schemei ideale și a schemei reale a structurii.....	89
IV. METODE COMPLEMENTARE DE INVESTIGAȚII EXPERIMENTALE ASUPRA FACTORILOR GENERATORI DE IMPERECȚIUNI LA HALELE METALICE CU REGIM GREU.....	91
4.1 STUDII ȘI MĂSURĂTORI TEHNICO-TOPOGRAFICE ASUPRA GEOMETRIEI STRUCTURILOR DE REZISTENȚĂ AFLATE ÎN EXPLOATARE.....	91
4.1.1 Programul de studii și măsurători tehnico-topografice.....	91
4.1.2 Operații pregătitoare pentru efectuarea măsurătorilor	92
4.1.3 Măsurători efectuate. Rezultate și mărimi topografice obținute	101
4.1.4 Tabloul final al rezultatelor obținute în urma executării ridicărilor topografice	136
4.1.5 Analiza și interpretarea rezultatelor programului de studii și măsurători tehnico-topografice	138
4.2 STUDII ȘI CERCETĂRI EXPERIMENTALE ASUPRA MATERIALULUI METALIC DIN ELEMENTELE STRUCTURILOR DE REZISTENȚĂ AFLATE ÎN EXPLOATARE	147
4.2.1 Programul de studii și încercări experimentale	147
4.2.2 Operații pregătitoare pentru efectuarea măsurătorilor	148
4.2.3 Efectuarea încercărilor experimentale și analiza modului în care rezultatele acestora pot influența siguranța construcțiilor	152
4.2.4 Prelucrarea rezultatelor experimentale și analiza diferiților parametri	155
4.2.5 Estimarea valorică a caracteristicilor materialului metalic încorporat în construcție	164
4.2.6 Analiza corelațiilor între rezultatele experimentărilor. Interpretarea rezultatelor finale	169
4.3 CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA STUDIILE ȘI CERCETĂRILE EXPERIMENTALE EFECTUATE	181

V. ANALIZA SIGURANȚEI ÎN EXPLOATARE A STRUCTURILOR METALICE DIN SIDERURGIE	184
5.1 MODELAREA STRUCTURII PENTRU CALCULUL PLAN ȘI CALCULUL SPAȚIAL	184
5.2 CALCULUL PLAN ȘI CALCULUL DE CONLUCRARE SPAȚIALĂ	192
5.2.1 Probleme tratate. Tipuri de calcul efectuate	192
5.2.2 Calculul grinzilor de rulare	192
5.2.3 Calculul plan al cadrelor transversale	197
5.2.4 Calculul de conlucrare spațială a ansamblului structurii.....	202
5.3 ANALIZA CALCULELOR EFECTUATE ȘI A REZULTATELOR PRIVIND SIGURANȚA STRUCTURII	209
5.4 CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA METODELE ȘI PROCEDURA DE EVALUARE A SIGURANȚEI ÎN EXPLOATARE. STUDIUL COMPARATIV AL REZULTATELOR CALCULELOR CU CELE ALE MĂSURĂTORILOR ȘI CERCETĂRILOR EXPERIMENTALE EFECTUATE. CONTRIBUȚII PERSONALE	225
VI. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA SIGURANȚEI ÎN EXPLOATARE A HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE	231
6.1 OBSERVAȚII CRITICE ASUPRA COMPORTĂRII ÎN EXPLOATARE A HALELOR CU SCHELET METALIC DIN SIDERURGIE	231
6.2 PROPUNERI PRIVIND EVALUAREA GRADULUI DE SIGURANȚĂ ÎN EXPLOATARE A HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE	239
6.2.1 Aspecte generale. Probleme tratate	239
6.2.2 Propuneri referitoare la obiectivele și modul de finalizare al investigațiilor privind starea tehnică a halelor metalice din siderurgie, aflate în exploatare...	240
6.2.3 Propuneri privind criteriile de adoptare și modul de aplicare al metodelor de evaluare a siguranței halelor metalice din siderurgie, aflate în exploatare...	242
6.3 CONDIȚII ȘI RECOMANDĂRI PRIVIND URMĂRIREA COMPORTĂRII ÎN EXPLOATARE A HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE	249
Bibliografie	252
ANEXE	255
A.1.1 Verificarea geometriei podurilor rulante din H.C.A	255
A.2.1 Organigrama programului de calcul ROBOT- Structures	259
A.3.1 Organizarea și declararea datelor de intrare în programul ROBOT-Structures.....	260
A.4.1 Programul de calcul INDSTAT.....	269
A.4.2 Programul de calcul VERNOR	270
A.4.3 Programul de calcul VERALE	271
A.4.4 Programul de calcul CORELA	272
A.5.1 Deplasări și forțe nodale calculate pentru structura ideală a H.C.A.- calcul de ord.I.....	274
A.5.2 Deplasări și forțe nodale calculate pentru structura ideală a H.C.A.- calcul de ord.II.....	288
A.5.3 Deplasări și forțe nodale calculate pentru structura reală a H.C.A.- calcul de ord. I.....	302
A.5.4 Deplasări și forțe nodale calculate pentru structura reală a H.C.A.- calcul de ord.II.....	312

CONTRIBUȚII LA EVALUAREA GRADULUI DE SIGURANȚĂ AL HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE, ȚINÂND SEAMA DE CONDIȚIILE REALE DE EXPOATARE

CAP. I.

PREZENTAREA CALITATIVĂ A MODULUI DE COMPORTARE ÎN EXPLOATARE, SUB ASPECTUL IMPERFEȚIUNILOR ȘI DEFECTELOR

1.1 CONSIDERAȚII GENERALE

Halele industriale destinate desfășurării proceselor tehnologice din industria siderurgică și metalurgică fac parte, în general, din categoria structurilor alcătuite din bare de oțel. Comportarea lor mecanică sub încărcări este studiată pe baza unor ipoteze simplificatoare și a modelărilor matematice aferente : oțelul este tratat ca un material omogen și izotrop iar determinarea solicitărilor și a deformațiilor maxime probabile se efectuează pe baza anumitor valori (încărcări, caracteristici de material, caracteristici geometrice ale secțiunilor) care, în realitate, pot prezenta unele abateri față de cele considerate în calcule. Siguranța elementelor și a structurilor respective depinde astfel de influența unor imperfecțiuni și abateri cauzate de factori ce pot interveni atât în procesul de fabricare al elementelor metalice, cât și la execuția și montajul lor în structură.

Peste efectul acestor imperfecțiuni și abateri se suprapune și acela al unor acțiuni specifice halelor metalice din siderurgie cum sunt, de exemplu, cele datorate proceselor tehnologice caracteristice și condițiilor de exploatare în atmosfera industrială corozivă specifică acestor sectoare.

Capitolul I cuprinde o analiză critică a factorilor generatori de imperfecțiuni și defecte în fazele premergătoare exploatării, urmată de evidențierea efectului asupra elementelor structurii, a acțiunilor specifice halelor metalice din siderurgie.

1.2 ANALIZA FACTORILOR GENERATORI DE IMPERFEȚIUNI ȘI DEFECTE

1.2.1 Factori metalurgici și mecanici din procesul de fabricare al produselor laminate din oțel

Factorii caracteristici procesului de fabricare a elementelor pentru construcții metalice - elaborarea oțelului, tratamentul termic, prelucrarea la cald sau la rece - determină valoric dar influențează și calitativ proprietățile fizico-mecanice și tehnologice, datorită capacității lor de a induce imperfecțiuni în material.

Proprietățile mecanice ale materialelor în general, sunt exprimate prin legi matematice a căror valabilitate teoretică se extinde până la dimensiunile punctului matematic, situație obținută atunci când mărimea Δ a particulei tinde către zero. Particulele materialelor reale, prezintă însă o limită fizică finită pentru mărimea Δ . Dependența dintre proprietățile mecanice ale materialului și caracteristicile dimensionale minime ale elementului pentru care se pot menține în calcule aceleași ipoteze, permit gruparea proprietăților mecanice în trei categorii [3] :

1. Proprietăți macroscopice (de ordinul I) - ce caracterizează comportarea materialului în elemente ; dimensional, această categorie este limitată inferior la mărimea pentru care nu se manifestă încă neomogenitățile locale, de tipul porilor, granulelor sau fisurilor;

2. Proprietăți microscopice (de ordinul II) - care determină comportarea materialului la nivel microscopic, de exemplu la nivelul cristalelor care compun oțelul.

3. Proprietăți submicroscopice (de ordinul III) - ce se manifestă la nivelul legăturilor moleculare sau atomice, iar în cazul oțelului, la nivelul rețelei cristaline .

Astfel, materialele metalice reale, deși macroscopic pot fi considerate omogene, se prezintă ca ansambluri de elemente distincte între care se manifestă legături iar proprietățile lor mecanice de un anumit ordin variază între anumite valori limită, ca rezultat al distribuției statistice a proprietăților de ordin inferior.

De aceea, studiul comportării elementelor din oțel la diferite solicitări, sub aspectul dependenței față de proprietățile macroscopice ale materialului, poate fi efectuat analizând influența factorilor ce determină proprietățile microscopice și submicroscopice ale acestuia.

A. Factori metalurgici din procesul de elaborare al oțelului

Oțelurile de construcții, care fac parte din categoria oțelurilor carbon și a celor slab aliate, cu procente de carbon între 0,15...0,25, studiate sub aspectul analizei structurale, arată drept constituent de bază la temperatura ambiantă, fierul α sau ferita. Soluțiile de interstiție formate de carbon în oțel conduc la apariția cementitei iar o parte a acesteia, împreună cu ferita, formează amestecul mecanic perlită. Astfel, la temperatura de exploatare, structura oțelurilor care nu sunt supuse tratamentului termic sau sunt supuse doar normalizării este o structură ferito-perlitică, iar la temperaturile ridicate, la care au loc prelucrările mecanice (laminarea, forjarea), fierul din aliaj se găsește în stare alotropică γ sub formă de austenită.

Oțelurile fiind materiale policristaline, formate dintr-un număr foarte mare de cristale mici sau grăunți, comportarea lor mecanică este determinată atât de compoziția și mărimea grăunților cât și de defectele rețelei cristaline. De aceea, caracteristicile dobândite în cursul procesului de cristalizare, care în condiții de răcire lentă urmărește traseele și zonele din diagrama de echilibru fier-carbon, influențează proprietățile fizico-mecanice și tehnologice ale oțelului obținut.

Sub aspectul mărimii grăunților, corespunzător diferitelor temperaturi la care are loc răcirea, din descompunerea austenitei apar constituenți care au o structură cu atât mai fină, cu cât viteza de răcire este mai mare. Pe măsură ce dimensiunea grăunților scade, limita de curgere, rezistența la rupere, rezistența la oboseală și la solicitare prin șoc, cresc; mărimea grăunților, influențând fenomenele de alunecare prin crearea de bariere multiple pentru alunecări în zona limitei dintre grăunți, influențează în special valoarea limitei de curgere. Dacă însă viteza de răcire este foarte mare, în oțel se separă bainita care, datorită structurii ei aciculare, determină proprietăți plastice mai reduse decât cele ale constituenților austenitici. În cazul răcirii cu o viteză ce depășește viteza critică, dependentă de procentul de carbon, este posibilă formarea martensitei, ale cărei particule sunt foarte dure, au rezistențe mari și sunt fragile,[16].

Evoluția temperaturii și distribuția acesteia în masa aliajului în curs de răcire, poate astfel influența gradul de neuniformitate al mărimii și structurii grăunților, provocând, începând din această fază, variații ale proprietăților fizico-mecanice de la o zonă la alta.

În cursul răcirii și procesului de formare a rețelei cristaline a oțelului, se produc și devieri ale poziției atomilor față de pozițiile lor teoretice ideale, [41]. Aceste devieri de la așezarea periodică ordonată a atomilor din rețea, localizate în vecinătatea câtorva atomi sub forma unor imperfecțiuni punctiforme, fig.1.1, sau extinse pe domenii microscopice sub forma unor imperfecțiuni ale rețelei, pot genera defecte liniare de tipul dislocațiilor, fig.1.2.

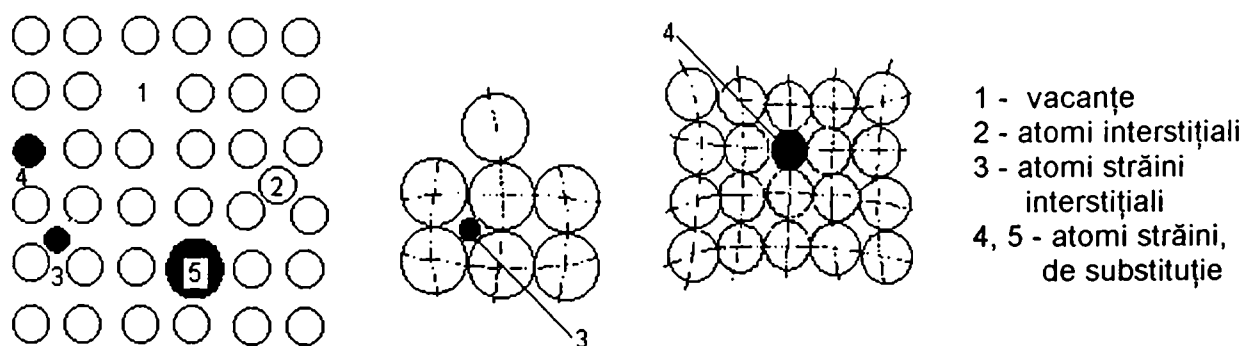


Fig.1.1 Defecte punctiforme însoțite de tensionarea rețelei metalelor reale

Poziția schematică a atomilor într-o rețea deformată din zona unei dislocații liniare este prezentată în fig.1.2a. Tensionarea rețelei cristaline deranjată în vecinătatea dislocației, are ca efect apariția unor forțe interioare de respingere în partea semiplanului suplimentar unde rețeaua este comprimată, respectiv de atracție în partea cealaltă a planului de alunecare, unde rețeaua este dilatată. În condițiile supunerii metalului la solicitări exterioare, zona din dreptul centrului dislocației funcționează întâi ca un captator pentru atomii de carbon dizolvați și pentru cei de azot, prezenți în oțel ca impuritate, apoi, după saturație, în jurul dislocației se formează o

atmosfera de atomi străini - atmosfera Cottrell - ce influențează fenomenele deplasării, respectiv pe cele ale blocării dislocațiilor în cursul procesului de deformare prin alunecare, reprezentat în fig.1.2b ; acțiunea, în acest sens, a atmosferelor Cottrell, justifică, după [1], apariția limitei de curgere ascuțită și forma zimțată a începutului palierului de curgere a oțelului moale, puse în evidență pe curba caracteristică a epruvetelor supuse la tracțiune.

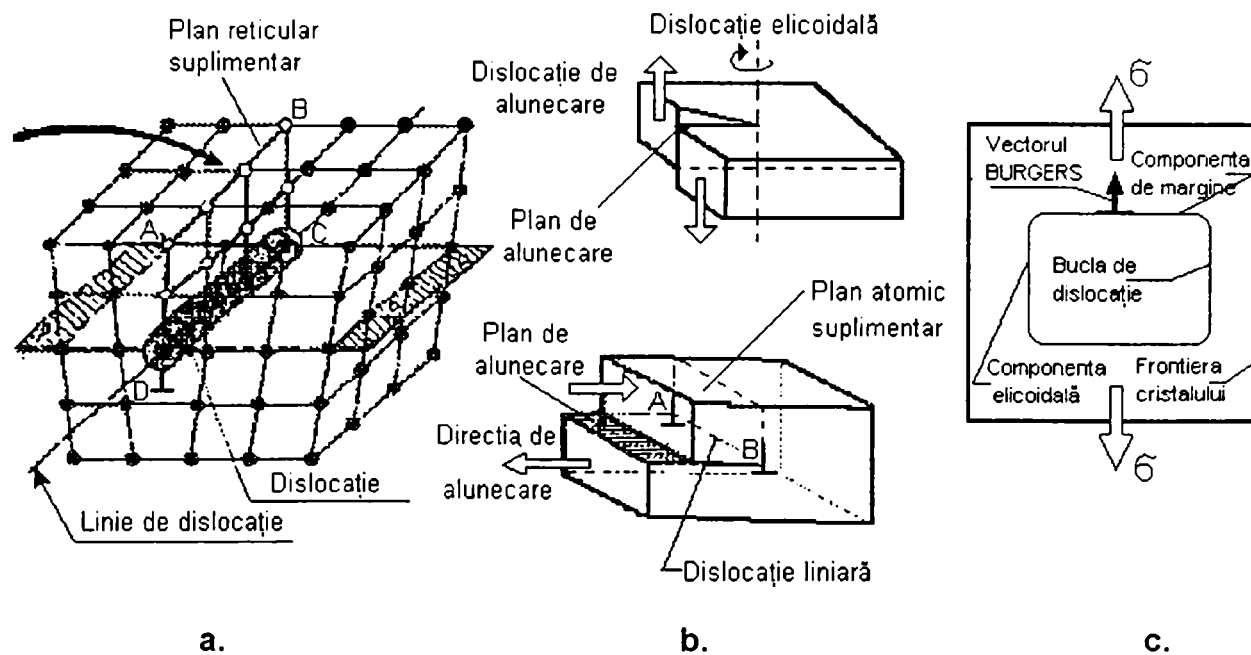


Fig.1.2 Defecte de tipul dislocațiilor în rețeaua cristalină a metalelor reale
a - Dislocația marginală (C-D) și semiplanul reticular suplimentar (ABCD) aferent ;
b- Tipuri de alunecări în dislocațiile liniare și elicoidale ;
c- Dislocații cu caracter mixt în cristalele reale

Liniile dislocațiilor, deoarece delimitează zona alunecată de cea în care alunecarea nu a pătruns încă, se termină în dreptul suprafeței cristalului unde, fie converg în noduri de dislocații, fie formează bucle închise alcătuite din dislocații marginale și elicoidale, cum sunt cele din fig.1.2c, cu vectorul Burgers constant pe circuit.

Considerarea dislocațiilor ca distorsiuni ale mediului cristalin au contribuit astfel la explicarea mecanismelor de deformare plastică, iar cinetica propagării dislocațiilor în rețeaua cristalină, pe cele ale ruperii la nivel microstructural și ecrusării sub solicitări, [10]. Ultimul fenomen menționat, denumit în [1] și ecrusaj prin forțe interioare de speța a doua, se produce datorită blocării în zona limitei dintre grăunți, a dislocațiilor existente în sistemul de alunecare al unui grăunte, înainte de pătrunderea alunecării în sistemul de alunecare, altfel orientat, al grăuntelui vecin. În cazul oțelului moale policristalin, efectul de ecrusaj se manifestă atât datorită soluției solide (grăunții de ferită constituind soluția solidă a carbonului în fierul α), cât și a fazei secundare (perlita fiind amestecul eutectoid de ferită și cementită). Deoarece în soluția solidă atomii de carbon dizolvați se grupează în dreptul defectelor (dislocații, limite ale grăunților), ei constituie atât surse de noi dislocații, cât și factori de reducere a mobilității acestora ; în cursul deformației plastice, fenomenul de difuziune a atomilor de carbon spre noile dislocații produse, provoacă ecrusajul prin dispersie, respectiv îmbătrânirea prin deformare a metalului. Faza secundară, din cauza fenomenului de îmbătrânire termodinamică în urma precipitării în timp a perlitei din ferită, produce ecrusajul prin precipitare.

Influențarea proprietăților fizico-mecanice ale oțelului de către factorii metalurgici analizați, conduce la includerea lor în categoria factorilor generatori de imperfecțiuni structurale.

B. Factori mecanici și metalurgici rezultați din procesul de laminare

Imperfecțiunile structurale de tipul variației limitei de curgere și îndeosebi prezența tensiunilor remanente la profilele metalice obținute prin laminare la cald, pot fi justificate analizând transformările pe care le suportă oțelul în cursul acestui proces.

Laminarea oțelului, produsă prin impunerea unei deformări plastice, are loc prin alunecarea unor zone din cristal de-a lungul unor plane de alunecare cu densitate maximă de atomi, sub forma unor benzi de alunecare. Limitele dintre grăunți, reprezentând suprafețe unde orientarea cristalografică se modifică brusc, cu diferențe unghiulare între direcțiile rețelelor, constituie bariere pentru alunecări și zone în care se produc aglomerări de dislocații, însoțite de efecte de ecruisare. În fig.1.3, după [15], este reprezentată schematic structura unei benzi de alunecare.

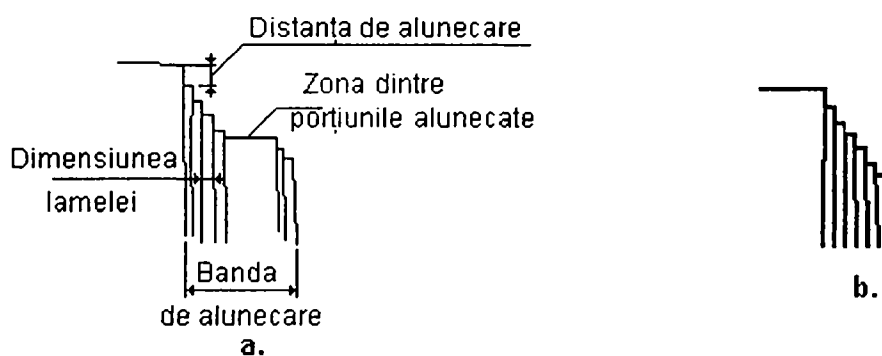
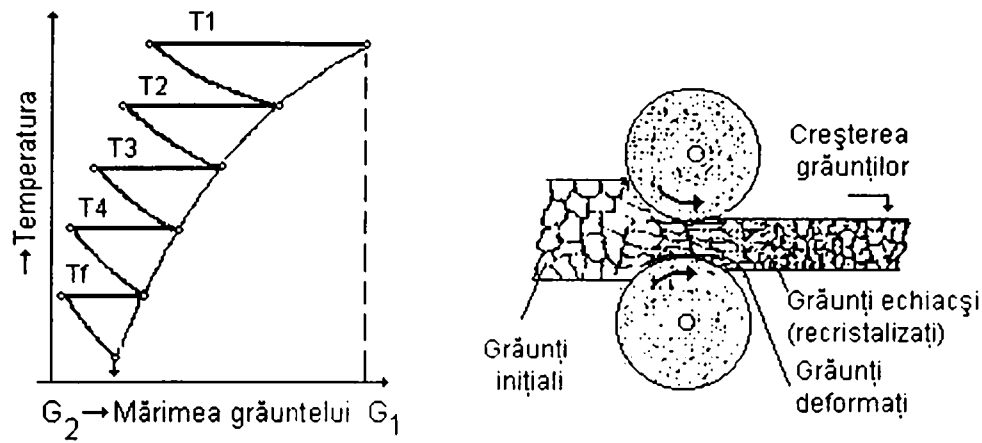


Fig. 1.3 Reprezentarea schematică a unei benzi de alunecare
a - deformare mică ; b - deformare mare

Exercitarea acțiunilor mecanice în vederea realizării deformării plastice se efectuează deasupra temperaturii începutului de recristalizare (peste 550° C la oțelul carbon); de aceea, în timpul laminării la cald, în oțelul ce are o structură austenitică omogenă în urma încălzirii prealabile a lingourilor la 1100°-1200° C,[39], au loc procese de recristalizare și formare a unor structuri de laminare, în cursul cărora se produce și o finisare a grăunților.

Desfășurarea procesului de recristalizare, descris în [39], are loc în două faze : mai întâi, cristalele alungite, deformate și divizate se refac în cristale mici cu forme rotunjite, apoi, la temperaturi mai înalte cristalele cresc, înglobând cristalele mici. Reprezentarea schematică din fig.1.4, [15], a acestor procese, arată că la trecerile succesive prin valțuri are loc o sfărâmare a grăunților care, datorită temperaturii, cresc din nou până se produce o altă sfărâmare a lor.



G_1 - mărimea inițială a grăuntelui ; G_2 - mărimea finală

Fig.1.4 Reprezentarea schematică a modului de finisare a grăuntelui prin laminare

Totodată, deformarea plastică impusă produce o orientare preferențială a sistemelor de alunecare în raport cu direcția deformării și este însoțită de perturbări și fragmentări ale rețelei cristaline, [1]; de aceea este influențată și structura primară a oțelului, în sensul alungirii dendritelor și orientării lor în funcție de gradul de deformare, situație prezentată în fig.1.5a. Oțelul primește astfel o textură anizotropă sub forma unei structuri fibroase, cu fibrele dirijate în direcția principală de alungire, ca în fig.1.5b.

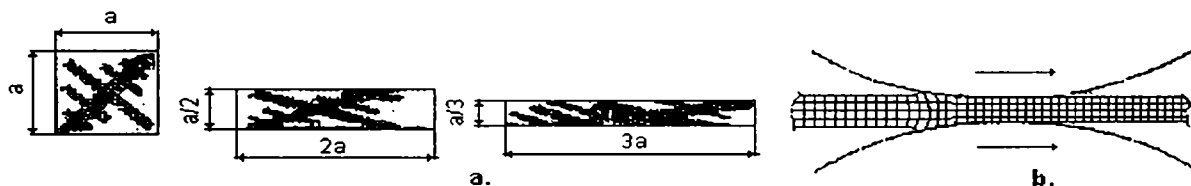


Fig.1.5 a - Schema de deformare a dendritelor; b - Schema îndesării și orientării cristalelor datorită laminării

În cazul oțelurilor necalmate, cu conținut de carbon între 0,10... 0,35 % , se semnalează frecvent apariția unei structuri în șiruri, fig.1.6, [57], în care straturile de ferită moale alternează cu straturile de perlită, mai rezistentă .

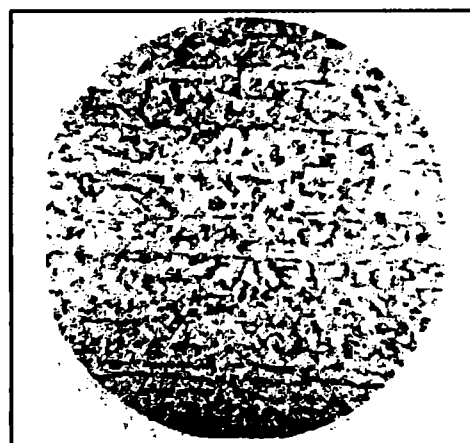


Fig.1.6 Structură în șiruri la OL 37 (x100)

Structurile de laminare prezentate, pot duce la distribuția neuniformă, respectiv o anizotropie a caracteristicilor de material în raport cu direcția de deformare, [39], situându-se astfel în categoria imperfecțiunilor structurale ale oțelului.

Nerespectarea strictă în cursul laminării a unor parametri tehnologici definitorii, ca, de exemplu, conducerea procesului la temperaturi de laminare incorecte, viteze prea mari de răcire sau realizarea unor deformări neomogene în secțiune, conduc la obținerea unor structuri cu granulație grosolană și neuniformă, cum sunt cele din fig.1.7 și fig.1.8, sau chiar a structurii Wiedmannstätten prezentată în fig.1.9,[56], deosebit de defavorabilă prin caracterul ei fragil, datorat străpugerii grăunților de perlită de către ferita aciculară sau sub formă de plăci.

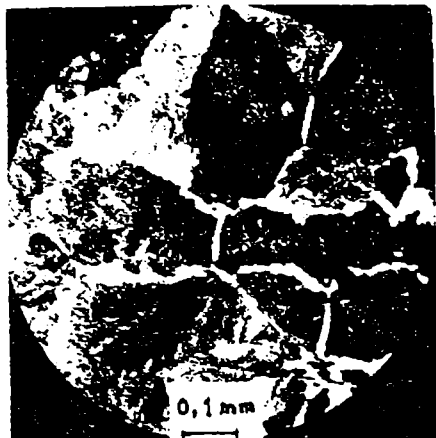


Fig.1.7 Structuri cu granulație grosolană din cauza temperaturii ridicate de sfârșit de laminare, la OL 45

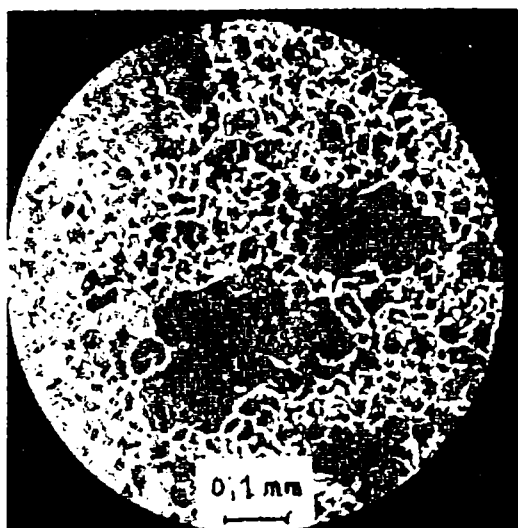


Fig.1.8 Structură cu granulație neuniformă în secțiunea unei bare laminate din OL 45



Fig.1.9 Structură de supraîncălzire, cu grăunțimari și început de configurație Wiedmannstätten

Structurile cu granulație grosolană și neuniformă prezentate au ca efect și influențarea caracteristicii de tenacitate a oțelului, în sensul scăderii acesteia; în zonele cu grăunți mari de perlită (dură) scade dimensiunea grăunților de ferită (ductilă), fenomen care corelat cu tendința perlită de rupere prin separare, conduce la scăderea tenacității, [10].

La terminarea operației de laminare, în urma procesului de răcire neuniformă însoțită de o tendință de contractare a oțelului, în interiorul produsului laminat apar tensiuni remanente sau reziduale. În descrierea fenomenului, [31], se arată că tensiunile reziduale sunt introduse în zonele mai protejate termic, care, răcindu-se în urma celor deja întărite și intrate în domeniul comportării elastice, sunt supuse tensiunilor de întindere din cauza împiedecării scurtării lor la răcire. Pentru un profil I, tensiunile de compresiune cele mai semnificative apar la capetele

tălpilor, fig.1.10, mărimea lor fiind variabilă între $\sigma_{rc} = (0...0,5) \sigma_c$, în funcție de raportul h/b și de panta intradosului tălpilor. Distribuția tensiunilor reziduale în lungul liniei mediane a profilului, depinde de parametri procesului de laminare, în norme fiind adoptată fie o aproximare parabolică, fie una liniară. [31].

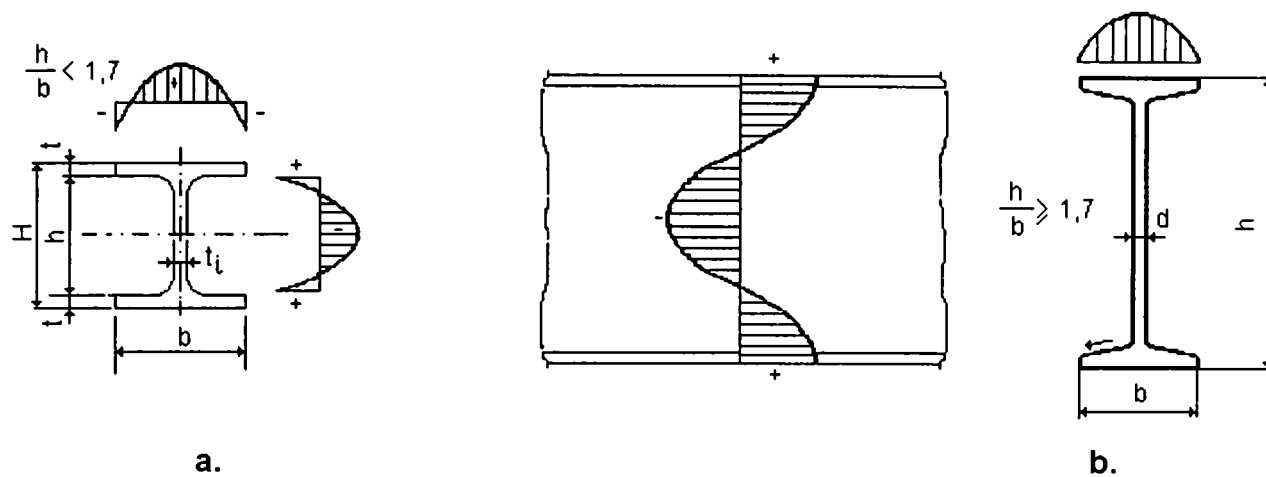


Fig. 1.10 Alura tensiunilor remanente din laminare la profilul I

Unele produse laminate, în special cele din oțel necalmat, pot prezenta segregări zonale, fig.1.11,[39], a căror existență determină repartizări neuniforme în secțiune ale unor elemente ca fosfor și sulf; efectele acestui fenomen sunt defavorabile îndeosebi în cazul construcțiilor sudate, din cauza tendinței de rupere fragilă a zonelor segregate, care, în cazul oțelurilor necalmate, se mențin și după laminare, fiind deformatate odată cu piesa.

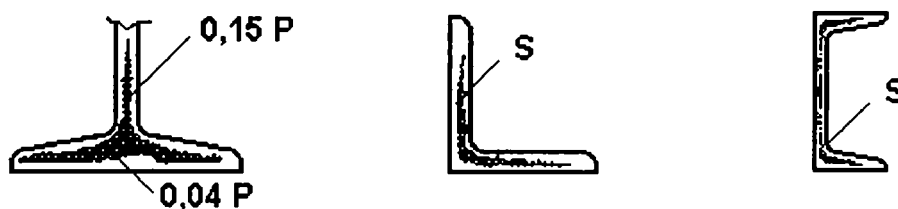


Fig. 1.11 Defecte de segregare ale profilelor laminate

La tablele și platbenzile laminate cu presiuni și viteze necorespunzătoare sau în cazul neîndepărtării retasurilor lingourilor, poate apărea fenomenul de dublare, prin suprapunerea unor straturi insuficient sudate între ele. De asemenea, structura laminatelor poate prezenta și incluziuni nemetalice, ce reduc calitatea oțelului: incluziunile de oxizi (FeO , MnO , SiO_2 , Al_2O_3) care fiind dure se sfărâma astfel încât după laminare sunt distribuite în șiruri de grăunți, ori incluziunile de sulfuri, în general plastice, care în urma laminării se prezintă sub forma unor șiruri alungite, [39].

Prezența imperfecțiunilor structurale menționate, cauzate de factori metalurgici și mecanici ce intervin de la elaborarea oțelului și până la obținerea laminatului finit, produce variații aleatoare ale caracteristicilor mecanice și proprietăților tehnologice ale produsele din oțel obținute prin laminare la cald. Principalele caracteristici afectate de existența acestor imperfecțiuni, precum și cauzele aferente, sunt :

- **Rezistența la tracțiune** - prezintă valori scăzute în cazul discontinuității materialului cu defecte interne (sulfuri, incluziuni nemetalice, porozități, segregatie zonală), deformării cu o reducere prea mică de secțiune, orientării necorespunzătoare ale fibrelor, existenței tensiunilor interne;

- **Rezistența la oboseală** - scade datorită defectelor interne, dezoxidării insuficiente a oțelului calmat, decarburării superficiale a oțelului ;
- **Reziliența** - are valori mai mici în cazul calmării insuficiente a oțelului, granulației grosolane și neomogene, structurii în benzi pronunțate și orientării necorespunzătoare a fibrelor, respectiv în cel al existenței tensiunilor interne.

Din categoria **imperfecțiunilor geometrice** ce pot apare în urma procesului de laminare, se menționează abaterile dimensionale și cele de la forma geometrică proiectată, prezentate după [57], în fig.1.12 pentru profilul U și în fig.1.13 pentru profilul I .

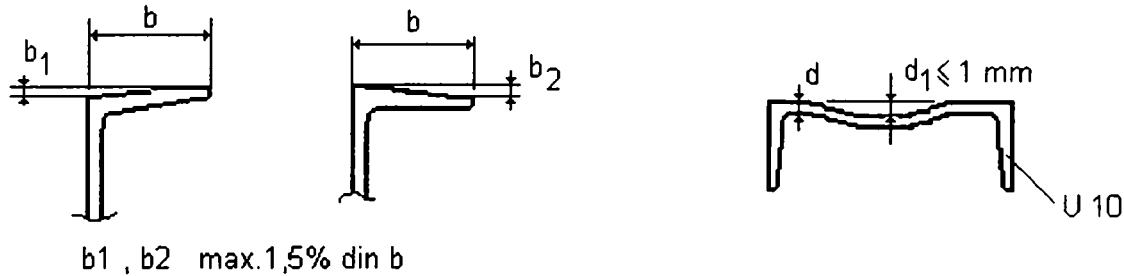


Fig. 1.12 Abateri de formă la profilul U

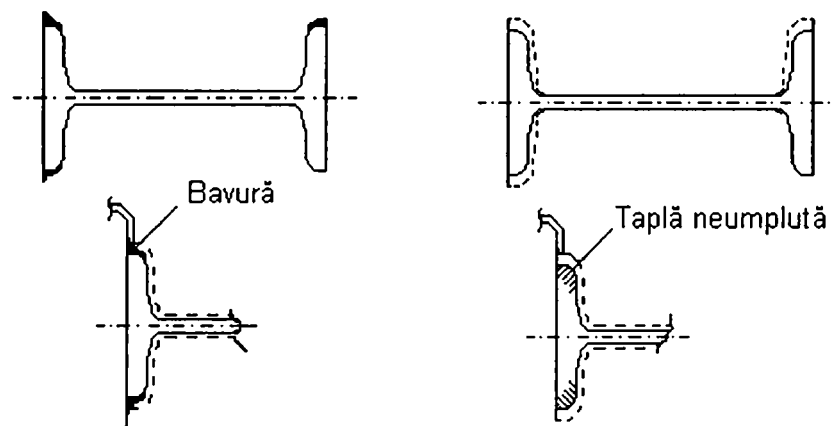


Fig. 1.13 Secțiuni incorecte la profilul I

- a - bavură cauzată de aripa prea groasă din partea închisă a calibrului precedent ;
 b - talpă neumplută din cauza aripii prea subțiri din partea închisă a calibrului precedent

Răcirea neuniformă a profilelor laminate pe lungime, poate duce la deformări pe direcția axei longitudinale, respectiv la curbarea lor, deformația fiind însoțită și de răsucire, mai ales în cazul secțiunilor nesimetrice.

Deși standardele de produs limitează valoric mărimea imperfecțiunilor, ele nu pot fi eliminate complet și astfel, barele reale alcătuite din profile de oțel obținute prin laminare la cald, rămân afectate de imperfecțiuni geometrice și structurale.

1.2.2 Execuția elementelor sudate și montarea structurilor metalice

Un volum important de elemente metalice ce alcătuiesc structurile de rezistență, se realizează prin **îmbinări sudate**. În cursul procesului de sudare, deplasarea sursei de căldură, respectiv avansarea arcului electric, induce în elementul metalic câmpuri de temperatură mobile, a căror configurație, în funcție de forma geometrică a piesei, poate fi :

- liniară, la piesele cu secțiuni redusă și lungime mare ;
- plană, pentru piesele cu grosime mică și suprafață dezvoltată ;
- spațială, când piesa are toate dimensiunile mari .

Variația de temperatură în zona câmpului este reprezentată în fig.1.14,[39], prin izotermele ovoidale, în continuă deplasare pe direcția de realizare a cordonului de sudură. Temperatura la un moment dat, maximă în centrul sursei, prezintă variații descendente și neliniare pe diferite direcții, determinând un proces de încălzire-răcire neuniformă caracteristic sudării; acest fenomen produce atât deformații termo-plastice în zona cusăturii conducând la apariția tensiunilor remanente, cât și transformări structurale în materialul de bază.

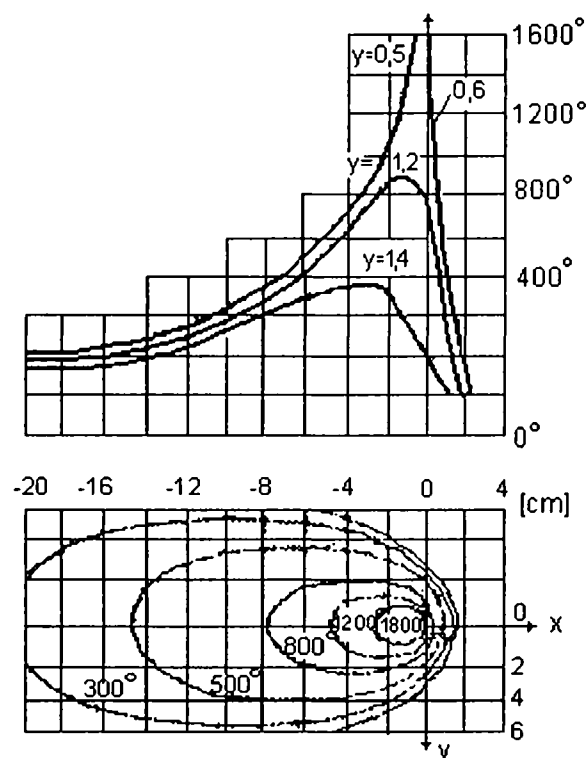


Fig. 1.14 Câmpul termic în zona unei îmbinări sudate

Structura cordonului de sudură și a zonelor învecinate, în funcție de variația temperaturii cu distanța de la axa cusăturii în cazul îmbinării unor piese din oțel-carbon, este prezentată în fig.1.15, [32].

Modificările structurale survenite, relevă o creștere intensă a granulației în zona de supraîncălzire (2) față de zona (1) ; granulația mare și structura de tip Wiedmannstätten a acestei zone, afectează tenacitatea și ridică pragul de fragilitate la rece. Zonele (3), (4) și (5) se

caracterizează prin recristalizări fazice care duc la uniformizarea granulației și obținerea unei stări apropiate de echilibru.

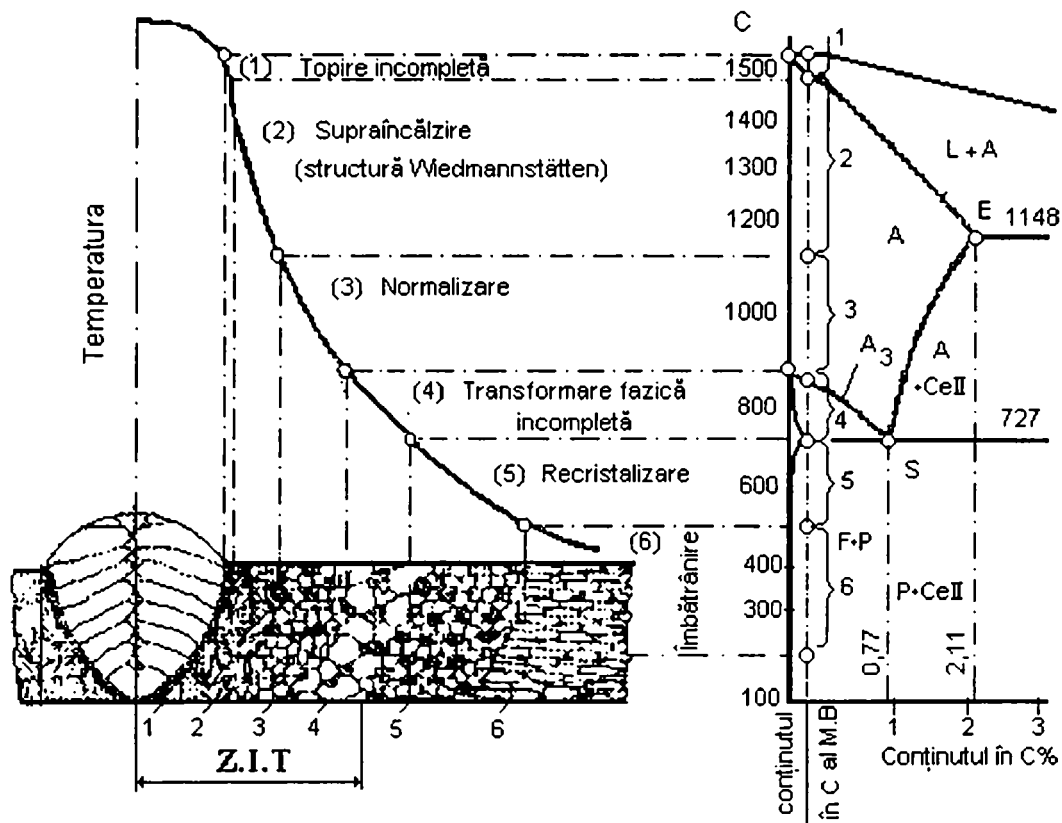


Fig. 1.15 Structura sudurii și a zonelor vecine în funcție de variația temperaturii cu distanța de la axa cusăturii

Deformațiile termo-plastice din Z.I.T., cauzate de distribuția neuniformă a temperaturii pe direcția de la axa cusăturii spre materialul de bază, sunt prezentate, după [32], în fig. 1.16.

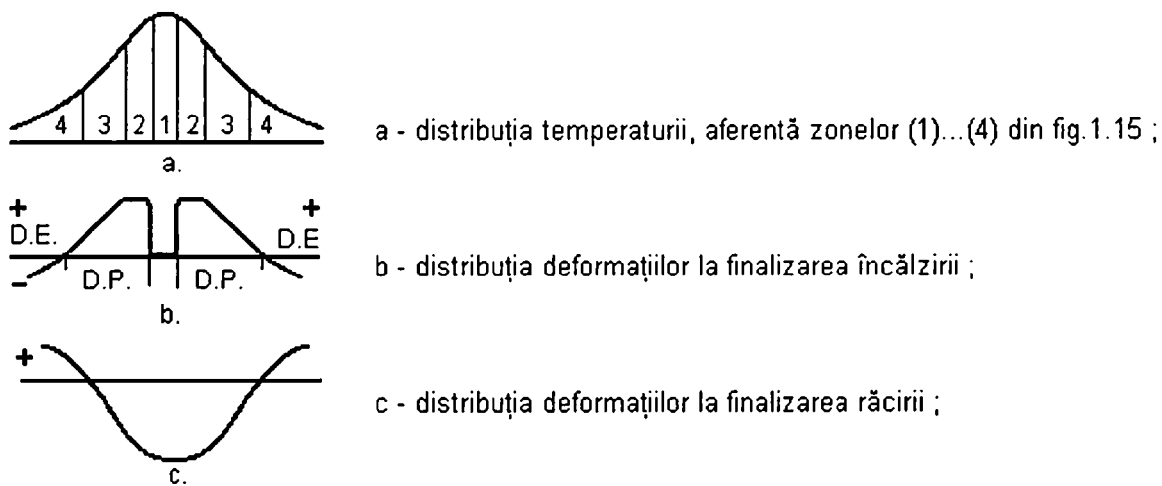


Fig.1.16 Distribuția temperaturii și a deformațiilor în zonele unei îmbinări sudate prin procedee de topire

Ciclul termo-diferențial prezentat în fig.1.15 și fig.1.16 induce în îmbinările sudate tensiuni remanente, a căror distribuție generală este arătată în fig.1.17.

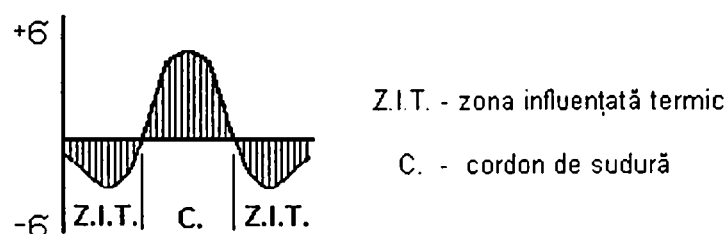


Fig.1.17 Schema distribuției tensiunilor remanente longitudinale într-o îmbinare sudată

Spre exemplificare, alura diagramelor de distribuție a eforturilor remanente după răcire, pentru o placă sudată cu un cordon de sudură în adâncime, este prezentată în fig.1.18a și b iar pentru un profil I, în fig.1.18c, [39]. În cazul plăcii, de-a lungul cordonului de sudură și în zonele imediat vecine acestuia iau naștere eforturi de întindere, maxime în zona centrală și cu valoare zero la capetele cordonului, iar în zonele mai puțin încălzite sau în cele neîncălzite, eforturile sunt de compresiune, (fig.1.18a); totodată, pe direcția transversală cordonului de sudură, apar eforturi de întindere în zona centrală și de compresiune spre capete, valorile scăzând însă cu distanța de la axa cordonului, (fig.1.18b). În cazul profilului I sudat, eforturile care se produc după răcire au distribuția din fig.1.18c, valorile cele mai mari rezultând chiar în sudurile de legătură.

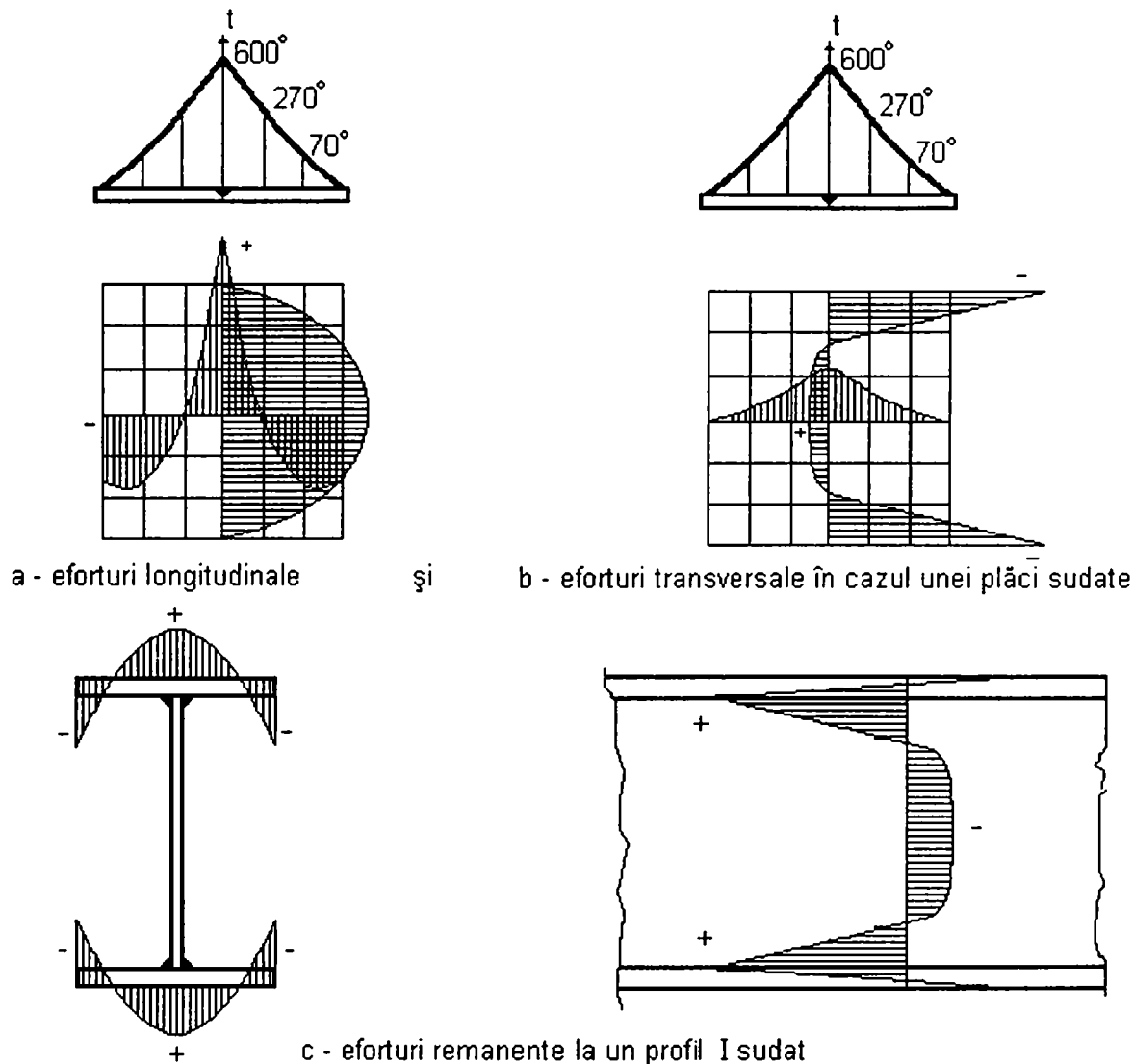


Fig.1.18 Eforturi remanente după răcire

Repartizarea tensiunilor reziduale pentru alte secțiuni tipice ale elementelor metalice sunt prezentate în fig.1.18a iar cea a tensiunilor remanente transversale într-un cordon de sudură în relief care se contractă, în fig.1.18b, [15]; acestea tensiuni sunt cu atât mai mari, cu cât piesele sudate sunt mai rigide și nu pot astfel urmări deformațiile din contracție ale sudurilor. În cazul sudurilor în relief, eforturile de întindere transversale din zona suprafeței sudurii pot duce la fisurarea acesteia, dacă materialul depus de electrozi nu prezintă suficientă rezistență contra fisurării la cald, [39].

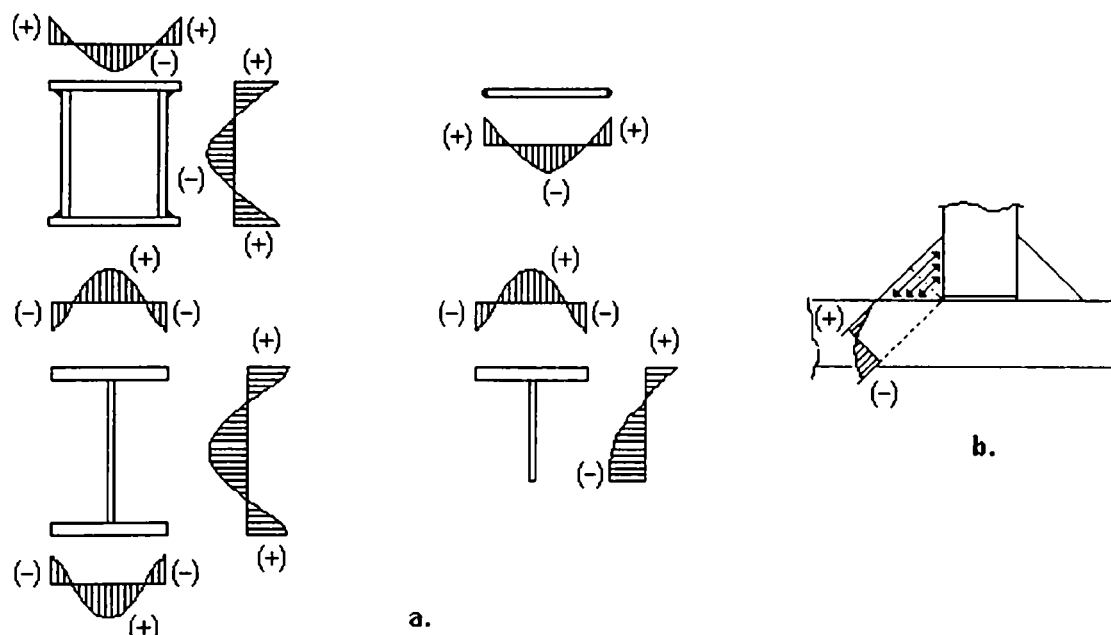


Fig. 1.19 Alura tensiunilor remanente
a - în elementele sudate ; b - în cordonul de sudură

Tensiunile remanente menționate pot genera stări de tensiune biaxiale la întâlnirea sau la apropierea prea mare a cordoanelor de sudură, respectiv stări de tensiune triaxiale în cazul pieselor cu grosime mare. Eforturile unitare de întindere biaxiale și triaxiale contribuie, după [32], la reducerea proprietăților plastice ale materialului și la tendința spre rupere fragilă, ceea ce conduce la încadrarea îmbinărilor sudate în categoria factorilor care pot genera **imperfecțiuni structurale**.

Utilizarea sudurii ca mijloc de îmbinare, datorită **deformațiilor remanente** produse atât pe secțiunea elementelor, cât și în sens longitudinal acestora, justifică încadrarea acestor îmbinări și în categoria factorilor generatori de **imperfecțiuni geometrice**.

În acest sens, în fig.1.19 este exemplificată producerea deformației remanente pe direcție transversală din cauza contracției la răcire, [30]; efectul fenomenului este ciupercarea ambelor tălpi ale profilului I și a tălpii inferioare a grinzilor cheson, respectiv, în ultimul caz, și a tălpii superioare sub forma unei unde sinusoidale duble, în situația existenței a două cordoane de sudură în relief.

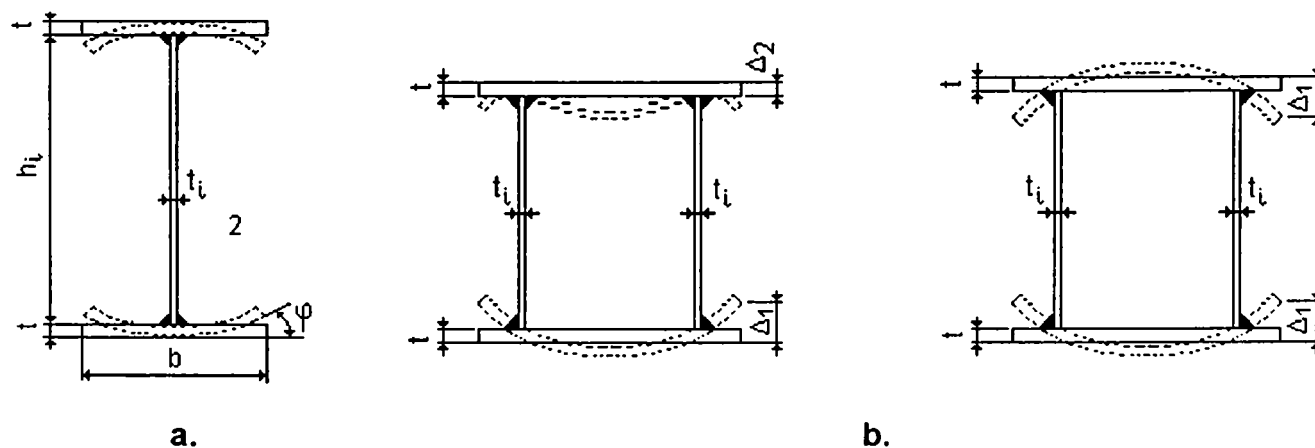


Fig.19. Deformații remanente la secțiuni sudate
a - ciupercarea tălpiilor unei secțiuni I ; b - deformarea tălpiilor la grinzile cheson

Scurtarea la răcire a grinzilor sudate, inducând tensiuni remanente și după direcția axei elementului, produce în cazul secțiunilor nesimetrice, datorită poziției excentrice a sudurilor, încovoierea în sens longitudinal, ca în fig.1.20.

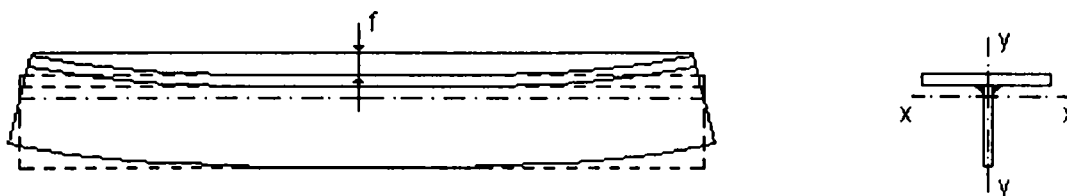


Fig.1.20 Încovoierea longitudinală a barelor cu secțiune T

Măsura tehnologică de reducere a deformațiilor remanente după sudare prin blocarea pieselor până la încheierea procesului de răcire, conduce la apariția unor tensiuni remanente suplimentare, rezultante sau reziduale, a căror mărime poate depăși, după [30], chiar valoarea limitei de curgere a materialului. Măsurile constructive și tehnologice care se recomandă a fi adoptate, pot determina menținerea tensiunilor și deformațiilor remanente între anumite limite, dar nu le pot elimina complet și de aceea, elementele sudate vor fi afectate de imperfecțiuni, atât geometrice cât și structurale.

Operațiile de montare a structurilor metalice pot fi cauzele unor **imperfecțiuni și defecte** atât de **natură geometrică** cât și **structurală**, din prima categorie făcând parte, cele datorate abaterilor de poziție ale elementelor montate, față de poziția lor prevăzută în proiect.

Astfel, în funcție de rolul și poziția elementului în structură, în urma operațiilor de montare pot apare abateri în plan orizontal, ca devieri de la aliniament în cazul stâlpilor sau grinzilor de rulare, respectiv în plan vertical, ca defecte de verticalitate ale axei stâlpilor, abateri de la cotele de montaj pentru stâlpi, rigle, elemente ale ansamblului grinzilor căilor de rulare sau a celor care fac parte din structura acoperișului.

Abaterile menționate, a căror analiză și interpretare este detaliată în cap. IV, pot avea următoarele cauze:

- elaborarea unui proiect tehnologic pe baza unor corelări incorecte sau prea aproximative dintre gabaritul elementelor, utilajele de ridicat și instrumentele de control topografic de care se dispune;
- erori la montare, cumulate din etapele anterioare ale realizării construcției, nesesizate sau necompensate prin mijloace adecvate, din motive obiective și subiective diverse.

Din categoria **imperfecțiunilor de natură structurală** ce pot apare în urma operațiilor de montare, fac parte și cele generate de utilizarea, ca procedeu de îmbinare, a **sudurilor de montaj**. De exemplu, sudarea unei îmbinări de montaj la o grindă cu secțiunea I, dacă ordinea de executare a sudurilor este cea din fig.1.21a, produce eforturile remanente cu alura din fig.1.21b, [39].

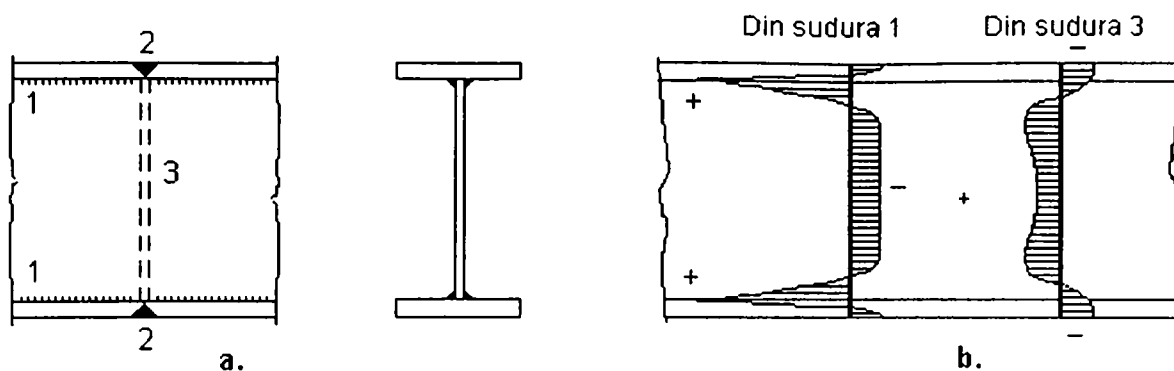


Fig.1.21 Eforturi remanente din sudarea unui rost de montaj
a- ordinea de executare a sudurilor ; b- alura diagramelor eforturilor remanente

Stabilirea tehnologiei de sudare și a ordinii de execuție a cordoanelor, are o influență semnificativă atât asupra valorilor, cât și a semnelor tensiunilor remanente; astfel, în cazul din fig.1.21, sudarea mai întâi a tălpilor de inimă și apoi a inimii este mai avantajoasă, deoarece conduce la obținerea în zona inimii a unor eforturi de întindere. Dacă însă, la o secțiune I rigidizată, sudarea rigidizărilor de exemplu, se execută înaintea sudării tălpilor, se vor dezvolta eforturi remanente de întindere pe direcția transversală inimii, cu valori mari în zonele dintre rigidizări; aceste eforturi, suprapuse cu eforturile remanente longitudinale și cu cele provenite din încărcări exterioare, generează o stare plană de eforturi, defavorabilă elementului.

Analiza factorilor determinanți ai calității îmbinărilor sudate, prezentată în [12], relevă faptul că, în zonele învecinate cordoanelor de sudură, modificările survenite pot fi asimilate celor generate în urma unor tratamente termice iar în unele dintre aceste zone, existând posibilitatea formării structurilor cu grăunți grosolani, sunt afectate proprietățile mecanice și tehnologice ale oțelului. De asemenea, nerespectarea unor factori tehnologici sau de execuție ai îmbinărilor sudate, poate determina o calitate necorespunzătoare atât a îmbinării de montaj propriu-zise, cât și a materialului de bază. În acest sens, se menționează:

- executarea cu amperaj mare a cordoanelor de sudură, producând creșteri ale temperaturii până la valori ce pot depăși temperatura de topire a materialului de bază, provoacă arderea metalului și formarea în zonele oxidate de la marginea grăunților a unor pelicule fragile, ce au ca efect local pierderea completă a plasticității oțelului;
- utilizarea electrozilor cu conținut prea ridicat de carbon conduce la obținerea atât a unor îmbinări cu calitate plastică redusă cât și la afectarea locală a microstructurii oțelului;
- folosirea electrozilor umezi, a electrozilor cu înveliș higroscopic de tipul celor bazici fără încălzire prealabilă, sau sudarea pe timp de ploaie fără măsuri de protecție, creează posibilitatea introducerii în baia metalică a hidrogenului, a cărui acțiune fragilizantă favorizează apariția fisurilor.
- alegerea unor soluții constructive necorespunzătoare, care împiedică contracțiile la răcire sau produc creșterea rigidității îmbinării, conduc la accentuarea tendinței de fisurare la cald;
- executarea cordoanelor de sudură la temperaturi ale mediului mai mici de $+5^{\circ}\text{C}$ fără luarea unor măsuri de preîncălzire a pieselor, are ca efect obținerea unor structuri fragile, comparabile cu cele ale oțelurilor călite, ce pot provoca fisurarea sudurilor sub acțiunea

tensiunilor interne datorită pierderii la temperaturi înalte ($\approx 1400^{\circ}\text{C}$), a calităților plastice ale oțelului.

Cunoașterea cauzelor imperfecțiunilor și abaterilor menționate, datorate operațiilor de montare, urmată de adoptarea unor măsuri constructive și tehnologice adecvate, poate conduce la diminuarea efectelor acestora dar nu și la eliminarea lor completă.

De aceea, structurile de rezistență ale construcțiilor aflate în exploatare, vor fi afectate de **imperfecțiuni geometrice și structurale, generate de factori ce pot interveni în timpul fabricării, execuției și montării elementelor metalice.**

1.3 MODUL REAL DE LUCRU ȘI EXPLOATARE, SPECIFIC HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE

1.3.1 Acțiuni datorate procesului de exploatare și efectul lor asupra elementelor structurii

În timpul exploatării, asupra elementelor structurii halelor ce deservește sectorul siderurgic, se exercită acțiuni ale căror caracteristici sunt determinate de particularitățile proceselor tehnologice desfășurate : pregătirea materiilor prime, aglomerarea, elaborarea și turnarea fontei și oțelului, laminarea, forjarea. Ca acțiuni specifice construcțiilor din sectorul siderurgic, pot fi considerate următoarele categorii :

A. Acțiuni temporare de tip cvasipermanent

- greutatea depunerilor de praf industrial ;
- variațiile de temperatură tehnologică;

B. Acțiuni temporare variabile

- încărcări datorate mijloacelor de ridicare și transport;
- încărcările produse de punerea în funcțiune a utilajului tehnologic.

A. Acțiuni temporare de tip cvasipermanent

Încărcarea cu praf industrial a structurilor metalice situate în apropierea surselor de praf (furnale, oțelării, turnătorii, forje) reprezintă o acțiune specifică , atât datorită greutății sale propriu-zise, cât și a efectului coroziv al depunerilor. Densitatea prafului industrial îmbibat cu apa de ploaie și compactat, poate ajunge până la valorile de 2500...3000 kg/m³, [19]. Astfel, la halele industriale situate la o distanță sub 100 m față de sursa de praf, la care panta mică a acoperișului favorizează stagnarea pe învelitoare, se poate ajunge la încărcări normate de peste 200 daN/m² , ca de exemplu în cazul halelor situate imediat lângă furnale. Încărcările cu valori mari provin deseori și din modul de exploatare necorespunzător al acestor construcții, la care nu se iau măsuri de înlăturare periodică a prafului industrial deus atât pe acoperiș cât și pe platformele tehnologice, pe cele de depozitare și de circulație din halele respective.

Praful industrial rezultat în urma proceselor siderurgice, alcătuit în cea mai mare parte din pulberi metalice ce conțin oxizi ai fierului și ai altor elemente de aliere, deus pe suprafața elementelor metalice și în contact cu apa din atmosfera industrială, constituie un agent corosiv cu agresivitate deosebită. În aceste condiții, încărcarea cu praf industrial ar putea fi considerată ca încărcare permanentă, cel puțin pentru unele categorii de construcții metalice din siderurgie.

Variațiile de temperatură tehnologică constituie încărcări aferente halelor în care au loc procese calde (elaborarea și turnarea fontei și oțelului, halele laminoarelor). Variațiile frecvente ale temperaturii se datoresc proceselor tehnologice specifice, de exemplu, în faza de afinare a oțelului, ca urmare a insuflării intense de oxigen în cuptor, temperatura băii metalice crește la peste 1700 ° C, ceea ce determină și o transmitere mai intensă a căldurii spre exterior, în special

621.783
356 B

în zona bolții cuptorului. Aceste creșteri variabile în timp și aleatorii ale temperaturii, afectează condițiile de exploatare sub încărcări ale elementelor structurii metalice de rezistență a halei, îndeosebi a grinzilor căilor de rulare.

Variații mari ale temperaturii pot apare și în cazul producerii unor avarii ale utilajului tehnologic de elaborare și turnare, ca uzura avansată a părții superioare a pereților și a bolții cuptorului, desprinderea unor porțiuni din boltă, arderea unor elemente de răcire, sau funcționarea, chiar și pentru scurt timp, în regim redus de avarie a unor astfel de utilaje. Acțiunile asupra elementelor de construcție au, în acest caz, caracterul unor acțiuni excepționale. În fig.1.22 se prezintă, de exemplu, efectul asupra grinzii de rulare din hala unei oțelării, a deteriorării izolației termice a cuptorului Siemens-Martin, în condițiile funcționării sale în această stare încă 4-5 ore, [2].

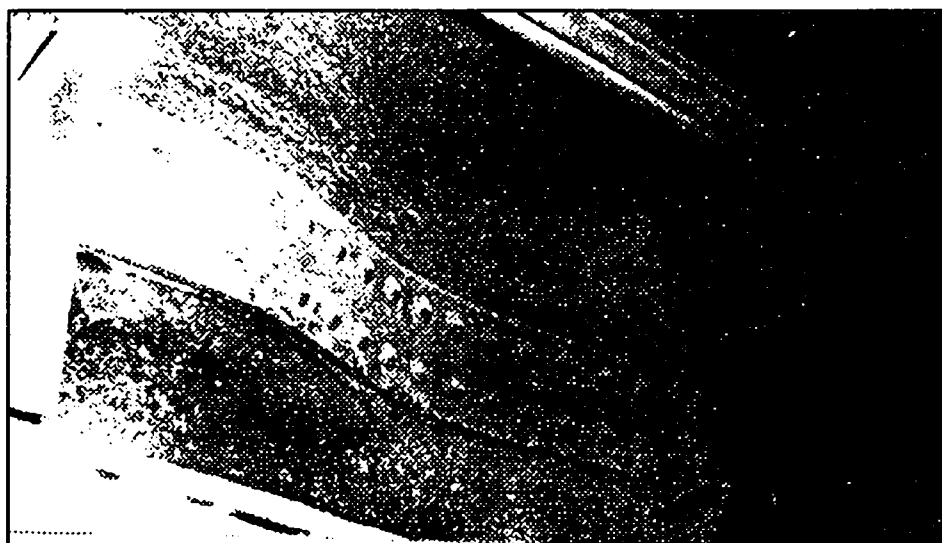


Fig.1.22 Efectul temperaturii ridicate din zona unui cuptor avariat asupra grinzii de rulare din hala unei oțelării

Grinda de rulare situată în zona cuptorului a suferit o deformare pronunțată prin deplanarea inimii între două rigidizări transversale, pe o porțiune de 90-100 cm lungime și 80 cm lățime; deformarea s-a produs datorită împiedecării dilatării termice iar eforturile mari de compresiune rezultate au provocat voalarea inimii pe această porțiune, antrenând local prin răsucire și o zonă din talpa inferioară.

B. Acțiuni temporare variabile

- **Încărcări datorate mijloacelor de ridicat și transport**

Halele industriale metalice grele, specifice industriei siderurgice și metalurgice, cu deschideri cuprinse în general între 24...36 m și înălțimi ce pot depăși 30 m, au prevăzute pentru necesitățile procesului tehnologic poduri rulante de mare capacitate (peste 1250 kN). Deplasarea lor sub sarcină în lungul căii de rulare, precum și ridicarea sau coborârea sarcinii, determină ca acțiunile provenite din funcționarea podurilor rulante să producă solicitări cu caracter variabil în timp și dinamic. În fig.1.23a și b, reproduse după [30], sunt reprezentate schematic variațiile efortului unitar normal în talpa inferioară a unei grinzi de rulare executată ca grindă simplu rezemată, respectiv în talpa superioară de pe reazemul unei grinzi continue.

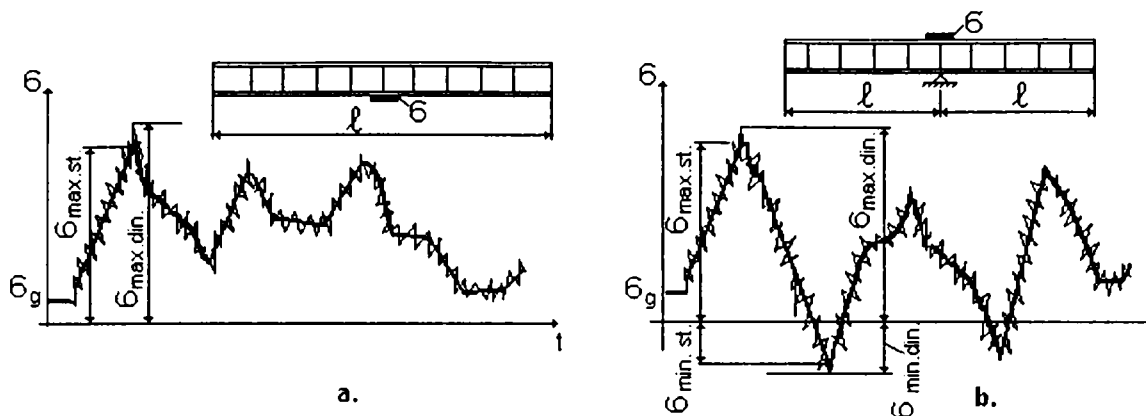


Fig.1.23 Variația în timp a efortului unitar normal σ în talpa unei grinzi de rulare
a - în câmpul unei grinzi simplu rezemate ; b - pe reazemul unei grinzi continue

În cazul transmiterii spre grinda de rulare a unor încărcări statice, variația efortului unitar normal σ ar fi reprezentată în diagramele din fig.1.23 prin linia plină și nu prin linia întreruptă, a cărei alură arată caracterul dinamic, netașonar și aleator al solicitărilor.

Analiza fenomenului amortizării oscilațiilor podului staționar, prezentat în fig.1.24 [30], relevă variația în timp a deformațiilor construcției metalice a podului dar și caracterul defavorabil al încărcărilor tehnologice transmise structurii de rezistență a halei prin grinzile de rulare.

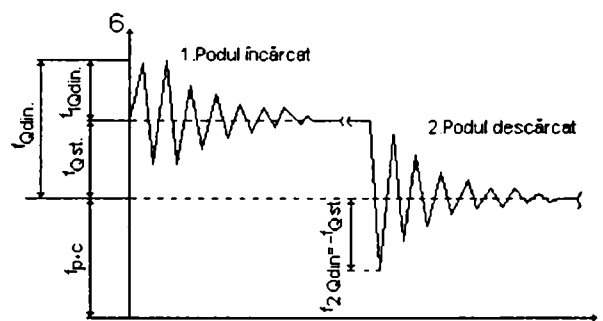


Fig.1.24 Amortizarea oscilațiilor podului staționar în timpul unui ciclu de încărcare

Forțe cu caracter dinamic apar și în cazul deplasării longitudinale a podului, la trecerea roților acestuia prin dreptul unor rosturi ale șinelor sau peste denivelările cauzate de uzura și degradarea în timp a capetelor de șină, cum sunt cele exemplificate în fig.1.25 și 1.26 [2].

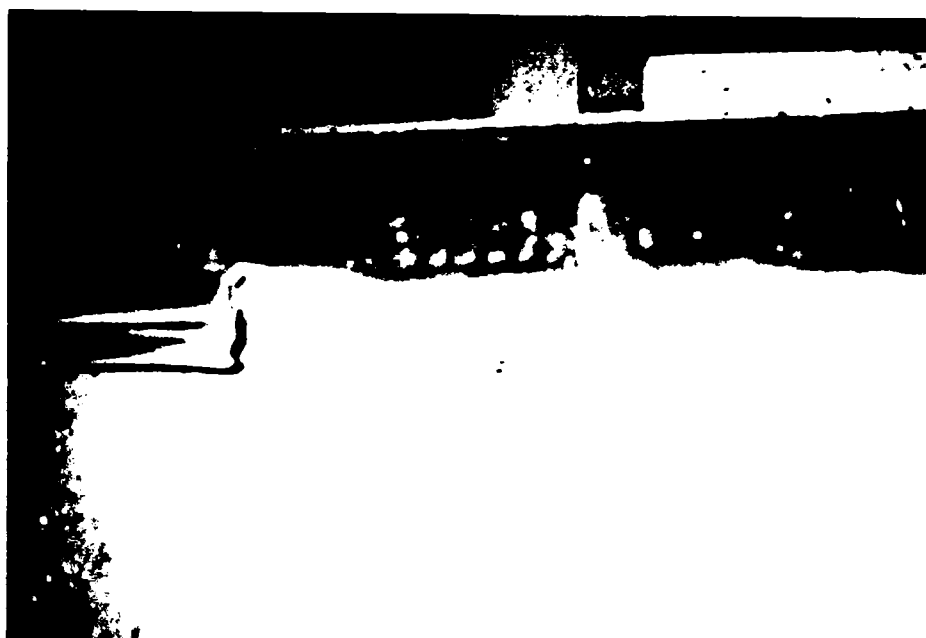


Fig.1.25 Deteriorări ale șinelor de rulare în hala unei oțelării



Fig.1.26 Deteriorarea șinei de rulare în zona rostului, în hala cuptoarelor adânci

Efectul denivelării șinei, [30], prezentat în fig.1.27, se manifestă prin "căderea" roții podului pe înălțimea h a denivelării, roata rămânând tot timpul în contact cu colțul șinei; în intervalul t_0 , cât durează "căderea", roata se deplasează vertical cu accelerația constantă a_0 , apoi, în timpul Δt_0 a impactului, roții se imprimă o accelerație a_1 de jos în sus.

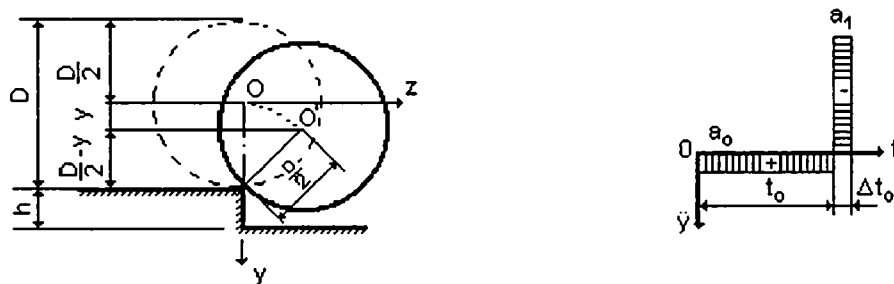


Fig.1.27 Efectul denivelării șinei de rulare

Influența defavorabilă a rosturilor și denivelărilor șinelor au impus adoptarea, în norma STAS 6911-80, a valorii de cel mult 1mm ca denivelare admisă. În urma uzurii în timp a șinelor, s-au măsurat însă și denivelări de 12-15mm, însoțite de uzuri laterale pronunțate ale ciupercii și de fisuri în inima profilului de șină, [2]. Aceste defecte se produc de obicei în zona rosturilor, fiind constatate, de exemplu, la ansamblul grinzilor căilor de rulare dintr-o oțelărie, unde fixarea tronsoanelor de șină s-a realizat cu elemente sistem clești iar prinderea de talpa superioară a grinzii de rulare, cu șuruburi. Din cauza slăbirii șuruburilor în timpul exploatării, elementul de prindere nu mai menținea contactul direct și continuu dintre șină și talpa superioară, șina fiind local puțin ridicată; la trecerea podirilor rulante pe zona rostului s-au produs șocuri ce au dus la uzura rapidă și accentuată a șinei precum și la deteriorarea buzelor bandajelor roților, până la rupturi locale ale acestora, fig.1.28, [2].

Tot ca efect defavorabil al slăbirii prinderii șinelor pe grinzile de rulare, se menționează transmiterea inegală, cu precădere la o singură grindă, a forțelor transversale provenite din frânarea sau demararea căruciorului pe pod, același efect avându-l și micșorarea accidentală a coeficientului de frecare dintre șină și roată, de obicei din cauza posibilității ca materialul de ungere al buzelor bandajelor să ajungă la fața șinei.



Fig. 1.28 Degradări ale șinelor de rulare și deteriorări ale bandajelor roților, la podurile rulante din hala unei oțelării

Repartizarea apăsărilor verticale între roțile podului depinde în mare măsură de denivelările cu care au fost montate șinele, de inexactitățile provenite din execuția podului rulant dar și de rigiditățile grinzilor principale și de capăt ale podului. În fig.1.29, presupunând că cele două căi de rulare sunt înclinate în sens invers cu $1/5000$, la un ecartament al podului de 4500 mm și în ipoteza că podul calcă pe șine cu roțile 1,2 și 3, roata 4 ar fi denivelată cu 6mm față de șină. Pentru ca toate roțile să calce pe șine structura podului trebuie să se deformeze și, din această cauză, apare o redistribuire a forțelor verticale transmise prin roți. [30].

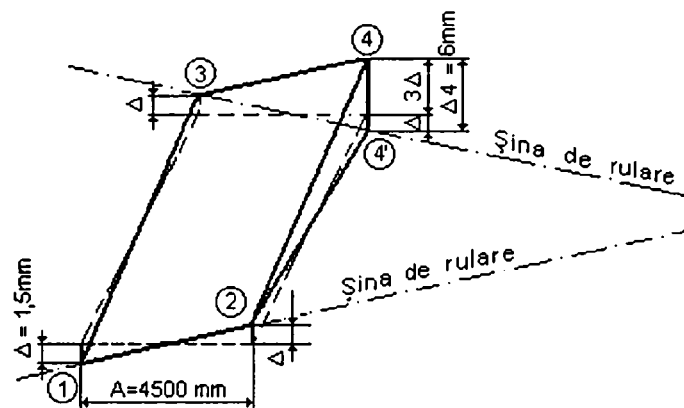


Fig. 1.29 Deformarea structurii podului și repartizarea inegală a apăsărilor maxime pe roată datorită denivelării șinelor

În practică însă, apar de multe ori imperfecțiuni de execuție sensibil mai mari, cum sunt, de exemplu, cele constatate în urma măsurătorilor efectuate asupra structurii podurilor rulante cu suspensie rigidă, tip Tiegler, ce funcționează în Hala cuptoarelor adânci. Din verificările geometriei podurilor, înscrise în anexa A1.1, au rezultat ridicări ale roților față de șine de până la 8mm iar rezultatele măsurătorilor de nivelment, prezentate detaliat în subcapitolul 4.1, au pus în evidență denivelări ale căilor de rulare, ce realizează în unele travee, pante de $1/4000 \dots 1/4500$.

Aplicarea defavorabilă a încărcărilor verticale provenite din funcționarea podurilor rulante, este accentuată și de excentricitățile de montare ale șinelor care, în general, se măresc în timpul

exploatării, datorită deplasărilor cauzate de slăbirea șuruburilor de fixare ale acestora de talpă. Astfel, în aceeași hală menționată anterior, s-au măsurat excentricități de până la 40 mm, care au dus, pe lângă aplicarea defavorabilă a încărcărilor verticale și la răsucirea șinei; în acest fenomen poate fi antrenată și talpa superioară a grinzii de rulare, mărimea unghiului de răsucire, φ_t , fiind funcție de rigiditatea la răsucire a structurii grinzii, fig.1.30. [30]

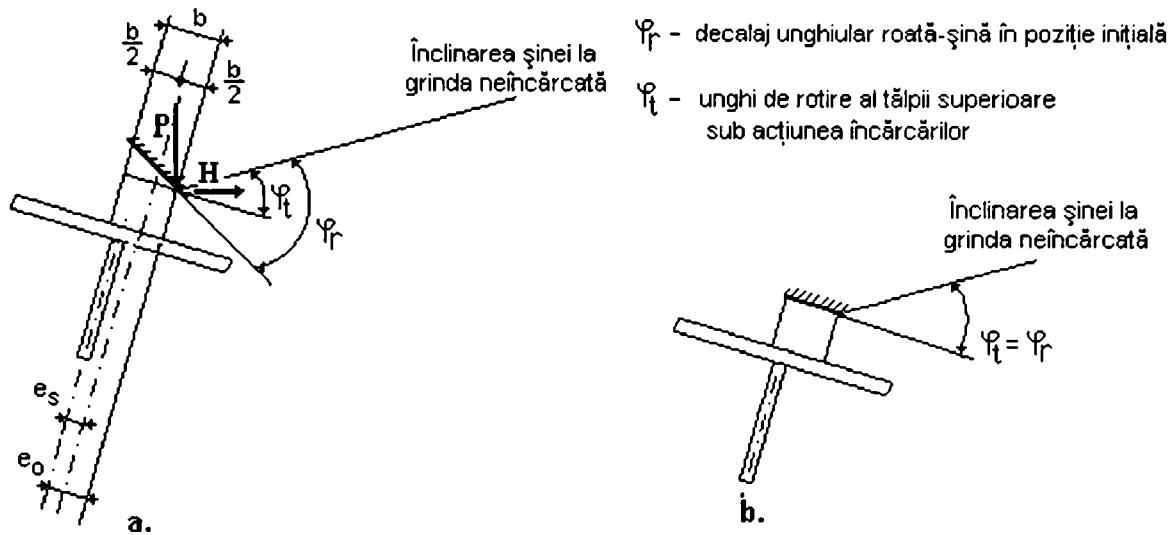
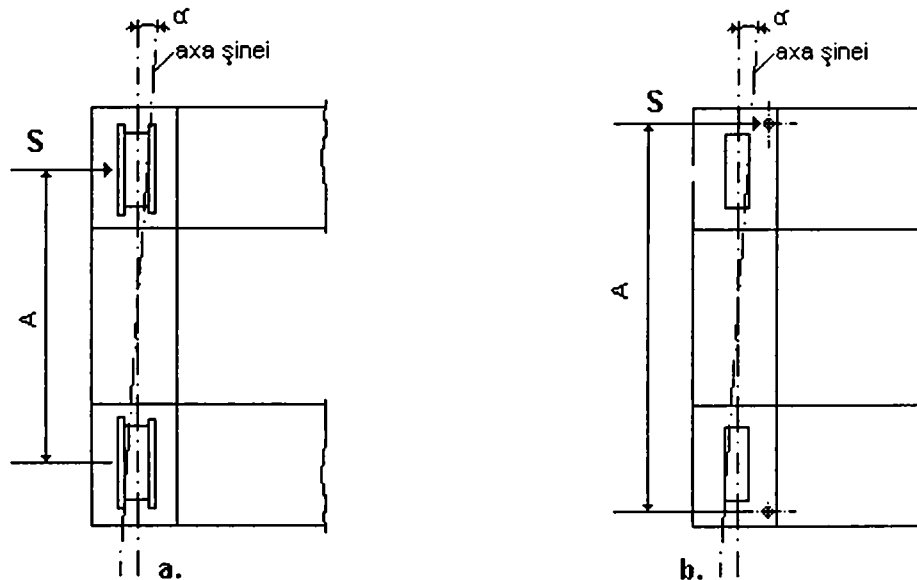


Fig.1.30 Răsucirea șinei și a tălpii superioare a grinzii de rulare, datorită imperfecțiunilor de montaj; a - structură cu rigiditate mare la răsucire și b - structură cu rigiditate mică

În cazul neconcordanței dintre direcția de rulare rezultantă a podului cu direcția șinei apar forțe de fixare din mersul oblic, notate S în fig.1.31, [30], ce acționează în sens transversal pe direcția grinzii de rulare în locul unde elementul de ghidare este în contact cu șina, mărimea lor fiind proporțională cu cea a unghiului de dezaxare α .



**Fig. 1.31 Forțe provenite din mersul oblic al podului rulant
a - Ghidare prin buzele bandajelor; b - Ghidare prin role**

Rezultatele menționate ale măsurătorilor privind cinetica deplasării podurilor rulante tip Tiegler din Hala cuptoarelor adânci, au arătat o dezaxare unghiulară maximă α de aproximativ 7 ‰ (mai mică însă decât 15 ‰, dată în [30] ca valoare admisă).

La grinzile căilor de rulare, mai ales în regiunea reazemelor când grinzile verticale sunt executate ca grinzi continue, pot apare, după un număr de ani relativ redus de exploatare, fisuri dezvoltate în sudurile de prindere ale tălpii de inimă și respectiv în inimă, la o anumită distanță de această îmbinare, fig.1.32a. Astfel de fisuri, ce au caracterul unor fisuri din oboseală cauzate

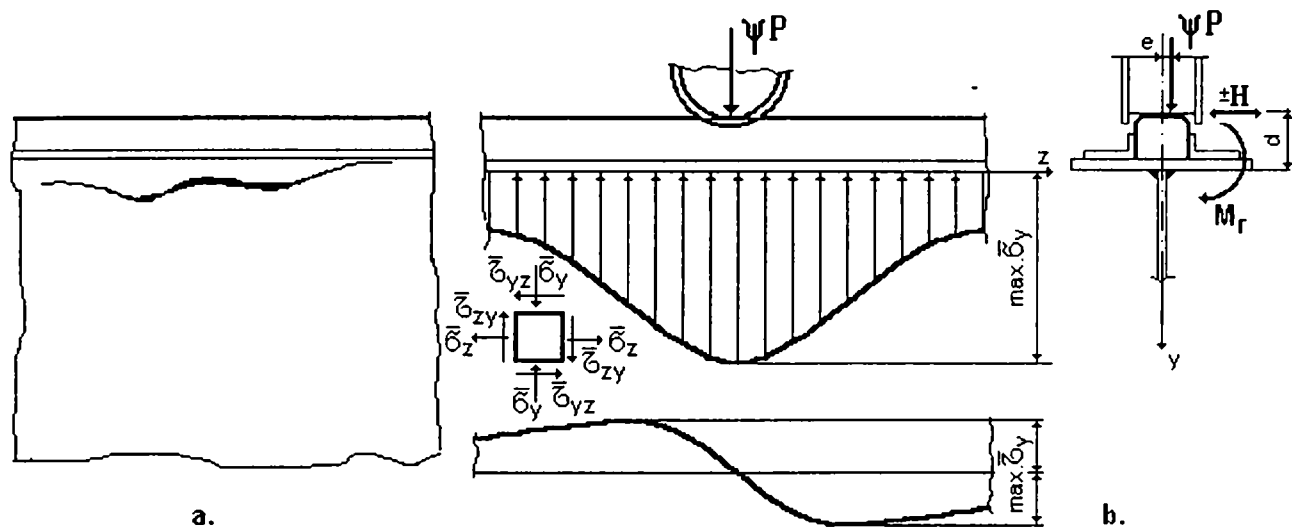


Fig. 1.32 Efectul solicitărilor locale și al celor din convoiul de forțe

de suprapunerea efectelor solicitărilor locale cu cele din încovoiere și tăiere provenite din convoiul mobil de forțe (fig.1.32 b, [30]) au fost puse în evidență și la grinzile de rulare continue din Hala cuptoarelor adânci, fiind prezentate în releveul fisurilor din fig.4.37.

Condițiile specifice de exploatare a construcțiilor metalice din siderurgie pot determina acțiunea unor factori care intensifică efectul defavorabil al solicitării la oboseală. Astfel, defectele de pe suprafața elementului pot constitui amorse de fisuri care, dezvoltându-se, duc la ruperea prin oboseală a materialului. Prezența tensiunilor reziduale, suprapuse peste eforturile unitare din încărcările exterioare, poate produce atingerea valorilor tensiunilor la care apar fisuri de oboseală. De asemenea, defectele interioare, pe lângă concentrările de eforturi pe care le produc, reprezintă și puncte de amorsare a fisurilor ce se pot dezvolta la solicitări repetate.

Alte efecte defavoarabile datorate exploatării defectuase a halelor industriale, din care unele sunt exemplificate în cap.IV pentru Hala cuptoarelor adânci, sunt cauzate de :

- modificarea poziției podurilor rulante din convoi , față de cea inițial prevăzută la proiectare ;
- consolidări și modificări ale structurii de rezistență a podurilor, schimbarea regimului lor de funcționare ori creșterea capacității de ridicare;
- intervenții asupra structurii de rezistență a halei prin consolidări și introducerea de legături suplimentare.

În funcție de specificul procesului tehnologic desfășurat în halele industriale din siderurgie, punerea în funcțiune a utilajelor poate produce șocuri și vibrații, a căror transmitere spre elementele structurii de rezistență datorită unor legături accidentale, poate produce deplasări și deformații ale structurii prin acțiune directă, sau, în cazul transmiterii indirecte, prin terenul de fundare, la acest nivel pot apare tasări, respectiv deplasări sau rotiri ale fundațiilor, fenomene ce influențează apoi defavorabil comportarea ansamblului structurii sub încărcările de exploatare.

1.3.2 Condițiile reale de lucru ale structurilor metalice în atmosfera industrială. Tipuri de coroziune și efectul acestora asupra structurii.

Structurile metalice ale construcțiilor industriale din siderurgie, deși diferite în funcție de scopul tehnologic pentru care au fost proiectate și executate, sunt exploatate în condiții specifice generate de natura proceselor industriale din acest sector. Astfel, structurile metalice ale halelor industriale pentru furnale, oțelării, laminoare, turnătorii, forje, ale estacadelor și benzilor transportoare, structurile de susținere ale utilajului tehnologic din uzinele cocso-chimice, au drept componentă comună în ceea ce privește condițiile de lucru, atmosfera corosivă în care sunt exploatate.

Studiul comportării la coroziune a oțelurilor pentru construcții metalice are la bază concepția fundamentată teoretic și confirmată experimental, că toate aliajele tehnologice sunt instabile termodinamic și, de aceea, sunt ușor supuse coroziunii [42]. Cinetica proceselor de coroziune depinde esențial de intensitatea agresiunii corozive asupra elementelor metalice, dar este influențată și de o serie de factori caracteristici : natura mediului agresiv, durata de expunere, forma și dimensiunile secțiunii transversale, tipul și nivelul solicitării mecanice, starea suprafeței specifică fiecărei categorii de structuri. [15].

Clasificarea fenomenului de coroziune în funcție de natura agentului coroziv, [44], cuprinde următoarele tipuri :

Coroziunea chimică - este tipul de coroziune din mediile electrolitice uscate. Teoria oxidării explică fenomenul coroziunii chimice prin migrarea ionilor și electronilor metalului care difuzează prin rețeaua cristalină a peliculei de oxid formată la suprafața atacată. Creșterea peliculei de oxid este comparată cu funcționarea unui element galvanic, în care suprafața de separație $Me - Me_xO_n$ în calitate de anod, furnizează electroni ce migrează spre exterior iar suprafața de separație Me_xO_n - aer în calitate de catod furnizează anioni care migrează spre interior. Acest tip de coroziune se produce la construcțiile metalice exploatate la temperaturi ridicate ($200^\circ - 300^\circ C$), la halele industriale cu degajări de gaze fierbinți: O_2 , CO , CO_2 , SO_2 precum și în cazul oxidării metalelor la temperaturile înalte din cursul prelucrărilor la cald.

Studiul mecanismelor formării oxizilor de laminare, [47], arată că până la temperaturi de $570^\circ C$ stratul de oxizi conține 65 - 80 % din grosime hematită, Fe_2O_3 , iar la temperaturi peste $570^\circ C$ apare wustita, FeO , care crește cantitativ, proporțional cu temperatura de oxidare ; astfel, la temperatura de $700^\circ C$, 90% din oxizii de laminare sunt formați din FeO . Produsul de coroziune, rămas pe locul de contact dintre metal și agentul coroziv, sub acțiune atmosferică se poate transforma în hidroxid de fier , care formează un strat neomogen și neaderent la suprafața metalului.

Prin răcirea gazelor agresive și a condensării vaporilor de apă din atmosferă pe suprafața elementelor metalice, coroziunea chimică se transformă în coroziune electrochimică.

Coroziunea electrochimică - este tipul de coroziune la care distrugerea metalului se produce în medii agresive electrolitice, fiind totodată tipul cel mai frecvent întâlnit în construcțiile metalice.

Între suprafața metalului și electrolit se formează un câmp electric dublu datorită trecerii ionilor în soluție și astfel apare o diferență de potențial. Tendința de trecere a ionilor de metal în soluția de electrolit este direct proporțională cu tensiunea de dizolvare și invers proporțională cu potențialul de electrod al metalului expus acțiunii mediului agresiv, [44].

Studiul coroziunii ca proces de suprafață ține seama de existența defectelor cristalului metalic - muchii, terase, dizlocații - de influența cantitativă a defectelor precum și de reactivitatea metalelor. Suprafețele metalice sunt considerate suprafețe tehnice, formate prin diferite procedee mecanice și, de aceea contaminate chimic și alterate structural și mecanic, [42]. De exemplu, deformările plastice au ca efecte secundare ca recristalizări și relief tensionat, maclări, transformări de fază, tensiuni reziduale .

Asupra elementelor construcțiilor metalice, coroziunea electrochimică se manifestă îndeosebi ca și **coroziune atmosferică**. Impuritățile solide din atmosfera industrială, mai ales apropierea fabricilor de aglomerare, bazinelor de granulare și furnalelor, conțin substanțe active sub formă de pulbere care, depusă pe suprafețele metalice favorizează declanșarea coroziunii electrochimice : impuritățile au rol de microcatozi iar metalul, având rol de anod, se distruge.

Un exemplu de coroziune electrochimică la o estacadă de descărcare a oalelor cu zgură, este prezentat în fig. 1.33, [2]. Atmosfera cu conținut ridicat de gaze agresive, de tipul dioxidului de sulf, împreună cu vaporii de apă degajați în urma răcirii cu jet de apă a zgurei descărcate, au dus la inițierea și evoluția fenomenului de coroziune electrochimică generală a elementelor metalice și la coroziunea sulfatică a celor din beton armat.



Fig.1.33 Degradări datorate coroziunii, la o estacadă de descărcare a oalelor cu zgură

Exploatarea construcțiilor metalice în atmosfera industrială corosivă generează frecvent coroziunea electrochimică sub forma coroziunii de aerăție diferențială, la îmbinările nituite (zona inelară de sub capul nitului fiind mai puțin aerată lucrează anodic și se distruge) sau la elemente

amplasate în spații cu umiditate relativă ridicată, în care scăderea temperaturii provoacă condensarea vaporilor de apă pe suprafața metalică, fig.1.34, [44].

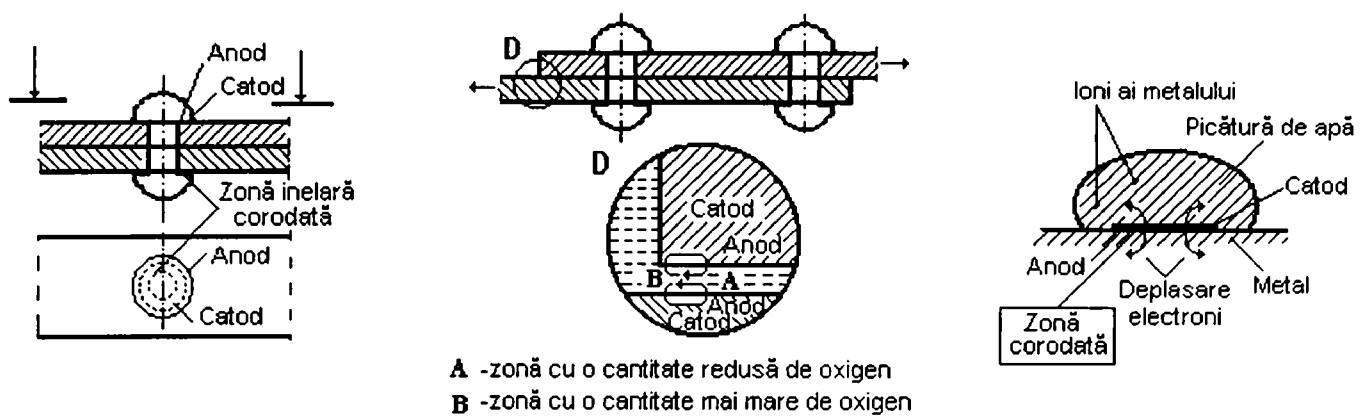


Fig. 1.34 Coroziunea de aerăție diferențială

Coroziunea elementelor structurilor de rezistență metalice este rezultatul acțiunii simultane a atmosferei corosive și a tensiunilor interne sau a deformațiilor provenite din încărcările aferente. O serie de studii experimentale, prezentate în [15], [16], [19], au arătat influența stării de solicitare mecanică asupra inițierii și desfășurării procesului de coroziune; astfel, s-a constatat că eforturile de întindere stimulează coroziunea iar cele de compresie o inhibă. În condițiile în care coroziunea apare însă pe suprafața elementelor comprimate, reducerea caracteristicilor geometrice, inclusiv a razei de inerție, ca efect al procesului corosiv, poate afecta stabilitatea elementului.

S-a constatat de asemenea, că fenomenul de coroziune, intensificat de tensiunea mecanică, modifică starea de eforturi unitare din elementul metalic. Coroziunea mai intensă a zonelor cu concentrări de eforturi se datorește, după [32], faptului că în aceste zone, devenite anodice în raport cu restul materialului, se formează cratere adânci de tip Pitting (fig.1.35a), iar în prezența eforturilor mecanice (fig.1.35b), vârful acestor cratere acționează ca un concentrator de tensiuni, provocând formarea altor fisuri locale, ce conduc la penetrarea craterului în adâncime.

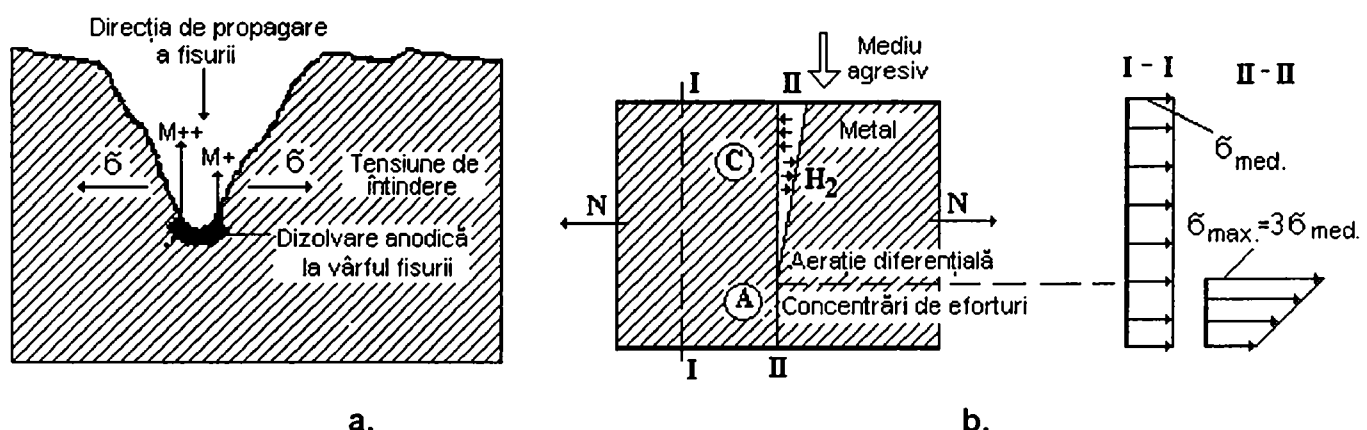


Fig.1.35 Fisurarea datorată procesului de coroziune sub stare de tensiune mecanică
a - mecanismul fisurării ; b - distribuția eforturilor unitare normale

Posibilitatea propagării spontane a fisurii prin dezvoltarea ei în adâncime, până la ruperea elementului este justificată atât de faptul că pereții fisurii, având suprafață mare lucrează catodic,

iar capătul fisurii, cu suprafață redusă lucrează anodic, cât și de acela că intensitatea atacului corosiv de la capătul fisurii este de 10^4 ori mai mare decât cel de pe pereții acesteia, [44].

În elementele structurilor de rezistență metalice, din cauza coroziunii sub stare de tensiune mecanică, se pot produce fisuri ce apar mai ales spre talpa întinsă a grinzilor cu inimă plină, dar și în guseele din nodurile grinzilor cu zăbrele, în dreptul diagonalei întinse, ca în fig.1.36, [2].

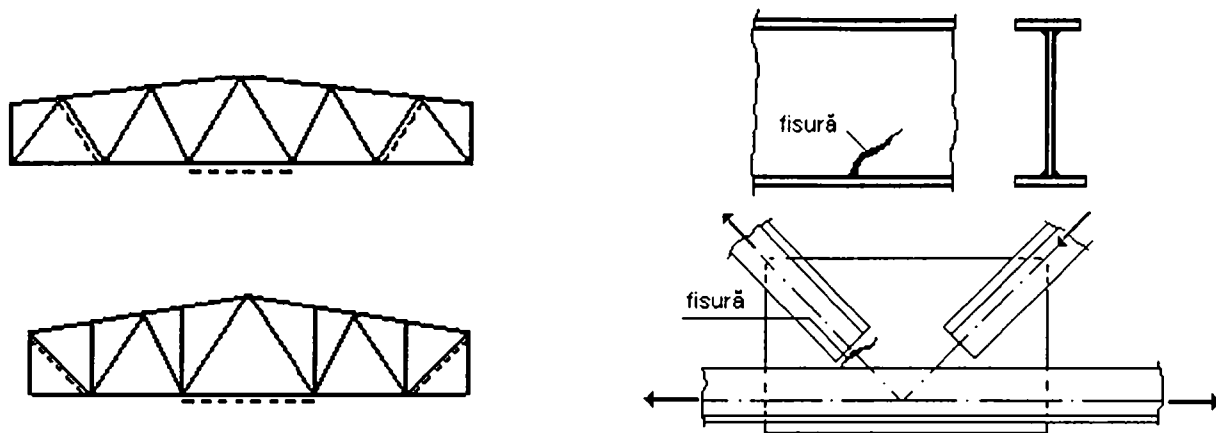


Fig. 1.36 Zonele de apariție a fisurilor din coroziunea sub tensiune

Un caz particular al coroziunii sub efort mecanic îl reprezintă fenomenul fisurării corozive sub tensiune. Teoriile electrochimice ale procesului explică vitezele foarte mari de dizolvare ale metalului în vârful fisurii, prin faptul că, pe măsura avansării fisurii, deschiderea ei crește sub acțiunea solicitărilor mecanice, și astfel, fisura conține în realitate un volum de soluție corozivă mult mai mare decât volumul metalului dizolvat ; concentrația medie a produselor de coroziune este însă mai mică în fisură decât concentrația aceluiași produse, pe o suprafață care s-ar dizolva uniform [32].

În teoriile emise mai recent, prezentate în [10], explicarea fenomenului se bazează pe proprietățile dislocațiilor. Atacul chimic preferențial și rapid de-a lungul suprafeței limită a grăunților și concentrarea tensiunii normale pe aceste plane de alunecare, unde se produc frecvent și aglomerări de dislocații, reduce rezistența la rupere, generând fenomenul fisurării intergranulare, schematizat în fig.1.37a. În cazul fisurării transgranulare, al cărei mecanism este reprezentat în fig.1.37b, concentrarea tensiunii datorită golurilor formate prin coroziune, precum și diminuarea energiei de legătură de la vârful fisurii, determină ca înaintarea fisurii să se facă în trepte, între două planuri de alunecare.

Evoluția procesului are loc prin înaintarea fisurii, care se produce după ce între aceste planuri s-a format o zonă poroasă și fragilă, în urma corodării selective a unor faze din aliaj, urmată de ruperea legăturilor dintre pori.

Coroziunea sub stare de tensiune mecanică în condițiile încărcărilor ciclice este un fenomen deosebit de nefavorabil din cauza apariției concomitente, ca urmare a deplasărilor după anumite plane de alunecare, a mai multor fisuri cu deschideri și lungimi diferite care se închid și se deschid ciclic.

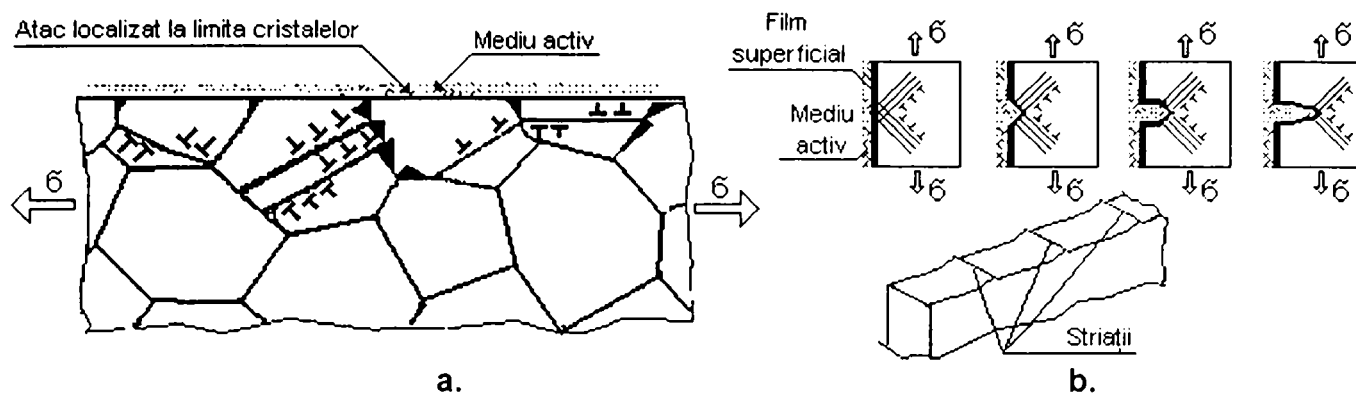


Fig. 1.37 Fenomenul fisurării corozive sub tensiune
a - fisurare intergranulară ; b - fisurare transgranulară

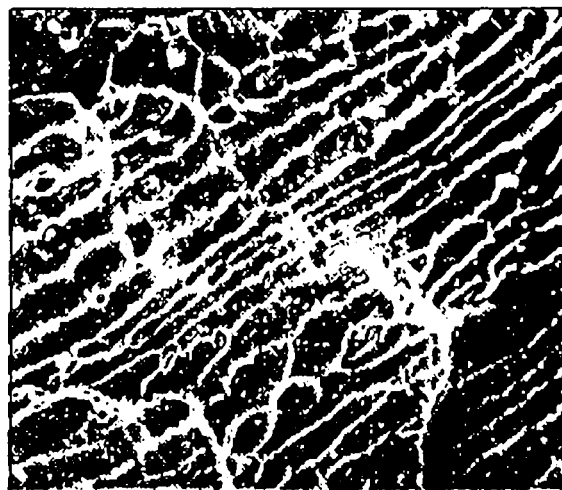
De asemenea, în condițiile manifestării fenomenului de oboseală, existența de-a lungul planurilor de alunecare a unor temperaturi locale mai ridicate și a metalului deformat, influențează viteza procesului de coroziune. Experimentările prezentate în lucrarea [18], au arătat că reactivitatea chimică a metalului tensionat deplasează curba anodică în sensul creșterii valorii curentului de coroziune, mărind astfel viteza procesului.

În structurile metalice de rezistență, o zonă deosebit de sensibilă la fenomenul de coroziune sub stare de tensiune mecanică, este cea a îmbinărilor. De exemplu, în cazul grinzilor de rulare executate în soluție sudată, la nivelul îmbinării în formă de T dintre talpă și inimă, tensiunile reziduale acționează perpendicular pe suprafața tăpii. Din cauza anizotropiei tablelor laminate, după [30], rezistențele mecanice ale acestora scad pe direcția grosimii, iar calitățile plastice ale materialului sunt afectate atât din cauza anizotropiei cât și a modificărilor din Z.I.T. În aceste condiții, dacă în direcția transversală capacitatea de alungire a metalului este depășită, există pericolul apariției unei fisuri în trepte, a cărei inițiere și dezvoltare este consecința fenomenului de destrămarea lamelară.

În fig.1.38a este redată, după [32], o astfel de fisură iar în fig.1.38b, se prezintă corespondența micrografică a acesteia. Analizând micrografia din fig.1.38b, se observă că ruperea avansează dintr-o incluziune în alta iar suprafața de rupere este constituită din cupe alungite, dispuse sub forma unor trepte închise.



a.

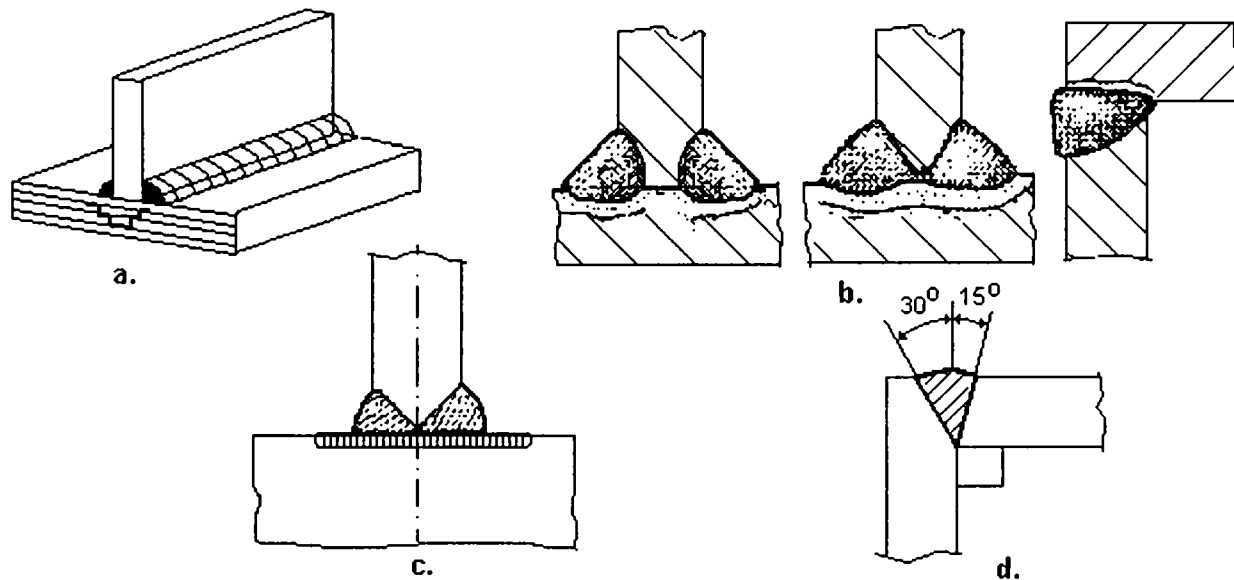


b.

Fig. 1.38 a - Fisură prin destrămarea lamelară ; b - Suprafața de rupere prin destrămarea lamelară (microscopie electronică cu baleiaj, 500:1)

Gradul de periculozitate deosebit al fenomenului destrămării lamelare, constă în faptul că aceste fisuri nu pot fi detectate, în primă fază ele neajungând până la fețele exterioare ale elementului.

În fig.1.39a și b sunt exemplificate secțiuni în care este posibilă apariția acestui fenomen iar în fig.1.39c și d, sunt prezentate măsuri tehnologice propuse în lucrarea [30], pentru evitarea producerii sale : preîncăzirea tabelor și depunerea pe piesa periclitată de apariția destrămării lamelare a unui strat de sudură cu un electrod de plasticitate mare, respectiv prelucrarea tabelor unei secțiuni cheson, sub unghiurile specificate în fig.1.39d.



**Fig.1.39 a , b - Secțiuni sensibile la destrămare lamelară;
c , d - Măsuri pentru evitarea fenomenului destrămării lamelare**

În cazul când îmbinările dintre elemente sunt realizate cu șuruburi de înaltă rezistență, zona îmbinării poate fi supusă **coroziunii prin frecare**, fenomenul defavorabil îndeosebi în situația existenței unor solicitări complexe. De exemplu, la grinzile de rulare prevăzute cu astfel de îmbinări, poate să apară efectul cumulat al coroziunii, oboselii și frecării astfel încât, inițierea procesului de coroziune pe suprafețele în contact, reducând coeficientul de frecare, micșorează și capacitatea portantă a îmbinării.

De aceea, pentru aceste categorii de îmbinări, se impune necesitatea asigurării unei protecții anticorozive eficiente ce se poate realiza, după recomandările din [30], prin pulverizarea pe suprafețele în contact, în prealabil sablate, a unui strat de zinc sau aluminiu iar după stângerea șuruburilor de înaltă rezistență, rosturile îmbinării se chituiesc și apoi se vopsesc.

Protecția anticorozivă generală a elementelor și îmbinărilor acestora se poate realiza aplicând pe suprafețele metalice vopsele pe bază de miniu de plumb, acest compus asigurând modificarea caracteristicilor electrochimice ale oțelului, prin scăderea potențialului staționar și mărirea curentului critic de pasivizare anodică. Fenomenul se produce deoarece miniul de plumb (PbO_2) are, după [47], caracterul unui pigment activ cu putere oxidantă ridicată din cauza prezenței în moleculă a plumbului tetravalent, care, reducându-se, formează PbO , produs cu

caracter bazic, ce poate neutraliza acizii de hidroliză (agenți corozivi) prin formare de săruri de plumb.

Realizarea unei protecții anticorozive eficiente implică și asigurarea aderenței peliculelor de vopsea pe suportul metalic. Analiza problemei aderenței suprafață metalică - suprafață peliculogenă și al cauzelor gradării premature a protecției anticorozive, prezentată detaliat în aceeași lucrare, [47], concluzionează că factorii cei mai importanți care afectează eficacitatea acesteia sunt umiditatea și contaminarea cu impurități din atmosfera în care se face vopsirea.

1.4 CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

Prin analiza calitativă a modului de comportare în exploatare a elementelor metalice ce alcătuiesc structurile de rezistență ale halelor din siderurgie, s-a pus în evidență existența unor factori generatori de imperfecțiuni și defecte ce pot interveni atât în cursul fabricării elementelor ori execuția și montajul lor în structură, cât și în timpul exploatării acestor construcții, astfel :

- **în fazele premergătoare exploatării**, imperfecțiunile geometrice și structurale pot fi produse de :

- factori metalurgici și mecanici din procesul de fabricare al produselor laminate din oțel - elaborarea oțelului, tratamentul termic, prelucrarea prin laminare la cald - care determină valoric și influențează calitativ proprietățile fizico-mecanice și tehnologice ale materialului metalic și ale laminatului finit ;

- factori metalurgici și mecanici din procesul de execuție al elementelor sudate și de montare a structurilor metalice - datorită ciclului termo-diferențial caracteristic procesului de sudare care produce deformații termo-plastice în zona cusăturii, inducând tensiuni remanente și transformări structurale în materialul de bază.

- **în timpul exploatării**, factorii generatori de imperfecțiuni și defecte provin din :

- acțiunile specifice exercitate asupra elementelor și structurii halelor din siderurgie, cum sunt variațiile de temperatură tehnologică, greutatea depunerilor de praf industrial, încărcările datorate funcționării mijloacelor de ridicare și transport ori de punerea în funcțiune a utilajului tehnologic.

- condițiile reale de lucru ale elementelor metalice, în atmosfera industrială impurificată cu agenți corosivi.

În cadrul acestui capitol, **contribuțiile personale** constau în :

- evidențierea sistematică a factorilor generatori de imperfecțiuni geometrice și structurale care afectează elementele metalice și structurile de rezistență reale, aflate în exploatare;

- analiza critică a factorilor generatori de imperfecțiuni și defecte, în cazul halelor cu structură metalică din siderurgie, în funcție de faza sau etapa lor de proveniență;

- analiza și evidențierea condițiilor reale de lucru ale structurilor metalice din siderurgie sub acțiunea unor încărcări datorate procesului de exploatare, în atmosfera industrială generată de procesele industriale specifice acestui sector.

CAP. II.

POSSIBILITĂȚI DE EVALUARE A SIGURANȚEI STRUCTURILOR REALE, AFECTATE DE IMPERFEȚIUNI ȘI DEFECTE

2.1 CONCEPTUL DE SIGURANȚĂ ÎN EXPLOATARE A STRUCTURILOR DE TIP HALĂ INDUSTRIALĂ CU PODURI RULANTE

Procedeele de verificare prin calcul a siguranței structurilor de construcții, constând, ca principiu, în compararea răspunsului structurii la încărcările din exploatare cu anumite valori stabilite prin metoda de calcul adoptată, a fost influențată de evoluția și fundamentarea conceptului de siguranță. Din acest punct de vedere, metodele de calcul pe baza rezistențelor admisibile și a celor la rupere, acceptă conceptul de siguranță determinist - considerat în lucrarea [20] ca fiind de treaptă zero - conform căruia proprietățile de material, caracteristicile geometrice, acțiunile și solicitările sunt considerate mărimi nealeatorii, având valori certe, iar definirea rezistenței admise, σ_a , se face prin adoptarea unui coeficient de siguranță unic, c , prin care se reduce limita de curgere a materialului; condiția de siguranță impusă este ca tensiunea maximă, σ_{max} , să nu depășească o anumită fracțiune din valoarea limitei de curgere. Mărirea coeficientului de siguranță unic, stabilită mai mult pe baza judecării unor situații de ansamblu, ca perfecționări în domeniul producerii oțelului, respectiv al execuției și montării structurilor, a condus la creșterea valorii rezistențelor admisibile, în ultimii 50 de ani până la valori aproape duble, [19], în timp ce efectele acțiunilor însă, nu s-au schimbat.

Încercările de îmbunătățire a metodelor de proiectare, în sensul definirii mai corecte a încărcărilor și rezistențelor au arătat că în practică, chiar și în cazul elementelor considerate similare, există o dispersie semnificativă atât a datelor cât și a rezultatelor, dovedind astfel necesitatea abordării statistice a siguranței structurilor, respectiv acceptarea conceptului de siguranță probabilist – considerat în lucrarea [20] ca fiind de treaptă superioară, II, III sau IV.

Analiza probabilistă completă a unei structuri necesită însă, [25], cunoașterea atât a legilor statistice de distribuție ale încărcărilor și solicitărilor produse, ale proprietăților fizico-mecanice și dimensiunilor geometrice cât și a unei metodologii de aplicare a calculului statistic complet.

Verificarea siguranței elementelor în metodele bazate pe principiul calculului probabilistic se efectuează, în general, cu relații de forma :

$$E^d \leq C^d \quad (2.1)$$

în care, s-a notat cu E^d efectul (eforturi, deformații, deplasări) produs de acțiunile exterioare în secțiunea elementului care se verifică, iar cu C^d , capacitatea de calcul aferentă efectului particular al acțiunilor luate în considerare, [59]. Deoarece E^d și C^d sunt mărimi aleatorii, ele se

pot nota x^a , respectiv x^r și sunt caracterizate de funcții de frecvență $f(x^a)$ și $f(x^r)$, funcții de repartiție $F(x^a)$ și $F(x^r)$ precum și de indicatori statistici de localizare și de împrăștiere (fig.2.1), ca : media aritmetică \bar{x}^a și \bar{x}^r , abaterea medie pătratică s^a și s^r , respectiv coeficienți de variație C_v^a și C_v^r . De exemplu, pentru cazuri concrete, în [25], se menționează că efectul încărcărilor permanente și al unor tipuri de încărcări utile, sunt bine reprezentate de distribuții normale, iar încărcările din vânt și cele seismice, prin distribuții ale extremelor; de asemenea, în cazul comportării ductile a structurilor din oțel se propune adoptarea unei distribuții normale a rezistenței iar în cazul comportării fragile, o distribuție a extremelor. Din reprezentarea, în fig.2.1, după [7], a funcțiilor de frecvență $f(x^a)$ și $f(x^r)$ considerate ca având distribuții normale, se

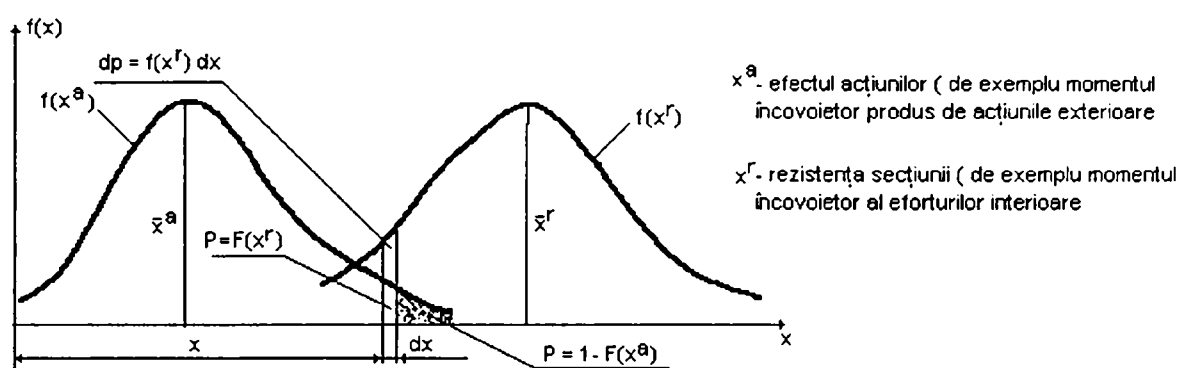


Fig.2.1 Funcțiile de frecvență și mărimile caracteristice ale variabilelor aleatoare x^a și x^r

poate constata că, în cazul arătat, condiția (2.1) este respectată pentru majoritatea variabilelor aleatoare x , deoarece probabilitatea comportării sigure este $P_s = P(x^a \leq x^r)$, iar probabilitatea de cedare, $P_c = P(x^a > x^r)$, între cele două mărimi existând relația $P_s + P_c = 1$, [27].

În vederea efectuării calculului de dimensionare al unei structuri, lucrarea [19] propune acceptarea unor valori ale probabilității de cedare, P_c , cuprinsă între $10^{-8} \dots 10^{-10}$ și $10^{-2} \dots 10^{-3}$ în funcție de apartenența construcției la una dintre cele cinci clase de importanță : excepțională, deosebită, medie, secundară, respectiv neimportantă. În ceea ce privește procedeul de calcul al probabilității de cedare a unei structuri, acesta este exemplificat, în [25], pentru cazul existenței a două componente de eforturi și trei componente de încărcări, iar în [7], este prezentat comparativ, calculul unei structuri de tip hală industrială pe baze probabilistice, respectiv deterministe; principalele tipuri de repartiție care intervin în analiza probabilistică a siguranței construcțiilor împreună cu expresiile funcțiilor de reabilitate, risc și pericol de degradare asociate acestora, sunt detaliate în lucrarea [20], care conține în anexe și tabelele de calcul pentru tipurile de repartiții frecvent utilizate.

În majoritatea lucrărilor amintite sunt menționate însă și dificultățile existente încă pentru aplicarea practică a teoriilor ststistice în proiectarea curentă a structurilor complexe, cum sunt cele de tipul halelor industriale cu poduri rulante; în acest sens se remarcă insuficiența, îndeosebi

cantitativă, a unor informații referitoare, de exemplu, la variabilitatea încărcărilor, a proprietăților fizico-mecanice ale materialelor sau a caracteristicilor geometrice ale elementelor de construcție; și din aceste motive, în exemplul, menționat deja, din lucrarea [7], unele dintre mărimile cu care s-a operat s-au presupus a avea un caracter determinist (înălțimea fermei, ariile secțiunii barelor, greutatea proprie a structurii, încărcarea cu praf industrial) iar altele, probabilist (încărcarea cu zăpadă, limita de curgere a oțelului).

Dificultățile utilizării practice a conceptului probabilist de siguranță, semnalate în studiile asupra evoluției metodelor de calcul a structurilor de construcții, [25],[20],[27], justifică adoptarea, în majoritatea normelor actuale de proiectare, a conceptului de siguranță semiprobabilist – considerat, în [20], ca fiind de treapata a II-a – iar metoda de calcul aferentă, în care determinarea capacității portante se efectuează pe baza coeficienților de siguranță diferențiați, a fost denumită convențional metoda stărilor limită.

Conceptele și noțiunile cu care operează această metodă de calcul, definite în normele [59], se regăsesc și în normele naționale, de exemplu în [58],[62],[69]. Sub aspectul **conceptului de siguranță**, metoda constă, principial, în **asigurarea rațională a elementelor și structurilor față de atingerea stărilor limită** care ar implica fie pierderea capacității de a satisface condițiile de exploatare, fie generarea unor pericole pentru oamenii sau bunurile materiale deservite, [20]. Definirea stărilor limită ultime și a celor corespunzătoare exploatării normale, respectiv condițiile de verificare prin calcul aferente acestora, asigură posibilitatea **evaluării cu un anumit grad de certitudine a siguranței unei structuri**, atât în faza de proiectare cât și ulterior, **după o anumită perioadă de exploatare a construcției sub încărcări**.

În ceea ce privește al doilea caz menționat, durata de exploatarea a construcțiilor fiind, în general, mai mare decât durata de valabilitate a unor norme și prescripții, verificarea gradului de siguranță în exploatare prezintă alternativa efectuării calculelor fie conform normelor după care a fost proiectată structura, fie conform altor norme, actualizate, de proiectare. În prima variantă, considerarea încărcărilor, caracteristicilor de material și geometriei structurii reale, poate conduce la obținerea unui grad de siguranță mai mic decât cel inițial admis la proiectare, deoarece acesta ținea cont și de imperfecțiunile, abaterile și defectele ce puteau să se producă în timpul execuției, montajului sau exploatării; de aceea, în [38], se propune pentru aceste cazuri, acceptarea depășirii unor valori, ale rezistențelor de calcul de exemplu, cu 5-10% ; evaluarea gradului de siguranță în exploatare conform unor norme diferite de cele inițial folosite la proiectare se poate efectua prin adoptarea unei modelări fizice a structurii reale și a modelării matematice aferente acesteia, [31].

Astfel, siguranța în exploatare a structurilor de tipul halelor industriale cu poduri rulante poate fi evaluată prin metoda semiprobabilistică a stărilor limită, în urma modelării fizice a acestora, efectuată pe baza stabilirii situației reale de încărcare, a datelor privind geometria elementelor și structurii respectiv a proprietăților de material, urmată de analiza globală a structurii reale, afectată de imperfecțiuni și defecte.

2.2 ASPECTE PRIVIND INFLUENȚA IMPERFEȚIUNILOR ȘI DEFECTELOR ASUPRA COMPORTĂRII SUB ÎNCĂRCĂRI

2.2.1 Structuri de rezistență ideale. Structuri de rezistență reale

Alcătuirea schemei de calcul a structurilor de rezistență necesită definirea caracteristicilor mecanice, geometrice și fizice ale elementelor componente, precum și a diferitelor legături realizate între elementele acestora. În cazul structurilor metalice ale halelor industriale din siderurgie, alcătuite în general din elemente sub formă de bare din oțel, caracteristicile geometrice ale barelor cuprind atât dimensiunile în lung și în secțiune transversală cât și forma secțiunii transversale, caracteristica mecanică se referă la modul de rezemare al capetelor iar caracteristicile fizice sunt legate de materialul barei.

Rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale, [15],[18],[25],[31], inițiate în scopul studierii comportării elementelor confecționate și montate în structură, au relevat existența unor imperfecțiuni , (cap. I.), atât de natură geometrică cât și structurală, datorită cărora structurile de rezistență din exploatare se deosebesc de cele teoretice sub aspectul comportării sub încărcări. Astfel, elementele unei structuri pot fi afectate de imperfecțiuni geometrice de tipul curburii inițiale a axei barei și abateri dimensionale ale secțiunilor transversale, de imperfecțiuni structurale de tipul tensiunilor reziduale, variațiilor limitei de curgere și distribuției neuniforme a acesteia, peste care se suprapun însă și alte abateri și inexactități inevitabile în cursul montării structurii și a exploatării ei sub încărcări.

În funcție de considerarea acestor imperfecțiuni sau de neglijarea lor, structura poate fi reală sau ideală din punct de vedere geometric sau mecanic. Cu toate că structurile ideale nu pot reprezenta cazuri întâlnite în practică, definirea conceptului de “structură ideală” are un rol euristic,[24], deosebit : acela de obținere a unor clase de structuri cu comportări identice, după studierea cărora se pot analiza și influențele imperfecțiunilor, iar în funcție de acestea se stabilește apoi comportarea structurii reale.

Studiul siguranței în exploatare al structurilor de rezistență metalice implică însă și includerea în definirea structurii reale, a defectelor survenite în timp, datorate atât acțiunilor specifice procesului tehnologic desfășurat, cât și fenomenului de coroziune; se menționează, în acest sens, imperfecțiunile și defectele prezentate în cap.I, care pot afecta geometria inițială a structurii prin deformații, deplasări și modificări dimensionale ale secțiunii elementelor, dar și calitățile fizico-mecanice ale materialului.

Existența imperfecțiunilor geometrice și structurale, a abaterilor și defectelor, în combinațiile lor aleatoare pentru cazurile concrete, relevă complexitatea definirii structurilor reale și a modelării fizice a acestora în vederea determinării gradului de siguranță în exploatare.

2.2.2 Efectul imperfecțiunilor și defectelor asupra răspunsului structurii la solicitări

Structurilor de rezistență și elementelor acestora li se impun, conform criteriilor de siguranță aferente metodei de calcul adoptate, satisfacerea unor condiții a căror formulare matematică este, în general, de tipul relației 2.1. Gradul de siguranță determinat este astfel dependent atât de efectul E^d al acțiunilor exterioare, cât și de capacitatea de calcul C^d , corespunzătoare efectului particular al acțiunilor considerate. În cazul barelor reale, imperfecțiunile geometrice și structurale afectează direct mărimile E^d și C^d , deoarece valorile acestora sunt determinate pe baza caracteristicilor geometrice și de material, respectiv a răspunsului structurii la acțiunile exterioare.

Efectul imperfecțiunilor geometrice și structurale precum și cel al defectelor elementelor reale s-au analizat în acest paragraf, prin abordarea succesivă a următoarelor aspecte :

- influența imperfecțiunilor structurale asupra caracteristicilor de material , în cazul oțelurilor cu palier de curgere pronunțat, de tipul OL37, OLT45 și OL52.
- influența imperfecțiunilor geometrice și structurale asupra capacității portante a elementelor, în funcție de tipul solicitării și natura efortului la care sunt supuse;
- influența imperfecțiunilor elementelor metalice asupra modului de cedare prin pierderea stabilității ;
- interpretarea rezultatelor unor cercetări teoretice și experimentale , prezentate în literatură, privind influența imperfecțiunilor în cazul elementelor cu forme ale secțiunilor transversale frecvent utilizate la alcătuirea structurilor halelor industriale metalice ;
- influența imperfecțiunilor și defectelor datorate exploatării , asupra siguranței elementelor și structurii.

Influența imperfecțiunilor structurale – de tipul variației limitei de curgere a oțelului, condiționată tehnologic, respectiv a tensiunilor reziduale, provenite din răcirea neuniformă după laminare sau sudare ori din defomațiile plastice suferite înainte de procesul de încărcare – **asupra caracteristicilor de material** , a fost analizată în lucrarea [31], prin compararea curbelor caracteristice obținute la încercarea unor epruvete prelevate din talpa sau inima profilelor, cu cele obținute pe cupoane scurte, supuse la compresiune centrică. Rezultatele, în cazul încercării unor cupoane în stare naturală, au pus în evidență conturarea unui domeniu elasto-plastic între limita de proporționalitate, σ_p , și cea de curgere, σ_c , pe traseul curbei (a) din fig.2.2.

Interpretarea înclinării curbei caracteristice (a) spre axa absciselor după depășirea valorii σ_p , ca efect al atingerii, succesiv, în toate fibrele cuponului a limitei de curgere din însumarea tensiunilor reziduale cu cele din încărcare ,este susținută de reliniarizarea curbei (b), în cazul încercării unor cupoane supuse recoacerii , tratament ce elimină tensiunile reziduale.

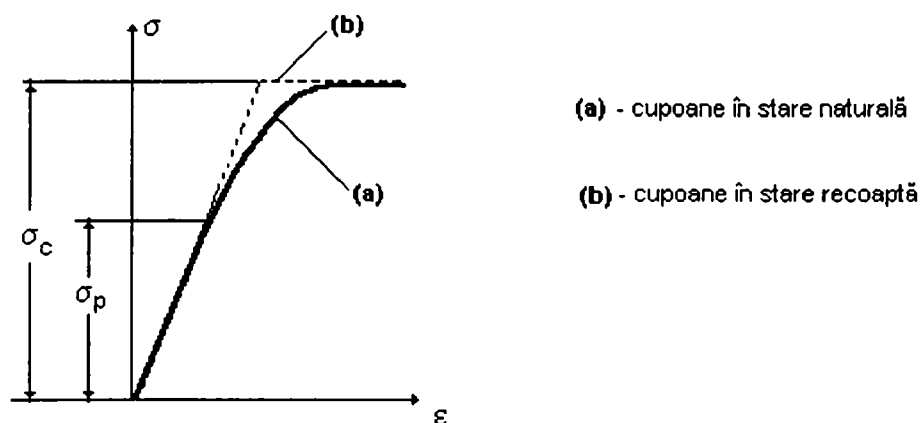


Fig. 2.2 Efectul imperfecțiunilor structurale asupra alurei curbei caracteristice a oțelului moale

Cercetarea efectelor imperfecțiunilor asupra răspunsului la solicitări, la elementele de forma barelor de oțel cum sunt și cele utilizate pentru alcătuirea haelor industriale metalice, a dus la concluzia influențării diferențiate a comportării lor sub încărcările de exploatare, în funcție de solicitările pe care aceste încărcări le produc; în cazul întinderii sau încovoierii de exemplu, tensiunile remanente, echilibrate pe secțiunea transversală, nu influențează capacitatea portantă decât atunci când cedarea se produce prin plastificarea întregii secțiuni, [15]. Conform studiilor ale căror rezultate sunt prezentate în lucrările [25], [15], [31], efectul imperfecțiunilor se manifestă însă preponderent în cazul solicitărilor ce produc eforturi axiale de compresiune și de încovoiere. În aceste situații, prin afectarea caracteristicilor de rezistență și de rigiditate, este determinată o comportare specifică a elementelor, îndeosebi în cazul fenomenului de pierdere a stabilității. Ansamblul influențelor exercitate de imperfecțiunile geometrice și structurale este luat în considerare în cadrul metodei divergenței echilibrului, interpretându-se, sub aspectul capacității portante, comportarea efectivă, verificată experimental, a elementelor.

Analiza fenomenului de flambaj al unei bare reale, a cărei evoluție este descrisă în lucrarea [31], relevă că pierderea stabilității acesteia se produce după modelul fizic al divergenței echilibrului, în prezența imperfecțiunilor geometrice, bara deformându-se spațial prin încovoiere și răsucire încă de la începutul încărcării axiale. Înclinarea spre axa absciselor a curbei de solicitare notată cu (1) în fig.2.3 și îndepărtarea acesteia, atât de modelul de ordinul întâi reprezentat prin dreapta (3), cât și de traseul curbei (2), finalizată în punctul L” corespunzător plasticizării totale a celei mai solicitate secțiuni transversale, sunt datorate creșterii mai accelerate a momentelor față de cea a forțelor axiale; fenomenul reflectă totodată, neliniaritatea geometrică în comportarea barei, respectiv o comportare de ordin superior în modelul instabilității prin divergența echilibrului.

Atingerea valorii limitei de curgere, prin însumarea tensiunilor normale din compresiune și încovoiere cu tensiunea reziduală precum și starea de tensiune, complexă din cauza prezenței răsucirii, produce curgerea de fibră, marcată în fig.2.3 prin punctul C. Începând din acest punct, devierea curbei (1) spre axa absciselor se accentuează, iar neliniaritatea geometrică în comportarea barei este însoțită și de neliniaritatea fizică, rezultată în urma plasticizărilor progresive din zona centrală a barei.

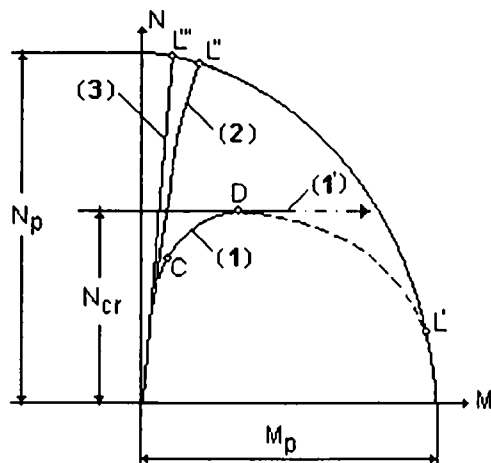


Fig. 2.3 Evoluția fenomenului de cedare al barelor reale, afectate de imperfecțiuni, conform modelului de divergența echilibrului

Flambajul barei se poate produce în dreptul maximului curbei de solicitare, notat cu D, când echilibrul barei devine labil datorită "divergenței" dintre gradientul de creștere al momentului încovoietor interior și creșterea accelerată a momentului exterior.

Existența ramurii postcritice labile, D – L', a curbei de solicitare este condiționată de prevederea modelului de divergență cu posibilitatea de scădere a forței axiale sub valoarea critică de divergență, N_{cr} ; condițiile reale de solicitare ale barelor corespund însă punctelor situate pe dreapta (1'), tangentă în D la curba de solicitare. Dacă în cursul deformării pe acest traseu, lucrul mecanic de deformare al ecrusajului nu mai poate compensa mărimea energiei cinetice, bara se rupe.

Cercetările teoretice și experimentale efectuate în lungul timpului, punând în evidență limitele teoriei bifurcării echilibrului bazată pe modelul barei ideale, lipsită de imperfecțiuni, au condus totodată și la fundamentarea teoriei divergenței echilibrului, aplicată barelor reale, prin relevarea importanței influențelor exercitate asupra modului de comportare sub încărcări, a prezenței imperfecțiunilor. Acestea au fost reduse mai întâi, în teoriile lui Young, la imperfecțiuni geometrice de tipul curburii inițiale a axei barei și la excentricitatea inițială a forței de compresiune; apoi, s-a acceptat așa numita imperfecțiune generalizată sau echivalentă, definită pentru bara standard printr-o semiundă sinusoidală de o anumită amplitudine în teoria lui Dutheil, respectiv printr-o excentricitate inițială în teoria lui Jezek. Exprimarea efectelor imperfecțiunilor structurale și ale imperfecțiunilor geometrice exprimate structural a fost făcută de Dutheil pe baza modului de deformare redus, variabil pe înălțimea secțiunii transversale iar amplitudinea semiunde sinusoidale a fost racordată la încercări de flambaj, prelucrate statistic, ceea ce a conferit modelului un caracter probabilistic.[31].

Importanța imperfecțiunilor barelor reale, studiate în cadrul programului experimental inițiat de Convenția Europeană de Construcții Metalice, a fost pusă în evidență în urma efectuării, pe diferite tipuri de profile laminate și bare sudate, a unor încercări de flambaj precedate de stabilirea mărimilor imperfecțiunilor geometrice și structurale ale acestora. Astfel, au fost mai întâi determinate valoric limita de curgere (prin încercarea la întindere a epruvetelor debitate din tălpi

și inimi), tensiunile reziduale (prin metoda secționării și încercării la compresiune a cupoanelor scurte cu $10 < \lambda < 20$) și abaterile dimensionale (atât față de axa teoretică a barei cât și cele referitoare la geometria secțiunilor transversale) iar încercările s-au efectuat pentru fiecare tip de profil, cu diferite valori ale coeficientului de zveltețe ($\lambda = 55; 75; 95; 130; 160$). Afectarea rigidității la încovoiere a barelor reale, în sensul micșorării acesteia provocată de prezența imperfecțiunilor, a fost dedusă din analiza curbelor de variație ale modului de rigiditate redus, $\bar{B} = \frac{B}{EI}$, trasate în funcție de momentul încovoietor redus, $\bar{M} = \frac{M}{\sigma_c A}$, parametric în forța axială adimensională $\bar{N} = \frac{N}{N_c}$; astfel de curbe, pentru profilul I cu tălpi late, sunt prezentate, după [31], în fig.2.4.

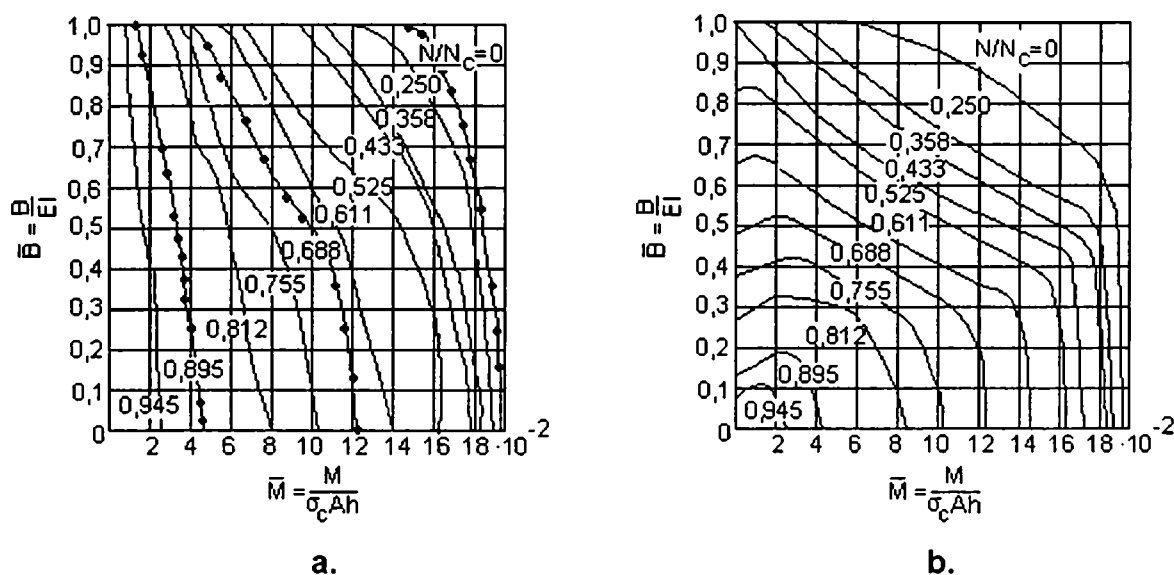


Fig.2.4 Influența imperfecțiunilor structurale asupra rigidității la încovoiere, în cazul profilului I cu tălpi late (IPE 16); a – bare fără tensiuni reziduale și b – cu tensiuni reziduale

Interpretarea directă a rezultatelor încercărilor de flambaj menționate a arătat, de asemenea, că prezența tensiunilor reziduale are ca efect și reducerea forțelor critice, fig.2.5, [31], mai ales în zona zvelteților mijlocii, frecvent întâlnite în proiectarea curentă a structurilor din bare.

Pentru secțiunile I cu tălpi late, efectul mai defavorabil al tensiunilor remanente se manifestă față de axa de inerție minimă deoarece în cazul acestor profile, tensiunile reziduale, maxime la capetele tălpilor (fig.1.10 a), afectează toate fibrele extreme; aceeași influență a tensiunilor remanente se manifestă și în cazul profilelor I laminate conform standardului românesc deși acestea, având tălpi înguste, raportul $h/b > 1,7$, intradosul tălpilor înclinat și distribuția tensiunilor remanente cu alura din fig.1.10 b, se află într-o situație mai favorabilă decât cele cu tălpi late, mai ales în cazul flambajului într-un plan paralel cu cel al tălpilor, [31].

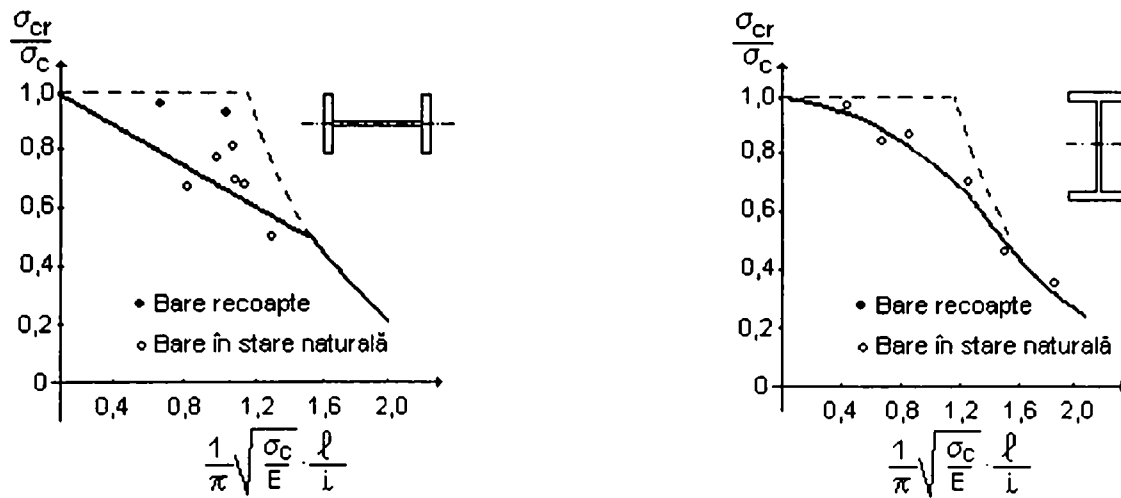


Fig.2.5 Influența tensiunilor remanente asupra forței critice la bare din profilul I laminat, cu tălpi late

Din fenomenele analizate rezultă că flambajul general al barelor cu secțiune I supuse la compresiune se produce, în prezența tensiunilor remanente cu o repartiție defavorabilă în raport cu modul de solicitare, la valori mai mici ale forțelor critice, comparativ cu cele aferente barelor lipsite de tensiuni reziduale sau la care, acestea sunt favorabil repartizate.

Efectul tensiunilor reziduale pus în evidență în cazul barelor sudate poate fi, [31], cu până la 30% mai defavorabil decât la barele laminate. Influența prezenței tensiunilor remanente asupra deformațiilor specifice și eforturilor unitare la o secțiune I sudată, respectiv curbele de încărcare-deformație aferente, sunt prezentate în fig.2.6, [15].

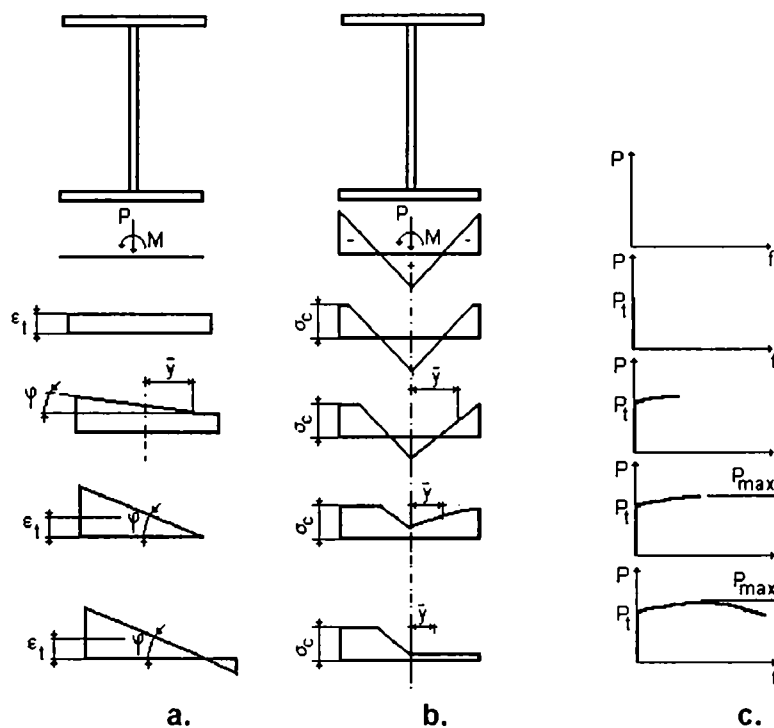


Fig.2.6 Influența tensiunilor remanente din tălpi asupra :
a - evoluției deformațiilor specifice și b - eforturilor unitare normale, σ ;
c - curbele de încărcare-deformație în diferite faze de solicitare;

Asupra relației moment încovoietor-curbură, la aceeași formă a secțiunii, efectul prezenței tensiunilor reziduale rezultă din curbele din fig. 2.7a, obținute în cazul barei cu, respectiv fără aceste imperfecțiuni structurale; pentru nevoile calculului practic însă, relația idealizată moment încovoietor-curbură utilizată la barele comprimate și încovoiate care au forma deformată o curbă

cu un singur punct de inflexiune, corespunzătoare stâlpilor cadrelor cu noduri deplasabile, poate fi cea reprezentată în fig.2.7b, [5].

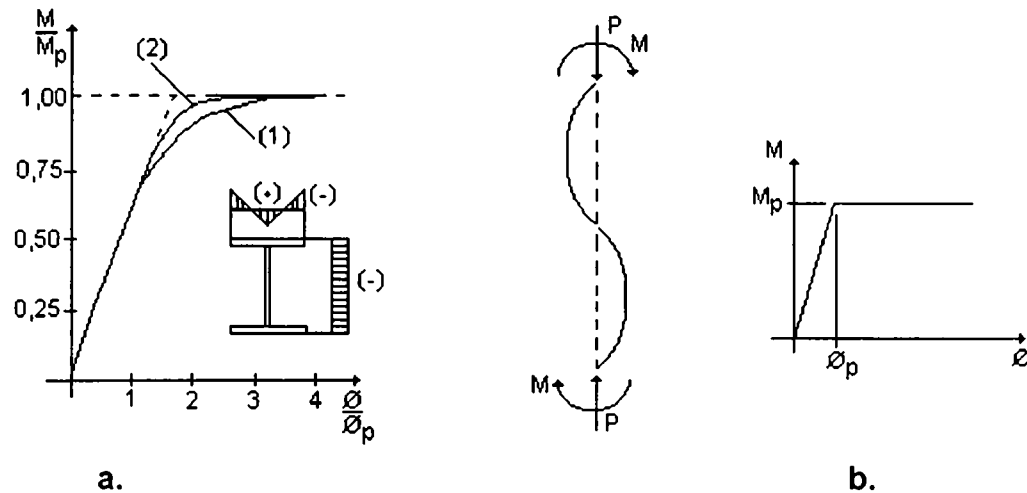


Fig.2.7 Efectul tensiunilor reziduale asupra relației moment încovoier-curbură
 a- (1) - bară cu imperfecțiuni structurale , (2) - bară fără imperfecțiuni structurale
 b-relația idealizată moment încovoier - curbură pentru stâlpii cadrelor cu noduri noduri deplasabile, ce au deformată o curbă cu un punct de inflexiune

Suprapunerea tensiunilor reziduale peste eforturile unitare de compresiune datorate încărcărilor exterioare poate duce la apariția unor plastificări localizate în tălpile profilelor de exemplu, pe zone care, micșorând rigiditatea și capacitatea portantă a elementului, pot genera fenomene premature de voalare în domeniu plastic.

Prezența tensiunilor remanente produce, pe lângă reducerea rezistențelor critice la flambaj, fig.2.8a, și micșorarea rezistențelor critice de voalare, fig.2.8b ; fenomenul se manifestă mai intens atunci când eforturile de compresiune sunt situate în zonele în care apar și deformații maxime la voalare, fie ca urmare a deformațiilor inițiale din sudare, fie ca deformații ulterioare din voalare ; în această situație se pot afla atât tălpile, cât și inimile unor grinzi sudate, fig.2.9, [15], frecvent utilizate la alcătuirea grinzilor cu inimă plină.

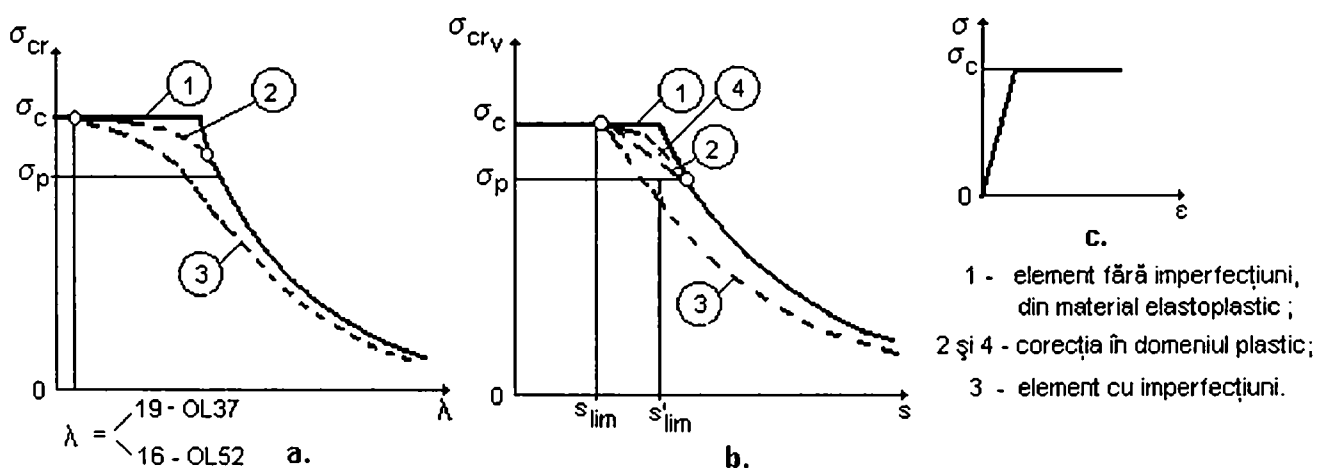


Fig. 2.8 Influența tensiunilor remanente asupra rezistențelor critice la flambaj (a) și la voalare (b), pentru elemente din materiale elasto-plastice (c)

Influența tensiunilor remanente asupra posibilității de inițiere a fenomenului cedării elementului, este însă mai puțin semnificativă dacă, prin prezența nervurilor de rigidizare, se asigură o redistribuire a eforturilor spre zonele învecinate, nevoalate.

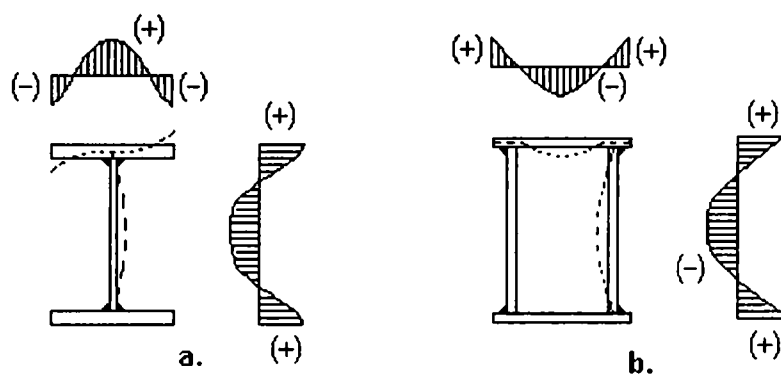


Fig. 2.9 Fenomenul de voalare în prezența tensiunilor remanente
a - la o secțiune I ; b - la o secțiune cheson

Importanța relativă a imperfecțiunilor geometrice în raport cu cele structurale rezultă din fig.2.10 și fig.2.11, reproduse după [31]. Din fig.2.10b și b' , rezultă efectul curburii inițiale, considerată printr-o săgeată maximă având mai întâi mărimea $f_0 = 1 / 1000$ apoi $f_0 = 1 / 500$, iar din curbele c și c' rezultă efectul cumulat al curburilor menționate cu cel al tensiunilor reziduale, de mărime $\sigma_{rc} = 0,5 \sigma_c$.

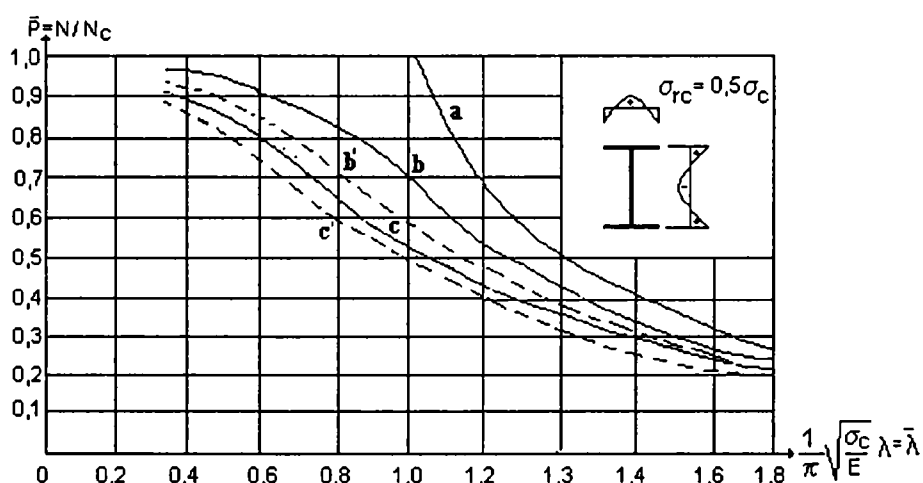


Fig. 2.10 Influența relativă a imperfecțiunilor geometrice
față de cele structurale, asupra forței critice

- a - bara ideală ; b - bară cu imperfecțiuni geometrice, $f_0 = 1 / 1000$;
- c - bară cu imperfecțiuni geometrice , $f_0 = 1 / 1000$ și imperfecțiuni structurale $\sigma_{rc} = 0,5 \sigma_c$;
- b' - bară cu imperfecțiuni geometrice, $f_0 = 1 / 500$;
- c' - bară cu imperfecțiuni geometrice , $f_0 = 1 / 500$ și imperfecțiuni structurale $\sigma_{rc} = 0,5 \sigma_c$;

În fig.2.11 se prezintă efectul relativ al tensiunilor reziduale, ale căror valori maxime la capetele tălpilor s-au considerat variabile între $\sigma_{rc} = (0 \dots 0,75) \sigma_c$, iar săgeata maximă s-a menținut constantă, cu mărimea $f_0 = 1 / 1000$.

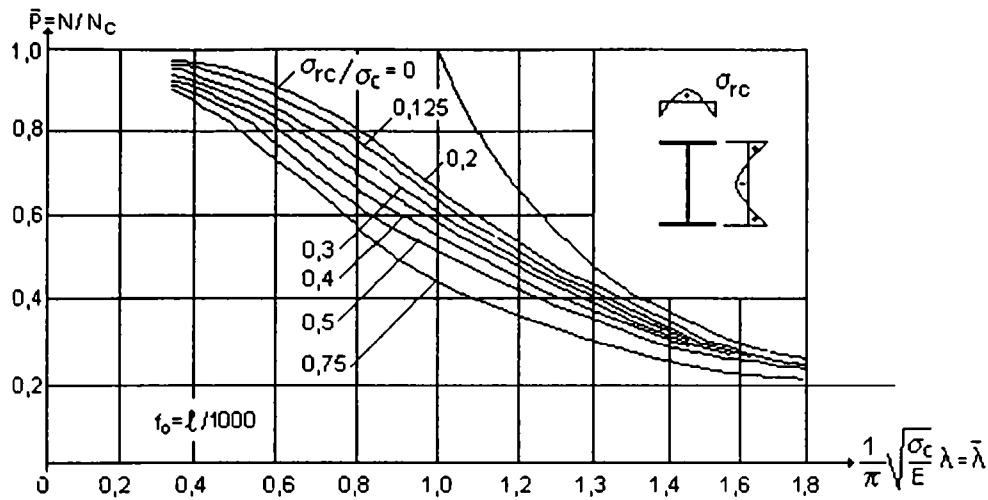


Fig. 2.11 Influența relativă a imperfecțiunilor structurale față de cele geometrice, asupra forțelor critice ;
a - bara ideală ;
b, c, d, e, f, g, h - bară cu imperfecțiuni geometrice $f_0 = 1 / 1000$ și imperfecțiuni structurale $\sigma_{rc} = [0; 0,125; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,75] \sigma_c$;

Analizând fig.2.10 și 2.11 se constată că, deși efectul imperfecțiunilor de tipul curburii inițiale se extinde pe întreg domeniul de zvelteți, acesta se micșorează în cazul zvelteților mici, $\lambda \leq 20$, respectiv că, influența tensiunilor remanente variabile este importantă în zona de zvelteți medii și devine nesemnificativă în domeniul zvelteților mari. Efectul ambelor tipuri de imperfecțiuni este însă maxim în domeniul zvelteților curente, situate în jurul valorii $\frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\sigma_E}{\sigma_c}} \lambda = 1,0$, adică

$\lambda \approx 93$ în cazul oțelului OL37 și respectiv $\lambda \approx 76$ pentru OL52, mărci de oțel cel mai frecvent utilizate la confecționarea elementelor structurilor de rezistență ale halelor industriale.

Efectul imperfecțiunilor geometrice și structurale asupra răspunsului la solicitări a fost studiat, [31], și în cazul elementelor componente ale structurilor metalice cu zăbrele, pentru secțiuni ce au o singură axă de simetrie, cum este de exemplu cea formată din două corniere alăturate, fig.2.12 a, având distanța dintre aripi egală cu grosimea guseelor din noduri. Deformația datorată curburii inițiale a axei fiecărui profil, orientată în sensul deschiderii aripilor, produce relaxarea parțială a tensiunilor reziduale de compresiune de la capetele aripilor, respectiv a celor de întindere din dreptul conjeului; totodată, prin alăturarea cornierelor și legarea lor intermitentă cu fururi, curbura inițială se reduce la aproximativ jumătate din cea a cornierelor independente, partea concavă a deformației rămânând de partea aripilor în prelungire. În cazul solicitării la compresiune centrică a unui astfel de element, deoarece momentul încovoietor comprimă fibrele notate cu (1) în fig.2.12, orientarea curburii inițiale forțează flambajul barei în sensul mai favorabil pentru capacitatea portantă. Un mod de comportare similar îl prezintă și secțiunea T - care modelează secțiunea alcătuită din două corniere cu aripi alăturate - flambajul având loc, în prezența curburii inițiale deschise, prin rotația secțiunii în jurul axei x-x (fig.2.12b).

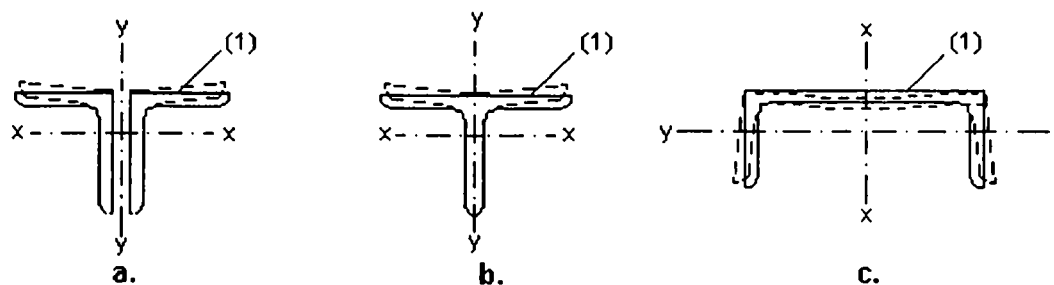


Fig.2.12 Efectul curburii inițiale a axei barei în cazul secțiunilor monosimetrice

Efectul preponderent al curburii inițiale se manifestă și în cazul profilului U, fig.2.12c, atunci când flambajul se produce într-un plan paralel cu axa y-y, imperfecțiunea geometrică menționată promovând comprimarea din încovoiere a inimii, ale cărei fibre extreme au modulul de rezistență maxim față de axa de inerție minimă a secțiunii transversale.

Imperfecțiunile geometrice și structurale precum și defectele elementelor reale, prezentate în cap.I și datorate , în general, execuției sau exploatării defectuase a structurilor metalice , produc modificări atât ale caracteristicilor geometrice ale secțiunilor transversale cât și ale caracteristicilor de rezistență și de rigiditate ale elementelor respective, în sensul micșorării acestora. De asemenea, alte defecte ale elementelor metalice, consecințe ale proiectării, uzinării sau exploatării în condiții specifice, ca : existența unor cordoane de sudură concurente, reducerea sau împiedecarea deformării elementelor în timpul sudării, prezența degradărilor de tipul coroziunii, pot avea ca efect apariția unor importante concentrări de eforturi, ce pot genera stări de tensiune plane sau spațiale. În acest caz, [15], dacă eforturile unitare sunt întinderi și au același ordin de mărime , stările de tensiune biaxiale și triaxiale duc la o reducere sensibilă a deformațiilor plastice (fig.2.13, curba b) și la o tendință de fragilizare a oțelului ; dacă însă, solicitarea biaxială este produsă pe una dintre direcții de eforturi de întindere și, perpendicular pe aceasta de eforturi de compresiune, deformațiile plastice se accentuează iar limita de curgere are valori mai reduse (fig.2.13, curba c).

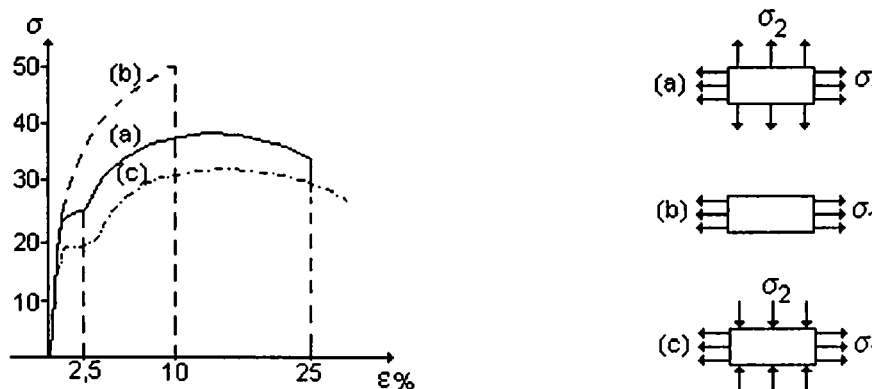


Fig. 2.13 Influența stării de tensiune asupra diagramelor caracteristice $\sigma - \epsilon$, trasate pentru o epruvetă supusă la : a - întindere monoaxială ; b - întindere biaxială ; c - întindere și compresiune

Defectele menționate, alături de alte discontinuități geometrice de suprafață, ca găuri, creștături, variații bruște ale secțiunii, sau interioare, cum sunt de exemplu porozitățile, microfisurile, defectele interne ale cordoanelor de sudură, influențează nefavorabil comportarea

elementelor, îndeosebi a celor supuse solicitărilor dinamice și variabile, prin reducerea proprietăților plastice și a rezistenței la oboseală, [12]. Spre exemplu, în fig.2.14a,b și c, [15], sunt prezentate în acest sens, efectele calității necorespunzătoare a cordoanelor de sudură asupra comportării la oboseală a unui element din oțel carbon.

Defectele elementelor pot duce, în cazul evoluției stării de eforturi unitare până la formarea articulațiilor plastice, la afectarea capacității portante ; dacă la structurile static nedeterminate acest fenomen produce redistribuirea eforturilor , respectiv modificarea schemei statice inițiale a structurii, apariția unei articulații plastice în sistemele static determinate sau a celei de-a $n + 1$ articulații plastice la sistemele de n ori static nedeterminate, are ca efect transformarea structurii

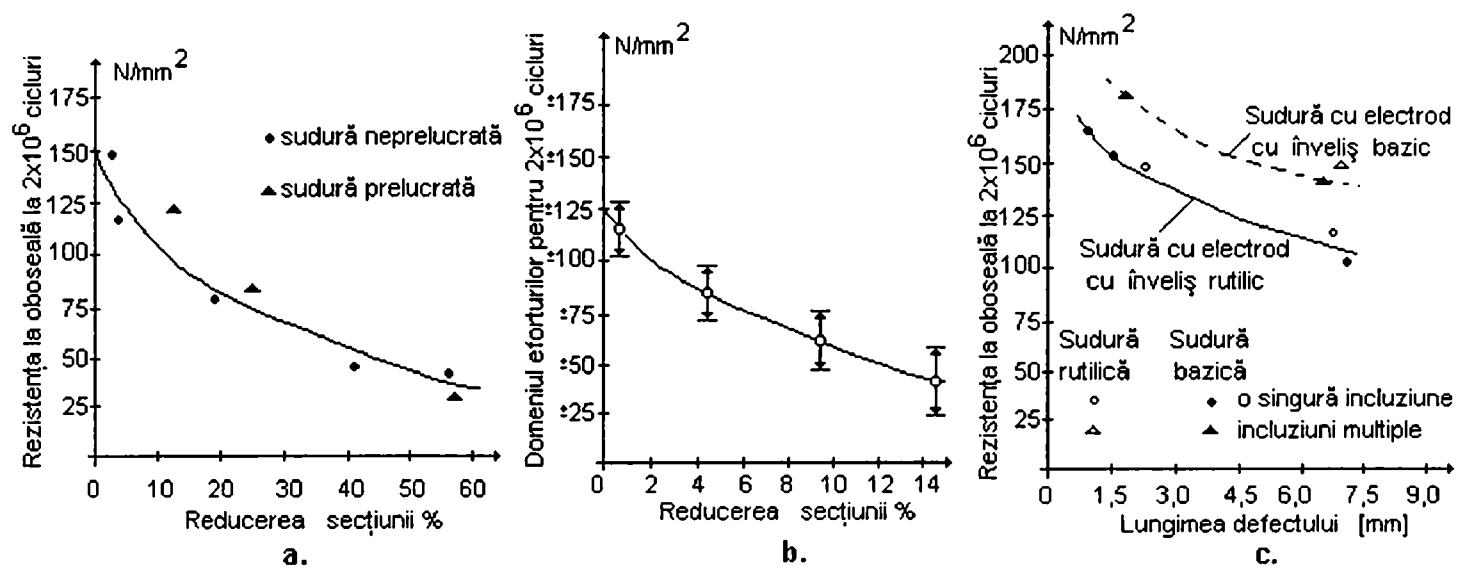
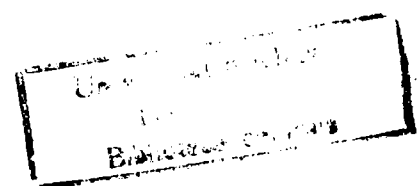


Fig. 2.14 Influența defectelor unei suduri transversale în adâncime asupra rezistenței la oboseală a unui element din oțel carbon : a - efectul lipsei de pătrundere , b - efectul porozității ; c - efectul incluziunilor de zgură

într-un lanț cinematic cu un grad de libertate corespunzător mecanismului de cedare și, implicit, pierderea capacității portante.

În concluzie, prezența imperfecțiunilor și defectelor, datorită influenței acestora asupra răspunsului structurii la solicitări, impune necesitatea efectuării analizei globale pe structuri reale, a căror modelare teoretică să fie cât mai apropiată modului de comportare al acestora sub încărcările din exploatare.



2.3 POSIBILITĂȚI DE MODELARE FIZICĂ ȘI MATEMATICĂ A SIGURANȚEI STRUCTURILOR METALICE A HALELOR INDUSTRIALE CU PODURI RULANTE

2.3.1 Evaluarea siguranței în exploatare sub aspectul modelării fizice a fenomenului de cedare

Halele industriale cu poduri rulante în care se desfășoară procesele tehnologice specifice sectorului siderurgic, au, în mod curent, structura de rezistență metalică alcătuită din cadre transversale de tip parter, cu una sau mai multe deschideri, legate între ele în sens longitudinal atât la nivelul șarpantei cât și la cel al grinzilor căilor de rulare și al altor grinzi orizontale, situate la diferite nivele. Legătura longitudinală de la nivelul șarpantei - considerată rigidă, dacă învelitoarea este realizată dintr-o placă, respectiv elastică, în cazul existenței contravântuirilor sub forma grinzilor cu zăbrele - împreună cu cea de la nivelul grinzilor de rulare generează, prin acțiunea portalelor de frânare, efectul de conlucrare spațială al structurii. În condițiile în care elementele acesteia, alcătuite în general din bare cu secțiuni de formă deschisă, au o slabă rigiditate la răsucire, conlucrarea spațială a structurii halei se manifestă ca o conlucrare la deplasare, [37].

Efectul de conlucrare spațială depinde atât de natura încărcărilor, cât și de alcătuirea structurii și de rigiditatea în plan orizontal a elementelor ei, o influență semnificativă asupra gradului de manifestare al acestui fenomen, avându-l și rigiditatea rezemării orizontale a capătului superior al stâlpilor, [31]. Prin acest efect spațial, deși cadrele transversale considerate izolat sunt cu noduri deplasabile, se reduc deplasările transversale ale cadrelor celor mai încărcate din acțiunea podurilor rulante, datorită corelării acestora, rigid sau elastic, cu deplasările transversale ale celorlalte cadre mai puțin încărcate, respectiv complet descărcate de aceste sarcini tehnologice.

Fenomenul cedării structurii unei astfel de hale industriale, descris în lucrarea [9], pornește, în mod determinist, de la stâlpul cel mai încărcat cu poduri rulante, pentru care sprijinul spațial al celorlalți stâlpi în privința deformării transversale este cel mai redus, în această situație aflându-se de obicei al doilea stâlp de la capătul halei sau de la rostul de dilatație. Peste acest aspect determinist, se suprapun imperfecțiunile probabiliste ale stâlpilor, datorită cărora deformația stâlpului celui mai defavorabil este spațială, din cauza compresiunii, încovoierii în general oblice și răsucirii. Rigiditatea riglei cadrului având valori mari, de obicei comparabile cu cele ale tronsonului inferior al stâlpului, progresarea plasticizărilor parțiale produse, duce la formarea articulației plastice în tronsonul superior al stâlpului; nivelul solicitării situează acest fenomen fie pe traseul C - D, încă stabil al curbei prezentate în fig.2.3, fie pe porțiunea labilă a acesteia. În cel de-al doilea caz, deși echilibrul stâlpului izolat din structură ar fi labil, el este stabilizat de stâlpii mai puțin încărcăți din jur, prin intermediul riglelor transversale și al rigidizărilor longitudinale. Și în elementele de stabilizare însă, când acestea nu mai pot susține deformatile crescânde ale stâlpilor, se pot forma articulații plastice care vor duce la cedarea locală a structurii

halei cu poduri rulante, după un mecanism asemănător cedării plastice obișnuite. Tot în lucrarea [31], se menționează că cedarea se poate produce și datorită flambajului prin încovoiere-răsucire a tronsonului inferior, cauzat de rigiditatea relativ mică a stâlpului în sens longitudinal halei, înainte de flambajul transversal al unei porțiuni din structură.

Din analiza fenomenelor prezentate rezultă că cedarea structurii unei hale industriale metalice cu poduri rulante, se poate produce după un mecanism corespunzător cedării plastice obișnuite, respectiv datorită fenomenului de instabilitate, după modelul de divergența echilibrului.

Evaluarea analitică a siguranței în exploatare pentru astfel de structuri, presupune, conform celor prezentate în paragraful 2.1, efectuarea calculelor de rezistență și de stabilitate impuse de metoda semiprobabilistă la stări limită. Calculul de rezistență al acestor structuri, de obicei multiplu static nedeterminate, este facilitat de posibilitățile oferite prin existența programelor de calcul automat, ce asigură cunoașterea exactă și rapidă a stării de eforturi și deformații dar, mai ales de faptul că aceste calcule pot fi conduse pe structura ideală, neafectată de imperfecțiuni și defecte. În schimb calculul de stabilitate, chiar și în cazul utilizării programelor și tehnicilor de calcul performante, întâmpină dificultăți majore ce provin din obligativitatea efectuării acestor calcule pe structura reală, afectată de imperfecțiuni geometrice și mecanice; deși teoretic, [22], determinarea cedării unei astfel de structuri oricât de complexe poate fi efectuată, costurile materiale și de timp ale unui asemenea calcul nu pot fi suportate de proiectarea curentă. De asemenea, deși includerea în modelarea fizică și apoi în calculul matematic a diferitelor imperfecțiuni apropie semnificativ modelul divergenței echilibrului de comportarea reală a elementelor de construcții, în lucrarea [31], se semnaleză faptul că aplicarea acestui model în actualele calcule este în principiu discutabilă, mai ales sub aspectul modelului matematic asociat; acesta, deoarece calculele de divergență, în măsura în care se pot efectua, sunt deterministe iar imperfecțiunile aleatoare ale elementelor de construcție reale ar reclama o tratare probabilistă, a cărei abordare implică, la rândul ei, dificultățile menționate deja în paragraful 2.1.

Aspectele analizate au condus la menținerea, îndeosebi pentru calculele de stabilitate practice de proiectare, a teoriilor elaborate pe **modelul bifurcării echilibrului**, bazate pe conceptul barei ideale; rezolvarea problemei de valori proprii se efectuează astfel, în urma separării flambajului prin încovoierea stâlpului în planul cadrului transversal, de flambajul prin încovoiere-răsucire, la care încovoierea are loc în sens longitudinal halei.

Complexitatea schematizării modelului de bifurcare în **cazul flambajului transversal** a evoluat, [9], de la bara izolată din structură, la cadrul transversal plan, (fig.2.15) apoi, la ansamblul întregii hale, (fig.2.17). În aceeași lucrare se mai menționează posibilitatea utilizării pentru stâlpul halei industriale cu poduri rulante, a modelului barei izolate din structură, care ține însă seama de conexiunea cu restul halei prin rezemarea elastică în privința deplasării transversale și a rotației la nivelul capătului superior, fig. 2.16b; această schemă a modelului de bifurcare este considerată, din punctul de vedere al rigidităților, mai evoluată decât schema cadrului plan dar nu poate include, spre deosebire de modelele din fig.2.15 și 2.17, repartizarea reală a încărcărilor din poduri rulante pe stâlpii halei.

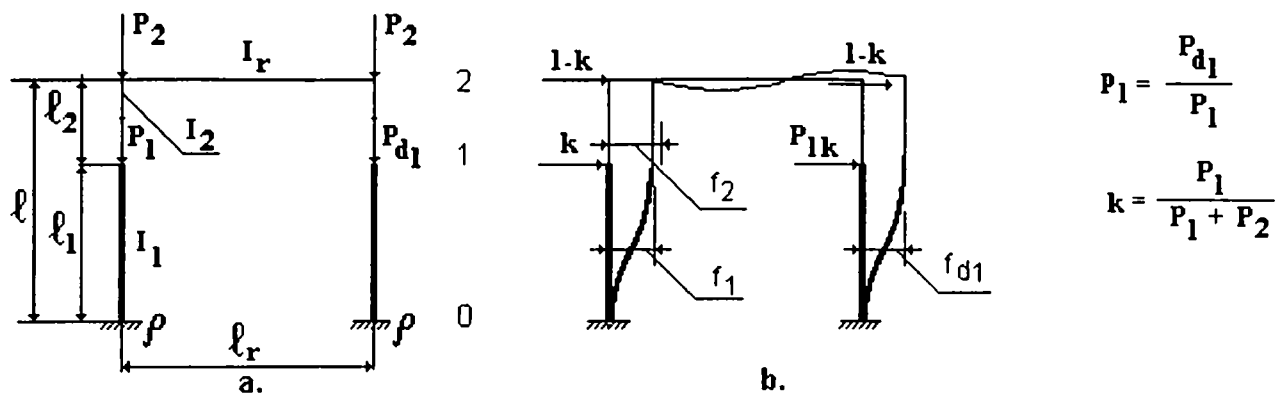


Fig. 2.15 Cadrul transversal (a) și încărcarea statică înlocuitoare corespunzătoare deformatiei aproximative a echilibrului indiferent (b), în modelul bifurcării echilibrului

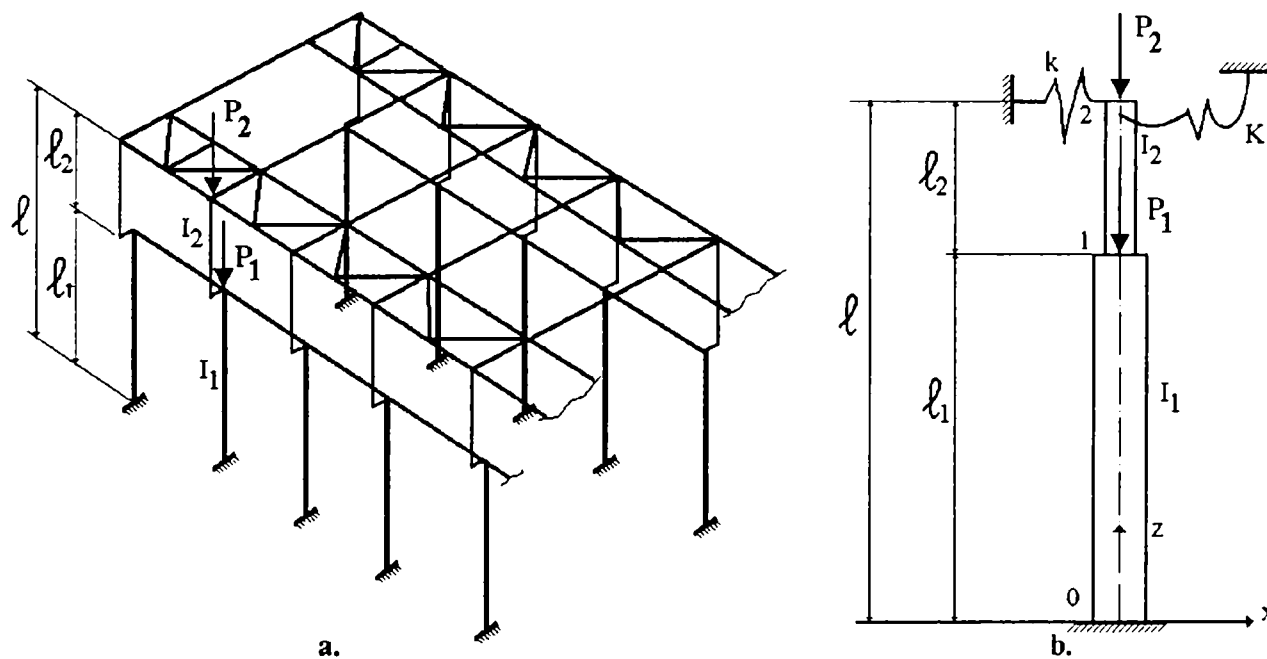


Fig. 2.16 Modelarea separării stâlpului, (b), din ansamblul structural spațial (a), în modelul bifurcării echilibrului

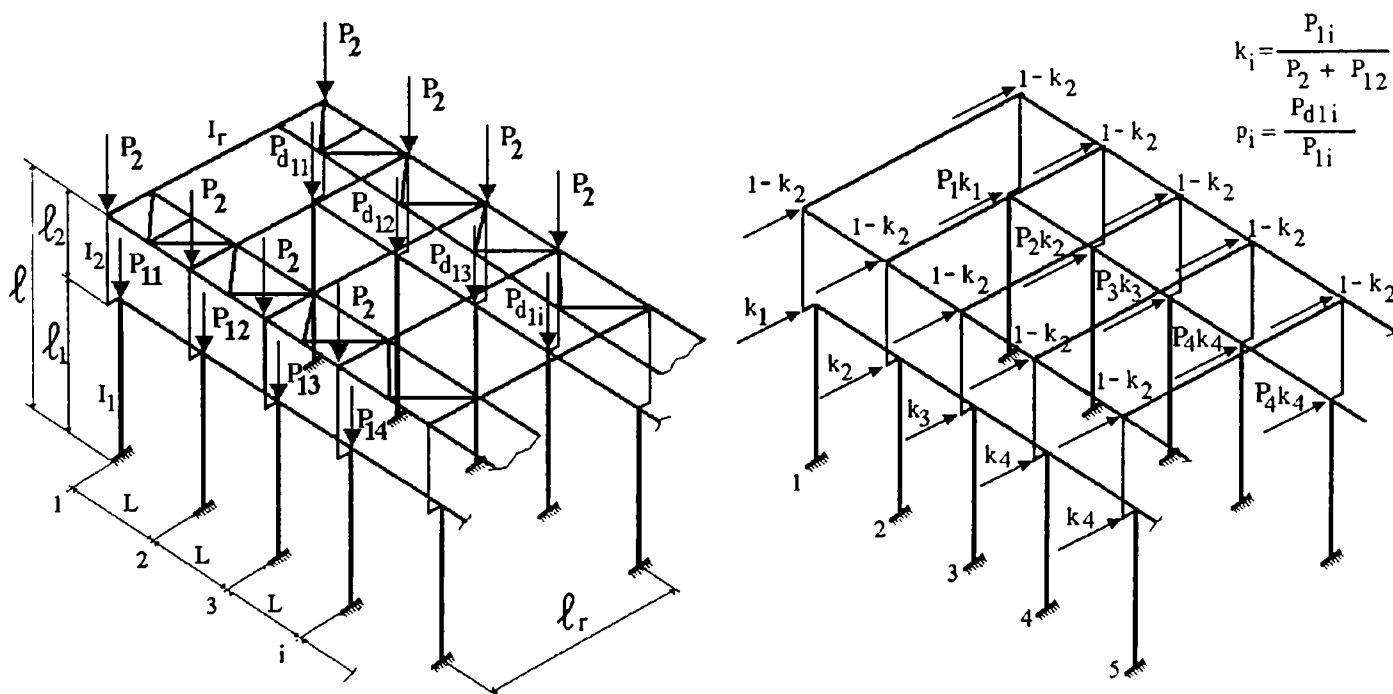


Fig. 2.17 Structura spațială și încărcarea statică înlocuitoare pentru aproximarea deformatiei echilibrului indiferent, în modelul bifurcării echilibrului

Schema modelului de bifurcare în cazul flambajului prin încovoiere-răsucire cuprinde un singur tronson al stâlpului izolat din structură, cu considerarea condițiilor de rezemare, rigidă sau elastică la cele două capete.

Calculul de stabilitate al stâlpilor de hală industrială cu poduri rulante necesită determinarea lungimilor de flambaj; noțiunea lungimii de flambaj, specifică modelului de bifurcare, - cu semnificația ei geometrică corespunzătoare barei ideale, avînd secțiune constantă și încărcări axiale numai la capete - devine însă improprie, aceste elemente structurale nesatisfăcînd restricțiile menționate. De aceea, a fost propusă adoptarea fie a unei lungimi de flambaj convenționale, ca în lucrarea [22], fie calculul acestei mărimi separat pentru cele două tronsoane ale stâlpului, [31], în fiecare caz specificându-se și modalități de determinare a unor coeficienți de flambaj raționali.

În ceea ce privește finalizarea calculului de stabilitate al barelor reale legate în structuri, cu utilizarea curbelor de flambaj prevăzute în normele de proiectare, se semnalează obiecțiile formulate de exemplu în lucrarea [22], care se referă la aspecte ca :

- apariția, la barele legate în structură, a unor imperfecțiuni suplimentare ca înclinări, excentricități geometrice și mecanice în nodurile structurii, neluate în considerare în curbele de flambaj ;
- reducerea gradului încastrărilor parțiale, modelate prin resorturi elastice la capetele barelor, datorită micșorării rigidității elementelor adiacente în cursul pierderii stabilității; de exemplu, prin plasticizarea parțială a secțiunilor de capăt se produc rotiri care, în special în cazul barelor solificate la momente încovoietoare mari, pot anula o parte din efectul favorabil al încastrărilor parțiale, modificînd totodată și gradul de încastrare considerat inițial.

Aspectele menționate, care deși justifică adoptarea în calculul de stabilitate al elementelor structurilor complexe a unor mărimi convenționale ce permit apoi utilizarea curbelor de flambaj, se situează totuși în limitele impuse de modelul bifurcării echilibrului. Concluziile altor studii, cum sunt cele formulate în lucrarea [31], arată însă că rezolvarea problemelor de stabilitate ale unor structuri de tipul halelor industriale cu poduri rulante, va pretinde părăsirea modelului fizic de bifurcarea echilibrului și abordarea sistematică a modelului fizic de divergența echilibrului. În acest sens, într-o primă aproximație, calculul de divergență propriu-zis ar putea fi înlocuit cu un calcul de rezistență de ordinul doi condus pe structura reală afectată de imperfecțiuni; menținerea calculului static de ordinul doi în stadiu elastic s-ar realiza în urma transformării imperfecțiunilor structurale de tipul tensiunilor reziduale, în imperfecțiuni geometrice de tipul curburilor inițiale, sub forma imperfecțiunii generalizate (preconizată de Dutheil în noțiunea modulului de deformare variabil pe înălțimea secțiunii transversale, prin care imperfecțiunile geometrice au fost exprimate structural). O astfel de abordare ar presupune apoi și înlocuirea calculului determinist, din cauza rolului imperfecțiunilor care în problemele de rezistență de ordinul întâi rămâne în general neglijabil, cu un calcul pe baza conceptului de siguranță probabilist.

2.3.2 Modelarea matematică a siguranței în exploatare pentru structurile halelor metalice din siderurgie

Conceptul siguranței în exploatare a structurilor de construcții, prezentat în paragraful 2.1, concretizat pentru structurile metalice ale halelor cu poduri rulante, implică evaluarea răspunsului structurii de rezistență la acțiunile exterioare atât din punct de vedere calitativ, cât și cantitativ; aspectul calitativ se referă la modalitățile de evaluare ale mărimilor fizice corespunzătoare stadiului de solicitare analizat - deplasări și eforturi - iar cel cantitativ, la determinarea valorică a acestora.

Analiza teoretică a răspunsului structurii la acțiunile exterioare necesită adoptarea unei modelări prin schematizarea fenomenului fizic real, ca de exemplu cea efectuată în paragraful 2.3.1, în vederea exprimării sale ulterioare sub formă matematică.

Deși în rezolvarea problemelor calculului practic al structurilor forma matematică cea mai frecvent utilizată este forma liniară, aceasta nu reprezintă totdeauna fidel fenomenul real al deformării structurii, iar în unele cazuri, de exemplu în cel al pierderii stabilității, nici nu îl poate exprima, [5]. Urmărirea caracterizării cât mai exacte a fenomenului real, cu considerarea efectelor unora dintre parametrii secundari ce influențează desfășurarea lui, conduce la forme matematice neliniare a căror rezolvare practică necesită unele schematizări sau simplificări. Dintre acestea, cele curent utilizate, se referă la: stabilirea schemei de calcul, schematizări ale comportării materialului și schematizări ale comportării structurii.

Stabilirea schemei de calcul - efectuată pe baza soluției constructive a structurii, ea rezultă din soluția de principiu a formei și dimensiunilor construcției, determinate de destinația acesteia. Schema de calcul, plană sau spațială, cuprinde modelarea tipului de legături între elementele structurii, respectiv între acestea și baza de susținere iar considerarea sau neglijarea imperfecțiunilor conduce la scheme reale, respectiv ideale ale structurilor.

Schematizarea comportării materialului - este determinată de caracteristicile fizico-mecanice ale acestuia, fiind materializată prin curba caracteristică corespunzătoare unei anumite solicitări. În cazul oțelului de construcții, relația efort unitar-deformație specifică corespunde materialelor ideal elasto-plastice, ce prezintă comportarea schematizată în fig. 2.18 a.

Schematizarea comportării structurii - rezultă relațiile de legătură dintre forțele exterioare respectiv eforturile secționale și deplasările pe direcțiile lor, de exemplu sub forma celor din fig.2.18b.

Analiza soluțiilor constructive și a comportării structurilor reale printr-un calcul neliniar poate fi abordată, în condițiile actuale, sau doar sub aspectul neliniarității geometrice - calculul de ordinul II liniar elastic, neliniar geometric - sau, al neliniarității atât geometrice cât și elastice - calculul de ordinul II neliniar elastic respectiv elasto-plastic. Astfel, prin considerarea efectului forțelor axiale asupra eforturilor și deplasărilor, modelarea matematică se apropie mai mult de cea a fenomenului real de comportare al structurilor, permițând totodată și calculul la stabilitate al acestora.

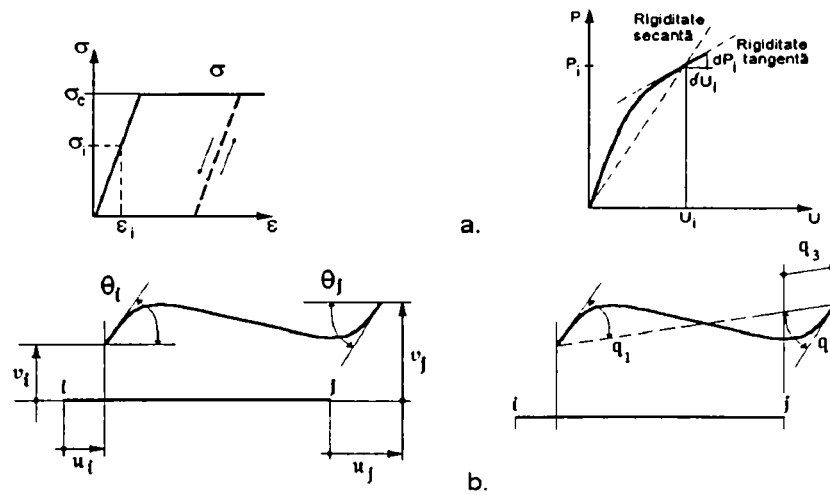


Fig.2.18 Schematizări ale comportării materialului (a), relația forță-deplasare (b), deplasări și deformații în calcul de ordinul II

Dezvoltarea unui calcul de ordinul II, alături de consecința exprimării ecuațiilor de echilibru static în raport cu forma deformată a structurii, presupune acceptarea unor ipoteze simplificatoare care, pentru **calculul** condus în domeniul elastic, se referă la :

- menținerea proporționalității dintre eforturile unitare și deformațiile specifice printr-o relație liniară, spre deosebire de cea neliniară dintre forțe și deplasări, în condițiile când atât rotirea de corp rigid a barelor :

$$\psi = \frac{v_j - v_i}{l} \quad (2.2)$$

cât și deformațiile q_1, q_2, q_3 ale elementelor, fig.2.14 c,d sunt mici.

- exprimarea dependenței deformație specifică-deplasare printr-o relație neliniară, care pentru o bară în spațiu are forma :

$$\epsilon_x = \frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_x}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w_x}{\partial x} \right)^2 - y \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} - z \frac{\partial^2 w_x}{\partial x^2} \quad (2.3)$$

unde u_x, v_x, w_x sunt deplasări ale secțiunii curente .

Principalele consecințe ale acestor ipoteze simplificatoare asupra modelării matematice a soluționării unui astfel de calcul sunt :

- necesitatea efectuării calculelor printr-o succesiune de cicluri, verificând satisfacerea, de fiecare dată, a compatibilității condiției de echilibru cu cea a deformatei structurii, datorită necunoașterii formei inițiale a acesteia ;
- necesitatea exprimării diferențiate a relațiilor forță-deplasare și variația forței-variația deplasării datorită modificării rigidității structurii în funcție de nivelul forțelor exterioare, respectiv introducerea noțiunilor de rigiditate secantă K_S și rigiditate tangentă K_T , fig.2.18 b, prin care relațiile menționate pot fi scrise sub forma $P = K_S \cdot U$ și $dP = K_T \cdot dU$.
- neliniaritatea funcțiilor eforturilor și deplasărilor în raport cu forța axială și obținerea energiei de deformație ca funcție de gradul 3 sau 4 de deplasările nodurilor.

În urma efectuării calculelor rezultă solicitările și deformațiile elementelor sau structurii, respectiv, dintr-un calcul de stabilitate, se pot determina forța critică și lungimea de flambaj aferente barelor ori parametrul încărcării axiale.

Considerarea comportării elasto-plastice a structurilor alcătuite din bare supuse la acțiunea simultană a încovoierii și compresiunii, presupune efectuarea calculului neliniar atât geometric, cât și fizic. Dintre studiile întreprinse în vederea elaborării bazelor unui astfel de calcul, se menționează în lucrări ca [4],[5],[24],[31], cele ale teoriei modulului tangent, aparținând lui Engesser (1889), conform căreia forța critică de pierdere a stabilității are expresia

$$P_t = \frac{E_t I}{l_f^2} \quad (2.4)$$

respectiv cercetările lui Karman (1910), care prin introducerea modulului de deformabilitate redus, E_r , ce ține cont de descărcarea parțială a secțiunii comprimate datorită întinderii din încovoiere, propune calculul forței critice cu expresia :

$$P_r = \frac{\pi^2 E_r I}{l_f^2} \quad (2.5)$$

Apoi, prin cercetările experimentale efectuate, s-a confirmat însă că forța critică obținută are o valoare mai apropiată de cea rezultată prin teoria modulului tangent, fapt ce a fost explicat teoretic în lucrările lui Shanley (1946), care arată că bifurcarea echilibrului are loc la valoarea P_t a forței axiale, dar forța critică reală se află între P_t și P_r . Studiile teoretice și cercetările experimentale ulterioare au pus în evidență și influența imperfecțiunilor structurale, menționată deja în paragraful 2.2, asupra relației $\sigma - \varepsilon$, fig.2.2, respectiv a celei moment încovoietor-curbură, fig.2.6 a; de asemenea, s-a observat că atât timp cât forța axială efectivă reprezintă mai puțin de 15% din forța axială care plasticifică secțiunea prin compresiune pură, influența acesteia asupra momentului plastic este neglijabilă, dar dincolo de această valoare trebuie ținut cont de efectul forței axiale, [5].

Pentru analiza siguranței în exploatare, modelarea matematică a comportării structurilor de tipul halei industriale cu poduri rulante se poate astfel efectua printr-un calcul de ordinul II, dezvoltat fie în domeniul elastic, fie în cel plastic. Ipotezelor simplificatoare aferente în general calculului de ordinul II li se atașează, în cazul adoptării calculului elasto-plastic și alte ipoteze specifice, astfel :

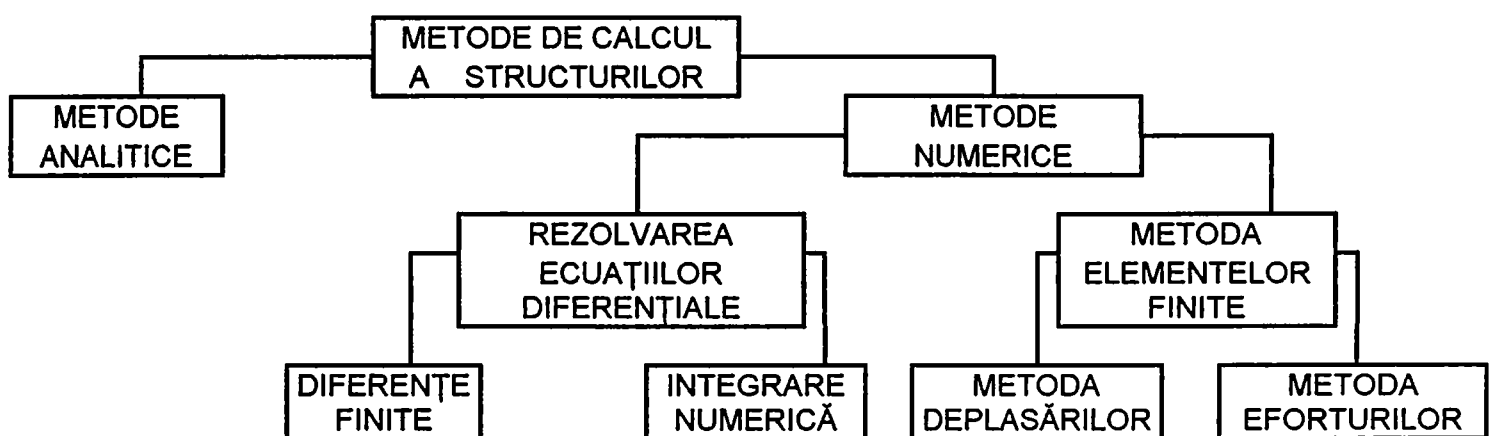
- variația forțelor poate fi considerată uniparametrică, sau, forțele pot avea legi proprii de variație ;
- necesitatea corectării momentului capabil al barelor, dacă $N > 0,15 N_p$, conform relațiilor din [5] :

$$M_{cap} = M_p \left[k \left(1 - \frac{N}{N_p} \right) \right] \quad (2.6)$$

în care $k = 1$, pentru secțiuni dreptunghiulare, respectiv $k = 1,18$ pentru secțiuni I ;

- obligativitatea verificării tipului de echilibru deoarece fenomenul de pierdere a stabilității se poate produce în oricare din etapele deformării structurii.

În ceea ce privește posibilitățile de alegere a metodei de calcul, [5],[24],[31] dintre cele prezentate în continuare, metodele analitice se recomandă a fi utilizate doar în cazurile când soluțiile ecuațiilor se pot obține direct iar rezolvarea lor este posibilă prin integrare numerică sau diferențe finite, respectiv în cazul structurilor simple ; calculul structurilor complexe se efectuează însă cu metodele generale ale eforturilor sau deplasărilor, formulate matriceal, pe baza caracteristicilor de rigiditate și de flexibilitate ale elementelor supuse diferitelor solicitări, cu ajutorul programelor de calcul automat. O mare parte a acestora sunt concepute cu metoda elementelor finite care, discretizând structura reală într-o serie de substructuri și elemente conectate atât între ele cât și cu baza de susținere, conduce la înlocuirea rezolvării sistemelor de ecuații diferențiale cu sisteme de ecuații liniare.



Un astfel de program de calcul, utilizat și pentru verificarea siguranței în exploatare a structurii unei hale industriale cu poduri rulante, detaliată în capitolul V , este programul **ROBOT-Structures** conceput pentru microcalculatoare compatibile IBM PC, care îndeplinesc următoarele condiții minime : IBM PC AT/386, MS DOS 3.0, 640 KB memorie RAM, 10MB spațiu disponibil pe disc.

Cu programul **ROBOT-Structures**, conform manualului de utilizare [51], poate fi analizată comportarea mecanică a structurilor modelate printr-un ansamblu de noduri legate între ele prin elemente ori bare , iar versiunea 5.0, permite analiza globală a diverselor tipuri de structuri plane și spațiale, acționate de sarcini statice ori dinamice. Utilizând o formă compactă de memorizare a datelor și datorită posibilităților de alocare dinamică a memoriei, se pot rula structuri bi- și tridimensionale (2D/3D) complexe, cu până la 2000 noduri, 5000 elemente și 200 ipoteze de încărcare, amploarea problemei tratate fiind însă dependentă și de resursele sistemului de calcul folosit.

Din structura generală a programului, prezentată sub forma organigramei din anexa A2.1, rezultă că modulele interne de calcul, conform opțiunii utilizatorului, pot efectua :

- analiza statică lineară (modulul **ROBLin**);
- analiza statică nelineară (modulul **ROBOT Flambement**);
- analiza dinamică spectrală (modulul **ROBOT Dynamique**).

În modulele menționate, structura de rezistență studiată, modelată fizic și geometric și având datele inițiale declarate în fișierul datelor de intrare, este supusă analizelor globale ale căror rezultate, pentru fiecare din ipotezele de încărcare sau combinații ale acestora, pot fi consultate în următoarele moduri :

- afișare numerică pe ecran , pentru :
 - reacțiunile din reazeme ;
 - eforturile și tensiunile din bare ;
 - deplasările nodurilor ;
 - valorile eforturilor necesare diagramelor M, N,T ;
 - deformatelile structurii ;
 - eforturile maxime, cu afișarea concomitentă a eforturilor aferente acestora.
- afișare grafică pe ecran, respectiv :
 - desenul întregii structuri, deformată sau nedeformată, ori a unei porțiuni din acestea ;
 - numerotarea nodurilor și a elementelor ;
 - vizualizarea reazemelor, a caracteristicilor mecanice și a încărcărilor ;
 - vizualizarea deformatelii structurii, cu posibilitatea utilizării opțiunii de animație ;
 - vederi în perspectivă ale structurii, efectuarea de rotații și proiecții ale acesteia, cu opțiuni de mărire ori micșorare (*zoom*) ;
 - trasarea diagramelor de eforturi M,N,T.
- tipărire la imprimantă ori la *plotter* pe formate A4...A0 sau ieșire în fișiere grafice format DXF.

Programul poate genera în timpul efectuării calculelor, fișierele necesare activării modului *PostROBOT* iar utilizatorul poate urmări pe ecran derularea calculelor și aprecia astfel timpul necesar execuției, nodurile sau elementele în curs de analiză fiind afișate pe ecran.

2.4 CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

Analiza posibilităților de evaluare a siguranței structurilor reale, afectate de imperfecțiuni și defecte, a fost realizată pe baza studiului bibliografic referitor la următoarele probleme :

- definirea conceptului de siguranță a structurilor reale, aflate în exploatare ;
- definirea structurilor de rezistență ideale și a structurilor reale, precum și analiza unor aspecte privind influența imperfecțiunilor și defectelor asupra comportării sub încărcările din exploatare a structurilor reale ;
- posibilitățile de modelare fizică și matematică ale siguranței structurilor metalice ale halelor industriale cu poduri rulante.

Drept contribuții personale, se menționează:

- întocmirea și sistematizarea sintezei documentare cuprinzând aspectele menționate și concretizarea lor, în acest capitol, cu exemplificări pentru cazul halelor metalice din siderurgie, aflate în exploatare;
- finalizarea analizei privind posibilitățile de evaluare analitică a siguranței, prin stabilirea metodei și programului de calcul, adoptate cu scopul verificării siguranței unei hale metalice din siderurgie, aflată de peste 30 de ani în exploatare.

CAP. III.

STUDII TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE ASUPRA FACTORILOR CARE INFLUENȚEAZĂ SIGURANȚA ÎN EXPLOATARE A HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE

3.1 CONSIDERAȚII GENERALE. DOMENIUL ABORDAT

Evaluarea, cu un anumit grad de certitudine a siguranței unor structuri de rezistență se poate efectua, conform aspectelor prezentate în cap.II , atât în faza de proiectare cât și ulterior, după o perioadă de exploatare a construcțiilor ; ambele situații menționate necesită însă, adoptarea unei modelări geometrice și fizice cât mai fidele a structurii studiate, fapt ce implică analiza critică a factorilor care influențează modul de comportare sub încărcări a structurii respective.

Conceptul siguranței în exploatare aplicat în cazul halelor industriale cu schelet metalic din industria siderurgică și metalurgică impune, de aceea, analiza factorilor ce derivă din rolul lor funcțional, caracteristic proceselor tehnologice adăpostite, rol ce în faza de proiectare condiționează soluționarea alcătuirii structurale iar în perioada de exploatare constituie un factor generator de acțiuni specifice care, prin efectul lor, influențează modul de comportare sub încărcări, respectiv siguranța în exploatare.

Ținând seama de considerentele prezentate mai sus, în studiile teoretice și cercetările experimentale ce se vor efectua cu scopul evaluării siguranței în exploatare a halelor metalice din siderurgie, vor fi abordate mai întâi la general, iar apoi cu referiri concrete la o hală aflată în exploatare, următoarele probleme :

a. Caracteristicile proceselor tehnologice, ale utilajelor tehnologice și utilajelor de ridicat și transportat, sub aspectul influenței acestora asupra alcătuirii structurale a halelor : dimensiuni în plan și în elevație, alcătuire cadre transversale, căi de rulare, sisteme de contravînturiri și portale, închideri .

b. Analiza legăturilor dintre elementele componente ale structurii halelor, scheme statice și de încărcare ale elementelor componente și ale ansamblului halei, în scopul definirii schemei ideale și a schemei reale a structurii, necesare verificării prin calcul a siguranței în exploatare.

c. Cercetări experimentale asupra materialului metalic din elementele structurilor de rezistență aflate în exploatare, precum și măsurători tehnico-topografice asupra geometriei acestor structuri, în vederea obținerii bazei de date necesare definitivării sub aspectul modelării fizice a structurilor reale.

d. Evaluarea modului de comportare sub încărcări a structurilor metalice de tipul halelor industriale cu poduri rulante, în faza de proiectare și ulterior, după o anumită perioadă de exploatare, pe baza studiului comparativ al rezultatelor măsurătorilor efectuate, cu cele obținute în

urma calculului plan și a calculului de conlucrare spațială, conduse, în fiecare dintre cazurile menționate, atât pe structura ideală cât și pe structura reală, în variantele calcul liniar elastic (de ordinul I) respectiv calcul elastic liniar și geometric neliniar (de ordinul II) .

Aspectele prezentate, detaliate succesiv în paragrafele acestui capitol, au fost exemplificate pentru o hală industrială cu structură metalică și poduri rulante, aflată în exploatare de peste 30 de ani în cadrul unui combinat siderurgic, și anume Hala cuptoarelor adânci (H.C.A).

Rezultatele studiilor și cercetărilor experimentale, precum și cele ale măsurătorilor tehnico-topografice care se vor întreprinde urmând etapele programelor concepute și întocmite în acest sens, vor permite modelarea fizică și matematică a structurii H.C.A studiate, evaluarea modului ei de comportare sub încărcări și aprecierea gradului de siguranță în exploatare.

3.2 PREZENTAREA HALEI INDUSTRIALE STUDIAE

3.2.1 Forma , dimensiunile în plan și în secțiune

Forma și dimensiunile halelor industriale, soluționarea alcătuirii structurii de rezistență și comportarea lor în exploatare sunt condiționate de rolul lor funcțional, de satisfacere a cerințelor proceselor de fabricație desfășurate ; dintre acestea, un rol important revine **caracteristicilor procesului tehnologic, gabaritului și poziției utilajelor tehnologice** necesare fluxului productiv, precum și mijloacelor de ridicat și transportat utilizate.

3.2.1.1 Caracteristicile procesului tehnologic și utilaje tehnologice

Construcțiile halelor metalice industriale, ca formă și alcătuire, sunt diferite atât de la o industrie la alta cât și, în cadrul aceleiași industrii, de la un sector la altul, în funcție de caracteristicile procesului tehnologic adăpostit. Tehnologia după care se desfășoară procesul de producție determină fluxul tehnologic, ale cărui caracteristici impun apoi utilajele tehnologice și utilajele de ridicat și transportat necesare, legăturile funcționale cu halele vecine, necesitatea asigurării unor condiții speciale de ventilare în cazul proceselor cu degajări de substanțe nocive.

În halele cu schelet metalic utilizate în industria siderurgică și metalurgică, cum sunt de exemplu cele de la furnale, oțelării, bluminguri, laminoare, tumătorii, se desfășoară procese tehnologice ale căror caracteristici, prezentate în paragraful 1.3, determină încadrarea lor în categoria halelor industriale grele. Satisfacerea cerințelor impuse de fluxul lor de producție, conduce la adoptarea unor forme variate ale acestor hale în plan și în secțiune, (fig.3.1 a și b).

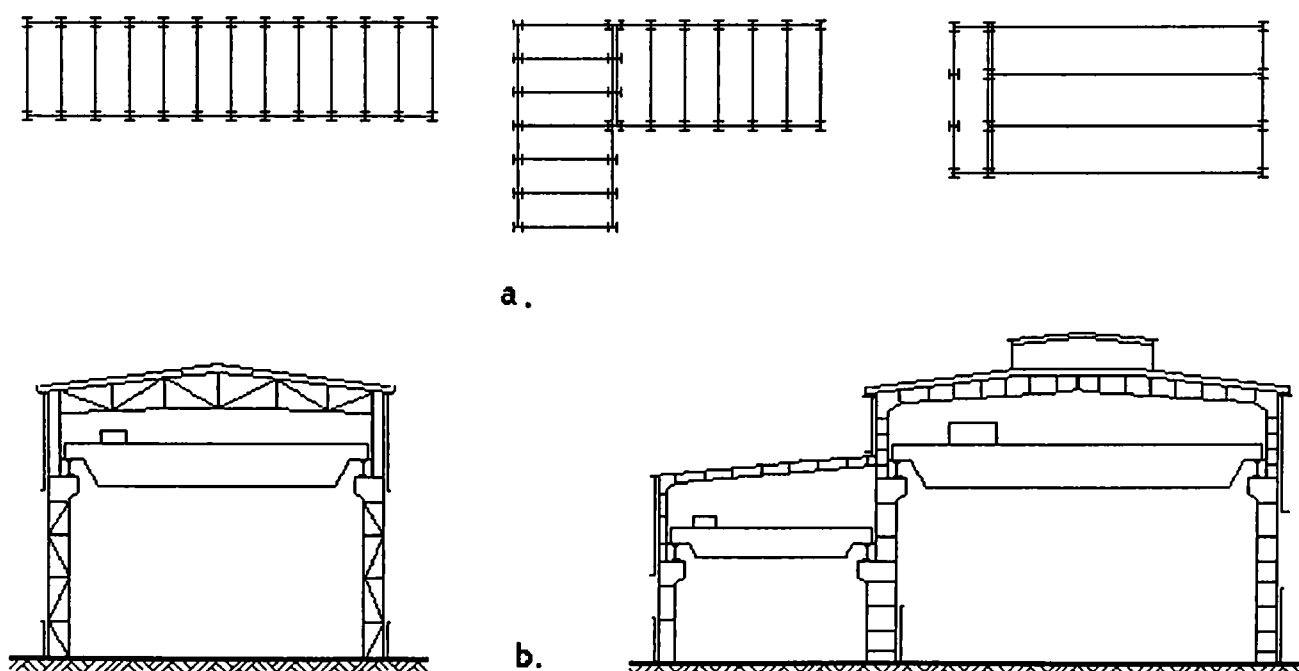


Fig.3.1 Forme în plan (a) și în elevație (b), ale halelor metalice din siderurgie

Stabilirea formei și a dimensiunilor în plan, funcție de caracteristicile procesului tehnologic adăpostit, sunt exemplificate în continuare pentru cazul Halei cuptoarelor adânci (H.C.A), componentă a secției încălzire, ce face parte alături de hala laminorului, a celei de ajustaj și de tratament termic, din ansamblul halelor ce deservește secția laminoare dintr-un combinat siderurgic.

În H.C.A. menționată, se desfășoară operațiile tehnologice de pregătire în vederea prelucrării la cald a lingourilor din oțel, respectiv ridicarea temperaturii lor până la cea corespunzătoare începutului de laminare. Pentru aceasta, lingourile din sortimentul prevăzut în programul de laminare sunt aduse prin transport pe calea ferată uzinală direct la cuptoarele adânci atunci când provin din șarje calde (peste 700°C), respectiv după o preîncălzire în cuptorul cu propulsie în cazul lingourilor reci (sub 600°C), durata de încălzire fiind variabilă de la 8 ore (pentru oțelurile de uz general și slab aliate) până la 16,5 ore (pentru oțeluri înalt aliate și mărci în curs de cercetare și omologare).

În scopul asigurării continuității fluxului tehnologic - ce cuprinde accesul lingourilor pe C.F., încărcarea lor în cuptoarele adânci, procesul de încălzire, descărcarea din cuptor, transportul și depunerea lingourilor pe căile de primire cu role ale primei caje degrositoare a laminorului, ciclul repetându-se continuu pe durata celor trei schimburi cu frecvența influențată de ritmul variabil de laminare - H.C.A a fost amplasată, conform fig.3.2, în zona dintre hala oțelăriei și hala laminorului propriu-zis.

Desfășurarea procesului tehnologic descris necesită funcționarea în H.C.A. a următoarelor utilaje tehnologice de bază : un număr de 16 cuptoare adânci, un cuptor cu propulsie și o freză pentru eliminarea defectelor de suprafață ale lingourilor ; utilajele, a căror schemă de amplasare este prezentată în fig. 3.2, au următoarele caracteristici tehnice principale :

Cuptoarele adânci, având dimensiunile din fig.3.3a , sunt de tipul cu flacără întoarsă, fiecare cuptor fiind prevăzut cu un recuperator metalic pentru preîncălzirea aerului de combustie, iar câte două cuptoare sunt racordate la un cazan recuperator, notat (3) în fig.3.2, pentru încălzirea apei din circuitul cuptorului. Amplasarea celor 16 cuptoare adânci conform fig.3.2, stabilită în funcție de cerințele fluxului tehnologic precum și spațiul impus de gabaritul și funcționarea acestora, a necesitat asigurarea în zona cuptoarelor a unei suprafețe dreptunghiulare, având dimensiunile în plan de 90m x 12m.

Cuptorul cu propulsie, de tip trizonar cu încălzire superioară, având forma și dimensiunile prezentate în schema din fig.3.3b. Efectuarea încărcării lingourilor direct de pe vagoanele căii ferate uzinale, ce deservește și laminorul din hala alăturată, respectiv descărcarea lor pe toboganul de evacuare în zona de lucru a podurilor rulante cu clește vertical, prin intermediul cărora lingourile urmează a fi transferate în cuptoarele adânci, au necesitat amplasarea cuptorului cu propulsie în zona de capăt a halei, în fața frontului cuptoarelor adânci și poziționarea sa conform fig.3.2.

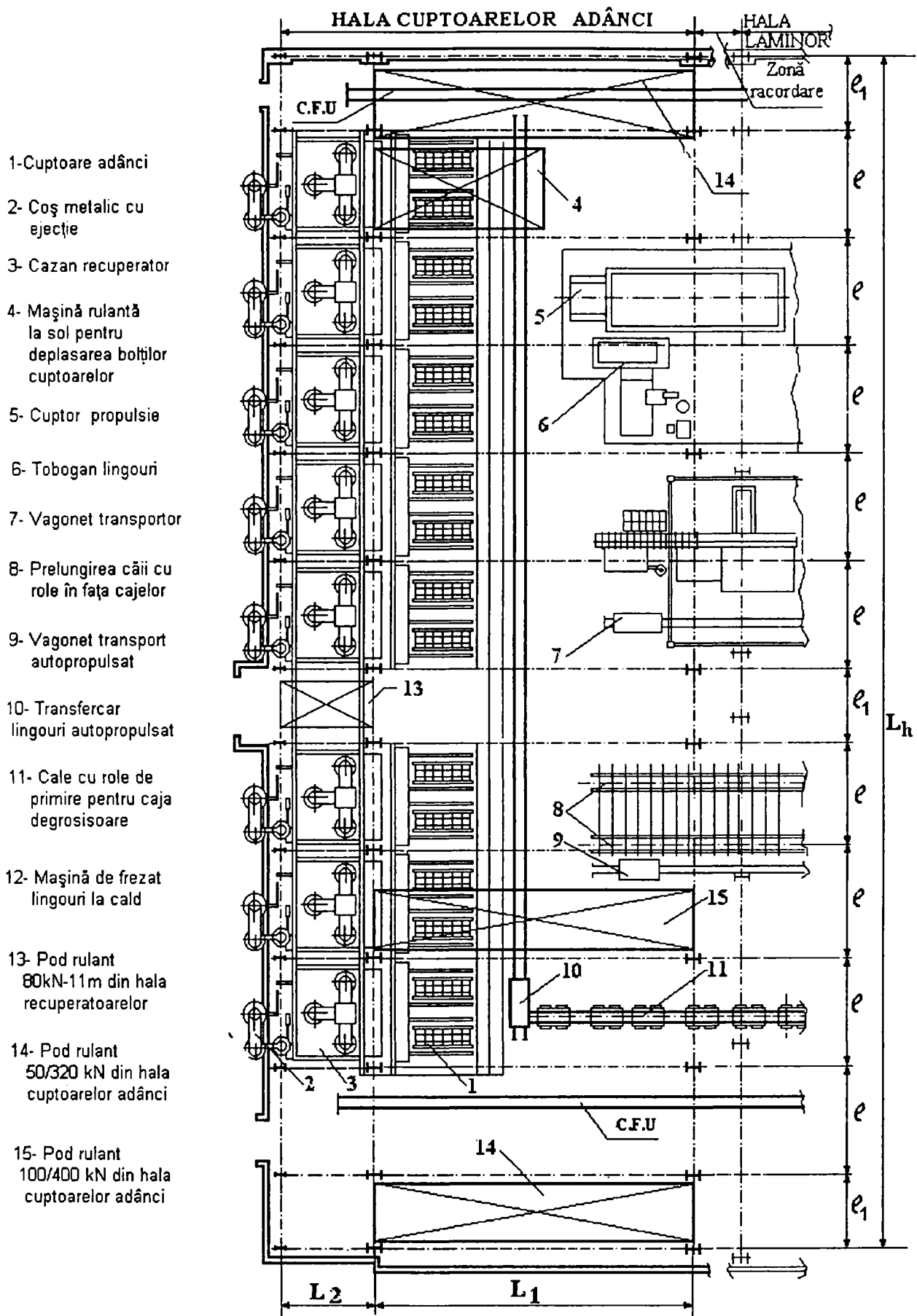
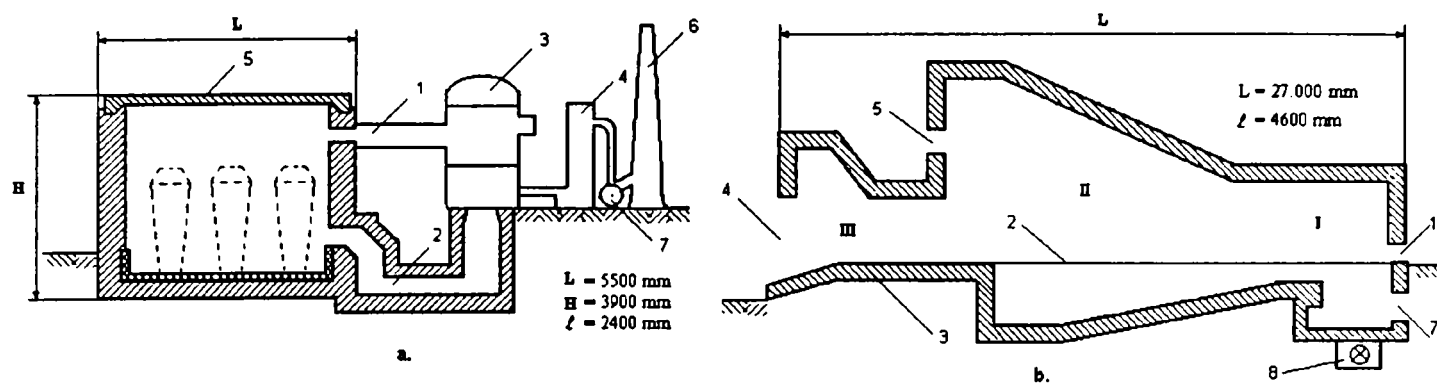


Fig.3.2 Schema generală de amplasare a utilajului tehnologic într-o hală a cuptoarelor adânci dintr-un combinat siderurgic

Considerentele tehnologice menționate și dimensiunile de gabarit ale cuptorului cu propulsie împreună cu instalațiile anexe acestuia, au impus asigurarea în fața frontului cuptoarelor adânci, a unei suprafețe dreptunghiulare cu dimensiunile de 19mx 14m .



a. Secțiune verticală printr-un cuptor adânc cu arzător în peretele frontal : 1 -arzător; 2 -canal evacuare gaze de ardere; 3 -recuperator încălzire aer de combustie ; 4 -recuperator preîncălzire gaz combustibil; 5 -capac cuptor ; 6 -coș; 7 -exhaustor.

b. Secțiune verticală printr-un cuptor cu propulsie trizonar: 1- ușă încărcare; 2- șine glisare; 3- vatră monolitică; 4 -ușă descărcare; 5- arzătoare; 6- recuperator (din 3.3a); 7- conductă aer rece; 8- canal de fum; I-zona preîncălzire ; II - zona de încălzire ; III- zona de menținere.

Fig. 3.3 Utilaje tehnologice dintr-o hală siderurgică

Desfășurarea fluxului productiv din H.C.A., modul de amplasare al utilajelor tehnologice prezentate, gabaritul lor și al instalațiilor anexe acestora, asigurarea spațiilor de manevrare-manipulare și a căilor de acces și de circulație, au condus la adoptarea soluției constructive de hală tip parter, cu formă dreptunghiulară, având dimensiunile în plan, înscrise și în fig.3.2, de 120m x 45m .

3.2.1.2 Utilaje de ridicat și transportat

Formele variate în plan și în secțiune ale halelor industriale, prezentate în fig.3.1b, sunt determinate, pe lângă factorii menționați în paragraful 3.2.1.1, și de capacitatea și gabaritul utilajelor de ridicat și transportat, de cerințele de iluminare naturală și de ventilare, de necesitățile de scurgere a apelor de pe acoperiș. În cazul halelor industriale din siderurgie, care în general au deschideri mari și în care se desfășoară procese tehnologice care necesită poduri rulante cu capacitate mare de ridicare, exploatate în regim greu și foarte greu, utilajele de ridicat și transportat reprezintă elementele cele mai semnificative în funcție de care se stabilesc atât forma cât și dimensiunile în elevație ale halelor. De exemplu, în situația funcționării într-o hală a laminoarelor de pildă, a unor poduri rulante având capacități de ridicare apropiate ca mărime, înălțimea poate fi menținută constantă în toate deschiderile, ca în fig.3.4a ; spre deosebire de aceasta, într-o hală pentru elaborarea oțelului, necesitatea funcționării podurilor de tumare de mare capacitate, amplasate la cote diferite uneori chiar în aceeași deschidere, ca în fig.3.4b, determină adoptarea unor înălțimi variabile în secțiunea transversală, soluția asigurând totodată și cerințele de ventilație corespunzătoare a halei.

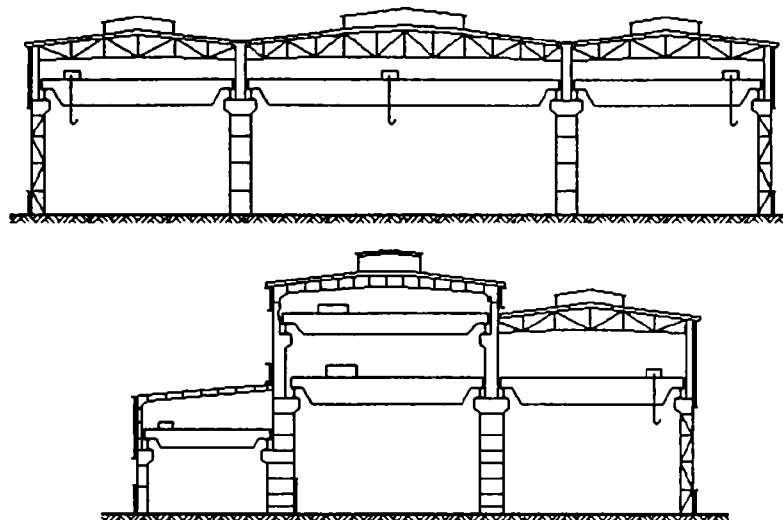


Fig.3.4 Tipuri de hale industriale din siderurgie

În cazul halelor componente ale secțiilor de încălzire a lingourilor și blumurilor, cum este de exemplu și H.C.A., desfășurarea procesului tehnologic necesită funcționarea unor utilaje de ridicat și transportat de tipul podurilor rulante cu suspensie rigidă (tip Tiegler), reprezentate schematic în fig.3.5. În această hală funcționează trei astfel de poduri rulante, dintre care două sunt de tip 50/320 kN-30m iar unul de 100/400 kN-30m , ambele având suspensie rigidă pentru masa de manevrat principală și suspensie elastică pentru cea auxiliară ; de asemenea, în hală mai funcționează: un pod rulant electric de uz general cu capacitatea de 50 kN-12m în deschiderea aferentă halei recuperatoarelor, iar la sol, perpendicular pe frontul cuptoarelor adânci, mașina rulantă pentru deplasarea bolților cuptoarelor și transfercarele autopropulsate ce asigură transportul lingourilor calde de la cuptoarele adânci la linia de laminare, utilaje ce sunt marcate cu (2) și (3) în fig.3.5.

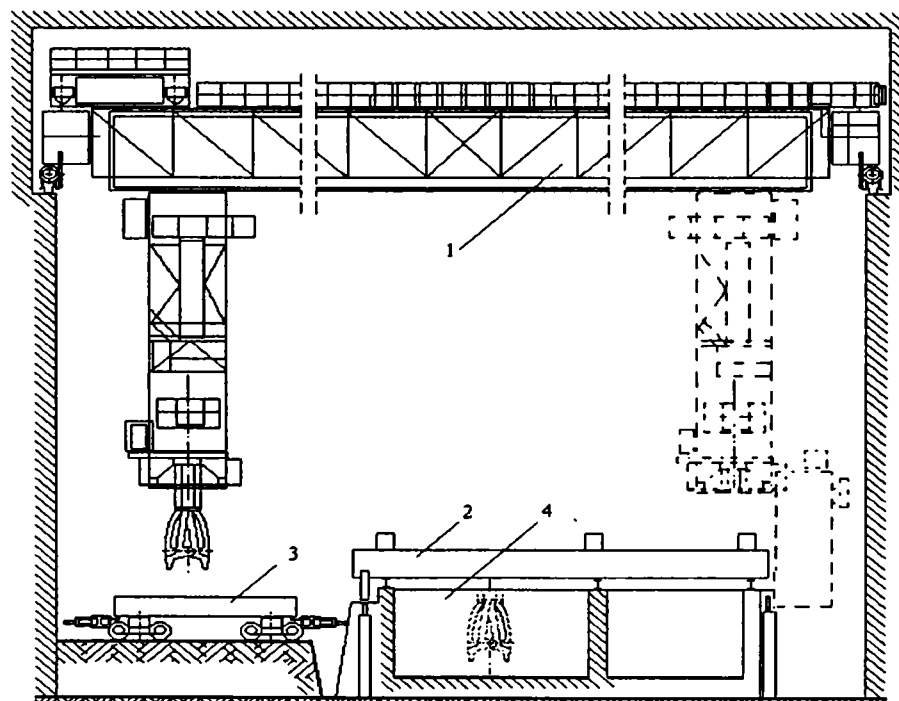


Fig.3.5 Utilaje de ridicat și transportat într-o hală industrială din siderurgie

1 - Pod rulant cu clește vertical din hala cuptoarelor adânci ; 2 - Mașină rulantă la sol pentru deplasarea bolții cuptoarelor ; 3 - Transfercar autopropulsat ; 4 - Cuptor adânc.

Gabaritul și funcționarea utilajelor tehnologice și a celor de ridicat și transportat, în corelație cu factorii impuși de degajarea de căldură produsă după ridicarea și translatarea bolților cuptoarelor adânci precum și în timpul operațiilor de manipulare și transport ale lingourilor, ce determină încadrarea H.C.A. în categoria halelor în care au loc procese calde, s-au luat în considerare la stabilirea cotei de nivel a căilor de rulare (amplasate la 13500 mm în hala cuptoarelor adânci și la 13448 mm în hala recuperatoarelor), respectiv la definitivarea dimensiunilor deschiderilor, traveelor și a înălțimii totale a halei.

De asemenea, caracteristicile procesului tehnologic precum și gabaritul și poziția utilajelor, au condus la adoptarea pentru H.C.A a soluției de hală tip parter, având formă dreptunghiulară, cu dimensiunile în plan, menționate în fig.3.2, de 120mx45m și o înălțime medie de 24m în deschiderea aferentă halei cuptoarelor, respectiv de 16m în cea a recuperatoarelor.

3.2.2 Alcătuirea structurală a halelor

3.2.2.1 Cadrul transversal

Împărțirea planului orizontal al halelor industriale, conform modulului adoptat, în deschideri și travee, conduce la obținerea rețelei de stâlpi așezați pe laturile și în interiorul construcției, fig.3.6. În cazul halelor industriale cu schelet metalic, rezultă totodată și modul de dispunere al cadrelor transversale, ce constituie elementele principale de rezistență care asigură rigiditatea transversală a construcției, cu rolul de a susține întreaga structură, respectiv de a prelua și transmite la fundații încărcările aduse de toate elementele componente ale acesteia.

Dintre soluțiile de alcătuire ale cadrelor transversale prezentate în literatură, [15], [19], [39], soluția des folosită îndeosebi la halele cu deschideri mari în care funcționează poduri rulante având capacitate mare de ridicare, cum sunt și halele din siderurgie, este cea cu stâlpi și rigle cu inimă plină, la care stâlpii au secțiuni variabilă în trepte; ramura lor superioară se execută de obicei cu secțiune dublu simetrică, ramura inferioară cu secțiune monosimetrică, pe întreaga lungime a stâlpului prevăzându-se nervuri orizontale de rigidizare iar în dreptul capitelului, traverse sudate de tălpile secțiunii transversale. Dacă poziționarea stâlpilor se realizează la intersecția tuturor axelor modulare, ca în fig.3.6 pe șirurile II și III, soluția de alcătuire a cadrului transversal poate fi cea din fig.3.7a, adoptată și în cazul H.C.A. supusă studiului. În unele cazuri însă, amplasarea stâlpilor la fiecare intersecție a axelor modulare este împiedecată, și ca urmare, rezultă structuri cu cadre transversale incomplete, ca în dreptul axelor 5, 8 și 10 din fig.3.6, iar distanțele longitudinale dintre stâlpi nu mai sunt egale pe toate șirurile, ca în fig.3.6 șirul I, față de șirurile II și III.

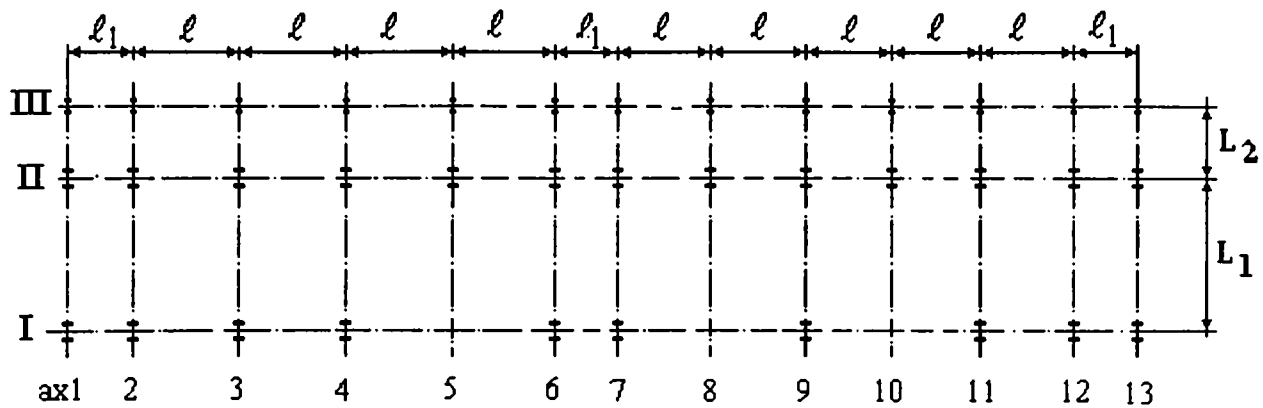


Fig. 3.6 Forme de dipunere în plan ale stâlpilor într-o hală industrială siderurgică

În cazul aceleiași hale a cuptoarelor adânci (H.C.A), având structura metalică alcătuită din cadre transversale cu două deschideri inegale (deschiderea L_1 de 32.20m între șirurile de stâlpi I și II pentru hala cuptoarelor adânci propriu-zisă, respectiv L_2 de 12,65m între șirurile II și III pentru hala recuperatoarelor), lungimea totală de 120m cuprinde 12 travee, figurate în schema din fig.3.2, dintre care traveele de capăt și traveea centrală au lungimea de 7,0m (impusă de respectarea traseului și gabaritului căilor de circulație auto și a căii ferate uzinale, ce deservește atât hala cuptoarelor adânci cât și hala laminorului alăturată acestuia - fig.3.2 - și construită anterior) iar toate celelalte travee curente au lungimea de câte 11,0m (stabilită în funcție de dimensiunile de gabarit ale cuptoarelor adânci și de spațiul necesar manevrării bolților acestora). Pe șirurile II și III, stâlpii sunt poziționați la intersecția tuturor axelor modulare, dar pe șirul I, asigurarea continuității fluxului tehnologic între hala cuptoarelor adânci și hala laminorului, a impus prelungirea căii cu role a laminorului degrositor în H.C.A., pe traseul marcat în fig.3.2, între axele 4-6. Din acest motiv, stâlpul din axul 5 al șirului I nu a fost coborât până la fundație, ramura lui superioară rezemând pe grinzile de rulare, aceeași soluție fiind adoptată pe șirul I de stâlpi și în axul 8 (datorită dimensiunilor de gabarit ale mașinii de frezat lingouri la cald, a instalațiilor și agregatelor auxiliare necesare funcționării acestuia precum și necesității amplasării ei în zona de mijloc a halei, din fața frontului cuptoarelor adânci), respectiv în axul 10 (datorită amplasării cuptorului cu propulsie în traveele 9-11 din considerentele tehnologice, menționate deja în paragraful 3.2.1). Tipul de cadru transversal incomplet astfel rezultat prin suprimarea ramurii inferioare a stâlpului , este prezentat în fig.3.7b., iar secțiunile transversale ale elementelor componente, în fig 3.7c, d și e.

Cadrele transversale care alcătuiesc structura de rezistență descrisă, aferentă H.C.A. aflată în exploatare, au rigle cu inimă plină realizate cu două pante în deschiderea I-II și cu o singură pantă în deschiderea II-III, prinderea lor de stâlpi fiind de tip încastat prin racordare cu colț curb. Pe riglele din deschiderea mare a halei reazemă, conform fig.3.7a și b, luminatoarele longitudinale realizate tot sub forma unor cadre cu inimă plină.

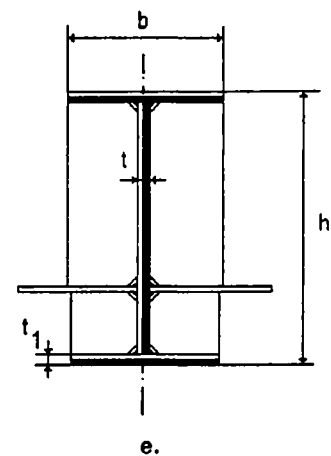
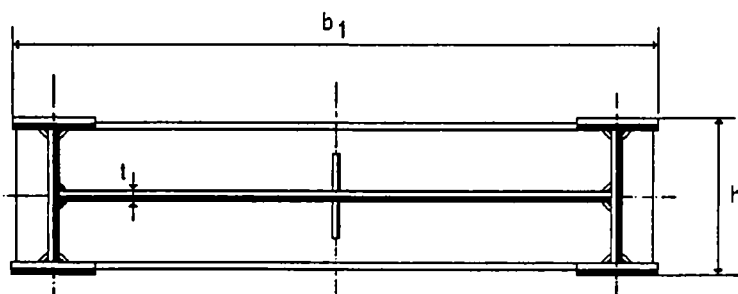
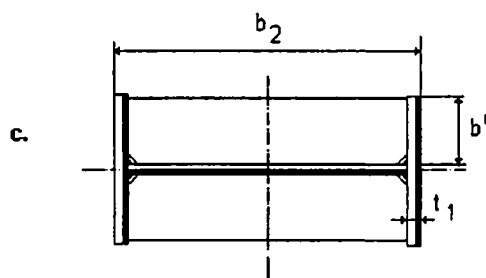
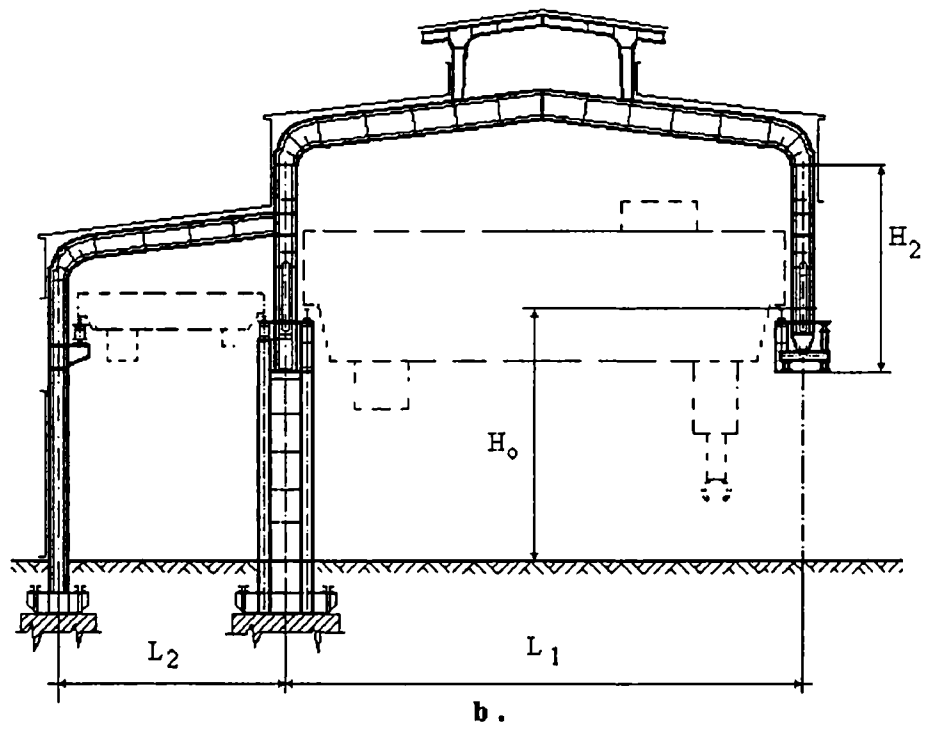
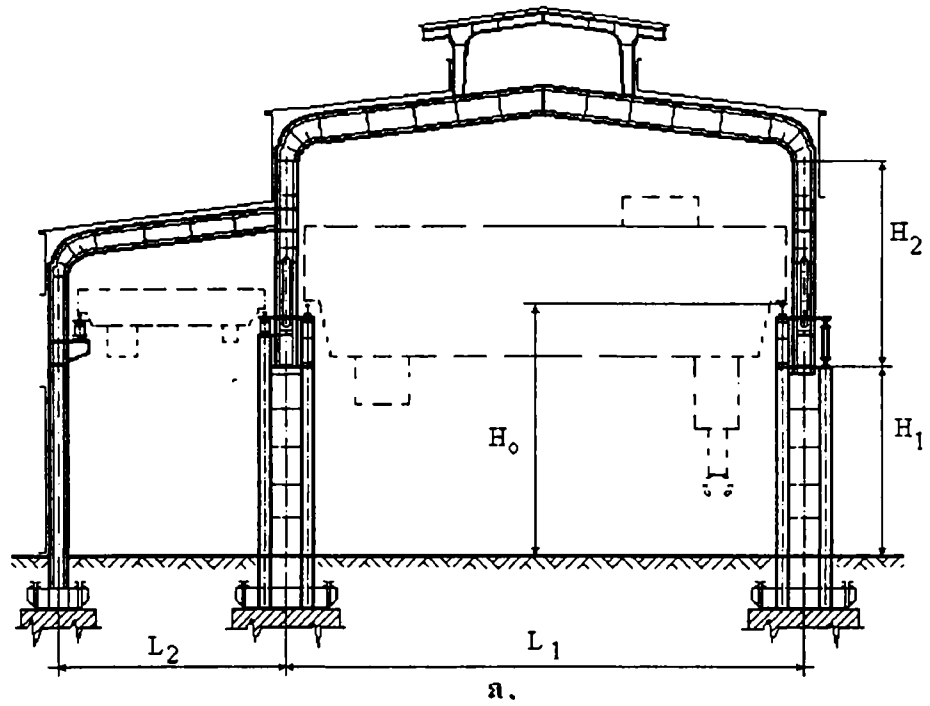


Fig.3.7 Tipuri de cadre transversale cu inimă plină din structura unei hale metalice din siderurgie, (a), (b) și secțiuni transversale ale elementelor componente (c)- ramura superioară a stâlpilor ; d- ramura inferioară a stâlpilor e- rigla cadrului

3.2.2.2 Căile de rulare

În halele industriale metalice din siderurgie, grinzile căilor de rulare reprezintă elemente dintre cele mai importante care determină atât îndeplinirea rolului funcțional al acestor construcții cât și siguranța lor în exploatare, datorită ponderii semnificative în efectul asupra structurii de rezistență, a acțiunilor provenite din podurile rulante.

Grinzile căilor de rulare, dispuse în sens longitudinal halei și rezemate la o anumită înălțime pe stâlpii cadrelor transversale, au rolul de a susține și de a sigura posibilitatea de funcționare a podurilor rulante cu capacitate mare de ridicare, poduri cu care sunt prevăzute halele din siderurgie.

Secțiunile transversale ale grinzilor căilor de rulare se pot alcătui fie în forma de dublu T, cu talpa superioară mai dezvoltată decât cea inferioară datorită solicitărilor suplimentare provenite din forțele orizontale și necesitățile de prindere a șinelor, fie cu doi pereți de tip cheson, în cazul grinzilor cu deschidere mare care susțin poduri rulante cu capacitate mare de ridicare sau care susțin și alte elemente ale structurii acoperișului ori halei.

Pentru grinzile de rulare se utilizează frecvent soluția de grinzi continue, care, în situația unor solicitări mai reduse la oboseală, prezintă avantajul unor secțiuni mai mici și deci a unui consum mai redus de material, asigurând totodată o rigiditate sporită, prinderi mai simple de stâlpi și o comportare mai bună în exploatare, atât a grinzii cât și a șinei.

În Hala cuptoarelor adânci supusă studiului, de aspectele menționate s-a ținut seama la proiectarea grinzilor căilor de rulare, acestea fiind alcătuite ca grinzi continue, fig.3.8, ale căror deschideri inegale au fost impuse de lungimea traveelor, stabilită din considerentele expuse în paragrafele anterioare.

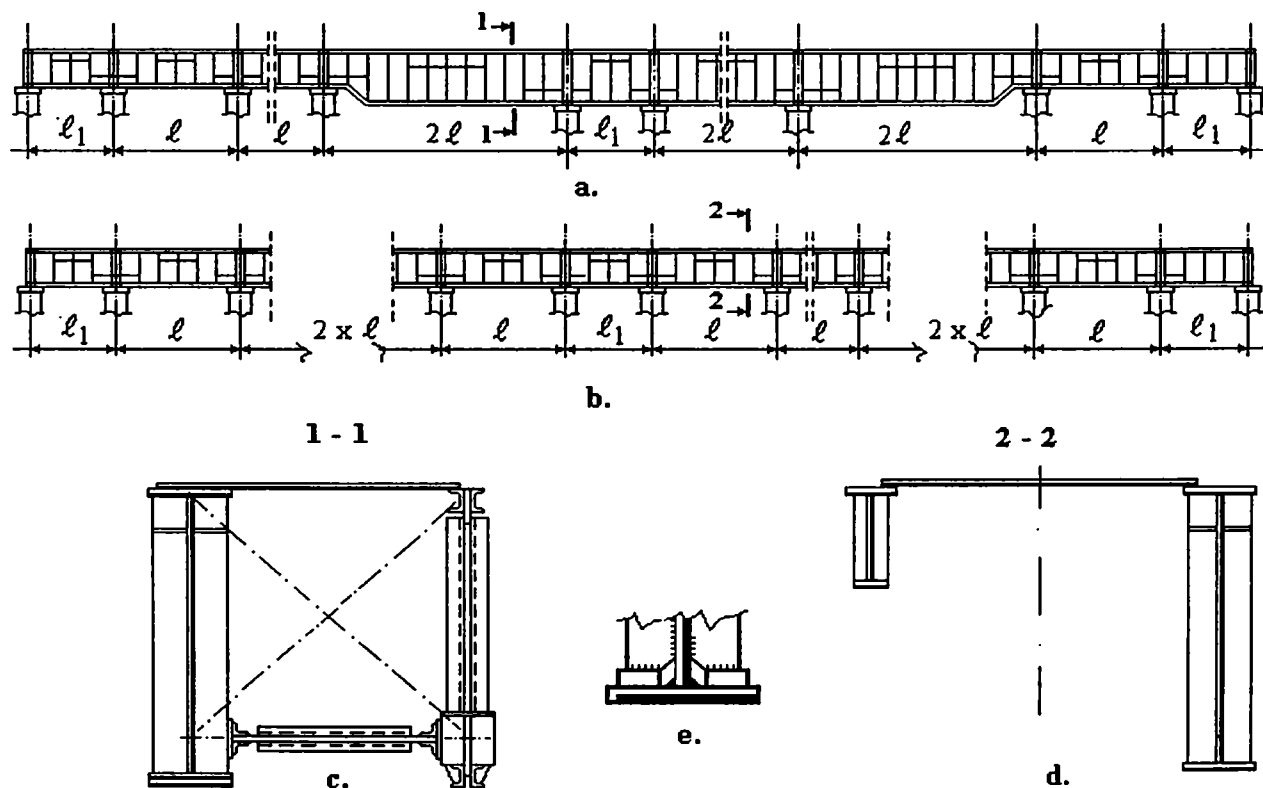


Fig. 3.8 Ansamblul grinzilor căilor de rulare dintr-o hală a cuptoarelor adânci

În ansamblul grinzilor căilor de rulare prezentat în fig.3.8, grinzile verticale principale și grinzile orizontale de frânare sunt realizate cu inimă plină, iar grinzile verticale secundare, cu

zăbrele pe șirul I și cu inimă plină pe șirul III, întreg ansamblul fiind executat în soluție sudată .

Având în vedere dispunerea stâlpilor, exemplificată în fig.3.6, ansamblul grinzilor de rulare prezintă secțiuni transversale diferite pe șirurile longitudinale. Astfel, pe șirul central, fig.3.8b, secțiunea transversală schematizată în fig.3.8d, este constantă pe toată lungimea grinzilor de rulare continue, secțiunea grinzii principale corespunzătoare șirului II spre III, menținându-se aceeași și pe șirul III spre II . Pe șirul marginal I, fig.3.8a , secțiunea transversală aferentă deschiderilor dintre axele 4 - 9 este cea din fig.3.8c, în celelate deschideri, secțiunea grinzii principale fiind identică cu cea de pe șirul II spre I.

Grinzile principale sunt prevăzute cu rigidizări transversale pe toată înălțimea inimii și rigidizări longitudinale în zona comprimată a acesteia, în scopul evitării producerii fenomenului de pierdere locală a stabilității, care poate afecta capacitatea portantă a grinzii și , implicit siguranța ei în exploatare. Rigidizările transversale, ce au rolul de a transmite la inimă încărcările concentrate ce acționează asupra tălpii, creeând totodată reazeme suplimentare pentru inimă și măbind rezistența critică a acesteia la voalare, sunt prinse prin sudură, direct de tălpile comprimate. Deoarece sudarea rigidizărilor de tălpile întinse ar putea produce în cordoanele transversale de sudură stări de tensiune biaxiale, defavorabile îndeosebi în condițiile solicitărilor repetate care pot genera fenomenul de oboseală, s-a aplicat soluția de prindere exemplificată în fig.3.8e. Între grinzile principale și cele secundare de pe șirul I, sunt prevăzute, sub forma unor grinzi cu zăbrele, contravântuiri verticale transversale și contravântuiri orizontale la talpa întinsă, ca în fig.3.8c.

Pentru prinderea șinelor căilor de rulare, în ambele deschideri, s-a adoptat soluția rezemării lor continue pe talpa superioară a grinzilor principale, prin intermediul unor plăcuțe sudate de șina tip KP în deschiderea aferentă halei cuptoarelor , respectiv prin sudarea directă a șinei din oțel pătrat , în hala recuperatoarelor.

3.2.2.3 Sisteme de contravântuiri și portale

Stabilitatea și rigiditatea sistemului spațial al structurilor halelor industriale, sunt asigurate prin dispunerea unui ansamblu de contravântuiri care, în funcție de poziția lor, pot fi contravântuiri orizontale, cum sunt cele transversale și longitudinale din planul acoperișului, respectiv verticale, ca cele din planul șirurilor longitudinale de stâlpi ori din planul pereților halelor. Sistemele de contravântuiri, având ca rol principal preluarea acțiunii forțelor orizontale ce se exercită asupra construcției, contribuie semnificativ și la realizarea conlucrării spațiale între elementele structurii, îndeosebi în cazul halelor dotate cu mijloace de ridicare și transport cu capacitate mare de ridicare, cum sunt halele din siderurgie. De asemenea, prin existența sistemelor de contravântuiri la halele metalice care au structuri cu cadre transversale incomplete, ce au rigiditate mai mică decât cea a cadrelor vecine - situație întâlnită și în cazul H.C.A ale cărei tipuri de cadre transversale s-au prezentat anterior, în fig.3.7a și b - se asigură conlucrarea spațială între cadrele transversale sub forma unei conlucrări la deplasare, fenomen favorabil cadrelor direct încărcate, ce contribuie la o comportare mai avantajoasă a acestora în exploatare.

La hala menționată, a cărei lungime totală cuprinde un număr de 12 travee, în planul acoperișului, fig.3.9a, contravântuirile orizontale transversale sunt dispuse în panourile de capăt și într-un panou intermediar din zona centrală, astfel de contravântuiri existând în deschiderea mare și în planul panelor luminatorului, fig.3.9b. Contravântuirile orizontale longitudinale, realizate între paneele de streașină și primele pane curente de lângă acestea, tot sub forma unor grinzi cu zăbrele având tălpi paralele și diagonale încrucișate, sunt dispuse pe ambele margini laterale aferente fiecăreia dintre cele două deschideri, conform fig.3.9a.

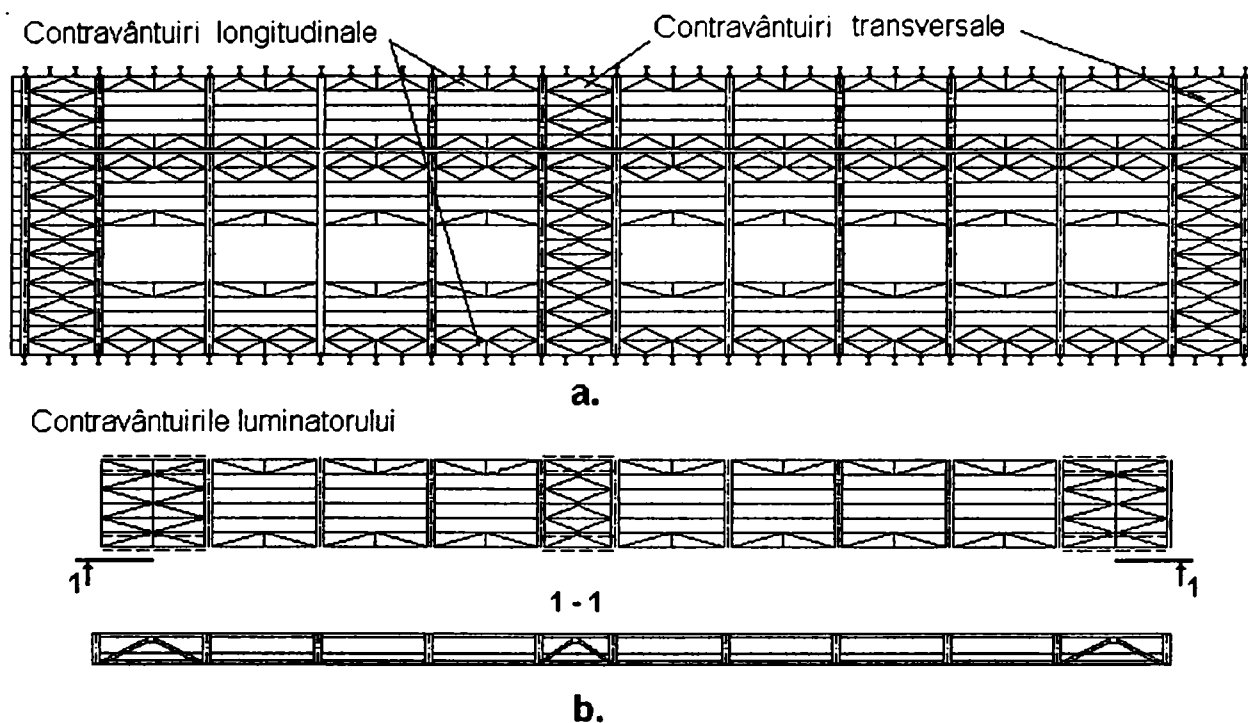


Fig. 3.9 Contravântuiri la nivelul acoperișului într-o hală industrială din siderurgie
 a - Contravântuiri orizontale la nivelul riglelor cadrelor transversale;
 b - Contravântuiri orizontale și verticale ale luminatorului longitudinal ;

Sistemul de contravântuiri orizontale și longitudinale și transversale prezentat, ce formează cadre închise după conturul halei, prin conlucrarea spațială a elementelor structurii măresc rigiditatea ei transversală și, totodată, micșorează deformațiile orizontale la nivelul grinzilor de rulare, fapt deosebit de important pentru asigurarea exploatării normale a podurilor rulante.

Halele metalice dotate cu poduri rulante au prevăzute întotdeauna și contravântuiri verticale ale stâlpilor (sau portale), dispuse în plan normal pe planele cadrelor transversale, având rolul principal de a prelua, pe lângă forțele provenite din presiunea dinamică a vântului pe frontoane și forțele de frânare longitudinale produse de podurile rulante, respectiv cele provenite din izbirea podului în tampoane. Aceste portale sunt poziționate în travee în care există și contravântuiri transversale ale șarpantei acoperișului, astfel încât, împreună cu acestea, creează un ansamblu rigid complet. Soluția de alcătuire a portalelor, fiind funcție de mărimea solicitărilor, depinde de modul de așezare a grinzilor de rulare pe stâlpi, de capacitatea de ridicare și regimul de funcționare al podurilor rulante. De exemplu, în cazul H.C.A, aceste aspecte, analizate deja în aliniatele anterioare, au determinat adoptarea soluției prezentate în fig.3.10. Astfel, în ambele deschideri ale halei, portalele sunt realizate la partea inferioară sub forma unor cadre cu secțiune plină, iar în porțiunea situată între aceste cadre și grinzile de rulare, precum și în partea lor

superioară, sunt alcătuite din bare încrucișate, în formă de X. Capetele stâlpilor portalei sunt legate între ele prin bare cu inimă plină, asigurându-se în acest fel transmiterea la portale a forțelor orizontale și, în același timp, creeându-se pentru capătul superior al stâlpului o legătură care, prin rigiditatea ei la deplasare și la rotire, îi mărește capacitatea portantă în raport cu flambajul prin încovoiere-răsucire.

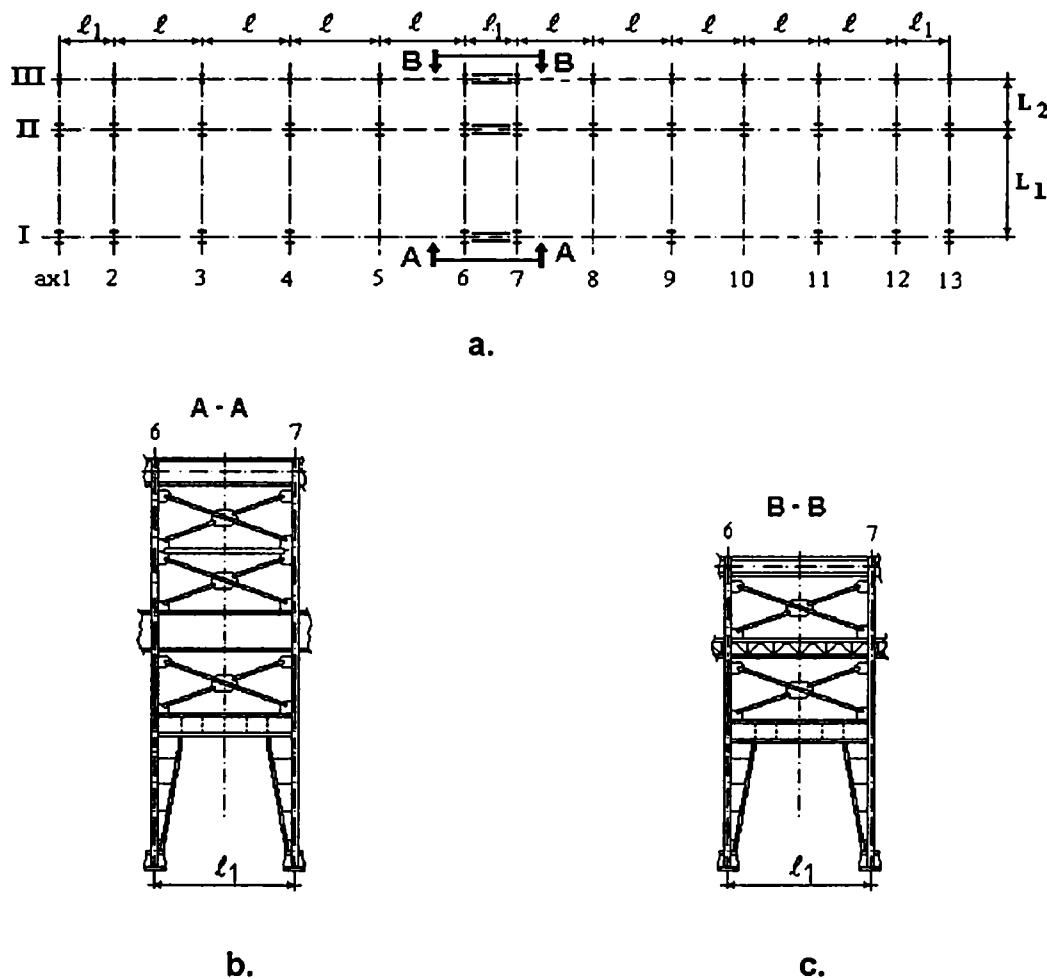


Fig. 3.10 Portale de frânare într-o hală industrială din siderurgie
a - Poziția portalei în ansamblul de contravântuiri; b,c - Alcătuirea portalei de frânare

Soluția prezentată în fig.3.10, de amplasare a portalei de frânare pe fiecare din șirurile longitudinale de stâlpi în traveea de mijloc a halei, cu respectarea însă a prevederilor normei [69], permite dilatarea liberă a grinzilor de rulare și a altor elemente longitudinale și, ca atare, nu duce la generarea unor eforturi suplimentare în aceste elemente, din cauza variațiilor de temperatură.

3.2.2.4 Închiderile halei

Închiderile halelor industriale, au drept părți componente elementele de închidere propriuzise (învelitoarea acoperișului și a pereților laterali și frontali), respectiv structura de rezistență de care acestea sunt prinse.

Soluționarea închiderilor halelor este condiționată de rolul funcțional precum și de alcătuirea lor structurală de ansamblu. În cazul halelor cu schelet metalic din siderurgie, în care se desfășoară în general procese calde ce pot fi însoțite de degajări de substanțe nocive sau de umiditatea ridicată, închiderile trebuie să îndeplinească atât rolul de protejare împotriva agenților atmosferici, cât și cel de asigurare a condițiilor de ventilație și iluminare naturală corespunzătoare a

spațiului interior. Sub aceste aspecte, pentru H.C.A studiată, ce se încadrează în categoria halelor în care au loc procese cu degajare de căldură, învelitoarea acoperișului și a pereților este de tip ușor, executată din tablă cutată neizolată termic, pereții laterali având prevăzută la partea superioară tâmplărie metalică iar la partea inferioară, zidărie din cărămidă.

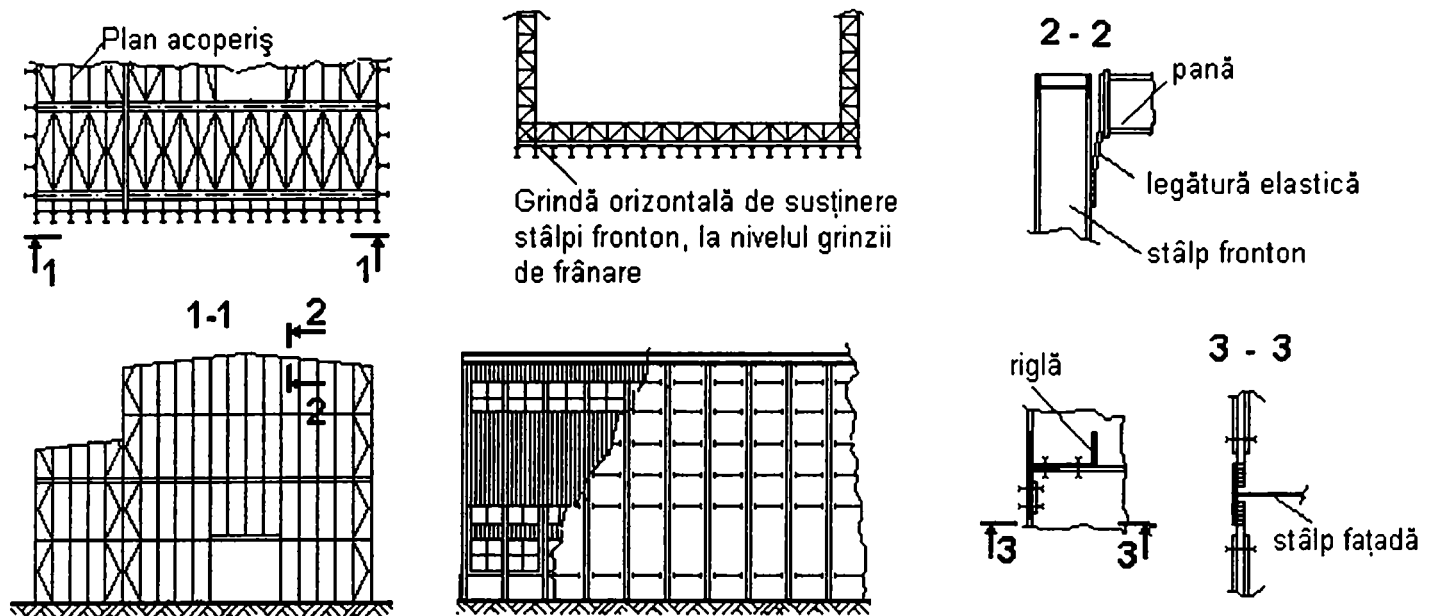


Fig.3.11 Pereții frontali și laterali ai unei hale din siderurgie

Structura de rezistență a acoperișului este constituită din rigele cadrelor transversale și cele ale cadrelor luminatorului, pe care reazemă paneele ce susțin învelitoarea, iar șarpanta metalică a pereților este alcătuită din rigele prinse articulat între stâlpii cadrelor transversale și stâlpii metalici intermediari, dispuși în plan conform fig.3.10a. În fațadele laterale, aceștia din urmă, reazemă articulat la nivelul inferior pe fundații continue iar la cel superior, pe contravântuirea orizontală longitudinală de la nivelul acoperișului; în frontoane, fig.3.11, stâlpii scheletului de rezistență reazemă elastic la nivelul superior pe consolele paneele continue și intermediar, pe grinzile orizontale din fronton.

Pereții frontali sunt poziționați la o anumită distanță, ca în fig.3.11, față de axele primului și ultimului cadru transversal, pentru a asigura amplasarea opritorilor pe consolele grinzilor căilor de rulare din traveele de capăt.

Adoptarea soluției de alcătuire a pereților laterali și a luminatorului longitudinal, care au ferestre cu ochiuri mobile, asigură ca în hală, în regim curent de funcționare, să se înregistreze o medie a temperaturii de 26 - 39° C și o umiditate relativă de 3 -5 %, condiții ce nu au impus măsuri speciale de izolare termică și protecție anticorozivă a elementelor metalice ale structurii de rezistență.

Pentru satisfacerea necesităților fluxului tehnologic, accesul în halele industriale din siderurgie se realizează de obicei direct de pe căile ferate uzinale sau, ca în cazul H.C.A., suplimentar, pe o poartă centrală și două porți de capăt, prevăzute pentru circulația auto.

3.2.3 Analiza legăturilor dintre elementele componente ale halei

Legăturile dintre elementele componente ale halelor industriale - cadre transversale, căi de rulare, sisteme de contravînturi și portale, închideri - au rolul de a menține rigiditatea și stabilitatea ansamblului structural al întregii construcții și de a asigura condițiile corespunzătoare de transmitere la fundații, a încărcărilor preluate de fiecare element structural. Aceste legături, analizate în vederea stabilirii schemelor statice necesare calculului structurii și verificării elementelor ei componente, se pot clasifica după diferite criterii. Conform normei [59] de exemplu, în funcție de rigiditatea respectiv de rezistența lor, legăturile pot fi :

a. **Legături de tip articulată**, atunci când nu pot dezvolta momente sau când, valoric, acestea nu sunt semnificative în posibilitatea exercitării unei influențe defavorabile asupra elementelor structurii.

b. **Legături rigide**, atunci când deformațiile lor nu influențează semnificativ nici repartizarea solicitărilor în structură și nici deformația structurii în ansamblul ei.

c. **Legături semi-rigide**, atunci când rigiditatea lor, variabilă în funcție de intensitatea momentului încovoietor, nu este nici nulă ca în cazul legăturilor perfect articulate, nici infinită ca în cel al legăturilor de tip încastrare perfectă, ci are o valoare finită după una din componentele legăturii. Din această categorie fac parte și majoritatea legăturilor dintre elementele sub formă de bare, ce intră în alcătuirea structurilor halelor industriale cu schelet metalic. Estimarea modului de comportare sub încărcări a unei astfel de legături, presupune cunoașterea gradului de interacțiune dintre elemente, respectiv a curbei moment-rotire ($M - \theta$).

Clasificarea legăturilor în funcție de rezistența lor are în vedere îndeosebi comportarea respectivei legături sub încărcările de calcul după formarea articulațiilor plastice, fiind, de aceea, utilizată în cadrul metodelor de analiză globală rigid-plastică și elastic-plastică a structurilor. În metodele de analiză elastică însă, pentru oricare dintre tipurile de modelare a structurilor (reticulată, continuă sau semi-continuu), ipotezele de calcul formulate în aceeași normă [59], prevăd drept categorii de legături cele de tip articulată respectiv cele rigide, menționate drept reprezentative pentru structurile alcătuite din bare și în alte lucrări, ca [15], [19], [30]. După lucrarea [15] de exemplu, în funcție de modul de realizare al legăturilor, acestea pot fi :

- **legături care transmit numai forțe (reacțiuni)**, corespunzând unor rezemări simple, ce permit rotirea barelor în limitele valorilor rezultate din deformațiile elastice, ca cele exemplificate în fig.3.12a și b, sau cea din fig.3.12c, în care s-a prezentat realizarea constructivă a legăturilor din planul acoperișului Halei cuptoarelor adânci, a cărei alcătuire structurală a fost detaliată în paragrafele precedente.

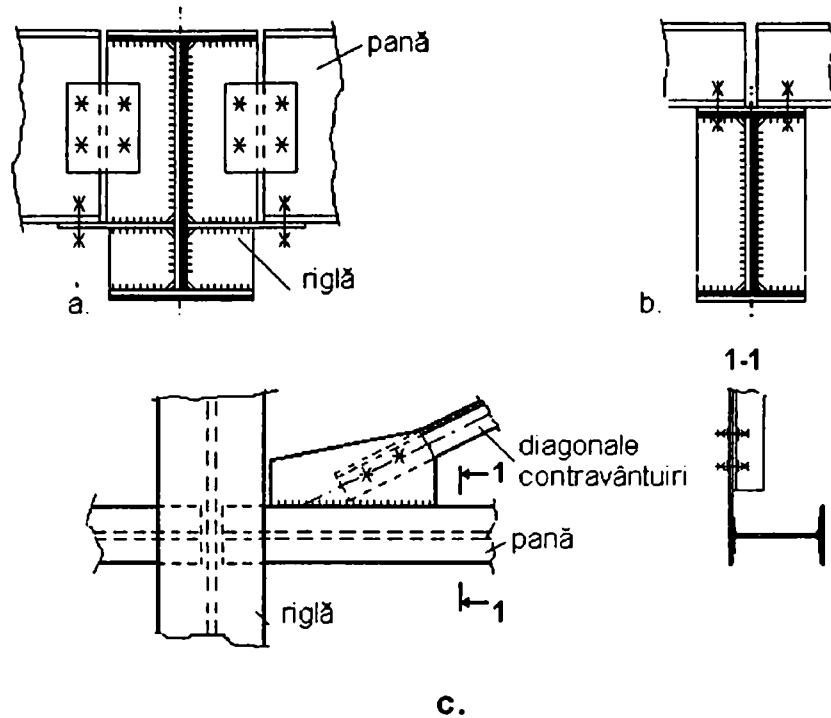


Fig.3.12 Legături de tipul rezemării simple

- legături care transmit forțe și momente, corespunzând unei rezemări cu continuitate ca în fig.3.13 a și b, exemplificate pentru cazul rezemării panelor pe riglele cadrelor transversale din H.C.A. , respectiv legătura riglă-stâlp de tip rigid din fig.3.13c, realizată la cadrele transversale ale aceleiași hale prin "racordare cu colț de cadru curb", din cauza momentelor încovoietoare importante, de regulă mai mari decât în secțiunea curentă a barelor adiacente.

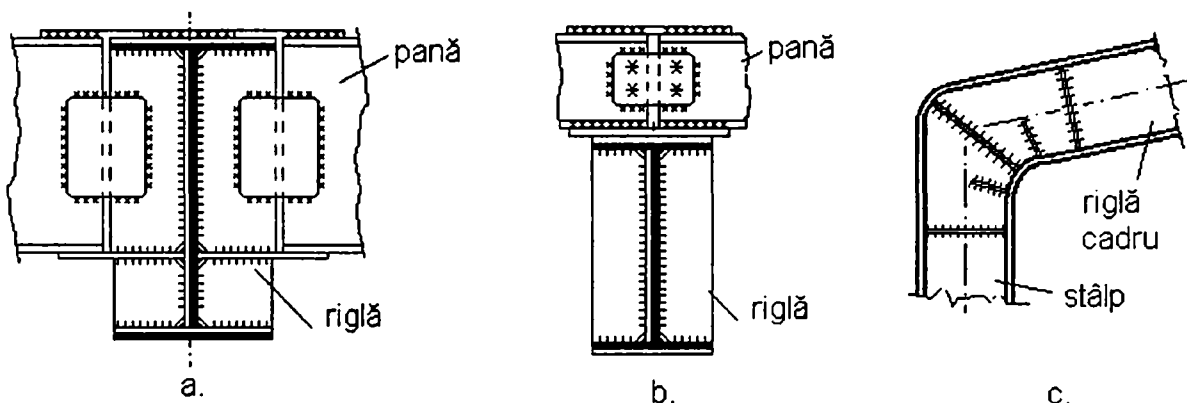


Fig. 3.13 Legături de tipul rezemării cu continuitate

Pentru preluarea eforturilor unitare locale și evitarea fenomenelor de voalare, racordarea este prevăzută la cele două capete și în dreptul bisectoarei unghiului cu nervuri de rigidizare complete, sudate de inimă și tălpi, iar în zona comprimată, cu nervuri scurte duse până în zona de eforturi unitare nule.

Tot din categoria legăturilor rigide, corespunzătoare reazemelor încastrate, fac parte și reazemele de la partea inferioară a stâlpilor, în planul cadrelor transversale. Ca exemplu, o soluție de alcătuire care asigură transmiterea la fundații a momentelor încovoietoare, forțelor axiale și forțelor tăietoare este cea din fig.3.14, realizată tot în H.C.A. : baza (sau papucul stâlpilor) este alcătuită dintr-o placă de bază, prevăzută cu nervuri având rol de reazeme intermediare, placă de care stâlpul se fixează cu sudură prin intermediul a două traverse laterale iar buloanele de ancoraj

sunt prinse de traverse prin intermediul unor grinzișoare transversale, întreg sistemul permițând toleranțe mai mari decât alte soluții la centrarea stâlpului pe fundații în timpul montajului.

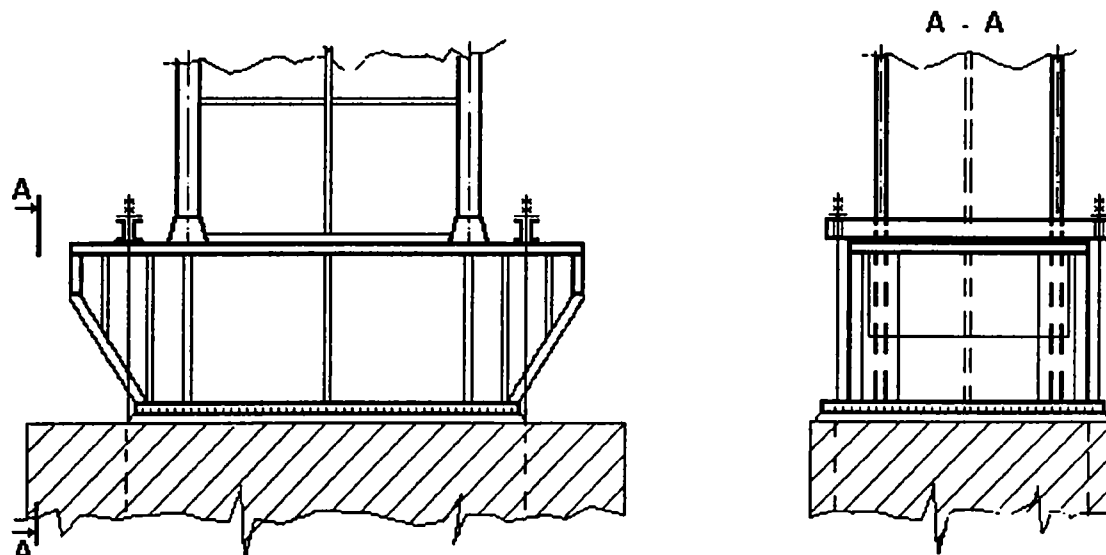


Fig.3.14 Bază de stîlp. Soluție care asigură transmiterea momentelor încovoietoare

Dintre elementele importante ale halelor cu schelet metalic din siderurgie, ale căror legături exemplificate pentru cazul H.C.A sunt analizate în continuare, fac parte și grinziile căilor de rulare, realizate ca grinzi continue, fig.3.8 , în ambele deschideri ale halei și pentru prinderea cărora de stâlpi, a fost adoptată soluția schematizată în fig.3.15.

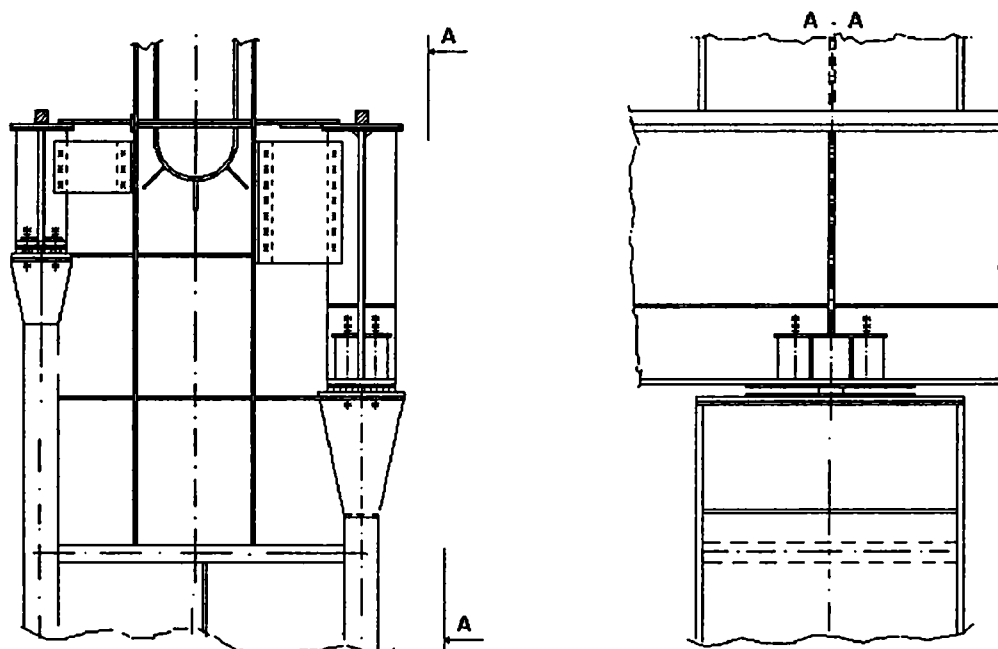


Fig. 3.15 Legarea grinzilor de rulare continue de stâlpi

Pentru preluarea reacțiunilor negative, prinderea s-a realizat cu șuruburi de ancoraj introduse în găuri care, pentru a avea posibilitate de reglare pe stâlp, sunt ovalizate longitudinal în talpa inferioară a grinzii și transversal în placa de rezemare a stâlpului iar forțele în lungul căii se transmit prin intermediul tacheșilor ce blochează plăcuța de centrare a grinzii.

Continuitatea la nivelul tălpii superioare este asigurată prin sudarea platformei de frânare din tablă striată de diafragmele stâlpului, iar în plan vertical este prevăzută o legătură prinsă cu șuruburi între nervura de rigidizare de reazem și talpa secțiunii stâlpului, soluție ce permite o

anumită deformabilitate în plan vertical dar evită transmiterea reacțiunii prin această diafragmă.

În cazul halelor industriale cu schelet metalic a căror structură de rezistență include și cadre transversale incomplete, de tipul celui exemplificat pentru H.C.A. în fig.3.7b, analiza legăturilor dintre elemente componente relevă existența unor rezemări elastice, care din punctul de vedere al rigidității se situează în categoria legăturilor semirigide iar sub încărcări se comportă ca încastrări elastice. O astfel de legătură este, în exemplul menționat, cea dintre ramura superioară a stâlpului cadrului transversal și ansamblul grinzii căilor de rulare care, datorită deformațiilor cauzate de încărcările din exploatare, suferă deplasări și rotații, constituind astfel un reazem elastic pentru ramura stâlpului. Alcătuirea constructivă a acestei legături, prezentată în fig.3.16, asigură transmiterea eforturilor prin intermediul celor două traverse cu inimă plină sudate pe scaunele de rezemare, din ramura superioară a stâlpului la ansamblul grinzii căilor de rulare.

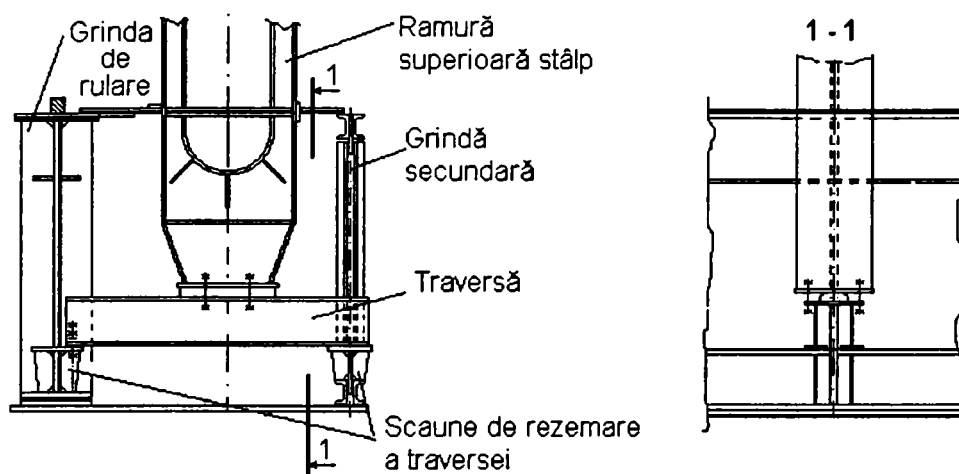


Fig.3.16 Legătură de tipul încastrării elastice între stâlpul cadrului transversal și ansamblul grinzii căilor de rulare

Configurația și alcătuirea legăturii în zona centrală, cu micșorarea secțiunii stâlpului prins cu șuruburi de traverse și rezemat pe acestea printr-o plăcuță de centrare, creeând posibilitatea preluării doar a forțelor axiale și tăietoare, apropie modul de comportare al legăturii de cel al unei articulații; prinderea sudată a grinzii de frânare de stâlp în zona superioară a legăturii, precum și existența traverselor și a plăcii inferioare de închidere care, conlucrând cu grinda principală și cea secundară formează o secțiune închisă, asigură legăturii capacitatea de a prelua și momente încovoietoare, apropiind modul ei de comportare de cel al unei legături rigide. Astfel, legătura descrisă, dintre stâlp și ansamblul grinzii căii de rulare, poate fi asimilată cu o legătură semirigidă, de tipul încastrării elastice, ce asigură în domeniu elastic, atât transmiterea solicitărilor de calcul cât și preluarea rotațiilor și deplasărilor generate de aceste solicitări.

Concluziile rezultate în urma analizării principalelor tipuri de legături între elementele componente ale halelor cu schelet metalic, efectuată în acest paragraf cu exemplificări pentru cazul Halei cuptoarelor adânci aflată în exploatare, au fost utilizate în continuare pentru alcătuirea schemelor statice și de încărcare ale elementelor și ale ansamblului structural al acestei hale.

3.2.4 Scheme statice și de încărcare ale elementelor componente și ale ansamblului halei

Estimarea prin calcul a comportării sub încărcări a structurii halelor cu schelet metalic cum sunt cele din siderurgie, necesită stabilirea schemelor statice și de încărcare ale elementelor componente, scheme pe baza cărora, prin intermediul legăturilor dintre elemente, se pot apoi asambla schemele statice și de încărcare ale ansamblului halei studiate.

În acest paragraf se prezintă mai întâi stabilirea schemelor statice și de încărcare necesare calculului plan al principalelor elemente care alcătuiesc structura de rezistență a unei hale cu schelet metalic dotată cu poduri rulante, apoi, alcătuirea schemelor statice și de încărcare pentru calculul de conlucrare spațială al ansamblului aceleiași hale, exemplificările fiind tratate pentru cazul H.C.A ce face parte din categoria de hale menționată anterior.

3.2.4.1 Scheme statice și de încărcare pentru calculul plan al elementelor structurii

- *Grinzile căilor de rulare*

În halele cu structură metalică din siderurgie, în care procesele tehnologice necesită de regulă poduri rulante cu capacitate mare de ridicare, grinzile căilor de rulare, montate pe capitelul stâlpilor ce au secțiune variabilă în trepte, sunt alcătuite în mod obișnuit cu inimă plină și pot fi, ca schemă statică, fie grinzi simplu rezemate, fig.3.17a, fie grinzi continue pe mai multe reazeme, ca în fig.3.17b.

Soluția statică de grindă simplu rezemată a grinzii principale verticale din fig.3.17a prezintă, după [30], comparativ cu soluția grindă continuă, avantajele repartizării independente de tasarea diferențiată a reazemelor a solicitărilor în lungul grinzii, execuția în atelier și montajul fiind mai simple iar efectele locale datorate forței concentrate aplicată direct pe talpa superioară și momentului de răsucire din eventuala excentricitate a forței verticale respectiv din forța orizontală transversală, sunt mai reduse.

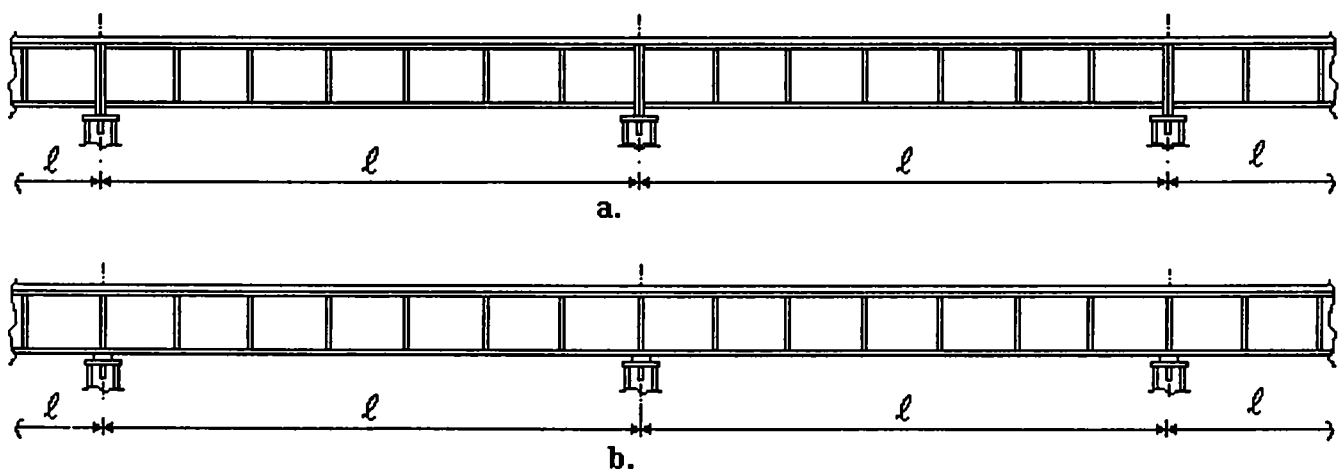


Fig.3.17 Soluții statice pentru grinzile de rulare :
a-grindă simplu rezemată ; b-grindă continuă

De asemenea, grinda simplu rezemată are o comportare mai bună sub încărcările repetate produse de funcționarea podurilor rulante, deoarece fenomenul de oboseală se desfășoară în regim oscilant, cu σ_{\max} și σ_{\min} de același sens, pe când în cazul grinzii continue există zone în care regimul fenomenului de oboseală este alternant, fiind, de aceea, mult mai defavorabil.

Soluția statică de grindă continuă, alături de avantajele menționate deja în paragraful 3.2.2.2, asigură și o rigiditate sporită, astfel încât condiția de încadrare a săgeții față de săgeata admisă este mai ușor de respectat, fapt important îndeosebi în cazul unor grinzi de rulare cu deschidere mare și a unor poduri rulante cu capacități de ridicare relativ mai reduse. Totuși, utilizarea schemei statice de grindă continuă nu este recomandată, după [15], [30], în cazurile când raportul dintre deschiderile grinzilor alăturate este mai mare ca 2, deoarece anumite poziții ale convoiului de forțe, ca de exemplu cele din fig.3.18a, conduc la dezvoltarea unor reacțiuni negative pe rezemele deschiderilor mici iar rezolvarea constructivă a rezemării grinzii pe stâlp, cu menținerea mobilității reazemului, devine dificilă. Această situație poate fi evitată adoptând soluția din fig.3.18b la care, pe lungimea halei, grinzile de rulare continue din zonele cu travee egale alternează cu grinzi simplu rezemate în traveele mai mari.

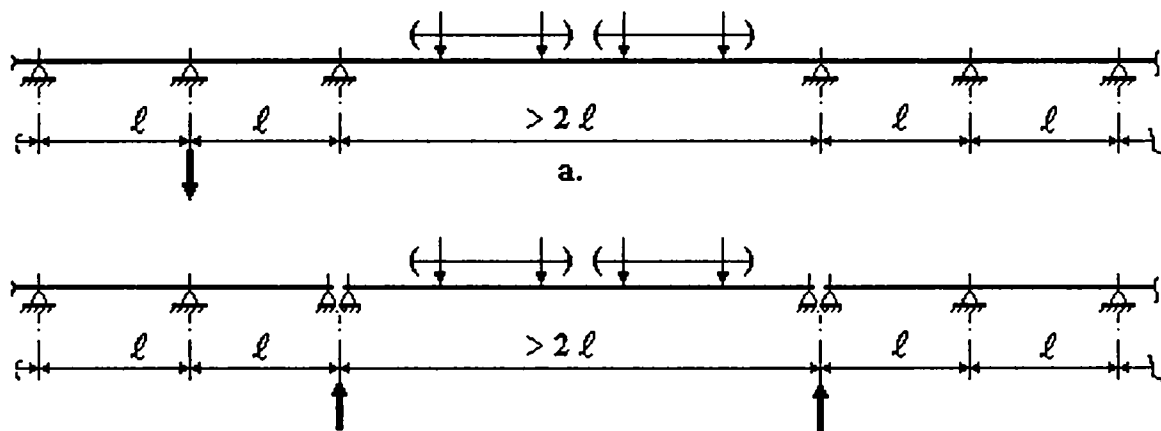


Fig. 3.18 Scheme statice pentru grinzi de rulare cu deschideri inegale
a - grindă continuă în toate panourile ; b - grindă simplu rezemată în
panoul cu deschidere mare și grindă continuă în celelalte panouri

La unele hale metalice grele, dotate cu poduri rulante, s-a constatat că adoptarea soluțiilor statice pentru grinzile de rulare fără a ține seama de considerentele menționate a determinat, alături de alte cauze, o comportare necorespunzătoare după o perioadă mai îndelungată de exploatare. În această situație se află, de exemplu și H.C.A., în care grinzile de rulare din ambele deschideri au fost proiectate și executate inițial în soluția statică de grinzi continue pe toată lungimea halei, ca în fig.3.8b. Soluția adoptată a determinat o comportare mai bună în exploatare a grinzilor de rulare din hala recuperatoarelor și a celor de pe șirul central din hala cuptoarelor adânci, unde toate traveele curente au aceeași lungime, egală cu 11m, iar traveele de capăt și traveea centrală, lungimea de 7m; pe șirul marginal însă, datorită cadrelor transversale incomplete (fig.3.7b), din H.C.A., raportul l/l_1 între lungimile unora dintre deschiderile alăturate (fig.3.8a) depășește valoarea 3 ($l/l_1 = 22/7$), existând astfel posibilitatea ca pe reazemele intermediare să se dezvolte reacțiuni negative și, totodată, ca în aceste regiuni să se manifeste efectele locale

defavorabile descrise anterior, ale forțelor concentrate direct aplicate precum și cele ale momentului de răsucire.

Suprapunerea acestor efecte defavorabile peste efectele altor deficiențe de proiectare ori inexactități provenite din faza de execuție și de montaj, au condus la apariția unor defecte care, împiedicând funcționarea corespunzătoare a podurilor rulante din hală, au impus înlocuirea unor tronsoane ale grinzilor de rulare. Deoarece defectele cele mai pronunțate (analizate în capitolul IV al lucrării) au fost constatate în zona rezemelor intermediare de pe șirul marginal I între axele 4-11, cu ocazia uneia dintre reparațiile capitale, grinzile de rulare au fost reproiectate, modificându-se atât schema statică cât și secțiunea lor transversală. Astfel, în situația actuală, pe șirul I de stâlpi ai H.C.A aflată în exploatare, schemele statice ale grinzilor principale sunt cele prezentate în fig.3.19a, pe șirurile II și III fiind însă menținută soluția de grindă continuă pe mai multe rezeme din fig.3.19b.

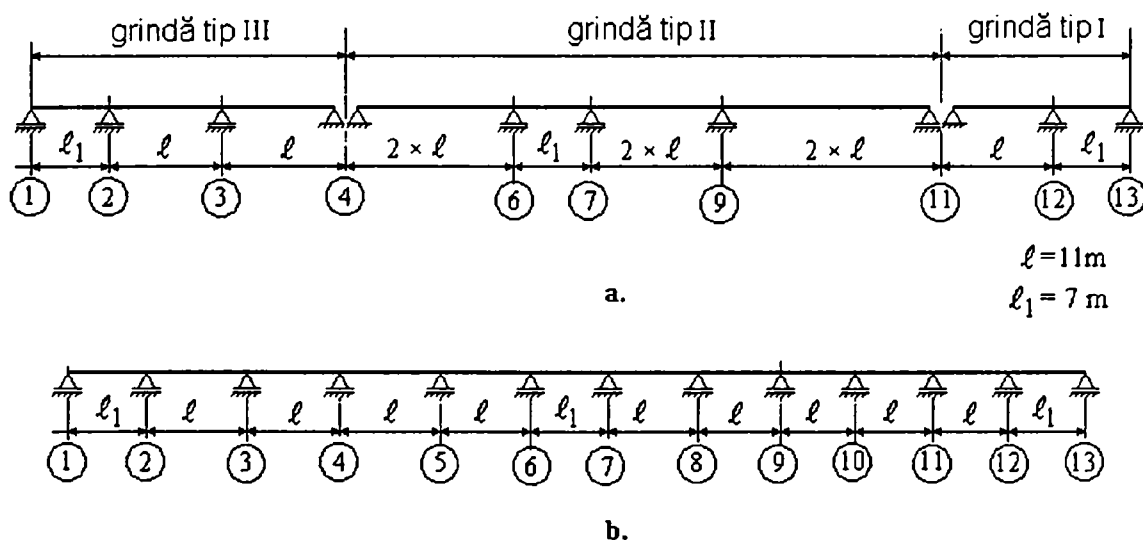


Fig.3.19 Scheme statice pentru grinzile principale verticale ale ansamblului grinzilor căilor de rulare într-o hală din siderurgie

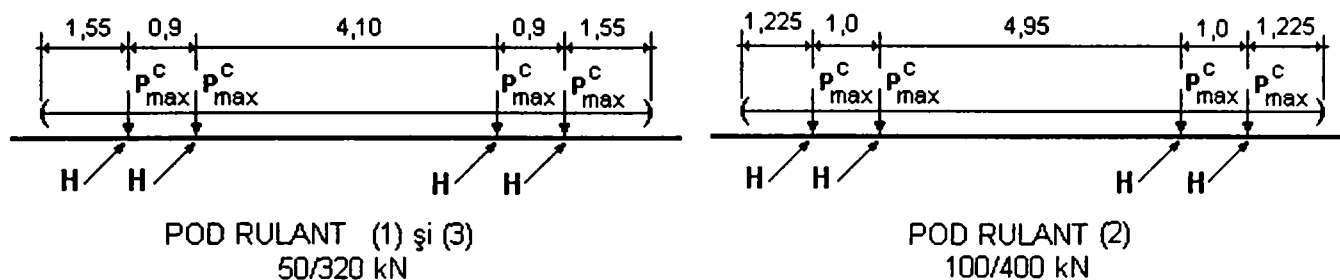
Grinzile secundare și cele de frânare din cele două deschideri ale H.C.A au fost proiectate și executate în soluția statică de grinzi simplu rezemate.

Schemele de încărcare aferente schemelor statice prezentate au fost alcătuite, conform standardelor [67], [68], [79], [80], [81], considerând :

- Încărcările permanente** provenite din greutatea proprie a ansamblului grinzilor de rulare ;
- Încărcările cvasipermanente din acțiunea podurilor rulante** ce funcționează în hală, precum și încărcarea utilă pe platformele de circulație.

Deoarece în cazul grinzilor de rulare metalice, după [30], efectul încărcărilor permanente și a celor utile este redus comparativ cu cel al încărcărilor date de podurile rulante, în conformitate cu [53], la calculul grinzilor principale cu deschideri până la 18m inclusiv, cum sunt și cele din H.C.A, de efectul acestor încărcări s-a ținut seama multiplicând cu coeficientul ξ_1 valoarea de calcul a momentului M_p , respectiv cu ξ_2 pe ce a forței tăietoare T_p , produse de încărcările mobile sub care se manifestă acțiunea podurilor rulante ce funcționează în hală.

Configurația convoiului de forțe mobile aferent fiecărui pod rulant, fig.3.20a și b, a fost stabilită pe baza caracteristicilor înscrise în "Cartea tehnică a macaralei", întocmită de furnizor, pentru podurile rulante având capacitatea de ridicare de 50/320 kN și 100/400 kN din hala cuptoarelor adânci, respectiv din STAS 800-82 pentru podul rulant de uz general cu capacitatea de ridicare de 50 kN din hala recuperatoarelor.



$H = 31,7 \text{ kN}$	$H = 21,0 \text{ kN}$	$H = 36,6 \text{ kN}$	$H = 23,9 \text{ kN}$
$P_{\max}^C = 450,9 \text{ kN}$	$P_{\max}^C = 567,8 \text{ kN}$	$P_{\max}^C = 562 \text{ kN}$	$P_{\max}^C = 677,4 \text{ kN}$
$L = 105,3 \text{ kN}$	$L = 123 \text{ kN}$	$L = 130,4 \text{ kN}$	$L = 146,7 \text{ kN}$
(încărcat cu sarcina principală)	(încărcat cu sarcina auxiliară)	(încărcat cu sarcina principală)	(încărcat cu sarcina auxiliară)

Fig.3.20 Configurația convoiului de forțe aferent fiecărui pod rulant din Hala cuptoarelor adânci

Principalele caracteristici tehnice ale podurilor rulante cu suspensie rigidă, considerate la determinarea încărcărilor provenite din acțiunea podurilor rulante din hala supusă studiului, sunt:

Tipul podului rulant

	50/320 [kN]	100/400 [kN]
• Nr. de poduri identice din hală	2	1
• Regimul de exploatare	greu	greu
• Sarcina la cârlig : principală [kN], suspensie rigidă	50	100
auxiliară [kN], suspensie elastică	320	400
• Înălțimea de ridicare, [m]	8,5	8,3
• Ecartament, [m]	30	30
• Viteza de deplasare, [m/min]	100	100
• Ampatament, A[mm]	5000	4930
• Distanța peste tampoane, B[mm]	9000	9400
• Nr. de roți ale podului pe un fir al căii	4	4
• Distanța dintre două roți alăturate, d[mm]	900	1000
• Distanța minimă de apropiere față de șina de pe un fir al căii, c[mm]	2500	2500
• Masa căruciorului, q[kg]	60 000	65 000
• Masa podului în stare de funcționare (inclusiv căruciorul) [kg]	155 570	195 000

Valorile normate și cele de calcul ale încărcărilor provenite din acțiunea podurilor rulante, determinate cu relațiile (3.1) - (3.4), în conformitate cu prevederile STAS 10101/2A2-78, sunt prezentate în tabelul 3.1.

$$P_{\max}^n = \frac{1}{n_r} \left[\frac{G}{2} + \frac{Q+q}{l_p} (l_p - c) \right] ; \quad P_{\min}^n = \frac{1}{n_r} \left[\frac{G}{2} + \frac{Q+q}{l_p} c \right] \quad (3.1);(3.1')$$

$$P_t^n = \frac{1}{10 n_r} (Q+q) \text{ suspensie rigidă} ; \quad P_l^n = \frac{1}{20 n_r} (Q+q) \text{ suspensie elastică} \quad (3.2);(3.2')$$

$$P_l^n = \frac{1}{10} \sum_{n_f} P_{\max}^n ; \quad K_{med} = \frac{\sum P_{\max}^n}{\sum P_{\min}^n} \quad (3.3);(3.4)$$

în care :

P_{\max}^n, P_{\min}^n - valoarea normalată a apăsării maxime, respectiv minime pe o roată a podului rulant;

P_t^n, P_l^n - valoarea normalată a forței orizontale transversale, respectiv longitudinale transmisă printr-o roată a podului rulant ;

P_l^n - valoarea normalată a forței orizontale longitudinale pe roțile frânate ale podului ;

n_r - numărul roților podului, pe un fir al căii de rulare;

G - greutatea proprie a podului rulant (fără cărucior);

Q - greutatea sarcinii la cârlig ;

q - greutatea căruciorului ;

l_p - ecartamentul podului rulant ;

c - distanța minimă de apropiere a căruciorului de un fir al căii de rulare.

Tabelul 3.1

Tipul podului și capacitatea de ridicare	Q [kN]	Tip suspensie	Coeficienții încărcărilor ¹⁾		Coeficienții dinamici ²⁾		Acțiuni normate [kN]				Acțiuni de calcul [kN]				K _{med}
			n _v	n _o	ψ	α	verticale		orizontale		verticale		orizontale		
							P ⁿ _{max}	P ⁿ _{min}	P ⁿ _t	P ⁿ _l	P ^c _{max}	P ^c _{min}	H	L	
50/320	50	rigidă	1,2	1,3	1,4	1,5	268,4	133,0	16,250	54,00	450,9	223,4	31,7	105,3	0,495
	320	elastică	1,2	1,3	1,4	1,4	338,0	138,6	11,500	67,60	568,8	232,8	21,0	123,0	0,410
100/400	100	rigidă	1,2	1,3	1,4	1,5	334,4	178,2	18,750	66,88	562,0	299,4	36,6	130,4	0,530
	400	elastică	1,2	1,3	1,4	1,4	403,2	184,4	13,125	80,60	677,4	309,8	23,9	146,7	0,460

¹⁾ Conform STAS 10101/0 A-77

²⁾ Conform STAS 10101/2 A2-78

Pentru stabilirea geometriei și intensității convoaielor de forțe mobile provenite din acțiunea celor trei poduri rulante ce funcționează în H.C.A. studiată, s-a ținut seama atât de schema statică a grinzilor de rulare (fig.3.19) alcătuite ca grinzi continue, cât și de prevederile înscrise în "Caietul de sarcini tehnologice din hala cuptoarelor adânci" care precizează că, în acțiune simultană, poate fi încărcat la capacitatea maximă de ridicare un singur pod rulant, celelalte două poduri funcționând încărcate la capacitatea minimă de ridicare.

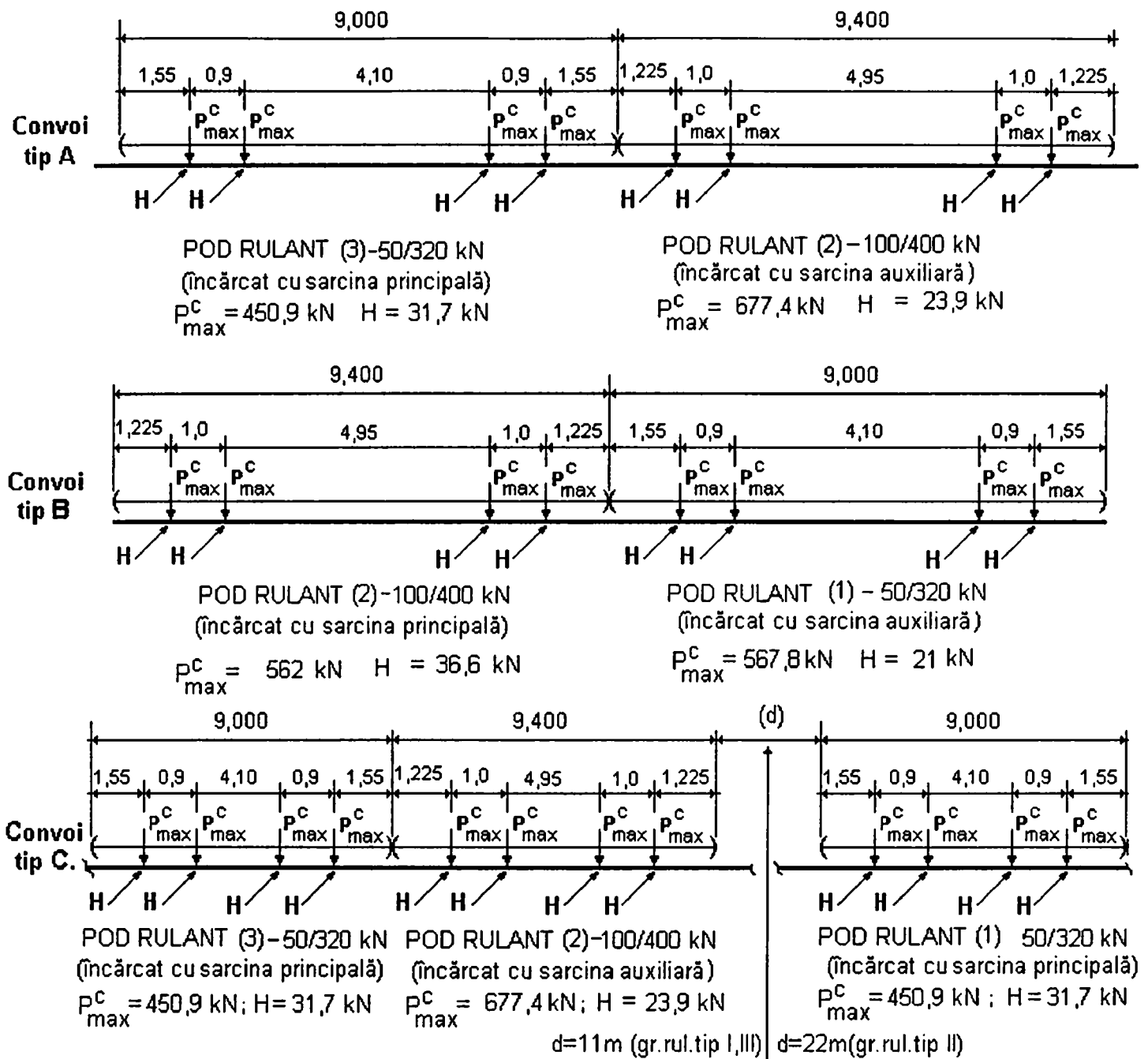


Fig.3.21 Configurația convoaielor de forțe aferente podurilor rulante din H.C.A
a - pentru calculul grinzilor de rulare ; b - pentru calculul altor elemente de rezistență

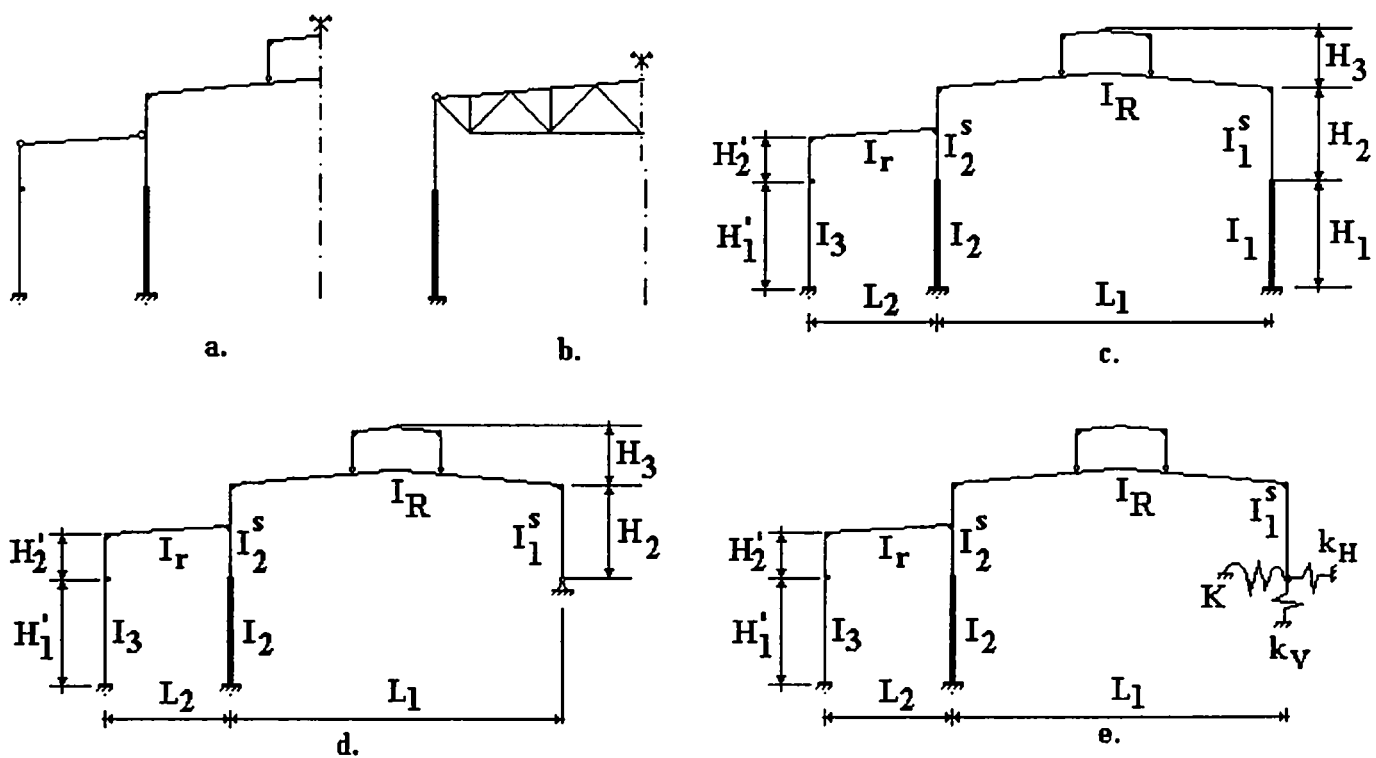
Astfel, conform prescripțiilor normei STAS 10101/0A-77, pentru calculul grinzilor de rulare considerând acțiunea simultană a două poduri rulante au rezultat convoaielor de forțe din fig.3.21a și b, iar pentru alte elemente de structură decât grinzile de rulare, cel din fig.3.21c, unde al treilea pod rulant care, după [30], nu aduce un spor semnificativ al solicitărilor, a fost amplasat astfel încât, corespunzător alurei liniilor de influență la grinzile continue, să rezulte o valoare maximă a reacțiilor.

• Cadre transversale

Din analiza alcăturii structurale a halelor metalice din siderurgie, ca elemente principale de rezistență au rezultat cadrele transversale, având una sau mai multe deschideri, realizate din stâlpi și rigle cu secțiune plină ori cu zăbrele. Stâlpii cadrelor transversale sunt, de regulă, încastrați în fundații iar riglele pot fi prinse articulat sau încastrat, fig.3.22a,b. O soluție utilizată

frecvent în cazul riglelor cu inimă plină încastrate, este și cea a racordării prin "colț de cadru curb", exemplificată anterior în fig.3.7. Ca schemă statică a unui astfel de cadru transversal, poate fi adoptată cea din fig. 3.22c, la care, doar cadrul cu secțiune plină al luminatorului s-a considerat ca având prinderi articulate.

Pentru halele ale căror structuri au în componență cadre transversale incomplete, cu stâlpi care nu coboară până la fundații, ci reazemă fie pe grinzi longitudinale prevăzute în acest scop, fie, ca în situația din H.C.A prezentată în fig.3.7b, pe ansamblul grinzilor căilor de rulare, schemele statice considerate pot fi de tipul celor prezentate în fig.3.22d sau 3.22e. În astfel de cazuri, modelarea reazemului stâlpului scurt se realizează în funcție de comportarea legăturii stâlp-element de sprijin, fiind dependentă de rigiditatea la deplasare și de rigiditatea la rotire a elementelor concurente în nod, respectiv de gradul de încastrare elastică realizat .



K, k – momentul și forța orizontală care imprimă structurii o rotație unitară, respectiv o deplasare unitară în punctul considerat

Fig.3.22 Scheme statice ale cadrelor transversale componente ale stucturii halelor metalice din siderurgie

Adoptarea schemei statice din fig.3.22d este justificată atunci când soluționarea constructivă a legăturii permite rotații ale extremității inferioare a stâlpului, iar prin rigiditatea elementului de sprijin, deplasările au mărimi nesemnificative. Sub aspectul calculului de rezistență al stâlpului schema este acoperitoare, deoarece ramurile superioare ale tuturor stâlpilor halei se execută de obicei cu aceleași dimensiuni ale secțiunii iar prin prezența articulației, în care momentul încovoiator este nul, se produce redistribuirea efortului din încovoiere spre celelalte elemente componente ale cadrului transversal.

Schema statică descrisă, preferată în proiectarea curentă a acestor tipuri de cadre transversale, necesită efectuarea unor calcule mai puțin laborioase comparativ cu cele aferente schemei statice mai generale din fig.3.22e, la care modelarea reazemării elastice stâlp - element de

sprijin este schematizată prin introducerea unor resorturi având constantele de rigiditate k și K , ce au semnificațiile înscrise în figură. Dintr-o astfel de schemă statică, care modelează mai fidel comportarea structurii reale deoarece elementul de reazem, el însuși component al structurii, este supus încărcărilor din exploatare ce produc eforturi generatoare de deformații și deplasări, se poate obține și schema statică precedentă, pentru valorile particulare $K=0$ și $k \rightarrow \infty$. Valorile finite și diferite de zero ale constantelor de rigiditate k și K necesare calculului structurilor schematizate conform acestui tip de modelare, se pot determina fie pe baza formulelor aferente metodelor detaliate spre exemplu în lucrarea [31], fie cu ajutorul programelor de calcul automat, cum este cel prezentat în aceeași lucrare ori cel utilizat în continuare pentru calculul plan și spațial al halei studiate.

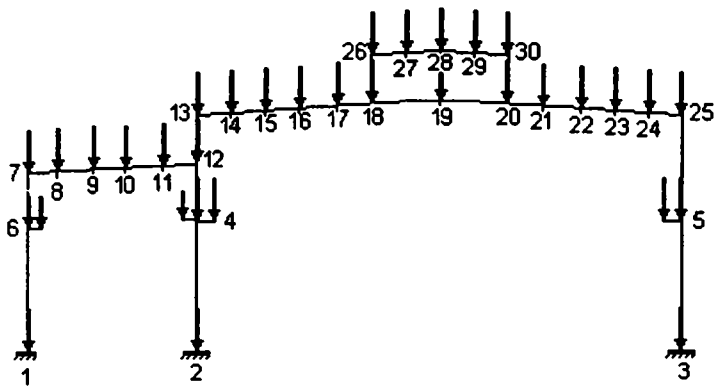
Pentru **calculul cadrelor transversale** pe baza schemelor statice adoptate, toate încărcările care acționează asupra lor sunt modelate sub forma unor **scheme de încărcare**. Acestea rezultă din considerarea acțiunilor exterioare halei, cum sunt cele date de zăpadă, vânt, variații de temperatură, seism, precum și a acțiunilor interioare, provenite din greutatea proprie a elementelor și din funcționarea podurilor rulante sau cele datorate variațiilor tehnologice de temperatură, tasărilor de reazeme, etc. Schemele de încărcare ale cadrelor transversale, componente ale halelor cu structură metalică din siderurgie, cum este de exemplu și H.C.A supusă studiului, rezultă astfel prin considerarea următoarelor încărcări :

a. Încărcări din acțiunile de pe acoperiș, provenite din greutatea proprie a învelitorii, a panelor și contravântuirilor de la nivelul acoperișului, ca încărcări permanente, iar ca încărcări temporare, greutatea depunerilor de praf industrial și de zăpadă; aceste încărcări sunt transmise cadrelor transversale, conform fig.3.23, direct pe rigle sub forma unor forțe concentrate în dreptul panelor atunci când riglele sunt cu inimă plină sau, ca două forțe concentrate egale cu reacțiunile fermelor, când riglele sunt alcătuite ca grinzi cu zăbrele.

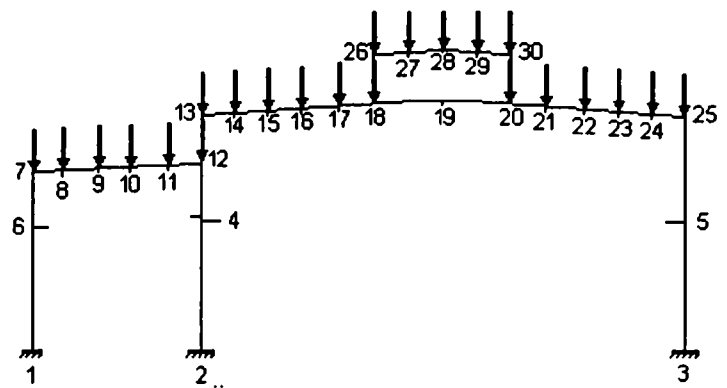
b. Încărcări din greutatea ansamblului grinzilor căilor de rulare, provenite din greutatea proprie a grinzilor principale și secundare, a șinelor căilor de rulare și a grinzilor de frânare, încărcările fiind determinate ca reacțiuni ale grinzilor de rulare, funcție de schema statică a acestora.

c. Încărcări din acțiunea podurilor rulante, transmise cadrelor transversale sub forma unor forțe concentrate egale cu reacțiunile verticale respectiv orizontale ale grinzilor de rulare, care, datorită apropierii căruciorului de una din grinzi, sunt considerate cu valoare maximă, V_{max} și H_{max} , pe o parte a cadrului transversal, respectiv cu valoare minimă, V_{min} și H_{min} , pe cealaltă parte.

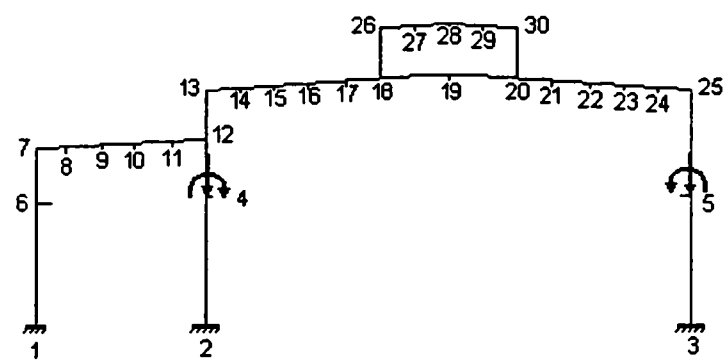
Determinarea reacțiunilor cu ajutorul liniilor de influență, pe scheme statice și de încărcare de tipul celor prezentate în fig.3.24, se poate efectua, după [15],[19],[30], fie pe baza relațiilor de forma (3.5) - (3.6) prin calcul manual, fie folosind programe de calcul automat.



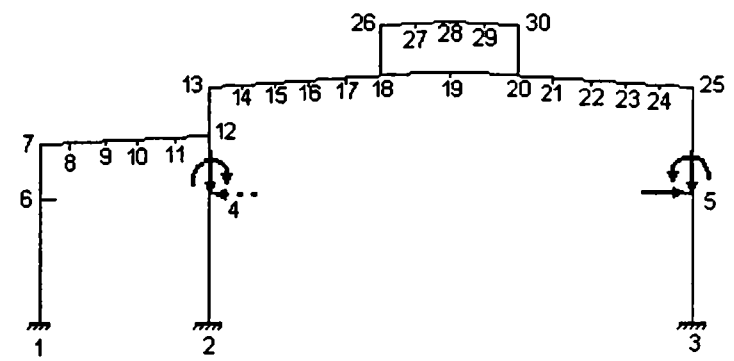
a. Încărcare din greutate proprie (permanentă)



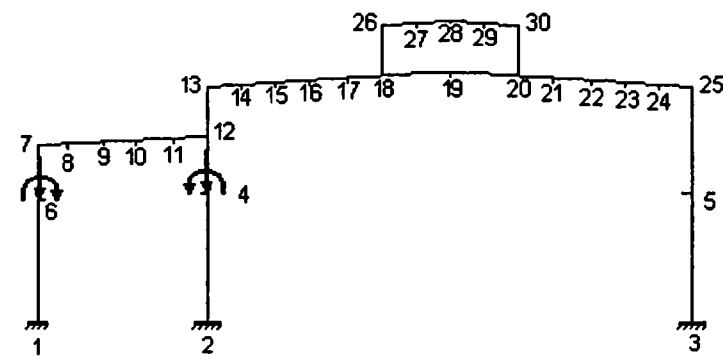
b. Încărcare din greutatea depunerilor de praf industrial (cvasipermanentă) ori zăpadă (variabilă)



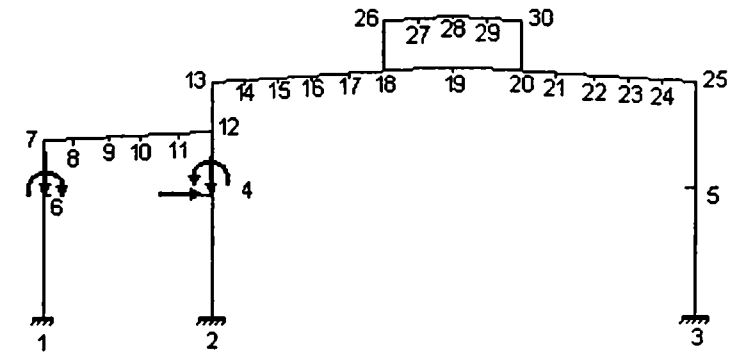
c. Încărcări verticale din funcționarea podurilor rulante în Hala cuptoarelor adânci (variabilă)



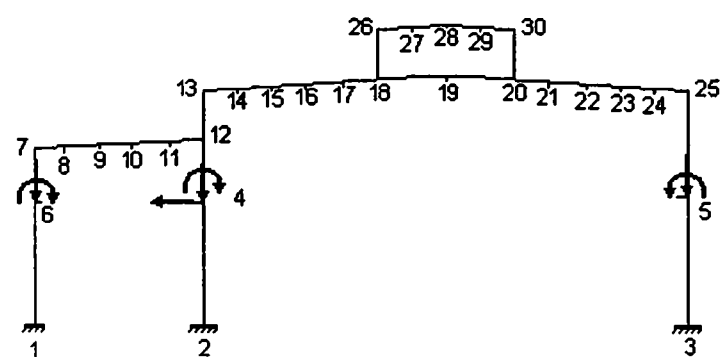
d. Încărcări verticale și orizontale din funcționarea podurilor rulante în Hala cuptoarelor adânci (variabilă)



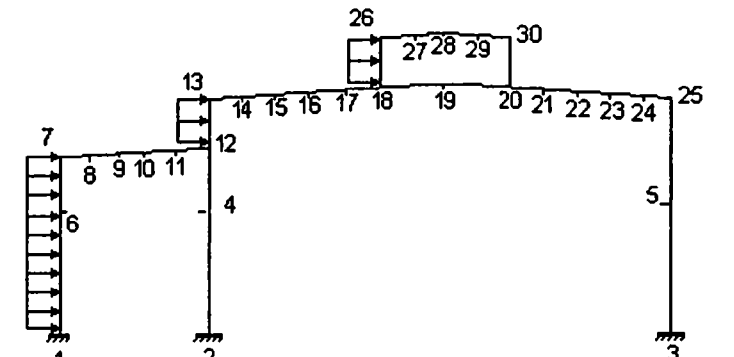
e. Încărcări verticale din funcționarea podurilor rulante în Hala recuperatoarelor (variabilă)



f. Încărcări verticale și orizontale din funcționarea podurilor rulante în Hala recuperatoarelor (variabilă)



g. Încărcări verticale și orizontale din funcționarea podurilor rulante în Hala cuptoarelor adânci și Hala recuperatoarelor (variabilă)



h. Încărcare din acțiunea vântului (variabilă)

Fig.3.23 Scheme de încărcare pentru calculul cadrelor transversale ale unei hale industriale cu poduri rulante

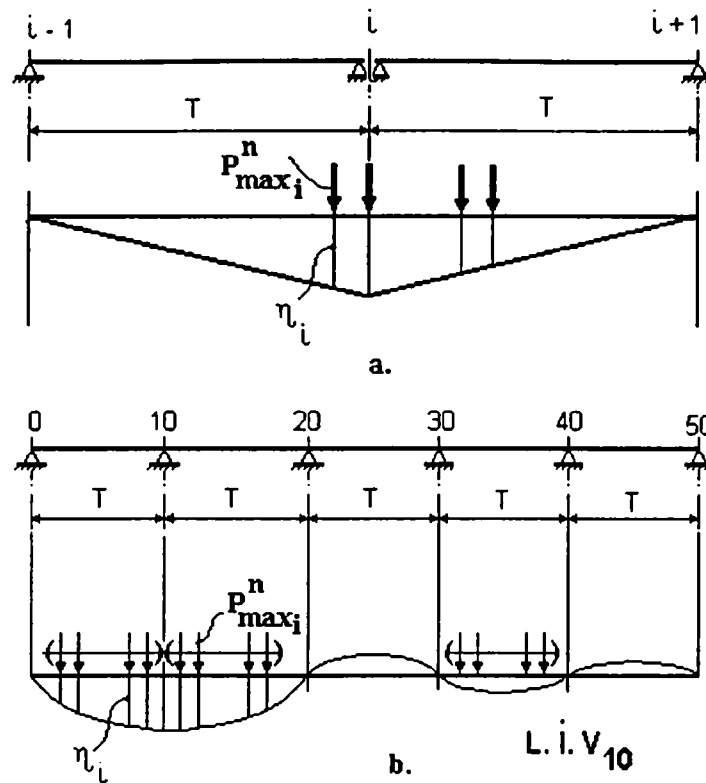


Fig.3.24 Scheme statice și de încărcare pentru determinarea reacțiilor grinzilor de rulare

$$V_{\max} = \sum_{i=1}^n n_p \cdot P_{\max,i}^n \cdot \eta_i \quad ; \quad V_{\min} = \sum_{i=1}^n n_p \cdot P_{\min,i}^n \cdot \eta_i \quad (3.5), (3.5')$$

$$H = \sum_{i=1}^n n_H \cdot P_{t,i}^n \cdot \eta_i \quad (3.6)$$

în care : $P_{\max,i}^n$ și $P_{\min,i}^n$ - apăsarea maximă pe roată, respectiv apăsarea minimă pe roată, ambele fiind date pentru podurile rulante de uz general cu $Q \leq 800\text{kN}$ în STAS 800-82 iar pentru poduri cu capacitate mai mare de ridicare, de fabricantul podurilor;

$P_{t,i}^n$ - forțele orizontale normate, din frânarea căruciorului pe pod ;

$n_p = 1,2$, $n_H = 1,3$ - coeficienți de încărcare ;

η_i - ordonatele liniilor de influență ale reacțiunilor ;

De exemplu, după [30], cu programul *GRILIN* se pot obține liniile de influență, iar cu programe ca *GRINDA 02*, *GRIRUL* , [49], se pot afla atât reacțiunile cât și eforturile și deplasările în diferite secțiuni ale grinzilor de rulare continue.

d. Încărcări din acțiunea vântului pe pereții laterali ai halelor și pe acoperișul acestora, determinate ca încărcări distribuite , cu relațiile (3.7), (3.7') :

$$p_{v1} = n_v \cdot p_{n1}^n \cdot T \quad ; \quad p_{v2} = n_v \cdot p_{n2}^n \cdot T \quad (3.7) ; (3.7')$$

în care : $n_v = 1,2$ - coeficient de încărcare ;

p_{n1}^n , p_{n2}^n - presiuni calculate conform STAS 10101/20-90; T - traveea halei.

e. **Încărcarea din greutatea proprie a pereților**, transmisă cadrelor transversale sub forma unor forțe verticale egale cu reacțiunile riglelor din structura de rezistență a pereților.

Schemele de încărcare aferente acțiunilor din categoriile menționate se definitivează după determinarea valorică a încărcărilor, efectuată conform prevederilor din standardele [67], [79], [80], [81], respectiv după poziționarea lor pe schema statică adoptată pentru structura studiată. De exemplu, în cazul H.C.A., pentru calculul plan al cadrelor transversale, schemele de încărcare obținute sunt cele din fig.3.23a - h iar valorile încărcărilor în ipotezele considerate, sunt înscrise în tabelele 3.2a și 3.2b.

Tabelul 3.2a

NODUL	Încărcări [daN]			NODUL	Încărcări [daN]		
	permanente	cvasiperm.	variabile		permanente	cvasiperm.	variabile
	Greutatea proprie	Greutatea depunerilor de praf industrial	Greutatea depunerilor de zăpadă		Greutatea proprie	Greutatea depunerilor de praf industrial	Greutatea depunerilor de zăpadă
1	3670	-	-	18	2610	690	960
2	9270	-	-	19	1380	-	-
3	13700	-	-	20	2610	690	960
4	4416	-	-	21	1960	1380	1930
5	4416	-	-	22	1960	1380	1930
6	890	-	-	23	1960	1380	1930
7	810	690	960	24	1800	1380	1930
8	1620	1380	1930	25	820	690	960
9	1620	1380	1930	26	1155	690	1930
10	1620	1380	1930	27	1016	1210	1700
11	1620	1380	1930	28	880	1050	1460
12	2082	690	960	29	1016	1210	1700
13	820	690	960	30	1155	690	1930
14	1800	1380	1930	31	7529	-	-
15	1960	1380	1930	32	7529	-	-
16	1960	1380	1930	33	3190	-	-
17	1960	1380	1930	34	3190	-	-

Tabelul 3.2b

NOD	ÎNCĂRCĂRI VARIABILE din funcționarea podurilor rulante în :											
	HALA CUPTOARELOR ADÂNCI								HALA RECUPERATOARELOR			
	Apăsări maxime pe șir I				Apăsări maxime pe șir II→ I				Apăsări maxime pe șir II→ III			
	încărcări verticale	încărcări verticale și orizontale			încărcări verticale	încărcări verticale și orizontale			încărcări verticale	încărcări verticale și orizontale		
V [daN]	V [daN]	H [daN]	M [daNm]	V [daN]	V [daN]	H [daN]	M [daNm]	V [daN]	V [daN]	H [daN]	M [daNm]	
31	257820	309390	13710	3726400	72670	87200	-	-	-	-	-	-
32	122207	146650	-	-	151400	181660	2470	532300	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	13900	16680	540	114210
34	-	-	-	-	-	-	-	-	5030	6030	-	-

3.2.4.2 Scheme statice și de încărcare pentru calculul de conlucrare spațială

Modelarea structurilor de rezistență ale halelor industriale cu poduri rulante în vederea efectuării unui calcul de conlucrare spațială, analizată în cap.II al lucrării, presupune stabilirea schemelor statice și de încărcare ale ansamblului halei, ținând seama de tipul și natura legăturilor dintre elemente componente precum și de modul de preluare al încărcărilor aferente fiecărui element al structurii.

Determinarea schemei statice și a celei de încărcare necesară calculului spațial al unei structuri de rezistență de tipul menționat, este exemplificată în continuare pentru cazul Halei cuptoarelor adânci, considerând următoarele aspecte :

- structura spațială a halei rezultă din asamblarea, în principal, a trei categorii de elemente plane, dispuse ortogonal între ele, respectiv în plan vertical transversal (cadrele transversale), în plan vertical longitudinal (șirurile de stâlpi, portalele, grinzile căilor de rulare) și în plan orizontal (contravântuirile longitudinale și transversale la nivelul acoperișului, grinzile de frânare la nivelul căilor de rulare);

- în structura ansamblului halei se produce, datorită existenței legăturilor dintre elementele situate în planele menționate, fenomenul conlucrării spațiale, al cărui grad de manifestare este influențat de o serie de factori, analizați în cap. II al lucrării ;

Astfel, pentru H.C.A. studiată, evidențiind principalele elemente componente ale structurii de rezistență analizate în paragraful 3.2.2, a rezultat geometria ansamblului spațial al structurii, prezentată în fig.3.25.

Schema statică a ansamblului spațial al structurii H.C.A, ce cuprinde :

- cadre transversale având stâlpii încastrați în fundații în sens transversal și articulați în sens longitudinal halei ;

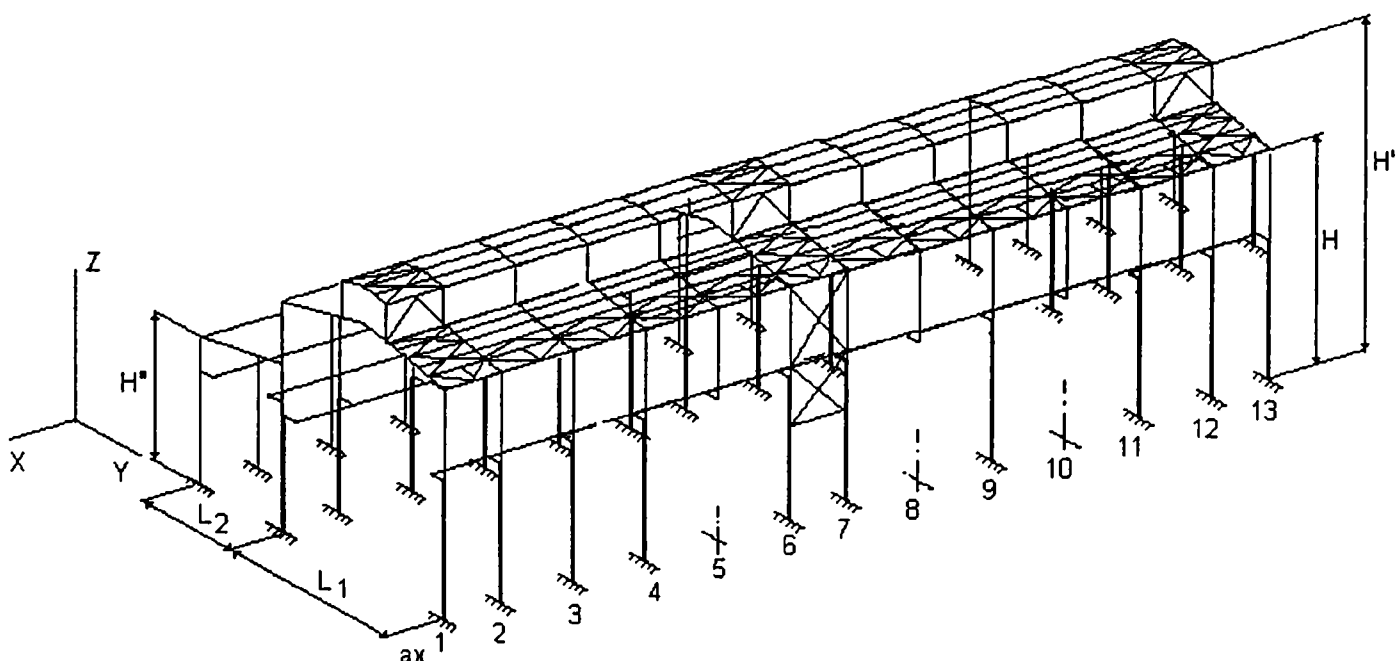


Fig. 3.25 Geometria ansamblului spațial al unei hale industriale din siderurgie

- grinzile căilor de rulare continue, având articulații la nivelul rezemării lor pe ramurile inferioare ale stâlpilor;
- sistemele de contravânturi orizontale și verticale de la nivelul acoperișului și portalele de frânare, cu barele prinse articulat în noduri ;
- cadrele transversale ale structurii luminatorului, legate articulat de riglele cu inimă plină ale cadrelor transversale ,

a fost adoptată în urma analizării gradelor de libertate ale legăturilor dintre elementele componente, respectiv a restricțiilor geometrice impuse sub forma unor rotații ori deplasări, total sau parțial împiedicate prin existența respectivelor legături.

Modul de declarare al gradelor de libertate corespunzătoare acestor legături, în sistemul de coordonate generale (X,Y,Z) figurat, este prezentat detaliat în capitolul V și în anexa A3.1, conform cerințelor programului automat utilizat pentru calculul structurii.

Schemele de încărcare ale ansamblului unei hale cu poduri rulante rezultă, în general, din evaluarea aceluiași acțiuni considerate și pentru calculul plan, cu mențiunea repartizării lor specifice, corespunzător geometriei spațiale, în nodurile, respectiv pe elementele structurii.

În acest sens, modul de repartizare al categoriei de încărcări provenite din funcționarea podurilor rulante, deosebește principial schema de calcul spațial de cea aferentă calculului plan. Condițiile de manifestare ale efectului de conlucrare spațială a cadrelor transversale, realizate, după [15], [31], [37], la majoritatea structurilor halelor industriale dotate cu poduri rulante, prin care deplasările cadrelor celor mai încărcate la un moment dat cu aceste sarcini tehnologice, se corelează rigid sau elastic cu deplasările cadrelor vecine, mai puțin încărcate, presupun o astfel de repartizare a încărcărilor încât cadrele să se deplaseze lateral, tendința de deplasare fiind însă diferită de la un cadru la altul. Stabilirea unor astfel de scheme de încărcare a structurilor de hale industriale cu poduri rulante, este exemplificată în lucrări ca [15], [37], [43] în vederea efectuării calculului static, respectiv [22], [31] , pentru calculul de stabilitate.

Analiza globală a unei structuri aflate în exploatare este exemplificată în această lucrare în cazul Halei cuptoarelor adânci, pentru care schemele de încărcări din acțiunea podurilor rulante au fost stabilite în urma calculului static al grinzilor de rulare continue, efectuat pe schemele statice și de încărcare aferente acestora, obținându-se valorile reacțiunilor transmise cadrelor transversale în dreptul tuturor reazemelor grinzilor de rulare, pentru pozițiile cele mai defavorabile ale convoiului de forțe.

Schemele de încărcare rezultate sunt cele din fig. 3.26 a,b,c, în care, pentru claritatea figurii, s-au reprezentat doar grinzile de rulare extrase din ansamblul structurii spațiale, iar în tabelele alăturate s-au înscris și valorile considerate reprezentative ale reacțiunilor.

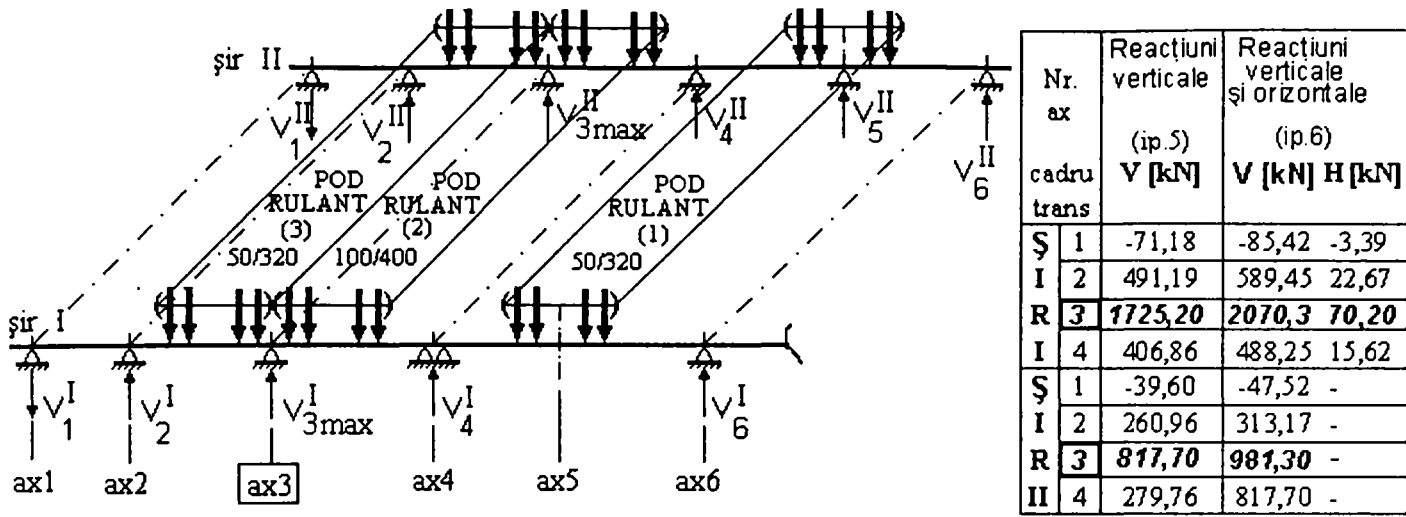


Fig.3.26a. Situație de încărcare cu apăsări maxime pe șirul I, ax 3, din podurile rulante : (1) – neîncărcat ; (2) – încărcat cu sarcina auxiliară ; (3) – încărcat cu sarcina principală

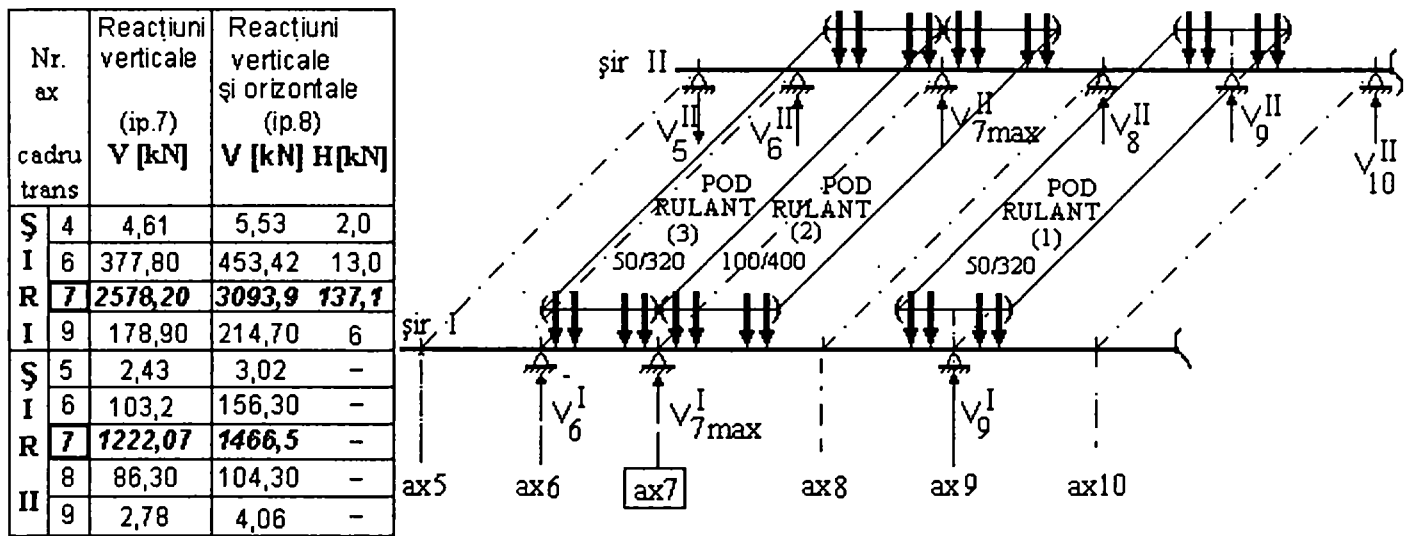


Fig.3.26b. Situație de încărcare cu apăsări maxime pe șirul I, ax 7, din podurile rulante : (1) – neîncărcat ; (2) – încărcat cu sarcina auxiliară ; (3) – încărcat cu sarcina principală

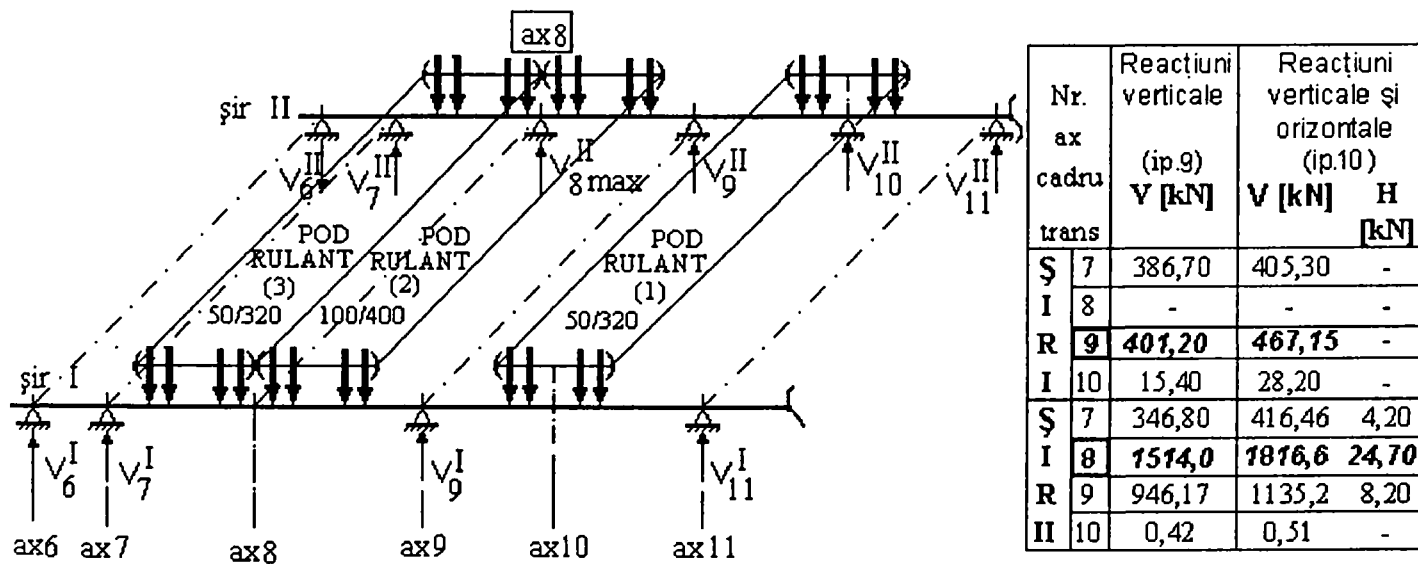


Fig.3.26c. Situație de încărcare cu apăsări maxime pe șirul II→I, ax 8, din podurile rulante: (1) – neîncărcat ; (2) – încărcat cu sarcina auxiliară ; (3) – încărcat cu sarcina principală

Schemele statice și de încărcare aferente elementelor componente, respectiv cele ale ansamblului halei studiate, au constituit elementele de bază pentru modelarea fizică a structurii de rezistență, în vederea efectuării calculului plan și a calculului de conlucrare spațială. Declararea poziției încărcărilor pe schema statică de ansamblu a structurii, prezentată în anexa A3.1 și detaliată în subcapitolul 5.1, s-a efectuat în conformitate cu cerințele programului automat utilizat pentru calculul structurii.

3.2.5 Definirea schemei ideale și schemei reale a structurii

Existența imperfecțiunilor și defectelor care afectează structurile de rezistență aflate în exploatare, dar îndeosebi influența lor asupra comportării structurilor sub încărcări, aspecte analizate în cap. II al lucrării, impune necesitatea definirii schemei ideale, respectiv a celei reale de calcul a structurii, în vederea studiului siguranței acesteia în exploatare.

Schema ideală de calcul a unei structuri de rezistență aflată în exploatare, cum este de exemplu și cea a H.C.A, poate fi considerată ca fiind cea conformă proiectului de execuție, respectiv alcătuită din bare drepte, fără abateri dimensionale ale secțiunilor transversale, având legături fie de tipul articulațiilor fie de cel al încastrărilor perfecte, materialul metalic neafectat de imperfecțiuni structurale de natura tensiunilor reziduale sau variațiilor limitei de curgere iar inexactitățile geometrice provenite din faza de montaj a structurii și cele datorate exploatării, neglijabile. Pe baza unei scheme de calcul astfel rezultată, ideală din punct de vedere geometric și mecanic, se poate apoi efectua modelarea fizică a structurii de rezistență a halei, necesară calculului plan și calculului de conlucrare spațială.

Schema reală de calcul a unei astfel de structuri, se poate defini ținând seama de imperfecțiunile, inexactitățile și abaterile care afectează inevitabil structurile de rezistență aflate în exploatare, deosebindu-le de structurile ideale, considerate, de obicei în proiectare.

În acest sens, **definirea schemei reale** de calcul a structurii H.C.A studiate, s-a efectuat ținând seama de următoarele aspecte :

- din punct de vedere geometric, structura reală este diferită de cea ideală, datorită atât deformațiilor și deplasărilor survenite pe perioada de exploatare cât și abaterilor și inexactităților provenite din fazele de execuție și de montaj ; cantitativ, imperfecțiunile geometrice menționate trebuie însă evaluate, de exemplu prin studii și măsurători tehnico-topografice, efectuate asupra structurii aflată în exploatare ;
- din punct de vedere fizic, materialul metalic al elementelor structurii, diferă de materialul ideal, atât din cauza manifestării imperfecțiunilor structurale existente în oțel încă din procesul de fabricație cât și a modificărilor microstructurale survenite în timp, care pot afecta proprietățile fizico-mecanice și cele tehnologice ; cantitativ, aceste modificări trebuie evaluate, de exemplu

prin studii și cercetări asupra corelațiilor dintre rezultatele analizelor compoziției chimice și proprietățile fizico-mecanice și tehnologice ale materialului metalic, după o anumită perioadă de exploatare a structurii sub încărcări.

Definirea unei astfel de scheme a structurii de rezistență, considerată schemă reală deoarece modelează mai fidel decât schema de calcul ideală comportarea construcției, necesită deci, conform aspectelor prezentate, efectuarea unor studii și cercetări experimentale, ale căror rezultate să dea posibilitatea alcătuirii bazei de date privind atât starea materialului metalic înglobat, cât și configurația geometrică a structurii studiate.

Programele de studii și cercetări experimentale, întocmite și efectuate în acest scop pentru H.C.A aflată în exploatare, rezultatele obținute și interpretarea acestora, utilizate apoi pentru modelarea fizică și geometrică a structurii reale a acestei hale, sunt prezentate detaliat în subcapitolele următoare.

CAP. IV.

METODE COMPLEMENTARE DE INVESTIGAȚII EXPERIMENTALE ASUPRA FACTORILOR GENERATORI DE IMPERFEȚIUNI LA HALELE METALICE CU REGIM GREU

4.1 STUDII ȘI MĂSURĂTORI TEHNICO - TOPOGRAFICE ASUPRA GEOMETRIEI STRUCTURILOR DE REZISTENȚĂ AFLATE ÎN EXPLOATARE

4.1.1 Programul de studii și măsurători tehnico-topografice

Determinarea , cu un anumit grad de certitudine , a siguranței unor structuri de rezistență se poate efectua, conform aspectelor prezentate în subcapitolul 2.1, atât în faza de proiectare, cât și ulterior, după o perioadă de exploatare a construcției sub încărcări. În cea de-a doua situație menționată, influența imperfecțiunilor și defectelor datorate execuției, montajului și exploatării asupra răspunsului structurii la solicitări, analizată deja în subcapitolul 2.2, implică necesitatea unei modelări fizice cât mai apropiate structurii reale, aflată în exploatare.

În același subcapitol 2.2, semnalarea efectului preponderent al imperfecțiunilor geometrice, îndeosebi în cazul elementelor supuse solicitărilor care produc eforturi axiale de compresiune și de încovoiere, impune pentru modelarea structurilor de rezistență a halelor industriale cu poduri rulante, cum este de exemplu și Hala cuptoarelor adânci (H.C.A) , considerarea deformațiilor și deplasărilor care, survenite în timp, au afectat geometria inițială a respectivei structurii. În cazul halei industriale din exemplul menționat, evaluarea cantitativă a imperfecțiunilor geometrice a fost efectuată, după recomandările din [14], [33], prin utilizarea unor metode specifice topografiei inginerești, pe baza unui program de studii și măsurători tehnico-topografice întocmit în acest sens.

Programul de studii și măsurători, având ca scop obținerea datelor geometrice necesare modelării fizice a structurii de rezistență a H.C.A., modelare utilizată apoi la aprecierea modului de comportare în timp a construcției, după 30 ani de exploatare, a cuprins următoarele etape :

1. Stabilirea caracteristicilor dimensionale necesare estimării geometriei structurii de rezistență a halei ;
2. Stabilirea condițiilor de efectuare a măsurătorilor în incinta halei, sub aspectul încărcărilor datorate procesului de exploatare;
3. Alegerea metodelor topografice și întocmirea planurilor de operații și măsurători aferente acestora, funcție atât de alcătuirea constructivă a structurii de rezistență și a

elementelor ei componente, cât și de condițiile impuse de amplasarea utilajelor și agregatelor tehnologice existente în hală, operațiuni corelate cu :

- Poziționarea în plan și în elevație, pe elementele structurii de rezistență, a punctelor topografice de detaliu ale căror coordonate urmează a fi determinate ;
- Stabilirea traseului rețelei locale de sprijin și a rețelei de ridicare a detaliilor ;
- Marcarea și semnalizarea punctelor topografice ale rețelei de sprijin, respectiv a celei de ridicare a detaliilor ;
- Poziționarea sistemului local de axe, necesar calculării coordonatelor punctelor topografice ale rețelelor stabilite și raportarea acestuia la un sistem de referință exterior halei.

4. Efectuarea măsurătorilor necesare ridicărilor planimetrice și altimetrice, urmată de prelucrarea datelor experimentale obținute și determinarea punctelor topografice ale rețelelor menționate.

5. Alcătuirea tabloulului final de rezultate, utilizat la stabilirea geometriei structurii de rezistență a halei aflate în exploatare.

6. Analiza critică și interpretarea valorică a mărimilor obținute, sub aspectul geometric al comportării elementelor structurii la solicitările datorate procesului de exploatare.

4.1.2 Operații pregătitoare pentru efectuarea măsurătorilor

Estimarea configurației geometrice a structurii de rezistență a Halei cuptoarelor adânci, pe baza evaluării mărimii deformațiilor și a deplasărilor produse în timp, pe parcursul celor peste 30 de ani de exploatare, a necesitat determinarea următoarelor caracteristici dimensionale :

a) în plan orizontal :

- distanțe între axele stâlpilor, în sens transversal și longitudinal ;
- distanțe din care să rezulte poziția grinzilor căilor de rulare și a șinelor acestora, atât câmp cât și în dreptul cadrelor transversale ;

b) în plan vertical :

- cote de nivel ale suprafeței de rezemare a grinzilor căilor de rulare pe ramura inferioară a stâlpilor ;
- cote de nivel la coroana șinelor căilor de rulare .

Caracteristicile dimensionale menționate au fost stabilite ca necesare pentru calcularea mărimii deschiderilor și traveelor halei, precum și a pozițiilor de transmitere ale încărcărilor tehnologice provenite din acțiunea podurilor rulante, iar pe baza rezultatelor măsurătorilor să fie asigurată posibilitatea interpretării comportării sub încărcări atât a elementelor ansamblului grinzilor căilor de rulare cât și a întregii structuri de rezistență a halei aflată în exploatare.

În vederea asigurării obținerii unor rezultate cât mai concludente asupra deformațiilor și deplasărilor survenite în perioada de exploatare, măsurătorile din incinta halei au fost efectuate în

condițiile opririi procesului de producție, cu podurile rulante staționare și trase în traveele de capăt, în scopul descărcării maxim posibile a structurii de sarcinile tehnologice.

Modul de alcătuire constructivă a structurii de rezistență și al elementelor acesteia precum și amplasarea utilajelor în H.C.A, prezentate detaliat în subcapitolul 3.2, au impus stabilirea punctelor topografice supuse observațiilor astfel, încât să existe posibilitatea măsurării directe a distanțelor între punctele rețelei de sprijin și, respectiv cea de viză spre punctele topografice de detaliu, poziționate pe elementele structurii de rezistență a halei studiate.

Satisfacerea simultană a acestor condiții, precum și necesitatea de includere în rețeaua de sprijin a unor repere topografice de coordonate cunoscute, situate în exteriorul halei, au determinat alcătuirea rețelelor topografice având configurația prezentată în fig.4.1, după cum urmează :

- **Rețeaua locală de sprijin** de formă poligonală, a fost dezvoltată de pe reperele notate 418 și 3068 în fig.4.1, existente în zonă și având coordonate cunoscute în sistemul de axe general, înspre punctele topografice 100a și 100c, amplasate pe pereții exteriori ai halei, din faza de construcție a acesteia.

Deoarece punctele topografice 418 și 3068 nu satisfac condiția de vizibilitate spre interiorul halei, a fost necesară includerea în rețeaua de sprijin a punctelor suplimentare notate 3068a și 3068b în fig.4.1, având pozițiile astfel stabilite, încât să se asigure posibilitățile de viză atât spre reperele de coordonate cunoscute, menționate anterior, cât și spre cel puțin două puncte topografice situate în incinta halei sau legate de construcție.

- **Rețeaua de ridicare** alcătuită sub forma a două poligoane alăturate, cu laturile accesibile măsurătorilor directe ale distanțelor, a fost dezvoltată începând cu punctele 3068a și 3068b înspre interiorul construcției, prin punctele topografice notate 101, 102, 103 din deschiderea aferentă halei recuperatoarelor, respectiv 104, 105, 106 din cea a halei cuptoarelor adânci.

- **Rețeaua punctelor topografice de detaliu** a fost dezvoltată în plan orizontal pe direcția longitudinală halei iar în plan vertical pe trei nivele, notate și situate astfel : **nivelul 2** , în zonele de rezemare ale grinzilor de rulare pe ramurile inferioare ale stâlpilor; **nivelul 2t și 2s**, la fața tălpilor superioare ale grinzilor de rulare, respectiv la nivelul coroanei șinelor căilor de rulare ; **nivelul 3**, pe traseul ramurii superioare a stâlpilor, în dreptul prinderii acestora de riglele cu inimă plină ale cadrelor transversale. În fiecare din planele orizontale aferente nivelelor 2 și 3 , punctele de detaliu au fost poziționate pe fețele ramurilor inferioare, respectiv superioare ale stâlpilor cadrelor transversale din deschidere; punctele de detaliu de la nivelul 2t au fost poziționate pe traseul longitudinal al grinzilor de rulare, succesiv, în dreptul reazemelor acestora și în câmp iar cele de la nivelul 2s analog, dar la nivelul coroanei șinelor căilor de rulare.

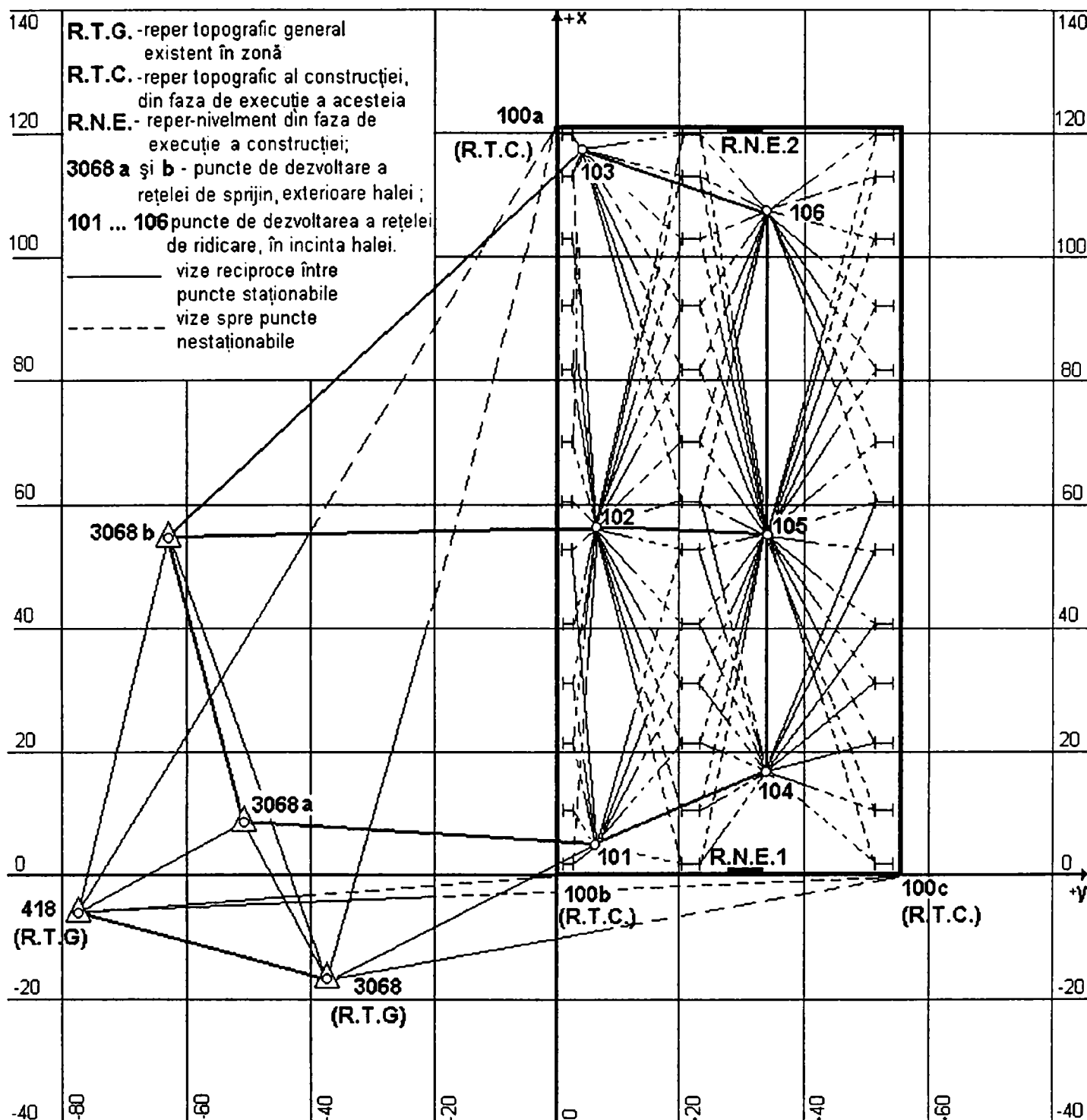


Fig.4.1 Configurația și traseele rețelei de sprijin, ale rețelei de ridicare și poziția reperelor topografice existente în zona construcției

Materializarea pe teren a punctelor topografice aparținând rețelelor menționate, necesară doar în cazul punctelor noi, respectiv 3068a , 3068b în exteriorul halei și 101, ... , 106 în interiorul acesteia, s-a realizat ținând seama că acestea trebuie să fie puncte staționabile care să-și mențină poziția stabilită, pe toată durata efectuării măsurătorilor. De aceea, materializarea pe teren s-a efectuat prin marcarea lor cu țărushi metalici, ca în fig.4.2, fixați printr-un sâmbure de

beton în pardoseala halei pe traseul interior al rețelei, respectiv în stratul suport al platformei asfaltate din zonă, pe traseul exterior al acesteia.

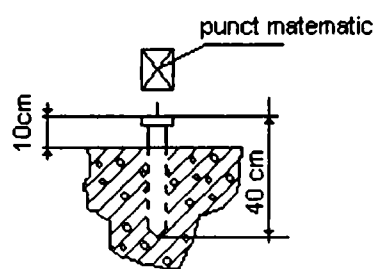


Fig. 4.2 Marcarea punctelor topografice 3068a, 3068b ale rețelei de sprijin și 101, ... , 106 ale rețelei de ridicare

Marcarea punctelor topografice de detaliu în vederea ridicărilor planimetrice pentru nivelele 2 și 3 menționate anterior, s-a efectuat prin intermediul unui dispozitiv metalic demontabil a cărui alcătuire este prezentată în fig.4.3. Elementele componente și geometria dispozitivului precum și soluționarea fixării acestuia pe stâlpii cadrelor transversale au fost concepute astfel încât să fie îndeplinite condițiile :

- asigurare a rolului de marcă mobilă, utilizată în scopul ridicărilor planimetrice a detaliilor, dintr-un număr minim de stații de teodolit ;

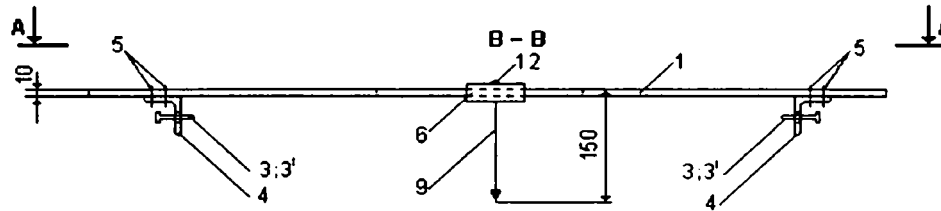
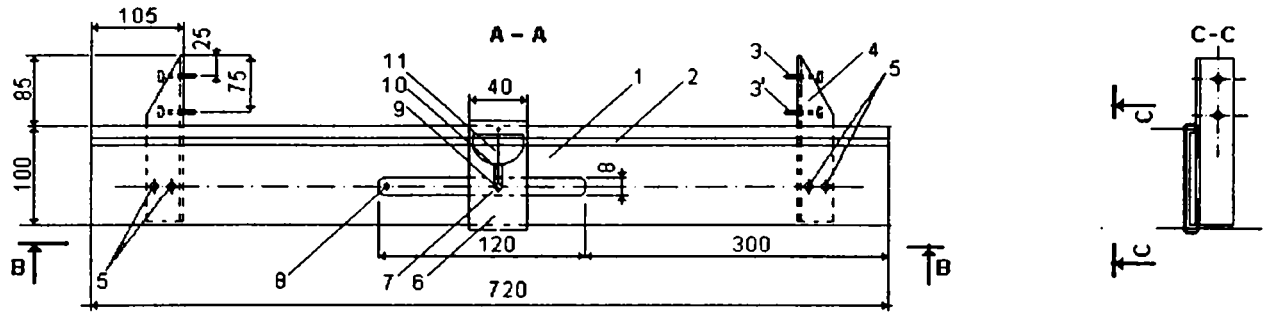
- greutate proprie redusă și manevrare simplă, ținând seama de cota frontului de lucru, situat la 12m față de nivelul pardoselii finite pentru măsurătorile de la nivelul 2, respectiv de 19m nivelul 3.

- efectuare a ridicărilor planimetrice prin vizare în dreptul axei ramurilor stâlpilor, simplificând astfel calculele ulterioare și asigurând în mai mare măsură precizia evaluării deformațiilor și a deplasărilor structurii ;

- confecționare a unui singur tip de dispozitiv, adaptat atât formei secțiunii transversale a ramurii inferioare a stâlpilor, cât și celei a ramurii superioare a acestora.

Dispozitivul conceput și realizat în vederea efectuării măsurătorilor planimetrice menționate, este prezentat montat în poziția de lucru la nivelul 2 al unui stâlp de pe șirul II→I al halei, în fig. 4.3b.

Poziționarea sistemului local de axe s-a efectuat, după recomandările din [13], utilizând reperele topografice fixate în faza de execuție a construcției pe fețele exterioare ale pereților halei ; astfel, prin punctele notate în fig.4.1 cu 100a, 100b și 100c, marcate cu repere metalice încastrate în pereți, ca în fig.4.4, direcția 100a - 100b a fost stabilită ca axă x a sistemului local iar direcția 100a-100c, ca axă y . Coordonatele locale ale acestor trei puncte topografice nestaționabile, conform aceleiași lucrări [13], au fost impuse, după determinarea prin măsurători directe a distanțelor dintre ele, operații efectuate ulterior transmiterii la sol a punctelor matematice.

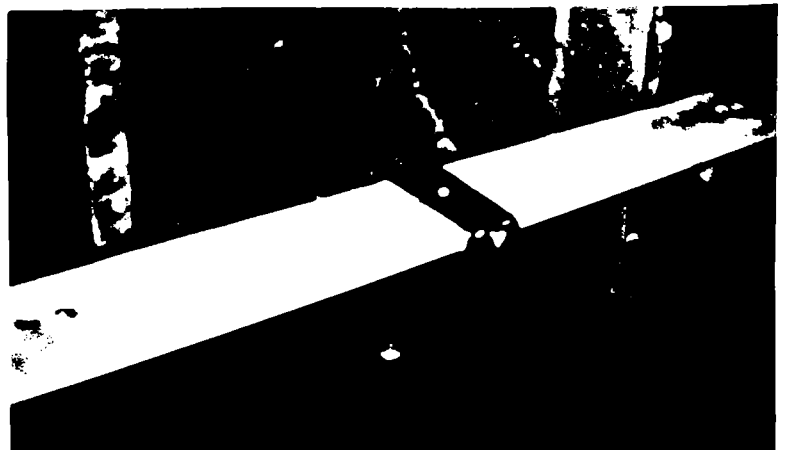
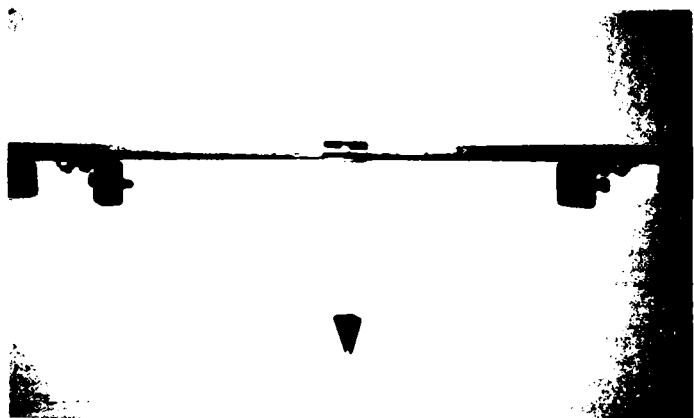
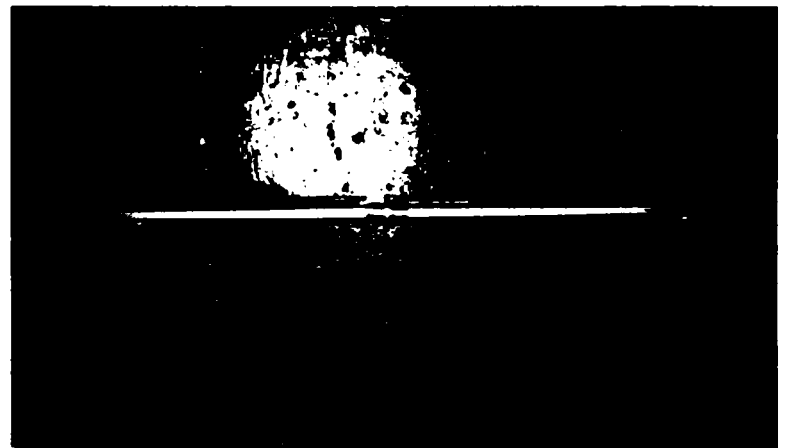
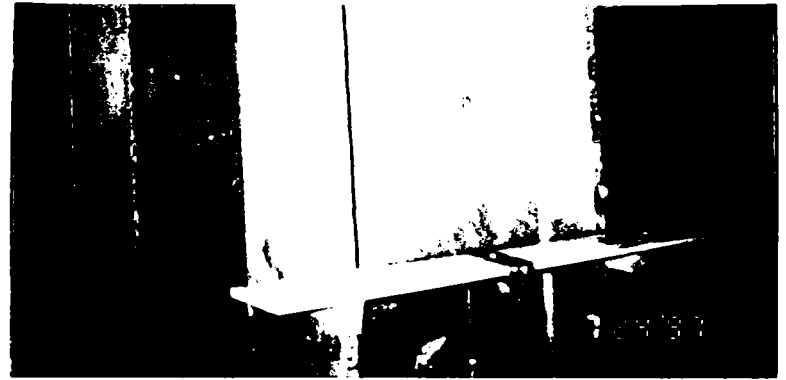
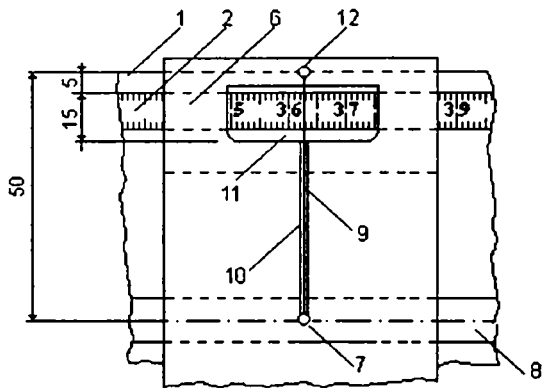


- 1-suport dispozitiv
- 2- bandă metalică gradată milimetric
- 3-șurub fixare pe ramura inferioară a stâlpilor
- 3'-șurub fixare pe ramura superioară a stâlpilor

- 4-corniere fixare pe stâlp
- 5-șuruburi asamblare dispozitiv
- 6-cursor ghidat
- 7-gaură O2 în cursor, pentru coborâre fir cu plumb

- 8-fantă dispozitiv
- 9-fir cu plumb
- 10-riz de ghidare a firului cu plumb
- 11-vizor
- 12-șurub fixare fir cu plumb

Detaliul 1



a.

b.

Fig.4.3 Dispozitivul demontabil cu rol de marcă mobilă; a - alcătuire constructivă și părți componente ; b - Dispozitivul montat în poziția de lucru, pe un stâlp al halei

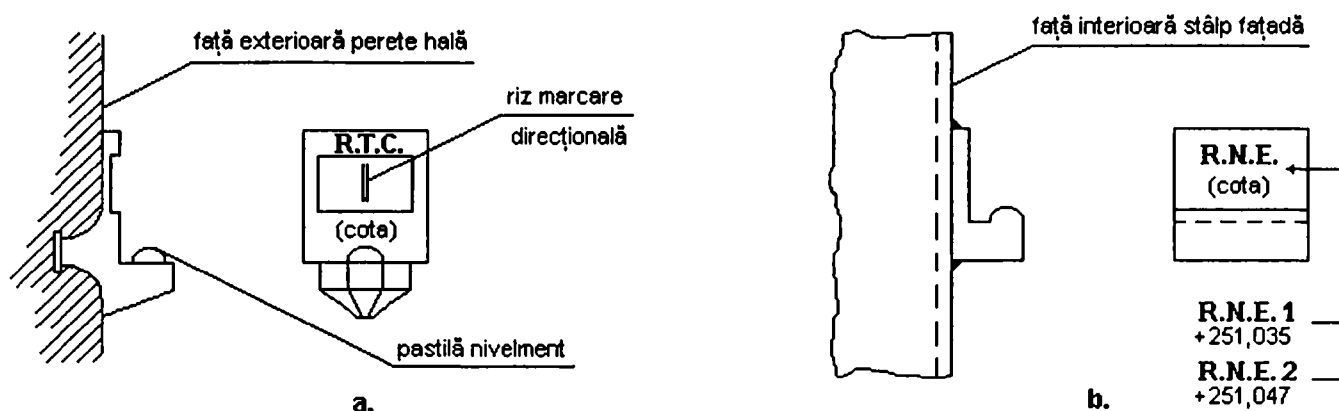


Fig.4.4 Reper topografice existente, fixate în faza de execuție a halei :

- a - Reper topografice generale situate pe fețele exterioare ale pereților halei, pentru marcarea punctelor topografice 100a, 100b și 100c;
- b - Reper nivelment de execuție, situate pe stâlpii metalici ai pereților frontali, pentru marcarea punctelor topografice RNE1 și RNE2

Pentru ridicările altimetrice ale punctelor de detaliu în zona ansamblului grinzilor căilor de rulare au fost utilizate reperele-nivelment notate în fig.4.1 cu RNE1 și RNE2, amplasate pe stâlpii metalici din frontoanele halei, deasupra nivelului coroanei șinei de rulare. Cotele acestor repere au fost menționate în documentația de execuție a construcției față de cota +237,500m ($\pm 0,00$ m) a pardoselii finite iar marcarea lor s-a executat ca în fig. 4.4b.

Raportarea sistemului de referință local astfel stabilit - având originea în punctul 100a, respectiv axele trecând prin punctele 100b și 100c, toate având coordonate locale cunoscute - la un sistem de referință exterior halei, s-a efectuat prin intermediul punctelor topografice 418 și 3068 (fig.4.1), existente în zonă. Aceste puncte, fiind incluse în rețeaua de triangulație geodezică de stat ca puncte de ordinul V, au coordonatele cunoscute fiind determinate în proiecție stereografică 1970, iar valorile lor, considerate în prezenta lucrare, sunt cele specificate în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1

Punctul topografic	Coordonate în sistemul de axe general		
	X [m]	Y [m]	Z [m]
418	775,837	611,455	237,485
3068	780,243	652,914	237,479

Pregătirea efectuării măsurătorilor a fost finalizată prin întocmirea **Planului de operații topografice și al măsurătorilor aferente**, prezentat în continuare și în care, funcție de obiectivul urmărit în fiecare etapă, se specifică metoda topografică utilizată și măsurătorile necesare în teren.

În vederea obținerii unor rezultate cu precizie corespunzătoare scopului măsurătorilor, propus prin programul de studii și cercetări experimentale întocmit și ținând seama de recomandările din [14], [23], [33], referitoare la ridicări topografice pe suprafețe mai mici de $0,5\text{km}^2$, au fost utilizate următoarele instrumente topografice :

- **Teodolitul de precizie Theo 010A**, recomandat în [33] pentru lucrările de triangulație de ordinele II - IV și poligonații de precizie, la care se admite o eroare medie pătratică de până la $\pm 4^{\text{cc}}$ ($\pm 1,5''$), prevăzut cu : sistem de centrare optică (având precizia de citire de circa 0,5mm) a aparatului pe verticala punctului de stație, sistem de axe semicinematic cu erori minime de excentricitate ($\leq 2^{\text{cc}}$), sistem automat pentru stabilizarea indexului cercului vertical cu o eroare de stabilizare mai mică decât $0^{\text{cc}},3$ într-un timp sub o secundă, precum și posibilitatea lecturii seminumerice care permite citirea directă a rezultatului măsurătorii.

- **Nivelul automat Ni 007**, recomandat în aceeași lucrare [33] pentru nivelmentul de precizie la care, în cazul folosirii mirelor de invar, se obține o eroare medie pătratică de $\pm 0,5 \dots \pm 0,8\text{mm/km}$ de dublu nivelment, este prevăzut cu compensator automat ce realizează orizontalizarea printr-o mișcare de translație optică cu ajutorul unei prisme pendul, micrometru având placă cu fețe plan-paralele care asigură citiri de 0,05mm pe tambur iar distanța minimă de vizare este de 2,20m.

ETAPA	Obiectivul urmărit	Mărimi topografice definitorii ale obiectivului urmărit	Metode sau procedee topografice utilizate și calculul corespunzător necesar	Măsurători efectuate în teren
1	2	3	4	5
A. RIDICĂRI	PLANIMETRICE			
A1.	Raportarea sistemului de referință local, la sistemul de referință general, exterior construcției ;	Coordonatele punctelor topografice 418 și 3068;	Procedeeul HANSEN.	- unghiuri orizontale măsurate din punctele de stație 418 și 3068, în rețeaua de sprijin; - distanțe dintre punctele 418; 3068; 100a; 100b ale rețelei de sprijin.
A2.	Dezvoltarea rețelei de triangulație locală la exteriorul construcției și determinarea rețelei locale de sprijin;	Coordonatele punctelor 3068a și 3068b în sistemul de axe local ;	Calculul triangulației locale prin procedeeul LEHAGRE-BRÖNNIMAN .	- unghiuri orizontale măsurate din punctele de stație 418 și 3068, 3968a; 3068b ; - distanțe dintre punctele rețelei de sprijin ;
A3.	Dezvoltarea rețelei de triangulație locală în interiorul construcției și determinarea rețelei de ridicare ;	Coordonatele punctelor topografice 101, ... ,106, în sistemul local de axe;	Metoda drumuirii planimetrice sprijinită pe punctele tari 3068a și 3068b ale rețelei determinate anterior; - calculul și compensarea drumuirii ; - analiza erorilor înainte și după compensare.	- unghiuri orizontale măsurate din punctele de stație 418 și 3068a, 3068b, 101, ...,106 ; - distanțe dintre toate punctele rețelei de ridicare ;
A4.	Determinarea planimetrică a punctelor de detaliu	Coordonatele punctelor de detaliu situate pe elementele structurii de rezistență a halei, la nivelele 2 și 3.	Metoda intersecției înainte, aplicată din puncte topografice ale rețelei de ridicare;	- unghiuri orizontale măsurate din punctele de stație 101, ...,106 cu vize spre punctele de detaliu situate la nivelul 2 și nivelul 3.

ETAPA	Obiectivul urmărit	Mărimi topografice defnitorii ale obiectivului urmărit	Metode sau procedee topografice utilizate și calculul corespunzător necesar	Măsurători efectuate în teren
1	2	3	4	5
B. RIDICĂRI B1.	ALTIMETRICE Determinarea nivelitică a punctelor de detaliu	Cotele de nivel ale punctelor de detaliu situate la nivelele 2' și 2".	Metoda nivelmentului geometric de mijloc; - calculul și compensarea drumuirilor de nivelment;	Diferențe de nivel determinate față de reperele de nivelment RNE1 și RNE2.
C. MĂSURĂTORI DIRECTE ALE GEOMETRIEI CĂILOR DE RULARE ANSAMBLULUI C1.	Deschiderea efectivă a căilor de rulare	Distanța dintre axele căilor de rulare situate pe fire diferite.	Măsurători directe ale distanțelor respective, umate de prelucrarea analitică și grafică a rezultatelor obținute.	
C2.	Abateri în plan orizontal de la forma rectilinie a firului căilor de rulare	Distanțe orizontale dintre axa teoretică de viză și firul căilor de rulare.	Vize și citiri directe ale abaterilor în plan orizontal, față de puncte situate în zonele de capăt ale căilor de rulare.	
C3.	Geometria zonelor de rezemare și prindere ale grinzilor de rulare pe stâlpii cadrelor transversale	-Distanța de la fața stâlpilor la axa tălpilor superioare ale grinzilor de rulare; -Dimensiuni ale tălpii superioare a grinzilor de rulare; -Dimensiuni ale secțiunii transversale a stâlpilor.	idem pct. C1	

3.3.1.3 Măsurători efectuate. Rezultate și mărimi topografice obținute

Desfășurarea în teren a măsurătorilor necesare ridicărilor planimetrice și altimetrice, în succesiunea menționată prin planul operațiilor specificate, a fost precedată de marcarea punctelor topografice ale rețelelor locale de sprijin și a punctelor de detaliu aparținând elementelor structurii de rezistență a halei studiate.

Pentru obiectivele urmărite în fiecare etapă, în continuare se prezintă :

- măsurătorile topografice propriu-zise efectuate în teren;
- calculul mărimilor topografice, utilizând metodele și procedeele propuse, specifice topografiei inginerești.

A. Ridicări planimetrice

A1. Raportarea sistemului de referință local, la sistemul de referință general, exterior construcției

În vederea rezolvării topografice a legării celor două sisteme de referință - cel local, fixat de construcție și notat (x;y;z) în fig.4.1, respectiv cel general, exterior construcției și notat (X;Y;Z)- s-a analizat situația topografică a punctelor vechi, existente în zonă, (fig.4.5), constatându-se că în teren se dispune de :

- punctele nestaționabile marcate pe construcție, notate 100a, 100b, 100c, având, în urma stabilirii poziției axelor x și y (în paragraful 4.1.2) și a măsurării directe a distanțelor (tab.4.1), coordonatele cunoscute în sistemul de referință local, (x;y;z) ;
- punctele staționabile marcate 418 și 3068, de coordonate cunoscute doar în sistemul (X;Y;Z), dar cu vizibilitate spre cel puțin două dintre punctele 100a, 100b, 100c.

Problema topografică prezentată a fost soluționată prin determinarea coordonatelor punctelor 418 ; 3068 și în sistemul de referință local (x;y;z), utilizând *procedeele HANSEN*, recomandat în astfel de situații în lucrările [13], [23], [33].

Valorile unghiurilor notate în fig.4.5 cu α , β , γ și δ , necesare aplicării acestui procedeu s-au determinat din cele ale unghiurilor orizontale înscrise în tabelul 4.2, măsurate în tur de orizont din punctele 418, respectiv 3068 și apoi compensate în stație.

Conform fig.4.5, din triunghiurile formate de punctele topografice (100a; 418; 3068) și (100b; 418; 3068), s-au calculat mărimile unghiurilor ε_1 și ε_2 :

$$\varepsilon_1 = 200^g - (\alpha + \beta + \gamma) = 17^g 76^c 11^{cc} \quad (4.1)$$

$$\varepsilon_2 = 200^g - (\delta + \gamma + \beta) = 21^g 15^c 61^{cc}$$

iar geometric, rezultă egalitatea unghiurilor

$$\varphi + \Psi = \beta + \gamma, \text{ adică } \varphi + \Psi = 124^g 00^c 58^{cc} \quad (4.2)$$

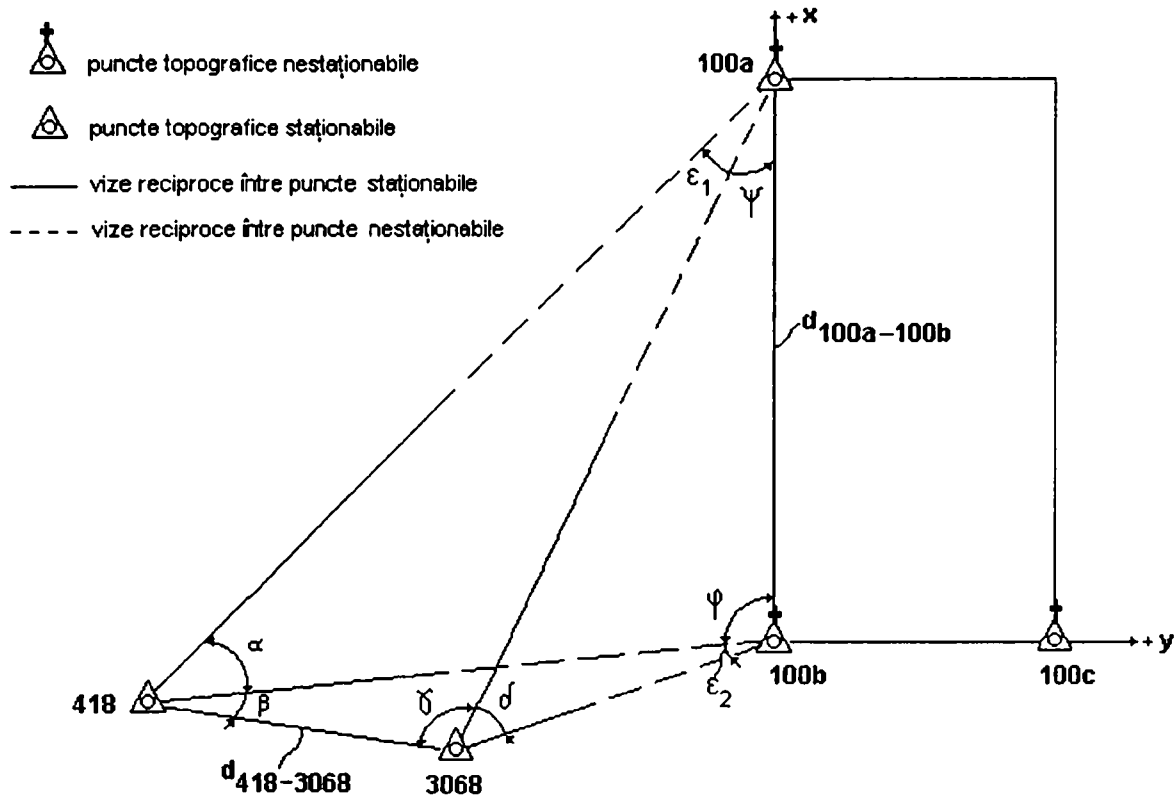


Fig. 4.5 Schema punctelor topografice existente, utilizate în calculul prin procedeul HANSEN

Tabelul 4.2

MĂSURĂTORI ÎN VEDEREA CALCULĂRII COORDONATELOR PUNCTELOR 418 ȘI 3068 ÎN SISTEMUL DE AXE LOCAL

Nr. crt.	Punct de stație	Punct vizat	Distanțe măsurate [m]	Direcții orizontale compensate în stație		
				g	c	cc
1	418	3068	41,671	0	0	0
2		100a	-	319	94	44
3		100b	-	378	17	75
4		100c	-	78	37	78
5		3068	41,671	0	0	0
6	3068	418	41,671	0	0	0
7		100a	-	102	18	33
8		100b	-	157	02	14
9		100c	-	171	30	52
10		418	41,671	0	0	0

Impunând, după [44], condiția :

$$\frac{\sin \alpha \cdot \sin \gamma \cdot \sin \epsilon_2 \cdot \sin \varphi}{\sin \beta \cdot \sin \delta \cdot \sin \epsilon_1 \cdot \sin \psi} = 1 \tag{4.3}$$

transformată sub forma

$$\frac{\sin \varphi}{\sin \psi} = \frac{\sin \beta \cdot \sin \delta \cdot \sin \epsilon_1}{\sin \alpha \cdot \sin \gamma \cdot \sin \epsilon_2} = \operatorname{tg} \lambda \tag{4.3'}$$

și ținând seama de egalitatea

$$\operatorname{tg} \frac{\psi - \varphi}{2} = \operatorname{tg} \frac{\psi + \varphi}{2} \operatorname{ctg} (\lambda + 50^\circ) \tag{4.4}$$

$$\text{rezultă : } \frac{\sin \varphi}{\sin \psi} = \text{tg } \lambda = 0,271835 \quad (4.3'')$$

$$\text{respectiv: } \lambda = 16^{\circ} 89' 72'' \quad (4.5)$$

Rezolvând apoi sistemul de ecuații obținut din (4.2) și (4.4) ,

$$\begin{cases} \Psi + \varphi = 124^{\circ} 00' 58'' \\ \text{tg } \frac{\Psi - \varphi}{2} = 0,842535 \end{cases} \quad (4.6)$$

$$\text{rezultă unghiurile : } \varphi = 106^{\circ} 57' 55'' \text{ și } \psi = 17^{\circ} 43' 03'' \quad (4.7)$$

Coordonatele punctelor topografice 418 și 3068 s-au determinat prin metoda intersecției înainte, din punctele 100a și 100b. Relațiile de calcul aferente metodei sunt prezentate după [8], cu notațiile din fig.4.6, în care punctul de coordonate cunoscute, P_0 , este considerat ca fiind mai întâi punctul 418, apoi 3068, iar unghiurile $\hat{1}$, $\hat{2}$, $\hat{3}$, au rezultat din valorile unghiurilor α , β , γ , δ , ε_1 , ε_2 , φ , ψ , calculate anterior :

$$\begin{aligned} \alpha &= 58^{\circ} 23' 31'' & \varepsilon_1 &= 17^{\circ} 76' 11'' \\ \beta &= 21^{\circ} 82' 25'' & \varepsilon_2 &= 21^{\circ} 15' 61'' \\ \gamma &= 102^{\circ} 18' 33'' & \varphi &= 106^{\circ} 57' 55'' \\ \delta &= 54^{\circ} 83' 81'' & \psi &= 17^{\circ} 43' 03'' \end{aligned} \quad (4.8)$$

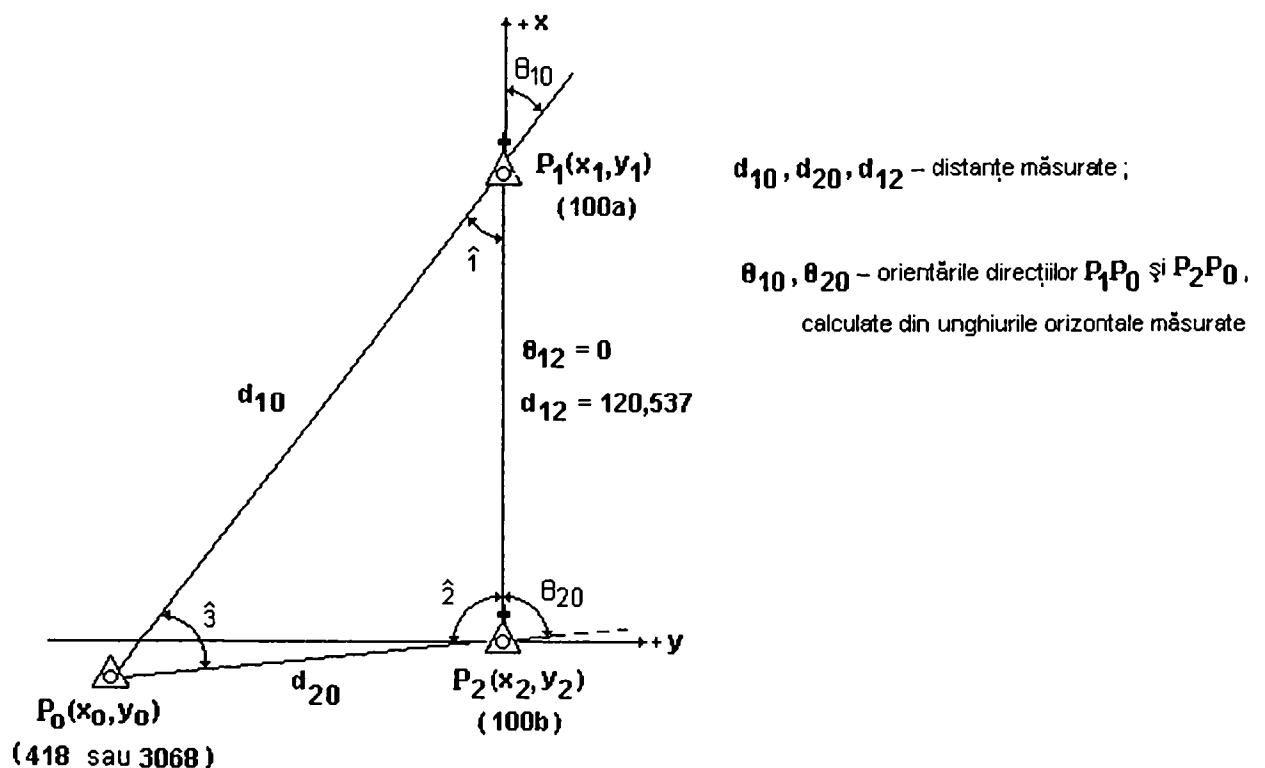


Fig. 4.6 Schema topografică a situației din teren, pentru calculul coordonatelor punctelor 418 și 3068 prin intersecție înainte

În triunghiul ($P_0 P_1 P_2$), din relația

$$\frac{d_{12}}{\sin \hat{3}} = \frac{d_{20}}{\sin \hat{1}} = \frac{d_{10}}{\sin \hat{2}} \quad (4.9)$$

au rezultat distanțele :

$$d_{20} = d_{12} \frac{\sin \hat{1}}{\sin \hat{3}} \quad \text{și} \quad d_{10} = d_{12} \frac{\sin \hat{2}}{\sin \hat{3}} \quad (4.9') \quad \text{și} \quad (4.9'')$$

iar cu orientările :

$$\theta_{10} = \hat{1} \quad \text{și} \quad \theta_{20} = 200^s - \hat{2} \quad (4.10)$$

s-au obținut coordonatele planimetrice x_0 și y_0 ale punctului P_0 :

$$\begin{cases} x_0 = x_1 + d_{10} \cos \theta_{10} \\ y_0 = y_1 + d_{10} \sin \theta_{10} \end{cases} \quad (4.11)$$

Apoi, pentru controlul calculului efectuat, s-au verificat :

$$\begin{cases} x_0 = x_2 + d_{20} \cos \theta_{20} \\ y_0 = y_2 + d_{20} \sin \theta_{20} \end{cases} \quad (4.11')$$

Coordonatele planimetrice ale punctelor 418 și 3068 în sistemul de referință local, obținute cu relațiile de mai sus, sunt cele din tabelul 4.3.

Tabelul 4.3

Punctul topografic	Coordonate planimetrice în sistemul local	
	x [m]	y [m]
418	-8,235	-38,943
3068	-18,125	-79,445

A2. Dezvoltarea rețelei de triangulație locală în experiorul construcției, în vederea determinării rețelei locale de sprijin

Situația topografică a punctelor 418 și 3068, existente în zonă și având coordonate cunoscute, neîndeplinind însă condiția de vizibilitate a lor din nici un punct situat în interiorul halei supuse măsurătorilor, a impus dezvoltarea rețelei de triangulație locală cu alte puncte topografice exterioare construcției, care satisfac condiția menționată; astfel, în rețeaua locală, prezentată în fig.4.1, au fost incluse punctele staționabile notate 3068a și 3068b, ale căror coordonate planimetrice în sistemul de referință local, au fost determinate după cum urmează :

- din punctele de stație 418, 3068, 3068a și 3068b, au fost măsurate în tur de orizont și apoi compensate în stație , atât unghiurile orizontale ale căror valori sunt specificate în tabelul 4.4, cât și distanțele reciproce între aceste puncte;

- s-a efectuat calculul triangulației locale cu configurația din fig.4.7, ce a constat în operațiile :

- compensare a unghiurilor ;
- calculul laturilor ;
- transmitarea orientărilor ;
- calculul coordonatelor planimetrice ale punctelor topografice noi, 3068a și 3068b.

a) Compensarea unghiurilor din rețeaua de triunghiuri din fig.4.7, dispuse în forma unui poligon cu punct central, s-a efectuat adoptând, după [33], procedeul Lehagre-Brönimman conform căruia, condițiile geometrice pe care trebuie să le îndeplinească o asemenea rețea sunt asigurate de următoarele trei compensări :

- **Compensarea I** - prin care valoarea ε_1 a neînchiderilor rezultate în fiecare triunghi " i " , cu valorile măsurate ale unghiurilor α_i , β_i , γ_i , s-au repartizat în mod egal și cu semn schimbat celor trei unghiuri măsurate . Astfel :

$$\alpha_i + \beta_i + \gamma_i = 200^\circ \pm \varepsilon_1 \quad (i=1,2,3) \quad (4.12)$$

iar valorile compensate ale unghiurilor devin :

$$\alpha'_i = \alpha_i \mp \frac{\varepsilon_1}{3} ; \quad \beta'_i = \beta_i \mp \frac{\varepsilon_1}{3} ; \quad \gamma'_i = \gamma_i \mp \frac{\varepsilon_1}{3} ; \quad (4.13)$$

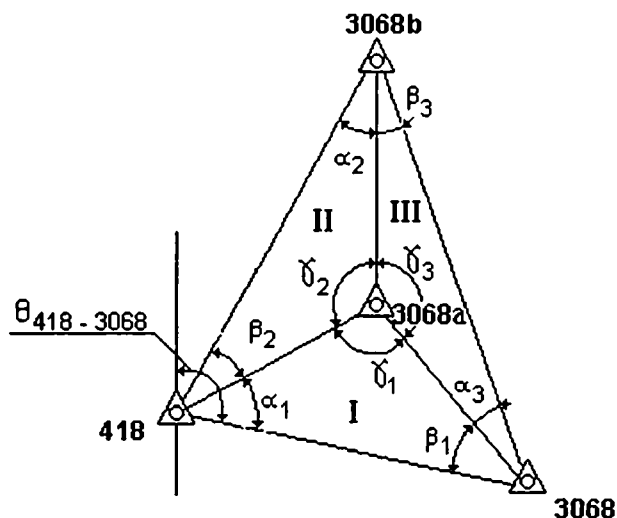


Fig. 4.7 Configurația topografică de poligon cu punct central a rețelei triangulație locală, compensată prin metoda Lehagre – Brönimman

Tabelul 4.4
MĂSURĂTORI ÎN VEDEREA DEZVOLTĂRII REȚELEI DE SPRIJIN
CU PUNCTE ACCESIBILE DIN HALĂ

Nr. crt.	Punct de stație	Punct vizat	Distanțe măsurate [m]	Direcții orizontale compensate în stație		
				g	c	cc
1	418	3068b	65,416	0	0	0
2		3068a	32,125	45	42	36
3		3068	41,671	97	81	21
4		3068b	65,416	0	0	0
5	3068	418	41,671	0	0	0
6		3068a	30,798	55	41	08
7		3068	76,339	65	43	61
8		418	41,671	0	0	0
9	3068a	418	32,125	0	0	0
10		3068a	46,174	124	49	43
11		3068b	30,798	307	79	95
12		418	32,125	0	0	0
13	3068b	418	65,416	0	0	0
14		3068	76,339	363	24	83
15		3068a	46,174	369	91	78
16		418	65,416	0	0	0

Compensarea II - prin care neînchiderile ε_2 în jurul punctului central, îndeplinind condiția $\varepsilon_2 \leq T_2 = 16'' \sqrt{n}$ (unde n reprezintă numărul unghiurilor la centru), s-au repartizat celor trei unghiuri la centru :

$$\gamma'_1 + \gamma'_2 + \gamma'_3 = 400^\circ \pm \varepsilon_2 \quad (4.14)$$

iar mărimile unghiurilor compensate au devenit :

$$\gamma_i'' = \gamma_i' \mp \frac{\varepsilon_2}{n} \quad (i=1,2,3; n=3) \quad (4.15)$$

astfel încât :

$$\gamma_1'' + \gamma_2'' + \gamma_3'' = 400^\circ \quad (4.16)$$

Mentținerea condiției compensării I a impus însă din nou corectarea unghiurilor α_i' și β_i' , cu jumătate din corecția fiecărui unghi γ_i' , luată cu semn schimbat :

$$\alpha_i'' = \alpha_i' \pm \frac{\varepsilon_2}{2n} \quad ; \quad \beta_i'' = \beta_i' \pm \frac{\varepsilon_2}{2n} \quad (4.17)$$

astfel ca :

$$\alpha_i'' + \beta_i'' + \gamma_i'' = 200^\circ \quad (4.18)$$

Compensarea III - prin care s-a realizat acordul laturilor rețelei, s-a efectuat calculând mărimea corecției ε_3 , cu relația :

$$\pm \varepsilon_3 = \frac{P \sin \beta_i'' - P \sin \alpha_i''}{P \sin \beta_i'' \cdot S_\beta + P \sin \alpha_i'' \cdot S_\alpha} \quad (4.19)$$

în care :

$P \sin \beta_i''$, $P \sin \alpha_i''$ - produsele sinusurilor unghiurilor β_i'' și α_i'' ;

S_β , S_α suma valorilor raportului $\frac{\sin 1''}{\sin \beta_i''}$, respectiv $\frac{\sin 1''}{\sin \alpha_i''}$.

Corectarea finală a unghiurilor, cu respectarea condiției ca $\varepsilon_3 \leq T_3 = 8'' \sqrt{n}$, s-a realizat, pentru cazul $\varepsilon_3 < 0$, prin adăugarea acestei valori la β'' și scăderea din α'' , obținându-se astfel unghiurile definitive α_i''' , β_i''' și γ_i''' . Corectitudinea calculelor efectuate s-a verificat cu relațiile

$$\alpha_i''' + \beta_i''' + \gamma_i''' = 200^\circ \quad \text{și} \quad P \sin \alpha_i'' = P \sin \beta_i'' \quad (4.20)$$

Calculul de compensare al rețelei de triangulație locală prin procedeul exemplificat, este prezentat în tabelul 4.5.

b) Calculul laturilor triangulației, efectuat cu valorile compensate ale unghiurilor, (tabelul 4.5), aplicând teorema sinusurilor în fiecare triunghi al rețelei din figura 4.7, este prezentat în tabelul 4.6 începând cu latura 418 - 3068 considerată ca bază, modulul M reprezentând raportul dintre latura cunoscută și sinusul unghiului opus ei.

Tabelul 4.5

COMPENSAREA POLIGONULUI CU PUNCT CENTRAL

Triunghiul	Unghiul măsurat	Comp i	Unghiul după compens. I	Comp ii	Unghiul după compens. II	Comp iii	Unghiul definitiv	Valoarea naturală sin α	$\sin 1^{cc}$ (DT) α	$\frac{\sin 1^{cc}}{\sin \alpha}$	Valoarea naturală sin β	$\sin 1^{cc}$ (DT) β	$\frac{\sin 1^{cc}}{\sin \beta}$
I	α_1	-1 ^{cc}	52 38 84	+1 ^{cc}	52 38 85	-3 ^{cc}	52 38 82	0,733132 -3	1,00	1,364	0,764580 +3		
	β_1	-1	55 41 07	+1	55 41 08	+3 ^{cc}	55 41 08	0,733129			0,764583	1,01	1,321
	γ_1	0	92 20 09	-2	92 20 07		92 20 07						
	Σ	-2	200 00 00		200 00 00		200 00 00						
II	α_2	-2	30 08 23	+1	30 08 24	-3	30 08 21	0,455143 -3	1,40	3,076	0,654492 +3		
	β_2	-2	45 42 34	+1	45 42 35	+3	45 42 38	0,455140			0,654495	1,18	1,803
	γ_2	-2	124 49 43	-2	124 49 41		124 49 41						
	Σ	-6	200 00 00		200 00 00		200 00 00						
III	α_3	+2	10 02 55	+1	10 02 56	-3	10 02 53	0,156831 -3	1,55	9,883	0,104568 +3		
	β_3	+2	6 66 92	0	6 66 92	+3	6 66 95	0,156828			0,104571	1,56	14,918
	γ_3	+3	183 30 53	-1	183 30 52		183 30 52						
	Σ	+7	200 00 00		200 00 00		200 00 00	$P_{\sin \alpha} = 0,0523$	$S_{\alpha} = 14,323$	$P_{\sin \beta} = 0,0523$	$S_{\beta} = 0,052327$		

$$\Sigma \gamma = 400^{\circ} 00' 00''; \quad \pm \varepsilon_3 = \frac{P \sin \beta'' - P \sin \alpha''}{P \sin \beta'' S_{\beta} - P \sin \alpha'' S_{\alpha}} = -2^{\circ} 55' 53'' = -3^{\circ}$$

CALCULUL LATURILOR TRIANGULAȚIEI LOCALE

Tabelul 4.6

Triunghiul	Latura	Modulul M	Măsura unghiului compensat, opus laturii			Valoarea sinusului unghiului opus	Lungimea laturii
			g	c	cc		
I	418 - 3068	42,00688	92	20	07	0,99254	41,692 ^{*)}
	3068 - 3068a		52	38	82	0,733129	30,796
	3068a - 418		55	41	11	0,764583	32,117
II	3068a - 418	70,56525	30	08	21	0,455139	32,117
	418 - 3068b		124	49	41	0,926891	65,407
	3068a - 3068b		45	42	38	0,654495	46,185
III	3068a - 3068b	294,49648	10	02	53	0,156827	46,185
	3068b - 3068		183	30	52	0,259246	76,347
	3068 - 3068a		6	66	95	0,104573	30,796

c) Transmiterea orientărilor laturilor triangulației locale, prezentată în tabelul 4.7, s-a realizat în funcție de orientarea $\theta_{418-3068}$ a laturii 418 - 3068, determinată prin calcul și valorile compensate ale unghiurilor din tabelul 4.5.

Tabelul 4.7

Latura rețelei	Orientarea θ			SCHIȚA REȚELEI
	g	c	cc	
418 - 3068	115	24	69	
418 - 3068a	62	85	87	
418 - 3068b	17	43	49	
3068 - 3068a	370	65	80	
3068 - 3068b	380	68	33	

d) Calculul coordonatelor punctelor topografice noi, 3068a și 3068b, introduse în rețeaua de triangulație locală în vederea asigurării posibilității de vizare, din și spre interiorul halei supuse măsurătorilor, s-a efectuat prin procedeul intersecției înainte din punctele 418 și 3068. Au fost utilizate relații similare cu (4.9) - (4.11), în care s-au introdus lungimile laturilor din tabelul 4.6 și valorile orientărilor din tabelul 4.7, rezultând coordonatele planimetrice prezentate în tabelul 4.8.

Tabelul 4.8

Punctul topografic	Coordonate în sistemul de referință local		Distanța calculată, $d_{3068a-3068b}$ [m]
	x [m]	y [m]	
3068a	9,547	- 52,640	46,185
3068b	54,734	- 61,755	

Verificarea calculelor s-a realizat prin compararea valorii distanței $d_{3068a-3068b}$ determinată din coordonate, cu cea rezultată în tabelul 4.6.

A3. Dezvoltarea rețelei de triangulație locală în interiorul construcției, pentru determinarea coordonatelor punctelor rețelei de ridicare a detaliilor

În rețeaua de ridicare, a cărei configurație a fost stabilită după criteriile menționate în paragraful 4.1.2, au fost incluse, pe traseul din incinta halei studiate, punctele topografice notate în fig.4.1 cu 101, ..., 106. Problema determinării coordonatelor planimetrice ale acestor puncte s-a rezolvat, după recomandările din [14], [33], prin metoda drumuirii planimetrice sprijinite, dezvoltată pe punctele 3068a și 3068b din rețeaua calculată anterior, considerate ca "puncte tari". În rețeaua de ridicare astfel rezultată, alcătuită din două poligoane acolate, notate I și II în fig.4.8, au fost efectuate următoarele operații :

- Măsuratori ale unghiurilor orizontale cu metoda turului de orizont din punctele staționabile situate în fiecare vârf al rețelei, obținându-se, după compensarea lor în stație, valorile din tabelul 4.9.

Tabelul 4.9

MĂSURĂTORI ÎN VEDEREA REALIZĂRII REȚELEI DE RIDICARE A DETALIILOR ȘI FORMAREA ORIENTĂRIILOR PROVIZORII

Nr. crt.	Punct de stație	Punct vizat	Distanțe măsurate (m)	Direcții orizontale compensate în stație			Formarea orientărilor provizorii		
				g	c	cc	g	c	cc
1	3068a	418	32,125	0	0	0	262	85	87
2		3068b	46,174	124	49	43	387	35	32
3		101	59,608	245	62	73	108	47	90
4		3068	30,798	307	79	95	170	65	82
5		418	32,125	0	0	0	262	85	87
6	3068b	418	65,416	0	0	0	217	43	50
7		103	89,878	232	40	42	49	84	11
8		102	67,731	280	2	44	97	45	67
9		3068	76,339	363	24	83	180	68	35
10		3068a	46,174	369	91	78	187	35	25
11		418	65,416	0	0	0	217	43	50
12	101	3068a	59,608	0	0	0	308	47	90
13		104	29,892	159	99	85	68	46	95
14		3068a	59,608	0	0	0	308	47	90
15	102	3068b	67,731	0	0	59	297	45	67
16		105	26,895	207	25	35	104	70	83
17		3068b	67,731	0	0	0	297	45	67
18	103	3068b	89,878	0	0	0	249	84	11
19		106	33,554	274	48	20	124	32	31
20		3068b	89,878	0	0	0	249	84	11
21	104	101	29,892	0	0	0	268	46	95
22		105	39,720	131	60	2	0	6	97
23		101	29,892	0	0	0	268	46	95
24	105	102	26,895	0	0	0	304	70	83
25		106	50,485	95	27	19	399	98	2
26		104	39,720	295	35	94	200	6	77
27		102	26,895	0	0	0	304	70	83
28	106	103	33,554	0	0	0	324	32	31
29		105	50,485	275	66	26	199	98	57
30		103	33,554	0	0	0	324	32	31

- **Măsurarea laturilor drumuirii**, la dus și la întors, verificându-se pentru cele două valori ℓ' și ℓ'' obținute în cazul fiecărei laturi, respectarea condiției :

$$\Delta \ell = \ell'' - \ell' < T_1 \quad (4.21)$$

în care toleranța admisă, T_1 [m], a fost calculată, după [14], cu relația

$$T_\ell = \pm 0,003 \sqrt{\ell} \quad (4.22)$$

în funcție de lungimea ℓ , măsurată în [m]. Valorile lungimilor laturilor, obținute ca medie aritmetică a mărimilor ℓ' , ℓ'' , sunt înscrise în tabelul 4.9.

- **Compensarea rețelei de drumuire planimetrică**, utilizând după [33], metoda coeficienților de corecție K , numită în teoria erorilor și metoda corelatelor, conform căreia s-au efectuat :

- compensarea unghiurilor poligoanelor acolate ;
- compensarea coordonatelor vârfurilor drumuirii ;
- estimarea preciziei rezultatelor măsurătorilor liniare și unghiulare în rețeaua de poligonație.

a) Compensarea unghiurilor poligoanelor acolate

Pentru alcătuirea sistemului de ecuații în vederea determinării coeficienților de corecție K , din valorile măsurate ale unghiurilor înscrise în tabelul 4.9, s-au calculat unghiurile orizontale α_i și β_i , de frângere ale laturilor drumuirii, rezultând :

POLIGONUL I				POLIGONUL II			
$\alpha_1 =$	47 ^g	61 ^c	56 ^{cc}	$\beta_1 =$	89 ^g	89 ^c	58 ^{cc}
$\alpha_2 =$	125 ^g	51 ^c	80 ^{cc}	$\beta_2 =$	192 ^g	74 ^c	84 ^{cc}
$\alpha_3 =$	124 ^g	33 ^c	74 ^{cc}	$\beta_3 =$	104 ^g	64 ^c	06 ^{cc}
$\alpha_4 =$	95 ^g	27 ^c	19 ^{cc}	$\beta_4 =$	131 ^g	60 ^c	02 ^{cc}
$\alpha_5 =$	207 ^g	25 ^c	16 ^{cc}	$\beta_5 =$	159 ^g	99 ^c	05 ^{cc}
				$\beta_6 =$	121 ^g	12 ^c	08 ^{cc}

(4.23)

respectiv neînchiderile unghiulare în cele două poligoane ,

$$\varepsilon_I = S_I - \sum \alpha_i = +55^{\text{cc}}$$

$$\varepsilon_{II} = S_{II} - \sum \beta_i = -13^{\text{cc}} \quad (4.24)$$

în care , S_I și S_{II} reprezintă suma $S = 200 (\ell - 2)$ a unghiurilor dintr-un poligon cu ℓ laturi.

Deoarece măsurarea unghiurilor s-a efectuat cu aceeași precizie, ecuațiile coeficienților de corecție, K , după [33], au forma :

$$\begin{aligned} \ell_I K_1 - \ell_{I-II} K_2 + \varepsilon_I &= 0 \\ -\ell_{II-I} K_1 + \ell_{II} K_2 + \varepsilon_{II} &= 0 \end{aligned} \quad (4.25)$$

adică , ținând seama de valorile (4.24) și de cele din fig.4.8 :

$$\begin{aligned} 5 K_1 - 2 K_2 - 55 &= 0 \\ -2 K_1 + 6 K_2 + 13 &= 0 \end{aligned} \quad (4.25')$$

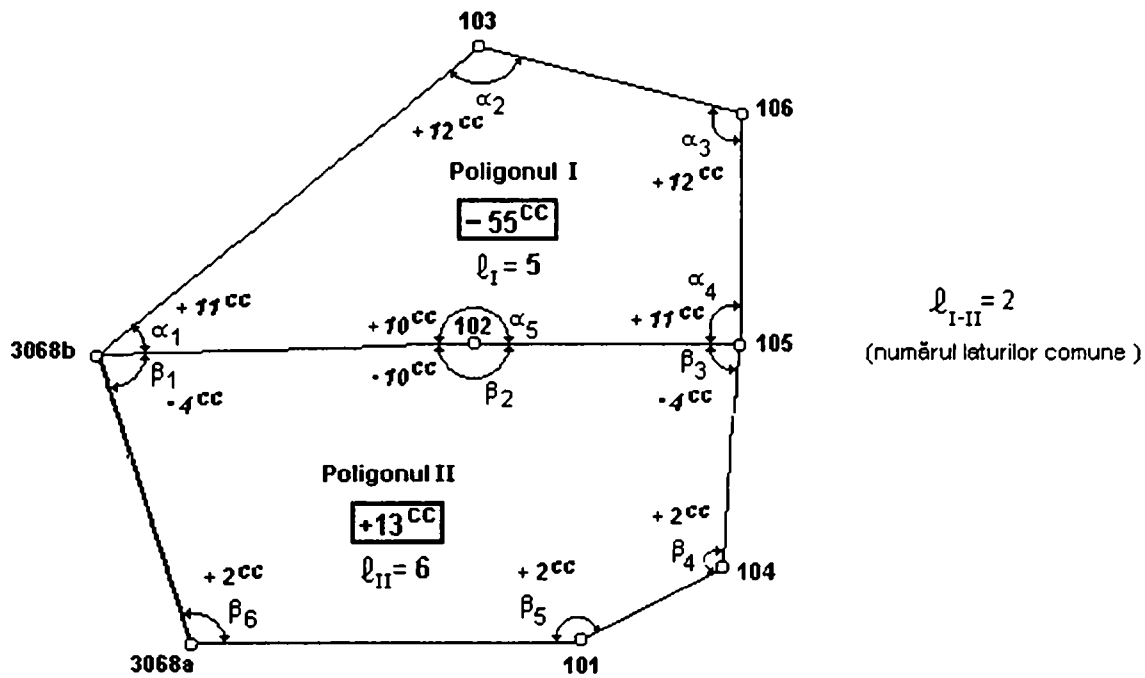


Fig. 4.8 Compensarea unghiurilor rețelei de drumuire planimetrică

Cu soluțiile sistemului , $K_1 = +11,69$ și $K_2 = +1,73$ (4.26)

s-au calculat corecțiile unghiulare pe secțiunea comună :

Secțiunea	Poligonul	Corecția , cc
3068b - 105	I	$K_1 - K_2 = +9,96 \approx +10$
3068b - 105	II	$K_2 - K_1 \approx -10$

(4.27)

respectiv, corecțiile unghiulare pentru punctele nodale :

Punctul nodal	Corecția , cc
3068 I	$K_1 - 1/2 K_2 = +10,825 \approx +11$
3068 II	$K_2 - 1/2 K_1 = -4,115 \approx -4$
105 I	$K_1 - 1/2 K_2 \approx +11$
105 II	$K_2 - 1/2 K_1 \approx -4$

(4.28)

Cu valorile corecțiilor unghiulare rezultate cu (4.27) și (4.28), valori înscrise apoi și în fig.4.8, au rezultat valorile unghiurilor compensate, prezentate în tabelul 4.10.

VALORILE UNGHIURILOR COMPENSATE

Tabelul 4.10

Unghiul necompensat	Valoarea măsurată a unghiului			Corecția unghiulară	Unghiul compensat	Valoarea compensată a unghiului		
	g	c	cc			g	c	cc
α_1	47	61	56	+11	α_1'	47	61	67
α_2	125	51	80	+12	α_2'	125	51	92
α_3	124	33	74	+12	α_3'	124	33	86
α_4	95	27	19	+11	α_4'	95	27	30
α_5	207	25	16	+10	α_5'	207	25	26
β_1	89	89	58	-4	β_1'	89	89	54
β_2	192	74	84	-10	β_2'	192	74	74
β_3	104	64	06	-4	β_3'	104	64	02
β_4	131	60	02	+2	β_4'	131	60	04
β_5	159	99	05	+2	β_5'	159	99	07
β_6	121	12	58	+2	β_6'	121	12	60

b. Compensarea coordonatelor vârfurilor drumuirii

Pentru fiecare vârf al poligoanelor, în tabelele 4.12a și b, s-au calculat, după [8], coordonatele provizorii cu relații de forma :

$$\begin{cases} x_j = x_i + d_{ij} \cdot \cos \theta_{ij} \\ y_j = y_i + d_{ij} \cdot \sin \theta_{ij} \end{cases} \quad (4.29)$$

în care x_i ; y_i - coordonatele punctului de stație i , precedent în rețea punctului j ;

x_j ; y_j - coordonatele provizorii ale punctului j ;

d_{ij} - lungimea fiecărei laturi a drumuirii, marcată în fig.4.9 cu valorile din tab. 4.9;

θ_{ij} - orientarea provizorie a laturii $i-j$, calculată în tabelul 4.9 față de orientarea laturii tari, 3068a - 3068b.

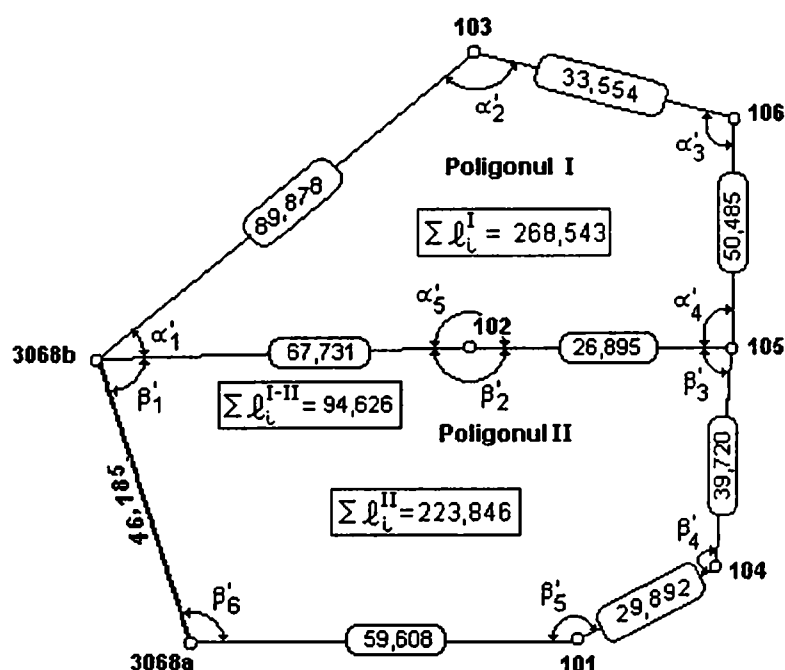


Fig. 4.9 Schema compensării coordonatelor provizorii ale punctelor rețelei de drumuire planimetrică

Din calcularea succesivă a coordonatelor provizorii ale punctelor pe tot traseul drumuirii, începând cu punctul 3968b și terminând în același punct în cazul poligonului I respectiv până în punctul 3068a în cazul poligonului II, au rezultat neînchiderile unghiulare ε_x și ε_y ale coordonatelor provizorii, astfel :

$$\text{Poligonul I} \quad \begin{cases} \varepsilon_x^I = \sum d_x^I = x_{3068b} - x_{\text{prov. } 3068b} = 0,00119 \\ \varepsilon_y^I = \sum d_y^I = y_{3068b} - y_{\text{prov. } 3068b} = 0,044 \end{cases} \quad (4.30)$$

$$\text{Poligonul II} \quad \begin{cases} \varepsilon_x^{II} = \sum d_x^{II} - \Delta x_{3068b-3068a} = -0,01829 \\ \varepsilon_y^{II} = \sum d_y^{II} - \Delta y_{3068b-3068a} = -0,04022 \end{cases} \quad (4.31)$$

Verificarea, pentru fiecare poligon, a încadrării valorilor erorilor liniare ε la capătul drumuirii, calculate cu relația :

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2} \quad , \quad (4.32)$$

în toleranță T de închidere a coordonatelor,

$$T = \pm 0,003 \sqrt{D} + \frac{D}{5000} \quad (4.33)$$

unde $D = \sum d$, [m], reprezintă lungimea desfășurată drumuirii, s-a efectuat în tabelul 4.11.

Tabelul 4.11

Poligonul	ε_x	ε_y	ε , [m]	D , [m]	T	Obs.
I	+ 0,00119	+ 0,044	0,04422	268,543	$\pm 0,103$	$\varepsilon^I < T^I$
II	-0,01829	- 0,04022	0,04418	223,846	$\pm 0,0897$	$\varepsilon^{II} < T^{II}$

Ecuțiile coeficienților K , de corecție a lungimii laturilor drumuirii, scrise după [33] pentru cele două poligoane acolate, au forma :

$$\begin{cases} \sum \ell_i^I \cdot K_1 - \sum \ell_i^{I-II} \cdot K_2 + \varepsilon_x^I = 0 \\ -\sum \ell_i^{I-II} \cdot K_1 + \sum \ell_i^{II} \cdot K_2 + \varepsilon_x^{II} = 0 \end{cases} \quad \text{și} \quad (4.34)$$

$$\begin{cases} \sum \ell_i^{II} \cdot K_1' - \sum \ell_i^{I-II} \cdot K_2' + \varepsilon_y^I = 0 \\ -\sum \ell_i^{I-II} \cdot K_1' + \sum \ell_i^{II} \cdot K_2' + \varepsilon_y^{II} = 0 \end{cases}$$

iar cu datele din fig.4.9, devin :

$$\begin{aligned} 268,543 K_1 - 94,626 K_2 + 0,001190 &= 0 \\ -94,626 K_1 + 223,846 K_2 - 0,01829 &= 0 \end{aligned}$$

și

$$\begin{aligned} 268,543 K_1 - 94,626 K_2 + 0,04420 &= 0 \\ -94,626 K_1 + 223,846 K_2 - 0,04022 &= 0 \end{aligned}$$

$$(4.35) \quad , \quad (4.35')$$

$$\text{Cu soluțiile : } K_1 = + 0,000028624 \quad ; \quad K_2 = + 0,000093807 \quad (4.36)$$

$$\text{și } K'_1 = - 0,00011905 \quad ; \quad K'_2 = + 0,000129351 \quad , \quad (4.36')$$

reprezentând corecțiile unitare, în mm pe metru liniar din distanța ℓ , s-au calculat corecțiile corespunzătoare fiecăreia din lungimile secțiunilor, valori ce sunt încadrate în dreptunghiurile marginale din fig.4.10.

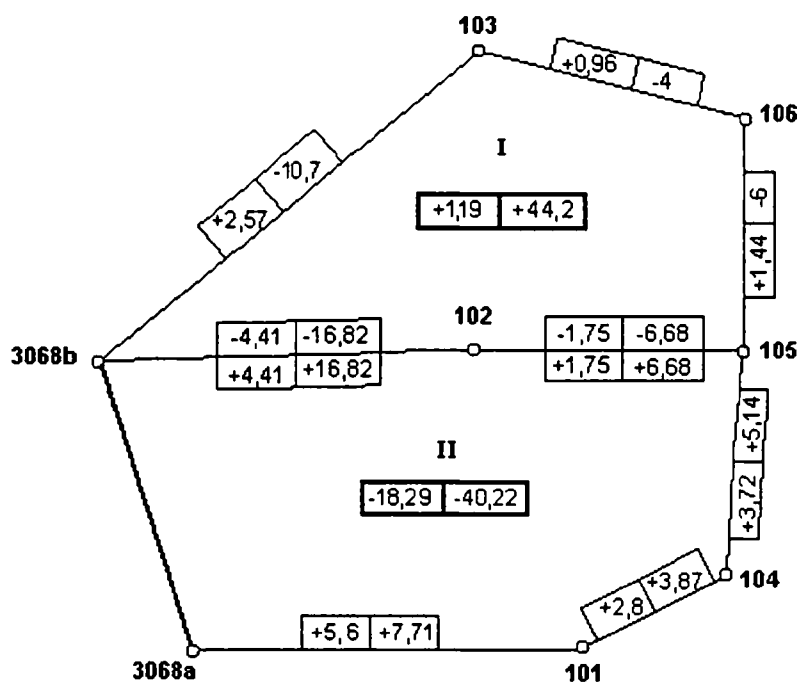


Fig. 4.10 Schema compensării lungimilor laturilor drumuirii planimetrice

Corecțiile finale , c_x și c_y ale coordonatelor planimetrice, s-au determinat proporțional cu lungimea secțiunii aferente fiecărei punct topografic al drumuirii, situat într-unul din vârfurile poligoanelor, iar coordonatele compensate ale acestor puncte, calculate cu relații de forma :

$$\begin{cases} x = x_{st} + D_x = x_{st} + d_x + c_x \\ y = y_{st} + D_y = y_{st} + d_y + c_y \end{cases} \quad (4.37)$$

sunt înscrise în ultima coloană a tabelelor 4.12a și 4.12b.

POLIGONUL I

Tabelul 4.12a

STATIA	Punct nou vizat	Orientarea grad	sin θ	cos θ	Distanța d (m)	dx= d cos θ	dy = d sin θ	Coord.		Coord. prov.pct		Corectii coord.		Coordonate compensate		Punct vizat
								x st.	y st.	x st.+dx	y st.+dy	cx (mm)	cy (mm)	x ^c x st.+ Dxc	y ^c y st.+ Dyc	
3068 b	103	49,8407	0,7053352	0,7088739	89,878	63,71217	63,39412	54,734	-61,755	118,446	1,639	2,57	-10,7	118,449	1,628	103
103	106	124,3215	0,9279056	-0,3728153	33,554	-12,50944	31,13494	118,45	1,639	105,937	32,774	3,53	-14,7	105,940	32,769	106
106	105	199,9829	0,0002686	-1,0000000	50,485	-50,48500	0,01356	105,937	32,774	55,452	32,788	4,97	-20,7	55,457	32,767	105
105	102	304,7099	-0,9972645	0,0739155	26,895	1,98796	-26,8214	55,452	32,788	57,440	5,966	3,22	-27,38	57,443	5,939	102
102	3068 b	297,4573	-0,9992025	-0,0399300	67,731	-2,70450	-67,6770	57,440	5,966	54,735	-61,711	-1,19	-44,2	54,734	-61,755	3068 b
								$\varepsilon_x =$	$\varepsilon_y =$	0,00119	0,04421					
								0,00119	0,04421							

POLIGONUL II

Tabelul 4.12b

STATIA	Punct nou vizat	Orientarea grad	sin θ	cos θ	Distanța d (m)	dx= d cos θ	dy = d sin θ	Coord.		Coord. prov.pct		Corectii coord.		Coordonate compensate		Punct vizat
								x st.	y st.	x st.+dx	y st.+dy	cx (mm)	cy (mm)	x ^c x st.+ Dxc	y ^c y st.+ Dyc	
3068 b	102	97,4573	0,9992025	0,0399300	67,731	2,70450	67,6770	54,734	-61,755	57,439	5,922	4,42	16,82	57,443	5,939	102
102	105	104,7099	0,9972645	-0,0739155	26,895	-1,98796	26,8214	57,439	5,922	55,451	32,743	6,17	23,5	55,457	32,767	105
105	104	200,0697	-0,0010948	-0,9999994	39,720	-39,71998	-0,0435	55,451	32,743	15,731	32,700	9,89	28,64	15,741	32,728	104
104	101	268,4693	-0,8798342	-0,4752807	29,892	-14,20709	-26,3000	15,731	32,700	1,524	6,400	12,69	32,51	1,537	6,433	101
101	3068 a	308,4786	-0,9911444	0,1327882	59,608	7,91524	-59,0801	1,524	6,400	9,440	-52,680	18,29	40,22	9,457	-52,640	3068 a
								$\varepsilon_x =$	$\varepsilon_y =$	0,00119	0,04421					
								-0,01829	-0,04022							

Corectitudinea compensărilor efectuate s-a verificat, după [8], prin următoarele valori de control :

- **suma algebrică a corecțiilor** corespunzătoare secțiunilor fiecărui poligon trebuie să fie egală și de semn contrar cu valoarea neînchiderilor coordonatelor relative, e_x respectiv e_y , înscrise în dreptunghiurile centrale din fig.4.10.

-**coordonatele definitive** ale punctelor comune celor două poligoane (marcate 102 și 105) trebuie să aibă aceleași valori (tab. 4.12a și 4.12b).

c) Aprecierea preciziei rezultatelor măsurătorilor unghiulare și a măsurătorilor liniare s-a efectuat, după [33], conform calculelor prezentate în tabelele 4.13 și 4.14, din care a rezultat eroarea medie pătatică μ a unității de pondere, cu relațiile :

$$\mu^{cc} = \pm \sqrt{\frac{[p\delta^2]}{r}}, \quad (4.38)$$

în care : δ este corecția valorilor măsurate independent, obținută prin compensare ;

p - greutatea valorilor la care se referă ;

r - numărul poligoanelor ,

respectiv :

$$\mu_x = \pm \sqrt{\frac{C_x^2}{S}} ; \quad \mu_y = \pm \sqrt{\frac{C_y^2}{S}} \quad (4.39)$$

unde : C_x, C_y sunt corecțiile totale ale coordonatelor relative corespunzătoare unei secțiuni;

S - greutatea secțiunilor avute în vedere la compensare ;

r - numărul poligoanelor .

Tabelul 4.13

**CALCULUL PRECIZIEI MĂSURĂTORILOR UNGHIULARE
ÎN REȚEAUA DE POLIGONAȚIE**

Secțiunea	Nr. unghiului p	Corecția totală δ^{cc}	$(\delta^{cc})^2$	$\frac{1}{p} \delta^2$	$\mu^{cc} = \pm \sqrt{\frac{[p\delta^2]}{r}}$
3068b-105	3	+35	1225	408	$[p\delta^2] = 617$ $r = 2$ $\mu^{cc} = \pm \sqrt{\frac{617}{2}} = \pm 17^{cc} 5$
105-3068a	4	+6	36	9	
3068b-102-105	2	+20	400	200	
TOTAL				= 617	

Tabelul 4.14

**CALCULUL PRECIZIEI MĂSURĂTORILOR LINIARE
ÎN REȚEAUA DE POLIGONAȚIE**

Secțiunea	Corecția totală [mm]		Lungimea secțiunii S [m]	c_x^2	$\frac{c_x^2}{S}$	c_y^2	$\frac{c_y^2}{S}$	$\mu_x = \pm \sqrt{\frac{C_x^2}{S}}$ $\mu_y = \pm \sqrt{\frac{C_y^2}{S}}$
	C_x	C_y						
3068b-103	+2,57	-10,7	89,878	6,6049	0,07348	114,49	1,27383	$\frac{c_x^2}{S} = 1,6798$ $\frac{c_y^2}{S} = 10,4633$ $r = 2$ $u_x = \pm \sqrt{\frac{1,6798}{2}} = \pm 0,916 \text{ mm}$ $u_y = \pm \sqrt{\frac{10,4633}{2}} = \pm 2,29 \text{ mm}$
103 - 106	+0,96	-4	33,554	0,9216	0,02747	16	0,47684	
106 - 105	+1,44	-6	50,485	2,0736	0,04107	36	0,71308	
3068a -101	+5,6	+7,71	59,608	31,36	0,52610	59,444	0,99725	
101 - 104	+2,8	+3,87	29,892	7,84	0,26227	14,9769	0,50103	
104 - 105	+3,72	+5,14	39,720	13,8384	0,34840	26,4196	0,66514	
3068b-102	-4,41	-16,82	67,731	19,4481	0,28714	282,9124	4,1770	
102 - 105	-1,75	-6,68	26,895	3,0625	0,11387	44,6224	1,65913	
				1,6798		10,4633		

Valorile erorilor medii pătratice ale unității de pondere, obținute atât în cazul măsurătorilor liniare, cât și ale celor unghiulare pot fi apreciate , după [14], [8], drept corespunzătoare preciziei necesare scopului studiului tehnico-topografic efectuat.

A4. Determinarea planimetrică a punctelor de detaliu

Coordonatele planimetrice ale punctelor de detaliu situate pe elementele structurii de rezistență a halei studiate, au fost determinate prin metoda intersecției înainte, aplicată din punctele 101, ..., 106, de coordonate cunoscute, ale rețelei de ridicare.

Vizarea concomitentă a punctelor de detaliu conform fig.4.1, după materializarea lor cu ajutorul dispozitivului demontabil din fig.4.3 confecționat în acest scop, a fost efectuată cu două aparate, după cum urmează :

- în Hala cuptoarelor adânci, primul dintre aparate a avut ca punct de stație permanent punctul topografic 105 al rețelei de ridicare, iar cel de-al doilea aparat a fost mai întâi amplasat în punctul de stație 104 pentru măsurătorile efectuate pe cele două șiruri de stâlpi până în dreptul axului 7, apoi, în punctul de stație 106, pentru măsurătorile din dreptul axelor 8 până la 13 ;

- dispozitivul metalic cu rol de marcă mobilă, a fost amplasat succesiv pe stâlpii cadrelor transversale, efectuându-se câte o serie de măsurători ale unghiurilor orizontale pentru fiecare nivel stabilit .

- În Hala recuperatoarelor măsurătorile s-au desfășurat similar, punctul permanent de stație al unui aparat fiind punctul topografic 102 iar celălalt aparat, a fost întâi amplasat în punctul 101, apoi în punctul 103.

Sucesiunea vizelor spre punctele topografice de detaliu poate fi urmărită în coloanele tabelor 4.15 și 4.16, în care sunt înscrise și valorile unghiurilor orizontale măsurate în tur de orizont și compensate în stație. De asemenea, în ultima coloană a tabelor, s-au calculat orientările direcțiilor de viză, formate pentru fiecare grup de măsurători, față de orientarea direcției definită de două puncte de coordonate cunoscute, aparținând rețelei de ridicare.

Tabelul 4.15

**MĂSURĂTORI ÎN VEDEREA RIDICĂRII PUNCTELOR DE DETALIU
ALE STĂLPILOR HALEI, ÎN FAZA DE EXPLOATARE,
LA NIVELUL 2**

Nr. crt.	Punct de stație	Punct vizat	Direcții orizontale compensate în stație			Formarea orientărilor		
			g	c	cc	g	c	cc
1	101	3068a	0	0	0	308	48	47
2		32202	42	29	82	350	78	29
3		32203	70	99	55	379	48	2
4		32204	78	87	10	387	35	57
5		32205	82	39	97	390	88	44
6		32206	84	40	25	392	88	72
7		32207	85	27	60	393	76	7
8		23207	97	61	34	6	9	81
9		23206	98	45	44	6	93	91
10		23205	100	40	12	8	88	59
11		23204	103	85	84	12	34	31
12		23203	111	58	19	20	6	65
13		23202	139	92	48	48	40	95
14		104	159	98	54	68	47	0
15		23201	206	19	0	114	67	47
16		32201	377	16	27	285	64	74
17		3068a	0	0	0	308	48	47
1	102	105	0	0	0	104	70	41
2		32202	101	72	83	206	43	24
3		32203	103	51	25	208	21	66
4		32204	106	65	85	211	36	26
5		32205	113	60	65	218	31	6
6		32206	139	7	55	243	77	96
7		3068b	192	74	96	297	45	37
8		32207	205	42	94	310	13	35
9		105	0	0	0	104	70	41
10		3068b	0	0	0	297	45	37
11		23207	193	64	33	91	9	70
12		23206	253	96	75	151	42	12
13		23205	281	37	98	178	83	35
14		23204	289	98	62	186	76	99
15		23203	292	96	18	190	41	55
16		23202	295	4	96	192	50	33
17		23201	295	93	45	193	38	82

18		32201	308	45	45	205	64	82
19		3068b	0	0	0	297	45	37
20		3068b	0	0	0	297	45	37
21		32213	97	40	29	394	85	66
22		23213	108	55	81	6	1	18
23		23212	109	30	34	6	75	71
24		23211	110	34	61	8	39	98
25		23210	113	59	93	11	5	30
26		23209	118	73	63	16	19	0
27		23208	132	18	58	29	63	95
28		3068b	0	0	0	297	45	37
29		3068b	0	0	0	297	45	37
30		32208	76	67	85	374	13	22
31		32209	88	57	43	386	2	80
32		32210	93	3	79	390	49	16
34		32211	95	34	68	392	80	5
34		32212	96	75	88	394	21	25
35		3068b	0	0	0	297	45	37
1	103	3068b	0	0	0	249	83	37
2		32213	124	39	86	374	23	23
3		23213	239	15	11	88	98	48
4		106	274	48	98	124	32	35
5		23212	280	11	61	129	94	98
6		23211	314	28	76	164	12	13
7		23210	327	21	23	177	4	60
8		23209	333	46	95	183	30	32
9		23208	337	9	18	186	92	55
10		32208	351	16	80	201	0	17
11		32209	351	45	93	201	29	30
12		32210	351	97	92	201	81	29
13		32211	353	21	61	203	4	98
14		32212	359	58	99	209	42	36
15		3068b	0	0	0	249	83	37
1	104	105	0	0	0	0	6	25
2		12207	16	24	35	16	30	60
3		12206	19	28	44	19	34	70
4		12205	27	10	29	27	16	54
5		12204	43	85	31	43	91	56
6		12203	85	85	24	85	91	49
7		12202	141	39	75	141	46	0
8		12201	160	29	8	160	35	34
9		21201	255	20	16	255	26	41
10		101	268	40	75	268	47	0
11		21202	272	32	27	272	38	53
12		21203	308	62	30	308	68	55
13		21204	340	45	39	340	51	64
14		21205	359	9	3	359	15	29
15		102	363	58	60	363	64	85
16		21206	369	61	39	369	67	64
17		21207	374	6	90	374	13	15
18		105	0	0	0	0	6	25
1	105	106	0	0	0	399	98	99
2		12207	84	31	84	84	30	83
3		12206	123	11	82	123	10	81
4		12205	159	89	40	159	88	39

5		12204	174	54	24	174	53	23
6		12203	181	58	81	181	57	80
7		12202	185	61	99	185	60	98
8		12201	187	39	92	187	38	91
9		104	200	7	26	200	6	25
10		21201	220	41	45	220	40	44
11		21202	223	17	0	223	15	99
12		21203	229	17	33	229	16	32
13		21204	238	92	47	238	91	46
14		21205	255	98	4	255	97	3
15		21206	285	62	94	285	61	93
16		102	304	71	42	304	70	41
17		21207	309	73	14	309	72	13
18		106	0	0	0	399	98	99
19		104	0	0	0	200	6	25
20		21208	140	98	45	341	4	70
21		21209	159	38	61	359	44	86
22		21210	169	77	75	369	84	0
23		21211	176	14	72	376	20	97
24		21212	180	36	87	380	43	12
25		21213	182	37	49	382	43	74
26		12213	210	72	33	10	78	58
27		12212	211	99	53	12	5	78
28		12211	214	72	91	14	79	16
29		12210	219	6	98	19	13	23
30		12209	226	73	17	26	79	42
31		12208	243	10	24	43	16	49
32		104	0	0	0	200	6	25
110	106	105	0	0	0	199	98	99
111		21208	29	53	24	229	52	23
112		21209	39	50	33	239	49	32
113		21210	57	4	54	257	3	53
114		21211	87	33	80	287	32	79
115		21212	124	13	98	324	12	97
116		103	124	33	36	324	32	35
117		21213	142	18	80	342	17	79
118		12213	241	98	36	41	97	35
119		12212	262	97	47	62	96	46
120		12211	320	43	13	120	42	12
121		12210	358	79	25	158	78	24
122		12209	374	2	93	174	1	92
123		12208	381	29	79	181	28	78
124		105	0	0	0	199	98	99

Tabelul 4.16

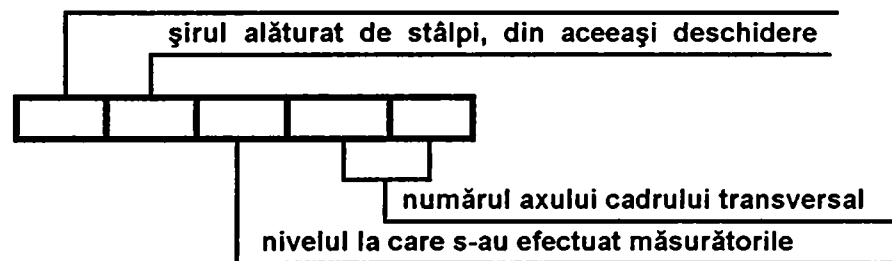
**MĂSURĂTORI ÎN VEDEREA RIDICĂRII PUNTELOR DE DETALIU
ALE STĂLPILOR HALEI, ÎN FAZA DE EXPLOATARE
LA NIVELUL 3**

Nr. crt.	Punct de stație	Punct vizat	Direcții orizontale compensate în stație			Formarea orientărilor		
			g	c	cc	g	c	cc
1	104	105	0	0	0	0	6	25
2		12307	17	41	75	17	48	0
3		12306	20	63	35	20	69	60
4		12305	28	89	66	28	95	91
5		12304	46	18	43	46	24	68
6		12303	86	87	13	86	93	38
7		12302	139	16	24	139	22	49
8		12301	158	6	64	158	12	89
9		21301	256	64	91	256	71	16
10		101	268	40	75	268	47	0
11		21302	273	35	56	273	41	85
12		21303	308	28	89	308	35	15
13		21304	339	17	89	339	24	14
14		21305	357	74	89	357	81	14
15		102	363	58	86	363	64	85
16		21306	368	46	29	368	52	54
17		21307	373	3	3	373	9	28
18		105	0	0	0	0	6	25
1	105	106	0	0	0	399	98	99
2		12307	85	39	95	85	38	94
3		12306	121	64	72	121	63	71
4		12305	157	65	60	157	64	59
5		12304	172	81	32	172	80	31
6		12303	180	27	5	180	26	4
7		12302	184	55	98	184	54	97
8		12301	186	46	78	186	45	77
9		104	200	7	26	200	6	25
10		21301	221	29	29	221	28	28
11		21302	224	10	71	224	9	70
12		21303	230	29	51	230	28	50
13		21304	240	27	74	240	26	73
14		21305	257	35	9	257	34	8
15		21306	286	23	58	286	22	57
16		102	304	71	42	304	70	41
17		21307	309	19	28	309	18	27
18		106	0	0	0	399	98	99
19		104	0	0	0	200	6	25
20		21308	139	72	83	339	79	8
21		21309	158	5	71	358	11	96
22		21310	168	67	34	368	73	59
23		21311	175	20	45	375	26	70
24		21312	179	54	32	379	60	57
25		21313	181	63	5	381	69	30
26		12313	211	53	6	11	59	31
27		12312	212	89	47	12	95	72
28		12311	215	81	42	15	87	67
29		12310	220	43	89	20	50	14
30		12309	228	50	95	28	57	20
31		12308	245	39	33	45	45	58
32		104	0	0	0	200	6	25

1	106	105	0	0	0	199	98	99
2		21308	30	68	40	230	67	39
3		21309	40	85	10	240	84	9
4		21310	58	50	38	258	49	37
5		21311	87	99	21	287	98	20
6		21312	123	10	98	323	9	97
7		103	124	33	36	324	32	35
8		21313	140	84	29	340	83	28
9		12308	379	96	2	179	95	1
10		12313	244	26	91	44	25	90
10		12310	356	49	22	156	48	21
11		12312	265	9	13	65	8	12
12		12311	319	0	78	118	99	77
14		12309	372	30	2	172	29	1
15		105	0	0	0	199	98	99

În vederea identificării operative a poziției punctelor de detaliu și a evitării erorilor accidentale de transcriere a datelor obținute ca rezultat al măsurătorilor din teren, notarea acestor puncte s-a realizat prin atribuirea unui număr alcătuit din cinci cifre având semnificația :

șirul de stâlpi supus măsurătorilor



[De exemplu : punctul de detaliu 21207 este situat pe șirul 2 de stâlpi (șirul central), în deschiderea 2 spre 1 (Hala cuptoarelor adânci), la nivelul 2 , în dreptul celui de-al 7-lea cadru transversal] .

Calculul coordonatelor planimetrice ale acestor puncte de detaliu, utilizate apoi la estimarea geometriei reale a structurii de rezistență a halei aflate în exploatare, s-a efectuat , după [33], prin metoda intersecției înainte, cu relațiile :

$$y_P = \frac{x_2 - x_1 + y_1 \cdot \operatorname{tg}\theta_{1-P} - y_2 \cdot \operatorname{tg}\theta_{2-P}}{\operatorname{tg}\theta_{1-P} - \operatorname{tg}\theta_{2-P}} \quad (4.40)$$

$$x_P = x_1 + (y_P - y_1) \cdot \operatorname{tg}\theta_{1-P} = x_2 + (y_P - y_2) \cdot \operatorname{tg}\theta_{2-P}$$

respectiv :

$$x_P = \frac{y_2 - y_1 + x_1 \cdot \text{ctg} \theta_{1-P} - x_2 \cdot \text{ctg} \theta_{2-P}}{\text{ctg} \theta_{1-P} - \text{ctg} \theta_{2-P}}$$

(4.40')

$$y_P = y_1 + (x_P - x_1) \cdot \text{ctg} \theta_{1-P} = y_2 + (x_P - x_2) \cdot \text{ctg} \theta_{2-P}$$

în care :

x_1, y_1 , și x_2, y_2 - sunt coordonatele cunoscute ale punctelor de stație 101, ..., 106, aparținând rețelei de ridicare, ale căror valori sunt înscrise în tabelele 4.12a și 4.12b.

x_P, y_P - coordonatele punctului de detaliu P, situat pe elementele structurii de rezistență ;

$\theta_{1-P}, \theta_{2-P}$ - orientările formate cu unghiurile orizontale măsurate , aferente direcțiilor 1-P și 2-P.

După aceeași lucrare [33], criteriul de alegere a relațiilor de calcul (4.40) sau (4.40') a fost acela de a lucra cu valorile cele mai mici dintre cele ale funcțiilor $\text{tg} \theta$ sau $\text{ctg} \theta$, corespunzătoare orientărilor θ_{1-P} și θ_{2-P} .

Coordonatele planimetrice ale tuturor punctelor de detaliu stabilite, au fost determinate cu relațiile prezentate anterior, introduse în celulele foilor de calcul tabelar ale programului EXCEL 7.0, [36] , ce rulează sub WINDOWS 95 și, listate apoi sub forma tabelelor 4.17a-d respectiv 4.18a și b prezentate în continuare.

**CALCULUL COORDONATELOR REALE ALE PUNCTELOR TOPOGRAFICE
prin intersecție înainte**

Tabelul 4.17a

ȘIR I-II

NIVELUL 2

Nr ax	Punct vizat	Stația			Orientarea			COORDONATE CALCULATE	
		Punct	xi st.	yi st.	grade	tgθ	ctgθ	x	y
1	12201	104	15.741	32.728	360.3534	-0.7180961	-1.392571	0.257	43.847
		105	55.457	32.767	387.3891	-0.2007246	-4.981949		
2	12202	104	15.741	32.728	341.4612	-1.3120208	-0.762183	7.264	43.850
		105	55.457	32.767	385.6098	-0.2299712	-4.348371		
3	12203	104	15.741	32.728	285.9149	4.4458217	0.224930	18.242	43.847
		105	55.457	32.767	381.5780	-0.2977294	-3.358755		
4	12204	104	15.741	32.728	243.9156	0.8250426	1.212059	29.230	43.857
		105	55.457	32.767	374.5323	-0.4228467	-2.364923		
5	12205	104	15.741	32.728	227.1654	0.4546494	2.199497	40.239	43.866
		105	55.457	32.767	359.8839	-0.7293337	-1.371115		
6	12206	104	15.741	32.728	219.3417	0.3136161	3.188611	51.243	43.862
		105	55.457	32.767	323.1081	-2.6328904	-0.379811		
7	12207	104	15.741	32.728	216.3061	0.2618863	3.818451	58.248	43.860
		105	55.457	32.767	284.3083	3.9745611	0.251600		
8	12208	105	55.457	32.767	243.1649	0.8054125	1.241600	69.240	43.868
		106	105.940	32.759	381.2881	-0.3026975	-3.303628		
9	12209	105	55.457	32.767	226.7942	0.4476306	2.233985	80.252	43.866
		106	105.940	32.759	374.0190	-0.4323809	-2.312776		
10	12210	105	55.457	32.767	219.1323	0.3099162	3.226679	91.257	43.862
		106	105.940	32.759	358.7822	-0.7561806	-1.322435		
11	12211	105	55.457	32.767	214.7916	0.2366189	4.226206	102.258	43.841
		106	105.940	32.759	320.4221	-3.0097773	-0.332250		
12	12212	105	55.457	32.767	212.0578	0.1917019	5.216433	113.229	43.842
		106	105.940	32.759	262.9651	1.5205104	0.657674		
13	12213	105	55.457	32.767	210.7858	0.1710626	5.845814	120.252	43.851
		106	105.940	32.759	241.9742	0.7750140	1.290299		

ȘIR II-I

NIVELUL2

Tabelul 4.17b

Nr ax	Punct vizat	Stația			Orientarea			COORDON. CALCULATE	
		Punct	xi st.	yi st.	grade	tgθ	ctgθ	x	y
1	21201	104	15.741	32.728	55.2641	1.18073	0.84693	0.254	14.442
		105	55.457	32.767	20.4044	0.33196	3.01244		
2	21202	104	15.741	32.728	72.3853	2.15892	0.46319	7.259	14.416
		105	55.457	32.767	23.1599	0.38074	2.62645		
3	21203	104	15.741	32.728	108.6855	-7.28412	-0.13728	18.254	14.423
		105	55.457	32.767	29.1632	0.49308	2.02807		
4	21204	104	15.741	32.728	140.5164	-1.35316	-0.73901	29.273	14.417
		105	55.457	32.767	38.9146	0.70081	1.42692		
5	21205	104	15.741	32.728	159.1529	-0.74707	-1.33856	40.258	14.412
		105	55.457	32.767	55.9703	1.20765	0.82806		
6	21206	104	15.741	32.728	169.6764	-0.51594	-1.93819	51.239	14.413
		105	55.457	32.767	85.6193	4.35135	0.22981		
7	21207	104	15.741	32.728	174.1315	-0.43029	-2.32403	58.259	14.424
		105	55.457	32.767	109.7213	-6.49770	-0.15390		
8	21208	105	55.457	32.767	141.0470	-1.32983	-0.75198	69.258	14.414
		106	105.940	32.759	29.5223	0.50011	1.99956		
9	21209	105	55.457	32.767	159.4486	-0.73988	-1.35161	80.263	14.414
		106	105.940	32.759	39.4932	0.71445	1.39968		
10	21210	105	55.457	32.767	169.8400	-0.51270	-1.95048	91.258	14.412
		106	105.940	32.759	57.0353	1.24962	0.80024		
11	21211	105	55.457	32.767	176.2097	-0.39212	-2.55023	102.241	14.422
		106	105.940	32.759	87.3279	4.95728	0.20172		
12	21212	105	55.457	32.767	180.4312	-0.31745	-3.15013	113.243	14.423
		106	105.940	32.759	124.1297	-2.51075	-0.39828		
13	12213	105	55.457	32.767	182.4374	-0.28309	-3.53244	120.242	14.427
		106	105.940	32.759	142.1779	-1.28178	-0.78017		

ȘIR I-II , NIVELUL3

Tabelul 4.17c

Nr ax	Punct vizat	Stația			Orientarea grade			COORDON. CALCULATE	
		Punct	xi st.	yi st.		tgθ	ctgθ	x	y
1	12301	104	15.741	32.728	358.1290	-0.7724396	-1.2945996	0.255	44.690
		105	55.457	32.767	386.4578	-0.2159886	-4.6298750		
2	12302	104	15.741	32.728	339.2249	-1.4122227	-0.7081036	7.265	44.698
		105	55.457	32.767	384.5497	-0.2475722	-4.0392255		
3	12303	104	15.741	32.728	286.9339	4.8036933	0.2081732	18.232	44.694
		105	55.457	32.767	380.2604	-0.3204030	-3.1210698		
4	12304	104	15.741	32.728	246.2469	0.8885346	1.1254486	29.225	44.709
		105	55.457	32.767	372.8031	-0.4552455	-2.1966170		
5	12305	104	15.741	32.728	228.9592	0.4891003	2.0445706	40.237	44.709
		105	55.457	32.767	357.6460	-0.7846255	-1.2744934		
6	12306	104	15.741	32.728	220.6961	0.3370517	2.9669035	51.240	44.693
		105	55.457	32.767	321.6372	-2.8280768	-0.3535972		
7	12307	104	15.741	32.728	217.4801	0.2816911	3.5499875	58.245	44.701
		105	55.457	32.767	285.3894	4.2804878	0.2336182		
8	12308	105	55.457	32.767	245.4559	0.8665409	1.1540136	69.244	44.714
		106	105.940	32.759	379.9502	-0.3257848	-3.0695107		
9	12309	105	55.457	32.767	228.5720	0.4815861	2.0764721	80.248	44.706
		106	105.940	32.759	372.2902	-0.4650086	-2.1504980		
10	12310	105	55.457	32.767	220.5014	0.3336498	2.9971541	91.264	44.714
		106	105.940	32.759	356.4821	-0.8145953	-1.2276035		
11	12311	105	55.457	32.767	215.8768	0.2546942	3.9262769	102.270	44.690
		106	105.940	32.759	318.9978	-3.2509537	-0.3076020		
12	12312	105	55.457	32.767	212.9573	0.2063904	4.8451862	113.231	44.691
		106	105.940	32.759	265.0813	1.6365382	0.6110459		
13	12313	105	55.457	32.767	211.5931	0.1841443	5.4305230	120.254	44.699
		106	105.940	32.759	244.2590	0.8341484	1.1988275		

ȘIR II-I , NIVELUL 3

Tabelul 4.17d

Nr ax	Punct vizat	Stația			Orientarea grade	tgθ	ctgθ	COORD. CALCULATE	
		Punct	xi st.	yi st.				x	y
1	21301	104	15.741	32.728	56.71163	1.2366822	0.8086152	0.273	13.599
		105	55.457	32.767	21.2828	0.3473471	2.8789649		
2	21302	104	15.741	32.728	73.41856	2.2541534	0.4436255	7.254	13.597
		105	55.457	32.767	24.0970	0.3976931	2.5145018		
3	21303	104	15.741	32.728	108.3515	-7.5790725	-0.1319423	18.264	13.606
		105	55.457	32.767	30.2850	0.5151776	1.9410782		
4	21304	104	15.741	32.728	139.2414	-1.411448	-0.7084923	29.298	13.593
		105	55.457	32.767	40.2673	0.7329791	1.3642954		
5	21305	104	15.741	32.728	157.8115	-0.7804331	-1.2813398	40.262	13.591
		105	55.457	32.767	57.3409	1.2619941	0.7923967		
6	21306	104	15.741	32.728	168.5254	-0.5390552	-1.8550975	51.242	13.591
		105	55.457	32.767	86.2257	4.5494662	0.219806		
7	21307	104	15.741	32.728	173.0929	-0.4497623	-2.2233965	58.239	13.614
		105	55.457	32.767	109.1828	-6.8846154	-0.1452514		
8	21308	105	55.457	32.767	139.7909	-1.3859332	-0.7215355	69.291	13.594
		106	105.940	32.759	30.6741	0.5229338	1.912288		
9	21309	105	55.457	32.767	158.1196	-0.7726742	-1.2942066	80.276	13.590
		106	105.940	32.759	40.8421	0.7469218	1.3388283		
10	21310	105	55.457	32.767	168.7316	-0.5347949	-1.8698759	91.310	13.593
		106	105.940	32.759	58.4924	1.3100478	0.7633309		
11	21311	105	55.457	32.767	175.2671	-0.4093074	-2.4431516	102.280	13.602
		106	105.940	32.759	87.9822	5.234153	0.1910529		
12	21312	105	55.457	32.767	179.6057	-0.3317808	-3.0140382	113.212	13.605
		106	105.940	32.759	123.1002	-2.6339384	-0.3796596		
13	21313	105	55.457	32.767	181.6933	-0.2957629	-3.3810866	120.242	13.606
		106	105.940	32.759	140.8331	-1.3391833	-0.7467238		

ȘIR II-III , NIVELUL 2

Tabelul 4.18a

Nr ax	Punct vizat	Stația			Orientarea grade	tgθ	ctgθ	COORD. CALCULATE	
		Punct	xi st.	yi st.				x	y
1	23201	101	1.537	6.433	314.6747	-4.26111	-0.2346808	0.254	11.900
		102	57.443	5.939	393.3882	-0.10423	-9.5938601		
2	23202	101	1.537	6.433	248.4095	0.951241	1.05125850	7.259	11.876
		102	57.443	5.939	392.5033	-0.1183	-8.4527539		
3	23203	101	1.537	6.433	220.0665	0.326075	3.0667767	18.254	11.884
		102	57.443	5.939	390.4155	-0.1517	-6.5919260		
4	23204	101	1.537	6.433	212.3431	0.196351	5.0929122	29.273	11.879
		102	57.443	5.939	386.7699	-0.21086	-4.7424242		
5	23205	101	1.537	6.433	208.8859	0.140492	7.1178309	40.258	11.873
		102	57.443	5.939	378.8335	-0.3453	-2.8960229		
6	23206	101	1.537	6.433	206.9391	0.109432	9.1380769	51.239	11.872
		102	57.443	5.939	351.4212	-0.95632	-1.0456767		
7	23207	101	1.537	6.433	206.0981	0.096082	10.4077403	58.280	11.885
		102	57.443	5.939	291.0970	7.103943	0.1407669		
8	23208	102	57.443	5.939	229.6395	0.502412	1.9903976	69.258	11.875
		103	118.449	1.628	386.9255	-0.20831	-4.8005270		
9	23209	102	57.443	5.939	216.1900	0.25994	3.8470350	80.279	11.875
		103	118.449	1.628	383.3032	-0.26846	-3.7249927		
10	23210	102	57.443	5.939	211.0530	0.175386	5.7017189	91.277	11.873
		103	118.449	1.628	377.0460	-0.37704	-2.6522206		
11	23211	102	57.443	5.939	208.3998	0.132715	7.5349150	102.223	11.882
		103	118.449	1.628	364.1213	-0.63195	-1.5824069		
12	23212	102	57.443	5.939	206.7571	0.10654	9.3861036	113.234	11.883
		103	118.449	1.628	329.9498	-1.96644	-0.5085324		
13	23213	102	57.443	5.939	206.0118	0.094715	10.5580027	120.242	11.887
		103	118.449	1.628	288.9848	5.721695	0.1747734		

ȘIR III-II

NIVELUL 2

Tabelul 4.18b

Nr ax	Punct vizat	Stația			Orientarea grade	tgθ	ctgθ	COORD. CALCULATE	
		Punct	xi st.	yi st.				x	y
1	32201	101	1.537	6.433	85.6474	4.360156	0.229350	0.257	0.852
		102	57.443	5.939	5.6482	0.088955	11.241596		
2	32202	101	1.537	6.433	150.7829	-0.975704	-1.024901	7.258	0.851
		102	57.443	5.939	6.4324	0.101385	9.863404		
3	32203	101	1.537	6.433	179.4802	-0.333972	-2.994266	18.248	0.852
		102	57.443	5.939	8.2166	0.129787	7.704934		
4	32204	101	1.537	6.433	187.3557	-0.201270	-4.968453	29.256	0.854
		102	57.443	5.939	11.3626	0.180402	5.543166		
5	32205	101	1.537	6.433	190.8844	-0.144175	-6.936033	40.247	0.852
		102	57.443	5.939	18.3106	0.295825	3.380381		
6	32206	101	1.537	6.433	192.8872	-0.112195	-8.913051	51.254	0.855
		102	57.443	5.939	43.7796	0.821457	1.217349		
7	32207	101	1.537	6.433	193.7607	-0.098322	-10.17070	58.259	0.856
		102	57.443	5.939	110.1335	-6.229167	-0.160535		
8	32208	102	57.443	5.939	174.1322	-0.430276	-2.342090	69.261	0.854
		103	118.449	1.628	1.0017	0.015736	63.550388		
9	32209	102	57.443	5.939	186.0280	-0.223065	-4.482996	80.248	0.852
		103	118.449	1.628	1.2930	0.020314	49.228093		
10	32210	102	57.443	5.939	190.4916	-0.150478	-6.645497	91.242	0.853
		103	118.449	1.628	1.8129	0.028485	35.105806		
11	32211	102	57.443	5.939	192.8005	-0.113574	-8.804835	102.242	0.851
		103	118.449	1.628	3.0498	0.047942	20.858430		
12	32212	102	57.443	5.939	194.2125	-0.091162	-10.96953	113.245	0.852
		103	118.449	1.628	9.4326	0.149116	6.706186		
13	32213	102	57.443	5.939	194.8566	-0.080968	-12.35057	120.258	0.853
		103	118.449	1.628	174.2323	-0.428413	-2.334194		

B. Ridicări altimetrice

B.1 Determinarea cotelor de nivel ale punctelor de detaliu

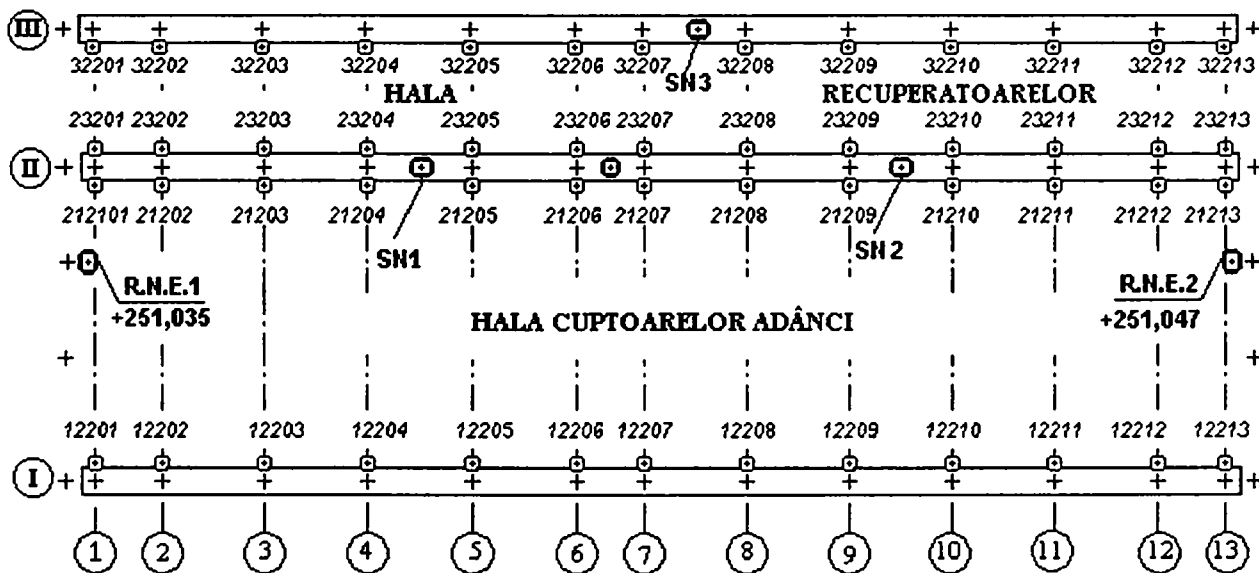
Cotele de nivel ale punctelor de detaliu, necesare definirii complete a geometriei structurii de rezistență a halei aflată în exploatare, s-au determinat prin metoda nivelmentului geometric de mijloc, efectuat față de reperele notate RNE1, RNE2 în fig.4.1 și a căror descriere topografică s-a făcut în paragraful 4.1.2.

Măsurătorile de nivelment efectuate în Hala cuptoarelor adânci s-au desfășurat astfel :

- cu aparatul de nivelment instalat în stația marcată SN1 în fig.4.11, s-a vizat pe mira poziționată pe reperul RNE1, apoi mira a fost deplasată succesiv pe punctele de detaliu de pe fața tălpii superioare a grinzilor de rulare, în zona rezemărilor acestora pe stâlpii cadrelor transversale, până în dreptul axului 6 ; ultima citire din stația SN1 s-a efectuat cu mira poziționată pe șina de rulare, în punctul R_s . Pe toată durata acestor măsurători podurile rulante s-au menținut staționare și trase în traveele 11-13 dintr-un capăt al halei.

- aparatul de nivelment a fost ridicat din stația SN1, iar după deplasarea convoiului de poduri rulante în traveele 1-3 din capătul opus, aparatul a fost instalat în stația SN2 din care cu prima viză s-a efectuat citirea pe mira poziționată din nou în punctul R_s . Mira a fost deplasată apoi deasupra punctelor de detaliu aferente șirurilor I și II de stâlpi, ultima citire fiind cea corespunzătoare reperului de nivelment RNE2.

Sucesiunea măsurătorilor poate fi urmărită în fig.4.11 și în primele coloane ale tabelului 4.19.a .



12201...12213, 21201...21213, 32201...32213 - Puncte de detaliu situate la nivelul 2t, pe talpa superioară a grinzilor de rulare și la nivelul 2s, la coroanele șinei căilor de rulare;

+ Puncte de detaliu situate la nivelul 2 de măsurare

Fig. 4.11 Schema situației topografice din hala studiată, exemplificată pentru nivele 2, 2t și 2s.

Tabelul 4.19a

**CALCULUL ȘI COMPENSAREA DRUMUIRII DE NIVELMENT
în deschiderea I -II,
la nivelul tălpii superioare a grinzilor de rulare**

Punct stație	Punct vizat	Distanța cumulată (m)	Citire pe miră (m)	Cotă provizorie punct (m)	Corecția cz (mm)	Cotă definitivă punct (m)
S1	R1	-	1,403	251,035	0	251,035
	21201 t	1,20	1,562	250,876	0	250,876
	21202 t	8,20	1,563	250,875	0	250,875
	21303 t	19,20	1,565	250,873	0	250,873
	21204 t	30,20	1,572	250,866	-1	250,865
	21205 t	41,20	1,549	250,889	-1	250,888
	21206 t	52,20	1,549	250,889	-1	250,888
	12201 t	1,20	1,539	250,899	0	250,899
	12202 t	8,20	1,537	250,901	0	250,901
	12203 t	19,20	1,542	250,896	0	250,896
	12204 t	30,20	1,546	250,892	-1	250,891
	12205 t	41,20	1,548	250,890	-1	250,889
	12206 t	52,20	1,540	250,898	-1	250,897
	Rș	57,70	1,409	251,029	-1	251,028
S2	Rș	57,70	1,294	251,029	-1	251,028
	21207 t	59,20	1,429	250,894	-1	250,893
	21208 t	70,20	1,406	250,917	-2	250,915
	21209 t	81,20	1,394	250,929	-2	250,927
	21210 t	92,20	1,400	250,923	-2	250,921
	21211 t	103,20	1,401	250,922	-3	250,919
	21212 t	114,20	1,426	250,897	-3	250,894
	21213 t	121,20	1,441	250,882	-3	250,879
	12207 t	59,20	1,428	250,895	-1	250,894
	12208 t	70,20	1,444	250,879	-2	250,877
	12209 t	81,20	1,441	250,882	-2	250,88
	12210 t	92,20	1,417	250,906	-2	250,904
	12211 t	103,20	1,424	250,899	-3	250,896
	12212 t	114,20	1,423	250,900	-3	250,897
	12213 t	121,20	1,425	250,898	-3	250,895
R2	122,40	1,273	251,050	-3	251,047	

În următoarele coloane ale tabelului s-a efectuat, după [33], calculul cotelor provizorii și compensarea drumuirii de nivelment iar pe baza corecțiilor c_z , aplicate proporțional cu lungimea porteeleor respectiv a niveleului aferent, au rezultat cotele definitive ale punctelor de detaliu.

Drumuirea de nivelment la coroana șinelor căilor de rulare a fost executată în același mod, măsurătorile și calculele aferente efectuându-se însă pe traseul acestora, atât în dreptul cadrelor transversale cât și în câmp. Valorile măsurate și calculul de compensare al drumuirii sunt prezentate în tabelul 4.19b.

Tabelul 4.19b

**CALCULUL ȘI COMPENSAREA DRUMUIRII DE NIVELMENT
în deschiderea I - II , la nivelul coroanei șinei de rulare**

Pct. stație	Pct. vizat	Distanța cumulată [m]	Citire pe miră [m]	Cotă proviz.pct. [m]	Corecția cz [mm]	Cotă definitivă pct. [m]		
S1	R1	-	1,403	251,035	0	251,035		
	21201 \$	1,20	1,411	251,027	0	251,027		
	câmp \$	4,70	1,414	251,024	0	251,024		
	21202 \$	8,20	1,413	251,025	0	251,025		
	câmp \$	13,70	1,416	251,022	0	251,022		
	21303 \$	19,20	1,416	251,022	0	251,022		
	câmp \$	24,70	1,419	251,019	0	251,019		
	21204 \$	30,20	1,421	251,017	-1	251,016		
	câmp \$	35,70	1,418	251,020	-1	251,019		
	21205 \$	41,20	1,404	251,034	-1	251,033		
	câmp \$	46,70	1,407	251,031	-1	251,030		
	21206 \$	52,20	1,404	251,034	-1	251,033		
	12201 \$	1,20	1,418	251,020	0	251,020		
	câmp \$	4,70	1,418	251,020	0	251,020		
	12202 \$	8,20	1,416	251,022	0	251,022		
	câmp \$	13,70	1,413	251,025	0	251,025		
	12203 \$	19,20	1,421	251,017	0	251,017		
	câmp \$	24,70	1,422	251,016	0	251,016		
	12204 \$	30,20	1,427	251,011	-1	251,010		
	câmp \$	35,70	1,426	251,012	-1	251,011		
	12205 \$	41,20	1,429	251,009	-1	251,008		
	câmp \$	46,70	1,421	251,017	-1	251,016		
	12206 \$	52,20	1,419	251,019	-1	251,018		
	Rș		55,70	1,409	251,029	-1	251,028	
	S2	Rș		55,70	1,294	251,029	-1	251,028
		21207 \$	59,20	1,288	251,035	-1	251,034	
câmp \$		64,70	1,288	251,035	-1	251,034		
21208 \$		70,20	1,282	251,041	-2	251,039		
câmp \$		75,70	1,281	251,042	-2	251,040		
21209 \$		81,20	1,274	251,049	-2	251,047		
câmp \$		86,70	1,280	251,043	-2	251,041		
21210 \$		92,20	1,280	251,043	-2	251,041		
câmp \$		97,70	1,278	251,045	-2	251,043		
21211 \$		103,20	1,281	251,042	-3	251,039		
câmp \$		108,70	1,283	251,040	-3	251,037		
21212 \$		114,20	1,286	251,037	-3	251,034		
câmp \$		119,70	1,290	251,033	-3	251,030		
21213 \$		121,20	1,293	251,030	-3	251,027		
câmp \$		55,70	1,305	251,018	-3	251,015		
12207 \$		59,20	1,307	251,016	-1	251,015		
câmp \$		64,70	1,306	251,017	-1	251,016		
12208 \$		70,20	1,303	251,020	-2	251,018		
câmp \$		75,70	1,303	251,020	-2	251,018		
12209 \$		81,20	1,299	251,024	-2	251,022		
câmp \$		86,70	1,300	251,023	-2	251,021		
12210 \$		92,20	1,295	251,028	-2	251,026		
câmp \$		97,70	1,304	251,019	-2	251,017		
12211 \$		103,20	1,305	251,018	-3	251,015		
câmp \$		108,70	1,304	251,019	-3	251,016		
12212 \$		114,20	1,302	251,021	-3	251,018		
câmp \$	119,70	1,305	251,018	-3	251,015			
12213 \$	121,20	1,304	251,019	-3	251,016			
R2		122,40	1,273	251,050	-3	251,047		

În deschiderea aferentă Halei recuperatoarelor, deservită de un singur pod rulant cu capacitate de ridicare mai mică, drumuirea de nivelment s-a executat doar la nivelul coroanei șinelor căilor de rulare, din punctul de stație SN3, fig.4.11, cu viză de pornire și de închidere pe reperul R_s menționat anterior. Rezultatele măsurărilor și calculelor efectuate sunt prezentate în tabelul 4.20.

Tabelul 4.20

CALCULUL DRUMUIRII DE NIVELMENT
în deschiderea II - III
la nivelul coroanei șinei de rulare

Pct. stație	Pct. vizat	Distanța cumulată (m)	Citire pe miră (m)	Cotă definitivă pct. (m)
S3	Rș	-	1,168	251,028
	32201 ș	54,50	1,249	250,947
	32202 ș	47,50	1,252	250,944
	32203 ș	36,50	1,250	250,946
	32204 ș	25,50	1,248	250,948
	32205 ș	14,50	1,247	250,949
	32206 ș	3,50	1,245	250,951
	32207 ș	3,50	1,245	250,951
	32208 ș	14,50	1,243	250,953
	32209 ș	25,50	1,237	250,959
	32210 ș	36,50	1,238	250,958
	32211 ș	47,50	1,243	250,953
	32212 ș	58,50	1,248	250,948
	32213 ș	61,50	1,249	250,947
	23201 ș	54,50	1,251	250,945
	23202 ș	47,50	1,255	250,941
	23203 ș	36,50	1,255	250,941
	23204 ș	25,50	1,261	250,935
	23205 ș	14,50	1,242	250,954
	23206 ș	3,50	1,241	250,955
	23207 ș	3,50	1,234	250,962
	23208 ș	14,50	1,223	250,973
	23209 ș	25,50	1,209	250,987
	23210 ș	36,50	1,217	250,979
	23211 ș	47,50	1,219	250,977
	23212 ș	58,50	1,237	250,959
23213 ș	65,50	1,250	250,946	
	Rș	-	1,168	251,028

C. Măsurători directe privind geometria ansamblului căilor de rulare

C1. Deschiderea efectivă a căilor de rulare din Hala cuptoarelor adânci și din cea recuperatoarelor s-a determinat prin măsurare directă, cu ruleta din oțel, a distanței dintre firele căilor de rulare ale căror axe au fost marcate în acest scop pe fața superioară a șinelor, în zona axului fiecărui cadru transversal.

Rezultatele măsurătorilor, obținute în urma efectuării, după [13], a corecțiilor necesare precum și abaterile calculate față de deschiderea nominală, sunt prezentate în tabelul 4.21.

Tabelul 4.21

MĂSURĂTORI ALE DESCHIDERII EFECTIVE A CĂILOR DE RULARE

Nr. ax cadru transv	Deschiderea I - II			Deschiderea II - III		
	Deschidere efectivă [m]	Deschidere nominală [m]	Abatere Δ [mm]	Deschidere efectivă [m]	Deschidere nominală [m]	Abatere Δ [mm]
1	30,003	30,000	+3	11,001	11,000	+1
2	30,005		+5	11,000		0
3	30,009		+9	10,997		-3
4	30,025		+25	11,004		+4
5	30,032		+32	10,999		-1
6	30,044		+44	11,002		+2
7	30,026		+26	11,004		+4
8	30,038		+38	11,004		+4
9	30,025		+25	11,010		+10
10	29,998		-2	10,998		-2
11	29,991		-9	11,001		+1
12	30,004		+4	11,000		0
13	30,001		+1	11,001		0

C2. Abaterile de la forma rectilinie a firului căilor de rulare din Hala cuptoarelor adânci, au fost evaluate, după [14], prin citiri directe pe o rigletă orizontală atașată unei mirete poziționată vertical, a devierilor șinelor de rulare față de axul vizei din punctul de stație S spre punctul V, ambele puncte fiind situate în travee de capăt ale halei, conform fig.4.12.

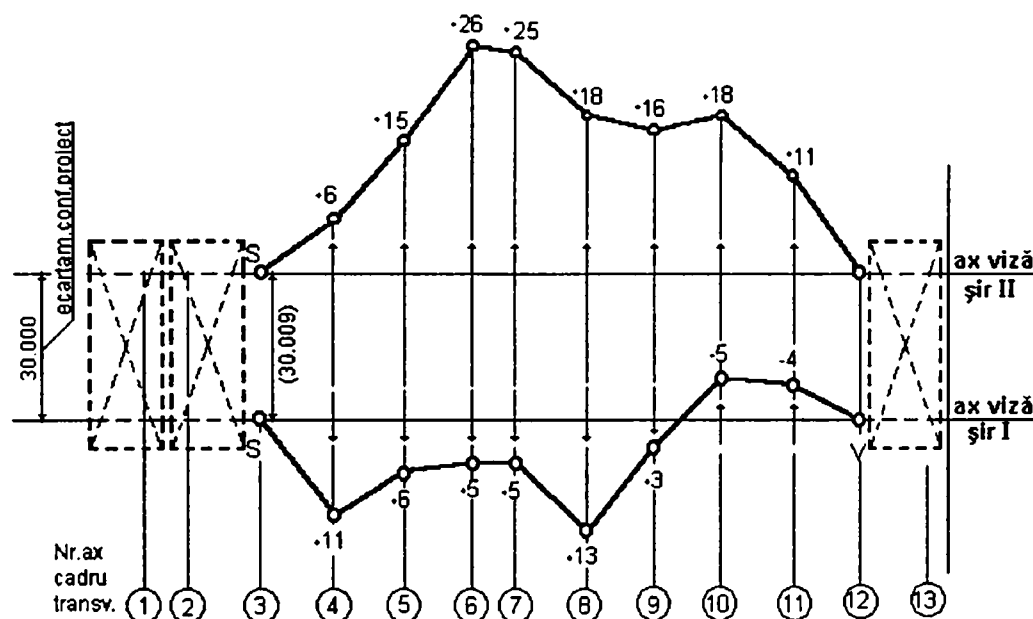


Fig. 4.12 Relevu abateri în plan orizontal de la forma rectilinie a firului căilor de rulare de pe șirurile I și II de stâlpi

C3. Geometria zonelor de prindere ale grinzilor de rulare pe stâlpii cadrelor transversale

Măsurătorile directe ale dimensiunilor și distanțelor exemplificate în fig.4.13 pentru șirul I de stâlpi, s-au executat în perioada reparațiilor efectuate în Hala cuptoarelor adânci, după demontarea șinelor căilor de rulare în vederea înlocuirii și a modificării sistemului lor de prindere pe talpa superioară a grinzilor de rulare.

Valorile înscrise în tabelul 4.22 au fost obținute în urma măsurării cu ruleta din oțel a dimensiunilor notate b_2 și a , respectiv cu șublerul a dimensiunii notată b_1 .

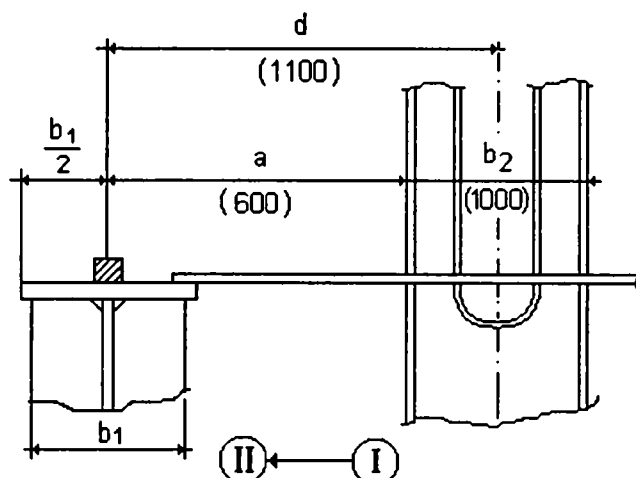


Fig. 4.13 Dimensiuni și distanțe caracteristice geometriei grinzilor de rulare

Tabelul 4.22

ZONA	VALORI în [mm] pe ȘIR I → II pentru distanțele :				VALORI în [mm] pe ȘIR II → I pentru distanțele :		
	a	b1	b2	d	a	b1	b2
Ax 1	593	514	995	1090,5	599	505	991
câmp 1_2	-	511	-	-	-	503	-
Ax 2	584	522	1004	1086,0	605	515	1011
câmp 2_3	-	505	-	-	-	490	-
Ax 3	571	501	1001	1072	586	496	1000
câmp 3_4	-	495	-	-	-	511	-
Ax 4	616	496	1002	1117,0	601	494	1000
câmp 4_5	-	610	-	-	-	500	-
Ax 5	586	609	995	1083,5	636	505	1008
câmp 5_6	-	610	-	-	-	507	-
Ax 6	634	616	992	1130,0	604	505	991
câmp 6_7	-	625	-	-	-	505	-
Ax 7	594	616	1000	1094,0	610	503	1005
câmp 7_8	-	610	-	-	-	505	-
Ax 8	637	634	993	1133,5	606	508	1007
câmp 8_9	-	615	-	-	-	510	-
Ax 9	639	626	1005	1141,5	634	500	991
câmp 9_10	-	615	-	-	-	505	-
Ax 10	594	610	995	1091,5	656	506	993
câmp 10_11	-	615	-	-	-	500	-
Ax 11	627	611	1000	1127,0	629	510	985
câmp 11_12	-	511	-	-	-	508	-
Ax 12	582	531	1001	1082,5	605	505	1000
câmp 12_13	-	530	-	-	-	506	-
Ax 13	579	531	1000	1079,0	576	505	1004

4.1.4 Tabloul final al rezultatelor obținute în urma executării ridicărilor topografice

În vederea stabilirii geometriei reale a structurii de rezistență a halei studiate, necesară evaluării gradului de siguranță al acesteia în exploatare, rezultatele obținute în urma ridicărilor topografice au fost centralizate sub forma tabloului final 4.23.

Valorile coordonatelor înscrise în coloanele tabelului, corespund punctelor de detaliu asupra cărora s-au efectuat ridicările de execuție, punctele fiind poziționate în fig.4.14, în raport cu elementele metalice de rezistență ale halei aflată în exploatare.

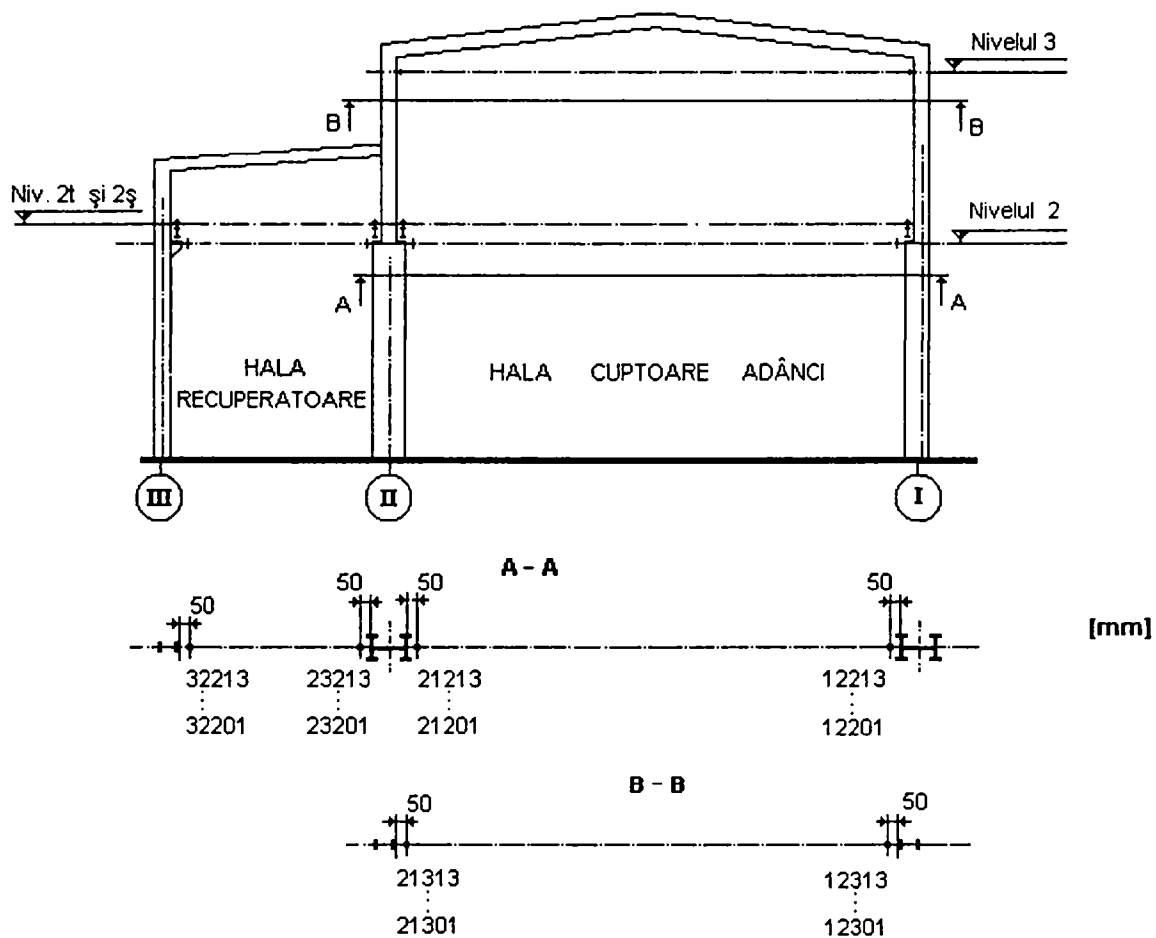


Fig. 4.14 Poziționarea schematică a punctelor de detaliu în raport cu elementele structurii de rezistență

Tabelul 4.23

Nr. ax	Nivelul 2 de măsurare [mm]									
	Punct detaliu	Coordonate exploatare			Coordonate proiect			ABATERE		
		x	y	z ^{*)}	x	y	z ^{*)}	Δx	Δy	Δz
1	12201	0.257	43.847	250.899	0.250	43.850	250.880	7	-3	19
2	12202	7.264	43.850	250.901	7.250	43.850	250.880	14	0	21
3	12203	18.242	43.847	250.896	18.250	43.850	250.880	-8	-3	16
4	12204	29.230	43.857	250.891	29.250	43.850	250.880	-20	7	11
5	12205	40.239	43.866	250.889	40.250	43.850	250.880	-11	16	9
6	12206	51.243	43.862	250.897	51.250	43.850	250.880	-7	12	17
7	12207	58.248	43.860	250.894	58.250	43.850	250.880	-2	10	14
8	12208	69.240	43.868	250.877	69.250	43.850	250.880	-10	18	-3
9	12209	80.252	43.866	250.880	80.250	43.850	250.880	2	16	0
10	12210	91.257	43.862	250.904	91.250	43.850	250.880	7	12	24
11	12211	102.258	43.841	250.896	102.250	43.850	250.880	8	-9	16
12	12212	113.229	43.842	250.897	113.250	43.850	250.880	-21	-8	17
13	12213	120.252	43.851	250.895	120.250	43.850	250.880	2	1	15
1	21201	0.254	14.442	250.876	0.250	14.420	250.880	4	22	-4
2	21202	7.259	14.416	250.875	7.250	14.420	250.880	9	-4	-5
3	21203	18.254	14.423	250.873	18.250	14.420	250.880	4	3	-7
4	21204	29.273	14.417	250.865	29.250	14.420	250.880	23	-3	-15
5	21205	40.258	14.412	250.888	40.250	14.420	250.880	8	-8	8
6	21206	51.239	14.413	250.888	51.250	14.420	250.880	-11	-7	8
7	21207	58.259	14.424	250.893	58.250	14.420	250.880	9	4	13
8	21208	69.258	14.414	250.915	69.250	14.420	250.880	8	-6	35
9	21209	80.263	14.414	250.927	80.250	14.420	250.880	13	-6	47
10	21210	91.258	14.412	250.921	91.250	14.420	250.880	8	-8	41
11	21211	102.241	14.422	250.919	102.250	14.420	250.880	-9	2	39
12	21212	113.243	14.423	250.894	113.250	14.420	250.880	-7	3	14
13	21213	120.242	14.427	250.879	120.250	14.420	250.880	-8	7	-1
1	23201	0.254	11.900	250.874	0.250	11.880	250.878	4	20	-4
2	23202	7.259	11.876	250.870	7.250	11.880	250.878	9	-4	-8
3	23203	18.254	11.884	250.869	18.250	11.880	250.878	4	4	-9
4	23204	29.273	11.879	250.864	29.250	11.880	250.878	23	-1	-14
5	23205	40.258	11.873	250.882	40.250	11.880	250.878	8	-7	4
6	23206	51.239	11.872	250.885	51.250	11.880	250.878	-11	-8	7
7	23207	58.280	11.885	250.893	58.250	11.880	250.878	30	5	15
8	23208	69.258	11.875	250.903	69.250	11.880	250.878	8	-5	25
9	23209	80.279	11.875	250.916	80.250	11.880	250.878	29	-5	38
10	23210	91.277	11.873	250.909	91.250	11.880	250.878	27	-7	31
11	23211	102.223	11.882	250.907	102.250	11.880	250.878	-27	2	29
12	23212	113.234	11.883	250.888	113.250	11.880	250.878	-16	3	10
13	23213	120.242	11.887	250.875	120.250	11.880	250.878	-8	7	-3
1	32201	0.257	0.852	250.877	0.250	0.850	250.878	7	2	-1
2	32202	7.258	0.851	250.875	7.250	0.850	250.878	8	1	-3
3	32203	18.248	0.852	250.876	18.250	0.850	250.878	-2	2	-2
4	32204	29.256	0.854	250.878	29.250	0.850	250.878	6	4	0
5	32205	40.247	0.852	250.878	40.250	0.850	250.878	-3	2	0
6	32206	51.254	0.855	250.880	51.250	0.850	250.878	4	5	2
7	32207	58.259	0.856	250.880	58.250	0.850	250.878	9	6	2
8	32208	69.261	0.854	250.883	69.250	0.850	250.878	11	4	5
9	32209	80.248	0.852	250.888	80.250	0.850	250.878	-2	2	10
10	32210	91.242	0.853	250.888	91.250	0.850	250.878	-8	3	10
11	32211	102.242	0.851	250.882	102.250	0.850	250.878	-8	1	4
12	32212	113.245	0.852	250.879	113.250	0.850	250.878	-5	2	1
13	32213	120.258	0.853	250.878	120.250	0.850	250.878	8	3	0

*) Cote de nivel la fața tălpilor superioare ale grinzilor căilor de rulare

continuare Tabel 4.23

Nr. ax	Nivelul 3 de măsurare [mm]									
	Punct detaliu	Coordonate exploatare			Coordonate proiect			ABATERE		
		x	y	z ^{*)}	x	y	z ^{**)}	Δx	Δy	Δz
1	12301	0.255	44.690	257.298	0.250	44.700	257.300	5	-10	-2
2	12302	7.265	44.698	257.296	7.250	44.700	257.300	15	-2	-4
3	12303	18.232	44.694	257.291	18.250	44.700	257.300	-18	-6	-9
4	12304	29.225	44.709	257.289	29.250	44.700	257.300	-25	9	-11
5	12305	40.237	44.709	257.279	40.250	44.700	257.300	-13	9	-21
6	12306	51.240	44.693	257.287	51.250	44.700	257.300	-10	-7	-13
7	12307	58.245	44.701	257.293	58.250	44.700	257.300	-5	1	-7
8	12308	69.244	44.714	257.281	69.250	44.700	257.300	-6	14	-19
9	12309	80.248	44.706	257.285	80.250	44.700	257.300	-2	6	-15
10	12310	91.264	44.714	257.283	91.250	44.700	257.300	14	14	-17
11	12311	102.270	44.690	257.305	102.250	44.700	257.300	20	-10	5
12	12312	113.231	44.691	257.303	113.250	44.700	257.300	-19	-9	3
13	12313	120.254	44.699	257.304	120.250	44.700	257.300	4	-1	4
1	21301	0.273	13.599	257.304	0.250	13.600	257.300	23	-1	4
2	21302	7.254	13.597	257.300	7.250	13.600	257.300	4	-3	0
3	21303	18.264	13.606	257.290	18.250	13.600	257.300	14	6	-10
4	21304	29.298	13.593	257.293	29.250	13.600	257.300	48	-7	-7
5	21305	40.262	13.591	257.282	40.250	13.600	257.300	12	-9	-18
6	21306	51.242	13.591	257.296	51.250	13.600	257.300	-8	-9	-4
7	21307	58.239	13.614	257.295	58.250	13.600	257.300	-11	14	-5
8	21308	69.291	13.594	257.302	69.250	13.600	257.300	41	-6	2
9	21309	80.276	13.590	257.294	80.250	13.600	257.300	26	-10	-6
10	21310	91.310	13.593	257.280	91.250	13.600	257.300	60	-7	-20
11	21311	102.280	13.602	257.292	102.250	13.600	257.300	30	2	-8
12	21312	113.212	13.605	257.302	113.250	13.600	257.300	-38	5	2
13	21313	120.242	13.606	257.306	120.250	13.600	257.300	-8	6	6

**) Cote de nivel față de suprafața tălpilor superioare ale grinzilor căilor de rulare

4.1.5 Analiza și interpretarea rezultatelor programului de studii și măsurători tehnico - topografice

Mărimile topografice obținute ca rezultate ale programului de măsurători efectuat, au fost determinate cu scopul estimării configurației reale a structurii de rezistență, asigurându-se totodată și posibilitatea analizei sub aspect geometric a comportării halei studiate, aflată de peste 30 ani în exploatare.

Astfel, pe baza prelucrărilor analitice ale mărimilor obținute, prezentate în paragraful anterior, a fost efectuată modelarea geometrică a structurii reale iar prelucrările grafice ale rezultatelor măsurătorilor, sub forma celor din fig.4.15, 4.16, au fost utilizate pentru a pune în evidență diferențele dintre structura ideală, conformă proiectului de execuție și structura reală, aflată în exploatare. Abaterile dimensionale și cele ale cotelor de poziție planimetrică și de nivel constatate, au fost analizate în prezentul paragraf, sub următoarele aspecte :

- **cantitativ**, prin compararea mărimii abaterilor determinate experimental în urma studiului efectuat, cu cele admisibile, prevăzute în normativele și prescripțiile de proiectare actuale;

-**calitativ**, prin estimarea cauzelor și factorilor care au contribuit la producerea imperfecțiunilor geometrice respective, precum și aprecieri privind influența lor asupra modului de lucru sub încărcări a elementelor de rezistență sau a structurii în ansamblu.

Conform aspectelor menționate, analiza și interpretarea rezultatelor programului de studii și măsurători tehnico-topografice asupra elementelor structurii de rezistență, se prezintă astfel :

A. Aspecte ale analizei cantitative

A1. Stâlpii cadrelor transversale

Pe baza datelor înscrise în tabelul 4.23 și a celor din figurile 4.14 - 4.16, s-au analizat :

- **Alinierea longitudinală și cea transversală** a stâlpilor halei, a căror poziție reală este reprezentată comparativ cu cea corespunzătoare proiectului de execuție, în fig.4.15 și 4.16, aferente secțiunilor orizontale situate la nivelul 2, respectiv 3 de măsurare, rezultând :

- abateri de la alinierea longitudinală până la 18mm pe șirul I de stâlpi, 21mm pe șirul II, respectiv 6mm pe șirul III, la nivelul 2 de măsurare situat la capătul superior al ramurii inferioare a stâlpilor, și până la 14mm la nivelul 3, situat în dreptul prinderilor riglelor cadrelor transversale din deschiderea mare, de ramura superioară a stâlpilor.

- abateri de la alinierea stâlpilor în sens transversal halei, având valoarea maximă de 23mm la nivelul 2 în dreptul axului 4 , respectiv 60mm la nivelul 3, în dreptul axului 10.

- **Paralelismul șirurilor de stâlpi** - în deschiderea Halei cuptoarelor adânci s-au constatat abateri maxime de 31mm la nivelul 2 și de 33mm la nivelul 3, în aceeași travee situată între axele 10-11 ale cadrelor transversale. În Hala recuperatoarelor, abaterile de la paralelismul șirurilor de stâlpi sunt cuprinse între 2 și 28mm, având valoarea maximă tot în traveea dintre axele 10 și 11, menționată anterior.

- **Distanțele dintre șirurile de stâlpi**, determinate între axele verticale ale acestora la nivele 2 și 3, atât în sens longitudinal cât și în sens transversal, valorile reprezentând mărimea traveelor și ale deschiderilor structurii reale, aflate în exploatare. Abaterile de la mărimea traveelor au la nivelul 2 valorile cele mai mari între axele 10 și 11, fiind de 36mm în deschiderea Halei cuptoarelor adânci și de 28mm în cea a recuperatoarelor, respectiv de 30mm între aceleași axe 10 și 11, la nivelul 3. Comparativ cu valorile deschiderilor prevăzute în proiect, s-u determinat abateri maxime de 27mm la nivelul 2 în axul 11 și de 20mm la nivelul în 3 axul 8 în Hala cuptoarelor adânci, respectiv de 13mm în Hala recuperatoarelor, la nivelul 2 în dreptul axului 6.

- **Verticalitatea stâlpilor cadrelor transversale**, verificată pe baza coordonatelor planimetrice ale punctului de intersecție al axei verticale a fiecărui stâlp cu planele orizontale situate la cele două nivele, 2 și 3 , de măsurare. În urma acestei verificări s-au constatat abateri maxime de la verticalitate, în sens longitudinal de 23mm la nivelul 2 și de 60mm la nivelul 3 pentru stâlpii șirului II din dreptul axelor 4 respectiv 10, iar în sens transversal, de 22mm la nivelul 2 și de 14mm la nivelul 3 în dreptul axelor 11 și 8, tot pentru stâlpii șirului II.

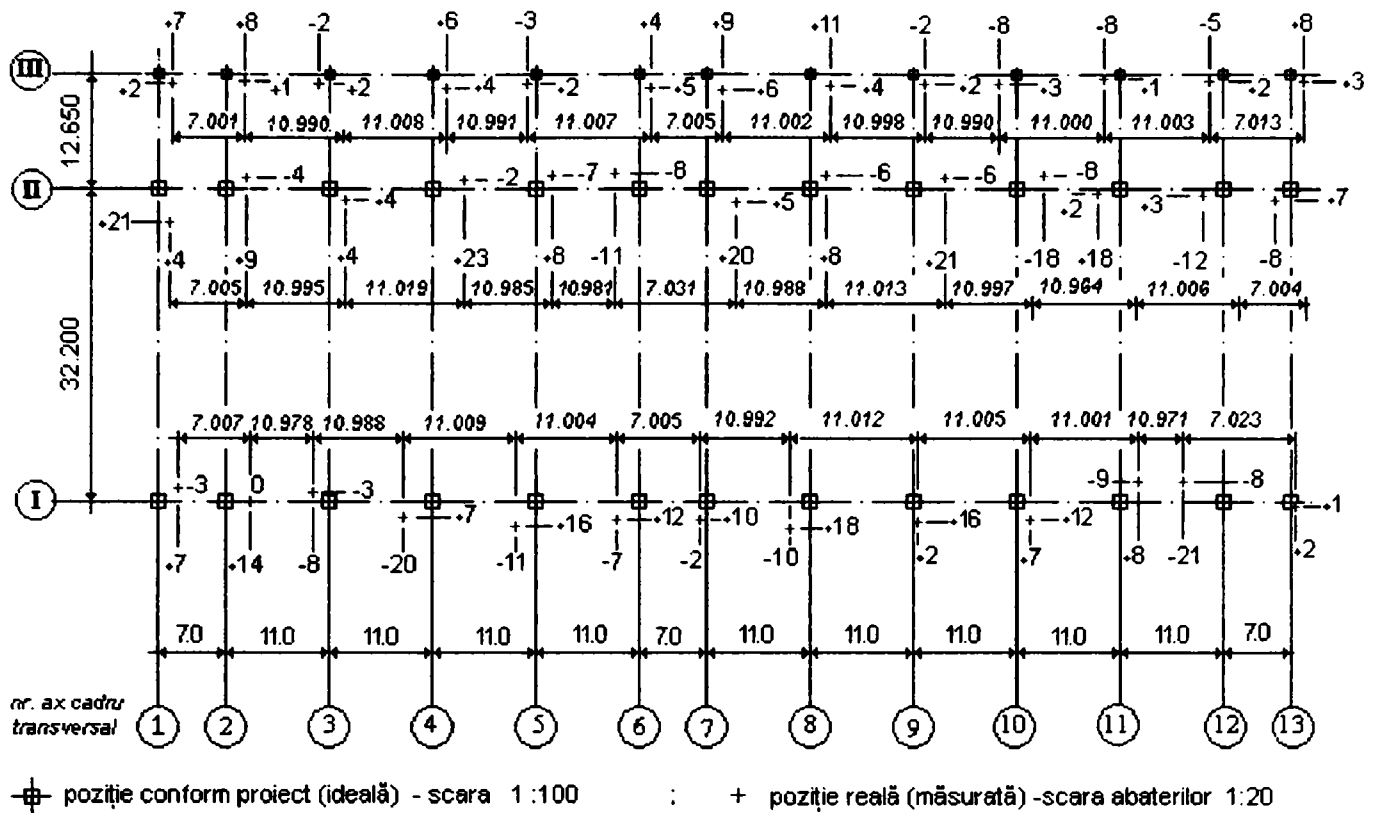


Fig.4.15 Schema pozițiilor stâlpilor cadrelor transversale, în secțiunea orizontală situată la nivelul 2 de măsurare

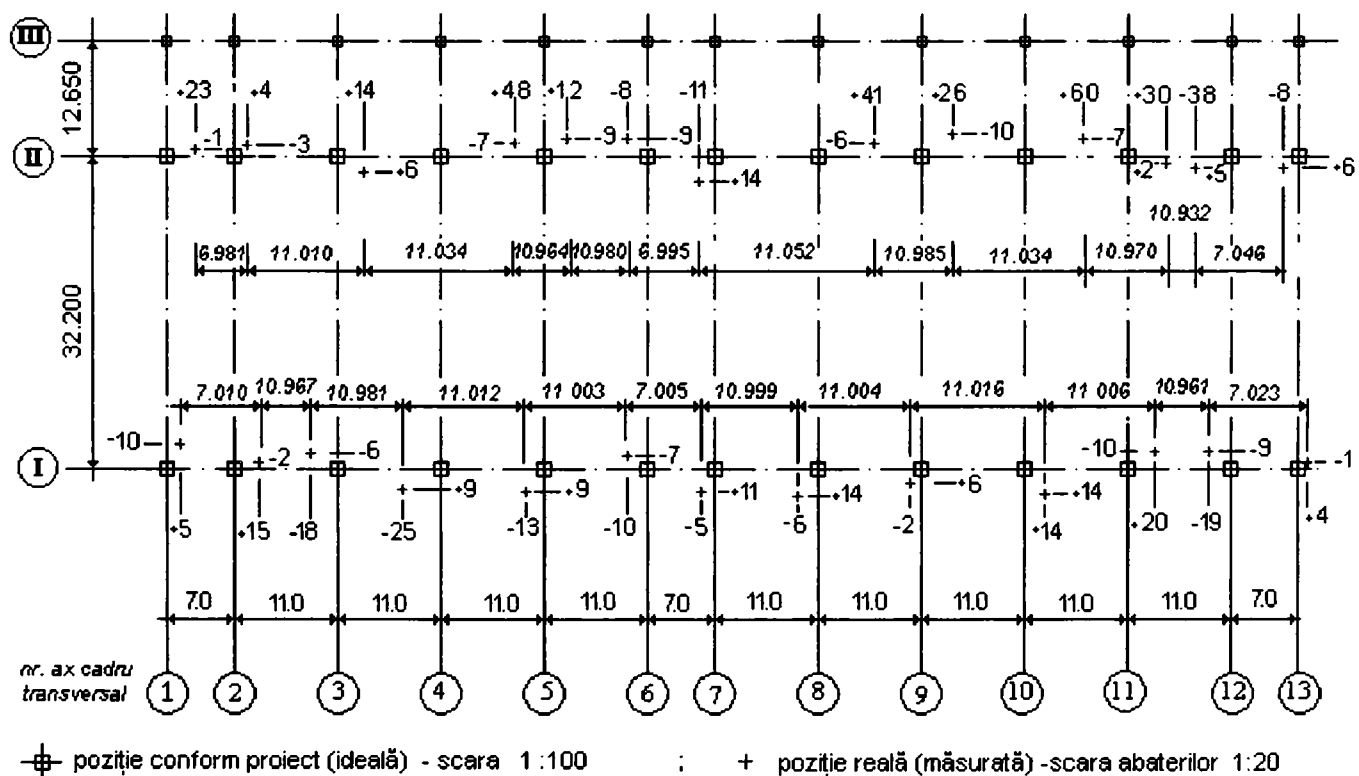


Fig.4.16 Schema pozițiilor stâlpilor cadrelor transversale, în secțiunea orizontală situată la nivelul 3 de măsurare

Comparând valorile deformațiilor și deplasărilor determinate pentru fiecare stâlp al structurii, cu valorile abaterilor limită admise conform normativului [82], care precizează condițiile tehnice de calitate ale construcțiilor din oțel și, respectiv, [84], referitoare la construcțiile pentru susținerea căilor de rulare ale podurilor rulante, s-a constatat :

- depășirea valorii de 15mm, maxim admisă, a devierii capătului superior al stâlpilor față de verticală, la stâlpii situați în axele 2,3,4,11,12 pe șirul I și 1,4,8,9,10,11,12 de pe șirul II.

- depășirea abaterii maxime de $\pm 20\text{mm}$ față de distanța teoretică dintre reazemele construcției din oțel în traveele 11-12 pe șirul I, 6-7 și 10-11 pe șirul II, respectiv în deschiderile corespunzătoare Halei cuptoarelor adânci în dreptul axelor 1, 5 și 9 ale cadrelor transversale.

- depășirea devierii maxime de 15mm în plan orizontal, a poziției punctului de intersecție al axei longitudinale cu cea transversală la nivelul suprafeței de rezemare a grinzilor de rulare, în axele 4,5,8,9,12 pe șirul I și 1,4,7,9,10 pe șirul II de stâlpi.

Analizând mărimile imperfecțiunilor geometrice menționate, determinate pe stâlpii structurii de rezistență reale, în comparație cu valorile toleranțelor admise conform normei europene EUROCOD 3 și prezentate în Anexa U a acesteia, rezultă :

- față de toleranța admisă a distanței L dintre stâlpii situați la extremitățile unui șir, calculată după [59] cu relația :

$$\Delta L = \pm 0,25 (L+50) \quad (4.41)$$

unde L reprezintă distanța teoretică în [m], adică, în cazul halei studiate :

$\Delta L_1 = \pm 42 \text{ mm}$ în sens longitudinal și $\Delta L_2 = \pm 11 \text{ mm}$ în sens transversal, (4.41') ;
(4.41'')

se constată că abaterile de $+9\text{mm}$ pe șirul I, -12mm pe șirul II, $+15\text{mm}$ pe șirul III la nivelul 2 de măsurare, se încadrează în valoarea ΔL_1 , dar că aceasta este depășită de abaterea de -68mm determinată pe șirul II, la nivelul 3.

În sens transversal, valoarea ΔL_2 este depășită de abaterile calculate în dreptul axelor 5,8 și 9 la nivelul 2, respectiv 3,4,5,7,8,9,10,11 și 12 la nivelul 3, unde în dreptul axului 10 s-a semnalat abaterea de $+21\text{mm}$.

- înclinarea maximă de 11mm a stâlpilor de susțin căi de rulare, este depășită pe șirul II în sens longitudinal în axele 4 și 7 și la toți stâlpii dintre axele 8-12, valoarea maximă de 23mm corespunzând stâlpului din axul 4.

- depășirea, în majoritatea traveelor și deschiderilor, a abaterii de 5mm la distanța dintre stâlpii alăturați, atât la nivelul 2 cât și la nivelul 3 de măsurare.

A.2 Elemente ale ansamblului căilor de rulare

Pe baza rezultatelor obținute în urma măsurărilor efectuate asupra grinzilor și a căilor de rulare din cele două deschideri ale halei studiate, s-au analizat :

- Cotele de nivel ale grinzilor de rulare din deschiderea Halei cuptoarelor adânci care, conform profilului longitudinal trasat în fig.4.17 cu valorile din tabelul 4.19, prezintă diferențe semnificative între cotele de nivel, atât în lungul firului cât și pe secțiunea transversală a halei.

Diferența de nivel cea mai pronunțată între cota maximă și cea minimă, măsurate la fața tălpii superioare, s-a determinat ca fiind de 62mm la grinzile de rulare de pe șirul II→I și 27mm la cele de pe șirul I→II, valori ce nu se încadrează în diferența de 20mm maxim admisă în lungul aceluiași fir de norma [84].

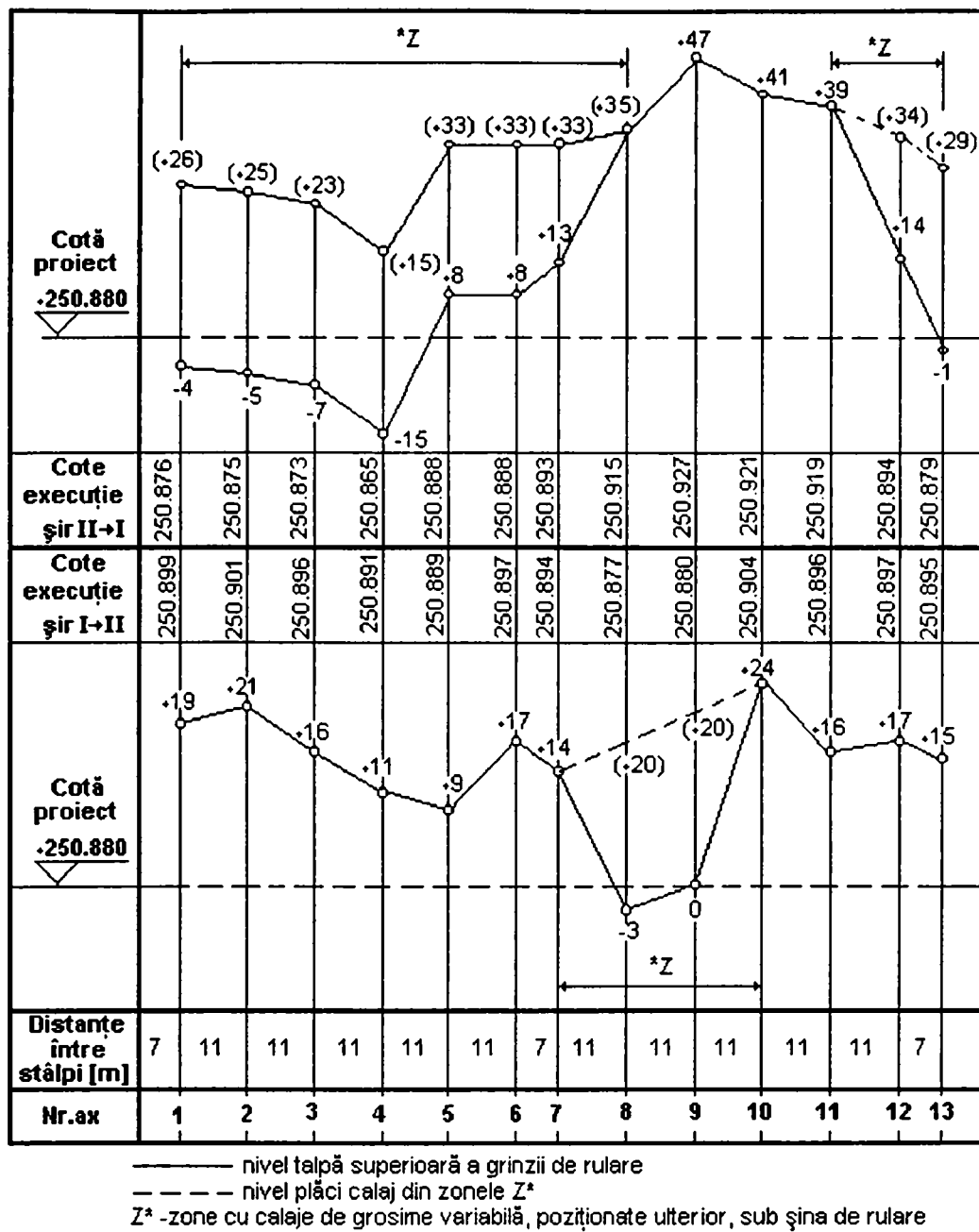


Fig. 4.17 Profilul longitudinal de execuție al grinzilor căilor de rulare, scara lungimilor 1:100 ; scara înălțimilor 1:1

De asemenea, s-a constatat și depășirea diferențelor de nivel în secțiune transversală, admise de max.10mm după același normativ [84], începând din dreptul axului 5 pe toată lungimea halei și având valoarea maximă de 47mm în dreptul axului 9. Mărimea acestor denivelări, precum și variațiile mari ale pantei la nivelul căilor de rulare, au deranjat în timp buna funcționare a podurilor rulante, producând uzuri pronunțate ale șinelor și solicitări suplimentare atât în structura de rezistență a podurilor cât și în cea a ansamblului grinzilor de rulare.

De aceea, cu ocazia efectuării unei reparații și revizii a halei, după aproximativ 10 ani de exploatare, a fost adoptată soluția sudării pe talpa superioară, în zonele marcate cu Z* pe fig.4.17, a unor plăci de calaj intermitente, având grosime variabilă ; soluția menționată a remediat însă doar parțial deficiențele semnalate, după cum se poate constata și din situația rezultată în urma măsurătorilor, prezentată în fig.4.17.

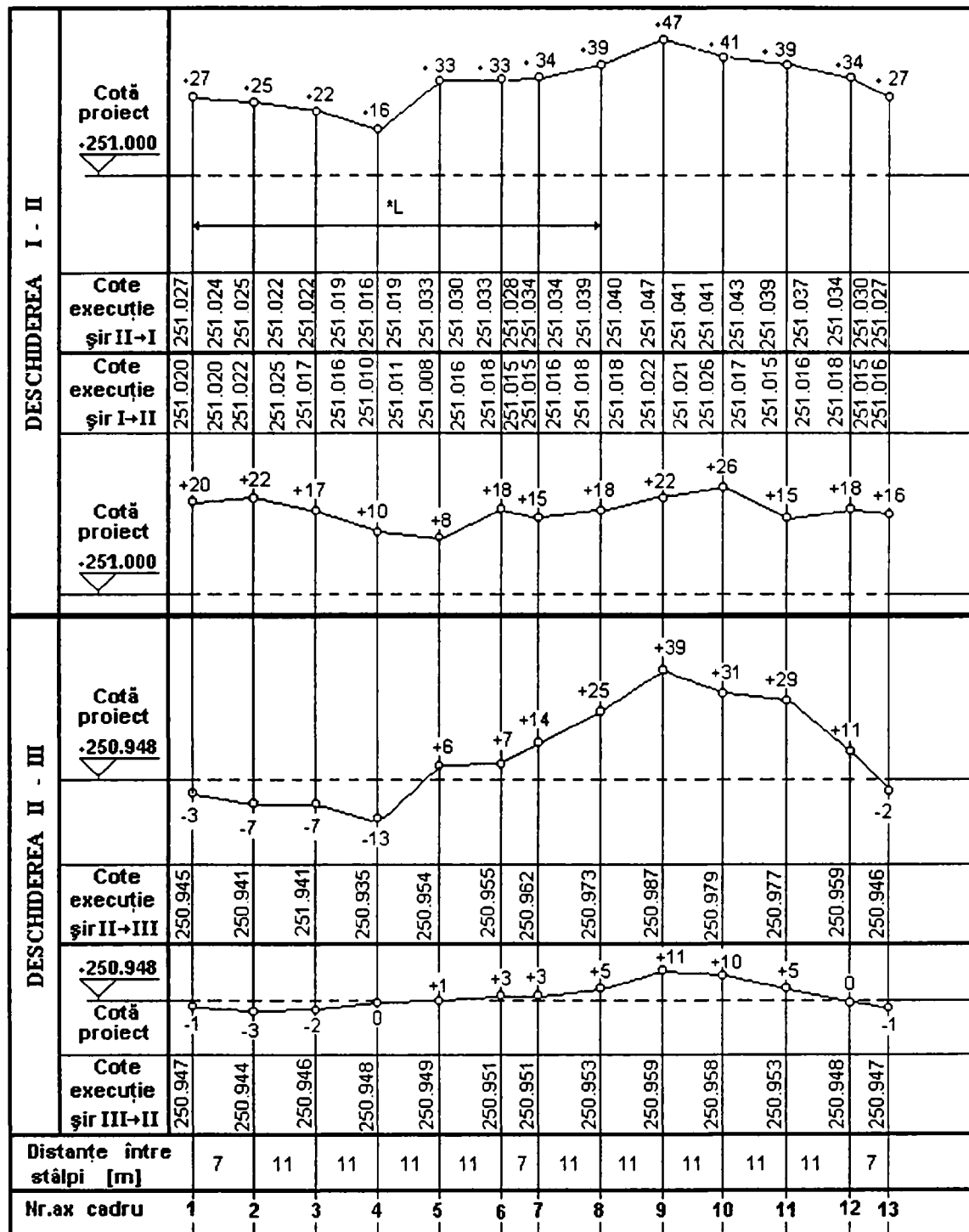
- Abaterile de la deschiderea nominală a grinzilor de rulare, ale căror valori, înscrise în tabelul 4.21, au fost comparate cu abaterea limită stabilită în [75] cu relația :

$$\Delta = \pm [3 + 0.25 (L-15)] \leq 25\text{mm} \quad (4.42)$$

adică, în cazul halei studiate, pentru deschiderea $L = 30\text{m}$ a podurilor rulante,

$$\Delta = \pm 6,75 \text{ mm} \quad (4.42')$$

Rezultatele măsurătorilor efectuate au pus în evidență că abaterea efectivă depășește valorile (4.42') pe toată lungimea cuprinsă între axele 4 și 9 ale cadrelor transversale din Hala cuptoarelor adânci, abaterea maximă, de 44mm, constatându-se în dreptul axului 6.



*L=zone cu calaje de grosime variabilă, sudate pe talpa superioară a grinzelor de rulare
 - - - - nivel cotă proiect

Fig. 4.18 Profilul longitudinal de execuție al șinelor căilor de rulare
 scara lungimilor 1:100 ; scara înălțimilor 1:1

- Abaterile în plan orizontal de la forma rectilinie a firelor căilor de rulare , prezentată anterior în fig.4.12, depășesc abaterea limită (4.42'), stabilită după [75], în dreptul axelor 4 și 10 pe firul I→II și pe lungimea cuprinsă între axele 5 și 11 pe firul II→I din Hala cuptoarelor adânci .

- **Diferențele de nivel între fețele superioare ale șinelor de rulare**, calculate cu valorile cotelor de nivel din tabelele 4.19b și 4.20, au fost reprezentate în fig.4.18, prin trasarea profilului longitudinal al fiecărui fir al căilor de rulare. Se constată că valoarea de 20mm, a diferenței maxim admise, după [75], între cota de nivel maximă și cea minimă pe același fir al căii de rulare, este depășită pe ambele fire situate pe șirul II de stâlpi, abaterile având valoarea maximă de 31mm pe firul II→I și de 52mm pe firul II →III al căilor de rulare ; totodată, se remarcă și depășirea valorii maxime de 1/1500 a pantei admise.

În ceea ce privește diferențele de nivel în secțiune transversală, între fețele superioare ale șinelor căilor de rulare, valoarea admisă după [75], de 10mm pe reazem și de 15mm în câmp, este depășită în Hala cuptoarelor adânci începând din axul 5 iar în Hala recuperatoarelor, în aceleași valori admise ale abaterii, nu se încadrează diferențele de nivel din dreptul axelor 4,7,8,9,10,11 și 12 ale cadrelor transversale.

Din analiza cantitativă prezentată, efectuată asupra rezultatelor obținute în urma executării programului de studii și măsurători tehnico-topografice, rezultă că, după cei peste 30 de ani de exploatare, geometria structurii reale de rezistență a halei studiate diferă de structura ideală, corespunzătoare situației din proiectul construcției, atât din cauza unor imperfecțiuni datorate execuției și montajului cât și din cea a unor deplasări și deformații survenite în timp.

B. Aspecte ale analizei calitative

Sub aspect calitativ, cauzele și factorii care au contribuit la producerea imperfecțiunilor geometrice semnalate, au fost apreciați după cum urmează :

B1. Concepția de ansamblu a alcătuirii structurii de rezistență a halei

Adoptarea soluției de intercalare în structura de rezistență a unor cadre transversale incomplete, cu ramura superioară a stâlpilor rezemând pe grinzile de rulare, precum și alcătuirea constructivă a acestor noduri de reazem, au fost calificate drept factori potențiali de modificare în sens defavorabil a geometriei structurii sub acțiunea încărcărilor de exploatare. Această apreciere a rezultat în urma analizei gradelor de libertate realizate în nodurile menționate, care, deși limitate prin rigiditatea la rotire respectiv la deplasare a elementelor de rezistență ce conlucrează în nod, permit totuși producerea unor rotiri ce pot fi însoțite de deplasări atât în plan orizontal cât și pe direcție verticală. Astfel se pot explica deplasările orizontale longitudinale și transversale ce prezintă valori semnificative în dreptul axelor 5,8 și 10, unde sunt situate cele trei cadre incomplete. Abaterile cu același ordin de mărime sau, în unele cazuri, chiar mai mari, semnalate la elementele de rezistență ale cadrelor transversale din traveele alăturate cadrelor incomplete, pot avea drept cauză transmiterea influenței defavorabile a acestor cadre transversale și asupra cadrelor vecine, fapt ce ar confirma experimental că fenomenul de conlucrare spațială al structurilor de rezistență specifice halelor industriale cu poduri rulante se manifestă ca o conlucrare la deplasare.

Efectele favorabile ale fenomenului de conlucrare spațială, sub aspectul redistribuirii solicitărilor cadrelor celor mai încărcate spre cadrele transversale alăturate, mai puțin încărcate sau descărcate complet de sarcinile provenite din acțiunea podurilor rulante, pot fi însoțite astfel și de efecte defavorabile sub aspectul deformațiilor care, accentuându-se pe parcursul procesului de exploatare, produc modificări în geometria inițială a structurii de rezistență.

B2. Imperfecțiuni și abateri din faza de montaj a structurii de rezistență a halei aflată în exploatare

Valorile pronunțate ale abaterilor constatate la elementele ansamblului grinzilor de rulare, în plan orizontal dar în special pe direcție verticală, puteau avea drept cauză fie abateri ale cotelor de poziționare ale stâlpilor în faza de montaj, fie tasări ulterioare ale fundațiilor, însoțite de rotiri. A doua ipoteză formulată ar fi justificat parțial și deplasările puse în evidență la nivelul 2 de măsurare, situat pe stâlpii cadrelor transversale în dreptul zonelor de rezemare ale grinzilor de rulare. Producerea acestor tasări care, conform cotelor de nivel obținute în urma măsurătorilor topografice trebuiau să aibă valori maxime în zona șirului central de stâlpi, între axele 1-5, ar fi modificat însă în aceeași măsură și cota reperului de nivelment RNE1, fixat în faza de execuție a construcției și amplasat conform descrierii din paragraful 4.1.2.

Verificarea acestei ipoteze s-a efectuat prin executarea unei măsurători de control a cotei de nivel înscrisă pe reperul RNE1, față de cota cunoscută a punctului topografic 418 existent în zonă. Cota de nivel obținută pentru reperul RNE1, de +251,037m, comparată cu cea de +251,035 marcată pe reper, denotă că terenul de fundare nu a suferit tasări.

De aceea, s-a considerat valabilă prima ipoteză formulată, respectiv aceea de poziționare incorectă a stâlpilor structurii de rezistență, cu abateri atât la alinierea longitudinală și transversală cât și la cota lor de rezemare pe fundații.

B3. Imperfecțiuni datorate exploatării

Exploatarea intensă a celor trei poduri rulante cu suspensie rigidă ce deservește Hala cuptoarelor adânci a produs, în timp, slăbirea șuruburilor dispozitivelor de prindere ale șinelor căilor de rulare, cauzând atât devieri de la forma rectilinie a firului căilor de rulare cât și uzuri premature ale șinelor. Solicitări suplimentare induse în structura de rezistență a podurilor rulante prin existența denivelărilor pronunțate și a abaterilor peste toleranța admisă la deschiderea nominală a căilor de rulare, au avut efecte defavorabile atât asupra geometriei podurilor cât și a celei a ansamblului grinzilor de rulare.

De asemenea, utilizarea sistematică a podurilor rulante pentru operațiuni tehnologice suplimentare, ca de exemplu cele de curățare a vetrei cuptoarelor adânci, au contribuit la accentuarea imperfecțiunilor geometrice și abaterilor menționate.

În același sens, se menționează și modificările în timp ale procesului tehnologic desfășurat în Hala cuptoarelor adânci, modificări care au impus schimbări în configurația

convoifului de poduri rulante. Astfel, față de cele trei poduri rulante cu suspensie rigidă prevăzute prin tema de proiectare, din care două cu capacitate de 50 kN și unul de 50/300 kN, amplasat într-un capăt al convoifului, hala este actualmente deservită de două poduri rulante cu capacitatea de 50/320 kN, între care este amplasat al treilea pod rulant, cu capacitatea de 100/400 kN. Ținând seama de ponderea semnificativă a sarcinilor provenite din acțiunea podurilor rulante în comparație cu cele provenite din alte categorii de acțiuni, se poate considera că, în aceeași măsură, se manifestă și influența defavorabilă a modificării intensităților și configurației convoaielor de sarcini ; această influență, suprapusă apoi peste efectele celorlalte abateri și inexactități geometrice existente, analizate în cadrul acestui paragraf, au avut drept consecință alterarea geometriei inițiale a ansamblului grinzilor de rulare și, totodată, creșterea solicitărilor ce au generat astfel deformații și deplasări suplimentare ale structurii de rezistență a halei, aflată în exploatare.

4.2 STUDII ȘI CERCETĂRI EXPERIMENTALE ASUPRA MATERIALULUI METALIC DIN ELEMENTELE STRUCTURILOR DE REZISTENȚĂ AFLATE ÎN EXPLOATARE

Evaluarea gradului de siguranță al structurilor de rezistență aflate în exploatare se poate efectua, conform aspectelor analizate în capitolul II al lucrării, cu considerarea în definirea structurii reale a imperfecțiunilor și defectelor care influențează prin prezența lor comportarea construcțiilor sub încărcări. Includerea în modelarea structurilor reale a imperfecțiunilor geometrice și structurale presupune estimarea caracteristicilor mecanice, geometrice și fizice ale elementelor componente. În cazul halelor industriale cu structură de rezistență metalică, aflate în exploatare, studierea și cercetarea caracteristicilor fizico-mecanice și tehnologice ale oțelurilor încorporate în elementele structurii, se poate conduce, fie prin încercări efectuate direct asupra elementelor sau structurii, fie prin extrapolarea rezultatelor obținute pe epruvete de probă.

În prima situație situație, cu toate că semnificația rezultatelor poate conduce la modelarea mai fidelă a comportării materialului structurii studiate, se remarcă, totuși, restrângerea posibilităților de generalizare a concluziilor precum și dificultățile inerente pe care le implică astfel de experimentări.

În cel de-al doilea caz, deși se impun atât modelări probabilistice ale rezultatelor încercărilor mecanice cât și interpretări suplimentare ale acestora, îndeosebi când concluziile se extrapolează la nivelul întregii structuri, se pot stabili criterii mai generale de calitate și de control ale calității materialelor utilizate.

4.2.1 Programul de studii și încercări experimentale

Studiul calitativ și determinarea valorică a caracteristicilor fizico-mecanice și tehnologice ale materialului metalic încorporat în elementele unei structuri de rezistență, ca de exemplu cea a Halei cuptoarelor adânci (*H.C.A.*), prezentată în subcapitolul 3.2, s-a realizat pe baza încercărilor mecanice efectuate pe epruvete confecționate din probe de oțel prelevate din elementele structurii, aflată în exploatare din perioada anilor 1960. Programul de studii și încercări experimentale efectuat în acest sens, a avut ca obiectiv obținerea datelor necesare modelării fizice a structurii de rezistență a halei menționate, în vederea evaluării siguranței acesteia în exploatare. Obiectivul prezentat a impus ca rezultatele programului de studii și cercetări să permită încadrarea materialului, sub aspectul caracteristicilor de rezistență, într-o anumită marcă de oțel, respectiv, sub aspectul siguranței elementelor sudate și al evitării ruperilor fragile, într-o anumită clasă de calitate. Conform acestor cerințe, programul de studii și cercetări experimentale a urmărit :

1. Stabilirea caracteristicilor fizico-mecanice și tehnologice supuse studiului și a încercărilor experimentale aferente,
2. Selectarea elementelor din structura de rezistență a unei hale siderurgice (H.C.A.) și a zonelor de prelevare a probelor de oțel din aceste elemente,
3. Stabilirea, pentru fiecare încercare, a dimensiunilor, formei și numărului de epruvete necesare, pe baza acestor date rezultând dimensiunile probelor.
4. Precizarea tehnologiei de prelevare a probelor de oțel și marcarea acestora în vederea identificării zonei de proveniență a materialului studiat.
5. Confecționarea epruvetelor pentru fiecare categorie de încercări și marcarea lor, corespunzător probei de proveniență.
6. Efectuarea încercărilor experimentale stabilite, urmată de înregistrarea și centralizarea rezultatelor acestora.
7. Prelucrarea statistică a valorilor obținute și alcătuirea tabloului final de date rezultate în urma încercărilor.
8. Studiul cantitativ și calitativ al corelațiilor între rezultatele încercărilor efectuate.
9. Analiza critică comparativă a rezultatelor experimentărilor cu datele prezentate în literatură, respectiv în normative.
10. Formularea concluziilor studiilor și cercetărilor efectuate asupra caracteristicilor fizico-mecanice și tehnologice ale materialului metalic din elementele portante aflate în exploatare.

4.2.2 Operații pregătitoare pentru efectuarea experimentărilor

În vederea evaluării criteriilor de calitate impuse prin obiectivul programului prezentat, au fost supuse studiului :

A. Caracteristicile fizico-mecanice și tehnologice ale oțelului : rezistența la tracțiune, limita de curgere, alungirea procentuală la rupere, reziliența, energia de rupere, capacitatea de îndoire la rece.

B. Compoziția chimică procentuală pe produs, determinată pentru elementele chimice: carbon, mangan, fosfor, sulf, siliciu, aluminiu.

Estimarea valorică a acestor caracteristici ale materialului metalic încorporat într-o structură existentă a fost realizată pe baza rezultatelor următoarelor experimentări, efectuate conform prescripțiilor din standardele menționate alăturat :

- Încercarea la tracțiune (SR EN 10002/1-94 și norma românească STAS 200-75);
- Încercarea de încovoiere prin șoc pe epruvete cu creștătură în U (STAS 1400-75);
- Încercarea de încovoiere prin șoc pe epruvete cu creștătura în V
(SR EN 10045/1- 93 și norma românească STAS 7511-73);
- Încercarea la îndoire la rece (STAS 777-80) ;
- Analiza spectrală (STAS 2015/2-85).

Conform specificațiilor din standardul de marcă și de produs, corelate cu detaliile de alcătuire ale elementelor structurii de rezistență studiate, au fost stabilite forma, dimensiunile și numărul de epruvete, marcate în fig.3.45a, necesare efectuării încercărilor experimentale menționate.

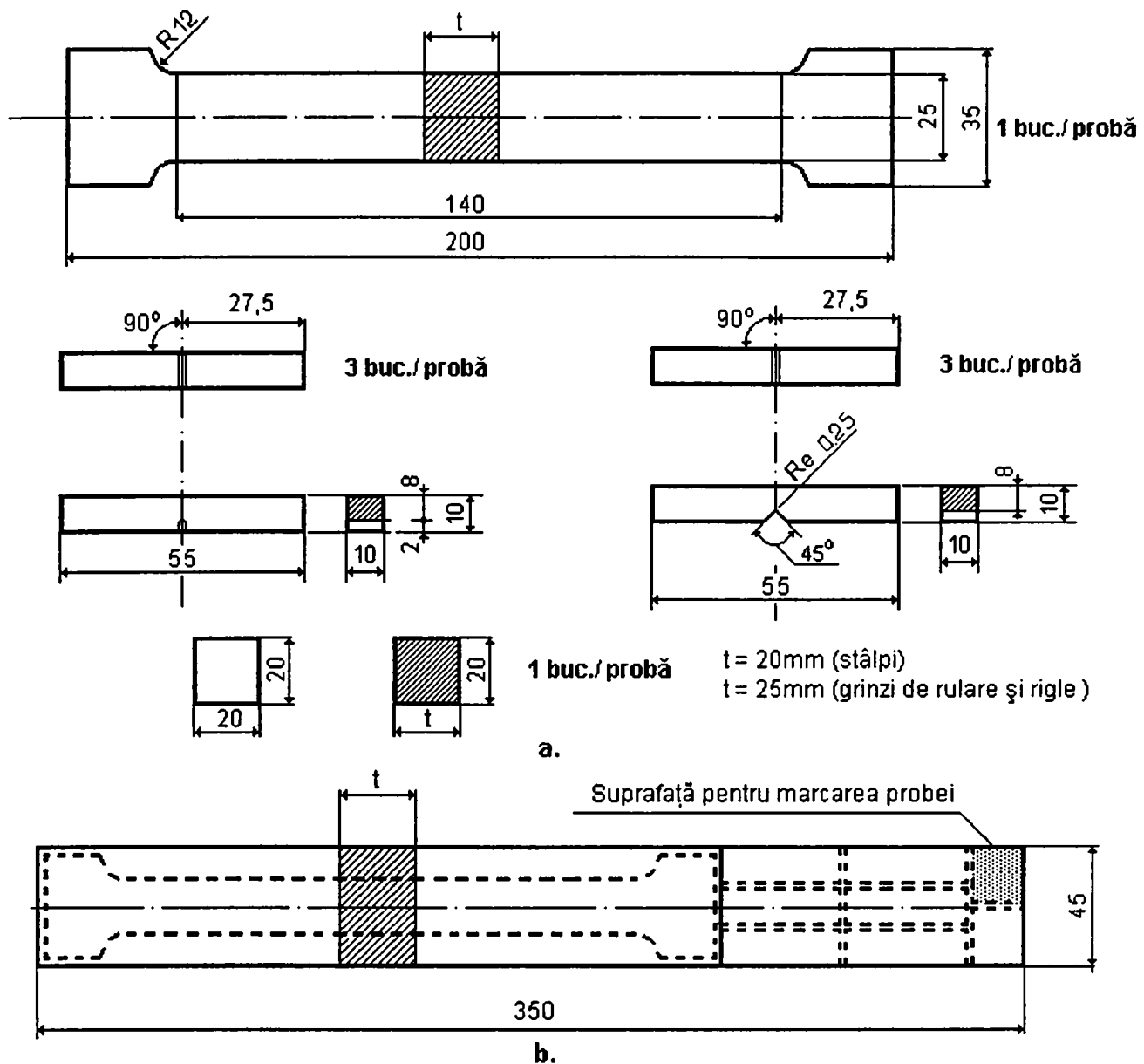


Fig. 4.19 a - Forma, dimensiunile nominale și numărul de epruvete din fiecare probă de oțel; b - Dimensiunile unei probe de oțel ;

Dimensiunile nominale menționate, abaterile limită specificate în standardele de încercări [63], [65], [71], [78], precum și adaosurile de prelucrare necesare, după [77], atât confecționării epruvetei cât și debitării probelor astfel încât oțelul să nu sufere încălziri sau deformații care ar putea influența rezultatele experimentale, au determinat dimensiunile probelor, înscrise în fig.4.19b.

Pentru asigurarea condiției ca materialul epruvetelor să constituie eșantioane reprezentative în vederea estimării mărcii și a clasei de calitate a oțelului utilizat pentru alcătuirea structurii de rezistență a halei, prezentată în paragraful 3.2.2, s-a stabilit prelevarea a două categorii de probe, provenite din :

- **tălpile stâlpilor**, respectiv **riglelor cadrelor transversale** (paragraful 3.2.2, fig.3.6 și fig.3.7), din axele 3, 6, 8, 9 și 11 ale șirurilor de stâlpi - în total **24 probe** ;
- **tălpile și inimile grinzilor de rulare** (paragraful 3.2.2, fig.3.8) , din traveele 2 -3, 11 -12 și 4 - 6 șirul I spre II, respectiv 3 - 4, 6 - 7 și 12 - 13 șirul de stâlpi II spre I, în total **12 probe**.

Poziția de prelevare a probelor din categoriile și elementele menționate, prezentată în fig.4.20, a rezultat în urma analizării atât a modului de preluare al încărcărilor - funcție de alcătuirea structurii - cât și a asigurării posibilității practice de debitare a probelor din zonele stabilite, astfel încât orientarea axei epruvetelor să fie în concordanță cu direcția de laminare a tablei. Debitarea probelor de material din stâlpi s-a executat prin tăiere mecanică cu discuri abrazive iar din riglele cadrelor transversale și grinzile de rulare, prin tăiere oxi-gaz. Înainte de a începe decuparea în pozițiile menționate, s-au practicat cu burghiul găuri $\Phi 15$, pentru evitarea concentrărilor de eforturi. După decuparea probelor, refacerea geometriei inițiale a tălpilor stâlpilor, riglelor și a grinzilor de rulare, s-a realizat prin sudarea unei plăcuțe cu dimensiunile 40x25 - 400 iar la grinzile de rulare, de fiecare parte a inimii, s-a sudat câte o eclisă 100 x t - 450, grosimea sudurii de remediere fiind în fiecare caz, $0,7 t_{\min}$.

Marcarea probelor de oțel în vederea stabilirii corespondenței cu zona de proveniență, s-a efectuat utilizând o codificare cu trei identificatori a căror semnificație, în ordinea scrierii lor, este :

- pentru **probele din stâlpi** :
 - șirul de stâlpi A, B sau C (notații aferente șirurilor I, II, III) ;
 - nr. axului cadrului transversal (conform 3.2.2 fig. 3.10) ;
 - ramura stâlpului (*i* pentru ramura inferioară, respectiv *s* pentru cea superioară).
- pentru **probele din rigle** :
 - deschiderea cadrului transversal (AB sau BC, notații aferente deschiderilor I-II, respectiv II-III) ;
 - numărul axului cadrului transversal (conform 3.2.2, fig. 3.6).
- pentru **probele din grinzile de rulare** :
 - șirul de stâlpi aferent grinzii de rulare (A, B sau C) ;
 - traveea în care se situează grinda de rulare (între axele cadrelor numerotate conform 3.2.2 fig.3.6) ;
 - tapla sau inima grinzii (*t* sau *i*) .

Marcarea , prin aplicarea identificatorilor menționați, pe suprafața specificată în fig. 4.19b, a celor 24 probe provenite din elementele de rezistență ale cadrelor transversale este prezentată în tabelul 4.24a iar a celor 12 probe din tălpile și inimile grinzilor de rulare, în tabelul 4.24b.

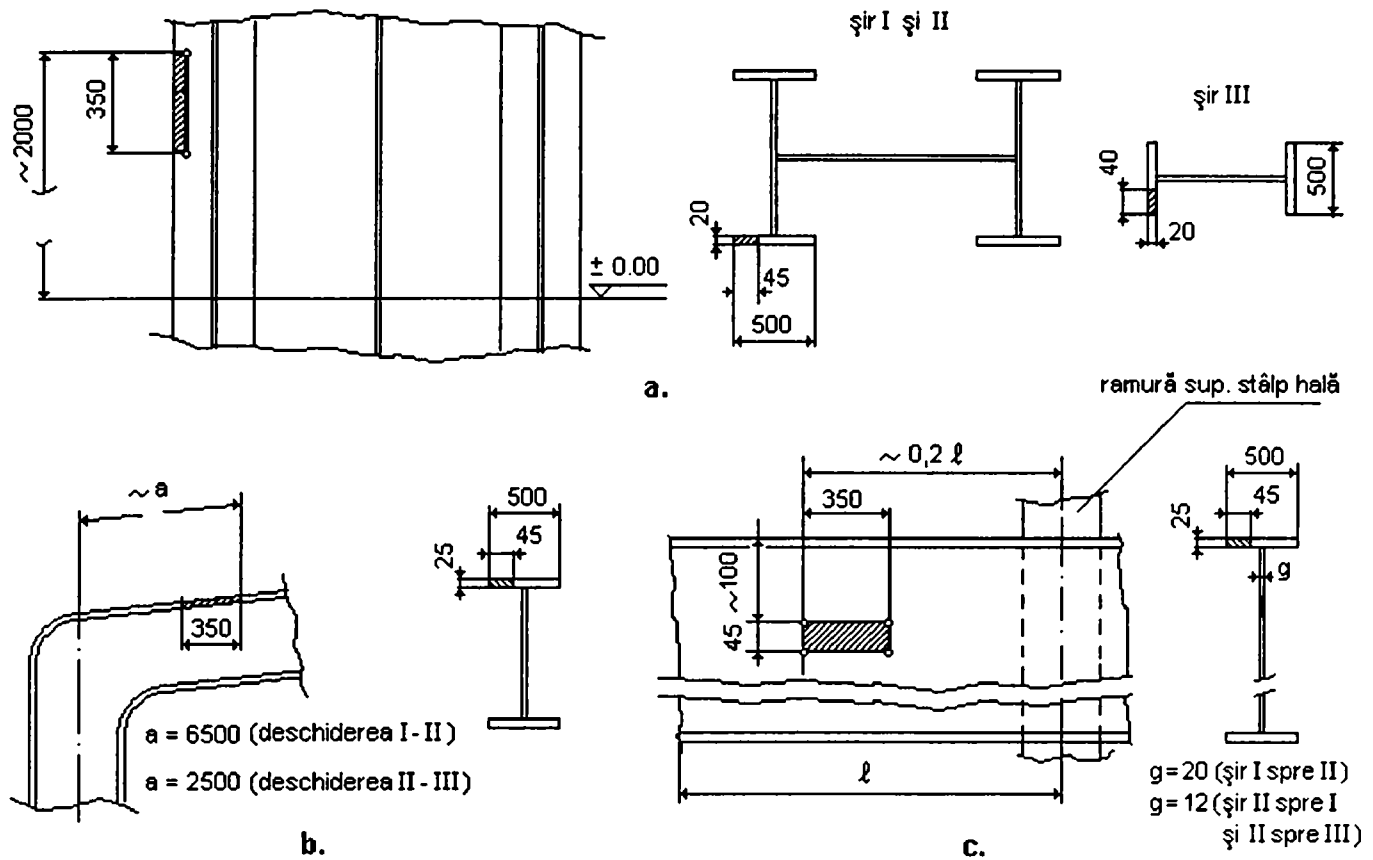


Fig. 4.20 Zone de prelevare, poziția și orientarea probelor debitate din elementele structurii de rezistență : a - stâlpi ; b - rigle ; c - grinzi de rulare.

Tabelul 4.24a
MARCAREA PROBELOR DE OȚEL PROVENITE DIN STÂLPII ȘI RIGLELE CADRELOR TRANSVERSALE

Tip element de rezistență AXUL	STÂLPI, șirul și ramura :			RIGLE, deschiderea :	
	I (A)	II (B)	III (C)	I - II (A - B)	II - III (B - C)
3	A3i A3s	B3i B3s	C3i	AB3	-
6	A6i A6s	B6i	C6i	AB6	BC6
8	A8s	B8i B8s	C8i	AB8	-
9	A9i	B9i	-	-	-
11	A11i A11s	B11i B11s	C11i	-	-
Nr .probe	8	8	4	4	
TOTAL PROBE	24				

Tabelul 4.24b
MARCAREA PROBELOR DE OȚEL PROVENITE DIN GRINZILE DE RULARE

Tip element de rezistență TRAVEEA	GRINZI DE RULARE de pe șirul :			
	I → II (A) din :		II → I (B) din :	
	tălpi	inimă	tălpi	inimă
2 - 3	A2 - 3 t	A2 - 3 i	B2 - 3 t	B2 - 3 i
4 - 6	A4 - 6 t	A4 - 6 i	B4 - 6 t	B4 - 6
11-12	A11- 12 t	A11 - 12 i	B11 - 12 t	B11 - 12 i
Nr .probe	6		6	
TOTAL PROBE	12			

Confecționarea și prelucrarea epruvetelor necesare pentru încercările prevăzute prin programul de experimentări s-a realizat conform prescripțiilor din standardele metodelor de încercare, prezentate anterior. Se menționează însă că, deși pentru efectuarea încercărilor mecanice și a analizelor chimice conform prevederilor normelor europene și a standardelor române echivalente (SR EN 10002/1-94 pentru încercarea la tracțiune; SR EN 10045/1-93 pentru încercarea la încovoiere prin șoc pe epruvete cu creștătură în V ; SR 10025+A1-93 pentru condițiile tehnice de livrare a produselor laminate la cald din oțeluri de construcții, nealiat) prelevarea și prelucrarea probelor, respectiv a epruvetelor pentru oțel și produse siderurgice, trebuie executate conform normei EU 18:1979, aceste operațiuni au fost realizate după prescripțiile normativelor românești STAS 7324-75 și STAS 2015/2-85, respectând specificațiile cuprinse în preambulul național al normelor [63], [64] și [65]. Aceste specificații menționează neechivalența normei EU 18 cu STAS 7324-75, ce provine, după [63] și [65], din domeniul de aplicare mai extins al standardului european care se referă la prelevarea și prelucrarea probelor și epruvetelor atât pentru încercări mecanice cât și pentru analize chimice.

Marcarea fiecăreia din epruvetele obținute dintr-o probă de oțel conform fig.4.19b, s-a efectuat prin specificarea codului probei de proveniență, menționat anterior în tabelele 4.24a și 4.24b.

4.2.3 Efectuarea încercărilor experimentale și analiza modului în care rezultatele acestora pot influența siguranța construcțiilor

Încercările experimentale stabilite a se efectua pentru determinarea caracteristicilor oțelului din structura de rezistență a halei studiate, s-au executat în conformitate cu prescripțiile standardelor de încercare specificate în paragraful 4.2.2, atât în ceea ce privește precizia aparaturii de încercare, cât și a condițiilor tehnice de execuție a experimentărilor.

În continuare sunt expuse, sub aspectul posibilităților de interpretare a comportării materialului sub încărcări, aspecte specifice fiecăreia dintre încercările efectuate, apoi sunt prezentate rezultatele înregistrate experimental;

a. Încercarea la tracțiune - efectuată în mod curent în scopul obținerii unor informații de bază pentru calculele de proiectare, constituie, după [64] , [74], și o încercare de recepție ce se include în caietul de sarcini. Curba caracteristică convențională, trasată în urma solicitării epruvetei cu o forță de întindere continuu crescătoare, concomitent cu măsurarea alungirii epruvetei (sau extensiei), este utilizată apoi pentru determinarea următoarelor caracteristici ale oțelului :

- **Rezistența la tracțiune** , R_m (pe diagrama $\sigma - \epsilon$).
- **Limita de curgere** , R_{eH} (pe diagrama $\sigma - \epsilon$, respectiv tensiune-extensie procentuală);

- **Alungirea procentuală după rupere , $A\%$,**
(pe diagrama $\sigma - \varepsilon$, respectiv tensiune-alungire procentuală);
- **Coeficientul de gătuire, $Z\%$.**

Dintre primele două caracteristici pe baza cărora se fac aprecieri asupra rezistenței materialului, **rezistența la rupere**, deși des citată ca rezultat al încercării la tracțiune, este pentru ingineria construcțiilor, după [16], o mărime cu semnificație fundamentală mai puțin importantă din punctul de vedere al rezistenței , fiind o măsură a încărcării maxime suportate de material în condiții speciale, de încărcare strict axială, și nu în condițiile aplicării unei stări de tensiune mai complexe, comparativă cu cea din procesul de exploatare al unei structuri de construcții din oțel. **Limita de curgere** în schimb, calculată ca raport între efortul corespunzător unei deformații plastice mici, stabilită convențional, și aria secțiunii transversale inițiale a epruvetei, este parametrul menționat în majoritatea normelor drept unul dintre criteriile de evaluare a calității oțelului.

Deoarece atât norma europeană [64], cât și standardul național [73], specifică drept criteriu de calitate ambele caracteristici menționate, acestea au fost determinate pe baza rezultatelor obținute în urma încercării la tracțiune a celor două categorii de epruvete prelevate, rezultatele fiind prezentate în col.7 și col.8 ale tabelelor 4.25a și 4.25b.

Alungirea procentuală după rupere și coeficientul de gătuire reprezintă, după [15], parametri care dau indicații asupra plasticității materialului. Mărimea alungirii procentuale totale fiind influențată de modul în care evoluează deformația în timpul gătuirii epruvetei, se poate aprecia că între cei doi parametri există o relație de dependență. Alungirea uniformă însă, produsă pe lungimea dintre repere până la solicitarea ce corespunde forței maxime ce poate fi preluată de epruvetă, este considerată, după [16], o valoare mai importantă din punctul de vedere al posibilităților de apreciere a capacității de deformare a oțelului, decât alungirea neuniformă, ulterioară punctului în care începe gătuirea.

Întrucât și alungirea procentuală este inclusă în criteriile de apreciere a calității oțelului, în cele două norme, [64] și [73], valorile experimentale obținute, sunt cuprinse în coloana 9 a tabelelor 4.25a și 4.25b.

b. Încercările de încovoiere prin șoc ale căror rezultate, utilizate pentru aprecierea **tenacității și a tendinței de rupere fragilă** a oțelului, deși nu sunt, după [16], aplicabile direct în activitatea de proiectare, pun în evidență comportarea materialului epruvetei fie prin mărimea totală a energiei absorbite pentru ruperea acesteia, fie prin energia absorbită de către unitatea de suprafață a secțiunii transversale a epruvetei. După [10], cele două tipuri de încercări pun în evidență fenomene diferite : în primul caz, creștătura în V a epruvetelor Charpy, ce poate fi echivalată cu o fisură, pune în evidență tendința de propagare a acesteia; în cel de-al doilea caz, forma rotunjită a creștăturii în U de pe epruvetele Mesnager, evidențiază tendința de formare și apoi cea de propagare a fisurilor.

În standardul românesc [73], sunt prevăzute drept criterii de apreciere a clasei de calitate a oțelului atât energia consumată la rupere cât și cifra de reziliență, pe când în norma [64] se specifică, în același sens, doar valoarea minimă a primei caracteristici menționate.

Rezultatele experimentale ale ambelor tipuri de încercări, obținute ca medie aritmetică a trei determinări pe epruvete provenite din aceeași probă de oțel, sunt prezentate în coloanele 10 și 11 ale tabelelor 4.25a și 4.25b.

c. Analiza spectrală - efectuată cu scopul determinării compoziției chimice a oțelului probelor, a fost inclusă în programul experimental, deoarece atât norma [73] cât și [64] impun conținutul procentual maxim admis al elementelor chimice C, Mn, P, S, la încadrarea oțelului într-o anumită marcă și clasă de calitate, respectiv conținutul maxim de Si și minim de Al, la aprecierea gradului de dezoxidare. Totodată, valorile experimentale ale compoziției chimice procentuale, prezentate în coloanele 1- 6 din tabelatele 4.25a, 4.25b, și cele ale caracteristicilor mecanice obținute pe aceleași probe de oțel, au permis studiul corelațiilor dintre aceste două grupe de variabile.

Centralizarea datelor, în ordinea de marcare a probelor, s-a efectuat în tabelul 4.25a pentru rezultatele experimentale obținute pe epruvete provenite din stâlpii și riglele cadrelor transversale, respectiv în tabelul 4.25b, pentru cele provenite din tălpile și inima grinzilor de rulare.

Tabelul 4.25a

REZULTATELE EXPERIMENTALE OBȚINUTE PE EPRUVETE PRELEVATE DIN STĂLPI ȘI RIGLE CADRE TRANSVERSALE

Nr crt	Epruv. din proba	COMPOZIȚIA CHIMICĂ					CARACTERISTICI MECANICE				
		%C	%Mn	%Si	%P	%S	R _e [N/mm ²]	R _m [N/mm ²]	A %	KCU J/cm ²	KV J
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A3i	0,13	0,45	0,08	0,015	0,018	285	425	31	102	40
2	A3s	0,19	0,33	0,19	0,018	0,027	303	412	28	73	42
3	A6i	0,21	0,35	0,36	0,026	0,042	304	421	26	50	29
4	A6s	0,19	0,57	0,29	0,025	0,041	290	396	27	57	27
5	A8s	0,17	0,63	0,32	0,025	0,041	324	492	26	55	33
6	A9i	0,22	0,34	0,29	0,025	0,039	320	435	31	58	30
7	AB3	0,16	0,39	0,28	0,022	0,034	290	401	28	60	40
8	A 11i	0,21	0,52	0,18	0,018	0,025	310	389	28	79	29
9	A 11s	0,17	0,31	0,18	0,018	0,025	288	386	29	82	75
10	B3i	0,11	0,81	0,18	0,017	0,023	280	380	31	85	55
11	B3s	0,16	0,75	0,05	0,013	0,016	275	399	38	113	32
12	B6i	0,18	0,57	0,36	0,028	0,051	274	385	30	41	20
13	BC6	0,19	0,46	0,23	0,018	0,029	282	392	32	70	27
14	B8i	0,23	0,59	0,25	0,019	0,031	325	440	30	70	29
15	B8s	0,12	0,65	0,32	0,025	0,041	341	455	29	52	38
16	B9i	0,15	0,68	0,27	0,021	0,032	251	386	28	63	49
17	AB6	0,24	0,74	0,25	0,021	0,031	304	445	28	70	30
18	B11i	0,19	0,58	0,28	0,023	0,036	302	438	29	60	41
19	B11s	0,23	0,82	0,27	0,021	0,032	310	439	29	68	33
20	C3i	0,21	0,78	0,14	0,016	0,021	300	398	27	86	58
21	C6i	0,14	0,34	0,12	0,015	0,021	268	420	39	93	21
22	C8i	0,11	0,31	0,22	0,018	0,028	247	350	30	72	29
23	AB8	0,17	0,41	0,04	0,011	0,014	295	425	30	120	22
24	C11i	0,14	0,61	0,11	0,015	0,019	249	415	29	102	41

Tabelul 4.25b

**REZULTATELE EXPERIMENTALE OBȚINUTE PE EPRUVETE PRELEVATE DIN
GRINZI DE RULARE**

Nr crt	Epruv. din proba	COMPOZIȚIA CHIMICĂ					CARACTERISTICI MECANICE				
		%C	%Mn	%Si	%P	%S	R _e [N/mm ²]	R _m [N/mm ²]	A %	KCU J/cm ²	KV J
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A2-3t	0,18	0,58	0,22	0,015	0,038	282	443	32	102	66
2	A2-3i	0,17	0,58	0,28	0,025	0,041	268	468	29	75	59
3	A4-6i	0,10	0,57	0,28	0,025	0,042	270	465	28	72	67
4	A4-6t	0,13	0,42	0,27	0,021	0,034	244	422	31	88	102
5	A11-12t	0,14	0,11	0,27	0,021	0,034	280	425	26	75	85
6	A11-12i	0,19	0,59	0,18	0,018	0,041	308	455	28	56	44
7	B3-4t	0,17	0,49	0,34	0,025	0,034	296	474	27	69	35
8	B3-4i	0,10	0,45	0,17	0,017	0,032	263	435	29	80	41
9	B6-7t	0,19	0,49	0,37	0,022	0,018	284	481	29	73	55
10	B6-7i	0,14	0,45	0,31	0,024	0,034	285	435	28	80	29
11	B12-13t	0,06	0,47	0,11	0,018	0,025	271	494	29	92	78
12	B12-13i	0,09	0,28	0,11	0,018	0,018	245	455	27	66	44

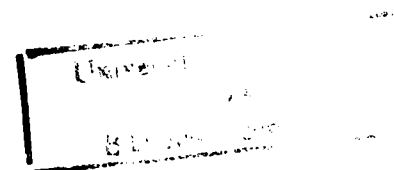
4.2.4 Prelucrarea rezultatelor experimentale și analiza influenței diferiților parametri

Aprecierea parametrilor statistici ai celor două colectivități, A și B, alcătuite din totalitatea elementelor metalice componente ale cadrelor transversale, (A), respectiv ale grinzilor de rulare, (B), s-a realizat pe baza prelucrării statistice a rezultatelor încercărilor experimentale efectuate pe eșantioanele reprezentative, constituite din probele de oțel.

Asocierea fiecărei grupe de rezultate, încercări experimentale efectiv realizate, a condus la transformarea caracteristicilor mecanice și a celor de compoziție chimică, specificate în coloanele 2 - 11 ale tabelelor 4.25a și 4.25b, în variabile aleatoare, notate X.

Prelucrarea efectivă a datelor experimentale s-a efectuat prin parcurgerea, pentru fiecare variabilă, a următoarelor etape :

- Gruparea datelor și determinarea frecvențelor intervalelor de grupare ;
- Calculul principalilor parametri statistici ;
- Verificarea caracterului repartiției experimentale ;
- Verificarea caracterului aleator al rezultatelor;
- Estimarea parametrilor colectivităților.



a. Gruparea datelor și determinarea frecvențelor intervalelor de grupare

La efectuarea celor n determinări, pentru fiecare din parametrii studiați (n=24 pentru colectivitatea A și n=12 pentru colectivitatea B), s-au obținut valorile x_1, x_2, \dots, x_n , care reprezintă câte o selecție (sau eșantion) extrasă din colectivitatea statistică. Explicarea acestor valori, înscrise în tabele datelor primare 4.25a și 4.25b, s-a realizat prin gruparea lor în clase sau

intervale de grupare. Numărul de grupe, n_g , intervalele de grupare, Δ , și caracteristica de grupă, x_i , rezultă, după [27], cu relațiile :

$$n_g = 1 + 3,222 \lg n \quad ; \quad \Delta = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{1 + 3,222 \lg n} \quad (4.43a) , (4.43b)$$

în care :

n - volumul eșantionului (nr. datelor) ;

X_{\max} , X_{\min} , -valoarea maximă, respectiv minimă a parametrului urmărit ;

x_i - valoarea de la mijlocul intervalului.

Pentru fiecare interval de grupare, i , s-au determinat următoarele frecvențe :

- Frecvența absolută, f_{ai} , și frecvența cumulată absolută, f_{cai} :

$$f_{ai} = n_i \quad ; \quad f_{cai} = n_i + n_{i-1} + \dots + n_1 \quad (4.44a) ; (4.44b)$$

în care : n_i - numărul de valori ale parametrului X din intervalul de grupare i .

- Frecvența relativă, f_{ri} , și frecvența cumulată relativă f_{cri} :

$$f_{ri} = n_i / n \quad ; \quad f_{cri} = f_{ri} + f_{ri-1} + \dots + f_{r1} \quad (4.45a) ; (4.45b)$$

în care : f_{ri} - frecvențele relative ale intervalelor de grupare respective .

Gruparea datelor și determinarea frecvențelor s-a efectuat pentru toate variabilele aleatoare menționate anterior, utilizând programul automat orientat pe calcul tabelar *EXCEL 7.0*, [36], ce rulează sub WINDOWS '95; ca exemplu, celulele tabelului 4.26 conțin valorile finale și formulele de calcul ale mărimilor specificate, aferente variabilei aleatoare R_e [N/mm²] , cu valorile experimentale din coloana 7 a tabelului 4.25a, pentru care, cu $n = 24$, $x_{\min} = 247$ și $x_{\max} = 341$ înlocuite în relațiile (4.43) și (4.44), rezultă $n_g = 6$ și $\Delta = 16$.

Tabelul 4.26

REPARTIȚIA FRECVENȚELOR PE GRUPE PENTRU VARIABILA ALEATOARE R_e [N/mm²]

Nr.crt. i	Limita inferioară	Limita superioară	Caracteristica grupeii	f_{ai}	f_{ri}	f_{cri}	f_{cai}
1	246	262	254	3	0,125	0,125	3
2	262	278	270	3	0,125	0,250	6
3	278	294	286	6	0,250	0,500	12
4	294	310	302	8	0,334	0,834	20
5	310	326	318	3	0,125	0,959	23
6	326	342	334	1	0,041	1,000	24
SUMA	-	-	-	24	1,000	-	

Evidențierea repartiției experimentale a acestei variabile s-a realizat în fig.4.21, prin reprezentarea grafică a mărimilor calculate.

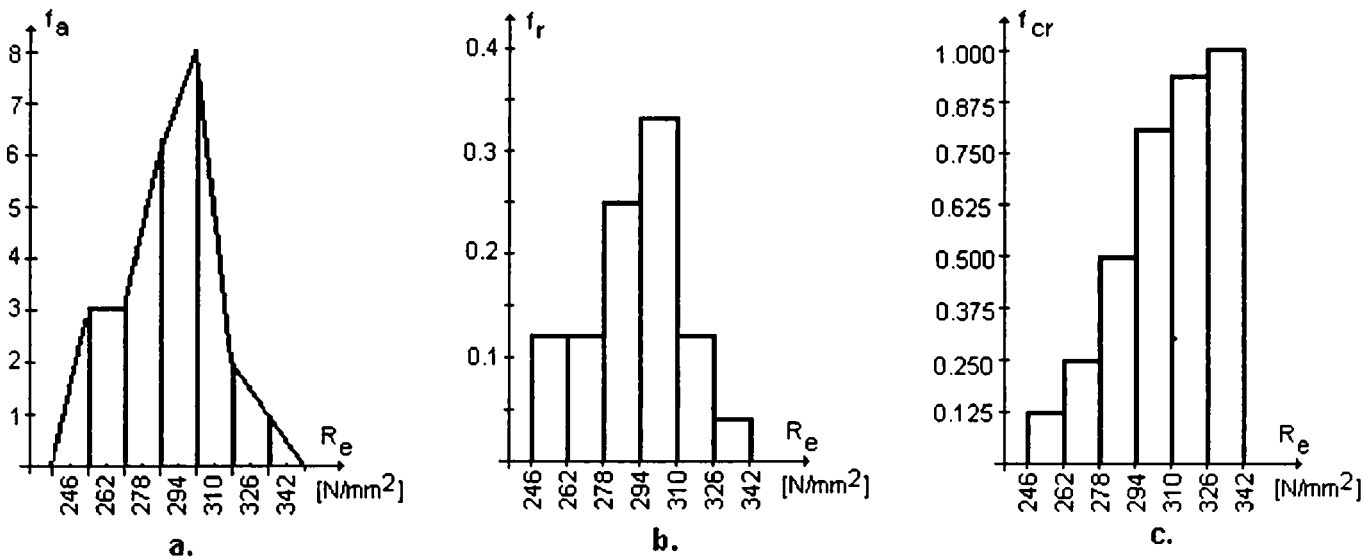


Fig.4.21 Repartiția frecvențelor variabilei R_e [N/mm^2].
 a. - poligonul frecvenței absolute ; b - histograma frecvenței relative ;
 c - histograma frecvenței relative cumulate .

b. Calculul principalilor parametri statistici

Indicatorii de localizare și de împrăștiere statistică, calculați pentru toate variabilele aleatoare sunt:

- **Media aritmetică** , m_x , a variabilei X :

$$m_x = \sum_{i=1}^n f_n \cdot x_i \quad (4.46)$$

în care : f_n - frecvența relativă în intervalul curent i ;

x_i - valoarea variabilei în mijlocul intervalului i ;

- **Dispersia** (pătratul abaterii standard) , s_x^2 , a variabilei X

$$s_x^2 = \sum_{i=1}^n f_n (x_i - m_x)^2 \quad (4.47)$$

- **Abaterea standard** (abatere medie pătratică) , s_x , în raport cu media variabilei X:

$$s_x = \sqrt{s_x^2} \quad (4.48)$$

- **Coeficientul de variație** , V_x , al variabilei aleatoare X :

$$V_x = \frac{s_x}{m_x} \quad \text{sau} \quad V_x \% = \frac{s_x}{m_x} 100 \quad (4.49) ; (4.49a)$$

Media aritmetică și abaterea standard, măsurate în aceleași unități ca și variabila X, coeficientul de variație, adimensional sau procentual, precum și dispersia, s-au determinat pentru toate variabilele aleatoare. În acest scop, a fost întocmit programul de calcul **INDSTAT**, executabil sub **MATLAB 4.1**, conceput să ruleze sub **WINDOWS 95**. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele 4.27a și 4.27b, iar programul sursă exemplificat pentru cazul variabilei $X = R_e$, în Anexa A4.1.

Tabelul 4.27a

INDICATORI STATISTICI AI VARIABILELOR ALEATOARE X
(valori experimentale obținute pe epruvete din stâlpi și rigle)

Nr. crt.	INDICATORUL STATISTIC	VARIABILA ALEATOARE									
		% C	% Mn	% Si	% P	% S	R _e [N/mm ²]	R _m [N/mm ²]	A [%]	KCU [J/cm ²]	KV [J]
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	m_x	0,1754	0,5396	0,2188	0,0195	0,0296	292,375	411,69	29,70	74,125	36,25
2	s_x^2	0,0015	0,029	0,0088	0,00001	0,00008	590,680	878,04	9,78	417,24	165,06
3	s_x	0,0392	0,1703	0,0941	0,0042	0,0092	24,30	29,63	3,127	20,42	12,84
4	$v_x, \%$	22,36	31,55	43,01	21,65	31,23	8,31	7,19	10,52	27,55	35,44

Tabelul 4.27b

INDICATORI STATISTICI AI VARIABILELOR ALEATOARE X
(valori experimentale obținute pe epruvete din grinzile de rulare)

Nr. crt.	INDICATORUL STATISTIC	VARIABILA ALEATOARE									
		% C	% Mn	% Si	% P	% S	R _e [N/mm ²]	R _m [N/mm ²]	A [%]	KCU [J/cm ²]	KV [J]
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	m_x	0,1383	0,4567	0,2425	0,0208	0,0326	274,66	454,33	28,58	77,33	58,75
2	s_x^2	0,0019	0,0197	0,00722	0,00001	0,00007	352,60	523,15	2,810	151,15	478,57
3	s_x	0,0432	0,1402	0,0850	0,0035	0,0083	18,77	22,87	1,676	12,29	21,87
4	$v_x, \%$	31,25	30,70	34,50	16,96	25,35	6,83	5,03	5,865	15,89	37,23

c. Verificarea caracterului repartiției experimentale s-a efectuat pentru fiecare variabilă aleatoare X , în vederea posibilității de încadrare a repartiției experimentale (de selecție), într-o anumită clasă de repartiție teoretică.

Deoarece în urma calculării frecvențelor s-a constatat că repartițiile de frecvență prezintă câte un singur maxim, s-a considerat, după [40], că repartiția experimentală urmează o lege de distribuție normală. Verificarea suplimentară a acestei ipoteze, bazată și pe observația conform căreia, după [25], [27], [45], rezultatele obținute prin măsurători fizice sau analize chimice repetate în aceleași condiții variază în jurul unei anumite valori , s-a efectuat cu testul χ^2 (hi pătrat), definit ca :

$$\sum_{i=1}^{n_g} \frac{(f_{ai} - np_i)^2}{n p_i} , \quad \text{cu } v = n_g - 2 - 1 \text{ grade de libertate ,} \quad (4.50)$$

valoare ce se compară cu $\chi_{\alpha, v}^2$. Semnificația termenilor este :

- f_{ai} - frecvențele absolute ale repartiției experimentale ;
- np_i - frecvențele repartiției teoretice normale, unde p_i este probabilitatea de apariție pe intervalul i.

- $\chi_{\alpha, v}^2$ - valoarea repartiției χ^2 la un nivel de semnificație α ales și la numărul de grade de libertate v.

Dacă mărimea rezultată din (3.57) este mai mică decât $\chi_{\alpha, \nu}^2$, nu se respinge ipoteza că repartiția este o repartiție normală.

Pentru efectuarea testului χ^2 s-a întocmit în **MATLAB 4.1**, programul de calcul **VERNOR**, exemplificat în Anexa A4.2 pentru cazul variabilei aleatoare $X = R_0$ [N/mm²], a cărei repartiție a frecvențelor a fost calculată în tabelul 4.26 și reprezentată în fig.4.21. Rezultatele testărilor cu programul menționat ale repartițiilor experimentale aferente tuturor variabilelor studiate, a condus la acceptarea ipotezei distribuției normale a acestora.

d. Verificarea caracterului aleator al rezultatelor încercărilor experimentale, s-a efectuat cu scopul de a stabili dacă variația variabilelor aleatoare are loc numai sub influența cauzelor întâmplătoare sau, dacă asupra acestora, au acționat și cauze sistematice. Pentru această verificare s-a utilizat testul iterațiilor, numit și **Run test**, [45]. Astfel, pentru variabila aleatoare X , se definește ca iterație succesiunea de valori ale eșantionului, având o împrăștiere aleatoare, mai mari sau mai mici decât media. Dacă se stabilește un nivel de semnificație α , numărul critic de iterații, $I(\alpha)$, se calculează, după [60], cu relația :

$$I(\alpha) = \frac{1}{2} \left(n + 1 - u_{\alpha} \cdot \sqrt{n-1} \right) \quad (4.51)$$

în care : n - volumul eșantionului ;

u_{α} - variabila normală normată, corespunzătoare nivelului de semnificație α .

Pentru variabila X , se calculează apoi numărul total de iterații, I_c , care se compară cu valoarea critică I_{α} . Dacă $I_c > I_{\alpha}$, ipoteza că selecția este aleatoare nu se respinge, influența factorilor sistematici asupra rezultatelor obținute din experimentări fiind considerată nesemnificativă.

Programul de calcul **VERALE**, întocmit în **MATLAB 4.1** pentru efectuarea acestei verificări asupra tuturor variabilelor aleatoare supuse studiului, este prezentat în Anexa A4.3 pentru cazul variabilei $X = C\%$. În urma rulării programului, ipoteza testată a caracterului aleator al rezultatelor obținute, a fost acceptată.

e. Estimarea parametrilor colectivităților

Parametrii statistici calculați pentru fiecare dintre variabilele aleatoare extrase din colectivitățile stabilite în primul alineat al paragrafului 4.2.3 permit, după [20], estimarea parametrilor ce caracterizează colectivitatea de proveniență a eșantionului respectiv. De asemenea, repartițiile frecvențelor relative obținute în selecții și apreciate, conform pct. d, ca repartiții normale, pot fi considerate aproximații ale repartițiilor teoretice ale probabilităților pentru colectivitățile aferente lor.

În vederea estimării parametrilor colectivității poate fi utilizată, după [45], determinarea lungimii intervalului în care aceștia se încadrează, calculul efectuându-se pe baza parametrilor eșantioanelor, prin acordarea unui anumit nivel de încredere (probabilitate) intervalului căutat. Ca exemplu, se prezintă determinarea intervalului de încredere pentru media μ și abaterea

standard σ ale colectivității A, considerând cazul variabilei limită de curgere, R_0 [N/mm²]. Parametrii probei cu $n = 24$ determinări, extrasă din colectivitatea A a cărei dispersie nu este cunoscută, sunt media $m_x = 292,376$ N/mm² și abaterea standard $s_x = 24,30$ N/mm² (tab.4.27a, col.7), iar nivelul de încredere ales pentru intervalele căutate, este $\alpha = 0,05$. Utilizarea variabilei aleatoare t cu o repartiție t-Student, dată de relația :

$$t = \frac{m_x - \mu}{s_x} \sqrt{n} \quad (4.52)$$

conduce, conform lucrării menționate anterior, la expresia intervalului de încredere cu risc bilateral pentru media μ :

$$m_x - t_{\alpha, v} \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq m_x + t_{\alpha, v} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4.53)$$

adică :

$$292,376 - t_{0,05;23} \frac{24,3}{\sqrt{24}} \leq \mu \leq 292,376 + t_{0,05;23} \frac{24,3}{\sqrt{24}} \quad (4.53a)$$

în care $v = n-1 = 23$, iar $t_{0,05;23} = 2,069$ (anexa III din [45]), cu care rezultă :

$$282,11 \leq \mu \leq 302,639 \quad (4.53b)$$

Intervalul de încredere pentru dispersia σ^2 , utilizând variabila

$$\chi^2 = \frac{n s_x^2}{\sigma^2} \quad (4.54)$$

în cazul riscului bilateral este dat, după [45], de relația :

$$\frac{n s_x^2}{\chi_{\frac{\alpha}{2}; v}^2} \leq \sigma^2 \leq \frac{n s_x^2}{\chi_{1-\frac{\alpha}{2}; v}^2} \quad (4.55)$$

adică :

$$\frac{24 \cdot 24,30^2}{\chi_{0,025;23}^2} \leq \sigma^2 \leq \frac{24 \cdot 24,30^2}{\chi_{0,975;23}^2} \quad (4.56)$$

în care $\chi_{0,025;23}^2 = 38,076$ iar $\chi_{0,975;23}^2 = 11,688$ (anexa II din [45]), cu care rezultă :

$$19,29 \leq \sigma^2 \leq 34,82 \quad (4.56a)$$

Astfel, se poate afirma cu o probabilitate de $P = 1 - \alpha$, adică de 95%, că media limitei de curgere a colectivității A se situează între valorile 282 N/mm² și 302 N/mm², iar abaterea standard a acesteia, între valorile 19,29 N/mm² și 34,82 N/mm².

Estimarea propriu-zisă a parametrilor unei colectivități se poate efectua, după [30], utilizând forma de repartiție teoretică acceptată pentru variabilele corespunzătoare selecțiilor de probă. De exemplu, estimarea parametrilor colectivității A, sub aspectul variabilei limită de curgere, acceptată conform pct.c ca având distribuție normală (Gauss) și deci caracterizată prin densitatea de repartiție:

$$f(x; \mu; \sigma) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right)^2 \right\} \quad (4.57)$$

și prin funcția de repartiție :

$$F(x; \mu; \sigma) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right)^2 \right\} dx \quad (4.58)$$

constă în rezolvarea problemei găsirii valorilor aproximative ale parametrilor μ (valoare medie) și σ (abatere standard). În cazul exemplului considerat al limitei de curgere, cu datele din tabelul 4.25a și tabelul 4.26 se poate admite, după aceeași lucrare [30], că :

- media aritmetică a rezultatelor încercărilor , $m_x = 292,375 \text{ N/mm}^2$, este o estimatie a valorii medii teoretice μ ;
- abaterea medie pătratică a rezultatelor încercărilor , $s_x = 24,30 \text{ N/mm}^2$ este o estimatie a abaterii standard teoretice σ .

Rezultă deci că repartiția frecvențelor relative ale limitei de curgere a oțelului, corespunzător datelor din tabele specificate, este o estimatie a densității de repartiție normală cu parametri $\mu = m_x$ și $\sigma = s_x$, dată de ecuația :

$$f(x) = \frac{1}{24,30 \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{x - 292,376}{24,30} \right)^2 \right\} \quad (4.57a)$$

și, implicit, că repartiția frecvențelor relative cumulate este o estimatie a funcției de repartiție normală :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{x - 292,376}{24,30} \right)^2 \right\} \frac{dx}{24,30} \quad (4.58a)$$

Densitatea de repartiție normală (4.57a) și funcția de repartiție normală (4.58a) sunt reprezentate în figurile 4.22a și 4.22b, cu linie continuă. În aceleași figuri s-au trasat histogramele și poligoanele de frecvențe relative , respectiv frecvențele relative cumulate, corespunzătoare datelor experimentale din tabelul 4.26. Acest mod de reprezentare, utilizat pentru analiza în repartiție normală, permite compararea frecvențelor relative ale valorilor situate în intervalul de grupare i și având valoarea centrală x_i , rezultate din curba densității de repartiție normală adimensională $f(x)$, cu cele obținute din histograma frecvențelor relative adimensionale experimentale ; deoarece mărimea $f(x)$ are dimensiunea inversului variabilei (în cazul analizat mm^2/N), ordonatele adimensionale ale frecvențelor relative au fost împărțite la mărimea Δ a intervalului de grupare (în cazul analizat, la $\Delta = 16 \text{ N/mm}^2$), obținându-se astfel histograma normalizată.

Estimarea parametrilor colectivităților statistice supuse studiului conform programului întocmit, s-a realizat pe baza analizei în repartiție normală a datelor experimentale obținute pentru fiecare din variabilele aleatoare specificate în tabelele 4.25a și 4.25b. Pentru efectuarea acestor

analize, analog ultimului exemplu prezentat, peste histogramele și poligoanele de frecvențelor relative experimentale, trasate cu valorile obținute conform pct.a al prezentului paragraf, s-au suprapus graficele funcțiilor specifice distribuției normale teoretice, realizate în programul de calcul numeric și reprezentări grafice **MATLAB 4.1**, utilizând :

- **funcția Gauss**, pentru densitatea de probabilitate a repartiției normale, definită cu relația

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad (4.59)$$

- **funcția Laplace**, pentru funcția de repartiție normală, definită cu relația :

$$F(z) = \int_{-\infty}^z f(z) dz = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (4.60)$$

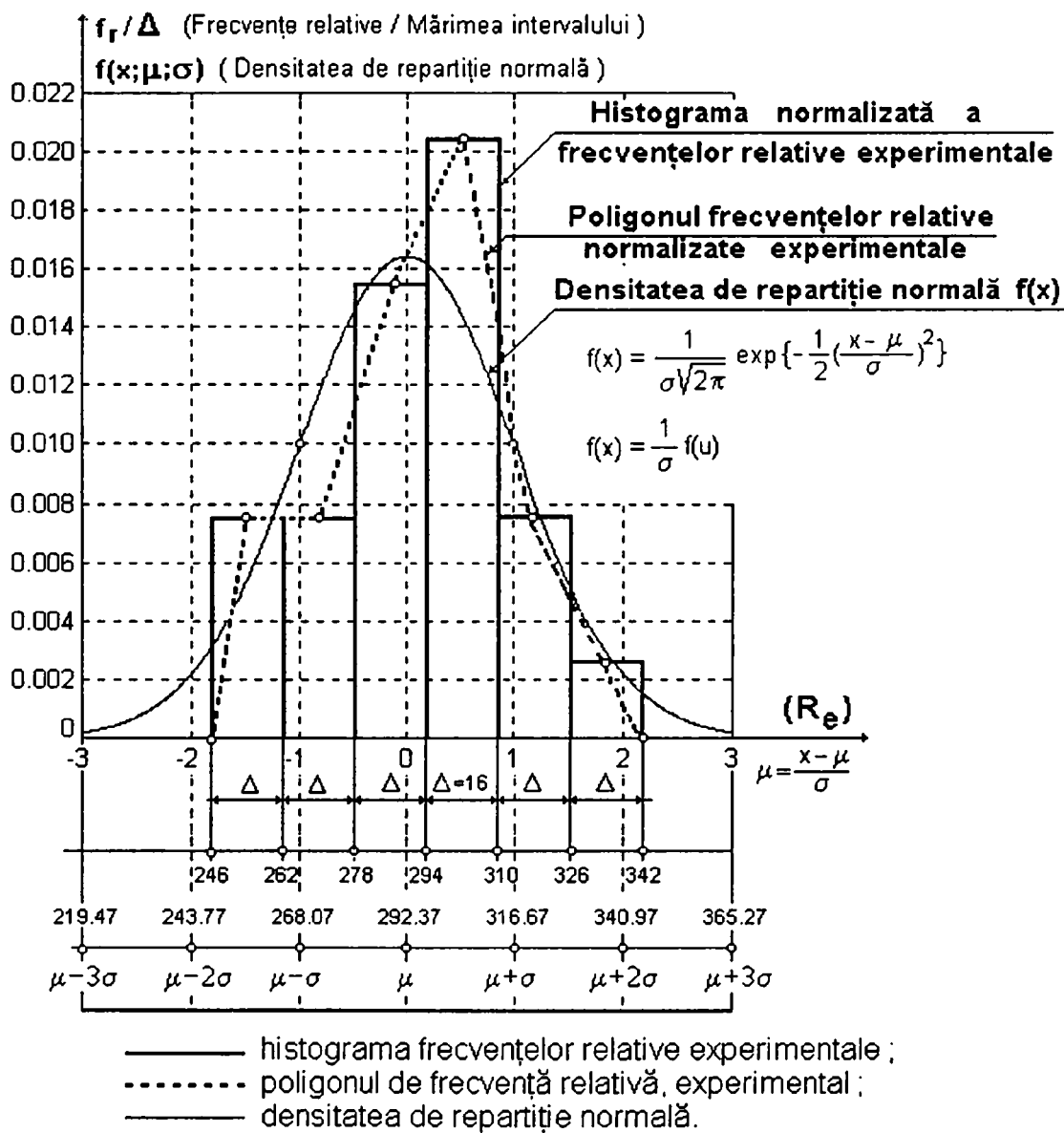


Fig. 4.22a Densitatea de repartiție pentru limita de curgere a oțelului

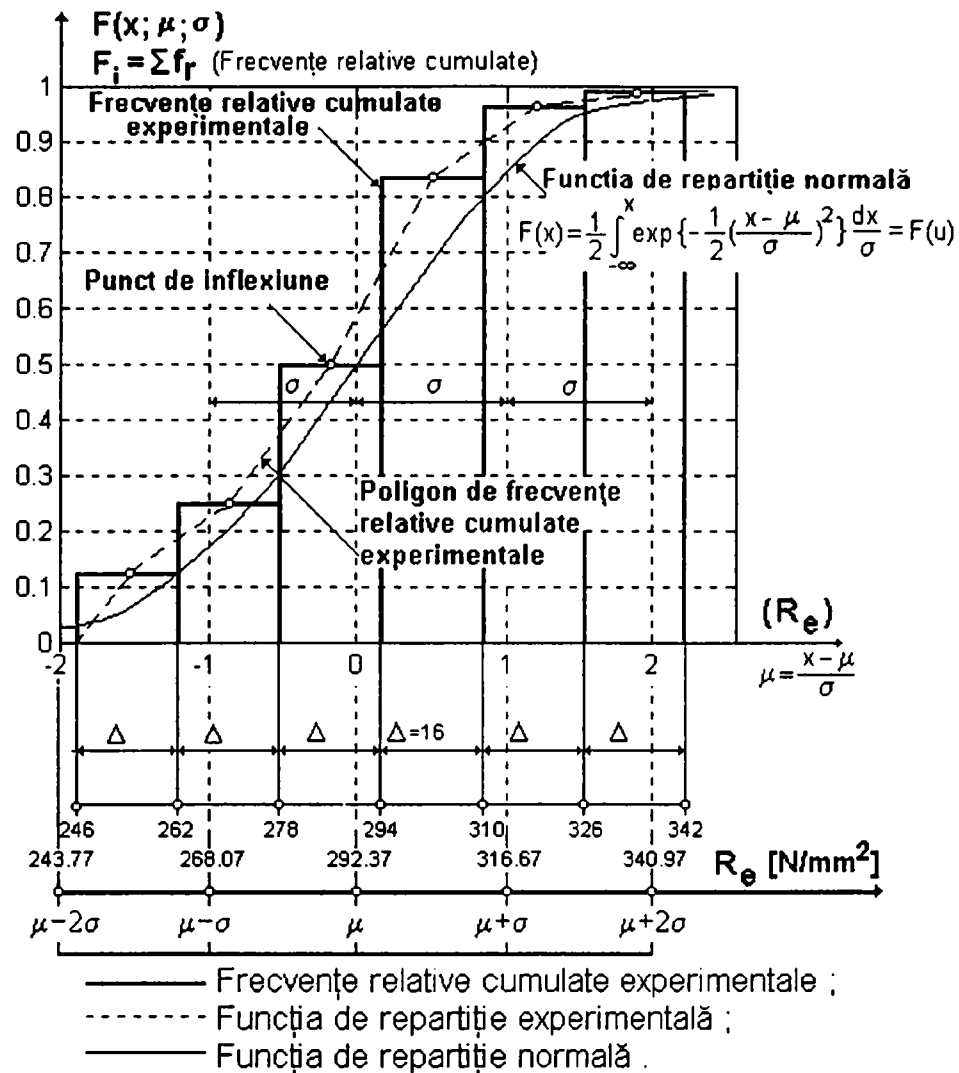


Fig. 4.22b Funcția de repartiție pentru limita de curgere a oțelului

Calculul valorilor și reprezentarea grafică a funcțiilor (4.59), (4.60), au fost precedate de apelarea acestora și adaptarea lor, pentru fiecare din colectivitățile studiate, la forma relațiilor (4.57), (4.58), cu secvențele caracteristice *MATLAB*, a căror sintaxă este prezentată în lucrarea [61].

Valorile estimate ale parametrilor μ (valoare medie) și σ (abatere standard) pentru colectivitățile din care au provenit selecțiile aleatoare, sunt înscrise în tablourile finale de date, prezentate sub forma tabelor 4.28 și 4.29.

4.2.5 Estimarea valorică a caracteristicilor materialului metalic încorporat în construcție

Deoarece programul de studii și investigații experimentale prezentat în paragraful 4.2.1, a fost conceput în vederea determinării valorilor caracteristice pe baza cărora să rezulte apoi marca și clasa de calitate a oțelului utilizat în elementele structurii de rezistență a Halei cuptoarelor adânci, finalizarea prelucrării statistice a datelor experimentale s-a efectuat astfel, încât mărimile obținute să fie adaptabile criteriilor referitoare la condițiile tehnice de calitate prescrise de normativele [64], [73].

Stabilirea modalității de prelucrare finală a datelor experimentale a fost determinată ținând seama de următoarele aspecte :

- Prescripțiile actuale de calcul a structurilor metalice (de exemplu norma [59] și o serie de norme naționale derivate din aceasta) definesc caracteristicile materialului metalic probabilistic, printr-un anumit fractil x_p al repartiției rezistențelor, denumit apoi rezistență caracteristică sau normată.

- Normele naționale referitoare la condițiile tehnice de calitate ale oțelurilor (de exemplu, [73], [74]), exprimă caracteristicile materialului metalic, standardizat, prin valori garantate de uzinele producătoare. Astfel, caracteristicile de rezistență se exprimă prin valori "minime" garantate iar cele privitoare la compoziția chimică, prin valori "maxime" ale elementelor chimice respective. După [27], asemenea valori nu au însă, în general, semnificații sau fundamentări probabilistice riguroase, ele corespunzând unor fractili dintr-un interval relativ larg. În aceeași lucrare [27], este prezentat exemplul limitei de curgere minimă garantată, despre care se apreciază că este situată în jurul a 80-90% din media statistică a limitei de curgere, ceea ce în repartiție normală, pentru coeficienți de variație uzuali, corespunde unor fractili în intervalul $x_{0,10} - x_{0,001}$.

- Indicatorii statistici obținuți în urma controlului calității oțelurilor, efectuat la producător și apoi la beneficiar sau constructor, prezintă, după [27], o anumită mobilitate, sesizată în general, ca fiind în favoarea producătorului; fenomenul, nespecificat în prescripții, poate avea drept cauză caracterul subiectiv datorat unor inexactități de încercare sau de prelucrare a datelor, efectuate fie în avantajul producătorului fie în cel al beneficiarului.

- Analiza critică cantitativă a indicatorilor statistici : dispersie, abatere standard și coeficient de variație (tabelele 4.27a și 4.27b) , rezultați în urma prelucrării statistice a datelor obținute după efectuare programului de experimentări, relevă valori care corespund cu cele menționate în literatură, [20], [27], [40], [45], doar în cazul caracteristicilor mecanice și, semnificativ mai mari , în cazul compoziției chimice procentuale. Ținând cont însă de importanța influenței ultimului factor menționat asupra caracteristicilor mecanice și tehnologice ale oțelurilor (alături de influența altor factori, ce sunt analizați în paragraful 4.2.6), precum și de celelalte aspecte semnalate, s-au impus ca necesare :

- efectuarea unui studiu asupra corelațiilor între rezultatele experimentale obținute pentru caracteristicile mecanice și cele referitoare la compoziția chimică, urmat de compararea concluziilor formulate, cu cele prezentate în literatură ;

- alegerea unor astfel de variante pentru prelucrarea finală a datelor experimentale, încât forma de prezentare a rezultatelor să faciliteze posibilitatea de analiză a criteriilor de încadrare a oțelului într-o anumită marcă, respectiv clasă de calitate.

Drept urmare, programul de studii și cercetări experimentale prezentat în paragraful 4.2.1 a fost completat, ulterior calculării indicatorilor statistici ai variabilelor aleatoare, prin introducerea punctelor 8 și 9, iar finalizarea prelucrării statistice a datelor, pentru estimarea caracteristicilor fizico-mecanice și tehnologice a materialului, s-a realizat în următoarele variante :

1. **Evaluarea fractililor x_p ai repartițiilor variabilelor aleatoare, explicit asociați cu o probabilitate p de a exista valori mai mici decât x_p :**

$$P(X \leq x_p) = p \quad (4.61)$$

respectiv cu probabilitate $(1-p)$ de a exista valori mai mari decât x_p :

$$P(X > x_p) = 1 - P(X \leq x_p) = 1 - p \quad (4.61a)$$

2. **Determinarea intervalelor de toleranțe statistice ale variabilelor cu repartiții normale de probabilitate, pe baza datelor provenite din măsuratori, conform STAS 7122/6-87.**

Evaluarea fractililor variabilelor aleatoare s-a efectuat, în funcție de indicatorii de localizare m_x (media) și de împrăștiere σ_x (abaterea standard), după [27], cu relația :

$$x_p = m_x + K s_x \quad (4.62)$$

în care K - numărul de abateri standard care trebuie scăzut ($K < 0$ pentru $x_p < m_x$) ori adunat ($K > 0$, dacă $x_p > m_x$) mediei m_x , stabilit în funcție de forma repartiției și de probabilitatea p .

Valorile coeficientului K , tabelate în [27], [40] de exemplu, rezultă pentru cazul repartiției normale din corespondența :

$$K = u \quad ; \quad p = F(u) \quad (4.63) ; (4.63a)$$

obținută prin rescrierea schimbării de variabile

$$u = \frac{x - m_x}{s_x} \quad (4.64)$$

sub forma :

$$x = m_x + u \cdot s_x \quad (4.64a)$$

Calculul fractililor x_p s-a efectuat pentru probabilitățile $p = 97,72\%$; 95% și 90% , pe baza relației (4.62), cu mențiunea că evaluarea realizată corespunde principial relației (4.61) în cazul caracteristicilor mecanice, respectiv relației (4.61a), în cel al compoziției chimice procentuale.

Valorile fractililor x_p precum și estimarea, conform standardului [74], a mărcii și clasei de calitate a oțelului studiat, sunt prezentate în tabelul 4.28.

Determinare intervalelor de toleranțe statistice ale variabilelor aleatoare rezultate din eșantioanele de date experimentale, s-a efectuat, după [76], prin calculul limitelor de toleranțe naturale de tip (P, γ) ale acestor intervale, cu relațiile :

$$L_i = \bar{x} - k'_2(n; P; \gamma) \cdot s \quad (4.65)$$

$$L_s = \bar{x} + k'_2(n; P; \gamma) \cdot s \quad (4.65a)$$

pentru cazul în care media și abaterea standard ale colectivității sunt considerate necunoscute. În standardul menționat, aceste limite sunt definite astfel : dacă x_1, x_2, \dots, x_n sunt datele obținute prin măsurarea caracteristicii X , atunci :

$$L_i = L_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad \text{și}$$

$$L_s = L_s(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

sunt limita inferioară, respectiv superioară de toleranțe de tip (P, γ) , cu condiția ca :

$$\text{Pr ob} \left\{ \int_{L_i}^{+\infty} f(x; m; \sigma) dx \geq P \right\} = \gamma, \text{ respectiv} \quad (4.66)$$

$$\text{Pr ob} \left\{ \int_{-\infty}^{L_s} f(x; m; \sigma) dx \geq P \right\} = \gamma \quad (4.66a)$$

în care $\gamma < 1$ reprezintă o probabilitate dată, cu care intervalul respectiv conține cel puțin o proporție $0 < P$, de asemenea dată, din colectivitatea studiată.

Analizând datele experimentale înscrise în coloanele tabelelor 4.25a și 4.25b, respectiv indicatorii statistici ai acestora, din tabelele 4.27a și 4.27b, pentru calculul intervalului de toleranțe statistice s-au considerat valorile :

$$P = 0,90 \quad \text{și} \quad \gamma = 0,95, \quad (4.67); (4.67a)$$

alese dintre valorile uzuale specificate în [76].

Calcululele efectuate cu relațiile (4.65a) pentru variabilele compoziție chimică, respectiv (4.65) pentru caracteristicile mecanice, în care coeficientul $k'_2(n; P; \gamma)$ s-a introdus cu valorile obținute din tabelul 3 al standardului menționat, au condus la rezultatele prezentate în tabelul 4.29.

Tabelul 4.28

EVALUAREA CRITERIILOR DE CALITATE ALE OTELULUI
pe baza fracțiilor variabilelor aleatoare, calculați din probele din :
A. STĂLPI ȘI RIGLE CADRE TRANSVERSALE
B. GRINZI DE RULARE

Caz	Variabile. aleatoare	COMPOZIȚIE CHIMICĂ										CARACTERISTICI MECANICE					OȚEL	
		% C	% Mn	% P	% S	% Si	% Al	R _e [N/mm ²]	R _m [N/mm ²]	A [%]	KCU ⁴⁾ [J/cm ²]	KV ⁴⁾ [J]	Clasă de calitate	Grad de deoxid.	Marca	Clasă de calitate	Grad de deoxid.	
A	Mărimi statist.	0,1754	0,5396	0,0195	0,0296	0,2188	0,0105	292,375	411,69	29,70	74,125	36,25						
	Media aritmetică , m _x																	
	Abaterea standard, s _x	0,0392	0,1703	0,0042	0,0092	0,0941	0,0041	24,30	29,63	3,127	20,42	12,84						
	k = 1,281 p = 90%	0,22	0,75	0,024	0,031	0,339	0,016	261	374	25,7	47,9	19,8	OL37	1	k			
	k = 1,645 p = 95%	0,23	0,81	0,026	0,044	0,373	0,017	252	363	24,6	40,5	15,1	OL37	1	k			
B	k = 2,000 p = 97,9%	0,25	0,88	0,028	0,048	0,407	0,018	244	352	23,4	33,3	10,6	OL37	1a	k			
	Media aritmetică , m _x	0,1383	0,4567	0,0208	0,0326	0,2425	0,0105	274,66	454	28,58	77,33	58,75						
	Abaterea standard, s _x	0,0432	0,14	0,0035	0,0083	0,0850	0,0036	18,77	32,87	1,67	12,29	21,87						
	k = 1,281 p = 90%	0,19	0,63	0,025	0,043	0,351	0,015	251	425	26,4	61,6 ³⁾	30,7 ³⁾	OL37	2	k			
	k = 1,645 p = 95%	0,21	0,68	0,026	0,046	0,382	0,016	244	416	25,8	57,1	22,8	OL37	2	k			
k = 2,000 p = 97,9%	0,22	0,73	0,027	0,049	0,402	0,017	237	408	25,4	52,8	15	OL37	1	k				

1) Analiză efectuată suplimentar pentru stabilirea gradului de deoxidare. Deoarece %Al < 0,02, se exclude gradul de deoxidare kf;

2) Conținutul de Si % < max.0,5 pentru toate probele, rezultând astfel că oțelul se încadrează în gradul de deoxidare k. (livrat pentru produse cu a > 16 mm, la cererea beneficiarului .

3) Deoarece ambele valori sunt singurele care depășesc KCU_{min} și KV_{min}, s-au efectuat încercări suplimentare, pe 2 serii a câte 3 epruvete prelevate din inima grinzilor de rulare, rezultând valorile medii de 15 J la 0° C, respectiv 13 J la -20° C.

4) Toate probele, exclusiv cele marcate ³⁾, au valorile KCU < 59 J/cm² și KV < 27 J, necesare încadrării oțelului în clasa de calitate 2.

EVALUAREA CRITERIILOR DE CALITATE ALE OȚELULUI

Tabelul 4.29

pe baza intervalelor de toleranțe statistice, pentru probele din :

A. STĂLPI ȘI RIGLE CADRE TRANSVERSALE

B. GRINZI DE RULARE

Caz	Variabile. aleatoare	COMPOZIȚIE CHIMICĂ							CARACTERISTICI MECANICE					OȚEL (încadrarea în STAS 500/2-80)		
		% C	% Mn	% P	% S	% Si ²⁾	% Al ¹⁾	R _e [N/mm ²]	R _m [N/mm ²]	A [%]	KCU ³⁾ [J/cm ²]	KV ³⁾ [J]	Clasă de calitate	Grad de deoxid.		
A	Mărimi statist.															
	Media aritmetică , m _x	0,1754	0,5396	0,0195	0,0296	0,2188	0,0105	292,375	411,69	29,70	74,125	36,25				
	Abaterrea standard, S _x	0,0392	0,1703	0,0042	0,0092	0,0941	0,0041	24,30	29,63	3,127	20,42	12,84				
	Limita inferioară L _i						0,003	247	357	24	36	11	OL37	1	k	
B	Limita superioară L _s	0,25	0,85	0,027	0,047	0,39			467							
	Media aritmetică , m _x	0,1383	0,4567	0,0208	0,0326	0,2425	0,0105	274,66	454	28,58	77,33	58,75				
	Abaterrea standard, S _x	0,0432	0,14	0,0035	0,0083	0,0850	0,0036	18,77	32,87	1,67	12,29	21,87				
	Limita inferioară L _i						0,003	235	406	25	51	13	OL37	1	k	
B	Limita superioară L _s	0,23	0,77	0,028	0,051	0,43										

1), 2) Observații, idem tab. 4.28

3) Toate valorile KCU și KV sunt mai mici decât cele necesare încadrării oțelului în clasa de calitate 2.

4.2.6 Analiza corelațiilor între rezultatele experimentărilor.

Interpretarea rezultatelor finale

Comportarea sub încărcările de exploatare a elementelor structurilor de rezistență metalice alcătuite din profile laminate la cald este influențată, după [64], de caracteristicile de utilizare a oțelurilor, dependente la rândul lor de factori metalurgici caracteristici tehnologiei de fabricare, cum sunt :

- compoziția chimică și practica de dezoxidare la elaborare ;
- mărimea granulației ;
- regimul de temperaturi și gradul de deformare la laminare.

Factorii menționați au, după [19], o influență semnificativă atât asupra caracteristicilor mecanice ale oțelurilor cât și asupra celor de tenacitate și plasticitate.

În ceea ce privește compoziția chimică, lucrarea [9] menționează drept principal factor de control pentru realizarea caracteristicilor de rezistență garantate la fiecare marcă de oțel, conținutul procentual în elementele carbon și mangan. Îmbunătățirea caracteristicilor de rezistență odată cu creșterea indicelui de carbon echivalent, însoțită însă de un efect opus asupra caracteristicilor de plasticitate și tenacitate, datorat însă doar creșterii conținutului de carbon, s-a pus în evidență în fig. 4.23 și 4.25, cu datele experimentale din tabelele 4.25a și 4.25b , obținute pe probele prelevate din stâlpii și riglele cadrelor transversale, respectiv din grinzile de rulare ale halei studiate.

Dependența caracteristici de rezistență - conținut procentual de carbon și mangan, s-a evaluat prin calcularea funcțiilor de corelație $y = f(x)$, în care $f(x)$ este o funcție polinomială de gradul doi, ai cărei coeficienți s-au determinat utilizând programul de calcul și reprezentări grafice *EXCEL 7.0*, [36] .

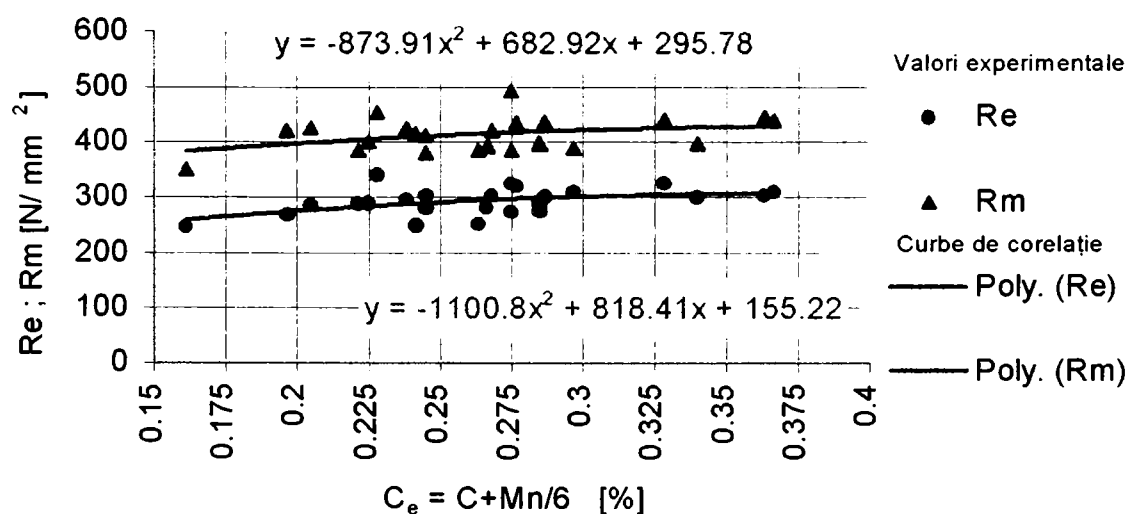


Fig. 4.23a Influența efectului cumulat al carbonului și manganului asupra caracteristicilor de rezistență ale oțelului probelor prelevate din stâlpi și rigle

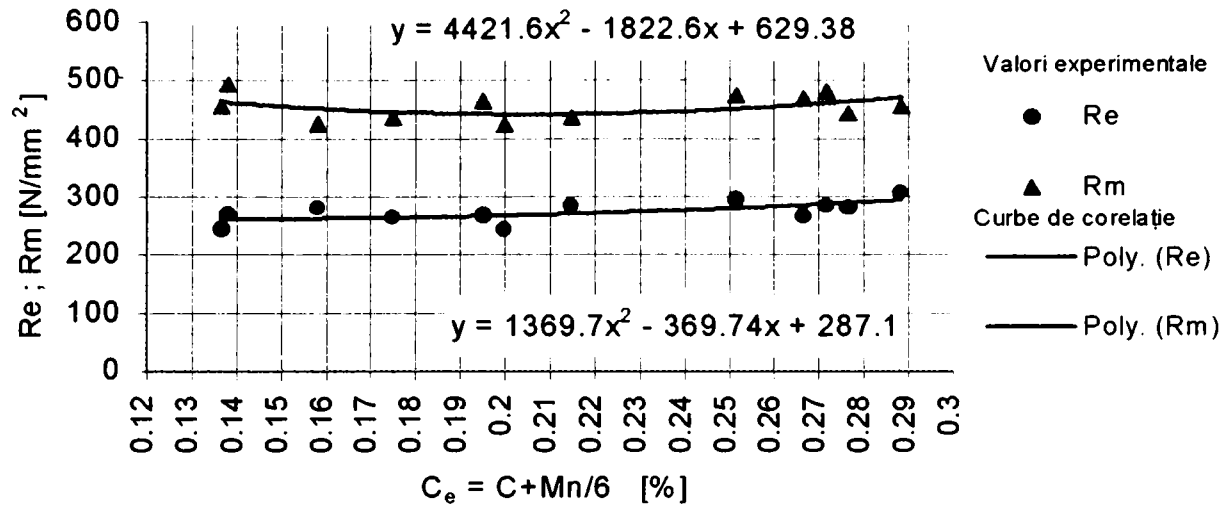


Fig. 4.23b Influența efectului cumulat al carbonului și manganului asupra caracteristicilor de rezistență ale oțelului probelor prelevate din grinzile căilor de rulare

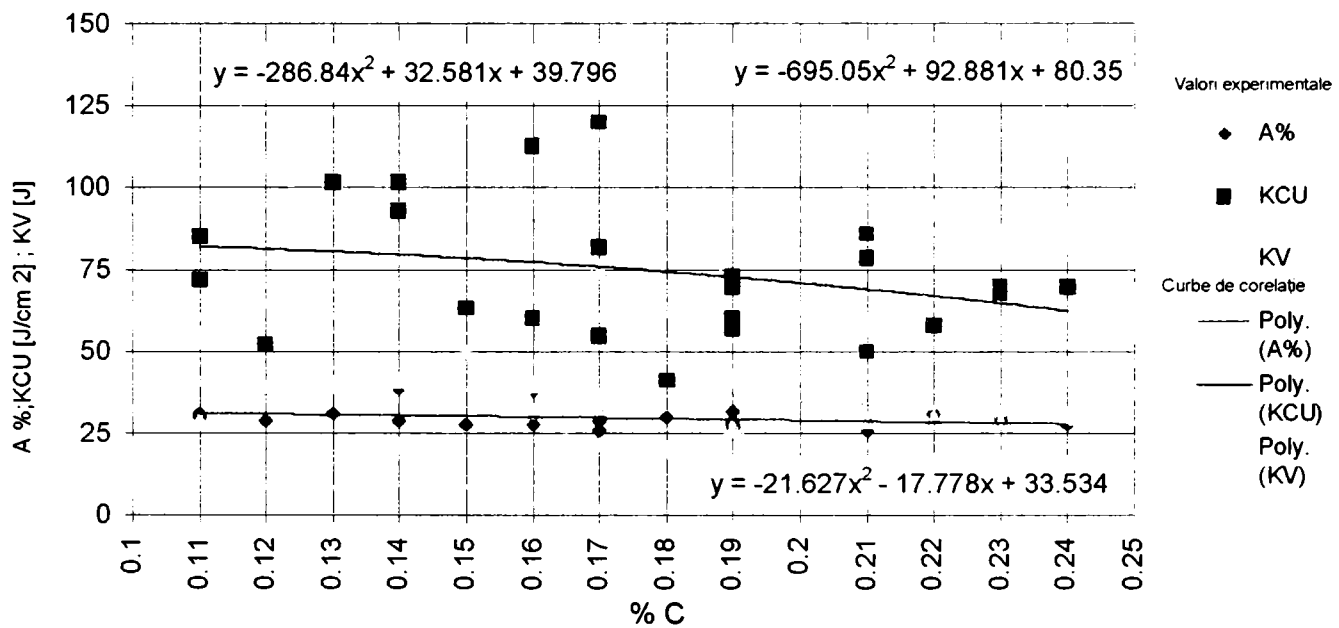


Fig. 4.24a Influența conținutului de carbon asupra caracteristicilor de tenacitate și plasticitate, ale oțelului probelor prelevate din stâlpi și rigle;

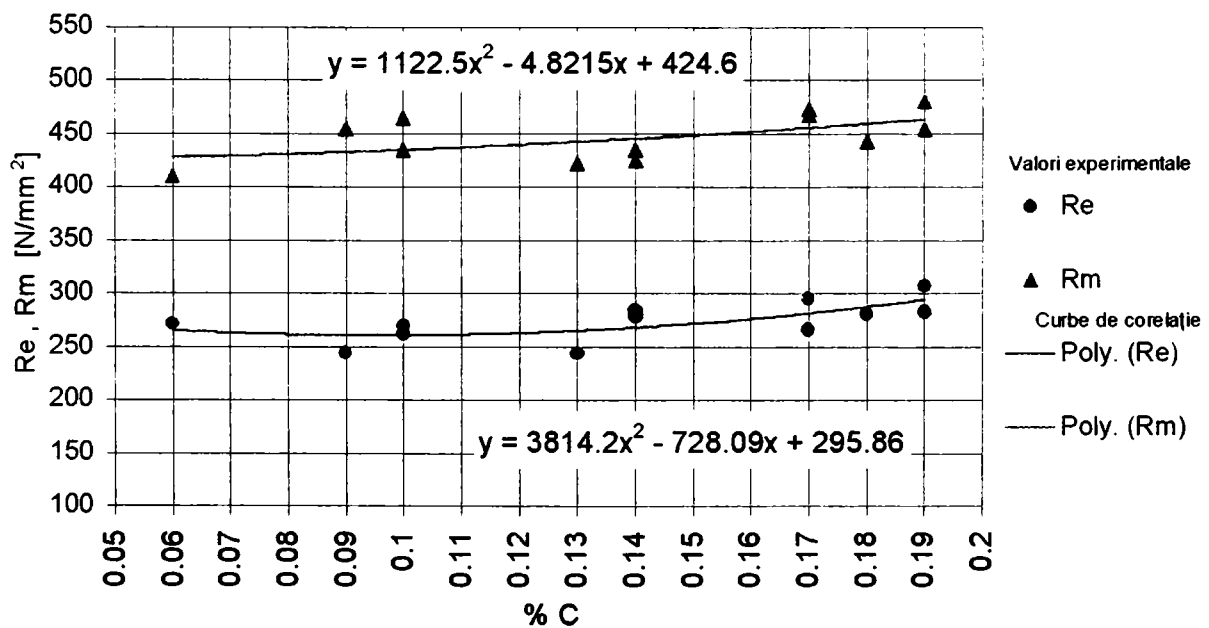
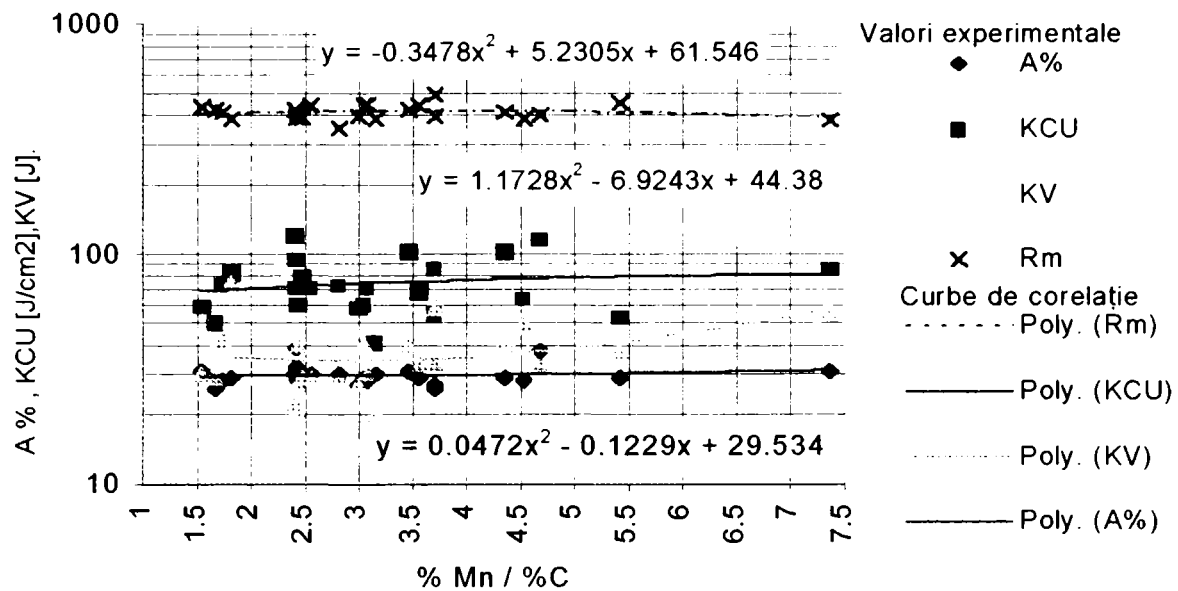
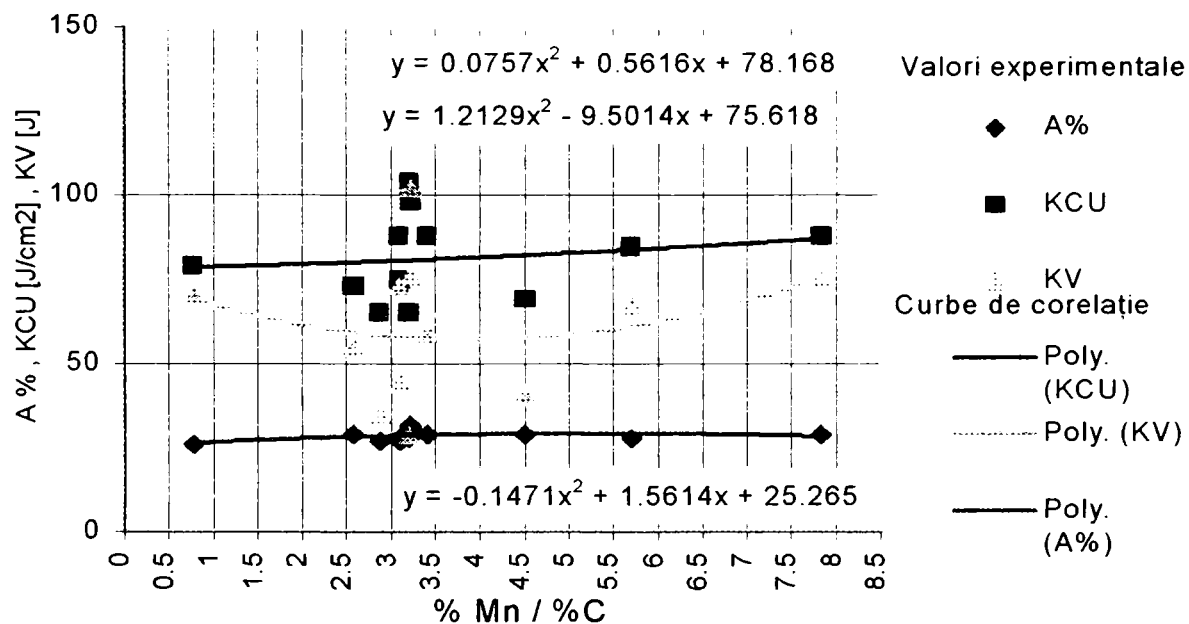


Fig. 4.24b Influența conținutului de carbon asupra caracteristicilor de rezistență, ale oțelului probelor prelevate din grinzile de rulare

Efectul favorabil al manganului atât asupra caracteristicilor de rezistență cât și a celor de tenacitate și plasticitate, menționat și în [15], rezultă din fig.4.25 : creșterea raportului între conținutul de mangan și cel de carbon, în condițiile obținerii aceleiași rezistențe la rupere, determină îmbunătățirea caracteristicilor de tenacitate.



a.



b.

Fig. 4.25 Influența raportului %Mn / %C asupra caracteristicilor de tenacitate ale oțelului probelor prelevate din : a - stâlpi și rigle ; b - grinzi de rulare

Concluzii similare celor deduse pe baza valorilor experimentale și curbelor trasate în figurile 4.23 - 4.25, rezultă și din analiza dependenței valorice dintre caracteristica mecanică limită de curgere și procentul de carbon echivalent respectiv alungire procentuală la rupere, reprezentate, după [9], în fig.4.26a și 4.26b, ceea ce justifică încadrarea oțelului studiat, în categoria oțelurilor de uz general, marca OL 37 .

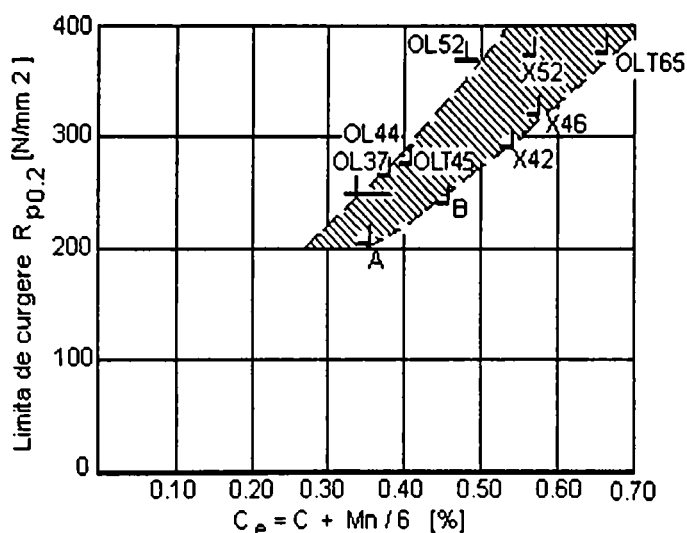


Fig. 4.26a Variația limitei de curgere cu indicele de carbon echivalent la produsele laminate la cald din oțeluri de uz general

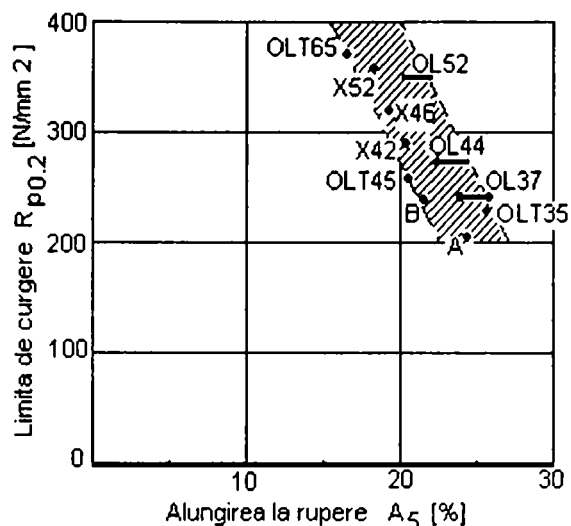


Fig.4.26b Variația alungirii la rupere în funcție de limita de curgere la produsele laminate la cald din oțeluri de uz general

Efectul defavorabil al elementelor siliciu, sulf și fosfor, manifestat asupra caracteristicilor de tenacitate, este ilustrat în fig.4.27 , 4.28 și 4.29.

Alura curbelor (KCU) și (KV) trasate, în fiecare din cele trei figuri, cu valorile experimentale din tabelul 4.25a, confirmă efectul defavorabil menționat, specificat alături de cel al măririi sensibilității de fisurarea la cald și în lucrarea [15] ; traseul mai puțin relevant al curbei (KV) în prima jumătate a acesteia, poate fi atribuit valorilor aproape duble ale indicatorilor statistici de împrăștiere : abatere standard s_x și coeficient de variație v_x , (tab. 4.27a) , comparativ, de exemplu, cu valoarea $v_s = 8 - 20\%$ considerată, după [27], ca frecventă pentru acest tip de variabilă aleatoare.

Majoritatea proprietăților mecanice ale oțelurilor, sunt dependente de mărimea cristalului din sistemul de cristalizare, numit și grăunte. La temperatura normală, după [16], limita de curgere, rezistența la rupere, rezistența la oboseală și la solicitări prin șoc cresc, atunci când dimensiunea grăuntelui scade. Structura ferito-perlitică a oțelurilor de uz general, ce se prezintă, după [41], sub forma unei soluții de interstiție cu rețeaua deformată de pătrunderea altor elemente ca P, H₂, N₂, este influențată sub aspectul proporției constituenților, de conținutul în carbon și mangan. Transformările structurale ce au loc în cursul procesului de elaborare, laminare, tratament termic și în cel de executare a elementelor de construcții asamblate prin sudură, determină comportarea oțelului în structurile aflate în exploatare.

Influența factorilor menționați anterior, asupra proprietăților mecanice ale oțelului din elementele structurii studiate, au fost puse în evidență prin analiza microstructurii probelor metalografice prelevate din aceleași eșantioane ca și epruvetele necesare încercărilor mecanice.

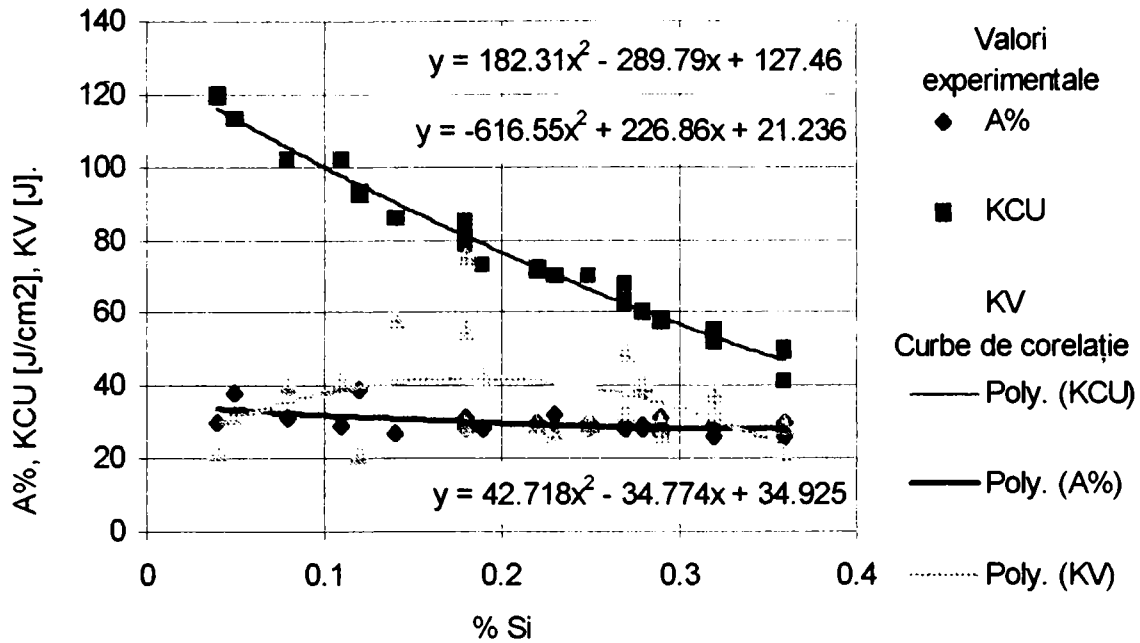


Fig.4.27 Influența conținutului de % Si asupra caracteristicilor de tenacitate și plasticitate

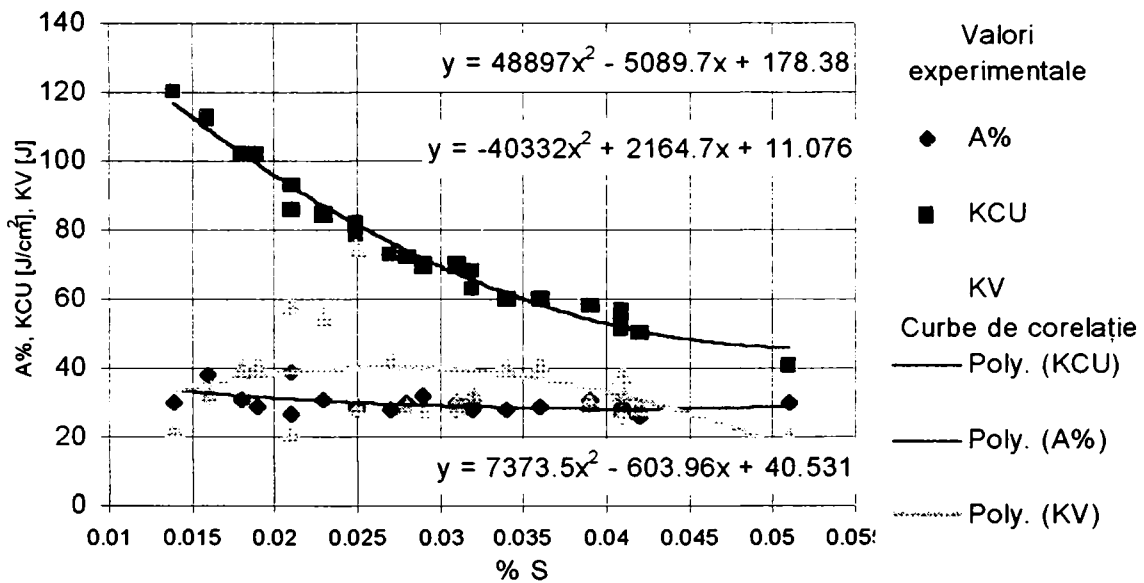


Fig.4.28 Influența conținutului de % S asupra caracteristicilor de tenacitate și plasticitate

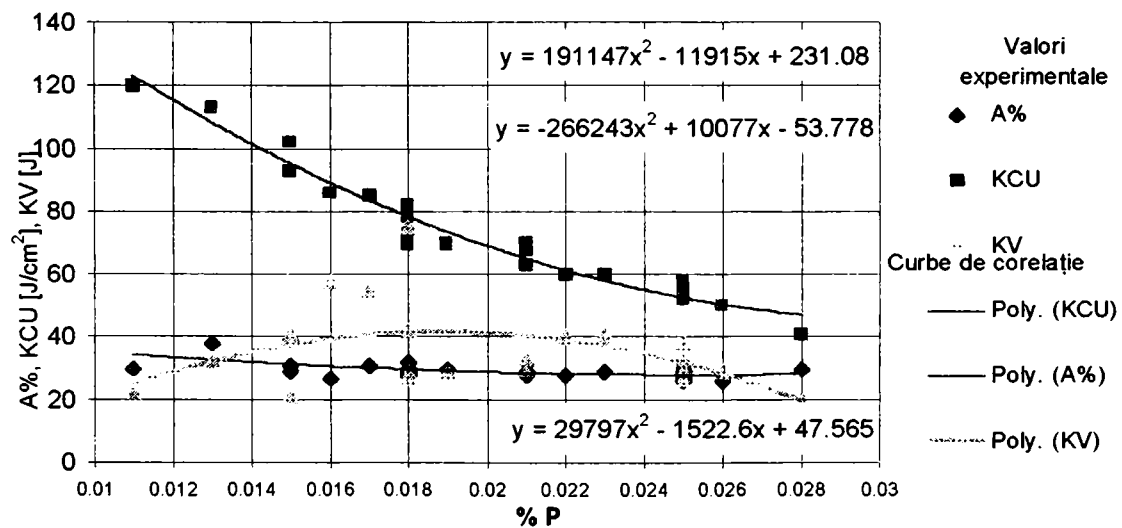


Fig.4.29 Influența conținutului de % P asupra caracteristicilor de tenacitate și plasticitate

Spre exemplificare, în figurile 4.30 și 4.31 se pot urmări comparativ atât efectul creșterii conținutului de carbon cât și cel al gradului de finisare al structurii asupra caracteristicilor de rezistență și tenacitate astfel : structura cu grăunți uniformi din fig.4.30, obținută pe proba A3s, având conținutul de carbon 0,19% și cel de mangan 0,33%, prezintă caracteristici mecanice și de tenacitate, (tab.4.25a), superioare celor rezultate pe proba B6i, în a cărei compoziție există 0,18% carbon și 0,57% mangan, dar structura este grosolană, cu grăunți de ferită neuniformi.

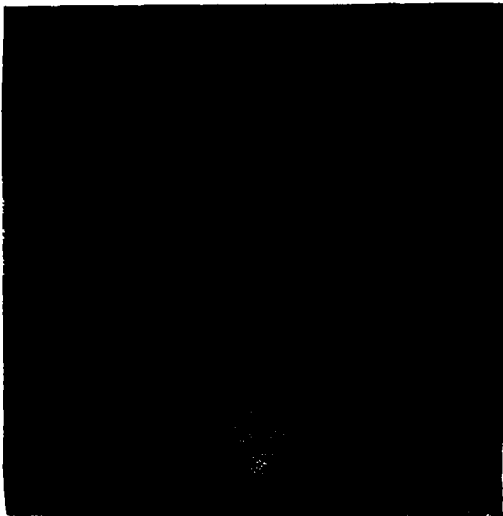


Fig. 4.30 Proba A3s, cu 0,19% C după atac nital 2% - structură ferito-perlitică cu grăunți uniformi (500 : 1)

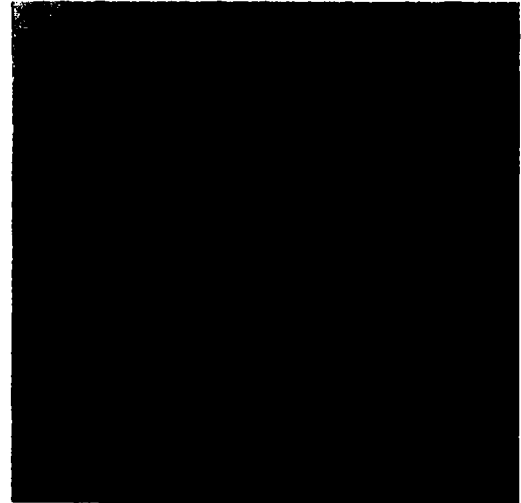


Fig. 4.31 Proba B6i, cu 0,18% C după atac nital 2% - structură laminată cu grăunți grosolani (500 : 1)

Influența simultană asupra caracteristicilor oțelului a alungirii grăunților, datorată procesului de laminare la cald în urma căreia structura prezintă tendința de orientare în șiruri și cea a mărimii grăunților, este ilustrată în figurile 4.32 și 4.33.

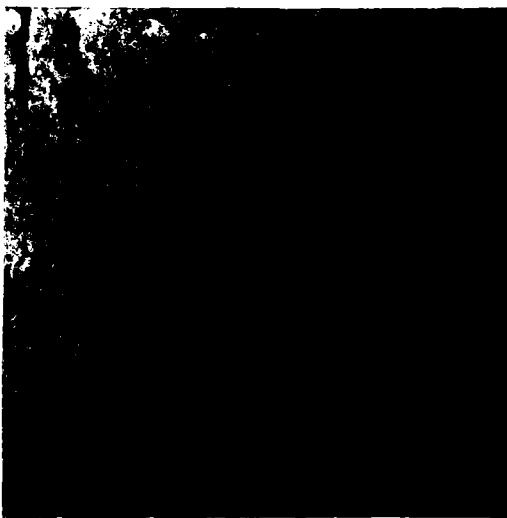


Fig.4.32 Proba B8i, cu 0,23% C, după atac nital 2%, - structură de laminare relativ uniformă, cu orientare în șiruri (500 : 1)

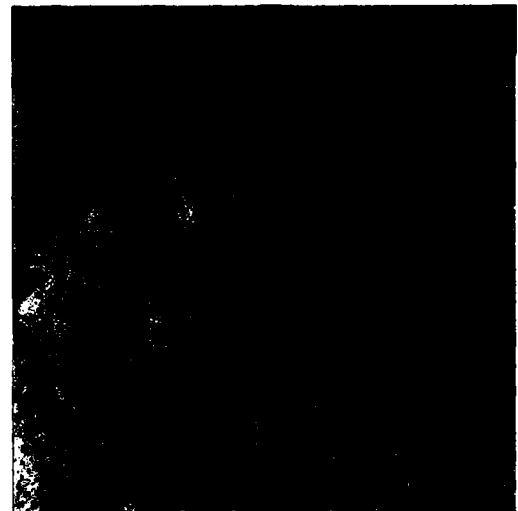


Fig. 4.33 Proba A6i, cu 0,21% C, după atac nital 2%, - structură grosolană neuniformă cu tendință de orientare în șiruri (500 : 1)

Deși în cazul ambelor probe conținutul de carbon determinat pe produs și situat în jurul aceleiași valori maxime pentru oțelul OL37, după [74] de 0,22%, a avut ca efect îmbunătățirea caracteristicilor mecanice față de cele ale altor probe cu conținut mai mic de carbon, totuși,

caracteristicile de tenacitate nu s-au modificat în aceeași măsură. Analizând însă caracteristicile de rezistență și de tenacitate obținute pe proba având structura uniformă de laminare din fig.4.32, comparativ cu cele aferente probei cu structură grosolană, neuniformă și cu tendință de orientare în șiruri a constituenților, din fig.4.33, se constată, la aceasta din urmă, scăderea valorilor ambelor categorii de caracteristici menționate.

La evaluarea criteriilor de calitate ale oțelului structurii de rezistență studiate după prevederile normei [74], respectiv stabilirea mărcii, a clasei de calitate și a gradului de dezoxidare, se remarcă următoarele aspecte , considerate deosebite :

- încadrarea valorică a caracteristicilor de tenacitate obținute experimental în prescripțiile standardului menționat referitoare la clasele de calitate, s-a obținut numai în cazul probelor prelevate din grinzile de rulare și doar pentru fractilul cu probabilitatea 90% de asigurare a acestor carcteristici ;

- încadrarea valorică a caracteristicilor de rezistență, conform aceluiași criterii, referitoare însă la marca de oțel, a condus, cu probabilitatea de 90%, la stabilirea mărcii OL37, comună tuturor elementelor de rezistență.

Interpretarea acestor aspecte ținând seama de precizările asupra alegerii mărcilor de oțel pentru construcții și structuri sudate, din [9], [15], [29], [30], precum și a celor din fig.4.34 reprodușă după norma [83], indică drept necorespunzător oțelul OL37.1k din punct de vedere al clasei de calitate, pentru toate elementele de rezistență analizate, iar în cazul grinzilor de rulare, calificativul menționat se referă și la marcă.

Temperatura minimă de proiectare, °C						Grosimea produsului ^{*)} , mm									
						5	10	15	20	25	30	35	40	45	
coeficient de periculozitate C=k x S x B					3,0										Clasa de calitate 7
				3,0	2,5										Clasa de calitate 6
				3,0	2,5	2,0									Clasa de calitate 5
				3,0	2,5	2,0	1,5								Clasa de calitate 4
				3,0	2,5	2,0	1,5	1,0							Clasa de calitate 3
		3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5								Clasa de calitate 2 (oțel necalmat)
		2,5	2,0	1,5	1,0	0,5									Clasa de calitate 1 (oțel necalmat)
	2,0	1,5	1,0	0,5										Clasa de calitate 2 (oțel calmat)	

*) Pentru profile se ia grosimea medie a tălpii

Fig. 4.34 Alegerea clasei de calitate conform prevederilor STAS R 8542-79

În vederea determinării unor cauze care ar fi putut influența valorile experimentale obținute ale caracteristicilor de material, pe baza cărora s-a stabilit apoi marca și clasa de calitate a oțelului, s-au efectuat :

1. Analiza critică a tehnologiei și a zonelor de prelevare a probelor de oțel

Prin respectarea tehnologiei de prelevare, propusă prin programul experimental conform prescripțiilor din standardele menționate în paragraful 4.2.2, se poate considera exclusă posibilitatea alterării materialului probelor și, prin aceasta, obținerea unor date experimentale eronate.

Stabilirea zonelor de prelevare a probelor de oțel, efectuată din considerente legate atât de modul de alcătuire constructivă și conlucrare între elementele structurii de rezistență studiate, cât și posibilitățile de acces în zonele respective, au fost considerați factori potențiali de influențare a rezultatelor încercărilor. În acest sens, analiza valorilor experimentale a caracteristicilor de tenacitate obținute pe epruvetele provenite din grinzile de rulare, a relevat existența unor factori care influențează defavorabil aceste proprietăți, presupunere confirmată și de aspectul suprafețelor de rupere prezentate în figurile 4.35a,b,c, ale epruvetelor supuse solicitării de încovoiere prin șoc.

Examinarea aspectului suprafețelor de rupere, urmată de calificarea tipului de rupere - prin alunecare dacă suprafața este fibroasă, respectiv prin clivaj dacă suprafața este cristalină - și calculul energiei absorbite pentru rupere, corelate cu datele privind compoziția chimică procentuală a oțelului analizat, dau indicații asupra caracteristicilor de tenacitate ale materialului dar pot sesiza și existența altor factori perturbatori ai rezultatelor obținute.

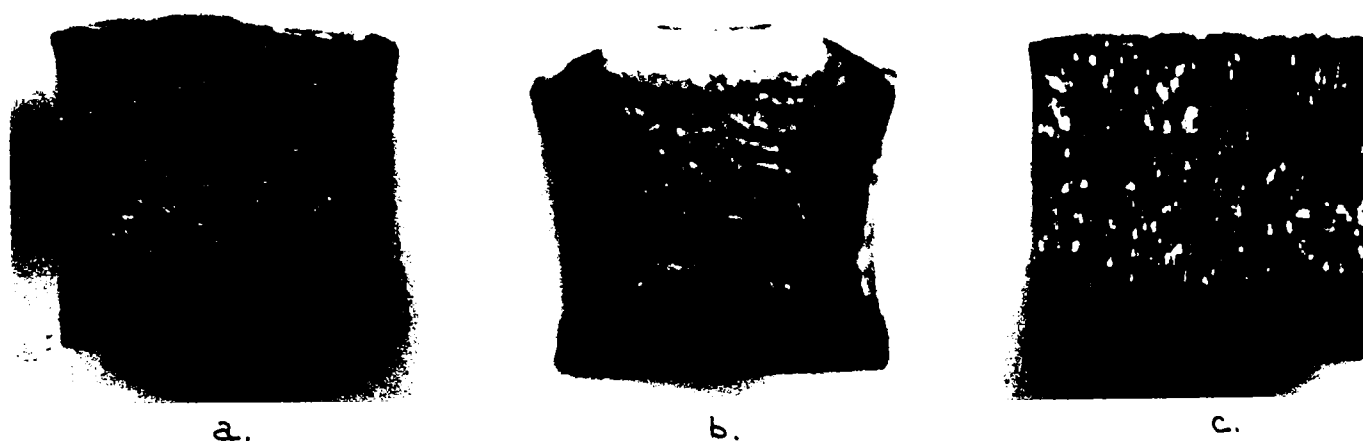


Fig.4.35 Suprafețe de rupere la încercarea de încovoiere prin șoc a epruvetelor cu creștătură în V, prelevate din grinzile de rulare, în zona :
a - talpă, proba A11-12t ; b - talpă, proba B6-7t ; c - inimă, proba A4-6i

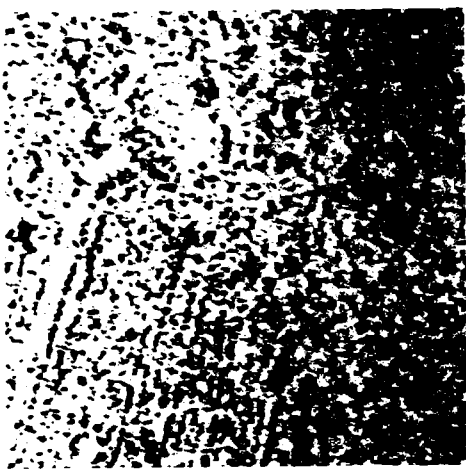
Referitor la aspectele prezentate, se menționează însă și remarca din lucrarea [16] conform căreia, gradul considerabil de împrăștiere al rezultatelor încercărilor de încovoiere prin șoc este cauzat atât de variațiile locale ale proprietăților oțelului cât și de dificultățile practice de realizare a unor creștături perfect reproductibile, forma creștăturii și adâncimea ei reprezentând mărimi critice pentru aceste încercări.

Analizând aspectul suprafețelor de rupere ale epruvetelor din fig.4.35 pe baza compoziției chimice procentuale, ale cărei valori s-au prezentat în tabelul 4.25b, se constată evanescența ariei de rupere fibroasă ; evoluției fenomenului, considerat justificat în cazurile a și b, nu i se poate da aceeași interpretare pentru cazul c, în care procente reduse de carbon, siliciu, fosfor, sulf și conținutul semnificativ de mangan, ar trebui să determine acestei epruvete, caracteristici de tenacitate superioare celor manifestate de epruvetele A11-12t și B6-7t.

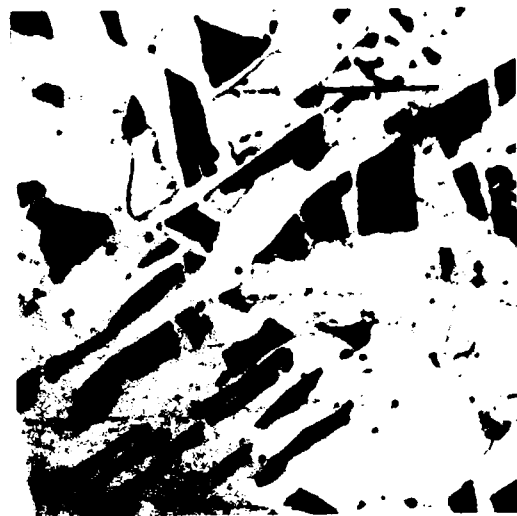
Aspectul cristalin al suprafeței de rupere, extins pe întreaga secțiune a epruvetei și caracteristic ruperii prin clivaj la valori mici ale energiei înmagazinate, își găsește explicația în

fig.4.36 care reprezintă microstructura probei metalografice, prelevată din aceeași probă de oțel ca și epruveta din fig.4.35c.

Transformările de fază care au loc în zona influențată termic, defavorabile din cauza mărimii diferite a grăunților rezultați, conduc la neomogenități din punctul de vedere al caracteristicilor mecanice. Structura grosieră cu tendință de orientare a constituenților perpendicular pe frontul de degajare a căldurii se caracterizează, după [10], prin fragilitate ; deși la oțelurile cu conținut redus de carbon, după [15], transformările de fază nu pot conduce la formarea în Z.I.T. a structurilor martensitice, datorită valorilor mari ale vitezei critice de răcire care nu pot fi depășite în condițiile unei răcirii normale, se poate remarca preponderența constituenților care au efecte defavorabile asupra caracteristicilor de tenacitate și plasticitate ale materialului metalic din aceste zone.



a.



b.

Fig.4.36 Proba A4-6i , din Z.I.T., după atac nital 2% -
a - structura zonei de trecere Z.I.T. - material de bază (100 : 1) ; b - structură din Z.I.T. (500 : 1)

Posibilitatea suprapunerii parțiale a zonelor influențate termic peste cele din care s-au prelevat probe de oțel din structură, poate fi considerată o cauză a obținerii valorilor reduse ale caracteristicilor de tenacitate, dar nu poate fi generalizată la nivelul întregii structuri de rezistență a halei studiate.

2. Completarea bazei de date alcătuită în vederea modelării structurii reale a halei, cu interpretarea rezultatelor analizei vizuale a elementelor structurii de rezistență

Analiza vizuală efectuată la nivelul grinzilor de rulare a condus la constatarea următoarelor deficiențe care pot avea drept cauză și caracteristicile necorespunzătoare ale materialului :

- existența unor **fisuri orizontale longitudinale** în talpa superioară a grinzii de rulare cu deschiderea de 11m, din traveele 2-3 ale șirului I, respectiv 2-3 și 10-11 ale șirului II de stâlpi, a căror poziție este marcată în fig.4.37a și b .
- existența **fisurilor transversale** în talpa superioară a grinzilor de rulare cu 11m deschidere, din traveele 2-3 pe șirul I, respectiv traveele 3-4, 4-5, 5-6, 10-11, 11-12 și 12-13 pe șirul II (fig.4.37a, b) și a fisurilor din inima grinzilor de rulare situate pe șirul I de stâlpi (fig.4.37b).

În apariția și dezvoltarea acestor defecte de tipul fisurilor, semnalate mai ales în grinzile de rulare cu deschideri mai mici, o cauză o poate constitui și fenomenul de îmbătrânire mecanică a oțelului, tip de comportare asociat, după [16], fenomenului de curgere, prin care rezistența materialului crește dar deformabilitatea și caracteristicile de tenacitate scad.

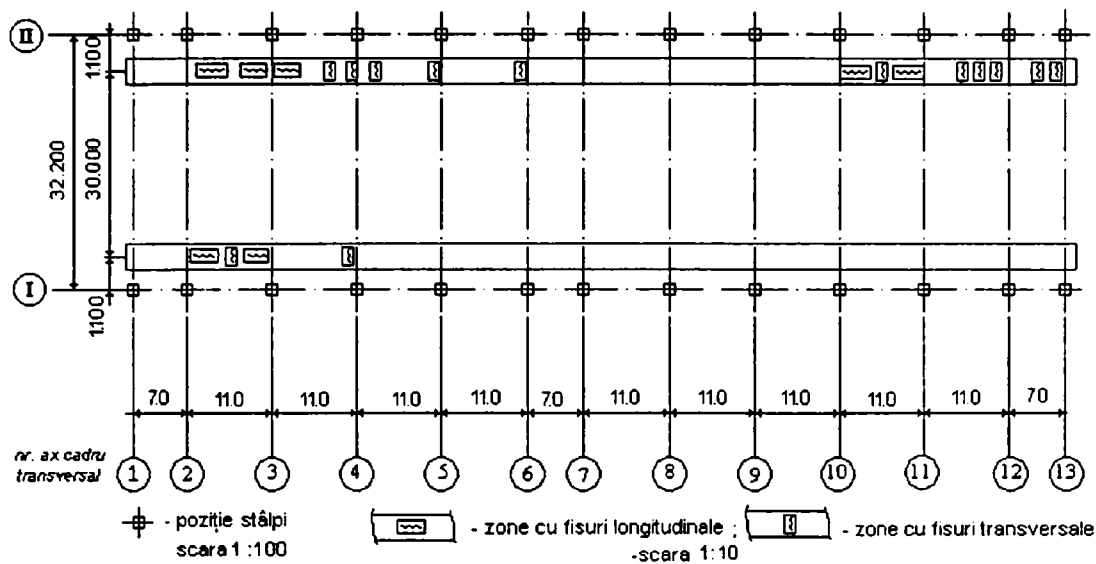


Fig.4.37 a - Relevu fisuri în talpa superioară a grinzilor căilor de rulare din H.C.A

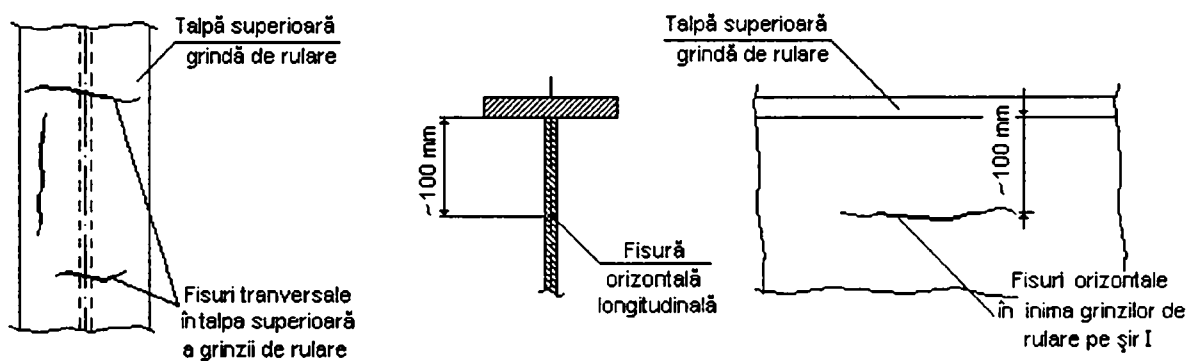


Fig.4.37 b - Detalii fisuri din tălpile și inima grinzilor de rulare din H.C.A

3. Estimarea finală a caracteristicilor de material

Analizelor critice și interpretărilor valorice și calitative ale rezultatelor încercărilor experimentale, prezentate anterior, li s-au asociat și interpretări biparametrice ale corelațiilor dintre caracteristicile mecanice și tehnologice ale oțelului studiat și, respectiv, compoziția chimică procentuală determinată pe produs. Studiul acestor corelații s-a efectuat prin intermediul programului de calcul **CORELA**, întocmit în **MATLAB4.1** și prezentat spre exemplificare în Anexa A4.4, pentru corelația $R_e = f(\%C, \%Mn)$.

Dependența dintre variabilele analizate a rezultat sub forma unor suprafețe ale căror duble curburi indică cantitativ și calitativ corelația dintre variabilele aferente câte unei perechi de axe de coordonate. Programul de calcul întocmit, listează și ecuația analitică a suprafeței, sub forma unei funcții de gradul doi, $f(u,v,z)$ în care u și v definesc corelațiile dintre câte două variabile, considerate succesiv. Pe suprafețele reprezentate în figurile 4.38 - 4.40 s-a trasat și un caroiaj

curbiliniu ce respectă dubla curbură a acestora și facilitează posibilitatea poziționării valorilor determinate experimental, ale căror corelații au generat suprafața respectivă.

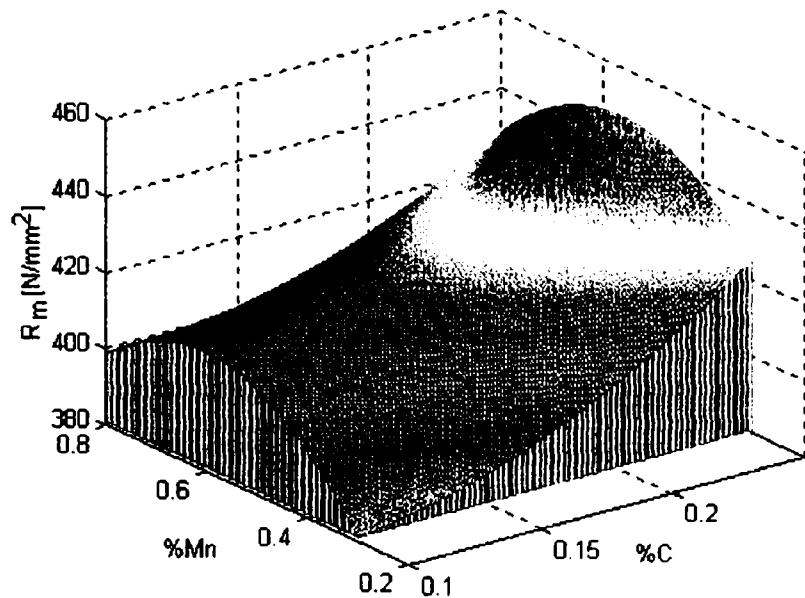


Fig.4.38 Variația rezistenței la tracțiune în funcție de compoziția chimică a oțelului din stâlpii și riglele cadrelor transversale

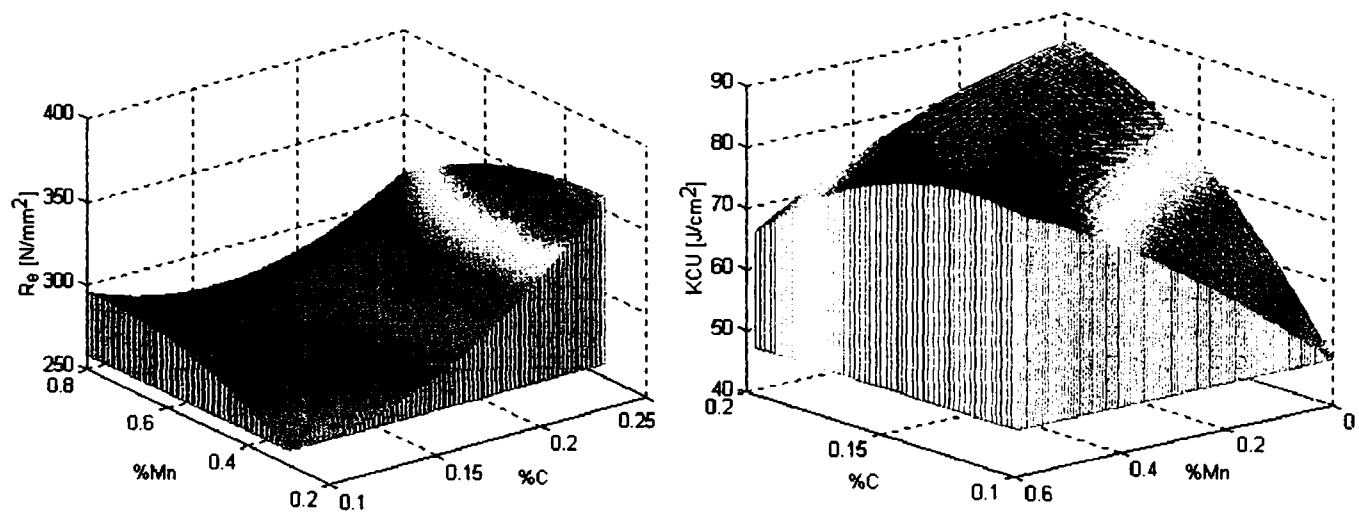


Fig.4.39 Variația limitei de curgere în funcție de compoziția chimică a oțelului din :
a - stâlpii și riglele cadrelor transversale ; b - grinzile de rulare

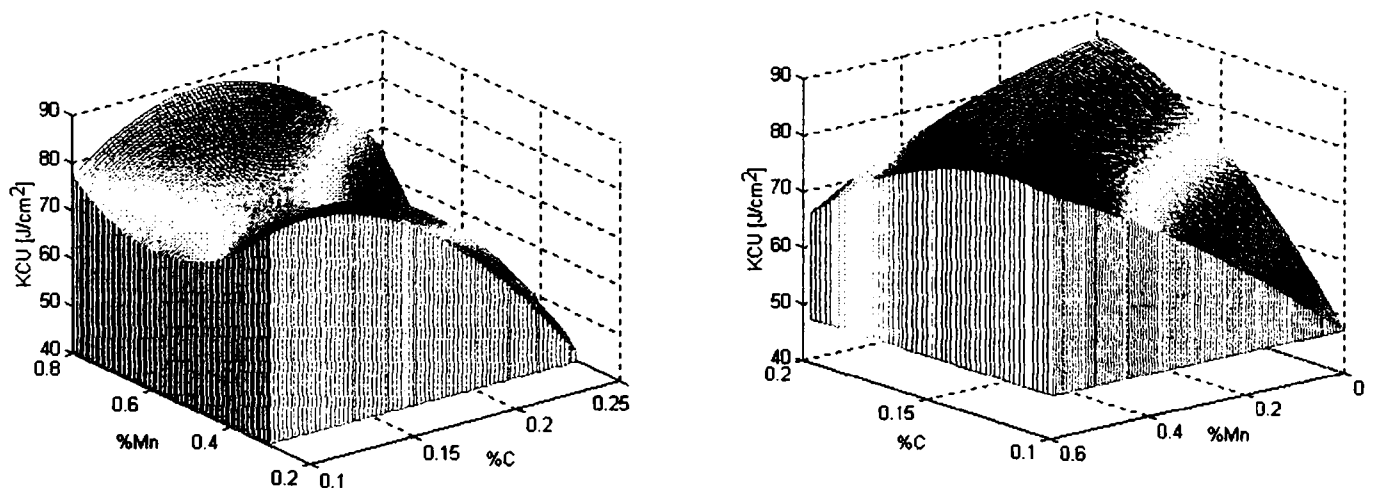


Fig. 4.40 Variația caracteristicilor de tenacitate în funcție de compoziția chimică a oțelului din : a - elementele de rezistență ale cadrelor transversale ; b - grinzile de rulare

Analiza corelațiilor dintre variabilele studiate, exemplificată, pentru câteva cazuri considerate reprezentative, în figurile 4.38-4.40, confirmă justificările formulate în prezentul paragraf, care au determinat încadrarea oțelului încorporat în elementele structurii de rezistență studiate, aflată în exploatare , după cum urmează :

- ***în stâlpii și riglele cadrelor transversale - OL37.1k;***
- ***în grinzile de rulare - OL37.2k.***

Se poate remarca astfel că, în cursul timpului cât elementele și structura de rezistență a unei construcții se află în exploatare, materialul metalic își poate modifica proprietățile fizico-mecanice și tehnologice sub acțiunea unor cauze și în prezența unor factori determinanți, analizați în capitolul I al lucrării și prezentați sintetic subcapitolul 4.3 , în care s-au formulat și concluziile finale rezultate în urma efectuării studiilor, măsurărilor tehnico-topografice și cercetărilor experimentale .

4.3 CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA STUDIILE ȘI CERCETĂRILE EXPERIMENTALE EFECTUATE

Studiile și cercetările experimentale efectuate au avut ca obiectiv obținerea informațiilor asupra imperfecțiunilor geometrice și structurale, necesare alcătuirii bazei de date în vederea modelării fizice și evaluării gradului de siguranță a unei structuri de rezistență specifică halelor industriale cu poduri rulante, aflată în exploatare. Pentru realizarea obiectivului propus, a fost elaborat un program de studii și cercetări experimentale, prin ale cărui etape s-au urmărit :

- Studiul și evaluarea caracteristicilor fizico-mecanice și tehnologice ale materialului metalic din elementele structurii de rezistență, aflată în exploatare ;
- Estimarea geometriei reale a elementelor și structurii de rezistență, după o perioadă de exploatarea a construcției sub încărcări.

Parcursul primei etape a programului menționat a necesitat prelevarea din elementele structurii de rezistență a unor probe de metal, din care s-au confecționat apoi epruvetele necesare efectuării încercărilor mecanice și tehnologice, respectiv probele de laborator pentru analizele chimice și metalografice.

Rezultatele experimentale obținute au fost supuse verificărilor și prelucrărilor statistice, în acest sens fiind întocmit un set de programe de calcul, executabile sub MATLAB4.1. De asemenea, în vederea posibilității analizei valorice și calitative a rezultatelor încercărilor experimentale, a fost elaborat și un alt set de programe de calcul, care, rulând tot sub MATLAB4.1, realizează interpretări analitice și reprezentări grafice biparametrice ale corelațiilor dintre caracteristicile mecanice și tehnologice ale oțelului studiat și compoziția chimică procentuală determinată pe produsul laminat încorporat în elementele structurii de rezistență aflată în exploatare.

Rezultatele finale obținute pe probele de metal, interpretate în conformitate cu prevederile standardului STAS 500/2-80 comparativ cu cele ale STAS 500-49, în vigoare în perioada de proiectare a construcției, au relevat că, în cursul timpului cât elementele și structura s-au aflat în exploatare, s-au produs modificări ale proprietăților fizico-mecanice și tehnologice ale materialului metalic . În acest sens, s-a constatat că doar valorile compoziției chimice procentuale, obținute în urma prelucrărilor statistice ale determinărilor experimentale, justifică menținerea încadrării oțelului din stâlpii și riglele cadrelor transversale respectiv din elementele ansamblului grinzilor de rulare, în marca OL37 (OL38B în STAS 500-49), deoarece în cazul caracteristicilor mecanice și tehnologice s-au semnalat neconcordanțe valorice atât în ceea ce privește marca OL38 a oțelului, cât și clasa AB de calitate, specificate în documentația de execuție .

Această observație a rezultat pe baza sesizării unei creșteri semnificative a rezistențelor mecanice, respectiv a limitei de curgere și a rezistenței la rupere, concomitent cu scăderea caracteristicilor de deformabilitate și diminuarea caracteristicilor de tenacitate. Interpretarea calitativă a modificărilor menționate, în accepțiunea teoriilor metalurgiei mecanice, [16], a condus la formularea concluziei producerii în timp a fenomenului de îmbătrânire mecanică sau

îmbătrânire prin deformare a materialului metalic. Astfel, în oțelul supus investigațiilor, **creșterea limitei de curgere** - analizată după aceeași lucrare [16] la nivelul microstructurii materialului metalic, ca mărime asociată tensiunii necesare învingerii rezistenței opuse la alunecare de atomii interstițiali - se datorează difuziei atomilor de carbon și azot către dislocații, unde formează noi atmosfere de atomi interstițiali blocate de dislocații, iar **reducerea capacității de deformare plastică** este cauzată de precipitarea azotului liber, sub formă de nitruți și carbonitruți, în zona rosturilor dintre cristale.

Evoluția fenomenului de îmbătrânire mecanică este favorizată, după [15], de încărcări repetate, variații de temperatură și suprasolicitări, a căror acțiune se manifestă prin blocarea planurilor de alunecare ale straturilor de ferită și crearea de tensiuni la nivelul rețelei cristaline, **micșorând astfel tenacitatea** oțelului. Importanța efectelor fenomenului de îmbătrânire mecanică, subliniată și în lucrări ca [15], [16], constă în existența posibilității de producere a deformațiilor suplimentare de alungire în cazul reapariției limitei de curgere sub acțiunea unor factori favorizanți, cum sunt și cei anterior menționați.

În cazul structurilor metalice de rezistență a halelor din siderurgie aflate în exploatare, astfel de factori sunt generați în cursul desfășurării proceselor tehnologice specifice. De exemplu, procesul tehnologic descris în subcapitolul 3.2, desfășurat în Hala cuptoarelor adânci supusă investigațiilor, și-a manifestat acțiunea, prin acești factori, îndeosebi asupra materialului metalic din elementele ansamblului grinzilor de rulare din zona cuptoarelor, unde s-au semnalat de altfel, și efectele cele mai semnificative ale fenomenului descris, în acest sens menționându-se și existența defectelor de tipul fisurilor dezvoltate pe direcțiile longitudinală și transversală în talpa superioară și în inima grinzilor căilor de rulare. Inițierea, generarea și evoluția acestor defecte, în situația solicitării la oboseală a grinzilor de rulare, a fost favorizată și de suprapunerea efectelor fenomenului îmbătrânirii mecanice a oțelului, peste cele ale altor imperfecțiuni și abateri existente, constatate în urma efectuării studiilor și măsurătorilor topografice.

În ceea ce privește cea de-a doua etapă a programului de studii și cercetări experimentale, posibilitatea estimării geometriei reale a structurilor de rezistență aflate în exploatare, a fost exemplificată, pentru aceeași Hală a cuptoarelor adânci, pe baza prelucrării rezultatelor măsurătorilor topometrice executate și a calculelor efectuate prin metode specifice topografiei inginerești.

Operațiile preliminare în vederea executării măsurătorilor au constat în stabilirea caracteristicilor dimensionale urmărite și poziționarea, în acest sens, a punctelor topografice de detaliu pe structura de rezistență a halei analizate. De asemenea, s-au stabilit rețeaua de sprijin și rețeaua de ridicare, precum și pozițiile punctelor topografice incluse în traseul acestora.

În etapa de efectuare a măsurătorilor planimetrice, pentru marcarea punctelor topografice de detaliu, a fost conceput și realizat un dispozitiv metalic demontabil, cu rol de marcă mobilă, care a fost amplasat succesiv pe stâlpii halei, la două nivele de măsurare; pentru măsurătorile altimetrice, au fost utilizate reperele-nivelment existente, poziționate pe stâlpii metalici din frontoanele halei din faza de execuție a acesteia.

În urma prelucrării datelor rezultate din efectuarea măsurătorilor planimetrice și altimetrice, a fost pus în evidență faptul că deformațiile și deplasările survenite în timp, datorate procesului de exploatare, au modificat geometria inițială a structurii, deja afectată, după cum a rezultat din măsurătorile de control executate, de prezența unor inexactități și abateri provenite din faza de montaj a acesteia.

Investigarea cauzelor și factorilor care au contribuit la evoluția imperfecțiunilor geometrice și abaterilor până la valori care, în unele cazuri, s-a constatat că depășesc semnificativ abaterile admisibile stabilite prin normativele în vigoare, a relevat rolul deosebit al concepției de ansamblu și a celui de alcătuire a detaliilor în proiectarea structurilor de rezistență, elemente ce pot influența semnificativ modul de comportare ulterioară a construcției în exploatare.

Tot drept cauze care pot favoriza generarea și evoluția imperfecțiunilor geometrice, au fost apreciate cele datorate modificărilor în timp ale procesului tehnologic, care au impus, în general, înlocuirea unora dintre utilajele de ridicare și transport cu altele noi, de capacitate mai mare și având o altă poziție în convoi, sau cauze provenite din exploatarea defectuasă a utilajelor ca, de exemplu în hala supusă observațiilor, utilizarea podurilor rulante pentru operațiunile de curățare a vetrei cuptoarelor adânci.

Din analiza suprapunerii efectelor defavorabile ale factorilor menționați, atât asupra geometriei structurilor de rezistență cât și asupra materialului metalic din elementele acesteia, se poate formula concluzia că structurile de rezistență reale ale halelor metalice din siderurgie, aflate în exploatare, sunt afectate de imperfecțiuni geometrice și structurale, prin care acestea se deosebesc de structurile ideale, considerate în etapa de proiectare.

De asemenea, în urma efectuării programului experimental de investigații și măsurători, respectiv a interpretării rezultatelor obținute, se poate concluziona totodată că imperfecțiunile de natură geometrică și structurală ale construcțiilor aflate în exploatare, pot fi evaluate prin studii și cercetări experimentale privind caracteristicile fizico-mecanice și tehnologice ale materialului metalic, respectiv prin studii și măsurători tehnico-topografice asupra geometriei ansamblului structural și a elementelor componente sale componente.

Valorificarea rezultatelor studiilor și cercetărilor experimentale întreprinse, poate fi realizată prin utilizarea acestora atât ca bază a elaborării programelor de urmărire a comportării construcțiilor în timp, cât și pentru obținerea unor modelări fizice mai fidele a structurilor de rezistență reale, în vederea evaluării gradului lor de siguranță în exploatare.

CAP. V.

ANALIZA SIGURANȚEI ÎN EXPLOATARE A STRUCTURILOR METALICE DIN SIDERURGIE

5.1 MODELAREA STRUCTURII PENTRU CALCULUL PLAN ȘI PENTRU CALCULUL DE CONLUCRARE SPAȚIALĂ

Utilizarea modelării în problemele de proiectare și, în particular, pentru verificarea siguranței în exploatare a unei structuri necesită, conform celor prezentate anterior, elaborarea unui model de calcul obținut din modelul fizic al structurii, căruia, pentru a-i descrie comportarea, i se atașează un model matematic.

Atât modelul fizic cât și cel matematic, ce presupun acceptarea unor ipoteze simplificatoare cu privire la acțiuni, comportarea materialului și alcătuirea structurii, se obțin, în general, în urma unui proces de discretizare fizică sau matematică a sistemului, respectiv al structurii studiate. Eficiența oricărei modelări a comportării unei structuri depinde, după [11], de raportul η între efortul de analiză depus efectiv și cel necesar pentru rezolvarea problemei modelate. Așa cum rezultă din fig.5.1, acest raport variază în funcție de evoluția prin care trece, în mod obișnuit, un model de calcul.

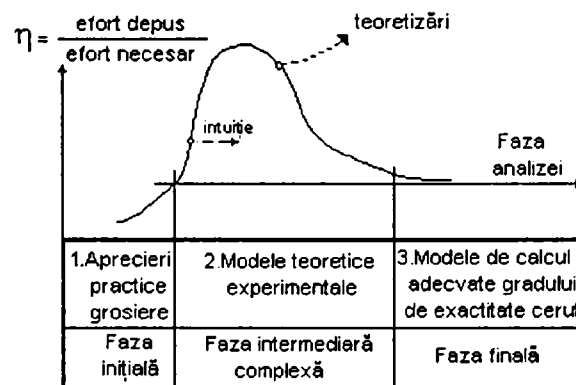


Fig.5.1 Evoluția gradului de eficiență al modelării

În sensul celor arătate, eficacitatea unui model de calcul pentru analiza cu metoda elementelor finite pe care sunt structurate majoritatea programelor de calcul automat cu caracter multifuncțional, cum este de exemplu și programul *ROBOT-STRUCTURE* utilizat în prezenta lucrare, depinde de tipurile de elemente folosite în modelare și de gradul de finețe al discretizării, corelate cu precizia necesară a rezultatelor în cadrul problemei studiate.

Operația de discretizare a structurilor de rezistență metalice ale halelor industriale din siderurgie, considerate, după [31], ca fiind alcătuite din elemente sub formă de bare, presupune concentrarea materialului după axele elementelor structurale, conservând caracteristicile de rigiditate ale structurii. Utilizarea, în cazul discretizării acestor structuri, a elementului finit de tip

bară asigură, după [35], modelului de calcul obținut, satisfacerea condiției de compatibilitate și de echilibru atât în interiorul elementelor finite cât și pentru întreaga structură.

Pentru modelarea unei structuri din categoria menționată, efectuată în variantele :

- modelarea pentru calculul plan al structurii și, respectiv
- modelarea pentru calculul de conlucrare spațială ,

prezentate în continuare pentru cazul H.C.A. a cărei alcătuire structurală a fost analizată în subcapitolul 3.2, etapele parcurse au constat în :

1. Schematizarea geometrică a structurii, respectiv discretizarea ei într-un număr finit de elemente structurale de tipul barelor, caracterizate prin forma și dimensiunile secțiunilor transversale precum și lungimea și orientarea axelor;
2. Stabilirea prin coordonate a poziției nodurilor de conexiune dintre elementele structurale și a nodurilor de rezem ;
3. Schematizarea legăturilor dintre elementele structurale și a legăturilor exterioare, respectând condiția de nedeformabilitate din punct de vedere geometric a structurii de rezistență și legarea ei invariabilă de baza de rezemare.
4. Schematizarea comportării materialului structurii, conform curbei caracteristice descrise prin relația dintre efortul unitar σ și deformația specifică ε , respectiv a relației forță P - deplasare U.
5. Schematizarea acțiunilor ținând seama de modul lor de manifestare, de distribuția pe structură și de evoluția lor în timp, precum și de specificul condițiilor de exploatare ale construcției , elemente pe baza cărora se definesc caracteristicile de calcul ale fiecărei acțiuni : intensitatea, direcția, modul de aplicare (concentrată sau distribuită, fixă sau mobilă) și caracterul acțiunii (statică sau dinamică).

Ca date inițiale utilizate în vederea modelării structurii de rezistență a unei industriale cu schelet metalic din siderurgie, aflată în exploatare, au fost considerate cele aferente H.C.A. supusă studiului, rezultate din :

- analiza privind alcătuirea structurală (paragraful 3.2.2) și legăturile dintre elemente (paragraful 3.2.3), pe baza cărora au fost definite schemele statice și de încărcare ale elementelor componente și ale ansamblului halei ;

- studiile și cercetările experimentale efectuate asupra materialului metalic din elementele structurii de rezistență (subcapitolul 4.2) și a geometriei structurii aflate în exploatare (subcapitolul 4.1).

Pregătirea blocurilor de date de intrare, în conformitate cu secvențele 1 - 5 , enunțate anterior, s-a efectuat în concordanță cu cerințele programelor de calcul automat utilizate pentru analiza structurii.

Astfel, pentru efectuarea calculului static al grinzilor căilor de rulare cu programul de calcul automat *GRIRUL*, [49], modelarea prezentată în fig.5.2 și în tabelul 5.1 alăturat, a presupus declararea următoarelor date de intrare :

- numărul deschiderilor și lungimea fiecăreia dintre deschideri, în m;
 - momentele de inerție pe deschidere, în m^4 ;
 - distanțele de la opritoare la reazemele extreme ale structurii respective, în m ;
 - numărul și poziționarea secțiunilor de calcul sau utilizarea definiției implicite a acestora la 0; 0,2; 0,4; 0,6 ;0,8 din lungimea fiecărei deschideri ;
 - numărul podurilor rulante și poziționarea lor în convoi, podurile fiind numerotate de la dreapta la stânga ;
 - numărul forțelor fiecărui pod, numerotate de la dreapta la stânga ;
 - valoarea fiecărei forțe a convoiului și distanța dintre aceste forțe ;
 - distanța de la forțele extreme ale convoiului, la tamponanele podului , în m;
 - valoarea forței orizontale, H, aferentă fiecărui pod rulant ;
- valoarea raportului P_{min} / P_{max} pentru fiecare pod rulant din convoi ;

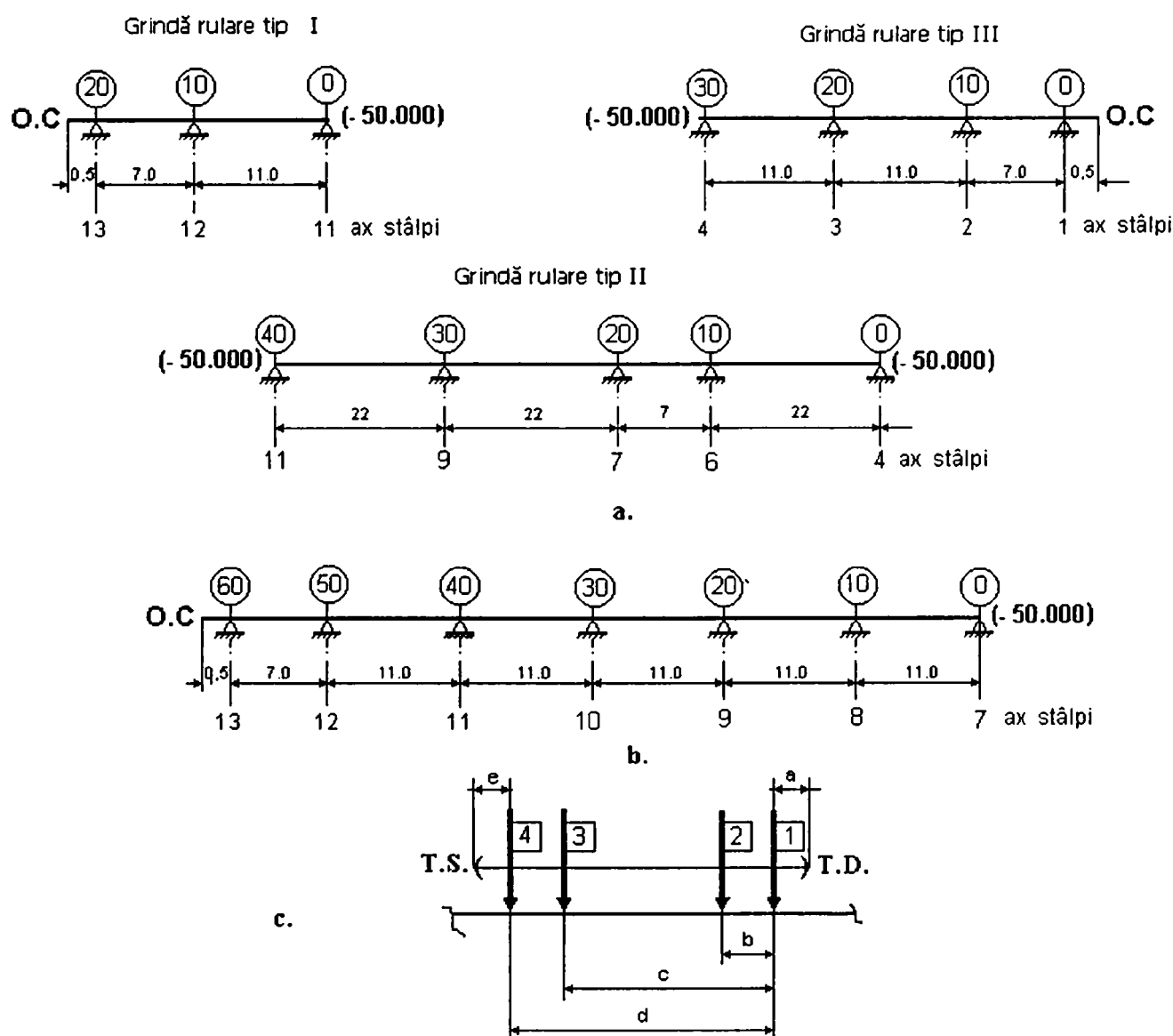


Fig.5.2 Schematizarea datelor de intrare în programul de calcul GRIRUL, declarate pentru grinzile de rulare din Hala cuptoarelor adânci

Tabelul 5.1

Nr. podului rulant	Capacitatea de ridicare [kN]	FORȚE , [kN] P , verticale 1) - 4) H , orizontale - 5)					DISTANȚE [m]					
		1)	2)	3)	4)	5)	a	b	c	d	e	
(1) și (3)	50/320	sarcina princip	4509	4509	4509	4509	210	1,55	0,90	5,0	5,90	1,55
		sarcina auxiliară	5678	5678	5678	5678	317					
(2)	100/400	sarcina princip.	6774	6774	6774	6774	239	1,23	1,0	5,95	6,95	1,23
		sarcina auxiliară	5620	5620	5620	5620	366					

Modelarea matematică a comportării structurii grinzilor de rulare s-a realizat prin secvențele proprii programului *GRIRUL*, [49], utilizând ca algoritm de calcul liniile de influență, determinate aplicând teoremele lucrului mecanic virtual sub forma deplasărilor virtuale, calculul fiind condus în formulare matricială.

Dintre rezultatele obținute în urma rulării, prezentate în subcapitolul 5.2, valorile reacțiunilor din reazemele grinzilor căilor de rulare, au fost utilizate în continuare pentru modelarea încărcărilor preluate de celelalte elemente ale structurii de rezistență.

Modelarea structurii de rezistență a ansamblului halei, pentru analiza comportării ei cu metoda elementelor finite, s-a efectuat urmărind aceleași secvențe, 1 - 5, formulate anterior și aplicate atât în vederea calculului plan, cât și a celui de conlucrare spațială. Studiul comportării mecanice a structurii utilizând programul de calcul automat *ROBOT-STRUCTURE*, a necesitat , conform manualului de utilizare [51], organizarea datelor de intrare sub forma unui fișier de date ce cuprinde, în principal :

- declararea tipului problemei tratate și a opțiunii de verificare a datelor ;
- specificarea dimensiunilor structurii, prin numărul total de noduri și de elemente rezultate în urma discretizării ;
- definirea structurii și a condițiilor la limită, respectiv :
 - caracteristicile fizice ale materialului și caracteristicile geometrice ale secțiunilor transversale ale tuturor elementelor ;
 - definirea nodurilor structurii în sistemul de coordonate general ;
 - definirea elementelor, prin nodul de origine și cel de extremitate a fiecărei bare ;
 - specificarea nodurilor de reazem ale stucturii ;
 - declararea gradelor de libertate, respectiv a deplasărilor și rotirilor deblocate pe nodurile curente și de reazem ;
- declararea încărcărilor nodale în sistemul de coordonate general și a încărcărilor distribuite în sistemul de referință local al barei ;
- gruparea încărcărilor în ipoteze de încărcare ;
- specificarea combinațiilor ipotezelor de încărcare (alcătuirea grupărilor de încărcare);
- declararea tipului de analiză globală efectuată asupra structurii.

În vederea efectuării calculului plan al structurii H.C.A. supusă studiului, analiza alcătuirii ei structurale (detaliată în subcapitolul 3.2) a relevat că pe lungimea halei sunt dispuse trei tipuri de cadre transversale, astfel :

- cadre transversale complete , notate C1 în fig.3.7a;
- cadre transversale incomplete, C2, fig.3.7b. ;
- cadre transversale complete, C3, identice ca alcătuire cu cadrele C1, dar corespunzătoare reazemelor grinzilor de rulare de tip II, din traveele de 22m de pe șirul longitudinal I de stâlpi.

Topologia structurii, stabilită pentru fiecare dintre tipurile de cadre transversale menționate, este prezentată în fig.5.3 și în tabelele 5.2a și 5.2b, iar deplasările nodale deblocate, respectiv legăturile și forțele nodale, au fost modelate conform schematizărilor din fig.5.4a.

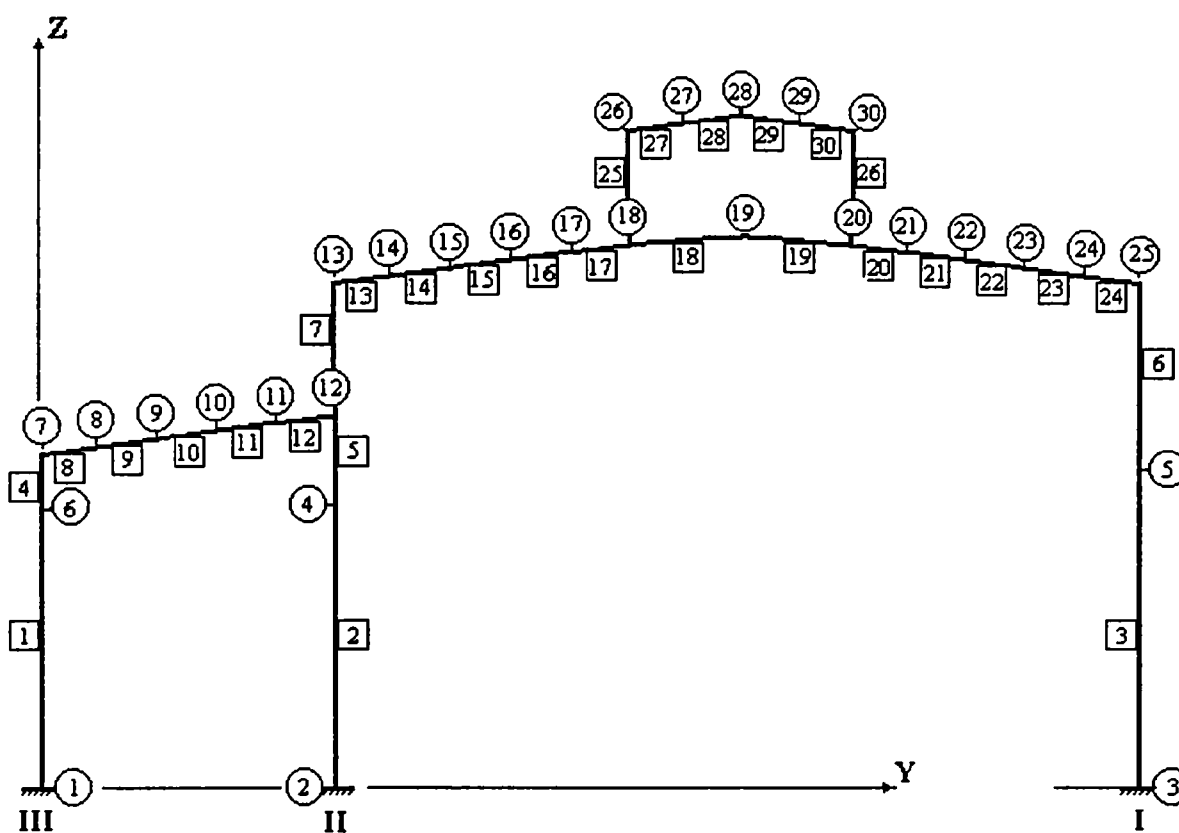


Fig.5.3 Schematizarea și discretizarea structurii cadrelor transversale din H.C.A

Tabelul 5.2a

NOD	Y	Z	NOD	Y	Z	NOD	Y	Z	NOD	Y	Z	NOD	Y	Z
1	0	0	7	0	1923	13	1265	2625	19	2875	2926	25	4485	2625
2	1265	0	8	206	1962	14	1461	2662	20	3305	2846	26	2445	3248
3 ^{*)}	4485	0	9	452	2008	15	1707	2708	21	3551	2800	27	2691	3294
4	1265	1432	10	698	2054	16	1953	2754	22	3797	2754	28	2875	3329
5	4485	1432	11	944	2100	17	2199	2800	23	4043	2708	29	3059	3294
6	0	1553	12	1265	2180	18	2445	2846	24	4289	2662	30	3305	3248

Tabelul 5.2b

BARA	Conexiuni		Aria [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	BARA	Conexiuni		Aria [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]
	i	j					i	j			
1	1	6	256	310421	30381	16	16	17	332	738167	250016
4	6	7				17	17	18			
2	2	4	687	5008932	154635	18	18	19			
3 ^{*)}	3	5	1012,5	7741151	320314	19	19	20			
5	4	12	393	701443	52111	20	20	21			
6	5	25				21	21	22			
7	12	13				22	22	23			
8	7	8	196	182560	9006	23	23	24			
9	8	9				24	24	25			
10	9	10				25	18	26			
11	10	11				26	20	30			
12	11	12				27	26	27	74	20687	1168
13	13	14				28	27	28			
14	14	15	332	738167	250016	29	28	29			
15	15	16	30	29	30						

^{*)} pentru cadrele transversale incomplete, de tip C2, se omit bara 3 și nodul 3.

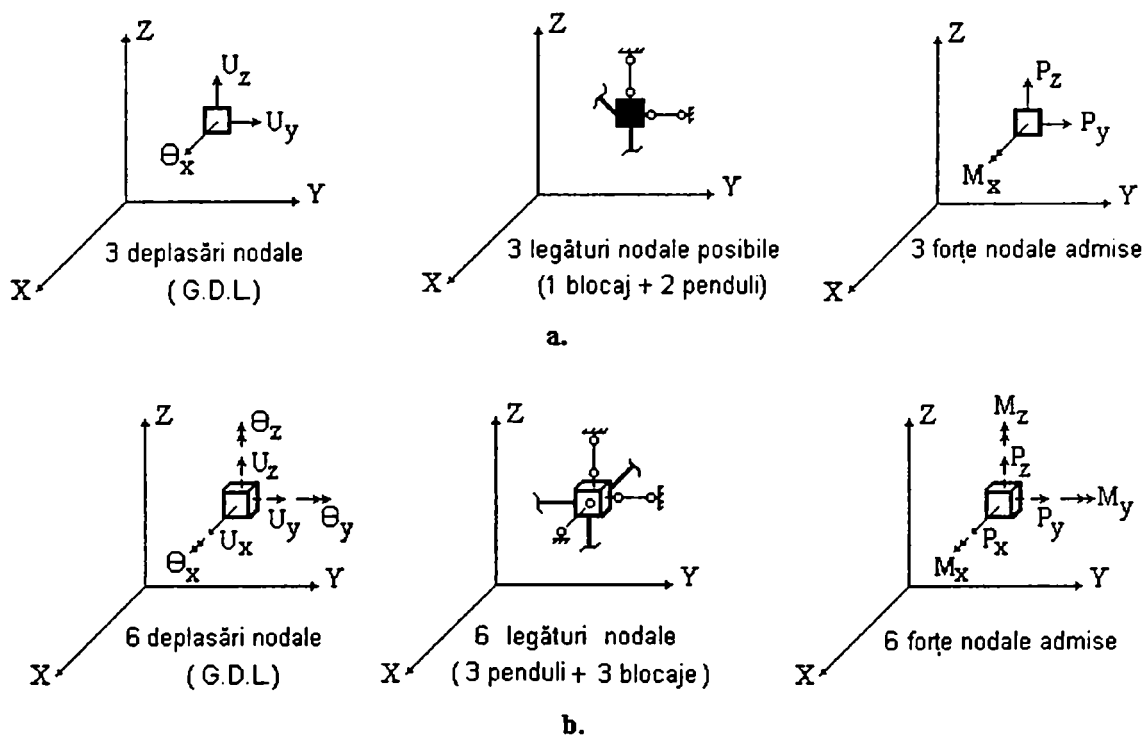


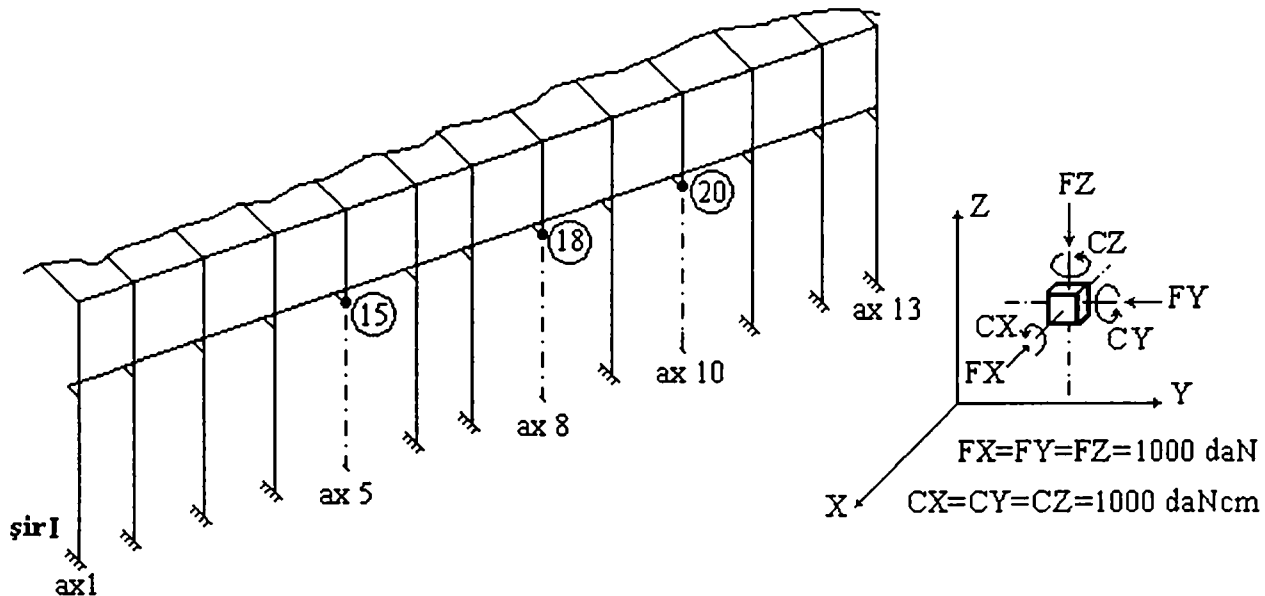
Fig.5.4 Modelarea condițiilor de margine și de continuitate ale elementelor, în cazul cadrelor plane (a) și structurii spațiale (b)

Pentru calculul de conlucrare spațială al ansamblului halei studiate, modelarea structurii schematizate în paragraful anterior, s-a efectuat corespunzător variantelor schemă ideală, respectiv schemă reală, definite în aliniatul 3.2.5.

În cazul schemei ideale, topologia structurii a fost stabilită prin determinarea coordonatelor nodurilor și a caracteristicilor geometrice ale barelor considerate conforme geometric și mecanic proiectului de execuție al construcției iar legăturile în nodurile de conexiune între elemente și în nodurile de reazem, au fost modelate corespunzător schematizărilor reprezentate în fig.5.4b.

În situația schemei reale de calcul, coordonatele nodurilor s-au obținut prin transpunerea în sistemul de referință general XYZ, a coordonatelor înscrise în tabelul 4.23, rezultate în urma efectuării studiilor și măsurărilor tehnico-topografice asupra structurii H.C.A aflată în exploatare.

Schematizarea anterior menționată a legăturilor, a fost menținută atât pentru nodurile de reazem cât și pentru cele de conexiune, cu excepția nodurilor marcate 15,18 și 20 în fig.5.5a, corespunzătoare cadrelor transversale incomplete, la care ramura superioară a stâlpilor descarcă pe grinzile căilor de rulare.



ROBOT 5.7 Meylan 76 41 80 82
 date : 11 Juli 1997
 heure : 10:02:18
 HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE

Deplacements des noeuds		cas actifs : 1					
Noeuds	Cas	UX [cm]	UY [cm]	UZ [cm]	RX [deg]	RY [deg]	RZ [deg]
15	1	0,04616	0,03686	-0,00678	-0,00075	-0,00071	-0,00036
18	1	0,04724	0,02998	-0,00212	-0,00117	-0,00079	-0,00078
20	1	0,04638	0,04182	-0,00447	-0,00101	-0,00085	-0,00006
Maximas:							
Noeud :		18	20	15	18	20	18
Valeur		0,04724	0,04182	-0,00678	-0,00117	-0,00085	-0,00078

RIGIDITATEA NODULUI LA :

Nod	deplasare , K = 1000 / U [daN/cm]			rotire , H = 1000 / (R° π / 180) [daN cm / rad]		
	KX [daN/cm]	KY [daN/cm]	KZ [daN/cm]	HX [daN cm / rad]	HY [daN cm / rad]	HZ [daN cm / rad]
15	21654	27129	147492	76394174	80698051	159154580
18	21168	33355	471698	48970587	72526087	73455938
20	21561	23912	223713	56728360	67406607	954889210

Fig. 5.5 Determinarea rigidităților la deplasare și la rotire ale rezemărilor elastice de pe șirul I de stâlpi din H.C.A

Pentru modelarea legăturilor astfel realizate la acest nivel, rigiditățile la deplasare, KX, KY, KZ și rigiditățile la rotire, HX, HY, HZ ale încastrărilor elastice, s-au determinat din valorile deplasărilor UX, UY, UZ și rotirilor RX, RY, RZ (fig.5.5), obținute în urma rulării programului **ROBOT-STRUCTURE**, cu datele de intrare aferente ansamblului structurii halei, încărcat cu forțe și momente unitare (F=1000 daN și M= 1000 daN cm) aplicate în nodurile specificate.

Modelarea legăturilor dintre barele sistemelor de contravânturi de la nivelul acoperișului s-a realizat prin declararea lor ca articulații, ținând însă seama de recomandarea formulată în [51], referitoare la deblocarea rotațiilor în nodurile de origine și de extremitate ale barelor articulate. Astfel, în cazul structurilor spațiale, la una din extremitățile oricărei bare articulate este posibilă doar deblocarea rotațiilor în jurul a două axe, de exemplu y și z dacă axa x s-a definit ca fiind paralelă cu axa barei, deoarece ipoteza rotațiilor libere și în jurul celei de-a treia axe generează instabilitatea locală a structurii.

Încărcările care acționează asupra ansamblului structurii halei studiate, au fost declarate față de sistemul de referință general XYZ ca încărcări nodale în cazul forțelor și momentelor concentrate, respectiv față de sistemul de referință local al barei, în cazul forțelor distribuite.

Organizarea datelor de intrare pentru calculul de conlucrare spațială al ansamblului halei cu programul *ROBOT-STRUCTURE*, este prezentată în Anexa A3.1, sub forma fișierului de date structurat în blocuri distincte, ce conțin declararea informațiilor aferente topologiei structurii, încărcărilor și combinațiilor acestora, precum și opțiunea tipului de calcul solicitat de utilizator.

5.2 CALCULUL PLAN ȘI CALCULUL DE CONLUCRARE SPAȚIALĂ

5.2.1 Probleme tratate. Tipuri de calcul efectuate

Pentru evaluarea siguranței în exploatare a halei cu schelet metalic supuse studiului, comportarea sub încărcări a structurii de rezistență a fost analizată pe baza rezultatelor calculului plan al elementelor structurii și ale calculului de conlucrare spațială, prezentate în acest paragraf după cum urmează :

- Calculul plan al grinzilor căilor de rulare ;
- Calculul plan, liniar-elastic, al cadrelor transversale ;
- Calculul de conlucrare spațială, liniar-elastic (de ordinul I), al structurii ideale și al structurii reale ;
- Calculul de conlucrare spațială, elastic-liniar și geometric neliniar (de ordinul II) al structurii ideale și al structurii reale .

Răspunsul structurii halei la acțiunile exterioare s-a apreciat, pentru fiecare din variantele de calcul menționate, prin interpretarea în accepțiunea metodei semiprobabilistice la stări limită a eforturilor, deformațiilor și deplasărilor rezultate.

Calculul elementelor și al ansamblului structurii a fost efectuat cu programele de calcul automat pentru care, în paragraful precedent, s-a realizat modelarea corespunzătoare acestora și au fost alcătuite fișierele aferente datelor de intrare.

5.2.2 Calculul grinzilor căilor de rulare

Calculul static al grinzilor de rulare acționate de convoaiele de sarcini mobile provenite din funcționarea podurilor rulante din H.C.A., s-a efectuat cu programul de calcul **GRIRUL** specializat în acest sens, determinându-se eforturile în secțiuni, precum și reacțiunile din reazemele grinzilor continue.

După rularea programului de calcul cu datele de intrare prezentate în fig.5.2, s-au obținut:

- **pentru secțiunile din câmp :**
 - momentele încovoietoare maxime pozitive și negative și forțele tăietoare aferente;
 - forțele tăietoare maxime și momentele încovoietoare aferente ;
 - poziția podurilor rulante, respectiv a convoiului de forțe aferent, corespunzătoare fiecăruia dintre eforturile calculate ;
- **pentru secțiunile de reazem :**
 - eforturile menționate la secțiunile din câmp ;
 - valoarea reacțiunii maxime pozitive (apăsare) și negative (smulgere) și poziția reazemului corespunzător acestora ;
 - poziția podurilor rulante, aferentă eforturilor și reacțiunilor calculate.

Sinteza rezultatelor calculelor efectuate sunt prezentate în tabelul 5.3a pentru grinzile de rulare de pe șirul marginal I și în tabelul 5.3b pentru cele de pe șirul central II→ I de stâlpi.

Tabelul 5.3a

Tipul grinzii rulare șir I	Tipul conv de forțe	Secțiuni în câmp				Secțiuni pe reazem							L [kN]	Obs.
		Acțiuni vert. și orizontale				Acțiuni verticale și orizontale								
		M_{max}^R [kNm]	T_{af}^R [kN]	M_{af}^H [kNm]	Nr.sect dist.	$M_{max(-)}^R$ [kNm]	T_{af}^R [kN]	M_{af}^H [kNm]	Nr.sect dist.	V_{max}^R [kN]	T_{max}^H [kN]	Nr.sect dist.		
I	A (C)	2919,7	537,3	103,2	$\frac{16}{13,60}$	-2994,4	1553,8	-134,5	$\frac{10}{7,00}$	2959,4	144,9	$\frac{10}{7,00}$	252,0	Calcul la stări limită ultime
	B	2871,3	366,9	166,4	$\frac{16}{13,60}$	-2863,3	1534,0	-175,6	$\frac{10}{7,00}$	2951,7	178,7	$\frac{10}{7,00}$	253,4	
II	A (C)	10780,5	414,6	504,2	$\frac{4}{8,80}$	-9264,1	2914,8	-435,6	$\frac{20}{44,00}$	4487,2	220,3	$\frac{20}{44,00}$	252,0	limită ultime excep. oboseala
	B	10423,2	390,7	640,0	$\frac{4}{8,80}$	-9144,5	494,6	-549,4	$\frac{20}{44,00}$	4559,4	274,0	$\frac{20}{44,00}$	253,4	
III	A (C)	3107,7	182,8	124,8	$\frac{4}{4,40}$	-3223,4	750,0	-152,8	$\frac{10}{11,00}$	3050,9	140,3	$\frac{10}{11,00}$	252,0	oboseala
	B	3074,1	315,0	178,2	$\frac{5}{5,50}$	-3453,0	1380,4	-193,2	$\frac{10}{11,00}$	3012,6	179,4	$\frac{10}{11,00}$	253,4	
I	*)	1737,9	319,8	56,0	$\frac{16}{13,60}$	-1417,1	909,6	-45,7	$\frac{10}{7,00}$	1479,6	47,7	$\frac{10}{7,00}$	80,6	Calcul la st. limită de oboseală
II		5145,6	227,3	165,9	$\frac{4}{8,80}$	-4817,7	657,7	-155,3	$\frac{30}{51,00}$	2028,2	65,4	$\frac{30}{51,00}$	80,6	
III		1797,2	306,3	57,4	$\frac{4}{4,40}$	-1440,8	713,9	-46,5	$\frac{10}{11,00}$	1428,0	46,0	$\frac{10}{11,00}$	80,6	

Tabelul 5.3b

Tipul conv de forțe	Secțiuni în câmp				Secțiuni pe reazem							L [kN]	Eforturi utilizate pt. calculul: grinzilor de rulare cadrelor transv. la **) oboseală
	Acțiuni vert. și orizontale				Acțiuni verticale și orizontale								
	M_{max}^R [kNm]	T_{af}^R [kN]	M_{af}^H [kNm]	Nr.sect dist.	$M_{max(-)}^R$ [kNm]	T_{af}^R [kN]	M_{af}^H [kNm]	Nr.sect dist.	V_{max}^R [kN]	T_{max}^H [kN]	Nr.sect dist.		
A	3077,5	111,2	118,7	$\frac{56}{57,60}$	-3144,4	1574,5	-136,8	$\frac{50}{51,00}$	3038,1	145,3	$\frac{50}{51,00}$	252,0	grinzilor de rulare cadrelor transv. la **) oboseală
B	2979,6	342,3	167,6	$\frac{56}{57,60}$	-3253,5	1503,6	-193,4	$\frac{50}{51,00}$	3033,3	182,5	$\frac{50}{51,00}$	253,4	
C	3123,7	677,4	125,2	$\frac{55}{56,50}$	-3630,5	1935,2	-130,7	$\frac{50}{51,00}$	3179,1	55,6	$\frac{50}{51,00}$	357,3	
*)	1801,4	305,2	58,1	$\frac{56}{57,60}$	-1447,4	734,7	-46,7	$\frac{50}{51,00}$	1429,4	46,1	$\frac{50}{51,00}$	80,6	

*) conform STAS 10101/2a2-75, se consideră podul rulant nr.1, grupa de funcționare III, cu coef. acțiunilor, $n=1$.

**) coeficient de simultaneitate $n_s = 0,8$.

În vederea aprecierii prin calcul a modului de comportare al grinzilor căilor de rulare din H.C.A. s-au efectuat, conform STAS 10108/0-78 și ținând seama de normativele [53], [68], [75], verificări ale stărilor limită ultime și stărilor limită ale exploatarei normale. Rezultatele calculelor, prezentate în tabelele 5.4a - 5.4c., au fost obținute astfel :

- pentru verificarea eforturilor unitare în punctele cele mai solicitate ale secțiunilor transversale de forma celei schematizate în fig.5.6, cu relațiile :

$$\sigma_1 = \sigma_1^{q^c - P_{max}^c} + \sigma_1^{P_t^c} + \sigma_1^{P_f^c} \leq 1,1 R \tag{5.1}$$

$$\sigma_2 = \sigma_2^{q^c - P_{max}^c} + \sigma_2^{P_f^c} \leq R \tag{5.1^I}$$

$$\sigma_3 = \sigma_3^{q^c} + \sigma_3^{P_f^c} \leq R \tag{5.1^{II}}$$

$$\sigma_4 = \frac{M_{gc} + M_{P_{max}^c}}{I_x} \cdot y_4 + \frac{M_{P_t^c}}{I_y} \cdot x_4 \tag{5.1^{III}}$$

$$\tau = \xi_2 \frac{T_{af}^R \cdot S_x}{t_i \cdot I_x} \leq R_f \tag{5.1^{IV}}$$

$$\sigma_f = \frac{P_{max\ i}^c}{z \cdot t_i} \leq R \tag{5.1^V}$$

și $\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma_4^2 + \sigma_f^2 + \sigma_4 \cdot \sigma_f + 3 \tau^2} \leq 1,25 R$ - pentru secțiuni de reazem $\tag{5.2}$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma_4^2 + 3 \tau^2} \leq 1,1 R$$
 - pentru secțiuni din câmp $\tag{5.2^I}$

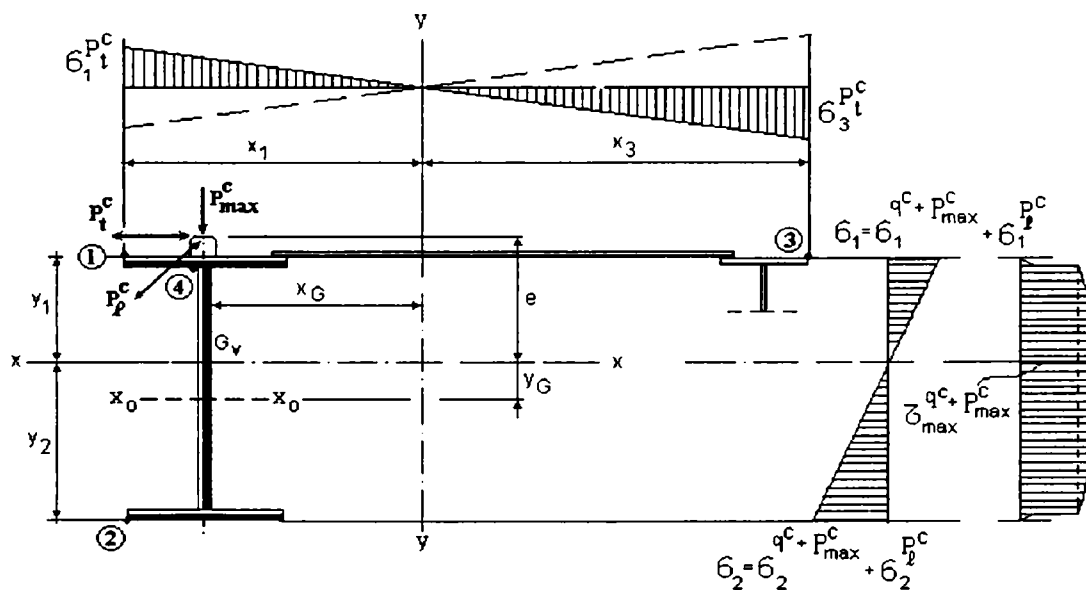


Fig. 5.6 Elemente pentru verificarea secțiunilor grinzilor de rulare

Tabelul 5.4a

Grinzi rulare de pe șirul	Poziția secțiunii	Eforturi unitare :						tangențiale, τ [daN/cm ²]
		normale, σ [daN/cm ²]						
		σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_f	σ_{ech}	
I	în câmp	2182	2122	422	1951	-	1957	92
	pe reazem	1890	1842	-	1690	700	2737	944
II	în câmp	1425	1640	129	1459	1711	1461	47
	pe reazem	1264	1400	-	1260	1026	2087	376
Efort unitar de comparație		R= 2100 daN/cm ²				R=2100 daN/cm ² (1,25R=2625 pe reazem)		1200 daN/cm ²

- pentru verificarea la încărcări repetate, cu relațiile

$$\sigma_{\max} = \gamma \cdot R \quad ; \quad \tau_{\max} = \gamma \cdot R_f \quad (5.3) ; (5.3')$$

în care : $\gamma = c / (a - b \rho) < 1$ când efortul unitar max.este de întindere,
și $\gamma = c / (b - a \rho) < 1$ când efortul unitar max. este de compresiune,
factorul c, depinzând de numărul de cicluri precizat pentru grupa de
funcționare a podului rulant cu capacitatea cea mai mare.

Tabelul 5.4b

Șir	Secțiune	Eforturi unitare ^{*)} [daN/cm ²]				Coeficienți				Obs.
		maxime		minime		de asimetrie		de oboseală		
		$\sigma_{1 \max}$	$\sigma_{2 \max}$	$\sigma_{1 \min}$	$\sigma_{2 \min}$	ρ_1	ρ_2	γ_1	γ_2	
I	în câmp	-886	983	-60,6	63,5	0,068	0,065	1,79	0,876	$\sigma_{2 \max} < \gamma_2 R$
	pe reazem	831	-921	56,7	-59,5	0,068	0,065	0,878	1,787	$\sigma_{1 \max} < \gamma_1 R$
II	în câmp	-699	890	-17	21	0,024	0,023	1,64	0,85	$\sigma_{2 \max} < \gamma_2 R$
	pe reazem	436	-557	14	-17	0,032	0,030	0,86	1,66	$\sigma_{1 \max} < \gamma_1 R$

^{*)} conform STAS 10101/ 0-78, din solicitările generate de funcționarea podului rulant cu capacitatea de ridicare cea mai mare (pod nr.2- 100/400kN)-considerând încărcările normate, fără coeficienți dinamici.

- pentru verificare stării limită a exploatării normale , s-au calculat :

- săgeata maximă orizontală din prima deschidere de pe șirul I a grinzii de rulare de tip II:

$$f_{ef} = \left(\frac{M}{10} + \frac{M_s + M_d}{16} \right) \cdot \frac{\ell^2}{E \cdot I_y} \leq f_a = \frac{\ell_f}{2000} \quad (5.4)$$

în care $M = 16,54 \cdot 10^5$ daN cm, $M_s + M_d = -11,15 \cdot 10^5$ daN cm, $\ell = 2200$ cm ,

rezultând : $f_{ef} = 0,074$ cm $<$ $f_{ad} = 1,1$ cm.

- săgeta maximă verticală a grinzilor principale de pe șirurile I și II, rezultând valorile înscrise în tabelul 5.4c

Tabelul 5.4c

Șir	Secțiunea cu abscisa x [cm]	Săgeata efectivă Δ_y [cm] din :			f_{ef} [cm]		f_{ad} [cm]	Obs.
		gr.proprrie (ipoteza 1)	acțiuni poduri rulante		din combinația			
			(ipoteza2)	(ipoteza3)	(ip.1)+(ip.2)	(ip.1)+(ip.3)		
I	950	0,415	9,450	-	9,865	-	3,66	$f_{ef} > f_{ad}$
II	5675	0,010	0,346	0,357	0,356	0,367	1,83	$f_{ef} < f_{ad}$

- pentru verificarea stabilității locale a inimii grinzilor principale, rigidizate în câmp și pe reazeme ca în fig.5.7, relațiile utilizate conform STAS 10101/0-78 și calculele sunt prezentate în tabelul 5.5.

Tabelul 5.5

Secț	Tip panou	Eforturi la mijlocul panoului		Eforturi unitare [daN/cm ²]				ψ	Rezistențe critice [daN/cm ²]			Relații de verificare și rezultate obținute
		M [kNm]	T [kN]	σ	σ'	σ _ℓ	τ		σ _{cr}	σ _{ℓcr}	τ _{cr}	
în câmp	panou tip I	3022,85	267,95	-1150	1408	1711	112	2,22	42761	2813	1434	(5.12) 0,635 < 0,9
	panou tip II								4911	1406		(5.13) 0,62 < 1
pe reazem	panou tip I	2116,9	986,8	-657	805	1026	247	2,22	2810,2	0	34257	(5.12) 0,234 < 0,9
	panou tip II								9331	30245		(5.13) 0,3 < 1

$$\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_{\ell}}{\sigma_{\ell cr}} + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2 \leq 0,9 \quad ; \quad \frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2 \leq 0,9 \quad (5.5); (5.5^1)$$

$$\sqrt{\left[\frac{\sigma \left(1 - 2\psi \frac{h_1}{h_0}\right)}{\sigma_{cr}} + \frac{0,4\sigma_{\ell}}{\sigma_{\ell cr}}\right]^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq 1 \quad ; \quad \sqrt{\left[\frac{\sigma \left(1 - 2\psi \frac{h_1}{h_0}\right)}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_{\ell}}{\sigma_{\ell cr}}\right]^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq 1 \quad (5.5); (5.6^1)$$

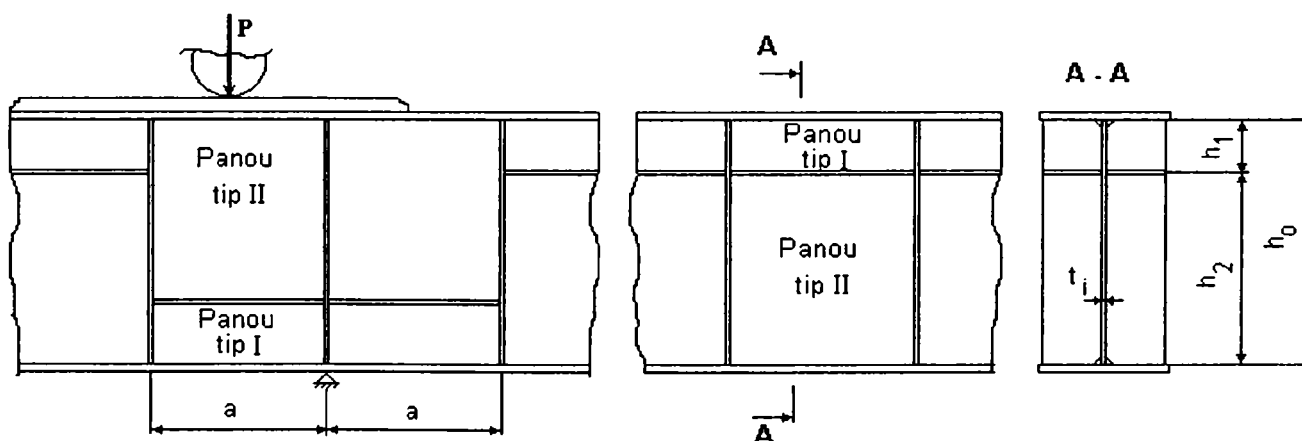


Fig.5.7 Elemente pentru verificarea stabilității locale a inimii grinzilor de rulare din Hala cuptoarelor adânci

Analiza rezultatelor verificării prin calcul a comportării ansamblului grinzilor căilor de rulare din H.C.A. aflată în exploatare, a pus în evidență următoarele :

a. Verificările la starea limită ultimă de rezistență sunt îndeplinite la grinzile de rulare de pe șirul II de stâlpi, însă pe șirul I, la grinda de rulare tip II, valorile eforturilor unitare normale din câmp la nivelul tăpii superioare (comprimate), depășesc cu aproximativ 4% rezistența de comparație R , iar pe reazemul intermediar, efortul echivalent, σ_{ech} , depășește cu 4,26% rezistența de comparație $1,25R$.

b. Stările limită ultime de stabilitate și de oboseală sunt îndeplinite la grinzile de rulare, atât pe șirul I cât și pe șirul II.

c. Verificările la starea limită a exploatării normale au relevat încadrarea grinzilor orizontale de frânare de pe ambele șiruri în condițiile de rigiditate exprimate prin valoarea admisibilă a săgeților, constatându-se însă nesatisfacerea acestor condiții în cazul grinzii principale verticale de tip II de pe șirul I, a cărei săgeată efectivă depășește de 2,7 ori valoarea săgeții admisibile.

5.2.3 Calculul plan al cadrelor transversale

Calculul static plan al cadrelor transversale din H.C.A., s-a efectuat cu programul de calcul automat *ROBOT- Structure*, utilizând fișierele de date alcătuite în urma modelării prezentate în paragraful 5.1, aferente celor trei tipuri de cadre transversale identificate în structura de rezistență a halei studiate.

Din rezultatele obținute în urma rulării, accesibile utilizatorului fie sub formă grafică, fie numerică, optându-se pentru a doua variantă de ieșire, s-au reținut :

- valorile reacțiunilor din reazeme și verificarea condițiilor de echilibru,
- eforturile și tensiunile în barele structurii,
- deplasările nodurilor,

calculate pentru fiecare din ipotezele de încărcare și combinațiile lor, în grupările respective.

Valorile eforturilor maxime și ale celorlalte eforturi aferente acestora din elementele componente ale cadrelor transversale, sunt înscrise în tabele 5.6a și 5.6b, fiind prezentate, pentru fiecare bară i , sub forma eforturilor din nodul de origine, j , respectiv cel de extremitate, k , conform convenției de semne din fig.5.8.

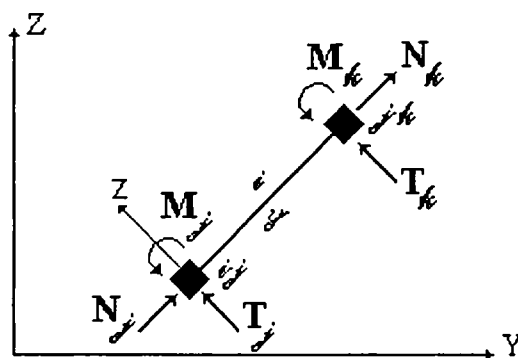


Fig.5.8 Sensul pozitiv al eforturilor pe nodurile j și k ale barei i , componentă a cadrului transversal plan

Șir de stâlpi	Bara	Tip cadru trans	Eforturi în stâlpii cadrelor transversale , determinate pe :														
			Nodul j (capăt inferior)						Nodul k (capăt superior)								
			Eforturi pozitive			Eforturi negative			Eforturi pozitive			Eforturi negative			ramurei comprimate		
$M_{j,max}$ [kNm]	N_j [kN]	$M_{j,max}$ [kNm]	N_i [kN]	$M_{k,max}$ [kNm]	N_k [kN]	$M_{k,max}$ [kNm]	N_k [kN]	M_i [kNm]	M_k [kNm]	N_{max} [kN]	M_i [kNm]	M_k [kNm]	N_{min} [kN]				
III	1	C1	107,22	152,73	-325,15	231,43	-	-	-248,73	311,69	5,25	-168,07	312,06	-85,02	-77,86	128,98	
		C2	234,30	185,73	-151,15	242,97	10,51	-132,74	-179,24	-242,97	112,89	-113,56	293,51	-49,35	-61,02	122,84	
		C3	107,26	152,72	-364,08	238,65	-	-	-264,36	-273,84	5,29	-168,05	312,05	-84,98	-77,54	128,97	
4	C1	248,61	222,97	-	-	-	-	-384,01	-222,97	167,95	-375,77	228,35	85,16	-146,78	85,50		
	C2	179,24	198,09	-33,60	86,53	-	-	-257,26	-198,09	172,95	-257,96	198,09	54,56	-94,47	73,66		
	C3	264,36	220,96	-	-	-	-	-411,24	-228,96	183,70	-403,01	229,34	95,14	-146,74	85,49		
2	C1	-	-	-2320	1611,39	198,36	-877,81	-1242,94	-2290,81	-1414,42	-957,45	2251,51	-1487,05	102,15	-552,12		
	C2	655,47	2287,68	-1845,38	639,84	71,74	-639,84	-1452,57	-3296,6	31,71	-1301,85	2545,82	-1235,46	37,64	554,77		
	C3	-	-	-2563,57	1605,84	198,27	-877,83	-1243,03	-2290,83	-1414,33	-959,56	2551,53	-1486,97	102,06	555,14		
II	5	C1	-	-	-793,54	635,65	-	-	-897,47	527,08	-793,54	-513,27	535,65	-102,15	-621,24	436,81	
		C2	-	-	-590,32	638,81	-	-	-854,72	-521,53	-590,32	-478,25	638,81	-273,44	-105,01	371,10	
		C3	-	-	-793,34	635,67	-	-	-897,56	-525,09	-793,34	-513,37	635,67	-102,06	-621,34	436,83	
7	C1	1035,52	454,50	-	-	-	-	-1883,85	-462,17	904,78	-1883,85	462,17	771,63	-1365,47	365,01		
	C2	1044,71	446,60	-	-	-	-	-1761,46	-446,50	923,16	1685,12	446,52	425,93	-849,18	257,97		
	C3	1035,78	455,00	-	-	-	-	-1916,13	-463,87	868,23	-1916,13	-463,87	771,19	-1365,62	365,02		
I	3	C1	3423,0	1385,16	-	-	1300,58	-2436,68	-491,62	596,51	1758,02	121,86	2448,59	2449,26	-338,76	482,35	
		C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		C3	3423,37	1467,98	-280,50	2974,90	2125,29	2125,29	-491,73	-679,33	145,19	2101,64	3450,98	2449,32	-338,70	556,89	
6	C1	951,27	451,31	-	-	1947,69	1947,69	-	-	884,0	1947,69	468,91	576,84	1433,45	362,42		
	C2	-	-	-	471,13	2247,28	2247,28	-	-	-	2247,28	-483,24	-	1506,90	304,50		
	C3	1130,10	445,09	-	-	1947,54	1947,54	-	-	884,11	1947,54	468,90	576,94	1443,31	362,41		

Tabelul5.6b

Deschidere	Bara	Tip cadru	Eforturi în riglele cadrelor transversale											
			Eforturi maxime de încovoire și forțe tăietoare aferente , pe :						Eforturi maxime de forfecare și momentele încovoietoare aferente					
			Nodul j						Nodul k					
			Eforturi pozitive		Eforturi negative		Eforturi pozitive		Eforturi negative		Nodul j		Nodul k	
			$M_{i,max}^+$ [kNm]	T_j [kN]	$M_{i,max}^-$ [kNm]	T_i [kN]	$M_{k,max}$ [kNm]	T_k [kN]	$M_{k,max}^-$ [kNm]	T_k [kN]	M_i [kNm]	$T_{i,max}$ [kNm]	M_k [kNm]	$T_{k,max}$ [kN]
I - II	13	C1	1888,50	383,05	-	-	-	-	-1117,4	-383,09	1846,66	388,45	-107,6	-388,45
			1761,60	384,04	-	-	-	-	-995,16	-384,05	1761,16	384,04	-995,16	-384,05
			1916,13	381,88	-	-	-	-	-1154,42	-381,89	1846,81	388,45	-1072,0	-388,46
II - III	8	C1	380,10	174,22	-	-	29,96	-164,13	-72,67	-70,2	384,01	174,22	-18,74	-174,22
			259,60	152,62	-	-	82,25	-142,30	-49,76	-63,23	257,96	152,62	62,03	-152,62
			411,25	179,53	-	-	29,97	-164,12	-91,41	-103,93	411,25	179,53	-34,85	-179,53
I-II	27	C1	118,50	74,75	-	-	72,04	-72,12	-	-	118,85	74,75	68,21	-74,75
			116,70	64,59	-	-	71,82	-71,95	-	-	118,67	74,59	68,13	-74,59
			118,85	74,75	-	-	72,04	-72,12	-	-	118,85	74,75	68,82	-74,75

Aprecierea comportării în exploatare a structurii de rezistență a H.C.A. , având ca principale componente cadrele transversale, s-a efectuat în urma verificărilor la stările limită ultime de rezistență și stabilitate precum și la starea limită a exploatării normale, în conformitate cu prevederile normelor STAS 10108/0-78 și STAS 10101/0A-77, astfel :

- pentru verificarea de rezistență a secțiunilor transversale ale stâlpilor, considerați în varianta calculului plan ca bare supuse la compresiune și încovoiere pe o singură direcție, s-au determinat eforturile unitare normale și tangențiale, cu relațiile :

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} \leq R; \quad \tau = \frac{T}{A_i} \leq R_f; \quad \sigma_{\text{ccb}} = \sqrt{\sigma_1 + 3\tau^2} \leq 1,1R \quad (5.7) - (5.9)$$

în care, eforturile s-au introdus cu valorile de dimensionare selectate din grupările cele mai defavorabile, iar caracteristicile geometrice s-au calculat pentru secțiunile transversale de forma celor din fig.3.7c și d.

- verificarea de stabilitate a stâlpilor cu inimă plină ai H.C.A, solicitați la compresiune excentrică s-a efectuat aplicând, pentru verificarea în planul momentului încovoietor (flambaj prin încovoiere) relația 5.10, respectiv în afara planului momentului (flambaj prin încovoiere-răsucire), relația 5.11.

$$\frac{N}{\varphi_x \cdot A} + \frac{c_x \cdot M_x}{\left(1 - \frac{N}{A \cdot \sigma_E}\right)} \leq R; \quad \frac{N}{\varphi_y \cdot A} + \frac{c_x \cdot M_x}{\varphi_E \left(1 - \frac{\sigma}{\sigma_E}\right) W_x} = R \quad (5.10); (5.11)$$

Rezultatele verificării secțiunilor transversale ale stâlpilor sunt prezentate în tabelul 5.7.

Tabelul 5.7

Șir stâlpi	Bara	Tip cadru transv	Nod	Eforturi unitare pentru verificarea stărilor limită ultime de rezistență și stabilitate			Verificarea de rigiditate				
				σ [daN/cm ²]			Coeficienți de zveltețe				
				Verif. de rezistență	Verificarea de stabilitate		R [daN/cm ²]	λ_x	λ_y	λ_a	
					flambaj prin încovoiere	flambaj prin încov-răsucire					
III	4	C3	6	443	394	501	2100	27	94	120	
		C1	7	582	510	623		48,5	104		
II și I	7	C2	13	1725	1515	2085	2100	22	95		81
		C3	13	1484	707	985					
II	2	C1	2	465	393	633	2100	22	95		81
		C2	2	740	535	745					
		C3	2	767	626	981					
I	3	C1	3	715	460	577	2100	22	95		81
		C3	5	745	646	847					

Verificarea stărilor limită de rezistență și stabilitate ale secțiunilor riglelor cadrelor transversale și luminatorului, efectuată conform normelor menționate, a condus la rezultatele înscrise în tabelul 5.8.

Tabelul 5.8

Desch	Tip cadru transversal	Bara	Verificarea stărilor limită ultime de rezistență și stabilitate											
			Eforturi unitare [daN/cm ²]				l ₁ [cm]	i _y [cm]	40 i _y [cm]	h ₀ /t ₁	110 $\frac{2l}{R}$	λ _{tr}	γ	σ
			σ	τ	σ _{ech}	R								
I	C3	13	1454	290	1538	2100	250	32,8	1312	91,6	110	-	-	-
II	C3	8	901	200	965			17,28	692	22,5		-	-	-
Riglă lumin.	C3	27	496	299	717			3,00	120	30,6		28,3	0,967	513

Starea limită a exploatării normale a fost verificată în urma determinării valorilor efective ale deplasărilor, astfel :

- deplasările orizontale transversale la nivelul tăpii superioare a grinzilor căilor de rulare, comparate cu valoarea maxim admisă h/800 la care STAS 10108/0-78 limitează deplasările transversale ale halelor industriale prevăzute cu mijloace de ridicare și transport ;

- deplasările verticale maxime la nivelul riglelor cadrelor transversale, respectiv calcularea săgeților verticale din dreptul nodurilor notate 19 și 10 în fig.5.3, în ipotezele de încărcare și în combinațiile acestora, stabilite anterior.

Valorile calculate ale acestor deplasări, sunt prezentate în tabelele 5.9a și 5.9 b.

Tabelul 5.9a

Tip cadru trans	Șir	NOD	Verificarea stării limită a exploatării normale										f _{ad} [cm]	Obs.
			Săgeata orizontală transversală , f _{er} [m], în ipoteza :											
			ip.1	ip.2	ip.3	ip.4	ip.5	ip.6	ip.7	ip.8	ip.9	ip.10		
C1	III	6	0,754	0,477	0,732	0,026	0,008	0,213	0,832	0,181	0,086	0,142	2,045	f _{max} = 1,866cm < f _a = 2,045 cm
	II	4	0,496	0,294	0,462	0,492	0,221	0,153	0,823	0,167	0,053	0,102		
	I	5	0,393	0,235	0,368	0,264	0,698	-0,222	0,096	0,074	0,012	0,023		
C2	III	6	0,664	0,426	0,650	-	0,307	0,208	0,786	0,165	0,622	0,208	2,045	
	II	4	0,446	0,266	0,416	-	0,067	0,008	0,478	0,114	0,366	0,008		
	I	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
C3	III	6	0,754	0,477	0,732	0,026	0,272	0,617	0,832	1,181	0,072	0,142	2,045	
	II	4	0,496	0,294	0,462	0,492	0,079	0,049	0,823	1,167	0,053	0,102		
	I	5	0,393	0,233	0,368	0,264	1,110	1,866	0,096	0,074	0,012	0,023		

Tabelul 5.9b

Desch cadru trans	Șir	NOD	Verificarea stării limită a exploatării normale										f _{ad} [cm]	obs.
			Săgeata orizontală transversală , f _{er} [m], în ipoteza :											
			ip.1	ip.2	ip.3	ip.4	ip.5	ip.6	ip.7	ip.8	ip.9	ip.10		
	III	6	0,754	0,477	0,732	0,026	0,008	0,213	0,832	0,181	0,086	0,142	2,045	f _{max} = 1,866cm < f _a = 2,045 cm
		4	0,496	0,294	0,462	0,492	0,221	0,153	0,823	0,167	0,053	0,102		
	I	5	0,393	0,235	0,368	0,264	0,698	-0,222	0,096	0,074	0,012	0,023		
II	III	6	0,664	0,426	0,650	-	0,307	0,208	0,786	0,165	0,622	0,208	2,045	
	II	4	0,446	0,266	0,416	-	0,067	0,008	0,478	0,114	0,366	0,008		
	I	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
C3	III	6	0,754	0,477	0,732	0,026	0,272	0,617	0,832	1,181	0,072	0,142	2,045	
	II	4	0,496	0,294	0,462	0,492	0,079	0,049	0,823	1,167	0,053	0,102		
	I	5	0,393	0,233	0,368	0,264	1,110	1,866	0,096	0,074	0,012	0,023		

Rezultatele verificărilor efectuate în urma calculului plan al cadrelor transversale au evidențiat că, în situațiile încărcare considerate pentru H.C.A aflată în exploatare, sunt îndeplinite condițiile stărilor limită ultime de rezistență și stabilitate precum și ale stării limită a exploatării normale .

5.2.4 Calculul de conlucrare spațială al ansamblului structurii

Comportarea ansamblului structurii de rezistență a H.C.A. sub acțiunea încărcărilor din exploatare a fost studiată utilizând programul de calcul automat *ROBOT-Structures*, pe care s-au efectuat rulări distincte cu fiecare din fișierele datelor de intrare, alcătuite, după cum s-a prezentat în subcapitolul 5.1, pentru structura ideală respectiv structura reală a halei analizate.

Analiza globală a structurii de rezistență, efectuată activând modulul principal *ROBOT-Poutres* al programului de calcul și opțiunea *3D* aferentă cadrelor spațiale (*PORTIQUE SPATIAL*), a cuprins următoarele secvențe principale :

a) generarea structurii (pe baza fișierului de date întocmit conform sintaxei limbajului orientat, specific programului de calcul) și, concomitent, căutarea detectarea și semnalarea eventualelor erori sau neconcordanțe între datele introduse ;

b) vizualizarea structurii, cu scopul efectuării controlului asupra geometriei, legăturilor și încărcărilor declarate în fișierul de date ;

c) autorizarea derulării secvențelor de calcul propriu-zis, respectiv a generării fișierelor necesare activării modulului *PostROBOT*.

d) accesarea, prin meniul *RESULTATS*, a rezultatelor analizei efectuate și consultarea lor în manieră numerică sau grafică.

Dintre secvențele menționate, cele notate a) și b), au fost parcurse la fiecare rulare a programului, atât în cazul calculului condus pe structura ideală cât și a celui pe structura reală, fiind secvențe comune analizei linear-elastice (de ordinul I) și analizei elastic - liniare și geometric neliniare (de ordinul II) a structurii. În continuare, derularea calculului propriu-zis s-a realizat prin accesarea unor module diferite ale programului, după cum urmează :

- modulul *ROBLin*, pentru analiza statică liniară ;

- modulul *ROBOT Flambement* , pentru analiza statică neliniară .

În cazul analizei statice liniare a ansamblului structurii H.C.A., conform conținutului mesajelor afișate în timpul rulării, cu datele de calcul stocate în trei blocuri ocupând 7056 KB spațiu pe disc, au fost alcătuite 4026 ecuații de echilibru și asamblată matricea de rigiditate, având o lărgime a benzii de 4032 în variantă neoptimizată, respectiv de 342, în urma operațiilor de triangularizare și eliminare frontală.

La fiecare rulare, calculul eforturilor în barele structurii și a deplasărilor nodale s-a efectuat pentru toate ipotezele de încărcare iar apoi, prin suprapunerea efectelor, și pentru combinațiile acestora, specificate în fișierele datelor de intrare corespunzătoare.

Analiza statică neliniară, având ca obiectiv al calculului de ordinul II determinarea eforturilor, deplasărilor și tensiunilor din barele structurii de rezistență studiate, a fost realizată prin apelarea modulului *ROBOT Flambement*. Dacă în calculele statice de ordinul I, drept consecință a relației tensiuni-deformații specifice, $\sigma = E\varepsilon$, sistemul de ecuații diferențiale aferent structurii studiate este liniar și admite soluție unică, pentru rezolvarea problemelor de analiză

neliniară, calculul, condus prin iterații succesive, presupune ca sistemul de ecuații să fie rezolvat la fiecare iterație, până la convergența procesului, dacă aceasta există. Pentru a evita dificultățile unui astfel de calcul, modulul **ROBOT Flambement** utilizează metoda incrementală Newton-Raphson, [17], [51], conform căreia analiza deplasărilor se efectuează cu incrementarea corespunzătoare a încărcării, ca în fig.5.9, iterațiile fiind oprite atunci când este satisfăcută una din următoarele condiții :

$$N_{eq} = \left[\frac{1}{N_{eq, i=1}} \left(\frac{Dw_i}{w_i} \right)^2 \right]^{1/2} < TOLérance \quad (5.12)$$

în care : N_{eq} - numărul ecuațiilor

$TOLérance$ - precizia calculului, având valorile 0.01, 0.001, 0.0001, ...

(valoarea implicită, $TOL = 0.001$) ;

$Dw_i = W_{i-1} - W_i$ incrementul deplasării ;

W_i - deplasarea în etapa i ,

respectiv :

$$\text{Numărul de iterații} > \mathbf{MAXI} \text{ itérations} , \quad (5.13)$$

unde valoarea \mathbf{MAXI} itérations este specificată de utilizator (implicit, $\mathbf{MAXI} = 25$).

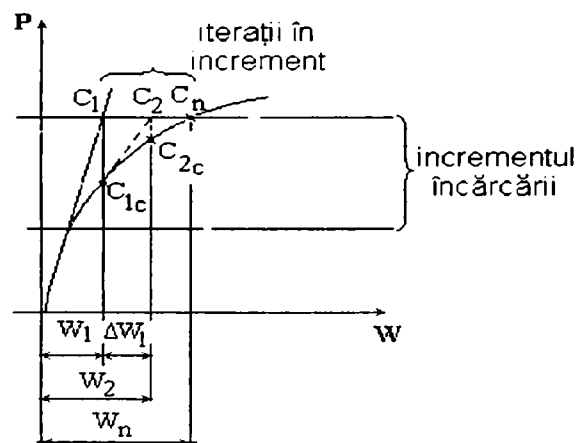
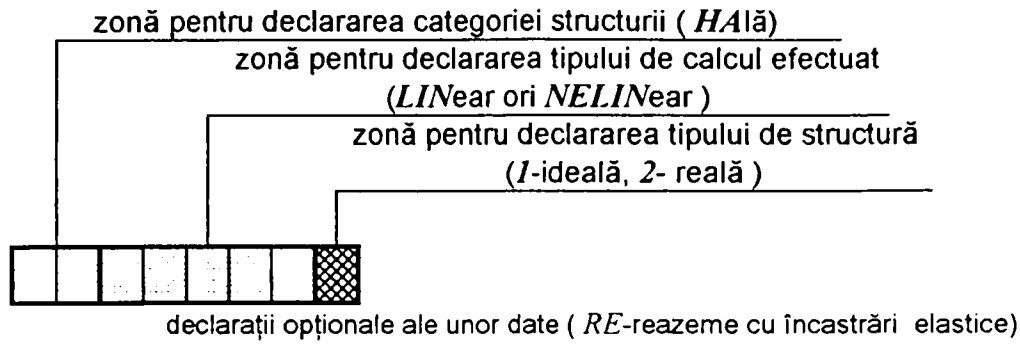


Fig.5.9 Principiul metodei incrementale Newton-Raphson

Modulul **ROBOT Flambement** apelează automat tehnicile de accelerare a convergenței, procedând, dacă este necesar, la reajustarea valorilor de inițiere a procesului iterativ.

Deoarece în această opțiune de calcul toate ipotezele de încărcare declarate în fișierul de date sunt tratate nelinier iar principiul suprapunerii efectelor în combinațiile de ipotezelor de încărcare nu mai este valabil, programul **ROBOT** transformă automat fiecare combinație declarată, în ipoteză de încărcare elementară.

După rularea programului **ROBOT-Structures**, respectiv efectuarea analizelor globale ale ansamblului structurii de rezistență a H.C.A. supusă studiului, rezultatele calculelor au fost solicitate în formă numerică și grupate în fișiere de ieșire, al căror nume de fișier s-a alcătuit, conform schemei de mai jos, din 6...8 caractere înscrise în trei zone :



Denumirile astfel rezultate ale fișierelor, sunt următoarele:

- HALIN 1** – calcul linear elastic - de ordinul I - al structurii ideale
- HANELIN 1** – calcul nelinear elastic și linear geometric - de ordinul II - al structurii ideale
- HALIN 2** – calcul linear elastic - de ordinul I - al structurii reale
- HANELIN 2** – calcul nelinear elastic și linear geometric - de ordinul II - al structurii reale
- HARELIN 1** – calcul linear elastic - de ordinul I - al structurii ideale, cu considerarea încastrărilor elastice din nodurile notate 15, 18, 20 în fig.5.5
- HARENEL 2** – calcul nelinear elastic și linear geometric - de ordinul II - al structurii reale cu considerarea încastrărilor elastice din nodurile notate 15, 18, 20 în fig.5.5

Rezultatele calculului de conlucrare spațială a ansamblului structurii halei sunt înscrise în Anexele A5.1 - A5.4 iar în continuare sunt prezentate sinteze ale acestora, ce conțin valorile maxime ale deplasărilor și rotirilor nodale, ale forțelor nodale, respectiv ale eforturilor unitare, grupate conform provenienței lor din fișierele de rezultate menționate anterior.

**Fișier HALIN 1
CALCUL LINIAR ELASTIC
AL STRUCTURII IDEALE**

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82
date : 10 Juil 1997
heure : 15:37:21

page361

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE

Deplacements des noeuds - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Deg)	RY (Deg)	RZ (Deg)
Maximas						
Noeud :	153	97	388	289	387	147
Valeur:	2.83280	-2.99383	-10.14528	0.35169	-0.53126	-0.30438

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82

page363

date : 10 Juil 1997

heure : 15:37:22

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE

Forces nodales (barre par barre) - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

	FX(daN)	FY(daN)	FZ(daN)	MX(daNCM)	MY(daNCM)	MZ(daNCM)
Maximas						
Element:	6	1447	3	69	1448	1447
Valeur :	+283349.563	+14081.044	+27683.912	+1748.156	+35342900.000	+8422588.000
Minimas						
Element:	1448	1447	3	69	3	1445
Valeur :	-45260.219	-14081.044	-27683.912	-1748.156	%-25829198.000	%-4454436.500

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82

page403

date : 10 Juil 1997

heure : 15:37:33

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE

Contraintes aux noeuds - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

Maximas

Compress.: element = 75 valeur = 1442.63 daN/cm2

Traction : element = 75 valeur = -1427.74 daN/cm2

Fișier HANELIN 1

CALCUL LINIAR ELASTIC și NELINIAR GEOMETRIC
AL STRUCTURII IDEALE

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82

date : 11 Juil 1997

heure : 16:47:25

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE

Déplacements des noeuds - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

Maximas

Noeud :	153	680	388	286	387	147
Valeur:	2.83514	2.50917	-10.72404	0.39314	-0.53424	-0.30606

Forces nodales (barre par barre) - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

	FX(daN)	FY(daN)	FZ(daN)	MX(daNCM)	MY(daNCM)	MZ(daNCM)
Maximas						
Elément:	6	30	6	69	6	30
Valeur :	+330169.813	+1316.033	+33611.121	+1770.957	%+21617042.000	+458980.375
Minimas						
Elément:	5	75	6	69	7	75
Valeur :	-26087.561	-5603.443	-33611.121	-1770.957	%-44072992.000	%-1846908.250

Contraintes aux noeuds - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

Maximas

Compress.: élément = 75 valeur = 1444.38 daN/cm2

Traction : élément = 75 valeur = -1429.35 daN/cm2

**Fișier HALIN 2
CALCUL LINIAR ELASTIC
AL STRUCTURII REALE**

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82 page 19

date : 10 Juil 1997

heure : 16:01:30

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE

Deplacements des noeuds - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

UX(cm)	UY(cm)	UZ(cm)	RX(Deg)	RY(Deg)	RZ(Deg)	
Maximas						
Noeud :	153	691	388	29	389	147
Valeur :	1.72962	4.65876	-13.74889	0.64924	0.49692	-0.25710

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82 page363

date : 10 Juil 1997

heure : 16:03:35

Forces nodales (barre par barre) - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

FX(daN)	FY(daN)	FZ (daN)	MX(daNCM)	MY(daNCM)	MZ(daNCM)	
Maximas						
Element:	6	6	1450	6	1448	6
Valeur :	+344136.656	+35003.875	+36103.188	+2733.386	%+24355004.000	%+10720654.000
Minimas						
Element:	5	6	1450	6	8	6
Valeur :	-26631.729	-35003.875	-36103.188	-2733.386	%-46945116.000	%-11443354.000

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82 page403

date : 10 Juil 1997

heure : 16:03:46

Contraintes aux noeuds - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

Maximas

Compress.: element = 6 valeur = 1342.01 daN/cm2

Traction : element = 75 valeur = -1290.83 daN/cm2

**Fișier HANELIN 2
CALCUL LINIAR ELASTIC și NELINIAR GEOMETRIC
AL STRUCTURII REALE**

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82 date : 12 Juil 1997

heure : 14:24:35

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE

Deplacements des noeuds - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Deg)	RY (Deg)	RZ (Deg)	
Maximas						
Noeud :	153	682	56	82	31	153
Valeur :	1.59038	7.79809	-15.98270	-0.84515	-0.72809	0.20138

Forces nodales (barre par barre) - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

FX(daN)	FY (daN)	FZ(daN)	MX(daNCM)	MY(daNCM)	MZ(daNCM)	
Maximas						
Element:	6	1418	1473	259	8	6
Valeur :	+331793.969	+32216.344	+298404.500	%+12266031.0	%+48891412.0	%+8274609.000
Minimas						
Element:	259	1418	1473	259	4	6
Valeur :	-30756.330	-32216.344	-298404.50	%-12266031.0	%-33934780.000	%-9413931.000

Contraintes aux noeuds - cas actifs: 1 A 18 (Tous)

Maximas

Compress.: element = 54 valeur = 4918.58 daN/cm2

Traction : element = 54 valeur = -4685.54 daN/cm2

Maximas

Compress.: element = 75 valeur = 1268.41 daN/cm2

Traction : element = 75 valeur = -1258.94 daN/cm2

Fișier HARELIN 1
CALCUL LINIAR ELASTIC
AL STRUCTURII IDEALE (cu încastrări elastice)

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE

Contraintes aux noeuds - cas actifs: 13 A 18 (Combinaisons)

Maximas

Compress.: element = 161 valeur = 2229.75 daN/cm²

Traction : element = 161 valeur = -2070.00 daN/cm²

Déplacements des noeuds - cas actifs: 13 A 18 (Combinaisons)

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Deg)	RY (Deg)	RZ (Deg)
Maximas						
Noeud :	638	515	388	286	387	387
Valeur:	-0.32085	-2.41625	-10.46506	0.37057	-0.53367	-0.09995

Fișier HARELIN 2
CALCUL LINIAR ELASTIC
AL STRUCTURII REALE (cu încastrări elastice)

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE

Contraintes aux noeuds - cas actifs: 13 A 18 (Combinaisons)

Maximas

Compress.: element = 165 valeur = 2129.75 daN/cm²

Traction : element = 165 valeur = -2070.00 daN/cm²

Déplacements des noeuds - cas actifs: 13 A 18 (Combinaisons)

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Deg)	RY (Deg)	RZ (Deg)
Maximas						
Noeud :	153	523	388	29	389	147
Valeur:	1.73085	-3.65955	-13.33713	0.62772	0.50678	-0.25718

În vederea facilitării operației de identificare a elementelor și nodurilor având eforturile și deplasărilor prezentate anterior, respectiv înscrise în Anexele A5.1 - A5.4, în fig.5.10 a și b sunt menționate pozițiile elementelor și nodurilor considerate semnificative, în structura ansamblului spațial al halei supusă analizei.

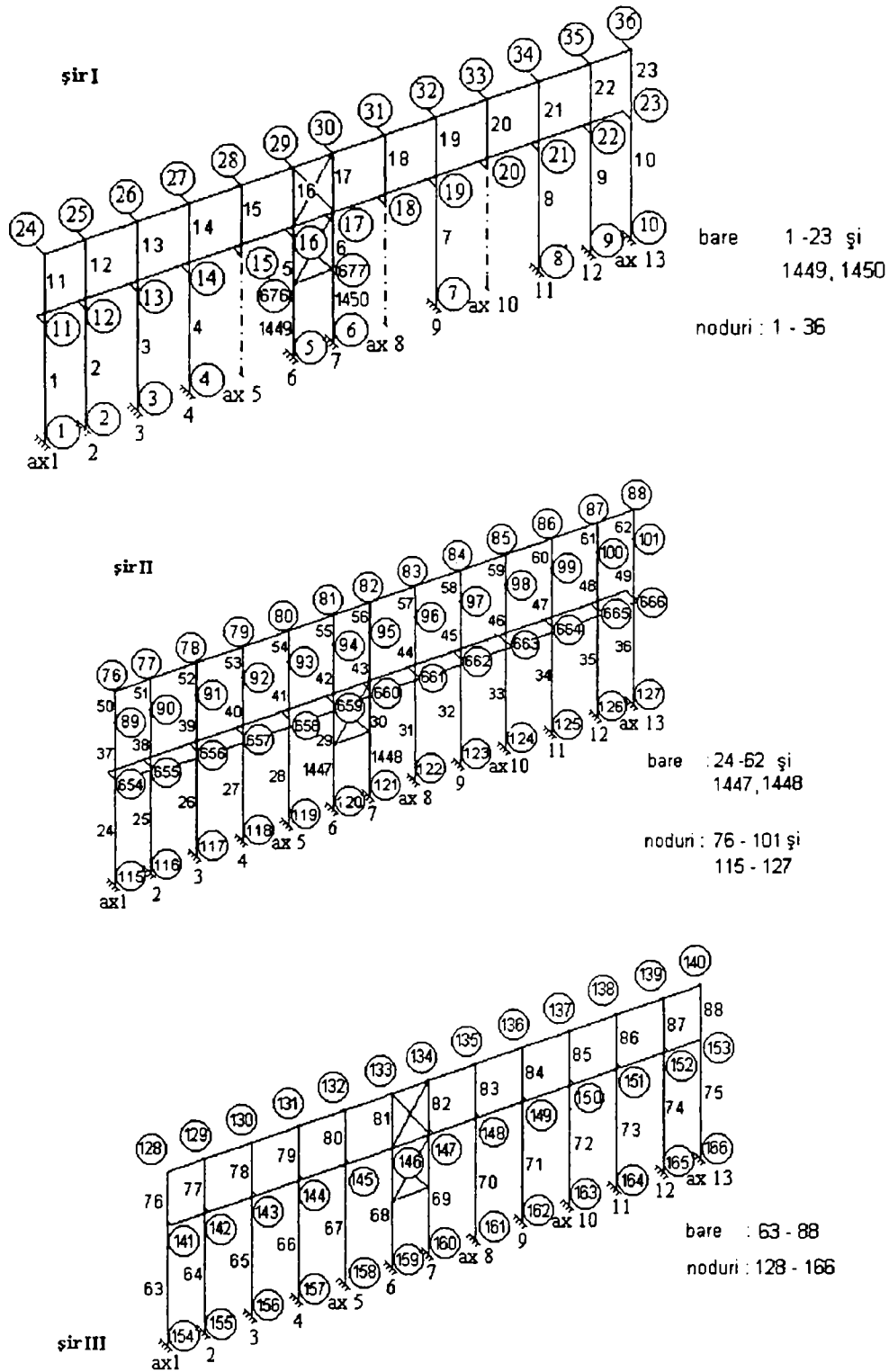


Fig.5.10a Poziționarea elementelor și nodurilor semnificative pe șirurile de stâlpi ai ansamblului spațial al H.C.A.

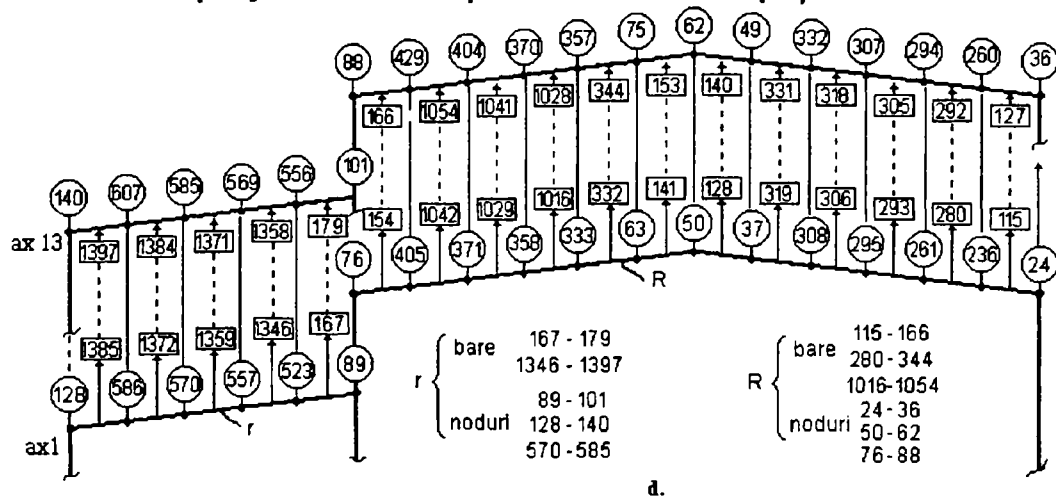


Fig.5.10b Poziționarea elementelor și nodurilor semnificative pe riglele ansamblului spațial al H.C.A.

5.3 ANALIZA CALCULELOR EFECTUATE ȘI A REZULTATELOR PRIVIND SIGURANȚA STRUCTURII

În problemele generale ale calculului structurilor de rezistență, stabilirea modului în care este evaluat răspunsul structurii la acțiunile ce se exercită asupra sa, precum și interpretarea fenomenului complex de comportare a structurii sub încărcări, reprezintă factori semnificativi de care depinde exploatarea ulterioară corespunzătoare a construcției. În acest sens, caracterizarea din punct de vedere cantitativ a răspunsului structurii de rezistență la acțiunile exterioare, poate fi efectuată prin mărimile fizice - deplasări și eforturi - corespunzătoare stadiului de solicitare analizat, mărimi care, pentru asigurarea unei bune exploatare a construcției, trebuie să se încadreze în anumite limite impuse prin prescripțiile tehnice.

Calculul structurilor de rezistență, efectuat pentru determinarea valorică a deplasărilor și eforturilor, constituind o analiză teoretică a răspunsului structurii la acțiunile exterioare, implică schematizarea fenomenului fizic real în vederea exprimării sale în formă matematică. Deși schematizările curent utilizate care presupun, în general, ca neglijabile efectele unora dintre parametrii ce caracterizează fenomenul real, conduc la rezolvări practice mai puțin dificile comparativ cu schematizările realizate cu considerarea acestor efecte, cele din urmă au însă avantajul exprimării mai fidele a fenomenului studiat. De aceea, ținând seama de faptul că se calculează o schemă idealizată a structurii și nu structura ca atare, se poate afirma că, dacă schema de calcul modelează cât mai fidel structura reală, atunci se va asigura o comportare corespunzătoare în exploatare, în ipoteza că și celelalte etape ale procesului de proiectare sunt rezolvate corect.

În cazul structurilor de rezistență metalice ale halelor industriale dotate cu poduri rulante, cum sunt și cele specifice sectorului siderurgic, considerate ca făcând parte din categoria unor structuri pentru proiectarea cărora, în cursul timpului, s-a acumulat o experiență suficientă, a fost adoptată frecvent ca schemă de calcul o schemă plană, rezultatele obținute pe această cale fiind confirmate în general de comportarea în exploatare a acestor construcții. De aceea, în cazul verificării siguranței unor astfel de structuri, aflate deja de un anumit număr de ani în exploatare, poate fi justificată și adoptarea, ca alternativă, a schemelor plane de calcul, similare celor utilizate inițial la proiectare.

Ținând seama de aspectele menționate, în prezenta lucrare, evaluarea siguranței structurii halei supuse studiului, aflată de peste 30 de ani în exploatare, s-a efectuat mai întâi pe schema de calcul plană, considerând comportarea materialului metalic în domeniul elastic iar relația forță-deplasare schematizată ca liniară, apoi, pe schema ansamblului spațial, atât prin calcul elastic și geometric liniar cât și prin calcul liniar elastic și neliniar geometric. Cu valorile eforturilor și deplasărilor rezultate din gruparea cea mai deforabilă, s-a procedat la verificarea elementelor componente ale structurii de rezistență, calculele fiind conduse în accepțiunea metodei semiprobabilistice la stări limită, conform normativelor de proiectare în vigoare.

Analiza verificărilor întreprinse și concluziile rezultate sunt tratate în continuare, pentru următoarele subansamble ale structurii de rezistență studiate :

- **Grinzile căilor de rulare**

Pentru halele industriale din siderurgie, dotate în general cu poduri rulante având capacitate mare de ridicare, cu regim de funcționare greu și foarte greu, ansamblul grinzilor căilor de rulare reprezintă elemente de rezistență cu importanță deosebită, de comportarea lor în exploatare depinzând buna desfășurare a procesului tehnologic.

Modul de alcătuire constructivă a secțiunilor și prezența legăturilor transversale, de regulă suficient de rigide, între grinzile ansamblului grinzilor căilor de rulare, determină ca acțiunile verticale aplicate în planul inimii grinzii verticale să antreneze și să solicite și elementele grinzii orizontale de frânare, iar acțiunile orizontale transversale, să genereze o stare de eforturi unitare și în unele elemente ale grinzii verticale de rulare. Astfel, deși la grinzile căilor de rulare din halele cu structură metalică din siderurgie se manifestă fenomenul de conlucrare între elementele componente ale subansamblului grinzilor de rulare, evidențiind comportarea spațială a acestora, în activitatea curentă de proiectare, bazată pe normele în vigoare, se accepă ideea unor ipoteze simplificatoare, pe baza cărora se efectuează calculul și dimensionarea fiecărui element în parte, fără a ține seama de fenomenul de conlucrare. De asemenea, aceste metodele clasice de calcul prind , după [30], numai efectele principale ale acțiunilor aduse de podurile rulante, or efectele secundare, din categoria celor analizate în paragraful 1.3.1, pot conduce la eforturi unitare suplimentare semnificative.

Tot în acest sens, se menționează și considerațiile din aceeași lucrare [30] referitoare la prevederile normelor de proiectare în ceea ce privește calculul la oboseală, care nu asigură în toate cazurile spectrelor de eforturi unitare un calcul acoperitor.

De aceea, ca urmare a ipotezelor simplificatoare admise, a calculului plan descoperitor și a altor cauze datorate exploatării ori întreținerii defectuase, la numeroase grinzi ale căilor de rulare din halele aflate de mai mulți ani în exploatare, s-au constatat frecvent defecte și degradări ce împiedecă buna funcționare a podurilor rulante, afectând totodată și siguranța acestor importante subansamble ale structurii de rezistență, ducând până la scurtarea duratei lor de exploatare.

Aspectele menționate au fost sesizate și în cazul grinzilor căilor de rulare din H.C.A. , studiată în această lucrare, pentru verificarea cărora s-au luat în considerare acțiunile din podurile rulante, în starea actuală de încărcare a structurii, diferită în sens defavorabil față de cea prevăzută în documentația de execuție al halei, atât în ceea ce privește numărul și capacitatea de ridicare a podurilor, cât și amplasarea lor în convoi. În aceste condiții de exploatare, în urma verificării la starea limită ultimă de rezistență, s-a constatat depășirea valorii admise a eforturilor unitare normale cu peste 4% pe unul din tronsoanele grinzilor de rulare de pe șirul marginal din deschiderea aferentă H.C.A, tronson pe care nici starea limită a exploatării normale nu este îndeplinită, săgeata efectivă a grinzii principale depășind de aproximativ 2,7 ori săgeta admisibilă.

De altfel, același tronson al grinzilor căilor de rulare, prezintă și zonele în care s-a constatat densitatea cea mai ridicată a defectelor, identificate cu ocazia analizei vizuale efectuate asupra structurii, ale cărei rezultate au fost descrise în subcapitolele 4.2 și 4.3.

În ceea ce privește verificarea stării limită de oboseală, semnificativ este faptul că, deși în urma calculului s-a constatat îndeplinirea condițiilor solicitate de această verificare, defectele de tipul fisurilor, constatate în tălpile superioare și în zona legăturii inimă-talpă superioară, au prezentat totuși caracteristicile unor fisuri la oboseală.

În cazul structurilor aflate în exploatare, cum este de exemplu și cea a H.C.A, aprecierea efectelor fenomenului de oboseală și a modului de reflectarea al acestora în calculele de proiectare impune însă și luarea în considerare a suprapunerii acestora peste efectele altor fenomene defavorabile, descrise tot în subcapitolele 4.2 și 4.3, a căror evoluție în timp poate afecta caracteristicile mecanice și tehnologice ale materialului metalic din care sunt executate grinzile căilor de rulare.

- **Cadrelle transversale**

Siguranța în exploatare a halelor industriale dotate cu poduri rulante, cum sunt majoritatea celor din siderurgie, este influențată hotărâtor de comportarea cadrelor transversale, considerate ca elemente principale ce alcătuiesc structura de rezistență a acestor construcții.

Analiza modalităților de evaluare analitică a siguranței structurilor metalice ale halelor industriale cu poduri rulante, efectuată în subcapitolul 2.3 al lucrării, a relevat, alături de complexitatea problemei, și posibilitățile de rezolvare la nivelul proiectării curente, prin efectuarea calculelor de rezistență și de stabilitate impuse de metoda semiprobabilistică la stări limită.

Dacă la aceste tipuri de structuri verificarea stării limită de rezistență nu implică, în general, probleme deosebite, se impune însă menționarea unora dintre aspectele calculului practic la stabilitate, cum sunt cele semnalate de exemplu în lucrarea [31]. Astfel, în proiectarea curentă, calculul de stabilitate al halelor industriale cu poduri rulante este bazat pe modelul bifurcării echilibrului și, în consecință, flambajul prin încovoiere al stâlpilor în planul cadrului transversal, se tratează separat de flambajul prin încovoiere-răsucire, la care încovoierea are loc în sens longitudinal halei, în ambele cazuri fiind necesară determinarea multiplicatorilor μ din expresia lungimilor de flambaj. Noțiunea lungimii de flambaj, fiind specifică modelului de bifurcarea echilibrului este însă legată de conceptul barei ideale, având semnificație univocă doar în cazul barelor izolate, cu secțiune transversală constantă în lungul barei și cu încărcări axiale numai la capete. Cum stâlpii halelor industriale cu poduri rulante nu satisfac nici unul din cele două restricții menționate, lungimea de flambaj se calculează separat pentru cele două tronsoane ale stâlpului.

La determinarea lungimii de flambaj a tronsonului inferior, lucrând conform STAS 10108/0-78, pentru capătul superior al stâlpului tabele din standard nu permit considerarea încastrărilor parțiale nici față de deplasările transversale nici față de rotații, și astfel, după [31], ori de câte ori rămâne semnificativ flambajul prin încovoiere în planul cadrului transversal, se constată că prin

neglijarea efectului stabilizator al celorlalți stâlpi ai halei rezultă valori mai mari ale multiplicatorului μ , ceea ce conduce la o supradimensionare a tronsonului inferior.

În ceea ce privește determinarea lungimii de flambaj pentru tronsonul superior, deși aceasta reprezintă o problemă de stabilitate a sistemelor de bare întrucât în urma variației într-o treaptă a secțiunii transversale și a încărcării la două niveluri diferite stâlpul de hală industrială cu poduri rulante constituie, din acest punct de vedere, un sistem de două bare, aceeași normă STAS 10108/0-78 prevede pentru multiplicatorului μ_2 formula de recurență $\mu_2 = \mu_1 / c_1 \leq 3$, (cu $c = (N_1 + N_2)/N_2$ și $c_1 = l_2 / l_1 \sqrt{(I/c) \cdot (I_1/I_2)}$). Se constată însă că, cu cât tronsonul superior (de lungime l_2) este mai scurt față de cel inferior (de lungime l_1), cu cât momentele de inerție secționale (I_1 și I_2) ale celor două tronsoane au valori mai apropiate și cu cât încărcarea tronsonului superior este mai mică în raport cu cea a tronsonului inferior, cu atât coeficientul c_1 având valori mai mici, multiplicatorul μ_2 va rezulta mai mare decât μ_1 . Astfel, după [31], tocmai în cazurile specificate, în care tronsonul superior este mai puțin sensibil la efectul de ordinul doi al forței axiale într-o deformare laterală, formula menționată aduce tronsonul superior al stâlpului, în mod artificial, în aceeași situație defavorabilă ca și cea a tronsonului inferior. De anomalia semnalată, care reprezintă consecința incompatibilității conceptuale a lungimii de flambaj determinată pentru fiecare tronson considerat izolat cu calculul de bifurcare al stâlpului întreg, se ține seama în STAS 10108/0-78, prin limitarea empirică a multiplicatorului μ_2 la valoarea 3.

În cazul halei supusă studiului în prezenta lucrare, valorile multiplicatorilor lungimilor de flambaj au fost calculate conform normativului [69], cu mențiunea că, lucrând cu metoda propusă în [31], valorile μ_1 și μ_2 determinate pentru aceeași hală industrială rezultată mai mici pentru ambele tronsoane ale stâlpilor.

Verificarea la pierderea stabilității prin încovoiere transversală a stâlpului celui mai defavorabil de pe fiecare șir al H.C.A, s-a efectuat prin aplicarea formulei cu doi termeni notată (5.10), ce are, după [31], caracterul unei formule de tip lasinski completată cu efectul de ordinul doi al forței axiale, reprezentând astfel o verificare aproximativă a divergenței stâlpului real.

În cazul verificării tronsoanelor unuia dintre stâlpii solicitați cel mai defavorabil la flambajul prin încovoiere-răsucire, calculul de stabilitate s-a efectuat cu formula notată (5.11), după determinarea coeficientului de zveltețe transformat, λ_{tr} , a coeficientului φ_g al instabilității de grindă provocată de compresiunile din încovoiere (numit și coeficient de deversare) și a coeficientului c_x , de reducere a momentului încovoiator (întrucât capetele tronsoanelor au fost presupuse fixe față de deplasarea în sens longitudinal halei). După aceeași lucrare [31], formula (5.11), spre deosebire de (5.10), reprezintă o relație de interacțiune între efectul forței axiale și cel al momentului încovoiator, ce cuprinde corect efectele separate, adică flambajul sub compresiune centrică pentru $M_x=0$ respectiv flambajul sub încovoiere pentru $N=0$, asigurând totodată o aproximație acoperitoare pentru cazurile de interacțiune propriu-zise.

În urma verificărilor întreprinse, din calculul plan a rezultat că elementele componente ale

structurii cadrelor transversale îndeplinesc atât condițiile stării limită de rezistență și stabilitate cât și cele ale stării limită a exploatarei normale.

În vederea relevării influenței asupra rezultatelor calculului de proiectare a modului de schematizare a comportării structurilor de rezistență sub încărcări, pentru H.C.A studiată, eforturile și deplasările structurii au fost determinate și prin calculul de conlucrare spațială, efectuat pe schema structurii ideale, conformă proiectului de execuție, respectiv pe schema presupusă reală, considerând modificările geometrice de forma unor deformații și deplasări, evaluate cantitativ prin studii și măsurători tehnico-topografice efectuate după o perioadă de peste 30 de ani de exploatare .

Din fișierele de rezultate obținute în urma calculului de conlucrare spațială condus cu programul automat *ROBOT-Structures* și prezentate în Anexele A5.1– A5.4 , au fost selectate valori considerate semnificative ale eforturilor și deplasărilor, cu care s-au trasat diagramele prezentate în continuare, iar pe baza lor, s-au fost analizate apoi următoarele aspecte :

- a. **Influența tipului de calcul efectuat** - plan ori de conlucrare spațială - asupra valorilor eforturilor determinate în elementele structurii de rezistență ;
- b. **Influența modului de analiză** - prin calcul linear respectiv calcul nelinear - asupra valorilor eforturilor și deplasărilor structurii studiate ;
- c. **Influența tipului de schemă statică adoptată** - schemă ideală ori schemă reală - asupra valorilor și distribuției eforturilor, respectiv a deplasărilor nodale ale structurii.

a. Influența tipului de calcul - plan ori de conlucrare spațială - asupra valorilor eforturilor determinate în elementele structurii de rezistență

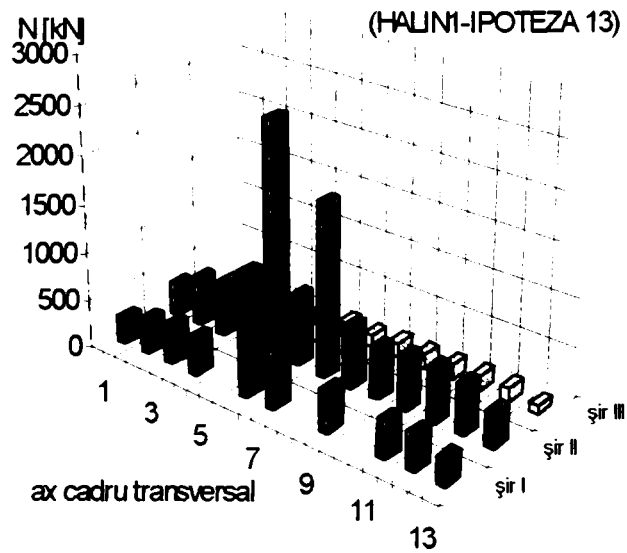
Necesitatea cunoașterii stării reale de eforturi și deformații din elementele portante ale structurilor de rezistență cu configurație spațială, cum sunt și cele specifice halelor industriale cu poduri rulante, implică considerarea efectului de conlucrare tridimensională dintre elementele structurale. Comportarea spațială caracteristică acestor tipuri de structuri, manifestată prin forma de conlucrare a cadrelor transversale, este determinată de existența legăturilor longitudinale la diferite nivele, fiind o conlucrare la deplasare, pentru producerea căreia este necesară o astfel de dispunere a încărcării încât tendința de deplasare laterală a unui cadru transversal să fie diferită de cea a cadrelor alăturate. De aceea, efectul conlucrării spațiale, de participare a mai multor elemente plane la preluarea încărcării aplicate unuia dintre ele, poate fi pus cel mai semnificativ în evidență pentru cazul încărcărilor provenite din deplasarea podurilor rulante, a căror acțiune are ponderea cantitativă cea mai însemnată în mărimea eforturilor generate în elementele structurii de rezistență.

În cazul structurii supuse studiului, analiza comparativă dintre eforturile rezultate din calculul de conlucrare spațială (extrase din fișierul HALIN1, în anexa A5.1) și cele obținute din calculul plan (înscrise în tabelul 5.6a), a relevat că efectul conlucrării cadrelor transversale la nivelul acoperișului și la nivelul grinzilor de frânare conduce, pentru încărcările orizontale și verticale din acțiunea podurilor rulante, la sporirea momentelor încovoietoare de la baza părții superioare a stâlpilor și respectiv reducerea lor la baza ramurii inferioare.

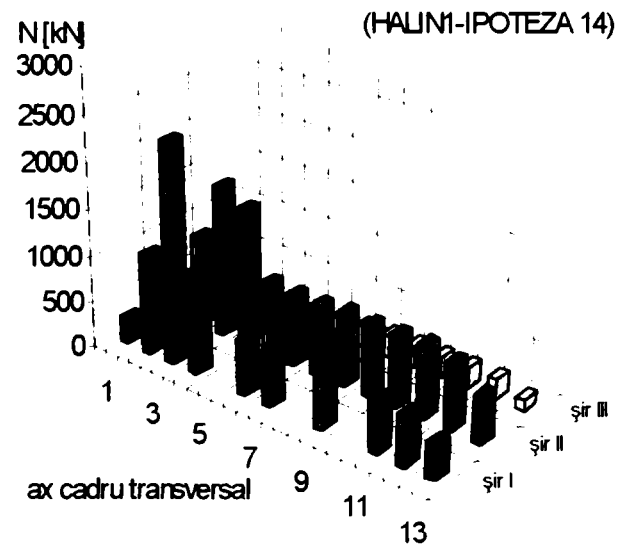
În ceea ce privește forțele axiale, efectul conlucrării spațiale este evidențiat prin diagramele trasate în fig.5.11 a - f, unde s-au reprezentat atât valorile acestor eforturi cât și modul de repartizare în vederea preluării lor de către ramurile inferioare ale stâlpilor de pe cele trei șiruri ale H.C.A., pentru diferite poziții defavorabile ale convoiului de sarcini provenite din acțiunea podurilor rulante. Astfel, efectul menționat se remarcă mai ales în deschiderea mare a halei, fiind semnificativ în toate cele șase ipoteze de încărcare analizate, îndeosebi pe șirul central de stâlpi și având o pondere mai puțin evidentă în deschiderea mică. Acest mod de participare a celor două deschideri în conlucrare, se datorește amplasării și rigidității diferite a grinzilor de frânare în zona aplicării încărcărilor locale din poduri rulante, precum și rigidității mai reduse a ramurilor superioare ale stâlpilor, prin intermediul cărora se transmit efectele din acțiunea podurilor rulante la nivelul acoperișului. Efectul de conlucrare sub acțiunea încărcărilor orizontale, evidențiindu-se aproximativ cu aceeași pondere în ambele deschideri, reflectă faptul că la nivelul grinzilor de frânare conlucrarea se manifestă și în situația în care structura este blocată la deplasare laterală la nivelul acoperișului.

Comparând eforturile axiale din ramurile inferioare ale stâlpilor, prezentate anterior în fig.5.11, cu valorile cele mai defavorabile obținute în urma calculului plan al celor trei tipuri de cadre transversale identificate în structura de rezistență a H.C.A. și prezentate în fig.5.12, se remarcă faptul că deși în al doilea caz, valoric, eforturile axiale pot fi considerate acoperitoare, nu se poate stabili decât o concordanță aproximativă între modul de distribuție al acestor eforturi, în vederea preluării lor de către elementele structurii de rezistență.

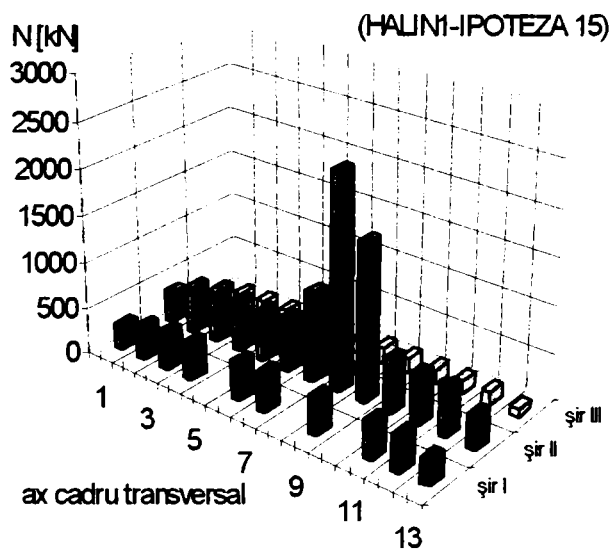
Se menționează însă că, în situația în care convoiul de încărcări provenite din acțiunea podurilor rulante se apropie de marginea halei, deși tendinței de răsucire a ansamblului spațial în urma aplicării excentrice a solicitărilor și se opun toate cadrele transversale, calculele efectuate au pus în evidență că influența unei astfel de localizări a încărcărilor este semnificativă pentru cadrele marginale, a căror comportare se apropie de cea a unui cadru transversal plan.



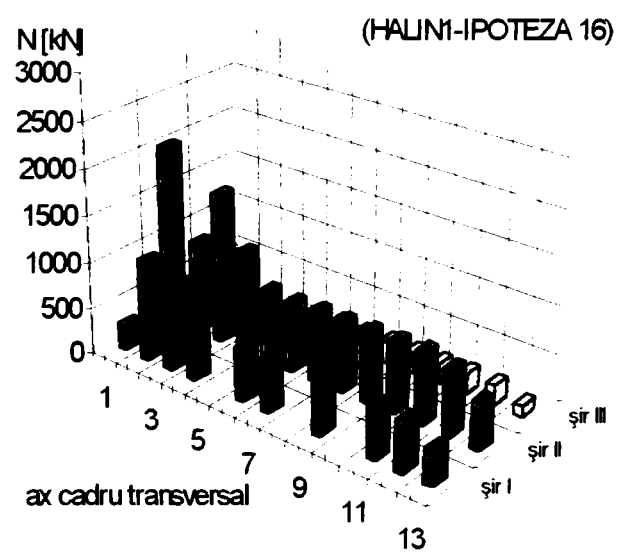
a.



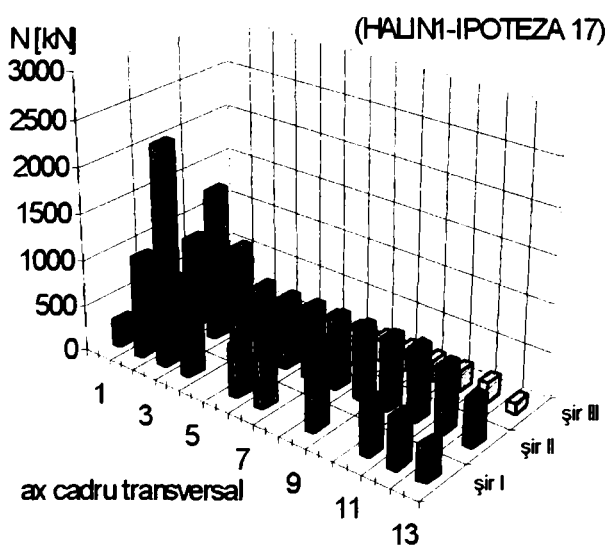
b.



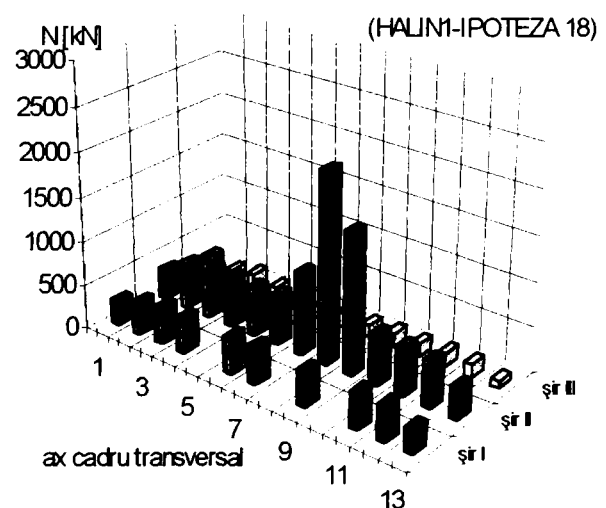
c.



d.



e.



f.

Fig.5.11 Distribuția eforturilor axiale în ramurile inferioare ale stâlpilor din H.C.A. în diferite ipoteze de încărcare (calcul de conlucrare spațială, liniar-elastic)

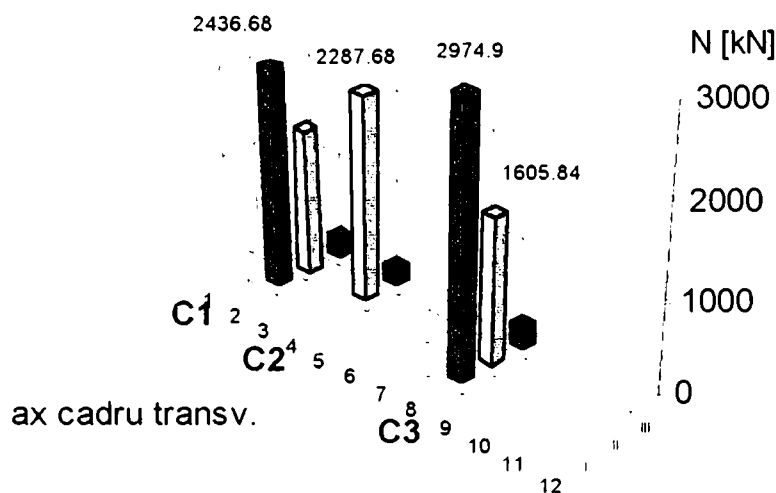


Fig.5.12 Eforturi axiale în ramurile inferioare ale stâlpilor cadrelor transversale din H.C.A. (calcul plan, linear-elastic)

De asemenea, din analiza rezultatelor obținute, se poate evidenția că efectul de conlucrare în reducerea deformațiilor este mai mare decât efectul în solicitare, deoarece în calculul de rezistență conlucrarea se resimte numai ca efect al unora dintre încărcări, în timp ce în calculul deformațiilor, se resimte ca efect al tuturor încărcărilor la care se face verificarea. Totodată, reducerea deplasărilor, mai pronunțată pentru încărcările verticale în raport cu cele orizontale rezultate din acțiunea podurilor rulante, este mai accentuată în cazul stâlpilor centrali în raport cu cei marginali, gradele de conlucrare cele mai mari realizându-se la nivelul grinzilor de frânare.

Din cele prezentate rezultă că schema statică și de încărcare aferentă calculului de conlucrare spațială, ce valorifică și contribuția contravântuirilor longitudinale din planul acoperișului, respectiv a grinzilor de frânare, la redistribuirea spațială a solicitărilor locale din poduri rulante, poate fi considerată din punctul de vedere al aspectelor analizate, mai evoluată decât schema de calcul a cadrului transversal plan, în care, pe lângă alte simplificări, nu este posibilă nici includerea repartizării reale a încărcărilor din podurile rulante pe stâlpii halei.

b. Influența modului de analiză - prin calcul linear respectiv calcul nelinear - asupra eforturilor și deplasărilor structurii

Analiza comportării structurilor de rezistență metalice ținând seama de caracterul real al fenomenului de deformare sub încărcări, presupune abordarea studiului printr-un calcul neliniar, în care sursa nelinearității provine fie din proprietățile fizico-mecanice ale materialului din care sunt alcătuite elementele structurii, fiind de aceea considerată neliniaritate fizică, fie din faptul că nu se mai neglijează influența deformațiilor asupra eforturilor, neliniaritatea fiind în acest caz de natură geometrică.

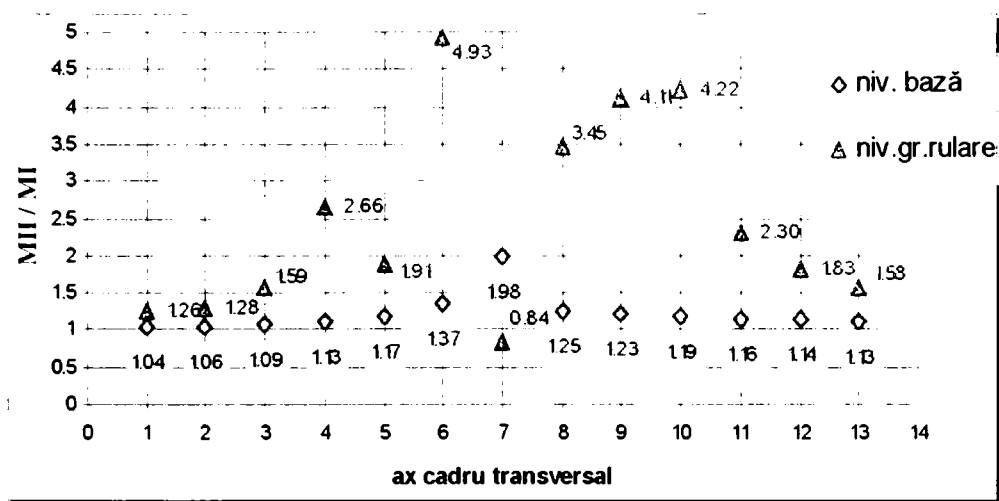
În cea de-a doua categorie de probleme neliniare se poate încadra și calculul structurilor de rezistență ale halelor industriale cu poduri rulante, alcătuite în general din cadre transversale având bare solicitate la compresiune cu încovoiere, la care, deși deplasările sunt de același ordin

de mărime cu cele rezultate din calculul liniar, deformațiile au o pondere semnificativă asupra mărimii eforturilor.

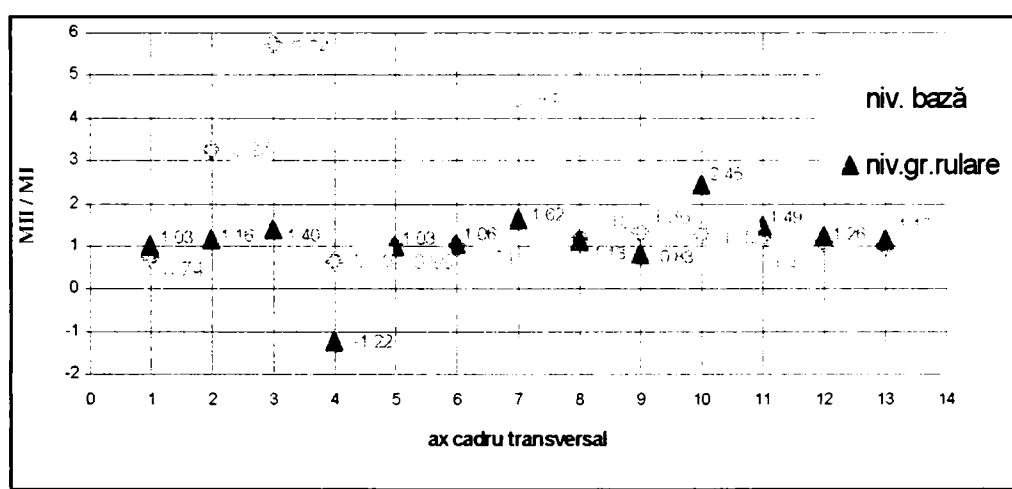
Oportunitatea efectuării unui astfel de calcul neliniar, recomandat în lucrări ca [4], [5], pentru structuri ale căroror elemente au zvelteți situate în jurul valorilor zvelteților mijlocii (cum sunt în general și majoritatea elementelor componente ale structurilor metalice din halele dotate cu poduri rulante), este dependentă de ponderea cu care efectele de ordinul doi intervin la verificarea unor secțiuni transversale, respectiv de mărimea raportului dintre eforturile de încovoiere rezultate dintr-un calcul neliniar și cele obținute prin calculul liniar. Astfel, importanța efectelor de ordinul II, estimată în funcție de valoarea coeficientului de majorare a momentelor încovoietoare notat de obicei cu η , poate fi apreciată, după același lucrări menționate anterior, ca : redusă (când $1,0 \leq \eta \leq 1,2$), medie (când $1,2 < \eta \leq 1,5$) ori mai mare (pentru $\eta > 1,5$) iar încadrarea într-una dintre clasificări, poate fi utilizată drept criteriu de alegere între procedeele de calcul cu un grad mai scăzut sau mai ridicat de complexitate. Conform acelorași autori, valoarea coeficientului de majorare η , poate constitui și pentru limitarea flexibilității elementelor, un criteriu mai concludent decât coeficientul de zveltețe λ , întrucât ține seama și de mărimea efortului axial de compresiune.

Pentru hala industrială aflată în exploatare și studiată în prezenta lucrare, calculul de ordinul II geometric neliniar al structurii de rezistență a fost efectuat, conform celor prezentate în paragraful precedent, cu programul de calcul **ROBOT- Structures** prin metoda elementelor finite, pentru determinarea soluției fiind aplicată metoda iterativă Newton-Raphson ce utilizează matricea de rigiditate tangentă, variabilă odată cu mărimea deformațiilor elementelor. Dacă primul stadiu al calculului corespunde cu cel liniar elastic, la fiecare din următoarele iterații, după recalcularea matricei de rigiditate tangentă, simetrică în raport cu diagonala principală, s-au obținut corecțiile deplasărilor, iar după ultima iterație, valorile finale ale deplasărilor și eforturilor nodale, înscrise în Anexele A5.1 - A5.4.

În cazul structurii de rezistență a halei studiate, **evaluarea influenței efectelor de ordinul II asupra eforturilor din stâlpii cadrelor transversale** s-a efectuat analizând rapoartele dintre valorile momentelor de încovoiere extrase din rezultatele aferente fișierelor HALIN1 și HANELIN1. S-a constatat astfel că, asupra eforturilor de încovoiere preluate de stâlpii cadrelor transversale, efectele de ordinul II se manifestă în general prin creșterea valorilor acestora, îndeosebi în secțiunile de la baza stâlpilor, fenomenul fiind evidențiat atât în cazul încovoierii în sens transversal halei, cât și în sens longitudinal, așa cum rezultă și din fig.5.13. De asemenea, în aceeași figură se observă că, în ipoteza de încărcare analizată, corespunzătoare uneia dintre pozițiile defavorabile ale convoiului de sarcini mobile provenite din acțiunea podurilor rulante (pentru care valoarea maximă a reacțiunii grinzilor căilor de rulare s-a obținut pe șirul I de stâlpi în dreptul axului 7) în secțiunile situate la nivelul de rezemare al grinzilor de rulare, valorile eforturilor de încovoiere determinate prin calculul de ordinul II, prezintă, în general, creșteri mai mici în sens longitudinal halei, comparativ cu cele obținute în sens transversal.



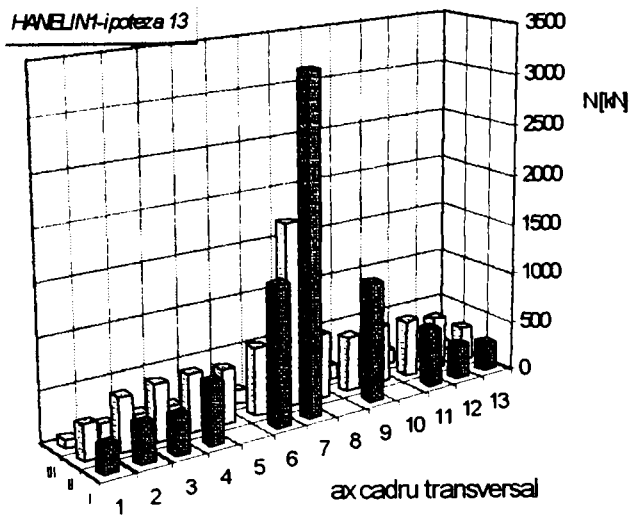
a.



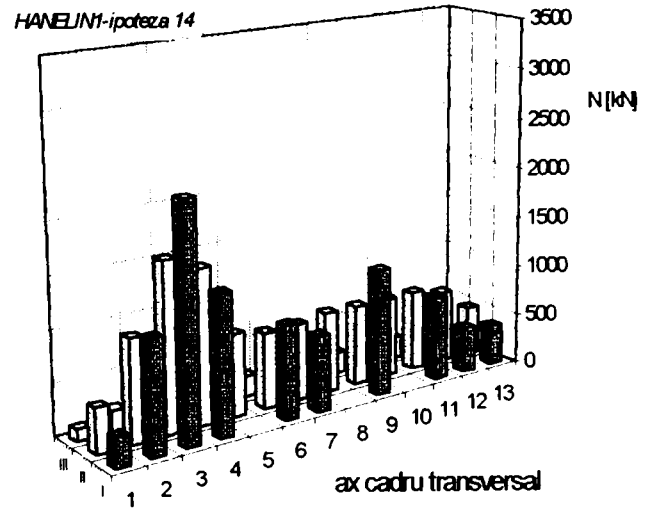
b.

Fig.5.13 Ponderele efectelor de ordinul II asupra eforturilor de încovoiere pe direcție transversală (a) și longitudinală (b) , din ramurile inferioare ale stâlpilor șirului central al H.C.A.

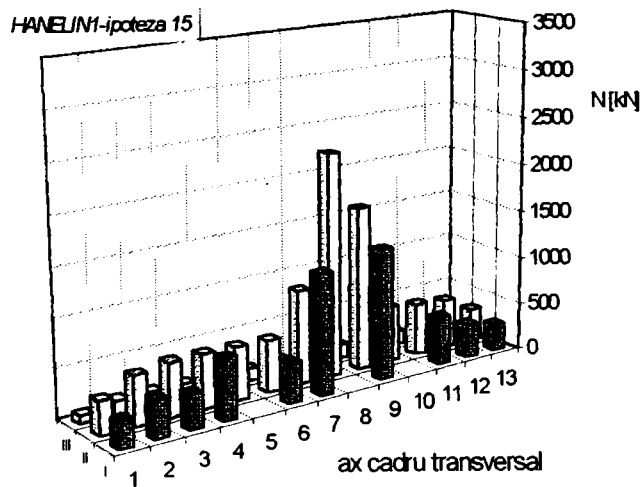
Comparând apoi eforturile axiale reprezentate în fig.5.14 a – f, determinate printr-un calcul nelinier pe schema ideală în diferite ipoteze de încărcare, cu cele rezultate din calculul linier în aceleași ipoteze și prezentate anterior în fig.5.11 a – f, se remarcă faptul că prin considerarea nelinierității geometrice, forțele axiale din stâlpii cadrelor marginale nu-și modifică semnificativ valorile, observându-se însă o creștere a acestora în zona centrală, îndeosebi în ramurile inferioare ale stâlpilor alăturați cadrelor transversale incomplete din dreptul axelor 5,8 și 10. Manifestarea fenomenului este mai evidentă pe șirul marginal I, unde în dreptul celor trei axe menționate stâlpii nu coboară până la fundații, ramura lor superioară rezemând pe grinzile căilor de rulare. Pe șirul central II de stâlpi, forțele axiale rezultate din calculul nelinier se apropie valoric de cele obținute prin calculul linier, iar pe șirul marginal III , aferent deschiderii mai mici a H.C.A., se remarcă chiar o tendință de scădere a intensității eforturilor axiale rezultate din calculul de ordinul II, mai accentuată pe stâlpii traveelor din zona centrală.



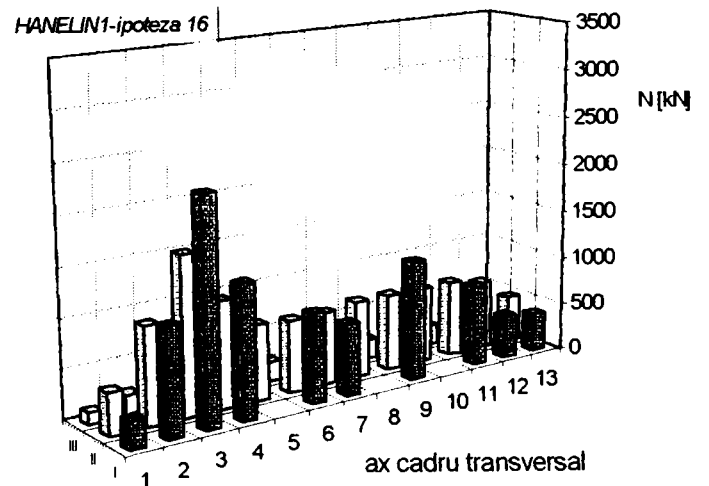
a.



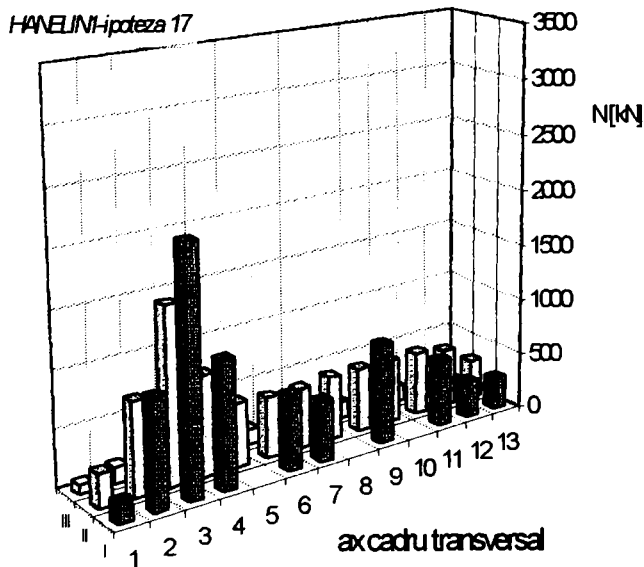
b.



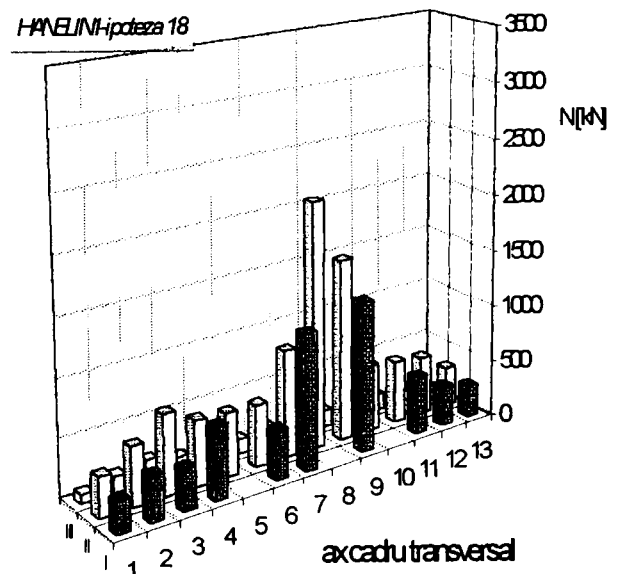
c.



d.



e.



f.

Fig.5.14 Distribuția și mărimea eforturilor axiale în ramurile inferioare ale stâlpilor H.C.A., determinate prin calcul elastic linear și geometric nelinear, în diferite ipoteze de încărcare

Concluziile prezentate pot fi evidențiate și în fig.5.15, unde, pentru comparație, eforturile axiale determinate din calculul liniar s-au reprezentat alături celor obținute prin calcul neliniar, în aceeași ipoteză de încărcare cu cea analizată anterior, în fig.5.13.

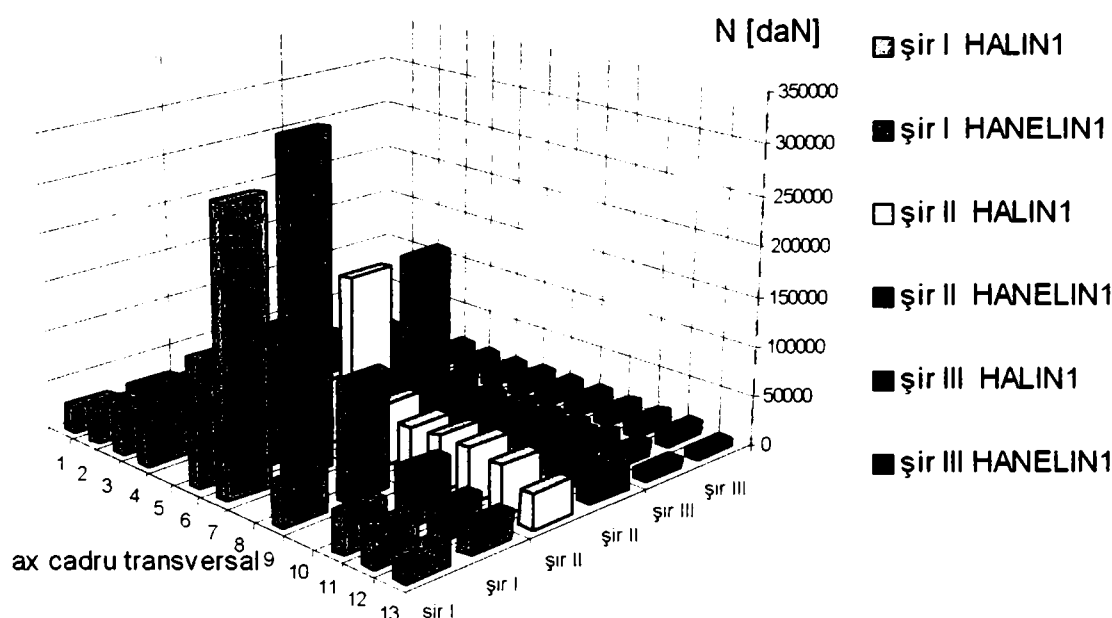


Fig. 5.15 Influența efectelor de ordinul II asupra eforturilor axiale din ramura inferioară a stâlpilor H.C.A.

Influența efectelor de ordinul II asupra deplasărilor nodale s-a analizat pe baza valorilor extrase din Anexele A5.1–A5.2, aferente fișierelor de rezultate HALIN1 și HANELIN1. Spre exemplificare, translațiile UX, UY, UZ și rotațiile RX, RY, RZ obținute pentru nodurile situate pe șirul I de stâlpi la nivelul de rezemare al grinzilor căilor de rulare, în urma calculului liniar, au fost reprezentate în fig.5.16 alături celor rezultate din calculul neliniar al structurii. Analizând variația deplasărilor nodale specificate, rezultă că, deși din punct de vedere calitativ calculul neliniar nu modifică semnificativ alura diagramelor de deplasări, efectele de ordinul II au o pondere evidentă sub aspect cantitativ asupra deplasărilor UZ, pe direcție verticală, dar mai ales asupra deplasărilor orizontale transversale, UY.

Se menționează însă, că sensibilitatea structurii la efectele de ordinul II, sesizată pe șirul marginal I de stâlpi la nivelul analizat, are drept cauză și existența cadrelor transversale incomplete din axele 5,8 și 10, a căror rigiditate mai mică la deplasare poate modifica în sens defavorabil modul de comportare al ansamblului spațial. Fenomenul poate fi accentuat îndeosebi în anumite situații de încărcare, cum este și cea descrisă anterior cu referire la fig. 5.13 și fig.5.15 (corespunzătoare uneia dintre pozițiile defavorabile ale convoiului de sarcini mobile, pentru care valoarea maximă a reacțiunii grinzilor căilor de rulare s-a obținut pe șirul I de stâlpi în dreptul axului 7).

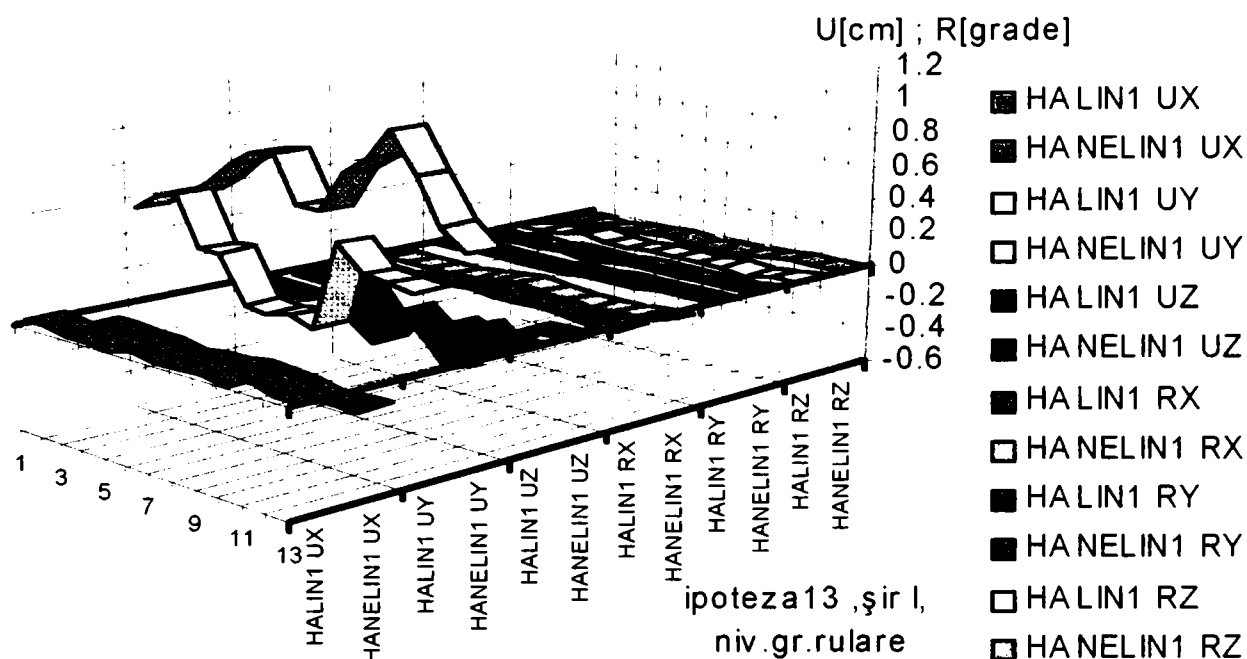


Fig.5.16 Influența efectelor de ordinul II asupra deplasărilor nodale de la nivelul de rezemare al grinzilor de rulare pe stâlpii H.C.A.

Analiza efectelor considerării în calcule a neliniarității geometrice, asupra intensității stării de solicitare și de deformație din structura studiată, a relevat că, în general, influența efectelor de ordinul II se manifestă mai accentuat asupra deplasărilor, comparativ cu cea asupra eforturilor, drept consecință a exprimării ecuațiilor de echilibru în raport cu forma deformată a structurii și a faptului că rigiditatea elementelor și ansamblului structurii de rezistență este variabilă, fiind funcție de nivelul forțelor exterioare.

c. Influența tipului de schemă statică - ideală ori reală - asupra eforturilor și deplasărilor nodale calculate

Influența tipului de **schemă statică, ideală ori reală**, adoptată în calcule, asupra valorilor și repartizării eforturilor în elementele structurii de rezistență a fost evidențiată prin analiza comparativă dintre rezultatele cuprinse în fișierele HANELIN1 și HANELIN2, aferente structurii ideale, respectiv structurii reale.

În ceea ce privește modul de repartizare a eforturilor pe elementele structurii, s-a constatat că, pentru aceeași ipoteză de încărcare, între rezultatele obținute pe cele două tipuri de scheme statice nu se semnalează deosebiri semnificative ; calculul de ordinul II efectuat pe structura reală, a condus însă atât la valori mai mari ale forțelor axiale cât și ale momentelor încovoietoare. Spre exemplificare, analiza comparativă între diagramele din fig.5.14a,b și cele trasate pentru aceeași ipoteză de încărcare în fig.5.17 a,b , deși relevă analogia între modul de repartizare al eforturilor axiale preluate de ramurile inferioare ale stâlpilor, pune totodată în evidență și creșterea valorilor acestora, atunci când calculul este condus pe schema reală a structurii.

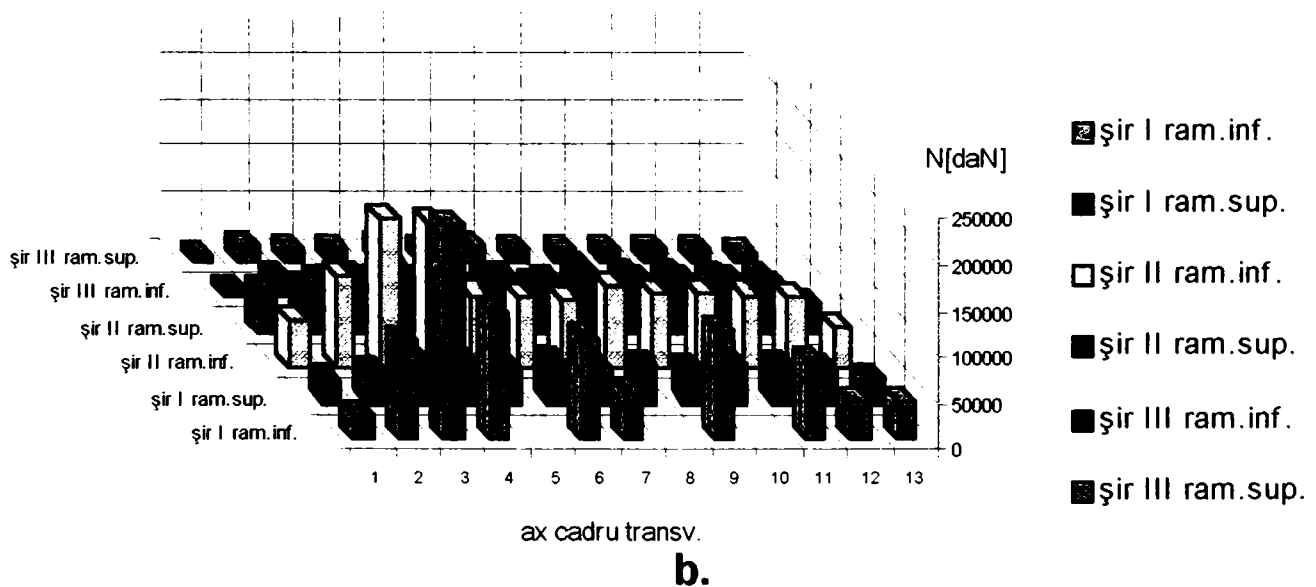
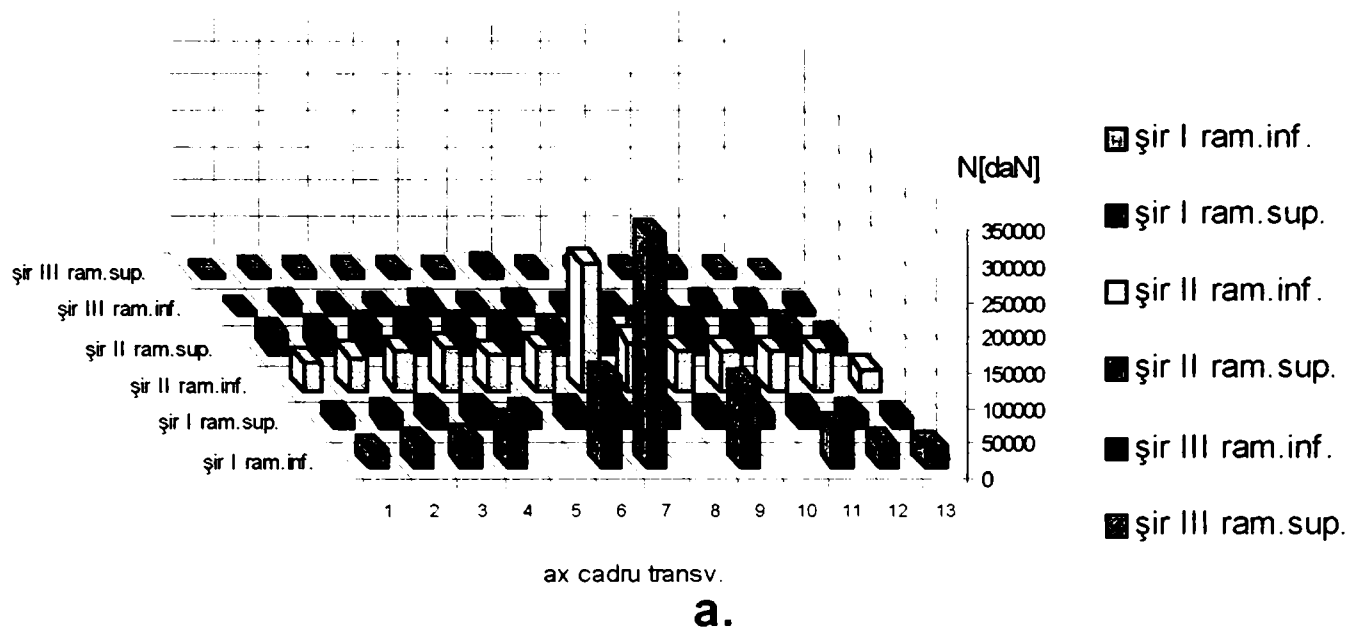


Fig.5.17 Eforturi axiale în stâlpii cadrelor transversale din H.C.A., rezultate din calcul neliniar pe schema reală a structurii spațiale : a- HANELIN 2 ip.13; b- HANELIN 2 ip.14

Ponderea cu care tipul de schemă, ideală ori reală adoptată în calcul, influențează deplasările nodale, este exemplificată în diagramele din fig.5.18a și b, trasate cu valorile translațiilor UX,UY și UZ, rezultate din aceeași ipoteză de încărcare și suferite în cursul deformării structurii de nodurile situate pe cele trei șiruri de stâlpi, la nivelul de rezemare al grinzilor căilor de rulare.

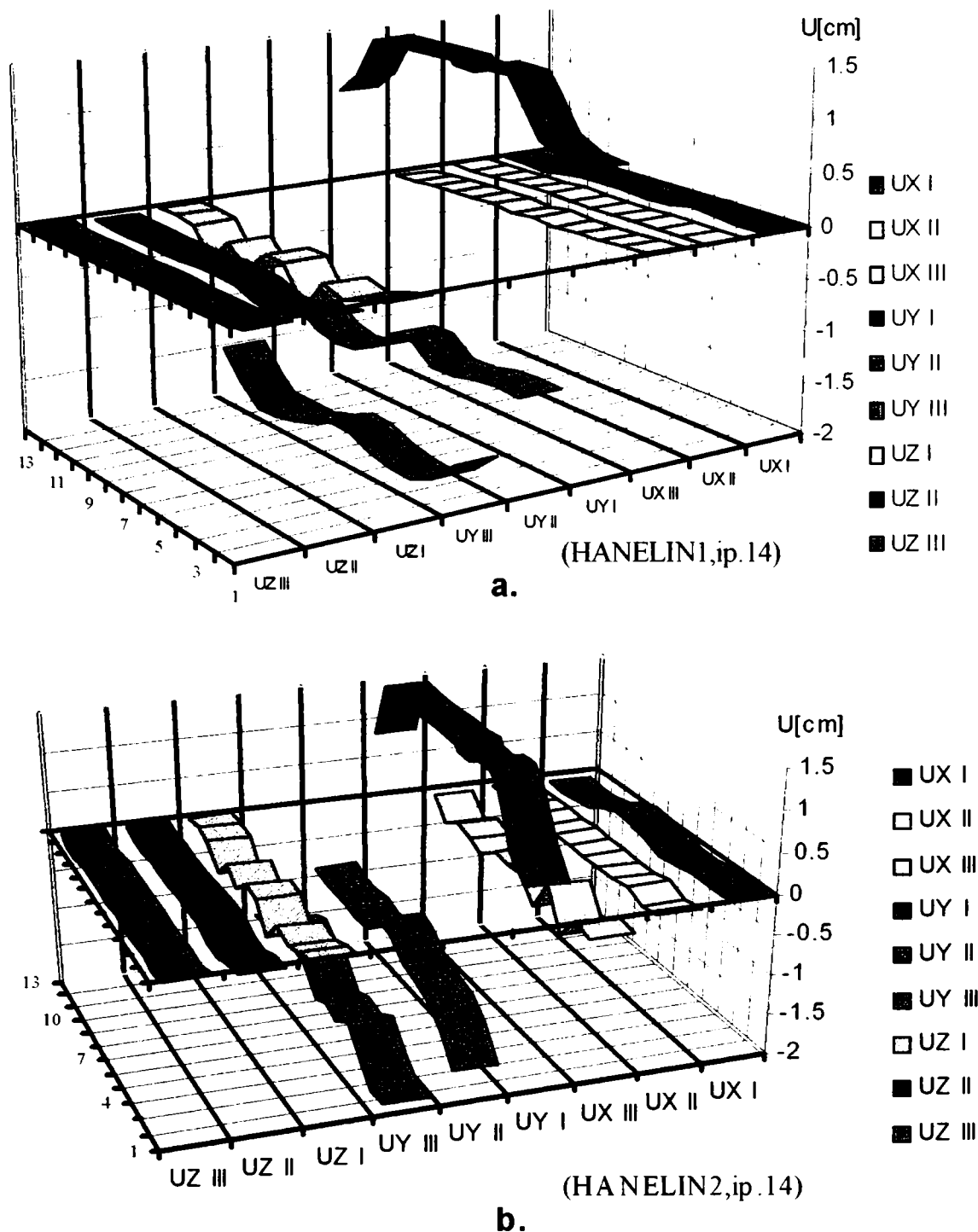


Fig.5.18 Deplasări nodale pe cele trei șiruri de stâlpi ai H.C.A. la nivelul de rezemare al grinzilor de rulare, calculate pe : a – schema ideală ; b – schema reală

Analizând diagramele din fig.5.18a comparativ cu cele din fig.5.18b, se poate constata că, din punct de vedere calitativ și valoric, nu se remarcă deosebiri evidente între deplasările nodurilor de pe șirul central de stâlpi, care, datorită modului de alcătuire a secțiunilor transversale și existenței legăturilor cu alte elemente rigide, au posibilități mai reduse de deplasare atât în plan orizontal cât și pe direcție verticală. De asemenea, pe șirul marginal I, deplasările nodale reprezentate din cele două figuri, păstrează în general aceeași alură, remarcându-se însă creșterea continuă și accentuată spre zonele centrale a valorilor deplasărilor UY, produse în sens transversal halei, și totodată variația discontinuă, însoțită de creșterea valorilor deplasărilor pe direcție verticală, în dreptul cadrelor transversale incomplete din axele 5,8 și 10. Pe șirul marginal III, deși deplasările verticale din fig.5.18a sunt aproximativ egale cu cele din fig.5.18b, se observă

diferențe calitative și cantitative evidente în ceea ce privește deplasările în plan orizontal. Astfel, dacă din calculul pe schema ideală deplasările transversale au rezultat cu valorile cele mai mici în zona cadrelor de capăt și în porțiunea centrală a halei, respectiv cu valori ceva mai mari în dreptul cadrelor transversale incomplete, din calculul pe schema reală deplasările cele mai pronunțate s-au obținut pe nodurile cuprinse între axele 1- 4, valorile prezentând apoi tendință de scădere.

Diferențele cele mai evidente între rezultatele calculului pe cele două scheme, ideală și reală, se remarcă în cazul deplasărilor orizontale longitudinale, care, comparativ cu traseul relativ monoton din fig.5.18a, prezintă în fig.5.18b variații valorice bruște în lungul halei ; valorile maxime ale acestor deplasări, însoțite și de rotiri cu valori semnificative, produse în zona cadrelor incomplete, evidențiază că existența unor astfel de "accidente de structură" influențează defavorabil rigiditatea ansamblului spațial, putând afecta comportarea construcției în exploatare.

Din analiza influenței asupra rezultatelor calculelor a tipului de schemă statică, ideală ori reală, adoptată se poate formula concluzia că, sub aspectul verificării siguranței unor structuri aflate în exploatare , schema de calcul reală, afectată cel puțin de imperfecțiunile geometrice datorate inexactităților și abaterilor din faza de execuție și montaj ori cauzate de deformațiile și deplasările survenite în timp, poate modela mai fidel comportarea construcției sub încărcări.

Prin studiul comparativ al rezultatelor obținute în urma efectuării diferitelor tipuri de calcul a structurii metalice de rezistență a unei halei aflate în exploatare, în acest paragraf s-a relevat influența ipotezelor simplificatoare admise pentru elaborarea modelului fizic - referitoare la acțiuni, comportarea materialului și alcătuirea propriu-zisă a structurii- respectiv a ipotezelor simplificatoare care - vizând definirea matematică a problemei comportării structurii sub încărcări - afectează modelul matematic atașat acestuia.

Concluziile formulate în urma analizării fiecăruia dintre aspectele prezentate au evidențiat totodată și faptul că adoptarea unui anumit model de calcul, influențând calitativ și valoric, prin ipotezele admise, starea de solicitare a elementelor componente ale structurii rezistență, are implicații și asupra certitudinii cu care este evaluat gradul de siguranță în exploatare al respectivei structuri.

5.4 CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA METODELE ȘI PROCEDURA DE EVALUARE A SIGURANȚEI ÎN EXPLOATARE. STUDIUL COMPARATIV AL REZULTATELOR CALCULELOR CU CELE ALE MĂSURĂTORILOR ȘI CERCETĂRILOR EXPERIMENTALE EFECTUATE. CONTRIBUȚII PERSONALE

Comportarea sub încărcări a structurii de rezistență metalice a halei investigate, aflată în exploatare, apreciată în paragraful precedent pe baza rezultatelor calculului plan și de conlucrare spațială, obținute pe schema ideală respectiv pe schema reală afectată de imperfecțiuni, a relevat că adoptarea unui model de calcul a structurii, presupune și acceptarea unor ipoteze simplificatoare care conferă rezultatelor analitice un anumit grad de aproximare, dependent de modelul fizic și de modelul matematic atașat. În aceste condiții, pentru a verifica justetea ipotezelor admise, se poate recurge la analiza comparativă între rezultatele determinate prin calcul și cele obținute prin teste experimentale și măsurători, efectuate fie pe construcția reală, fie pe modelele ale acesteia. Dacă astfel de analize comparative se efectuează asupra unei construcții aflate deja o perioadă mai îndelungată în exploatare, se pot obține și informații privitoare la fenomenul complex al comportării sale în timp, pe baza cărora poate fi apoi evaluată mai corect siguranța construcției în exploatare.

Ținând seama de aspectele prezentate, în acest paragraf, concluziile studiilor teoretice și experimentale privind siguranța în exploatare a halei industriale cu poduri rulante analizate, au fost formulate pe baza interpretării comparative a rezultatelor determinate prin calcul, cu cele obținute în urma măsurătorilor tehnico-topografice efectuate în hala studiată și corelate apoi, cu constatările investigațiilor experimentale întreprinse asupra materialului metalic din elementele structurii de rezistență.

Obiectivele menționate au fost realizate urmărind :

- **aspectul geometric** al comportării elementelor și structurii de rezistență, prin interpretarea calitativă și cantitativă a deplasărilor măsurate, față de cele calculate în diferite ipoteze defavorabile de încărcare ;
- **aspectul fizic** al comportării materialului metalic din elementele structurii de rezistență, iar în final, au fost formulate aprecieri privind cauzele și factorii care au contribuit la producerea imperfecțiunilor, abaterilor și defectelor constatate.

Analiza calitativă a aspectului geometric, a fost efectuată pe baza diagramelor prezentate în continuare, trasate în fig.5.19 cu valorile **deplasărilor măsurate** la nivelul de rezemare al grinzilor căilor de rulare și la nivelul capătului superior al stâlpilor cadrelor transversale, respectiv în fig.5.20, cu valorile **calculate**, la aceleași nivele, ale **deplasărilor nodale**.

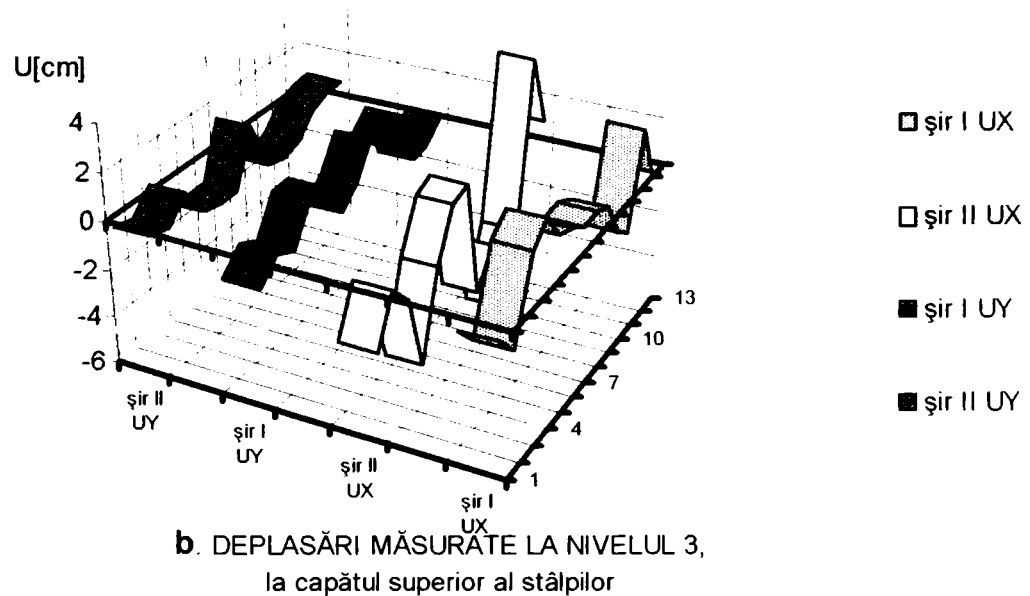
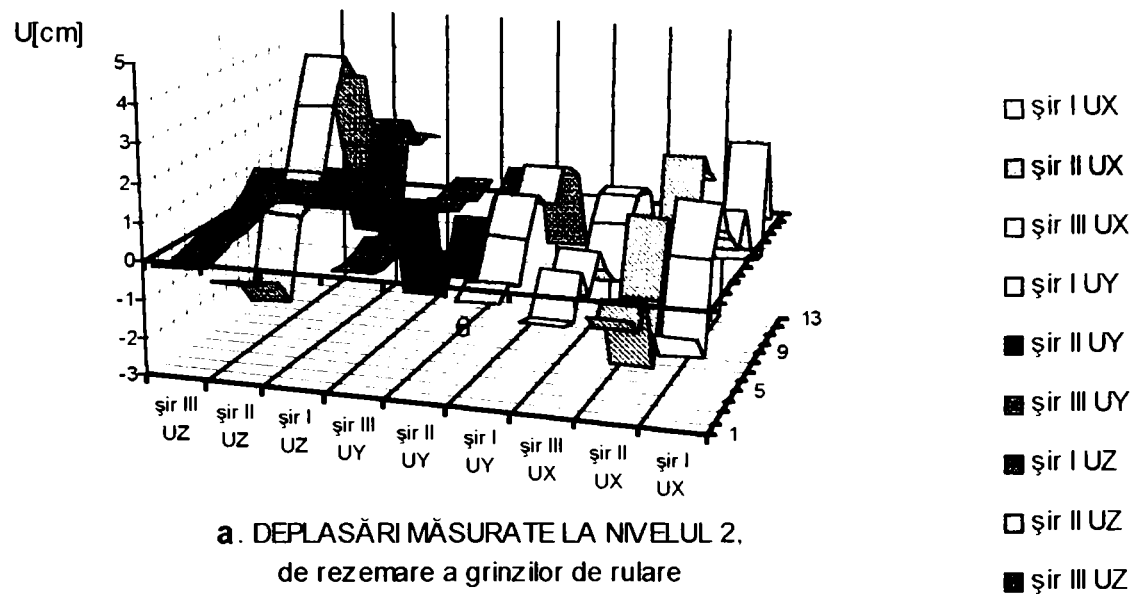
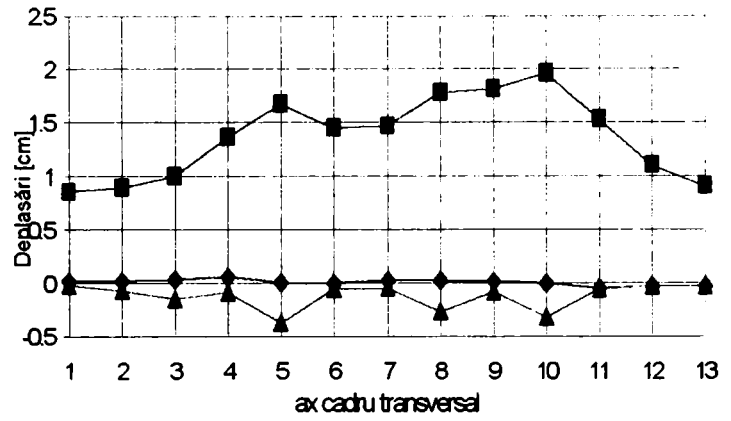
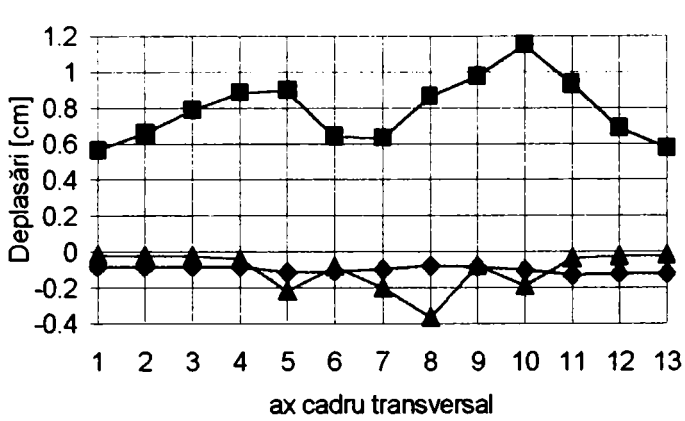


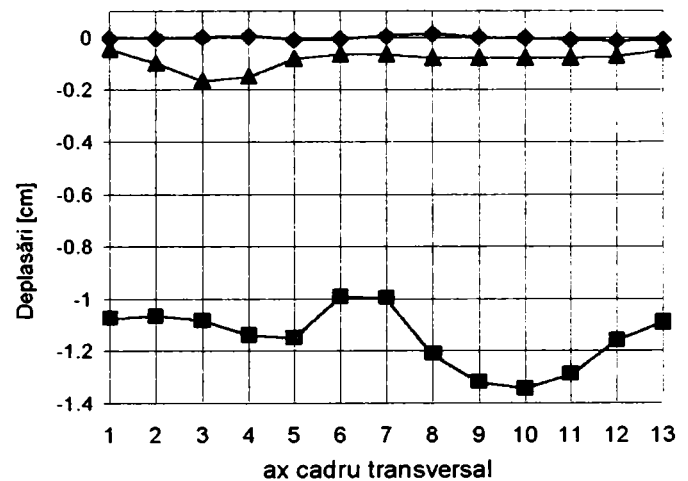
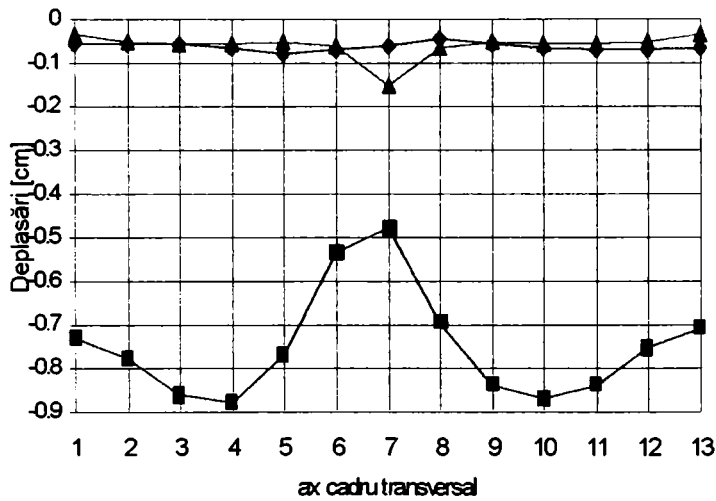
Fig.5.19 Deplasări măsurate în H.C.A : a – la nivelul de rezemare al grinzilor căilor de rulare ; b – la nivelul capătului superior al stălpilor cadrelor transversale

Sesizarea, ca element comun celor două seturi de diagrame din fig.5.19 și 5.20a,b, a creșterilor semnificative ale deplasărilor orizontale UY pe direcție transversală, în zona cadrelor incomplete situate în dreptul axelor 5,8 și 10, mai evidente la nivelul de rezemare al grinzilor de rulare, alături de observația că variația deplasărilor UZ, pe direcție verticală, păstrează, în general aceeași alură, relevă faptul că schema de calcul adoptată modelează corespunzător comportarea structurii sub aspectul rigidităților la deplasare.

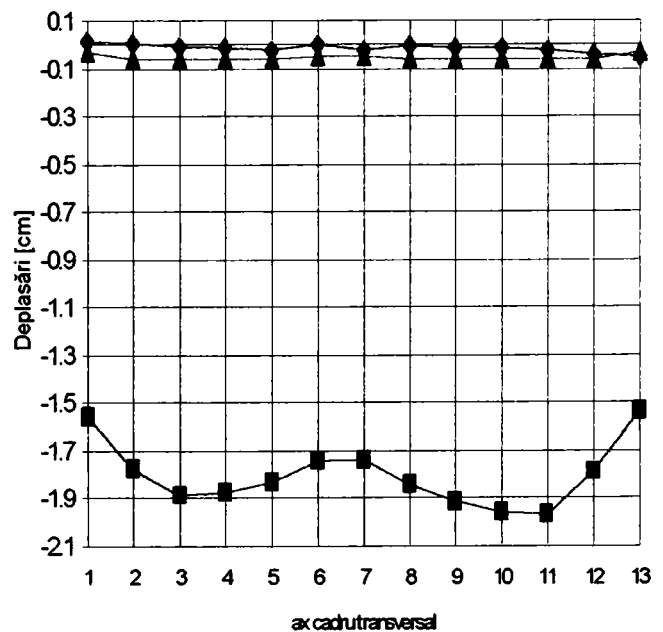
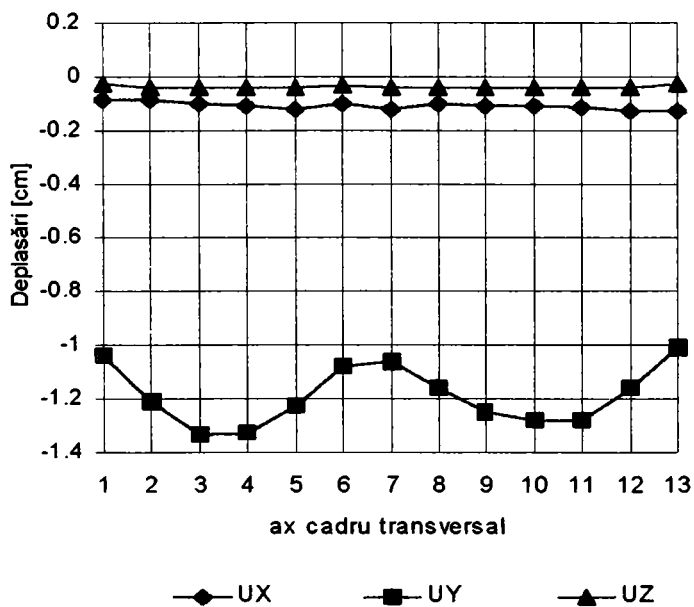
• **ȘIR MARGINAL, I**



• **ȘIR CENTRAL II**



• **ȘIR MARGINAL III**



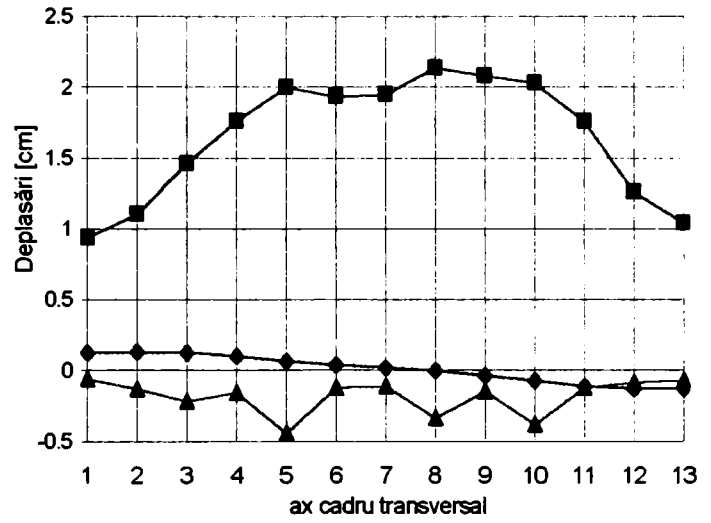
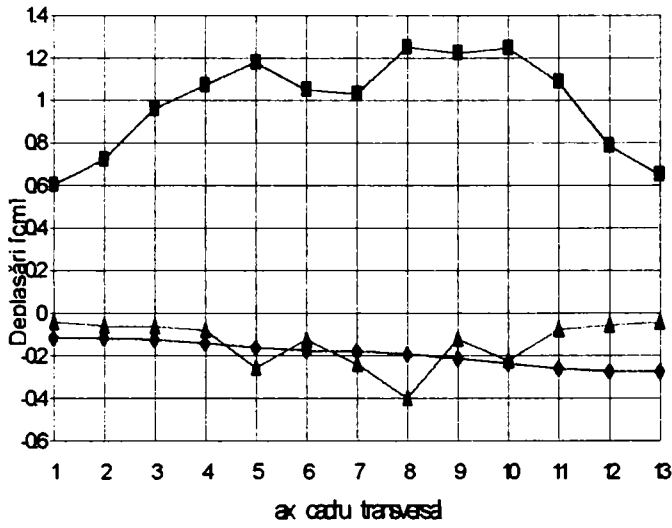
◆ UX ■ UY ▲ UZ

A.

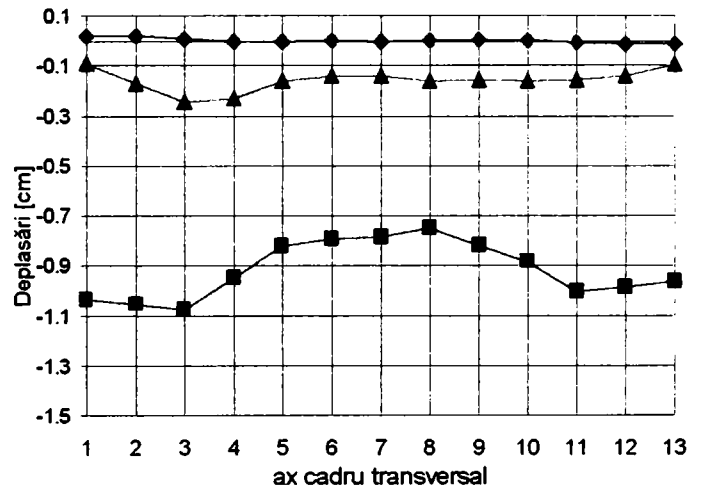
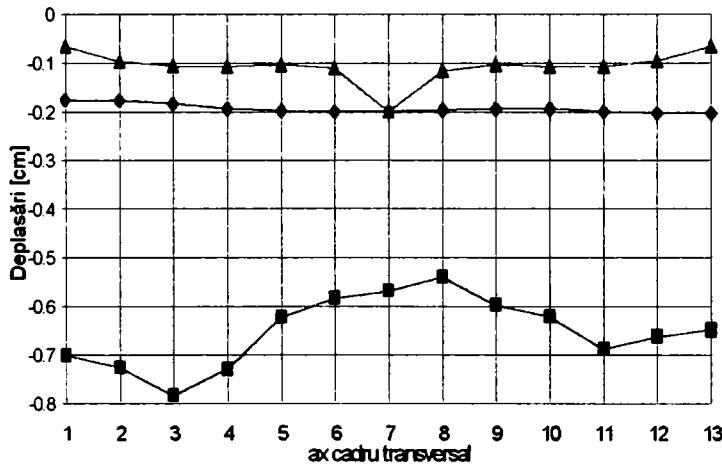
B.

Fig.5.20a Deplasări nodale calculate la nivelul de rezemare al grinzilor căilor de rulare din H.C.A., în diferite ipoteze de încărcare :
 A -ip.13 ; B -ip.14 , prin calcul de ord.II pe structura ideală

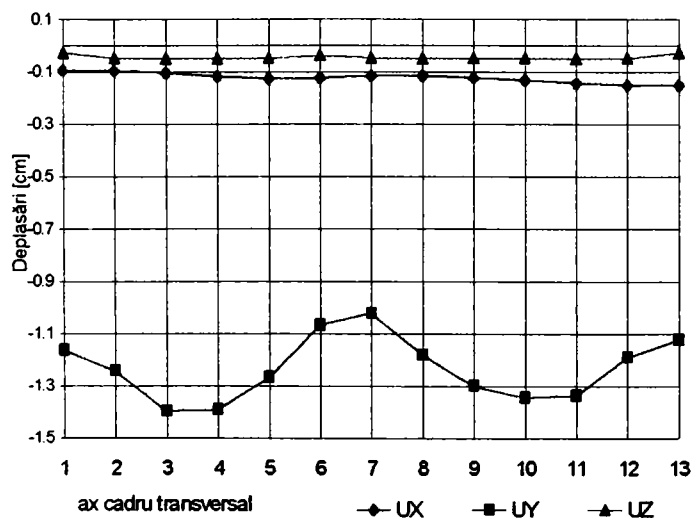
• ȘIR MARGINAL I



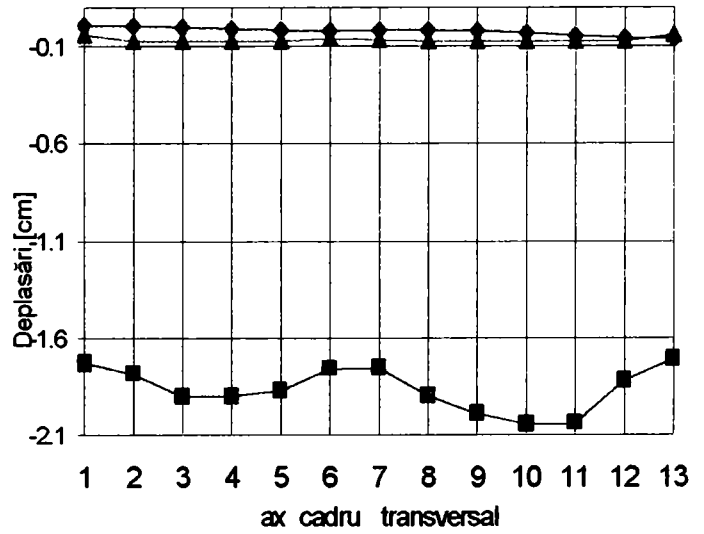
• ȘIR CENTRAL II



• ȘIR MARGINAL III



A.

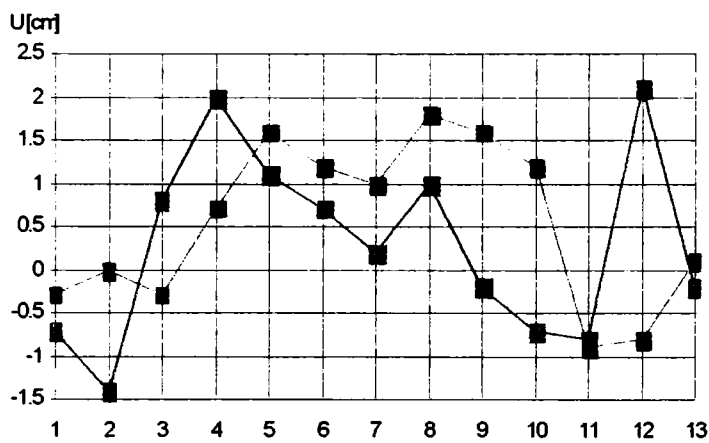


B.

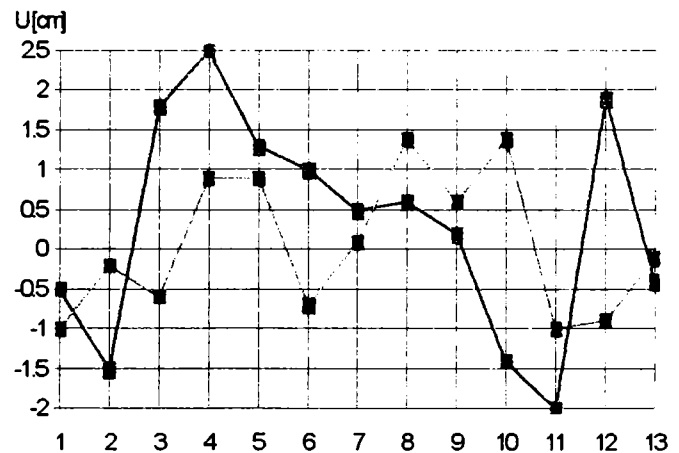
Fig.5.20b Deplasări nodale calculate la nivelul capătului superior al stâlpilor cadrelor transversale din H.C.A, în diferite ipoteze de încărcare A -ip.13 ; B -ip.14 , prin calcul de ord.II pe structura ideală

Din analiza comparativă între mărimile deplasărilor nodale calculate, reprezentate în fig.5.20, și cele din fig.5.21 obținute în urma efectuării programului de măsurători tehnico-topografice din hala aflată în exploatare, rezultă însă deosebiri evidente atât în ceea ce privește valorile lor curente, cât mai ales valorile extreme înregistrate. De exemplu, în fig.5.21 se evidențiază variații semnificative de la un cadru transversal la altul, ale valorilor deplasărilor măsurate, care prezintă, spre deosebire de deplasările calculate, și frecvente schimbări de semn iar valorile lor maxime absolute depășesc valorile celor rezultate din calcul.

• ȘIR MARGINAL I

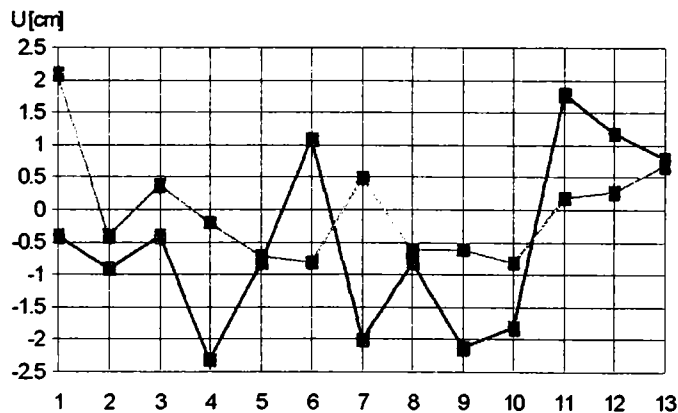


a.

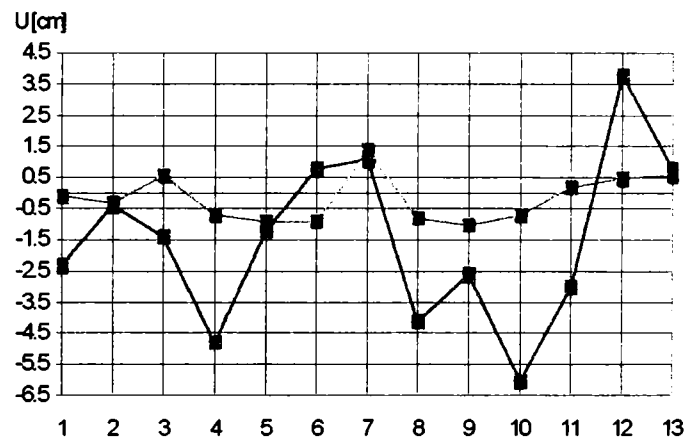


d.

• ȘIR CENTRAL II

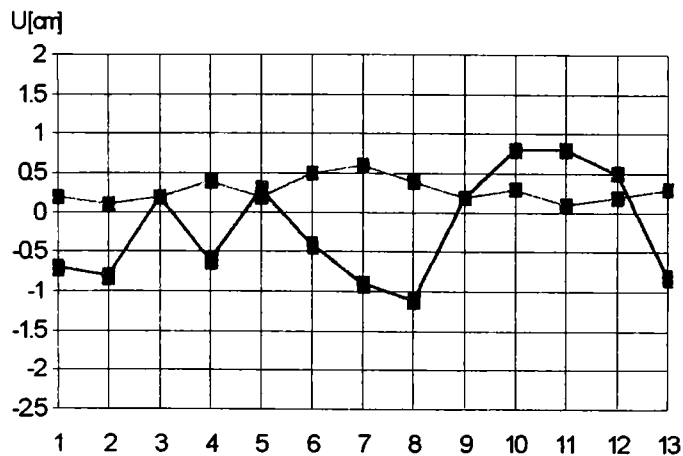


b.



e.

• ȘIR MARGINAL III



c.

—■— UX —■— UY

Fig.5.21 Deplasări măsurate la nivelul de rezemare al grinzilor căilor de rulare, (a),(b),(c), și la capătul superior al stâlpilor cadrelor transversale din H.C.A., (d), (e)

Această observație relevă că modul de comportare al structurii reale, aflată în exploatare, diferă de comportarea modelului de calcul adoptat îndeosebi sub aspect cantitativ și, astfel implicit, și sub cel al încadrării în prevederile referitoare la deplasările și deformațiile maxime admise în normativele de proiectare, aspect analizat pentru H.C.A., în capitolul IV. Drept cauze care pot induce astfel de diferențieri în cazul halelor cu schelet metalic din siderurgie, se menționează factorii identificați ca generatori de imperfecțiuni și defecte în subcapitolul 1.2, respectiv efectele condițiilor specifice exploatării construcțiilor din această categorie, prezentate detaliat în subcapitolele 1.3 și 2.2.

Efectul defavorabil al aceluiași factori poate fi sesizat și în ceea ce privește comportarea materialului metalic din elementele structurii de rezistență. Astfel, se remarcă faptul că, deși conform rezultatelor obținute din calcul oțelul încorporat în elementele structurale rămâne în domeniul elastic de solicitare, eforturile unitare maxime nedepășind în nici o ipoteză de încărcare valorile rezistențelor de comparație, totuși, în urma investigațiilor experimentale întreprinse în hala studiată, prezentate în capitolul IV, s-au constatat atât modificări în timp ale caracteristicilor sale fizico-mecanice și tehnologice, cât și existența unor defecte și degradări dezvoltate în elemente ale structurii de rezistență. Generarea și evoluția unor astfel de fenomene, care confirmând că sub acțiunea solicitărilor exterioare răspunsul structurilor de rezistență aflate în exploatare diferă de cel obținut pe modelele de calcul ale acestora, relevă necesitatea adaptării modalităților de evaluare a siguranței unor anumite categorii de construcții, cum de exemplu și halele metalice din siderurgie, la condițiile reale și specifice de exploatare.

CAP. VI

CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA SIGURANȚEI ÎN EXPLOATARE A HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE

6.1 OBSERVAȚII CRITICE ASUPRA COMPORTĂRII ÎN EXPLOATARE A HALELOR CU SCHELET METALIC DIN SIDERURGIE

Investigarea comportării construcțiilor aflate în exploatare este necesară în scopul verificării îndeplinirii dezideratelor de calitate și siguranță a acestora, respectiv pentru testarea posibilităților de satisfacere a cerințelor de utilizare, corespunzător destinației și scopului pentru care au fost realizate.

Comportarea în exploatare a construcțiilor cu structură metalică de rezistență, din care fac parte și halele industriale cu poduri rulante din siderurgie, este influențată de interacțiunea mai multor factori, a căror proveniență a fost identificată, conform celor prezentate în cap.I, fie în faze premergătoare exploatării (în cursul procesului de fabricație al produselor laminate din oțel, în etapa de proiectare a structurii, la executarea, asamblarea și montajul structurii metalice), fie ulterior, în cursul perioadei de utilizare. Analiza acestor factori, efectuată în capitolele precedente sub aspectul capacității lor de generare a unor imperfecțiuni și defecte care afectează comportarea sub încărcări a structurilor reale, este finalizată în acest paragraf prin formularea unor observații critice asupra comportării în exploatare a halelor cu schelet metalic din siderurgie.

Siguranța în exploatare a halelor metalice din siderurgie, asigurată conform conceptului de siguranță semiprobabilist față de atingerea stărilor limită ultime ori a celor corespunzătoare exploatării normale, este evaluată prin răspunsul structurii lor de rezistență la acțiunea încărcărilor exterioare, răspuns ce poate fi caracterizat calitativ și cantitativ în diferite moduri. De exemplu, pentru o construcție aflată în exploatare, deformațiile și deplasările structurii precum și unele imperfecțiuni, abateri și defecte ale elementelor ori ale îmbinărilor acestora, pot fi percepute vizual și apoi evaluate valoric prin investigații, cercetări experimentale și măsuratori, sau, se poate recurge la posibilitatea determinării prin calcul a mărimilor fizice, deplasări și eforturi, corespunzătoare stadiului de solicitare analizat.

Conform primului dintre aspectele menționate, în continuare sunt prezentate observații rezultate în urma investigării comportării în timp a unor hale cu structură metalică din siderurgie, aflate de mai mulți ani în exploatare, fiind semnalate imperfecțiunile, abaterile și defectele constatate, și, totodată, apreciate cauzele generării acestora, evoluția lor în timp și efectul asupra siguranței în exploatare. Pentru abordarea acestor probleme, observațiilor au fost grupate în

funcție de rolul și poziția în ansamblul structural al elementelor de rezistență analizate, fiind evidențiate succesiv, pentru :

- a. **Structura de rezistență a acoperișului ;**
- b. **Elementele componente ale cadrelor transversale ;**
- c. **Ansamblul grinzilor căilor de rulare ;**
- d. **Sistemele de contravântuiri și portale de frânare.**

a. Structura de rezistență a acoperișului

Deficiențele semnalate la elementele componente ale structurii de rezistență a acoperișului, constau în :

- cedări ale învelitorii acoperișului și deformații exagerate ale panelor, (a1) ;
- degradările panelor, ruperi ale acestora și deteriorări ale prinderilor în zonele de îmbinare, (a2);

Producerea defectelor notate (a1), constatate mai frecvent în cazul halelor destinate unor anumite procese tehnologice, ca de exemplu cele pentru elaborarea fontei – cum sunt halele furnalelor, halele pentru înzidirea oalelor de fontă, hala melanjorului – sau halele situate în apropierea acestora, poate avea drept cauză solicitările suplimentare provenite din greutatea aglomerării depunerilor de praf industrial, a cărui stagnare pe învelitoare este favorizată de panta mică a acoperișului. Modul de exploatare deseori necorespunzător al acestor hale, la care nu se respectă măsurile de înlăturare periodică a prafului industrial acumulat, poate conduce la încărcări cu valori mari, care depășesc de câteva ori valorile prevăzute în normele de proiectare, precum și la inițierea procesului de coroziune, a cărui evoluție determină reducerea secțiunilor transversale active ale elementelor, respectiv micșorarea caracteristicilor geometrice ale acestora.

Efecte accentuate ale fenomenului de coroziune au fost evidențiate în zonele de prindere ale elementelor din structura acoperișului, unde evoluția accelerată a procesului de degradare este favorizată și de existența slăbirilor de secțiune din cauza găurilor necesare îmbinărilor cu șuruburi, ori a modificărilor structurale ale materialului metalic din zonele influențate termic, în urma executării cordoanelor de sudură. Situarea acestor defecte în zone mai greu accesibile verificărilor periodice și efectuării eventualelor remedieri, determină ca procesul corosiv declanșat să poată evolua uneori până la ieșirea din uz a elementului afectat, cu implicații directe asupra modului de preluare al eforturilor, care, în această situație, modifică defavorabil nivelul de solicitare al elementele alăturate.

Dintre deficiențele notate (a2), analiza unor avarii produse prin ruperea panelor a relevat că fenomenul de cedare a avut loc prin depășirea stării limită a capacității portante a barei afectate sau a prinderilor acesteia. Ținând seama de faptul că paneele sunt elemente comune atât structurii de rezistență propriu-zise a acoperișului cât și sistemului de contravântuiri existent la acest nivel, se poate aprecia că acest fenomen s-a produs ca urmare a deficiențelor în concepția de alcătuire constructivă, respectiv datorită eforturilor suplimentare provenite din conlucrarea spațială a

structurii, al cărei efect a fost fie neglijat, prin efectuarea unui calcul plan, fie incorect estimat, în calculul ansamblului spațial.

Dacă deficiențele notate (a1), apărute în planul învelitorii acoperișului, afectează îndeosebi realizarea rolului de protecție împotriva agenților atmosferici a proceselor tehnologice desfășurate, degradările (a2), produse în cazul panelor considerate ca tălpi ale grinzilor cu zăbrele componente ale sistemului de contravînturii de la nivelul acoperișului, diminuează rigiditatea și stabilitatea ansamblului spațial al structurii metalice a halelor, având astfel implicații defavorabile asupra comportării lor în exploatare.

b. Elementele cadrelor transversale

În cazul structurilor metalice ale căror cadre transversale au fost realizate cu ferme de acoperiș și stâlpi cu zăbrele, principalele defecte semnalate sunt :

- deteriorări ale barelor componente fermelor de acoperiș, prin fisuri dezvoltate pe întreaga secțiune transversală a elementelor afectate sau, în cordoanele de sudură ale prinderii acestora pe guseele din noduri , (b1) ;

- deteriorarea îmbinărilor de reazem ale fermelor pe capitelul stâlpilor, prin forfecarea șuruburilor de prindere și ovalizarea găurilor, (b2) ;

- flambajul local al barelor ramurei cele mai comprimate a stâlpilor, produs între nodurile corespunzătoare elementelor de solidarizare, (b3) ;

- flambajul local al ramurei mai puțin comprimate, produs îndeosebi în varianta alcăturii din două profile alăturate, precum și flambajul local între montanții elementelor de solidarizare, atunci când această ramură s-a realizat cu o anumită înclinare față de verticală, pentru obținerea unor secțiuni transversale variabile pe înălțimea stâlpului, (b4) ;

- deformări remanente prin deplanări pe o anumită zonă a porțiunii libere din tălpile secțiunilor transversale ale stâlpilor, produse în cursul desfășurării procesului tehnologic, ca urmare a loviturilor cu piese grele, transportate de podurile rulante, (b5).

La cadrele transversale realizate cu stâlpi și rigle cu inimă plină, s-au constatat :

- deplasări cu valori semnificative îndeosebi în sens transversal, la nivelul capătului superior al stâlpilor și la nivelul de rezemare al grinzilor de rulare, atunci când stâlpii au fost realizați cu secțiuni constantă pe înălțime iar regimul de funcționare al podurilor rulante este greu, precum și în cazul relativ frecvent întâlnit în halele din siderurgie când, datorită gabariturii utilajelor tehnologice, scheletul de rezistență prezintă "accidente de structură", de tipul cadrelor transversale incomplete , (b6) ;

- devieri și abateri în sens transversal și longitudinal ale axelor stâlpilor, față de poziția axelor modulare prevăzute în proiect, (b7) ;

- deformații pronunțate ale riglelor, cu săgeți mari în plan vertical și orizontal, în cazul deschiderilor mai mari de 24m ale cadrelor transversale, între care nu există contravînturii verticale longitudinale la nivelul acoperișului, (b8) .

Existența defectelor menționate poate avea drept cauze

- **efectele procesului de coroziune sub stare de tensiune mecanică**, analizat în paragraful 1.3.2, a cărui inițiere și evoluție accelerată, favorizată de atmosfera industrială agresivă specifică sectorului siderurgic, poate genera defecte de tipul celor notate (b1) și (b2);

- **evaluările incomplete ale unor acțiuni datorate exploatării** - cum sunt, de exemplu, încărcările provenite din funcționarea mijloacelor de ridicare și transport sau cele produse de punerea în funcțiune a utilajului tehnologic, prezentate detaliat în subcapitolul 1.3, în urma cărora, din cauza estimării neacoperitoare a nivelului de solicitare, pot apărea defectele notate (b3), (b4), (b6) și (b8);

- **deficiențele de ordin constructiv în concepția de alcătuire a structurii de rezistență ori a elementelor ei componente**, respectiv a legăturilor dintre acestea, în cazul defectelor (b6), (b8);

- **executarea necorespunzătoare a unor operațiuni în faza de montaj a structurii de rezistență**, urmată de **verificări insuficiente sau superficiale ale geometriei elementelor poziționate**, ca, de exemplu, a paralelismului șirurilor de stâlpi, a alinierii lor longitudinale și transversale precum și a verticalității și distanțelor dintre șiruri, drept cauze ale abaterilor notate (b7), ale căror valori, în unele cazuri, depășesc semnificativ valorile abaterilor admisibile.

Deficiențele menționate, afectând modul de comportare sub încărcările din exploatare a cadrelor transversale, ce constituie principalele elemente de rezistență ale structurii halelor, pot fi considerate ca factori care contribuie la diminuarea nivelului de siguranță al construcțiilor metalice din siderurgie.

c. Ansamblul grinzilor căilor de rulare

Investigațiile asupra modului de comportare în exploatare a ansamblului grinzilor căilor de rulare, efectuate în halele cu schelet metalic din siderurgie, au pus în evidență existența unor degradări și defecte, a căror apariție se constată, în general, după o perioadă de funcționare de aproximativ 15 ani. Dintre degradările cu efect defavorabil deosebit asupra siguranței acestor importante subansamble ale structurilor de rezistență ale halelor din siderurgie, în care funcționează, de obicei în regim greu sau foarte greu, poduri rulante cu capacitate mare de ridicare, se menționează, în completarea imperfecțiunilor și defectelor prezentate în subcapitolul 1.3, și următoarele :

- **defecte de tipul fisurilor**, dezvoltate atât în cazul grinzilor verticale, principale sau secundare, cât și la grinzile orizontale de frânare, fie în materialul metalic de bază, fie în cordoanele de sudură ce realizează asamblarea dintre elementele componente ale secțiunilor transversale ori prinderile din zonele de rezemare ale grinzilor căilor de rulare pe stâlpii halei, (c1) ;

- **inexactități și abateri semnificative în geometria ansamblului grinzilor căilor de rulare**, față de situația prevăzută în documentația de execuție, respectiv față de valorile admise ale acestora prin normativele de proiectare, (c2).

Defectele de tipul fisurilor, notate (c1), au fost localizate după cum urmează:

- **la grinzile principale de rulare :**

- fisuri la nivelul legăturii inimă-talpă superioară, care afectează fie sudura, în cazul sudurilor de colț, fie materialul metalic al inimii ; acestea apar frecvent atunci când rigidizarea de reazem este poziționată decalat față extremitatea grinzii, respectiv față de axul reazemului sau, în cazul când talpa superioară este realizată din mai multe platbande, fisurile se dezvoltă în sudura de legătura a primei platbande cu inima ;

- fisuri la nivelul tălpii superioare, în sudurile de prindere ale rigidizărilor verticale ori în cele de legătură între platbandele ce alcătuiesc talpa superioară ;

- fisuri la extremitatea sudurilor de prindere a rigidizărilor verticale scurte pe inimă, îndeosebi în situația când nu au fost prevăzute și rigidizări orizontale longitudinale ;

- fisuri la nivelul tălpii inferioare, în sudurile de fixare a tachelului de rezemare a grinzilor de rulare pe stâlpi.

- **în zonele de rezemare și de legătură ale ansamblului grinzilor căilor de rulare cu stâlpii cadrelor transversale:**

- fisuri în cordoanele de sudură la nivelul legăturii între grinda verticală și ramura superioară a stâlpului, în cazul realizării acestei legături prin intermediul unor diafragme simple sau duble;

- fisuri în materialul de bază ori în cusăturile de sudură din zona legăturilor între grinzile de frânare și stâlpi, mai frecvente la prinderile rigide, realizate în cazul grinzilor de rulare continue și al grinzilor de frânare cu inimă plină ;

- fisuri în cordoanele de sudură cu care montanții de reazem ai grinzilor de frânare alcătuite în varianta cu zăbrele, se prind de tăpile acestora .

Inexactitățile și abaterile notate (c2), constatate în **geometria ansamblului grinzilor căilor de rulare** din halele cu structură metalică din siderurgie, constau, în principal, din :

- deformări remanente locale ori extinse pe anumite zone, ale unor elemente componente ale secțiunilor grinzilor de rulare ca, de exemplu, deplanări însoțite de răsuciri ale tălpii superioare, ce pot antrena pe o anumită porțiune și inima grinzilor principale verticale ;

- abateri în plan orizontal de la deschiderea nominală a căilor de rulare și de la forma rectilinie a firelor căii, precum și diferențe de nivel între fețele superioare ale șinelor de rulare, atât în sens longitudinal halei cât și în secțiune transversală.

Existența unor astfel de inexactități și abateri, exemplificate în subcapitolul 4.1 pentru o hala din categoria analizată, dar semnalate frecvent în cazul construcțiilor metalice din siderurgie dotate cu mijloace de ridicare și transport, influențează defavorabil atât desfășurarea proceselor tehnologice, din cauza modificărilor provocate în cinetica deplasării podurilor rulante, cât și starea de solicitare a grinzilor de rulare, prin modul defectuos de transmitere al încărcărilor .

Defectele și degradările cele mai des întâlnite la **șinele căilor de rulare** , constau în :

- uzuri laterale și degradări ale feței superioare a ciupercii șinei;

- fisuri în inima profilului de șină, dezvoltate de obicei în zonele secțiunilor slăbite prin

prezența găurilor de prindere cu eclise ;

- degradarea unor îmbinări între tronsoanele șinelor căilor de rulare, prin distrugerea capetelor profilelor ;

- slăbirea legăturii dintre șinele de rulare și talpa superioară a grinzilor, prin desfacerea piulițelor de fixare și degradarea acestora sau din cauza fisurării cordoanelor de sudură ce fixează șina pe talpa superioară, în cazul podurilor rulante cu capacitate mai mică de ridicare.

Principalele cauze ale apariției abaterilor, defectelor și degradărilor semnalate, pot fi considerate acțiunile analizate și în subcapitolul 1.3, provenite din exploatarea acestor importante subansamble ale structurii de rezistență, în condiții specifice, influențate de particularitățile proceselor tehnologice desfășurate în halele industriale din siderurgie. În acest sens, se menționează că grinzile căilor de rulare din aceste categorii de construcții, exploatate de obicei în regim greu, sunt supuse încărcărilor cu caracter variabil în timp și dinamic, în atmosfera industrială corosivă, în condițiile producerii unor variații mari de temperatură în anumite hale, ca de exemplu în halele fumalelor și în halele cuptoarelor pentru elaborarea și tumarea oțelului, sau, în condițiile existenței unor temperaturi tehnologice permanent ridicate, ca în halele pentru stripaj, în cele de încălzire a lingourilor și blumurilor ori în halele laminoarelor. Influența defavorabilă a acestor acțiuni datorate exploatării, accentuată de situația evaluării lor incompletă în faza de proiectare și suprapusă peste efectele altor deficiențe de ordin constructiv în concepția de alcătuire, poate contribui la generarea unor defecte și degradări din categoria celor prezentate, care afectează comportarea sub încărcări și siguranța în exploatare a grinzilor căilor de rulare din aceste hale.

În aceeași categorie a factorilor cu influență defavorabilă asupra comportării grinzilor căilor de rulare din halele siderurgice, pot fi incluse și situațiile când, din necesități tehnologice, se impune mărirea capacității de ridicare a podurilor rulante ori modificarea poziției acestora în convoi, sau cazurile de schimbare a destinației unor hale aflate în exploatare, cu modificarea aferentă a proceselor tehnologice adăpostite . Astfel de situații, în care estimările inițiale ale nivelului de solicitare, efectuate în etapa de proiectare, nu mai sunt acoperitoare iar verificarea structurilor de rezistență se efectuează fără a dispune de informațiile necesare alcătuirii unei baze reale de date privind starea structurii, contribuie, de asemenea, la apariția defectelor și degradărilor din categoria celor semnalate.

Evoluția acestor degradări, în unele cazuri până la ieșirea prematură din uz a unor grinzi de rulare, poate fi favorizată și de alți factori datorăți exploatării ca, de exemplu, nerespectarea regimului de funcționare al podurilor rulante și a prevederilor din caietele tehnologice de sarcini referitoare la modul de exploatare al acestor utilaje tehnologice.

d. Sistemele de contravântuiri și portale de frânare

Defectele și degradările constatate la barele componente sistemului de contravântuiri de la nivelul acoperișului, dintre care unele au fost prezentate și la aliniatul a., alături de deficiențele semnalate în cazul elementelor ce alcătuiesc structura de rezistență a acoperișului, au

ca principală cauză de apariție, solicitările suplimentare provenite din efectul de conlucrare spațială al ansamblului structurii. La preluarea acestor solicitări suplimentare, în ipoteza evaluării lor incomplete sau incorecte în etapa de proiectare, barele sistemului de contravînturi pot ieși din uz, fie prin depășirea stării limită a capacității lor portante în secțiunile cele mai defavorabile, fie prin cedarea legăturilor cu celelalte elemente de structură. Producerea unor astfel de cedări este constatată, de obicei, doar în situația apariției unor deformații sau deplasări excesive ale elementelor alăturate, cauzate de redistribuirea zonală a eforturilor suplimentare care afectează defavorabil modul de comportare al acestora sub încărcări.

La sistemele de contravînturi verticale dintre stâlpi, cele mai semnificative defecte s-au constatat în cazul portalelor de frânare alcătuite sub formă de "X" sau de "A", proiectate în ipoteza preluării eforturilor doar de către diagonala întinsă și ieșirea din lucru a diagonalei comprimate, fără a limita însă zvelteții acesteia din urmă ; în astfel de condiții, cedări ale barelor portalelor de frânare, s-au produs fie sub efectele fenomenului de oboseală, fie în urma șocurilor, produse în urma lovirii lor cu piese grele, transportate în cârligul podurilor rulante.

Alte defecte și degradări semnalate la barele portalelor de frânare, au constat în :

- deformații exagerate prin curbarea remanentă a barelor, în urma fenomenului de pierdere a stabilității lor generale ;
- fisuri la nivelul legăturilor barelor portalului cu ramurile stâlpilor, dezvoltate în materialul metalic al guseelor ori în cordoanele de sudură ale barelor pe gusee și a guseelor pe stâlpi ;
- deteriorări ale prinderii barelor portalului de talpa inferioară a grinzii principale de rulare, atunci când această soluție de alcătuire a fost adoptată în cazul podurilor rulante cu capacitate medie și mare de ridicare, exploatate în regim de funcționare superior celui mediu.

Defectele și deteriorările constatate la barele portalelor de frânare, afectând capacitatea lor de preluare a încărcărilor orizontale longitudinale provenite, în principal, la aceste categorii de construcții, din funcționarea podurilor rulante, influențează defavorabil comportarea lor în exploatare iar în cazul cedării unor astfel de bare se produce diminuarea rigidității ansamblului spațial, fenomen însoțit de redistribuirea eforturilor ce acționează în plan vertical longitudinal, spre alte elemente de rezistență. Preluarea eforturilor suplimentare de către acestea din urmă, într-un plan defavorabil sub aspectul rigidității și rezistenței, poate avea drept consecință depășirea fie a stării limită a exploatării normale, din cauza valorilor mari ale deplasărilor ori deformațiilor produse, fie a stării limită ultime de rezistență și stabilitate, fiind astfel afectată semnificativ siguranța în exploatare a întregii structuri.

Investigațiile asupra comportării în timp a unor hale cu structură metalică din siderurgie, ale căror constatări au fost prezentate în acest subcapitol, au relevat existența, după o anumită perioadă de exploatare, a numeroase defecte și degradări care afectează geometric și structural principalele elemente componente ale structurilor de rezistență.

De asemenea, programul de cercetare experimentală a materialului metalic înglobat în elementele structurilor de rezistență aflate în exploatare , ale cărei concluzii au fost prezentate în

subcapitolul 4.3, a pus în evidență faptul că, în perioada cât elementele și structurile din care acestea fac parte se află în exploatare în condiții specifice halelor din siderurgie, se produc fenomene care au drept consecință și **modificări ale proprietăților de material**. În acest sens, se menționează sesizarea producerii în timp a **fenomenului de îmbătrânire mecanică** a oțelului, mai accentuată în cazul unor subansamble ale structurilor de rezistență, cum sunt de exemplu grinzele căilor de rulare, la care, evoluția acestuia este favorizată de starea de solicitare produsă de încărcările ciclice, în prezența frecventă a variațiilor de temperatură datorate procesului tehnologic desfășurat. Fenomenul, fiind însoțit de reducerea caracteristicilor de deformabilitate și de tenacitate, respectiv de reducere a capacității de deformare plastică, și având drept consecință posibilitatea producerii unor deformații suplimentare în cazul reapariției limitei de curgere ca efect al unor suprasolicitări, a contribuit la promovarea defectelor descrise anterior și la declanșarea procesului de degradare prin apariția fisurilor, dezvoltate în materialul de bază sau la nivelul unor elemente de îmbinare.

Evoluția în timp a unor astfel de defecte și degradări, influențând defavorabil capacitatea portantă a elementelor, **diminuează astfel nivelul lor de siguranță**, estimat în etapa de proiectare.

Drept **concluzii** ale observațiilor formulate asupra modului de comportare în exploatare a unor hale metalice din siderurgie, se apreciază că acestea au pus în evidență **caracterul complex al regimului de solicitare** la care sunt supuse aceste categorii de construcții, relevând totodată și **consecințele acțiunii unor factori specifici**, ce derivă din caracterul proceselor tehnologice desfășurate.

De aceea, se poate afirma că, deși un rol hotărâtor în asigurarea comportării corespunzătoare sub încărcări a oricărei categorii de construcții, revine proiectării - prin concepția de ansamblu a structurii de rezistență și a detaliilor de alcătuire constructivă aferente - în cazul halelor cu schelet metalic din siderurgie, efectele defavorabile ale factorilor specifici analizați, care se suprapun în faza de exploatare peste efectele altor imperfecțiuni, de natură geometrică ori structurală ce afectează atât elementele cât și ansamblul structurii din alte etape precedente, au o influență deosebită asupra siguranței acestora în exploatare.

6.2 PROPUNERI PRIVIND EVALUAREA GRADULUI DE SIGURANȚĂ ÎN EXPLOATARE AL HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE

6.2.1 Aspecte generale. Probleme tratate

Noțiunea de *siguranță în exploatare* a structurilor metalice de tip hală industrială cu poduri rulante, încadrându-se în conceptul general de siguranță a structurilor, fundamentat de concepția semiprobabilistă de *asigurare* a construcțiilor, conform căreia, pentru întreaga structură sau o parte a ei, se realizează o *siguranță permanentă și omogenă*, are ca bază de definiție :

- *siguranța* unui element sau a structurii în ansamblu, care reprezintă o proprietate caracterizată printr-o probabilitate suficient de mare de a satisface pe toată durata de utilizare prevăzută, condițiile ca stările limită considerate să nu fie atinse , respectiv
- *asigurarea* rațională a elementelor și structurilor din care acestea fac parte, ce se realizează prin adoptarea unor soluții care implică limitarea la valori dorite, a probabilităților de atingere și depășire a diferitelor stări limită, determinând realizarea cu un anumit grad de certitudine a siguranței.

Siguranța în exploatare a unei structuri sau a elementelor sale componente, este astfel nemijlocit asociată noțiunii de *stare limită*, definită, în general, ca situație a cărei atingere implică fie pierderea capacității unei construcții de a satisface anumite cerințe impuse de destinația stabilită, fie apariția unor pericole pentru viața și sănătatea oamenilor ori pentru bunurile materiale adăpostite.

Cerințele impuse pentru realizarea siguranței în exploatare, existente sub formulări asemănătoare în diferite norme de proiectare, ca [59], [69], determină performanțele de comportare necesare pe întreaga durată de existență a unei construcții în scopul satisfacerii exigențelor utilizatorilor, rezultanta acestor performanțe fiind definită în [50], prin termenul mai cuprinzător, de *calitate a construcțiilor*.

Problema *siguranței în exploatare a construcțiilor din categoria halelor industriale cu poduri rulante*, a fost analizată sub aspectul posibilităților generale de evaluare, în capitolul II al lucrării; în acest subcapitol sunt prezentate, pentru cazul halelor cu schelet metalic din siderurgie, propuneri și aprecieri privind evaluarea nivelului lor de siguranță în exploatare, formulate pe baza sistematizării și analizei critice a concluziilor studiilor și cercetărilor experimentale întreprinse, expuse în capitolul III, precum și a observațiilor asupra modului de comportare în timp , cu luarea în considerare a condițiilor reale de lucru ale acestor construcții. De asemenea, au fost formulate propuneri de concretizare pentru halele din siderurgie a unor prevederi cu caracter mai general, referitoare la calitatea și siguranța construcțiilor, cuprinse în standarde, normative și alte categorii de reglementări tehnice în vigoare.

6.2.2 Propuneri referitoare la obiectivele și modul de finalizare al investigațiilor privind starea tehnică a halelor metalice din siderurgie, aflate în exploatare

Principiile generale de verificare a siguranței construcțiilor prin utilizarea metodei semiprobabilistice de calcul la stări limită aplicate în cazul unor construcții existente, aflate în exploatare, presupun, conform prevederilor standardului [66], considerarea atât a condițiilor reale în care sunt utilizate, cât și a altor informații disponibile, referitoare la starea construcțiilor respective.

Pentru halele metalice din siderurgie, condițiile reale de exploatare determinate de caracteristicile proceselor tehnologice desfășurate, pot fi considerate ca generatoare de acțiuni specifice, cu influență semnificativă asupra modului de comportare al acestora sub încărcări. În acest sens, se menționează concluziile formulate în urma analizei efectuate în subcapitolul 1.3 care au pus în evidență condițiile reale de lucru ale structurilor metalice în atmosfera industrială impurificată cu agenți corosivi, precum și efectul unor acțiuni specifice, dintre care cele mai defavorabile sunt determinate de funcționarea în regim greu și foarte greu a podurilor rulante cu capacități mari de ridicare, cu care sunt dotate aceste hale. Totodată, în observațiile critice asupra comportării în exploatare a elementelor și structurilor halelor metalice din siderurgie, prezentate în subcapitolul precedent, s-a semnalat existența unor imperfecțiuni, abateri și defecte cu grad relativ mare de repetabilitate, care afectează elemente ori subansamble importante ale structurilor de rezistență, cum sunt de exemplu grinzile căilor de rulare.

Ținând seama de aceste aspecte, pentru evaluarea nivelului de siguranță al halelor metalice aflate în exploatare, **rezultă necesitatea efectuării unor investigații în urma cărora, pe baza informațiilor obținute, să se alcătuiască baze de date referitoare la starea tehnică a construcției analizate.**

Ca obiective ale acestor investigații, se propun următoarele :

a. Aprecierea gradului în care concepția de proiectare a ansamblului structural și a detaliilor de alcătuire, pot influența defavorabil comportarea sub încărcările din exploatare a halei supuse studiului ;

b. Analiza condițiilor de execuție și de exploatare ale halei (întreținere curentă, existența unor degradări sau avarii datorate coroziunii ori altor cauze generate de exploatarea defectuasă);

c. Analiza comportării în timp a structurii de rezistență și a unor subansamble ale acesteia și sesizarea modificărilor geometriei construcției pe parcursul exploatării;

d. Realizarea unei prime evaluări globale a factorilor de risc pe care îi comportă construcția, în raport cu care se va stabili modul de desfășurare și gradul de complexitate al procesului de evaluare, respectiv :

- necesarul de informații suplimentare referitoare la : sistemul structural, comportarea acestuia sub încărcări sau eventuale modificări în timp ale caracteristicilor fizico-mecanice și

tehnologice ale oțelului utilizat; acestea pot rezulta fie în urma unor investigații cu caracter experimental (măsurători și încercări de laborator), fie prin verificări analitice, din calculul structurii ;

- aprecierea volumului de operații necesare în cadrul evaluării, precum și urgența acestora ;
- necesitatea eventuală a măsurilor de intervenție imediată, pentru evitarea unor avarii sau accidente.

Informațiile obținute în urma investigațiilor întreprinse, se sistematizează sub forma unui **Raport de evaluare a stării tehnice a construcției aflate în exploatare**, întocmit astfel, încât să cuprindă elemente specificate în continuare, referitoare la :

Raport de evaluare a stării tehnice a construcției aflate în exploatare	
A.	Situația în faza de proiectare
A1.	Perioada în care a fost proiectată hala investigată, relevantă din punctul de vedere al normelor pe care s-a bazat proiectarea și a practicii la data respectivă, în raport cu prescripțiile actuale în vigoare.
A2.	Descrierea construcției din punct de vedere funcțional și structural, fie pe baza documentației tehnice de execuție, fie după relevee de structură, în cazul halelor pentru care nu se mai dispune de proiectul inițial.
A3.	Utilajele de ridicare și transport prevăzute, capacitatea lor de ridicare, regimul de funcționare și poziționarea acestora în convoi.
B.	Modificările intervenite în cursul perioadei de exploatare, comparativ cu situația inițială, prevăzută în etapa de proiectare
B1.	Intervenții asupra structurii de rezistență, prin lucrări de remediere, consolidare ori înlocuiri ale unor elemente structurale (descrierea degradărilor sau avariilor, analiza cauzelor probabile ale producerii lor și modificările efectuate).
B2.	Schimbarea destinației halei, modificări ale unor procese tehnologice ori ale caracteristicilor de funcționare ale podurilor rulante, a numărului acestora sau modului de amplasare în convoi.
C.	Situația actuală, corespunzătoare etapei de evaluare a siguranței în exploatare
C1.	Date tehnice referitoare la ansamblul structural și sistemul de fundare al halei, elementele de rezistență și legăturile dintre acestea.
C2.	Date tehnice asupra caracteristicilor utilajelor de ridicare și transport în funcțiune.
C3.	Caracteristici cu acțiune semnificativă asupra structurii de rezistență, specifice procesului tehnologic desfășurat.
C4.	Starea de conservare a structurii și elementelor componente, sub aspectul geometriei și al caracteristicilor fizico-mecanice ale oțelului încorporat.
D.	Aprecieri asupra factorilor de risc identificați și propuneri privind conținutul procedurii de evaluare a siguranței în exploatare a halei investigate

Concluziile investigațiilor întreprinse, prin implicațiile deciziilor luate în cadrul acestei faze a procesului de evaluare, prezintă astfel o importanță deosebită, întrucât :

- oferă o primă apreciere asupra performanțelor structurale ale scheletului de rezistență, în raport cu acțiunile care se exercită asupra sa;

- este principalul criteriu de decizie asupra modalităților de continuare a procesului de evaluare, fiind, de asemenea, un criteriu semnificativ pentru selectarea unor metode complementare de evaluare a siguranței în exploatare.

6.2.3 Propuneri privind criteriile de adoptare și modul de aplicare a metodelor de evaluare a siguranței halelor metalice din siderurgie, aflate în exploatare

Complexitatea procesului de evaluarea a nivelului de siguranță al halelor metalice dotate cu poduri rulante, cum sunt majoritatea halelor din siderurgie, este generată de necesitatea interpretării corecte a unor fenomene legate de concepția, proiectarea, întreținerea și conservarea acestor construcții, precum și a răspunsului structurii lor la acțiunile exterioare.

Ținând seama că realizarea interpretărilor menționate este influențată de metodele de evaluare utilizate, în continuare, după o propunere de clasificare a acestora, sunt analizate și criteriile considerate semnificative în vederea adoptării lor.

Metodele de evaluare a nivelului de siguranță în exploatare se pot clasifica, în funcție de conținut și de gradul lor de complexitate, în :

- **Metode de evaluare calitativă și cantitativă , cu caracter experimental - (ME) ,**

a căror aplicare, urmărește modul de comportare al structurii halei și a materialului metalic încorporat în elementele de rezistență supuse evaluării, la acțiunile care au survenit pe parcursul perioadei de exploatare;

- **Metode de evaluare analitică , prin calcul - (MA) ,**

respectiv :

- **metode de calcul curente, (MA_C)** , aplicate pe schema ideală a structurii plane sau pe cea a ansamblului spațial, bazate pe teoria de ordinul I - calcul elastic și geometric liniar;

- **metode de calcul de complexitate medie, (MA_M)** , aplicate pe schema reală, afectată de imperfecțiuni, a ansamblului spațial și concepute în teoria de ordinul II - calcul elastic liniar și geometric neliniar ;

- **metode de calcul complexe, (MA_S)** , aplicate pe schema reală a structurii, concepute pe baza teoriei de ordinul I-calcul neliniar elasto-plastic, ori în teoria de ordinul II, precum și metodele pentru calculul de stabilitate spațial al structurii halelor cu poduri rulante .

În vederea utilizării acestor metode de evaluare, se propune aplicarea următoarelor criterii de adoptare :

- (Cr1) - perioada în care a fost proiectată și construită hala respectivă ;
- (Cr2) - sistemul ei structural ;
- (Cr3) - categoria de importanță a halei supusă evaluării.

Dacă pentru aprecierea oportunității alegerii metodelor de evaluare, aplicarea primele două criterii specificate se poate realiza pe baza informațiilor cuprinse în raportul de evaluare a căruia întocmire a fost propusă în paragraful precedent, în ceea ce privește încadrarea într-o anumită categorie de importanță a unei construcții existente, aflată de o perioadă mai îndelungată în

exploatare, apar frecvent situații în care se constată că această operațiune ori nu a fost efectuată, ori, în cazul efectuării și înscrierii acesteia în *Cartea construcției*, rezultatele investigării stării actuale a halei, impun reevaluarea ei.

Încadrarea unei construcții într-o anumită categorie de importanță, implică însă tratarea diferențiată a evaluării siguranței acesteia în exploatare, atât sub aspectul metodelor utilizate, cât și sub cel al conținutului procedural, încadrarea în categorii superioare de importanță necesitând investigații mai detaliate și fundamentarea mai completă a metodelor utilizate. De aceea, operațiunea de clasificare a construcțiilor după importanța lor este prevăzută ca obligatorie în acte normative referitoare la calitatea și siguranța construcțiilor, ca STAS 10100/0-75-*Principii generale de verificare a siguranței construcțiilor* și *Legea 10/95 privind calitatea în construcții*, iar procedura de clasificare și metodologia aferentă sunt detaliate prin HGR 766/10.12.1997, în *Regulamentul privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor*, respectiv în *Metodologia de stabilire a categoriei de importanță a construcțiilor*, [52].

În conformitate cu aceste acte normative, construcțiile se încadrează din punct de vedere al importanței lor, în următoarele categorii:

- a) **de importanță globală**, numite **categorii de importanță**, care se referă la întreaga construcție, sub toate aspectele ;
- b) **de importanță specifică**, denumite **clase de importanță**, care privesc fie întreaga construcție, fie părți ale acesteia, sub anumite aspecte caracteristice.

În vederea stabilirii **categoriei de importanță pentru construcțiile de tipul halelor metalice din siderurgie**, respectând prevederile actelor normative specificate anterior, aplicarea criteriile privind :

- consecințele depășirii stărilor limită ,
- importanța economică a exploatării lor continue , respectiv
- consecințele directe sau indirecte ale ieșirii parțiale sau totale din exploatare, pentru o anumită perioadă de timp,

s-a efectuat ținând seama de procesele tehnologice specifice desfășurate, în funcție de care halele au fost clasificate în raport cu destinația și rolul lor tehnologic în fluxul productiv. Cele patru grupe obținute, precum și destinația și denumirea fiecărei construcții analizate, sunt înscrise în coloanele 1 și 2 ale tabelului 6.1, iar în coloanele următoare sunt menționate:

- categoria de importanță globală - **categoria de importanță** - comună construcțiilor care fac parte din aceeași subgrupă;
- categoria de importanță specifică - **clasa de importanță** - pentru fiecare hală analizată.

Tabelul 6.1

Nr. crt.	Destinația și fluxul tehnologic căreia îi aparține construcția	Denumirea și rolul tehnologic al construcției	Încadrare în :	
			Categoria de importanță	Clasa de importanță
0	1	2	3	4
1.	Construcții metalice prelucrarea materiei prime	Hale metalice pentru instalații și utilaje de aglomerare	C	III
2.	Construcții metalice pentru elaborarea fontei	Hala de turnare a fontei	B	III
3.		Hala pentru înzidirea oalelor de fontă		III
4.		Hala melanjorului		III
5.		Hale metalice și estacade pentru valorificarea zgurii de fumal		IV
6.	Construcții metalice pentru elaborarea oțelului	Hale pentru oțelăriile Siemens-Martin : - Hala pentru fier vechi ; - Hala cuptoarelor de elaborare ; - Hala de turnare	B	III II II
7.		Hale pentru oțelăriile electrice : - Hala pentru fier vechi ; - Hala cuptoarelor de elaborare ; - Hala de turnare		III II II
8.		Hale pentru oțelăriile cu convertizoare : - Hală de încărcare ; - Hala convertizoarelor ; - Hala de turnare		III II II
9.		Hala de stripaj		C
10.		Hală dezbatere lingotiere		III
11.	Construcții metalice pentru obținerea semifabricatelor și a produselor finite	Hala secției de încălzire a lingourilor și blumurilor: - Hala cuptoarelor adânci; - Hala recuperatoarelor;	C	III III
12.		Hale pentru produse semifinite și finite : - Hala cajelor ; - Hala patunilor de răcire ; - Hala de expediere		II III III

În vederea justificării încadrărilor prezentate în tabelul 6.1, se menționează că acestea au fost stabilite în conformitate cu reglementările [54] și aplicând procedura prevăzută în normele metodologice [52], prin considerarea factorilor determinanți și a criteriilor asociate acestora, pentru care evaluarea punctajului aferent s-a efectuat cu formula :

$$P(n) k(n) = (n) \times p(i) / n(i) \quad (6.1)$$

ai cărei termeni au următoarele semnificații :

$P(n)$ - punctajul factorului determinant (n) , calculat pentru fiecare din cei șase factori determinanți definiți în [84] ;

$k(n)$ - coeficientul de unicitate al construcției analizate, egal de regulă cu 1, dar respectând condiția $k(n) \leq 2,0$;

$p(i)$ - punctajul corespunzător criteriilor asociate factorului determinant (n) , stabilit pe baza aprecierii nivelului de influență pe care îl are criteriul asociat respectiv, valoarea $p(i)$ fiind un număr întreg ce respectă condiția $0 \leq p(i) \leq 6$;

$n(i)$ - numărul (i) de criterii asociate factorului determinant (n) luate în considerare, cu $n(i) \leq 3$.

Din însumarea punctajelor individuale $P(n) k(n)$ calculate pentru cei șase factori determinanți , s-a obținut valoarea punctajului total, cu care, prin compararea cu grupele de valori înscrise în tabelul 6.2, [52], a rezultat încadrarea preliminară într-o anumită categorie de importanță a construcției analizate.

Tabelul 6.2

Categorია de importanță a construcției analizate		Grupa de valori a punctajului total , $\Sigma P(n) k (n)$
Excepțională	(A)	≤ 30
Deosebită	(B)	18 ... 29
Normală	(C)	6 ... 17
Redusă	(D)	≥ 5

Definitivarea încadrării în categoriile de importanță s-a realizat prin reevaluarea aprecierilor făcute inițial asupra criteriilor asociate factorilor determinanți, rezultând astfel încadrările definitive specificate în coloana 3 a tabelului 6.1.

Aplicarea procedurii descrise este exemplificată în continuare pentru cazul Halei cuptoarelor adânci (H.C.A.), aflată în exploatare și prezentată în capitolul III al lucrării.

Se menționează că, în vederea sistematizării operațiunilor de acordare a punctajelor, a fost conceput formularul prezentat sub forma tabelului 6.3, în care s-au înscris :

- punctajul acordat criteriilor asociate , $p(i)$, și ponderea , $n(i)$, a acestora ;
- valoarea coeficientului de unicitate, $k(n)$, al construcției ;
- punctajul obținut pentru factorii determinanți, $P(n) k(n)$;
- punctajul total pe baza căruia a rezultat încadrarea preliminară în categoria de importanță ;
- categoria de importanță în care a fost încadrată final hala analizată .

Formularul propus cuprinde și o rubrică destinată descrierii sumare a construcției analizate, iar coloanele 2 , 2' și 4 , 4' conțin codurile și denumirile factorilor determinanți, respectiv cele ale criteriilor asociate, așa cum au sunt formulate în normele metodologice [84].

Pentru utilizarea operativă a formularului la stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor, acesta poate fi însă simplificat, prin excluderea coloanelor 2' și 4', respectiv a denumirilor detaliate ale factorilor determinanți și ale criteriilor asociate, deoarece identificarea lor se poate efectua după codul stabilit în [52] și specificat în coloanele alăturate, 2 și 4.

Tabelul 6.3

STABILIREA CATEGORIEI DE IMPORTANȚĂ								
pentru								
CONSTRUCȚIA : HALA CUPTOARELOR ADÂNCI.....								
Descriere sumară : Construcția, proiectată și exec. între anii 1957-1959, face parte din secția încălzire a linourilor și blumurilor pentru obținerea semifabricatelor și produselor finite. Hala are structura de rezistență metalică, alcătuită din cadre transversale cu inimă plină, grinzile principale ale căilor de rulare în soluția de grinzi continue cu inimă plină și grinzi secundare verticale cu zăbrele. În hală funcționează trei poduri rulante cu suspensie rigidă tip Tiegler, (2 cu capacitatea de ridicare de 50/320 kN și unul de 100/400 kN.								
DETERMINAREA PUNCTAJULUI ACORDAT								
Nr crt	k (n)	FACTORUL DETERMINANT			CRITERIILE ASOCIATE			n (i)
		P (n)			p(i)			
		Cod	Denumire	Punctaj	Cod	Denumire	Punctaj	
0	1	2	2'	3	4	4'	5	6
1	1,0	1	Importanța vitală	2	i)	oameni implicați direct în cazul unor disfuncții ale construcției ;	1	3
					ii)	oameni implicați indirect în cazul unor disfuncții ale construcției ;	2	
					iii)	caracterul evolutiv al efectelor periculoase, în cazul unor disfuncții ale construcției ;	1	
2	1,0	2	Importanța social-economică	2	i)	mărimea comunității care apelează la funcțiunile construcției și/sau valoarea bunurilor materiale adăpostite de construcție ;	2	3
					ii)	ponderea pe care funcțiunile construcției o au în comunitatea respectivă ;	2	
					iii)	natura și importanța funcțiilor respective	1	
3	1,0	3	Implicarea ecologică	1	i)	măsura în care realizarea și exploatarea construcției intervine în perturbarea mediului natural construit ;	1	2
					ii)	gradul de influență nefavorabilă asupra mediului natural și construit ;	1	
					iii)	rolul activ în protejarea / refacerea mediului natural și construit ;	0	
4	1,0	4	Necesitatea luării în considerare a duratei de utilizare	4	i)	durata de utilizare preconizată ;	4	3
					ii)	măsura în care performanțele alcătuirilor constructive depind de cunoașterea evoluției acțiunilor (solicitărilor) pe durata de utilizare ;	4	
					iii)	măsura în care performanțele funcționale depind de evoluția cerințelor pe durata de utilizare ;	2	
5	1,0	5	Necesitatea adaptării la condițiile locale de teren și de mediu	2	i)	măsura în care asigurarea soluțiilor constructive, este dependentă de condițiile locale de teren și mediu ;	1	2
					ii)	măsura în care condițiile locale de teren și de mediu evoluează defavorabil în timp ;	0	
					iii)	măsura în care condițiile locale de teren și de mediu determină activități/măsuri deosebite pentru exploatarea construcției ;	2	
6	1,0	6	Volumul de muncă și de materiale necesare	3	i)	ponderea volumului de muncă și de materiale înglobate ;	2	3
					ii)	volumul și complexitatea activităților necesare pentru menținerea performanțelor construcției pe durata de existență a acestora ;	1	
					iii)	activități deosebite în exploatarea construcției impuse de funcțiunile acestora .	4	
PUNCTAJ TOTAL				14	[$\Sigma P(n) \times k(n)$]			
CATEGORIA DE IMPORTANȚĂ STABILITĂ : C								

Clasele de importanță în care au fost încadrate halele cu structură metalică de rezistență din siderurgie, înscrise în ultima coloană a tabelului 6.1, au fost stabilite în conformitate cu prevederile din Anexa II a normativului [66], fiind corelate, după [54], cu categoriile de importanță din coloana alăturată.

Se menționează că, în situația în care este necesară evaluarea distinctă a siguranței în exploatare numai pentru unele elemente (sau subansamble) structurale ale halei, drept criteriu specific de stabilire a clasei de importanță, se poate adopta ponderea pe care o au funcțiunile elementului în ansamblul structural, relevată prin două aspecte :

- măsura în care acea structură depinde de funcțiunile elementului,
- măsura în care funcțiunile elementului respectiv pot fi suplinite de alte elemente.

În acest sens, dacă situația prezentată se referă la evaluarea siguranței grinzilor căilor de rulare, ca subansamble structurale aferente unor anumite hale, cum sunt cele care în tabelul 6.1 au nr.crt.2,3,4,6 7,8 și 11, se propune ca încadrarea lor să se efectueze în clase de importanță superioare cu o unitate, ținând seama de condițiile specifice în care sunt exploatate și de importanța rolului îndeplinit pe toată durata de existență a acestor construcții.

Din aspectele prezentate rezultă că, în cazul halelor metalice dotate cu poduri rulante aflate în exploatare, categoria și clasa de importanță pot fi considerat drept criterii relevante pentru selectarea metodelor de evaluare a siguranței.

Ținând seama de această apreciere, precum și de concluziile formulate în urma programelor de studii și investigații experimentale întreprinse, prezentate în cap.III, respectiv de analiza critică și observațiile asupra comportării în timp a halelor metalice din siderurgie, se propune ca evaluarea nivelului lor de siguranță în exploatare să se efectueze conform specificațiilor prevăzute în tabelul 6.4.

Tabelul 6.4

Nr. crt.	Încadrarea halei supuse evaluării, în :		METODA RECOMANDATĂ pentru evaluarea siguranței în exploatare		
	Categorii de importanță	Clase de importanță	Perioada în care a fost proiectată hala :		
			până în 1950	1951 - 1970	după 1971
1	B	II	ME , MA _C	ME , MA _C , MA _M	ME,MA _C , MA _M , MA _S
		II	ME , MA _C	ME , MA _C	ME,MA _C , MA _M
		IV	ME , MA _C	ME , MA _C	ME,MA _C
2	C	II	ME , MA _C	ME , MA _C	ME,MA _C
		III	ME	ME	ME

Referitor la recomandările cuprinse în tabelul de mai sus, se formulează următoarele observații :

- Deoarece metodele analitice, MA_C, MA_M , MA_S, au în vedere componentele sistemului structural, ceilalți factori de risc pe care îi comportă construcția vor fi evidențiați prin metodele cu caracter experimental, ME, recomandate pentru toate categoriile de hale dar având caracter obligatoriu în situația când, în cazul construcțiilor existente, nu se cunosc caracteristicile de rezistență și deformabilitate ale oțelului încorporat sau, atunci când investigațiile privind starea tehnică a construcției denotă modificări în timp ale acestora.

În cazurile specificate, se impune necesitatea efectuării încercărilor mecanice pe epruvete prelevate din elementele și zonele concludente pentru evaluarea capacității de rezistență, precum și a încercărilor nedistructive, dacă se are în vedere identificarea unor zone în care s-au creat discontinuități sau degradări.

Se menționează că utilizarea metodelor experimentale presupune ca precizarea valorilor finale ale proprietăților de material, îndeosebi a rezistențelor de calcul ale oțelului, să se realizeze în funcție de valorile medii și de caracteristicile de împrăștiere determinate la încercare, conform reglementărilor pentru evaluarea statistică a rezistențelor de calcul.

- Evaluarea nivelului de siguranță în exploatare al construcțiilor existente **implică**, în general, **un grad relativ ridicat de incertitudine** în ceea ce privește stabilirea **parametrilor geometrici și mecanici ai modelului real de calcul** (deschideri, travee și înălțimi ale halelor, secțiuni ale elementelor structurale, respectiv moduli de elasticitate și rezistențe ale oțelului). De aceea, adoptarea unor metode de evaluare care utilizează procedee avansate de calcul, este justificată doar atunci când datele necesare aplicării acestora prezintă un grad suficient de încredere, respectiv când rezultatele obținute prin astfel de procedee pot contribui în mod semnificativ la precizarea performanțelor calitative, impuse de cerințele exploatarei construcției.
- Siguranța în exploatare a halelor metalice din siderurgie, **este dependentă** de o serie de **factori** (concepția generală de proiectare, alcătuirea de ansamblu și de detaliu, calitatea execuției, specificul modului de exploatare) **al căror efect nu se poate exprima printr-un termen sau noțiune unică**. De aceea, nivelul sau gradul de siguranță în exploatare, rezultă din investigații, calcule și analize detaliate, efectuate asupra tuturor aspectelor relevante în raport cu comportarea construcției în exploatare.

În acest sens se menționează aspectele analizate în cap.II al lucrării, prin care s-a evidențiat influența imperfecțiunilor și defectelor barelor reale asupra răspunsului lor la solicitări, precum și analizele comparative efectuate în cap.V, dintre rezultatele diferitelor tipuri de calcul pe schema ideală și pe schema reală a unei structuri, respectiv între aceste rezultate analitice și cele obținute experimental, în urma efectuării programului de măsurători tehnico-topografice.

Operațiunile de evaluare a siguranței construcțiilor existente se finalizează prin întocmirea unui **Raport de evaluare a siguranței în exploatare**, al cărui conținut, propus pentru construcțiile ce fac parte din categoria halelor metalice din siderurgie, este prezentat în continuare, în tabelul 6.5

Tabelul 6.5

Raport de evaluare a siguranței în exploatare	
A. Elemente necesare aplicării criteriilor de selectare a metodelor de evaluare a siguranței	
A1.	Descrierea din punct de vedere structural și al rolului funcțional îndeplinit de construcția supusă evaluării ;
A2.	Categoria și clasa de importanță în care se încadrează hala;
A3.	Descrierea defectelor, deficiențelor și degradărilor constatate; analiza cauzelor probabile ale producerii lor ;
B. Metode de evaluarea a siguranței în exploatare utilizate, și rezultate obținute	
B1.	Metodele utilizate și justificarea adoptării lor ;
B2.	Rezultatele aplicării lor metodelor de evaluare, ME, cu caracter experimental (buletine de analiză conținând rezultate ale încercărilor de laborator efectuate pe epruvete și a încercărilor nedistructive; releveele degradărilor și ale eventualelor avarii constatate)
B3.	Rezultatele aplicării metodelor de evaluare analitice, MA, lor (determinarea stării de eforturi și deformații din sistemul structural și verificările aferente metodei semiprobabilistice de calcul la stări limită, cu specificarea datelor și ipotezelor considerate, a programelor de calcul utilizate și a prescripțiilor pe baza cărora au fost concepute)
C.	Decizia asupra performanțelor de exploatare a halei analizate, respectiv decizia asupra lucrărilor de intervenție în urma efectuării cărora, construcția îndeplinește parametrii necesari siguranței în exploatare.

6.3 CONDIȚII ȘI RECOMANDĂRI PRIVIND URMĂRIREA COMPORTĂRII ÎN EXPLOATARE A HALELOR METALICE DIN SIDERURGIE

Efectul acțiunilor specifice exercitate asupra structurilor de rezistență ale halelor metalice din siderurgie, analizate în cap.I al lucrării, precum și influența imperfecțiunilor, abaterilor și defectelor asupra comportării sub încărcări a elementelor și ansamblului structural, în condițiile asigurării exigențelor de calitate pe toată perioada lor de existență, justifică necesitatea urmării comportării în exploatare a acestor construcții.

Activitatea de urmărire a comportării în timp, sub încărcările din exploatare, are ca scop, conform prevederilor din regulamentul [85], evaluarea stării tehnice a construcțiilor, în vederea menținerii aptitudinii pentru exploatare pe toată durata lor de existență, desfășurându-se prin formele de urmărire curentă , respectiv de urmărire specială.

Prin modalitățile de efectuare a celor două forme de urmărire menționate, se realizează o activitate sistematică de culegere de date rezultate din observații și măsuratori, a căror interpretare evidențiază gradul de siguranță al structurilor de rezistență , iar în corelație cu activitatea de întreținere a construcțiilor metalice respective, asigură realizarea unei exploatare corespunzătoare.

Urmărirea curentă, cu caracter permanent, realizată în general prin observare directă sau cu mijloace simple de măsurare, permite depistarea unor deficiențe care apar în perioada de exploatare și oferă astfel posibilitatea stabilirii măsurilor de intervenție, menite să readucă structura sau elementul afectat, în parametrii normali de siguranță.

Principalele aspecte, considerate relevante pentru aprecierea comportării în exploatare a halelor metalice din siderurgie și, de aceea, propuse urmării curente, sunt :

- **schimbările intervenite în poziția și forma unor elemente componente ale ansamblului structural, manifestate prin :**
 - **deplasări vizibile**, orizontale, verticale, ori înclinări, constatate de obicei la stâlpii halelor;
 - **efecte secundare vizibile**, ca desprinderea de soclu sau de corpul halei a unor elemente anexă, apariția de rosturi, crăpături și smulgeri în elemente de legătură ;

- **schimbări intervenite în forma ansamblului structural al halelor, manifestate prin :**
 - împiedicarea sau blocarea funcționării utilajelor;
 - distorsiuni apărute pe traseul conductelor tehnologice sau a celor de instalații;
 - îndoirea barelor de legătură ori a altor elemente constructive ;
 - apariția defectelor la îmbinări, ca forfecarea sau smulgerea niturilor și șuruburilor ori fisurarea cordoanelor de sudură.

- **defecte și degradări cu implicații asupra îndeplinirii rolului funcțional al halelor, ca :**
 - devieri de poziție la căile de rulare ale podurilor rulante ;
 - degradări și uzuri exagerate ale șinelor, care deranjează deplasarea podurilor rulante și comportarea corespunzătoare a grinzilor de rulare prin transmiterea defavorabilă a încărcărilor provenite din funcționarea acestor utilaje tehnologice .
 - degradări datorate fenomenului de coroziune, declanșat pe suprafețele metalice al căror strat de protecție anticorrosivă s-a deteriorat.

Urmărirea specială, cu caracter fie permanent, fie efectuată la anumite intervale de timp, nu exclude efectuarea urmării curente și se instituie, în cazul construcțiilor din categoria analizată, la :

- **hale a căror structură de rezistență a suferit degradări majore sau avarii**, realizarea urmării speciale fiind stabilită în astfel de cazuri pe baza unei expertize tehnice;
- hale cu importanță deosebită sau excepțională, pentru care urmărirea specială a fost stabilită prin proiect.

Desfășurarea activității de urmărire specială necesită utilizarea unor mijloace de observare și măsurare complexe și specializate, adaptate obiectivelor specifice supravegheate, realizându-se pe baza unui **Proiect de urmărire specială**, ce conține :

- datele necesare localizării obiectului supus urmării speciale ;
- motivele instituirii urmării speciale și obiectivele acesteia (proprietăți, fenomene ori mărimi urmărite, criteriile de apreciere aplicate, condițiile de calitate necesare).

- metodele de lucru adoptate și măsurile organizatorice necesare aplicării lor (precizarea mijloacelor de măsurare, stabilirea punctelor de observare și măsurare, tehnica măsurătorilor, programul de urmărire și frecvența măsurătorilor).

-modul de prelucrare și interpretare al datelor obținute și valorificarea rezultatelor.

Urmărirea comportării în exploatare a halelor cu schelet metalic din siderurgie, punând în evidență efectele defavorabile ale acțiunilor specifice exercitate asupra structurilor de rezistență și elementelor componente ale acestora, poate contribui, prin interpretarea și valorificarea rezultatelor observațiilor efectuate, atât la perfecționarea normativelor și prescripțiilor tehnice care reglementează activitatea de proiectare, cât și la îmbunătățirea tehnologiilor de execuție, asamblare și montare a elementelor și structurilor metalice.

Valorificarea în acest sens a informațiilor obținute din activitatea de urmărire a comportării în exploatare și stării tehnice a halelor metalice din siderurgie, impune necesitatea stocării lor sistematizate prin alcătuirea unor baze de date în care să fie cuprinse atât constatările investigațiilor cât și aprecierile referitoare la cauzele apariției și dezvoltării unor defecte și degradări mai frecvent semnalate.

Totodată s-ar considera utilă existența în literatura de specialitate a unor lucrări care să contribuie la cunoașterea și identificarea **cauzelor, formelor de manifestare și a etapelor în care se pot să apară imperfecțiuni , abateri, defecte și degradări ,** precum și a **consecințelor tehnice ale existenței și evoluției lor.**

În acest sens se propune întocmirea unui **Atlas de defecte și degradări** specifice elementelor și structurilor metalice de rezistență ale halelor industriale, precum și a unui **Catalog de imperfecțiuni, abateri și defecte** , constatate cu grad relativ ridicat de repetabilitate la aceste categorii de construcții .

BIBLIOGRAFIE

- 1 Appeltauer, I., - Rezistența materialelor, vol. I, curs I. P.T.V. Timișoara, 1973
- 2 Alic, C., Alic, D., Zdrenghea N., - Starea de conservare a elementelor de construcții metalice la un combinat siderurgic. A II-a Conferință de Construcții Metalice, Timișoara, 1982, vol. I., pag. 227
- 3 Bălan, Șt., Arcan, M. - Încercarea construcțiilor. București, Editura Tehnică, 1965
- 4 Bănuț, V., Popescu, H., - Stabilitatea structurilor elastice, Editura Academiei, 1975.
- 5 Bănuț, V. - Calculul neliniar al structurilor, Editura Tehnică, București, 1981.
- 6 Beedle, L., Tall, L., Basic Column Strenght. Proceedings ASCE. Journal of the Structural Division, ST7, 1960, pag. 139
- 7 Bob, C. - Câteva aspecte privind proiectarea probabilistică a structurilor – A IV-a Conferință de Construcții Metalice, Timișoara, 1985, vol. I, pag. 280
- 8 Bonea, I. - Curs de topografie, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1963
- 9 Cheșa, I., ș.a. - Alegerea și utilizarea oțelurilor. Editura Tehnică, București, 1984.
- 10 Cioclov, D. - Mecanica ruperii materialelor, Editura Academiei, București, 1977
- 11 Ciomocoș, D., Caraba, I. - Modelarea în probleme de proiectare, A V-a Conferință de Construcții Metalice, Timișoara, 1988, vol. I, pag. 89
- 12 Coleș, V., Georgescu, D., - Montarea construcțiilor metalice, Editura Tehnică, București, 1965
- 13 Cristescu, N., Ursea, V., Neamțu, M., Sebastian-Taub, M. - Topografie, E.D.P. București, 1980.
- 14 Cristescu, N. - Topografie inginerească, E.D.P. București, 1978.
- 15 Dalban, C., Juncan, N., Șerbescu, C., ș.a - Construcții metalice, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983
- 16 Dieter, G.E. - Metalurgie mecanică, București, Editura Tehnică, 1970
- 17 Dorn, W.S., McCracken, D.D. - Metode numerice cu programe în Fortran - Editura Tehnică, București, 1976
- 18 Firoiu, C., Tătar-Moiescu, E., - Coroziunea metalelor solificate mecanic, în Revista de Coroziune, vol. 1/ 1971, nr. 1. pag. 38
- 19 Gâdeanu, L., Regep, Z., Mercea, Gh., - Construcții metalice, I.P.T.V. Timișoara, 1989
- 20 Georgescu, D., Frangopol, D., - Analiza siguranței structurilor metalice, vol. I, Institutul de Construcții București, 1978
- 21 Ghinea, M., Firețeanu, V. - MATLAB- calcul numeric-grafică-aplicații, Editura Teora, București, 1995.
- 22 Gioncu, V., - Probleme ale calculului de stabilitate a structurilor din bare, A IV-a Conferință de Construcții Metalice, Timișoara, 1985, vol. I, pag. 23
- 23 Guțescu, D. - Topografie, curs vol. I, I.P.T.V. Timișoara, 1979.
- 24 Ivan, I., - Bazele teoretice ale stabilității, Editura Facla, Timișoara
- 25 J., Ferry Borges, M., Castanheta, - Siguranța structurilor. București, Editura Tehnică, 1972
- 26 Lăzăruț, P. - Cuptoare metalurgice vol. II, Cutoarele sectoarelor de prelucrări la cald - I.P.T.V. Timișoara, 1988.
- 27 Lungu, D., Ghiocel, D. - Metode probabilistice în calculul construcțiilor, Editura Tehnică, București, 1892.
- 28 Marinov, R., Friedrich, R. - Similitudinea și modelul în construcții - I.P.T.V. Timișoara, 1968
- 29 Mateescu, D., Caraba, I. - Construcții metalice. Calculul și proiectarea elementelor din oțel, Editura Tehnică, București, 1980.
- 30 Mateescu, D., Băluț, N., Caraba, I. - Calculul plan și spațial al grinzilor căilor de rulare executate din oțel. Editura Academiei, București, 1988
- 31 Mateescu, D., Appeltauer, I., Căteanu, E., - Stabilitatea la compresiune a structurilor din bare de oțel, Editura Academiei, București, 1980
- 32 Milea, I., Budău, U., - Materiale și tratamente termice pentru structuri sudate, Editura de Vest, Timișoara, 1982
- 33 Oprescu, N., ș.a. - Manualul inginerului geodez, vol. I, II, III. Editura Tehnică, București, 1973.
- 34 Oprescu, I., Vîrcolacu, I., Gheorghiu, F., Bălescu, C., Guțu, M. - Utilaje metalurgice - Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977.
- 35 Pacoste, C., Stoian, V., Dubină, D. - Metode moderne în mecanica structurilor, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1988.

- 36 Person R.- Utilizare EXCEL pentru Windows 95
- 37 Popescu, V., Georgescu, D.- Comportarea spațială a halelor industriale cu structură metalică - Editura Tehnică, București, 1972.
- 38 Popescu, V., Pătîrnice, E., Chesaru, Calitatea și siguranța construcțiilor, Editura Tehnică, București, 1987.
- 39 Popescu, V., - Construcții metalice , vol.I., Editura Tehnică, București, 1963
- 40 Popovici, M., Atanasescu, V.,- Ghid pentru controlul statistic al calității produselor industriale. Editura Tehnică. București, 1973.
- 41 Protopopescu, H. - Metalografie și tratamente termice, E.D.P. București, 1983
- 42 Radovici, O., - Perspective ale cercetării în știința coroziunii- în Revista de Coroziune , nr.3/ 1970 , pag.38
- 43 Rușcă, C. Georgescu, D.- Calculul static al structurilor de hale industriale cu forme speciale, Editura Tehnică, București, 1984.
- 44 Șerbescu, C., Mülbacher, R., ș.a. - Probleme speciale în construcții metalice, Editura Tehnică, București, 1984
- 45 Taloi, O., Florian, E., Berceanu, E.- Optimizarea proceselor metalurgice. E.D.P. București, 1983.
- 46 Tebedge, N., Tall, L., Contraintes residuelles dans les profiles en acier. Synthese des valeurs mesurees. Construction metallique, 1974/2 pag.37
- 47 Tutoveanu, D., - Metode de pregătire a suportului de oțel prin îndepărtarea oxizilor de fier în vederea protecției anticorozive peliculogene - în Revista de Coroziune , vol.1/ 1971, nr.2. pag.113.
- 48 * * * Hotărârea Guvernului României nr.261/1994.
Regulament privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor
- 49 * * * ICCPDC-IPROMET - Manual de utilizare al programului GRIRUL pentru calculul grinzilor de rulare
- 50 * * * Legea 10/1995 privind calitatea în construcții
* * * Legea nr.10/1995 privind calitatea în construcții
- 51 * * * Manual de utilizare ROBOT- Structures
- 52 * * * Metodologie pentru stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor.
Buletinul Construcțiilor vol.4/1996 p.116
- 53 * * * P107-79 Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea grinzilor pentru căi de rulare metalice,
Buletinul Construcțiilor, Nr.4 p.60-87 (1980)
- 54 * * * Regulament privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor,
H.G.R. 766/10.12.1997 Anexa 3
- 55 * * * Regulament privind urmărirea comportării în exploatare, intervențiile în timp și postutilizarea construcțiilor, H.G.R.766/10.12.1997 Anexa 4
- 56 * * * Atlas de defectele produselor laminate și trase din oțel, Oficiul de documente și publicații al Min. Ind.Metalurgice, București, 1967
- 57 * * * Defectele produselor laminate și trase din oțel, C.D.P.T. al Ministerului Industriei Metalurgice, București, 1971
- 58 * * * DIN 18800 (Teil 1) Allgemeine Entwurfsgrundlagen (Entwurf)
- 59 * * * CTICM - EUROCOD No.3 Calcul des structures en acier.
Regles generales et regles pour les batiments (V.2-1991).
- 60 * * * DIN 18800/90 (Teil 2) Stabilitätsfalle im Stahlbau : Knicken von Staben und Stabwerken
- 61 * * * Instrucțiuni tehnologice - Secția Laminor 800 - C.S. Hunedoara, 1983
- 62 * * * SNIP II-23-81: Stalnîe Konstrukții (Steel structures).Design Specifications.Moscova , 1982.
- 63 * * * SR EN 10002/1-94 Materiale metalice.Încercarea la tracțiune.Parte I:
Metodă de încercare la temperatura ambiantă
- 64 * * * SR EN 10025+A1 / 1994 - Produse laminate la cald din oțeluri de construcție nealiat.
Condiții tehnice de livrare.
- 65 * * * SR EN 10045/1-93 Materiale metalice.Încercarea la încovoiere prin șoc pe epruvete Charpy. Parte I:Metodă de încercare
- 66 * * * STAS 10100/0-75- Principii generale de verificare a siguranței construcțiilor

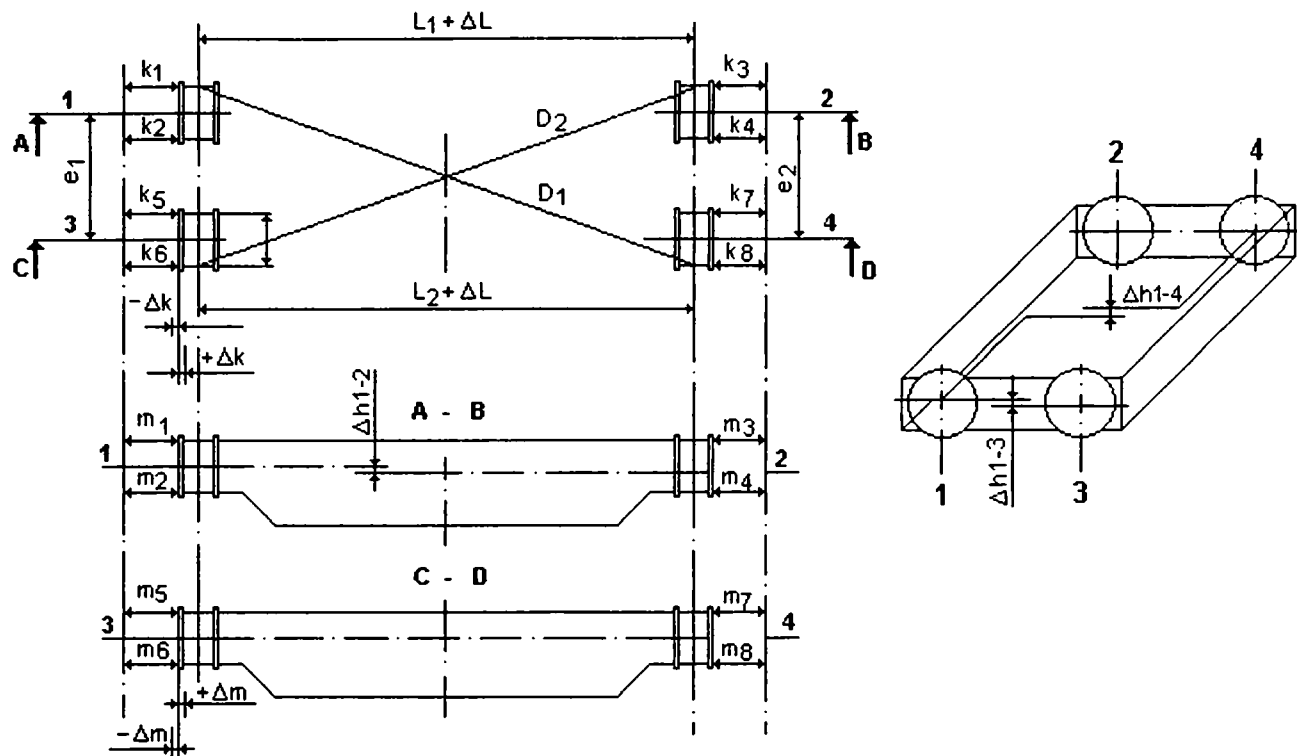
- 67 * * * STAS 10101/2A₁-78 Acțiuni în construcții. Acțiuni datorate procesului de exploatare, pentru construcții civile și industriale.
- 68 * * * STAS 10101/0A-77. Acțiuni în construcții. Clasificarea și gruparea acțiunilor pentru construcții civile și industriale
- 69 * * * STAS 10108/0-78, Construcții civile, industriale și agricole. Calculul elementelor din oțel.
- 70 * * * STAS 11278-79 - Identificarea rezultatelor aberante ale măsurătorilor.
- 71 * * * STAS 1400-75 Încercarea la încovoiere prin șoc pe epruvete cu creștătură U
- 72 * * * STAS 2015/2-85 Fonte și oțeluri. Luarea și pregătirea probelor pentru analiza spectrală.
- 73 * * * STAS 500/1-89 Oțeluri de uz general pentru construcții.
Condiții tehnice generale de calitate.
- 74 * * * STAS 500/2-80 Oțeluri de uz general pentru construcții. Mărci
- 75 * * * STAS 6911-80 Căi rulare și opritoare pentru poduri rulante și macarale.
Prescripții generale.
- 76 * * * STAS 7122/6-87 Interpretarea statistică a datelor. Determinarea intervalelor de toleranțe naturale pentru repartiția normală.
- 77 * * * STAS 7324-75 Încercările metalelor. Luarea probelor din oțel pentru încercări mecanice
- 78 * * * STAS 777-80 Încercarea la îndoire la rece
- 79 * * * STAS 10101/20-90 Acțiuni în construcții. Încărcări date de vânt
- 80 * * * STAS 10101/21-92 Acțiuni în construcții. Încărcări date de zăpadă
- 81 * * * STAS 10101/2A₂-78 Acțiuni în construcții. Acțiuni datorate procesului de exploatare
- 82 * * * STAS 767/0-88 Construcții din oțel. Condiții tehnice generale de calitate.
- 83 * * * STAS R 8542-79 Alegerea oțelurilor pentru construcții metalice.
- 84 * * * STAS 8018-80 Construcții pentru susținerea căilor de rulare ale macaralelor și podurilor rulante. Prescripții generale

ANEXA A1.1

**VERIFICAREA GEOMETRIEI PODURILOR RULANTE DIN
HALA CUPTOARELOR ADÂNCI**

FIȘĂ DE MĂSURĂTORI PENTRU PODUL RULANT T1 – 50/320 kN

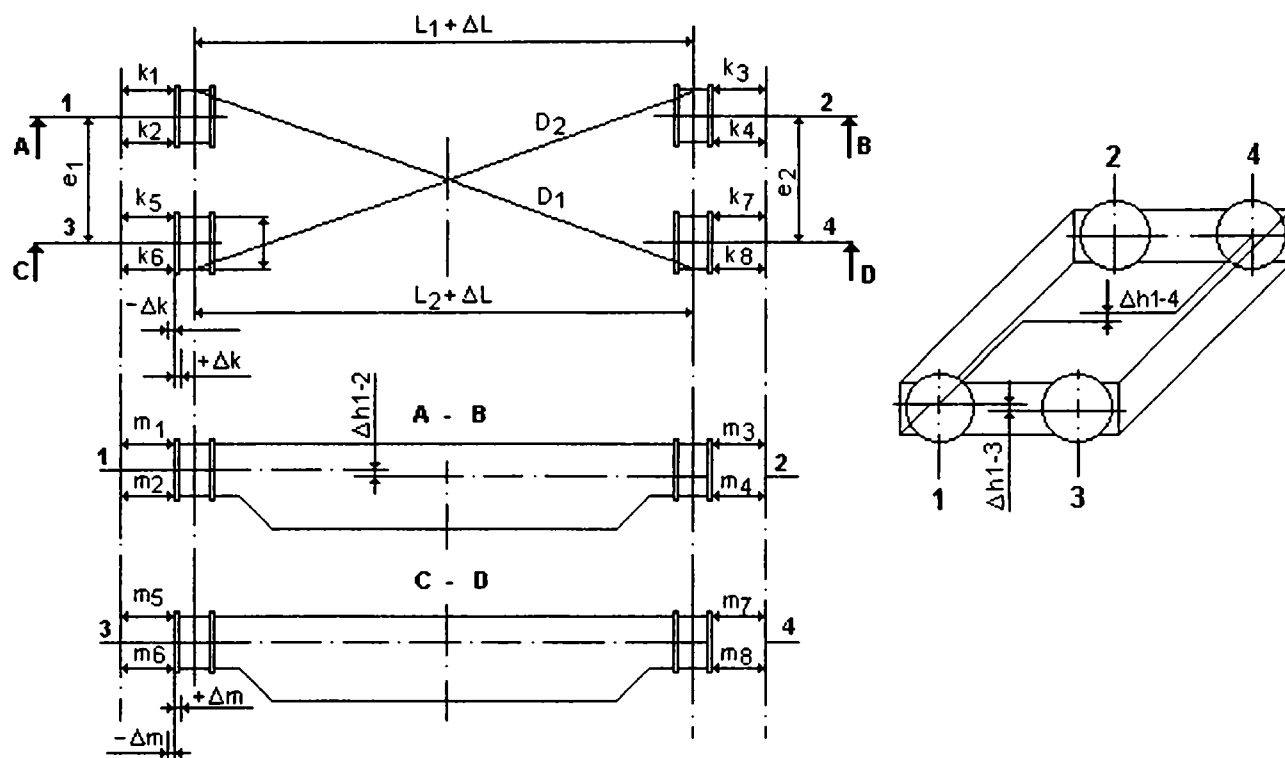
A1.1a



Denumirea	Toleranțe admisibile Δ în mm	Valori de măsurare			Precizia de măsurare
		Date	Măsurate	Diferența	
L1	$L \leq 10m \Delta L = \pm 2$	30000	30000	0	$\pm 0,5 \text{ mm}$
2	$L > 10m \Delta L = \pm 0,2 L$		30000	0	
e1	$e \leq 3 m \Delta e = \pm 3$	5000	5000	0	
2	$e > 3 m \Delta e = \pm 1 \text{‰} e$		5000	0	
D1	$L \leq 10m \Delta D = \pm 3$	30414	30416	+2	
2	$L > 10m ; L \text{ în } m, \text{ iar}$ $\Delta D = \pm [3 + 0,1(L - 10)]$		30413	-1	
D1-D2	$L \leq 10m \Delta D = \pm 4$ $L > 10m \Delta D = \pm 5$		30416 30413	D1-D2=3	
$\Delta h1-2$	$L \leq 10m \Delta h = \pm 2$		+6		
1-3	$L > 10m \Delta h = \pm 0,2 L$		+1		
1-4	$L \text{ în } m$		-2		
k 1	$D_R \leq 500 ; \Delta k = \pm 1$ $D_R > 500 ; \Delta k = \pm 2L$ $D_R \text{ în } mm$		345	k1-k2=2	$\pm 0,3 \text{ mm}$
2			343		
3			415	k3-k4=4	
4			411		
5			346	k5-k6=2	
6			344		
7			416	.k7-k8=3	
8			413		
m1	$D_R \leq 500 ; \Delta m = 0$ $D_R > 500 ; \Delta m = 0$ $D_R \text{ în } mm$		344	.m1-m2=0	$\pm 0,3 \text{ mm}$
2			344		
3			411	.m3-m4=2	
4			413		
5			345	.m5-m6=2	
6			347		
7			414	.m7-m8=0	
8			414		

FIȘĂ DE MĂSURĂTORI PENTRU PODUL RULANT T2 -100/400 kN

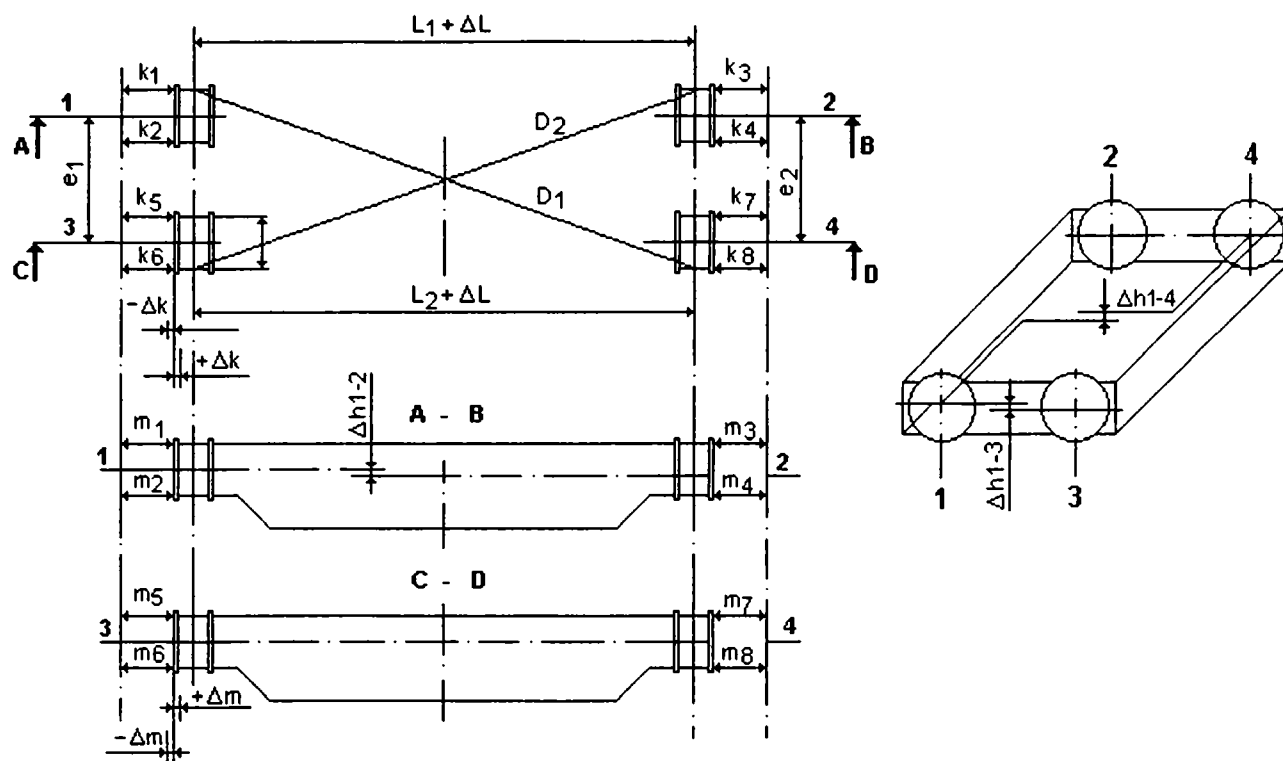
A1.1b



Denumirea	Toleranțe admisibile Δ în mm	Valori de măsurare			Precizia de măsurare
		Date	Măsurate	Diferența	
L1	$L \leq 10m \Delta L = \pm 2$	30000	30002	4	$\pm 0,5 \text{ mm}$
2	$L > 10m \Delta L = \pm 0,2 L$		29998		
e1	$e \leq 3 m \Delta e = \pm 3$	6700	6700	0	
2	$e > 3 m \Delta e = \pm 1 \text{‰} e$		6700		
D1	$L \leq 10m \Delta D = \pm 3$	30739	30741	+2	
2	$L > 10m ; L \text{ în m, iar } \Delta D = \pm [3+0,1(L-10)]$		30757	-2	
D1-D2	$L \leq 10m \Delta D = \pm 4$ $L > 10m \Delta D = \pm 5$		30744 30737	D1-D2=4	
$\Delta h1-2$	$L \leq 10m \Delta h = \pm 2$		-8		
1-3	$L > 10m \Delta h = \pm 0,2 L$		+2		
1-4	$L \text{ în m}$		+5		
k 1	$D_R \leq 500 ; \Delta k = \pm 1$ $D_R > 500 ; \Delta k = \pm 2L$ $D_R \text{ în mm}$		338	k1-k2=2	$\pm 0,3 \text{ mm}$
2			336		
3			289	k3-k4=2	
4			287		
5			337	k5-k6=2	
6			339		
7			288	k7-k8=1	
8			287		
m1	$D_R \leq 500 ; \Delta m = 0$ $D_R > 500 ; \Delta m = 0$ $D_R \text{ în mm}$		338	.m1-m2=0	$\pm 0,3 \text{ mm}$
2			338		
3			288	.m3-m4=1	
4			289		
5			339	.m5-m6=0	
6			339		
7			289	.m7-m8=0	
8			289		

FIȘĂ DE MĂSURĂTORI PENTRU PODUL RULANT T3 – 50/320 kN

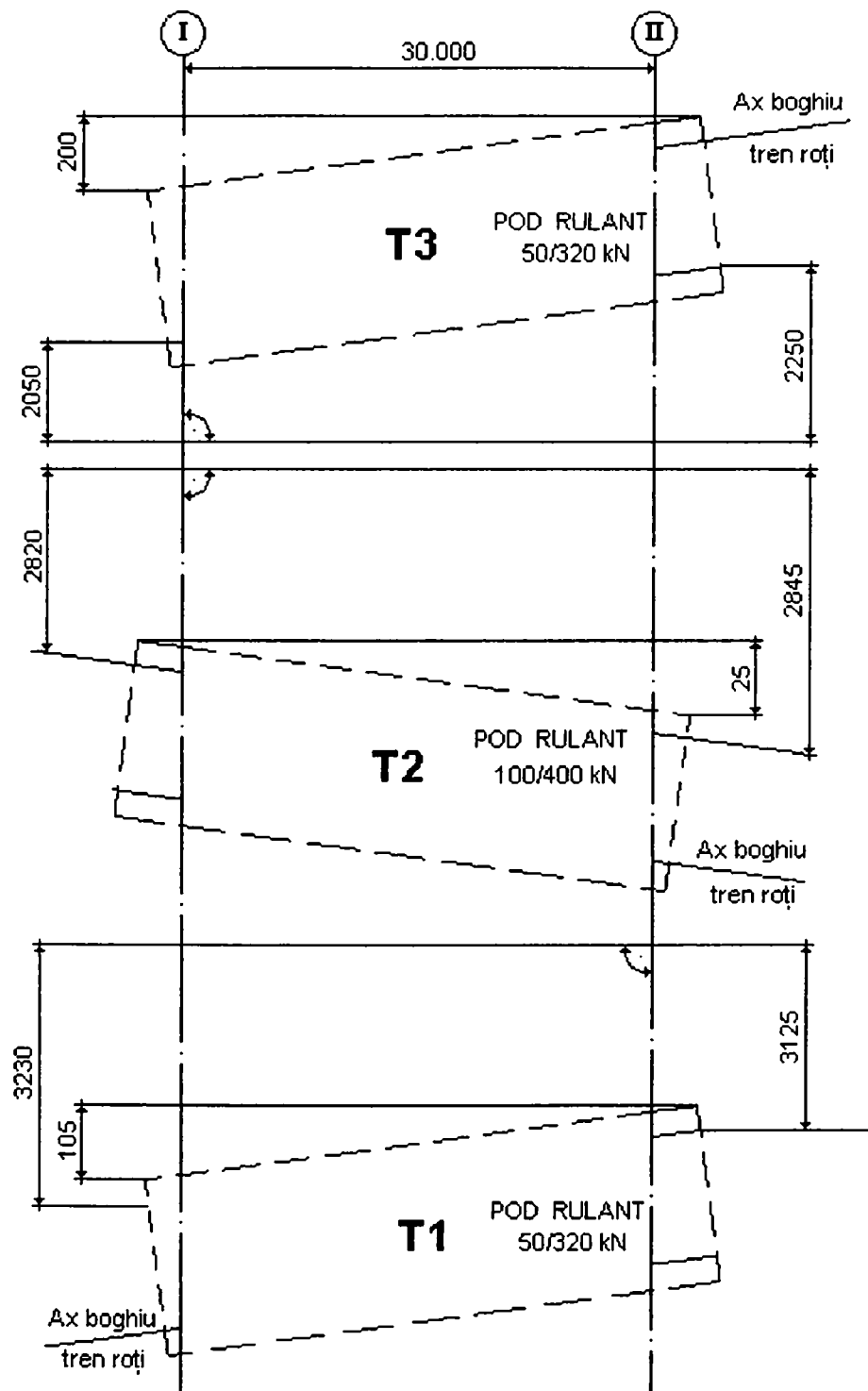
A1.1c



Denumirea	Toleranțe admisibile Δ în mm	Valori de măsurare			Precizia de măsurare
		Date	Măsurate	Diferența	
L1	$L \leq 10m \Delta L = \pm 2$		30002		$\pm 0,5 \text{ mm}$
2	$L > 10m \Delta L = \pm 0,2 L$	30000	30000		
e1	$e \leq 3 m \Delta e = \pm 3$		4945		
2	$e > 3 m \Delta e = \pm 1 \text{‰} e$	4950	4948		
D1	$L \leq 10m \Delta D = \pm 3$		30404		$\pm 0,3 \text{ mm}$
2	$L > 10m ; L \text{ în m, iar}$ $\Delta D = \pm [3 + 0,1(L-10)]$	30405	30406		
D1-D2	$L \leq 10m \Delta D = \pm 4$ $L > 10m \Delta D = \pm 5$		30404 30406	D1-D2=2	
$\Delta h1-2$	$L \leq 10m \Delta h = \pm 2$		-1		$\pm 0,3 \text{ mm}$
1-3	$L > 10m \Delta h = \pm 0,2 L$		-1		
1-4	$L \text{ în m}$		+4		
k 1	$D_R \leq 500 ; \Delta k = \pm 1$ $D_R > 500 ; \Delta k = \pm 2L$ $D_R \text{ în mm}$		315	k1-k2=0	$\pm 0,3 \text{ mm}$
2			315		
3			225	k3-k4=1	
4			224		
5			316	k5-k6=1	
6			315		
7			224	.k7-k8=1	
8			223		
m1	$D_R \leq 500 ; \Delta m = 0$ $D_R > 500 ; \Delta m = 0$ $D_R \text{ în mm}$		315	.m1-m2=0	$\pm 0,3 \text{ mm}$
2			315		
3			225	.m3-m4=0	
4			225		
5			314	.m5-m6=2	
6			316		
7			214	.m7-m8=0	
8			214		

FIȘĂ DE MĂSURĂTORI A PERPENDICULARITĂȚII PODURILOR RULANTE
DIN HALA CUPTOARELOR ADÂNCI, PE FIRELE CĂILOR DE RULARE

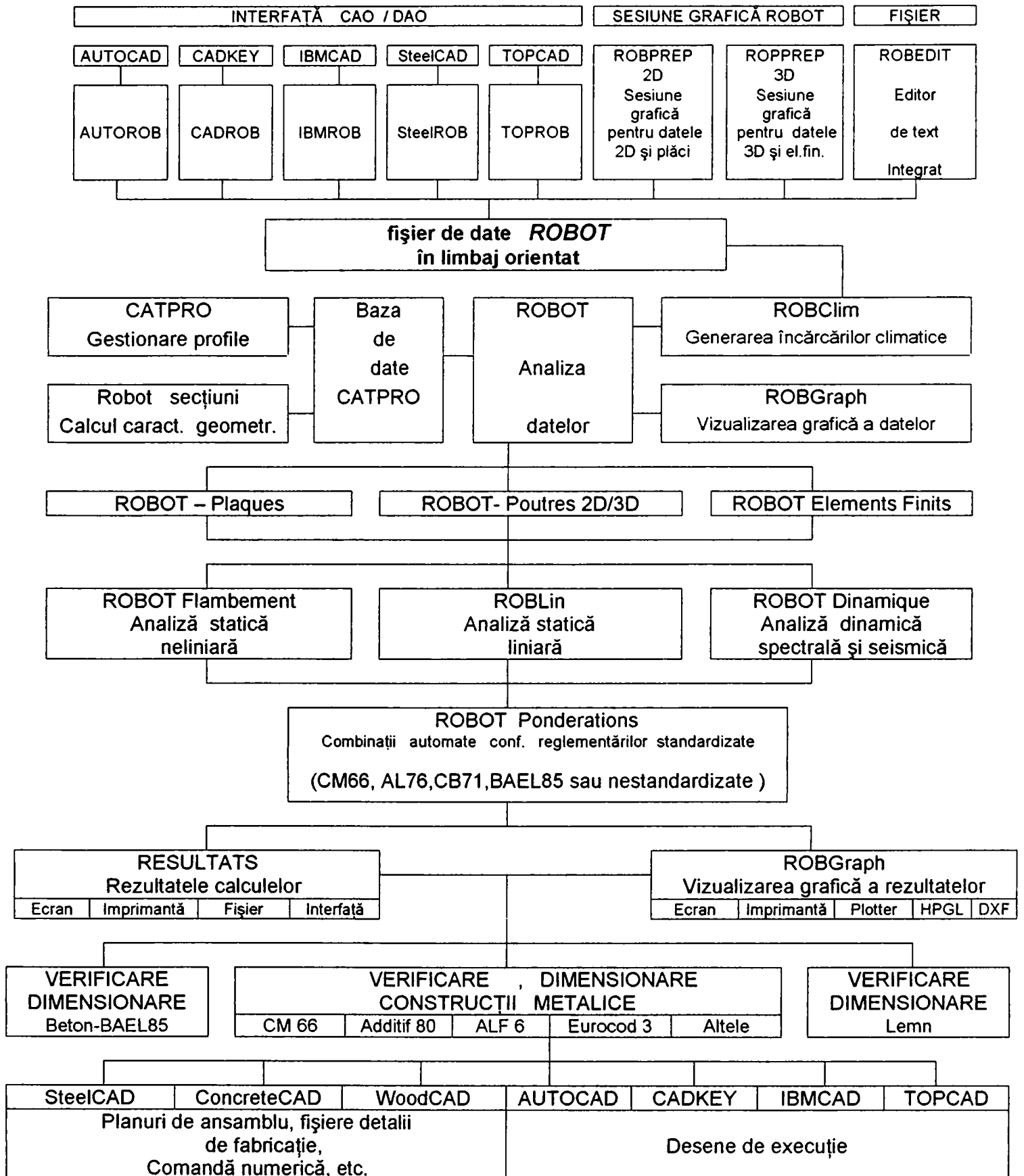
A1.1d



Verificarea perpendicularității axei boghiului podurilor rulante pe axa căii de rulare de pe șirurile I și II de stâlpi din Hala cuptoarelor adânci

ANEXA A 2.1

**PREZENTAREA ANSAMBLULUI MODULELOR ȘI ORGANIGRAMA
PROGRAMULUI DE CALCUL *ROBOT - STRUCTURES***



Ediția Ianuarie 91 | 4 Aprilie 1991
 Versiunea : 5 | Versiunea 5.05

(extras din Manualul de utilizare
ROBOT-STRUCTURES, pag.34)

ANEXA A3.1

**ORGANIZAREA ȘI DECLARAREA DATELOR DE INTRARE ÎN
PROGRAMUL DE CALCUL ROBOT - STRUCTURES**

FIȘIERUL DATELOR DE INTRARE PENTRU STRUCTURA IDEALĂ

A3.1a

ROBOT HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE
PORTIQUE SPATIAL
VERIFIER TOUT
NUMEROTATION DISCONTINUE
NOEUDS 707 ELEMENTS 1487
UNITES
LONGUEUR CM FORCES daN
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES
ACIER

Page 1

1 A 10 IY=7741151 IZ=320314 IX=1726 SX=1012.5 VY=VPY=25 VZ=VPZ=122 GAMMA=90 ;RAM INF SIR 1
11 A 23 IY=701443 IZ=52111 IX=628 SX=393 VY=VPY=25 VZ=VPZ=50 GAMMA=90 ;RAM SUP SIR 1
24 A 36 IY=5008932 IZ=154635 IX=922 SX=687 VY=VPY=25 VZ=VPZ=122 GAMMA=90 ;RAM INF SIR 2
37 A 62 IY=701443 IZ=52111 IX=628 SX=393 VY=VPY=25 VZ=VPZ=50 GAMMA=90 ;RAM SUP SIR 2
63 A 88 IY=310421 IZ=30381 IX=265.3 SX=256 VY=VPY=22.5 VZ=VPZ=40 GAMMA=90 ;RAM INF SIR 3
89 A 114 IY=35936 IZ=585 IX=27 SX=68 VY=VPY=9 VZ=VPZ=20 GAMMA=90 ;STILPI LUMINATOR DR SI ST
115 A 166 IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332 VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0 ;RIGLA MARE
167 A 179 IY=182560 IZ=9006 IX=186 SX=196 VY=VPY=15 VZ=VPZ=40 GAMMA=0 ;RIGLA MICA
180 A 231 IY=20687 IZ=1168 IX=28 SX=74 VY=VPY=9 VZ=VPZ=20 GAMMA=0 ;RILGA LUMINATOR
232 A 253 278 279 IY=169175 IZ=6306 SX=157 ;GRINDA RUL DESCH MICA
254 255 256 264 A 277 IY=2532764 IZ=1587735 SX=707 ;GRINDA RUL1 DESCH MARE
257 A 263 IY=10593377 IZ=2975230 SX=1463 ;GRINDA RUL2 DESCH MARE
280 A 344 IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332 VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0 ;RIGLA MARE
350 A 391 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
392 A 445 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91 ;CV
446 A 469 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
470 A 511 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91 ;CV
512 A 544 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
545 A 550 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91 ;CV
551 A 562 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
563 A 568 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91 ;CV
569 A 592 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
593 A 616 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91 ;CV
617 A 643 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
644 A 649 IY=22.8 IZ=22.8 SX=18.8 ;CV VERT LUMINATOR
650 A 655 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
656 A 670 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
671 A 676 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
677 A 688 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
689 A 694 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
695 A 709 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
710 A 715 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
716 A 730 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
731 A 736 IY=22.8 IZ=22.8 SX=18.8 ;CV VERT LUMINATOR
737 A 748 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
749 A 772 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
773 A 796 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
797 A 802 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
803 A 814 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
815 A 820 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
821 A 853 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
854 A 895 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
896 A 919 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
920 A 973 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
974 A 1015 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
1016 A 1054 IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332 VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0 ;RIGLA MARE
1055 A 1093 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
1094 A 1153 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
1154 A 1186 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
1187 A 1192 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
1193 A 1204 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
1205 A 1210 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
1211 A 1225 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
1226 A 1231 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
1232 A 1252 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
1253 A 1303 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
1304 A 1345 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
1346 A 1397 IY=182560 IZ=9006 IX=186 SX=196 VY=VPY=15 VZ=VPZ=40 GAMMA=0 ;RIGLA MICA
1398 A 1423 IY=2E6 IZ=2E6 IX=2E4 SX=2E4 ;CONSOLE FICTIVE
1424 IY=292181 IZ=3921 IX=142 SX=195 VY=VPY=12 VZ=VPZ=52 GAMMA=0 ;PORTAL SIR 3 RIGLA
1425 A 1428 IY=1850 IZ=433 SX=48 ;PORTAL SIR 3
1429 A 1432 IY=1210 IZ=332 SX=40.8 ;PORTAL SIR 3

1433 A 1436 IY=3820 IZ=735 SX=64.4 ;PORTAL RIGLA
 1437 A 1444 IY=1850 IZ=433 SX=48 ;PORTAL SIR 2 Page 2
 1445 1446 IY=312383 IZ=251840 IX=414 SX=373 VY=VPY=45 VZ=VPZ=40 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 3
 1447 1448 IY=9982001 IZ=6661056 IX=1267 SX=882 VY=VPY=60 VZ=VPZ=110 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 2
 1449 IY=3665663 IZ=952318 IX=266 SX=420 ;RIGLA PORTAL 2
 1450 1451 IY=9739618 IZ=1213390 IX=2889 SX=1222 VY=VPY=60 VZ=VPZ=122 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 1
 1452 IY=3665663 IZ=952318 IX=266 SX=420 ;RIGLA PORTAL 1
 1453 A 1456 IY=3820 IZ=735 SX=64.4 ;PORTAL RIGLA
 1457 A 1464 IY=1850 IZ=433 SX=48 ;PORTAL SIR 1
 1465 1466 IY=1798481 IZ=1827 SX=206 ;PORTAL RIGLA SIR 2
 1467 A 1492 IY=2E6 IZ=2E6 IX=2E4 SX=2E4 ;CONSOLE FICTIVE

NOEUDS

1	0	4485	0	32	-8000	4485	2625	63	0	2445	2846
2	-700	4485	0	33	-9100	4485	2625	64	-700	2445	2846
3	-1800	4485	0	34	-10200	4485	2625	65	-1800	2445	2846
4	-2900	4485	0	35	-11300	4485	2625	66	-2900	2445	2846
5	-5100	4485	0	36	-12000	4485	2625	67	-4000	2445	2846
6	-5800	4485	0	37	0	3305	2846Page 3-10			
7	-8000	4485	0	38	-700	3305	2846Page 11			
8	-10200	4485	0	39	-1800	3305	2846	691	-8000	4375	1432
9	-11300	4485	0	40	-2900	3305	2846	692	-9100	4375	1432
10	-12000	4485	0	41	-4000	3305	2846	693	-10200	4375	1432
11	0	4485	1432	42	-5100	3305	2846	694	-11300	4375	1432
12	-700	4485	1432	43	-5800	3305	2846	695	-12000	4375	1432
13	-1800	4485	1432	44	-6900	3305	2846	696	0	75	1553
14	-2900	4485	1432	45	-8000	3305	2846	697	-700	75	1553
15	-4000	4485	1432	46	-9100	3305	2846	698	-1800	75	1553
16	-5100	4485	1432	47	-10200	3305	2846	699	-2900	75	1553
17	-5800	4485	1432	48	-11300	3305	2846	700	-4000	75	1553
18	-6900	4485	1432	49	-12000	3305	2846	701	-5100	75	1553
19	-8000	4485	1432	50	0	2875	2926	702	-5800	75	1553
20	-9100	4485	1432	51	-700	2875	2926	703	-6900	75	1553
21	-10200	4485	1432	52	-1800	2875	2926	704	-8000	75	1553
22	-11300	4485	1432	53	-2900	2875	2926	705	-9100	75	1553
23	-12000	4485	1432	54	-4000	2875	2926	706	-10200	75	1553
24	0	4485	2625	55	-5100	2875	2926	707	-11300	75	1553
25	-700	4485	2625	56	-5800	2875	2926	708	-12000	75	1553
26	-1800	4485	2625	57	-6900	2875	2926				
27	-2900	4485	2625	58	-8000	2875	2926				
28	-4000	4485	2625	59	-9100	2875	2926				
29	-5100	4485	2625	60	-10200	2875	2926				
30	-5800	4485	2625	61	-11300	2875	2926				
31	-6900	4485	2625	62	-12000	2875	2926				

ELEMENTS

1	1	11	21	21	34	41	93	658	1455	17	678	1475	19	691
2	2	12	22	22	35	42	94	659	1456	676	678	1476	20	692
3	3	13	23	23	36	43	95	660	1457	17	679	1477	21	693
4	4	14	24	115	654	44	96	661	1458	679	681	1478	22	694
5	676	16	25	116	655	45	97	662	1459	679	680	1479	23	695
6	677	17	26	117	656	46	98	663	1460	16	679	1480	141	696
7	7	19	27	118	657	47	99	664	1461	680	681	1481	142	697
8	8	21	28	119	658	48	100	665	1462	680	682	1482	143	698
9	9	22	29	671	659	49	101	666	1463	29	682	1483	144	699
10	10	23	30	672	660	50	76	89	1464	30	682	1484	145	700
11	11	24	31	122	661	51	77	90	1465	681	682	1485	146	701
12	12	25	32	123	662	52	78	91	1466	16	17	1486	147	702
13	13	26	33	124	663	53	79	92	1467	11	683	1487	148	703
14	14	27	34	125	664	54	80	93	1468	12	684	1488	149	704
15	15	28	35	126	665	55	81	94	1469	13	685	1489	150	705
16	16	29	36	127	666	56	82	95	1470	14	686	1490	151	706
17	17	30	37	89	654	57	83	96	1471	15	687	1491	152	707
18	18	31	38	90	655	58	84	97	1472	16	688	1492	153	708
19	19	32	39	91	656				1473	17	689			
20	20	33	40	92	657				1474	18	690			

.....Page 12-20

APPUIS

;REAZEMELE STRUCTURII

115 A 127

RELACHEMENTS

ELEMENTS 470 A 511 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 563 A 568 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 644 A 655 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 689 A 694 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 731 A 736 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 797 A 802 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 854 A 895 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1094 A 1153 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1205 A 1210 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1253 A 1303 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 18 ORIGINE RY RZ

1 A 10

154 A 166

ELEMENTS 392 A 445 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 545 A 550 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 593 A 616 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 671 A 676 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 710 A 715 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 749 A 772 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 815 A 820 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 920 A 973 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1187 A 1192 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1226 A 1231 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 15 ORIGINE RY RZ
 ELEMENTS 20 ORIGINE RY RZ

CHARGement

CAS 1 charges permanentes GREUTATE PROPRIE

1 A 10 FZ=-13700
 11 A 23 654 A 666 FZ=-4416
 683 695 102 114 FZ=-3765
 684 A 694 103 A 113 FZ=-7529
 115 A 127 FZ=-9270
 89 101 FZ=-1041
 90 A 100 FZ=-2082
 641 653 696 708 FZ=-1600
 642 A 652 697 A 707 FZ=-3190
 154 A 166 FZ=-3670

141 A 153 FZ=-890
 128 140 FZ=-405
 129 A 139 586 570 557 523 569 556 585 607 FZ=-810
 587 589 591 593 595 596 598 600 602 604 606 FZ=-1620
 572 A 576 578 A 583 558 A 568 FZ=-1620
 525 528 531 534 537 539 542 545 548 551 554 FZ=-1620
 76 24 88 36 FZ=-410
 77 A 87 FZ=-820
 371 358 333 308 295 261 332 307 294 357 370 404 FZ=-980
 405 236 429 260 FZ=-900
 407 409 411 413 415 419 421 423 425 427 FZ=-1800
 238 240 242 244 246 248 250 252 256 258 FZ=-1800
 263 266 269 272 275 277 280 283 286 289 292 FZ=-1960
 296 A 306 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 FZ=-1960
 335 337 339 341 343 345 347 349 351 353 355 359 A 369 FZ=-1960
 373 376 379 382 385 388 390 393 396 399 402 FZ=-1960
 168 A 178 194 A 204 FZ=-1155
 193 167 205 179 FZ=-580
 479 463 494 478 FZ=-508
 481 A 485 487 A 492 465 A 469 471 A 476 FZ=-1016
 180 192 FZ=-440
 181 A 191 FZ=-880
 50 62 FZ=-690
 51 A 61 FZ=-1380
 63 37 49 75 FZ=-1305
 64 A 74 38 A 48 FZ=-2610

CAS 2 surcharges PRAF INDUSTRIAL

129 A 139 90 A 100 77 A 87 64 A 74 194 A 204 168 A 178 38 A 48 25
 A 35 FZ=-690
 587 589 591 593 595 596 598 600 602 604 606 FZ=-1380
 572 A 576 578 A 583 FZ=-1380
 558 A 568 FZ=-1380
 525 528 531 534 537 539 542 545 548 551 554 FZ=-1380
 407 409 411 413 415 417 419 421 423 425 427 FZ=-1380
 238 240 242 244 246 248 250 252 254 256 258 FZ=-1380
 263 266 269 272 275 277 280 283 286 289 292 FZ=-1380
 296 A 306 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 FZ=-
 1380
 335 337 339 341 343 345 347 349 351 353 355 FZ=-1380
 359 A 369 373 376 379 382 385 388 390 393 396 399 402 FZ=-
 1380
 481 A 485 487 A 492 465 A 469 471 A 476 FZ=-1210
 181 A 191 FZ=-1050
 128 89 76 63 193 167 37 24 FZ=-345
 140 101 88 75 205 179 49 36 FZ=-345

586 570 557 523 405 371 358 333 308 295 261 236 FZ=-690
 607 585 569 556 429 404 370 357 332 307 294 260 FZ=-690
 479 463 494 478 FZ=-605
 180 192 FZ=-525

CAS 3 surcharges ZAPADA

129A139 90A100 77A87 64A74 194A204 168A178 38A48 25A35
 FZ=-960
 587 589 591 593 595 596 598 600 602 604 606 FZ=-1930
 572A576 578A583 FZ=-1930
 558A568 FZ=-1930
 525 528 531 534 537 539 542 545 548 551 554 FZ=-1930
 407 409 411 413 415 417 419 421 423 425 427 FZ=-1930
 238 240 242 244 246 248 250 252 254 256 258 FZ=-1930
 263 266 269 272 275 277 280 283 286 289 292 FZ=-1930
 296 A 306 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 FZ=-
 1930
 335 337 339 341 343 345 347 349 351 353 355 FZ=-1930
 359 A 369 373 376 379 382 385 388 390 393 396 399 402 FZ=-
 1930
 481 A 485 487 A 492 465 A 469 471 A 476 FZ=-1700
 181 A 191 FZ=-1460
 128 89 76 63 193 167 37 24 FZ=-480
 140 101 88 75 205 179 49 36 FZ=-480
 586 570 557 523 405 371 358 333 308 295 261 236 FZ=-965
 607 585 569 556 429 404 370 357 332 307 294 260 FZ=-965
 479 463 494 478 FZ=-850
 180 192 FZ=-730

NOTĂ : Tipul de calcul efectuat implicit este CALCULUL LINIAR - de ordinul I.

Pentru efectuarea calculului neliniar, de ordinul II, înainte de "fin" s-a introdus declarația "NELIN", combinațiile ipotezelor de încărcare fiind astfel transformate, de un modul intern al programului, în cazuri de încărcare elementare.

CAS 4 surcharges ACTIUNE VANT STANGA

ELE
 64 A 88 1445 1446 50A62 PY=4 LOCAL
 63 76 50 75 88 62 PY=2 LOCAL
 103 A 113 PY=5 LOCAL
 102 114 PY=2.5 LOCAL
 CAS 5 surcharges ACTIUNE PODURI RULANTE (VMAX SIR I AX3)
 683 FZ=7118
 684 FZ=-49119
 685 FZ=-172520
 686 FZ=-40686

Page 23

102 FZ=3960
 103 FZ=-26096
 104 FZ=-81770
 105 FZ=-27976
 CAS 6 surcharges ACTIUNE PODURI RULANTE (VMAX, HMAX SIR I AX3)
 683 FY=-338 FZ=8542
 684 FY=2267 FZ=-58945
 685 FY=7020 FZ=-207030 CX=1512810
 686 FY=1562 FZ=-48825
 102 FZ=4752
 103 FZ=-31317
 104 FZ=-98130
 105 FZ=-81770
 CAS 7 surcharges ACTIUNE PODURI RULANTE (VMAX, SIR I AX7)
 686 FZ=-461
 688 FZ=-37780
 689 FZ=-257820
 691 FZ=-17890
 108 FZ=-122207
 CAS 8 surcharges ACTIUNE PODURI RULANTE (VMAX, HMAX SIR I AX7)
 691 FY=600 FZ=-21470
 686 FZ=-553
 688 FY=1300 FZ=-45342
 689 FY=13710 FZ=-309390 CX=3726400
 108 FZ=-146650
 CAS 9 surcharges ACTIUNE PODURI RULANTE (VMAX, SIR II AX8)
 690 FZ=-72670
 108 FZ=-34680
 109 FZ=-151400

110 FZ=-94617

111 FZ=-42

CAS 10 surcharges ACTIUNE PODURI RULANTE (VMAX, HMAX SIR II AX8)

690 FZ=-87200
 108 FZ=-41646
 109 FY=-2470 FZ=-181660 CX=-523300
 110 FZ=-113528
 111 FZ=-51

CAS 11 surcharges ACTIUNE PODURI RULANTE (VMAX, SIR II-III AX3)

698 FZ=-5030
 643 FZ=-13900

CAS 12 surcharges ACTIUNE PODURI RULANTE (VMAX, HMAX SIR II-III AX3)

698 FZ=-6030
 643 FY=540 FZ=-16680 CX=-114210

COMBINAISON 1 GR.PROPR PRAF ZAP PR5

1 1.1 2 1.4 8 1.0

COMBINAISON 2 GR.PROPR PRAF ZAP PR6

1 1.1 2 1.4 3 1.26 6 0.9

COMBINAISON 3 GR PROPR PRAF ZAP PR7

1 1.1 2 1.4 10 1.0

COMBINAISON 4 GR PROPR PRAF ZAP PR8

1 1.1 2 1.4 3 1.26 5 1.08

COMBINAISON 5 GR PROPR PRAF ZAP PR9

1 1.1 2 1.4 5 1.08 11 1.08

COMBINAISON 6 GR PROPR PRAF ZAP PR11

1 1.1 2 1.4 9 1.08 11 1.08

NON

fin

FIȘIERUL DATELOR DE INTRARE PENTRU STRUCTURA REALĂ

A3.1b

Page1

ROBOT HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE
 PORTIQUE SPATIAL
 VERIFIER TOUT
 NUMEROTATION DISCONTINUE

NOEUDS 707 ELEMENTS 1487

UNITES
 LONGUEUR CM FORCES daN

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

ACIER

1 A 10	IY=7741151 IZ=320314 IX=1726 SX=1012.5 VY=VPY=25 VZ=VPZ=122 GAMMA=90	;RAM INF SIR 1
11 A 23	IY=701443 IZ=52111 IX=628 SX=393 VY=VPY=25 VZ=VPZ=50 GAMMA=90	;RAM SUP SIR 1
24 A 36	IY=5008932 IZ=154635 IX=922 SX=687 VY=VPY=25 VZ=VPZ=122 GAMMA=90	;RAM INF SIR 2
37 A 62	IY=701443 IZ=52111 IX=628 SX=393 VY=VPY=25 VZ=VPZ=50 GAMMA=90	;RAM SUP SIR 2
63 A 88	IY=310421 IZ=30381 IX=265.3 SX=256 VY=VPY=22.5 VZ=VPZ=40 GAMMA=90	;RAM INF SIR 3
89 A 114	IY=35936 IZ=585 IX=27 SX=68 VY=VPY=9 VZ=VPZ=20 GAMMA=90	;STILPI LUMINATOR DR SI ST
115 A 166	IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332 VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0	;RIGLA MARE
167 A 179	IY=182560 IZ=9006 IX=186 SX=196 VY=VPY=15 VZ=VPZ=40 GAMMA=0	;RIGLA MICA
180 A 231	IY=20687 IZ=1168 IX=28 SX=74 VY=VPY=9 VZ=VPZ=20 GAMMA=0	;RILGA LUMINATOR
232 A 253 278 279	IY=169175 IZ=6306 SX=157	;GRINDA RUL DESCH MICA
254 255 256 264 A 277	IY=2532764 IZ=1587735 SX=707	;GRINDA RUL1 DESCH MARE
257 A 263	IY=10593377 IZ=2975230 SX=1463	;GRINDA RUL2 DESCH MARE
280 A 344	IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332 VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0	;RIGLA MARE
350 A 391	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
392 A 445	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91	;CV
446 A 469	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
470 A 511	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91	;CV
512 A 544	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
545 A 550	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91	;CV
551 A 562	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
563 A 568	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91	;CV
569 A 592	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
593 A 616	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91	;CV
617 A 643	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
644 A 649	IY=22.8 IZ=22.8 SX=18.8	;CV VERT LUMINATOR
650 A 655	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
656 A 670	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
671 A 676	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
677 A 688	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
689 A 694	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
695 A 709	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
710 A 715	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
716 A 730	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
731 A 736	IY=22.8 IZ=22.8 SX=18.8	;CV VERT LUMINATOR
737 A 748	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
749 A 772	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
773 A 796	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
797 A 802	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
803 A 814	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
815 A 820	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
821 A 853	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
854 A 895	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
896 A 919	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
920 A 973	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
974 A 1015	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
1016 A 1054	IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332 VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0	;RIGLA MARE
1055 A 1093	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
1094 A 1153	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
1154 A 1186	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
1187 A 1192	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
1193 A 1204	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
1205 A 1210	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
1211 A 1225	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
1226 A 1231	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
1232 A 1252	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
1253 A 1303	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61	;CV
1304 A 1384	IY=7132 IZ=555 SX=53.2	;PANE
1385 A 1397	IY=182560 IZ=9006 IX=186 SX=196 VY=VPY=15 VZ=VPZ=40 GAMMA=0	;RIGLA MICA
1398 A 1423	IY=2E6 IZ=2E6 IX=2E4 SX=2E3	;CONSOLE FICTIVE
1424	IY=292181 IZ=3921 IX=142 SX=195 VY=VPY=12 VZ=VPZ=52 GAMMA=0	;PORTAL SIR 3 RIGLA
1425 A 1428	IY=1850 IZ=433 SX=48	;PORTAL SIR 3
1429 A 1432	IY=1210 IZ=332 SX=40.8	;PORTAL SIR 3
1433 A 1436	IY=3820 IZ=735 SX=64.4	;PORTAL RIGLA
1437 A 1444	IY=1850 IZ=433 SX=48	;PORTAL SIR 2

1445 1446 IY=312383 IZ=251840 IX=414 SX=373 VY=VPY=45 VZ=VPZ=40 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 3
 1447 1448 IY=9982001 IZ=6661056 IX=1267 SX=882 VY=VPY=60 VZ=VPZ=110 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 2
 1449 IY=3665663 IZ=952318 IX=266 SX=420 ;RIGLA PORTAL 2
 1450 1451 IY=9739618 IZ=1213390 IX=2889 SX=1222 VY=VPY=60 VZ=VPZ=122 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 1
 1452 IY=3665663 IZ=952318 IX=266 SX=420 ;RIGLA PORTAL 1
 1453 A 1456 IY=3820 IZ=735 SX=64.4 ;PORTAL RIGLA
 1457 A 1464 IY=1850 IZ=433 SX=48 ;PORTAL SIR 1
 1465 1466 IY=1798481 IZ=1827 SX=206 ;PORTAL RIGLA SIR 2
 1467 A 1492 IY=2E6 IZ=2E6 IX=2E4 SX=2E3 ;CONSOLE FICTIVE

NOEUDS

COORDONNEES CARTESIENNES

1 0 4485 0
 2 -700 4485 0
 3 -1800 4485 0
 4 -2900 4485 0
 5 -5100 4485 0
 6 -5800 4485 0
 7 -8000 4485 0
 8 -10200 4485 0
 9 -11300 4485 0
 10 -12000 4485 0
 (COORDONATE REALE)
 11 -0.7 4484.7 1433.9
 12 -701.4 4485.0 1434.1
 13 -1799.2 4484.7 1433.6
 14 -2898.0 4485.7 1433.1
 15 -3998.9 4486.6 1432.9
 16 -5099.3 4486.2 1433.7
 17 -5799.8 4486.0 1433.4
 18 -6899.0 4486.8 1431.7
 19 -8000.2 4486.6 1432.0
 20 -9100.7 4486.2 1434.4
 21 -10200.8 4484.1 1433.6
 22 -11297.9 4484.2 1433.7
 23 -12000.2 4485.1 1433.5
 (COORDONATE REALE)
 24 -0.5 4484.0 2624.8
 25 -701.5 4484.8 2624.6
 26 -1798.2 4484.4 2624.1
 27 -2897.5 4485.9 2623.9
 28 -3998.7 4485.9 2622.9
 29 -5099.0 4484.3 2623.7
 30 -5799.5 4485.1 2624.3
 31 -6899.4 4486.4 2623.1
 32 -7999.8 4485.6 2623.5
 33 -9101.4 4486.4 2623.3
 34 -10202.0 4484.0 2625.5
 35 -11298.1 4484.1 2625.3
 36 -12000.4 4484.9 2625.4

Page 3

(COORDONATE REALE)
 76 -2.3 1264.9 2625.4
 77 -700.4 1264.7 2625.0
 78 -1801.4 1265.6 2624.0
 79 -2904.8 1264.3 2624.3
 80 -4001.2 1264.1 2623.2
 81 -5099.2 1264.1 2624.6
 82 -5798.9 1266.4 2624.5
 83 -6904.1 1264.4 2625.2
 84 -8002.6 1264.0 2624.4
 85 -9106.0 1264.3 2623.0
 86 -10203.0 1265.2 2624.2
 87 -11296.2 1265.5 2625.2
 88 -11999.2 1265.6 2625.6

(COORDONATE REALE)

102 -0.4 1377.2 1431.6
 103 -700.9 1374.6 1431.5
 104 -1800.4 1375.3 1431.3
 105 -2902.3 1374.7 1430.5
 106 -4000.8 1374.2 1432.8
 107 -5098.9 1374.3 1432.8
 108 -5800.9 1375.4 1433.3

CHARGement

;INCARCARI

CAS 1 charges permanentes GREUTATE PROPRIE

1 A 10 FZ=-13700

COMBINAISON

109 -6900.8 1374.4 1435.5
 110 -8001.3 1374.4 1436.7
 111 -9100.8 1374.2 1436.1
 112 -10199.1 1375.2 1435.9
 113 -11299.3 1375.3 1433.4
 114 -11999.2 1375.7 1431.9

(COORDONATE REALE)

141 -0.7 0.2 1552.9

Page 4

142 -700.8 0.1 1552.7
 143 -1799.8 0.2 1552.8
 144 -2900.6 0.4 1553.0
 145 -3999.7 0.2 1553.0
 146 -5100.4 0.5 1553.2
 147 -5800.9 0.6 1553.2
 148 -6901.1 0.4 1553.5
 149 -7999.8 0.2 1554.0
 150 -9099.2 0.3 1554.0
 151 -10199.2 0.1 1553.4
 152 -11299.5 0.2 1553.1
 153 -12000.8 0.3 1553.0

(COORDONATE REALE)

641 -0.4 1177.0 1552.6
 642 -700.9 1174.6 1552.2
 643 -1800.4 1175.4 1552.1
 644 -2902.3 1174.9 1551.6
 645 -4000.8 1174.3 1553.4
 646 -5098.9 1174.2 1553.7
 647 -5803.0 1175.5 1554.5
 648 -6900.8 1174.5 1555.5
 649 -8002.9 1174.5 1556.8
 650 -9102.7 1174.3 1556.1
 651 -10197.3 1175.2 1555.9
 652 -11298.4 1175.3 1554.0
 653 -11999.2 1175.7 1552.7

(COORDONATE REALE)

654 -0.4 1267.1 1431.6
 655 -700.9 1264.6 1431.3
 656 -1800.4 1265.4 1431.2
 657 -2902.3 1264.8 1430.5
 658 -4000.8 1264.3 1432.6
 659 -5098.9 1264.3 1432.8
 660 -5802.0 1265.5 1433.4
 661 -6900.8 1265.5 1435.0
 662 -8002.0 1264.5 1436.3
 663 -9102.0 1264.3 1435.6
 664 -10198.2 1265.2 1435.4
 665 -11298.8 1265.3 1433.2
 666 -11999.2 1265.7 1431.8

(COORDONATE REALE)

683 -0.7 4377.5 1433.9
 684 -701.4 4375.1 1434.1
 685 -1799.2 4376.2 1433.6
 686 -2898.0 4377.2 1433.1
 687 -3998.9 4377.4 1432.9
 688 -5099.3 4378.7 1433.7
 689 -5799.8 4378.0 1433.4
 690 -6899.0 4378.2 1431.7
 691 -8000.2 4376.9 1432.0
 692 -9100.7 4374.0 1434.4

693 -10200.8 4374.3 1433.6
 694 -11297.9 4375.7 1433.7
 695 -12000.2 4375.8 1433.5

(COORDONATE REALE)

696 -0.7 76.9 1552.9
 697 -700.8 74.6 1552.7
 698 -1799.8 75.7 1552.8
 699 -2900.6 74.5 1553.0
 700 -3999.7 74.4 1553.0
 701 -5100.4 74.0 1553.2
 702 -5800.9 75.1 1553.2
 703 -6901.1 74.1 1553.5
 Page 11
 704 -7999.8 73.5 1554.0
 705 -9099.2 74.5 1554.0
 706 -10199.2 75.1 1553.4
 707 -11299.5 75.3 1553.1
 708 -12000.8 75.6 1553.0

ELEMENTS

;BARE

;Nr. Conexiuni

	i	j
1	1	11
2	2	12
3	3	13
4	4	14

1491 152 707
 1492 153 708

APPUIS

1 A 10
 115 A 127
 154 A 166

;RELACHEMENTS

;ELEMENTS 392 A 445 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 470 A 511 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 545 A 550 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 563 A 568 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 593 A 616 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 644 A 655 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 671 A 676 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 689 A 694 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 710 A 715 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 731 A 736 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 749 A 772 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 797 A 802 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 815 A 820 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 854 A 895 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 920 A 973 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 1094 A 1153 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 1187 A 1192 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 1205 A 1210 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 1226 A 1231 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 1253 A 1303 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ

fin
NOTĂ :
 - Tipul de calcul efectuat implicit este **CALCULUL LINIAR** – de ordinul I.
 - Pentru efectuarea calculului neliniar, de ordinul II, înainte de "fin" s-a introdus declarația "NELIN", combinațiile ipotezelor de încărcare fiind astfel transformate, de un modul intern al programului, în cazuri de încărcare elementare.

**FIȘIERUL DATELOR DE INTRARE PENTRU STRUCTURA IDEALĂ
 CU ÎNCASTRĂRI ELASTICE ÎN NODURILE 15, 18 , 20**

A3.1c

ROBOT HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE
 PORTIQUE SPATIAL
 VERIFIER TOUT
 NUMEROTATION DISCONTINUE
 NOEUDS 707 ELEMENTS 1487
 UNITES
 LONGUEUR CM FORCES daN
 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES
 ACIER

Page 1

1 A 10	IY=7741151 IZ=320314 IX=1726 SX=1012.5	VY=VPY=25 VZ=VPZ=122 GAMMA=90	;RAM INF SIR 1
11 A 23	IY=701443 IZ=52111 IX=628 SX=393	VY=VPY=25 VZ=VPZ=50 GAMMA=90	;RAM SUP SIR 1
24 A 36	IY=5008932 IZ=154635 IX=922 SX=687	VY=VPY=25 VZ=VPZ=122 GAMMA=90	;RAM INF SIR 2
37 A 62	IY=701443 IZ=52111 IX=628 SX=393	VY=VPY=25 VZ=VPZ=50 GAMMA=90	;RAM SUP SIR 2
63 A 88	IY=310421 IZ=30381 IX=265.3 SX=256	VY=VPY=22.5 VZ=VPZ=40 GAMMA=90	;RAM INF SIR 3
89 A 114	IY=35936 IZ=585 IX=27 SX=68	VY=VPY=9 VZ=VPZ=20 GAMMA=90	;STILPI LUMINATOR DR SI ST
115 A 166	IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332	VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0	;RIGLA MARE
167 A 179	IY=182560 IZ=9006 IX=186 SX=196	VY=VPY=15 VZ=VPZ=40 GAMMA=0	;RIGLA MICA
180 A 231	IY=20687 IZ=1168 IX=28 SX=74	VY=VPY=9 VZ=VPZ=20 GAMMA=0	;RILGA LUMINATOR
232 A 253 278 279	IY=169175 IZ=6306 SX=157		;GRINDA RUL DESCH MICA
254 255 256 264 A 277	IY=2532764 IZ=1587735 SX=707		;GRINDA RUL1 DESCH MARE
257 A 263	IY=10593377 IZ=2975230 SX=1463		;GRINDA RUL2 DESCH MARE
280 A 344	IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332	VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0	;RIGLA MARE
350 A 391	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
392 A 445	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91		;CV
446 A 469	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
470 A 511	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91		;CV
512 A 544	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
545 A 550	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91		;CV
551 A 562	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
563 A 568	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91		;CV
569 A 592	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
593 A 616	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91		;CV
617 A 643	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
644 A 649	IY=22.8 IZ=22.8 SX=18.8		;CV VERT LUMINATOR
650 A 655	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
656 A 670	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
671 A 676	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
677 A 688	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
689 A 694	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
695 A 709	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
710 A 715	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
716 A 730	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
731 A 736	IY=22.8 IZ=22.8 SX=18.8		;CV VERT LUMINATOR
737 A 748	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
749 A 772	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
773 A 796	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
797 A 802	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
803 A 814	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
815 A 820	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
821 A 853	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
854 A 895	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
896 A 919	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
920 A 973	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
974 A 1015	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
1016 A 1054	IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332	VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0	;RIGLA MARE
1055 A 1093	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
1094 A 1153	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
1154 A 1186	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
1187 A 1192	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
1193 A 1204	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
1205 A 1210	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
1211 A 1225	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
1226 A 1231	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
1232 A 1252	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
1253 A 1303	IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61		;CV
1304 A 1345	IY=7132 IZ=555 SX=53.2		;PANE
1346 A 1397	IY=182560 IZ=9006 IX=186 SX=196	VY=VPY=15 VZ=VPZ=40 GAMMA=0	;RIGLA MICA
1398 A 1423	IY=2E6 IZ=2E6 IX=2E4 SX=2E4		;CONSOLE FICTIVE
1424	IY=292181 IZ=3921 IX=142 SX=195	VY=VPY=12 VZ=VPZ=52 GAMMA=0	;PORTAL SIR 3 RIGLA

1425 A 1428 IY=1850 IZ=433 SX=48 ;PORTAL SIR 3
 1429 A 1432 IY=1210 IZ=332 SX=40.8 ;PORTAL SIR 3
 1433 A 1436 IY=3820 IZ=735 SX=64.4 ;PORTAL RIGLA
 1437 A 1444 IY=1850 IZ=433 SX=48 ;PORTAL SIR 2 Page 2
 1445 1446 IY=312383 IZ=251840 IX=414 SX=373 VY=VPY=45 VZ=VPZ=40 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 3
 1447 1448 IY=9982001 IZ=6661056 IX=1267 SX=882 VY=VPY=60 VZ=VPZ=110 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 2
 1449 IY=3665663 IZ=952318 IX=266 SX=420 ;RIGLA PORTAL 2
 1450 1451 IY=9739618 IZ=1213390 IX=2889 SX=1222 VY=VPY=60 VZ=VPZ=122 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 1
 1452 IY=3665663 IZ=952318 IX=266 SX=420 ;RIGLA PORTAL 1
 1453 A 1456 IY=3820 IZ=735 SX=64.4 ;PORTAL RIGLA
 1457 A 1464 IY=1850 IZ=433 SX=48 ;PORTAL SIR 1
 1465 1466 IY=1798481 IZ=1827 SX=206 ;PORTAL RIGLA SIR 2
 1467 A 1492 IY=2E6 IZ=2E6 IX=2E4 SX=2E4 ;CONSOLE FICTIVE

NOEUDS

Page 3-34

Page 35

APPUIS ;REAZEMELE STRUCTURII

1 A 10
 115 A 127
 154 A 166
 15 KX 21E3 KY 27E3 KZ 147E3 HX -76E6 HY -80E6 HZ -159E6
 18 KX 21E3 KY 33E3 KZ 472E3 HX -49E6 HY -72E6 HZ -73E6
 20 KX 21E3 KY 24E3 KZ 224E3 HX -57E6 HY -67E6 HZ -95E6
 RELACHEMENTS
 ELEMENTS 392 A 445 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 470 A 511 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 545 A 550 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 563 A 568 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 593 A 616 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 644 A 655 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 671 A 676 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 689 A 694 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 710 A 715 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 731 A 736 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 749 A 772 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 797 A 802 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 815 A 820 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 854 A 895 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 920 A 973 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1094 A 1153 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1187 A 1192 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1205 A 1210 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1226 A 1231 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1253 A 1303 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 15 ORIGINE RY RZ
 ;ELEMENTS 18 ORIGINE RY RZ
 ;ELEMENTS 20 ORIGINE RY RZ

CHARgement

COMBINAISON 1A6

fin

NOTĂ :

- Tipul de calcul efectuat implicit este **CALCULUL LINIAR** – de ordinul I.
- Pentru efectuarea calculului neliniar, de ordinul II, înainte de "fin" s-a introdus declarația "NELIN", combinațiile ipotezelor de încărcare fiind astfel transformate, de un modul intern al programului, în cazuri de încărcare elementare.

**FIȘIERUL DATELOR DE INTRARE PENTRU STRUCTURA REALĂ
 CU ÎNCASTRĂRI ELASTICE ÎN NODURILE 15, 18 , 20**

A3.1d

Page1

ROBOT HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE
 PORTIQUE SPATIAL
 VERIFIER TOUT
 NUMEROTATION DISCONTINUE
 NOEUDS 707 ELEMENTS 1487
 UNITES
 LONGUEUR CM FORCES daN
 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES
 ACIER

1 A 10 IY=7741151 IZ=320314 IX=1726 SX=1012.5 VY=VPY=25 VZ=VPZ=122 GAMMA=90 ;RAM INF SIR 1
 11 A 23 IY=701443 IZ=52111 IX=628 SX=393 VY=VPY=25 VZ=VPZ=50 GAMMA=90 ;RAM SUP SIR 1
 24 A 36 IY=5008932 IZ=154635 IX=922 SX=687 VY=VPY=25 VZ=VPZ=122 GAMMA=90 ;RAM INF SIR 2
 37 A 62 IY=701443 IZ=52111 IX=628 SX=393 VY=VPY=25 VZ=VPZ=50 GAMMA=90 ;RAM SUP SIR 2
 63 A 88 IY=310421 IZ=30381 IX=265.3 SX=256 VY=VPY=22.5 VZ=VPZ=40 GAMMA=90 ;RAM INF SIR 3
 89 A 114 IY=35936 IZ=585 IX=27 SX=68 VY=VPY=9 VZ=VPZ=20 GAMMA=90 ;STILPI LUMINATOR DR SI ST

115 A 166 IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332 VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0 ;RIGLA MARE
 167 A 179 IY=182560 IZ=9006 IX=186 SX=196 VY=VPY=15 VZ=VPZ=40 GAMMA=0 ;RIGLA MICA
 180 A 231 IY=20687 IZ=1168 IX=28 SX=74 VY=VPY=9 VZ=VPZ=20 GAMMA=0 ;RILGA LUMINATOR
 232 A 253 278 279 IY=169175 IZ=6306 SX=157 ;GRINDA RUL DESCH MICA
 254 255 256 264 A 277 IY=2532764 IZ=1587735 SX=707 ;GRINDA RUL1 DESCH MARE
 257 A 263 IY=10593377 IZ=2975230 SX=1463 ;GRINDA RUL2 DESCH MARE
 280 A 344 IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332 VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0 ;RIGLA MARE
 350 A 391 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 392 A 445 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91 ;CV
 446 A 469 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 470 A 511 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91 ;CV
 512 A 544 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 545 A 550 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91 ;CV
 551 A 562 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 563 A 568 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91 ;CV
 569 A 592 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 593 A 616 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.91 ;CV
 617 A 643 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 644 A 649 IY=22.8 IZ=22.8 SX=18.8 ;CV VERT LUMINATOR
 650 A 655 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 656 A 670 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 671 A 676 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 677 A 688 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 689 A 694 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 695 A 709 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 710 A 715 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 716 A 730 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 731 A 736 IY=22.8 IZ=22.8 SX=18.8 ;CV VERT LUMINATOR
 737 A 748 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 749 A 772 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 773 A 796 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 797 A 802 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 803 A 814 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 815 A 820 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 821 A 853 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 854 A 895 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 896 A 919 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 920 A 973 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 974 A 1015 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 1016 A 1054 IY=738167 IZ=250016 IX=330 SX=332 VY=VPY=25 VZ=VPZ=57 GAMMA=0 ;RIGLA MARE
 1055 A 1093 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 1094 A 1153 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 1154 A 1186 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 1187 A 1192 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 1193 A 1204 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 1205 A 1210 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 1211 A 1225 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 1226 A 1231 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 1232 A 1252 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 1253 A 1303 IY=22.8 IZ=22.8 SX=6.61 ;CV
 1304 A 1384 IY=7132 IZ=555 SX=53.2 ;PANE
 1385 A 1397 IY=182560 IZ=9006 IX=186 SX=196 VY=VPY=15 VZ=VPZ=40 GAMMA=0 ;RIGLA MICA
 1398 A 1423 IY=2E6 IZ=2E6 IX=2E4 SX=2E3 ;CONSOLE FICTIVE
 1424 IY=292181 IZ=3921 IX=142 SX=195 VY=VPY=12 VZ=VPZ=52 GAMMA=0 ;PORTAL SIR 3 RIGLA
 1425 A 1428 IY=1850 IZ=433 SX=48 ;PORTAL SIR 3
 1429 A 1432 IY=1210 IZ=332 SX=40.8 ;PORTAL SIR 3
 1433 A 1436 IY=3820 IZ=735 SX=64.4 ;PORTAL RIGLA
 1437 A 1444 IY=1850 IZ=433 SX=48 ;PORTAL SIR 2
 1445 1446 IY=312383 IZ=251840 IX=414 SX=373 VY=VPY=45 VZ=VPZ=40 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 3
 1447 1448 IY=9982001 IZ=6661056 IX=1267 SX=882 VY=VPY=60 VZ=VPZ=110 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 2
 1449 IY=3665663 IZ=952318 IX=266 SX=420 ;RIGLA PORTAL 2
 1450 1451 IY=9739618 IZ=1213390 IX=2889 SX=1222 VY=VPY=60 VZ=VPZ=122 GAMMA=90 ;PORTAL STILPI INF SIR 1
 1452 IY=3665663 IZ=952318 IX=266 SX=420 ;RIGLA PORTAL 1
 1453 A 1456 IY=3820 IZ=735 SX=64.4 ;PORTAL RIGLA
 1457 A 1464 IY=1850 IZ=433 SX=48 ;PORTAL SIR 1
 1465 1466 IY=1798481 IZ=1827 SX=206 ;PORTAL RIGLA SIR 2
 1467 A 1492 IY=2E6 IZ=2E6 IX=2E4 SX=2E3 ;CONSOLE FICTIVE

NOEUDS

COORDONNEES CARTESIENNES (COORDONATE REALE)

ELEMENTS

;BARE

;Nr. Conexiuni

; i j
1 1 11

cont.Page 11

APPUIS

;REAZEMELE STRUCTURII

1 A 10

115 A 127

154 A 166
 15 KX 21E3 KY 27E3 KZ 147E3 HX -76E6 HY -80E6 HZ -159E6
 18 KX 21E3 KY 33E3 KZ 472E3 HX -49E6 HY -72E6 HZ -73E6
 20 KX 21E3 KY 24E3 KZ 224E3 HX -57E6 HY -67E6 HZ -95E6
 RELACHEMENTS
 ELEMENTS 392 A 445 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 470 A 511 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 545 A 550 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 563 A 568 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 593 A 616 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 644 A 655 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 671 A 676 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 689 A 694 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 710 A 715 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 731 A 736 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 749 A 772 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 797 A 802 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 815 A 820 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 854 A 895 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 920 A 973 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1094 A 1153 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1187 A 1192 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1205 A 1210 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1226 A 1231 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ELEMENTS 1253 A 1303 ORIGINE RY RZ EXTREMITE RY RZ
 ;ELEMENTS 15 ORIGINE RY RZ
 ;ELEMENTS 18 ORIGINE RY RZ
 ;ELEMENTS 20 ORIGINE RY RZ
 CHARgement
 CAS 1 charges permanentes GREUTATE PROPRIE

.....
 COMBINAISON 1 GR.PROPR PRAF ZAP PR5
 1 1.1 2 1.48 1.0
 COMBINAISON 2 GR.PROPR PRAF ZAP PR6
 1 1.1 2 1.43 1.26 6 0.9
 COMBINAISON 3 GR PROPR PRAF ZAP PR7
 1 1.1 2 1.4 10 1.0
 COMBINAISON 4 GR PROPR PRAF ZAP PR8
 1 1.1 2 1.43 1.26 5 1.08
 COMBINAISON 5 GR PROPR PRAF ZAP PR9
 1 1.1 2 1.45 1.08 11 1.08
 COMBINAISON 6 GR PROPR PRAF ZAP PR11
 1 1.1 2 1.49 1.08 11 1.08

fin

NOTĂ :

- Tipul de calcul efectuat implicit este CALCULUL LINIAR – de ordinul I.
- Pentru efectuarea calculului neliniar, de ordinul II, înainte de "fin" s-a introdus declarația "NELIN", combinațiile ipotezelor de încărcare fiind astfel transformate, de un modul intern al programului, în cazuri de încărcare elementare.

ANEXA A 4.1

**INDSTAT – calculul indicatorilor statistici de localizare și
împrăștiere ai variabilelor aleatoare**

```

clear
clc
% valori experimentale ale variabilei X... Re [N/mm2]
X =
[285,303,304,290,324,320,290,310,288,280,275,274,282,325,341,251,304,302,310,300,268,247,2
95,249]
%media aritmetica
m=mean(X);
clc
%abaterea medie patratica (abaterea standard)
s=std(X);
clc
%dispersia (patratul abaterii standard)
s2 = s.^2;
clc
%coeficientul de variatie al variabilei X
v = (s/m*100);
echo off
disp('APASĂ ORICE TASTA,urmează afișarea rezultatelor ')
pause
disp(blanks(1))
disp(blanks(1))
disp('INDICATORI DE LOCALIZARE SI IMPRĂȘTIERE')
disp('  AI VARIABILEI ALEATOARE X')
disp(blanks(1))
disp(blanks(1))
disp(' MEDIA ARITMETICA m=')
disp(m);
disp(' ABATEREA STANDARD s=')
disp(s);
disp(' DISPERSIA s2 =')
disp(s2);
disp(' COEFICIENTUL DE VARIAȚIE v=')
disp(v);
end

```

NOTĂ :

Programul întocmit este exemplificat pentru variabila aleatoare Re [N/mm2] .

ANEXA A 4.2

**VERNOR – verificarea tipului de repartiție
a variabilelor aleatoare**

```

clear
clc
echo off
disp('VERIFICAREA REPARTIȚIEI NORMALE A VARIABILEI ALEATOARE
X')
disp('care reprezinta valorile experimentale pentru
...Re[N/mm2]')
disp(blanks(1))
disp(blanks(1))
disp('Valorile limitelor intervalelor de grupare sunt:')
a1=262;
a2=278;
a3=294;
a4=310;
a5=326;
a6=342;
a=[a1 a2 a3 a4 a5 a6]
%Media aritmetica a variabilelor aleatoare este:
m=292.375;
%Abaterea standard este:
s=24.30;
%Volumul selectiei aleatoare este:
n=24;
%Calculul variabilei adimensionale,u
u1=(a1-m)/s;
u2=(a2-m)/s;
u3=(a3-m)/s;
u4=(a4-m)/s;
u5=(a5-m)/s;
u6=(a6-m)/s;
u=-5:.01:u1;
disp(blanks(1));
%disp('Variabila adimensională U este:')
U=[u1 u2 u3 u4 u5 u6];
u=-5:.01:u1;
F1=trapz(u,1./sqrt(2*pi))*exp(-u.^2/2);
u=-5:.01:u2;
F2=trapz(u,1./sqrt(2*pi))*exp(-u.^2/2);
u=-5:.01:u3;
F3=trapz(u,1./sqrt(2*pi))*exp(-u.^2/2);
u=-5:.01:u4;
F4=trapz(u,1./sqrt(2*pi))*exp(-u.^2/2);
u=-5:.01:u5;
F5=trapz(u,1./sqrt(2*pi))*exp(-u.^2/2);
u=-5:.01:u6;
F6=trapz(u,1./sqrt(2*pi))*exp(-u.^2/2);
disp(blanks(1));
disp(blanks(1));
echo on;
pause%Apasa orice tastă
echo off;
%disp('Valorile funcției de repartiție normală, F, sunt:');
F=[F1 F2 F3 F4 F5 F6];
p1=F1;
p2=F2-F1;
p3=F3-F2;
p4=F4-F3;
p5=F5-F4;
p6=F6-F5;
disp(blanks(1));
disp(blanks(1));
%disp('Valorile probabilităților, p, sunt :');
p=[p1 p2 p3 p4 p5 p6];
Y=sum(p);
P=[n*p];
disp(blanks(1));
disp(blanks(1));
%disp('Frecvențele absolute sunt:');
fa=[3 3 6 8 3 1];
A=[(fa-P.^2)];

```

```

disp(blanks(1));
disp(blanks(1));
echo on;
pause%Apasă orice tasta;
echo off;
%disp('Valorile intervalelor de grupare sunt:');
s=A/P;
disp('Suma S a valorilor s este:')
S=sum(s)
disp(' Pentru nivelul de semnificație alfa=0.05');
alfa=0.05;
disp(' și numarul de grupe ng=6,');
ng=6;
disp(' respectiv numărul gradelor de libertate niu=ng-2-1,');
niu=ng-2-1;
disp(' valoarea hi patrat la nivelul de semnificatie alfa')
disp(' și la nr.gradelor de libertate niu, este hi2=7.815')
%din Anexa II
hi2=7.815;
disp(blanks(1));
disp(' REZULTAT FINAL : ')
if S<hi2
disp(blanks(1));
disp(' DEOARECE VALOAREA S ESTE MAI MICA DECÂT
hi patrat ')
disp(' REPARTIȚIA DE SELECȚIE ESTE O REPARTIȚIE
NORMALĂ ')
end
if S>hi2
disp(blanks(1));
disp(' DEOARECE VALOAREA S ESTE MAI MARE DECÂT
hi patrat ')
disp(' REPARTIȚIA DE SELECȚIE NU ESTE O REPARTIȚIE
NORMALĂ ')
end

```

NOTĂ :

Programul întocmit este exemplificat pentru variabila aleatoare R_e [N/mm²].

ANEXA A 4.3

VERALE – verificarea caracterului aleator al variației
variabilelor din selecția considerată

```

clear
clc
echo off
disp('VERificarea caracterului ALEator al variației variabilei X')
disp(blanks(1)');
disp(blanks(1)');
disp('Valorile experimentale ale variabilei X ce reprezintă %C, sunt')
disp(blanks(1)');
disp(blanks(1)');
X = [.13,.19,.2,.19,.17,.22,.16,.21,.17,.11,.16,.18,.19,.23,.12,.15,.24,.19,.23,.21,.14,.1,.17,.14]
m=mean(X);
i=find(X<=m);
Ica=length(i);
j=find(X>m);
Icb=length(j);
%alfa=nivelul de semnificație;
alfa=0.05;
%ualfa=variabila normală normată la nivelul alfa;
ualfa=1.64;
%volumul eșantionului;
n=24;
%Ialfa=nr. critic de iterații la nivelul de semnificație alfa;
Ialfa=(n+1-ualfa*sqrt(n-1))/2;
disp(' APASĂ ORICE TASTA, urmează afișarea rezultatului ')
pause
disp(blanks(1)');
disp(blanks(1)');
if Ica>Ialfa|Icb>Ialfa;
disp('Ialfa= ');
disp(Ialfa)
disp('Ica= ');
disp(Ica)
disp('Icb= ');
disp(Icb)
disp(blanks(1)')
disp(blanks(1)')
disp(' DEOARECE NUMĂRUL DE ITERȚII Ica sau Icb ESTE MAI MARE')
disp(blanks(1)');
disp(' DECÂT CEL CRITIC, Ialfa, SELECȚIA ALEATOARE SE ACCEPȚĂ')
end
if Ica<Ialfa|Icb<Ialfa
disp('DEOARECE NUMĂRUL DE ITERAȚII Ica sau Icb ESTE MAI MIC ')
disp(blanks(1)');
disp('DECÂT CEL CRITIC, Ialfa, SELECȚIA ALEATOARE SE RESPINGE')
end

```

NOTĂ :

Programul întocmit este exemplificat pentru variabila %C.

ANEXA A 4.4

CORELA – calculul și reprezentarea grafică a corelațiilor între variația caracteristicilor mecanice și compoziția chimică a oțelului analizat**CORELA1**

A4.4a

```
%fișier funcție COR.m
function r = cor(x,y)
n = length(x);
r1 = n*sum(x.*y) - (sum(x) * sum(y));
r2 = sqrt((n*sum(x.^2) - (sum(x))^2)*(n*sum(y.^2) - (sum(y))^2));
r = r1 / r2;
```

CORELA2

A4.4b

```
clear
clc
x1 = [.13,.19,.2,.19,.17,.22,.16,.21,.17,.11,.16,.18,.19,.23,.12,.15,.24,.19,.23,.21,.14,.1,.17,.14]
x2 = [.45,.33,.35,.57,.63,.34,.39,.52,.3,.8,.75,.57,.46,.59,.65,.68,.74,.58,.82,.78,.34,.3,.41,.6]
y = [285,303,304,291,340,320,290,310,288,280,275,274,282,335,344,251,304,302,310,300,268,
247,290,249]
echo off
x12 = x1.^2;
x22 = x2.^2;
x13 = x1.^3;
x23 = x2.^3;
echo on
pause % Apasa orice tasta
echo off
clc
a11 = length(x1);
a12 = sum(x1);
a13 = sum(x2);
a14 = sum(x1.*x2);
a15 = sum(x1.^2);
a16 = sum(x2.^2);
a21 = sum(x1);
a22 = sum(x1.^2);
a23 = sum(x1.*x2);
a24 = sum(x12.*x2);
a25 = sum(x1.^3);
a26 = sum(x1.*x22);
a31 = sum(x2);
a32 = sum(x1.*x2);
a33 = sum(x2.^2);
a34 = sum(x1.*x22);
a35 = sum(x12.*x2);
a36 = sum(x2.^3);
a41 = sum(x1.*x2);
a42 = sum(x12.*x2);
a43 = sum(x1.*x22);
a44 = sum(x12.*x22);
a45 = sum(x13.*x2);
a46 = sum(x1.*x23);
a51 = sum(x1.^2);
a52 = sum(x1.^3);
a53 = sum(x12.*x2);
a54 = sum(x13.*x2);
a55 = sum(x1.^4);
a56 = sum(x12.*x22);
```

```

a61 = sum(x2.^2);
a62 = sum(x1.*x22);
a63 = sum(x2.^3);
a64 = sum(x1.*x23);
a65 = sum(x12.*x22);
a66 = sum(x2.^4);
z = [a11,a12,a13,a14,a15,a16;a21,a22,a23,a24,a25,a26;a31,a32,a33,a34,a35,a36;a41,a42,
a43,a44,a45,a46;a51,a52,a53,a54,a55,a56;a61,a62,a63,a64,a65,a66]
x = inv(z)
echo on
pause % Apasă orice tasta
echo off
clc
c1 = sum(y);
c2 = sum(y.*x1);
c3 = sum(y.*x2);
c4 = sum(y.*x1.*x2);
c5 = sum(y.*x1.^2);
c6 = sum(y.*x2.^2);
c = [c1;c2;c3;c4;c5;c6]
echo on
pause % Apasă orice tasta
echo off
clc
b = x * c
echo on
pause % Apasa orice tasta
echo off
clc
ryx1 = cor(y,x1)
ryx2 = cor(y,x2)
rx1x2 = cor(x1,x2)
ryx1x2 = sqrt((ryx1^2+ryx2^2-2*ryx1*ryx2*rx1x2)/(1-rx1x2^2))
echo on
% Urmează trasarea suprafeței spațiale (și opțional proiecția ei în plan)
pause % Apasă orice tasta
echo off
clc
mx = input('Val min x = ');
nx = input('Val max x = ');
sx = input('Pas x = ');
my = input('Val min y = ');
ny = input('Val max y = ');
sy = input('Pas y = ');
[u,v] = meshgrid(mx:sx:nx, my:sy:ny);
echo on
z = b(1) + b(2).*u + b(3).*v + b(4).*u.*v + b(5).*u.^2 + b(6).*v.^2;
pause % Apasă orice tasta.
echo off
clc
meshz(u,v,z);
xlabel('%C')
ylabel('%Mn')
zlabel('Re [N/mm2]')
grid
reset(gcf)
view (230,20)

```

NOTĂ :Programul întocmit este exemplificat pentru corelația între variația caracteristicii mecanice R_e [N/mm²] și compoziția chimică procentuală, $R_e = f(\%C, \%Mn)$

ANEXA A5.1

HALIN1 – deplasări și forțe nodale în structura ideală a H.C.A.
- calcul de ordinul I -

HALIN1a

A5.1a

DEPLASĂRILE NODURILOR STRUCTURII IDEALE, DIN CALCULUL DE ORD.I

ROBOT 5 70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82
date : 10 Juil 1997
heure : 15:35:21

page 19

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE
Deplacements des noeuds - cas actifs: 13 A 18

Noe Cas	UX[cm]	UY[cm]	UZ[cm]	RX[Deg]	RY[Deg]	RZ[Deg]
STĂLPI ȘIR I						
11 13	0 01614	0 54114	-0 01809	-0 03404	-0 00025	-0 00753
11 14	0 00318	0 81430	-0 01875	-0 05130	-0 00021	-0 00198
11 15	0 01486	0 54047	-0 01815	-0 03401	0 00058	-0 00767
11 16	-0 00840	0 78522	-0 01867	-0 04909	-0 00063	0 00378
11 17	-0 01704	0 47846	-0 01191	-0 02955	-0 00097	0 00818
11 18	0 01490	0 53758	-0 01815	-0 03381	0 00062	-0 00768
12 13	0 01432	0 62960	-0 02473	-0 03878	-0 00043	-0 00656
12 14	0 00070	0 83321	-0 07288	-0 04582	-0 00048	-0 00068
12 15	0 01314	0 63063	-0 02470	-0 03883	0 00050	-0 00677
12 16	-0 01007	0 73547	-0 07286	-0 04060	-0 00083	0 00464
12 17	-0 01746	0 37747	-0 06340	-0 01814	-0 00110	0 00839
12 18	0 01318	0 62783	-0 02470	-0 03864	0 00054	-0 00678
13 13	-0 00605	0 67767	-0 02764	-0 04133	-0 00143	0 00413
13 14	-0 01056	0 79563	-0 15937	-0 03032	-0 00075	0 00519
13 15	-0 00753	0 68246	-0 02757	-0 04169	-0 00054	0 00402
13 16	-0 00889	0 64162	-0 15945	-0 02354	-0 00056	0 00401
13 17	-0 00428	0 25822	-0 14860	0 00029	-0 00022	0 00150
13 18	-0 00746	0 68002	-0 02757	-0 04152	-0 00050	0 00399
14 13	-0 04850	0 39797	-0 02675	-0 02509	-0 00333	0 02635
14 14	-0 06328	0 49572	-0 07060	-0 02815	-0 00300	0 03266
14 15	-0 05192	0 39711	-0 02713	-0 02573	-0 00253	0 02716
14 16	-0 05363	0 42822	-0 07051	-0 02463	-0 00243	0 02730
14 17	-0 02482	0 20729	-0 05958	-0 01002	-0 00099	0 01217
14 18	-0 05173	0 39571	-0 02712	-0 02562	-0 00248	0 02707
15 13	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
15 14	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
15 15	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
15 16	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
15 17	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
15 18	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
16 13	0 00965	0 13639	-0 07859	0 00024	-0 00665	-0 00488
16 14	0 02129	0 39270	-0 03383	-0 02764	0 00089	-0 01121
16 15	0 01493	0 26221	-0 02463	-0 01853	0 00061	-0 00766
16 16	0 02047	0 39241	-0 03370	-0 02747	0 00088	-0 01100
16 17	0 01236	0 25309	-0 02366	-0 01736	0 00053	-0 00689
16 18	0 01490	0 26129	-0 02462	-0 01845	0 00061	-0 00764
17 13	-0 00814	0 14688	-0 16918	0 01181	-0 00731	0 00438
17 14	-0 01775	0 39800	-0 03391	-0 02769	-0 00095	0 01041
17 15	-0 01152	0 26714	-0 02464	-0 01831	-0 00064	0 00690
17 16	-0 01816	0 39596	-0 03388	-0 02749	-0 00094	0 01046
17 17	-0 01219	0 25340	-0 02412	-0 01734	-0 00062	0 00683
17 18	-0 01147	0 26629	-0 02459	-0 01827	-0 00063	0 00688
18 13	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
18 14	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
18 15	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
18 16	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
18 17	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
18 18	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
19 13	-0 00214	0 11493	-0 02915	-0 00906	-0 00140	0 00057
19 14	-0 00022	0 17228	-0 03658	-0 01628	-0 00039	0 00007
19 15	-0 00008	0 11892	-0 02647	-0 01097	-0 00035	0 00003
19 16	-0 00030	0 17228	-0 03657	-0 01627	-0 00026	0 00008
19 17	-0 00025	0 11114	-0 02573	-0 01031	-0 00013	0 00007
19 18	-0 00008	0 11851	-0 02641	-0 01095	-0 00030	0 00003
20 13	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
20 14	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
20 15	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
20 16	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
20 17	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
20 18	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000	0 00000
21 13	0 04199	0 36176	-0 02580	-0 02319	0 00064	-0 02296
21 14	0 06583	0 56188	-0 03708	-0 03633	0 00254	-0 03579
21 15	0 04385	0 37466	-0 02663	-0 02422	0 00150	-0 02381
21 16	0 06589	0 56225	-0 03708	-0 03635	0 00267	-0 03582
21 17	0 04224	0 36055	-0 02646	-0 02310	0 00173	-0 02296
21 18	0 04375	0 37367	-0 02662	-0 02414	0 00155	-0 02375
22 13	-0 00161	0 55751	-0 02547	-0 03381	-0 00131	-0 00032
22 14	-0 00221	0 86688	-0 03519	-0 05298	-0 00050	-0 00037
22 15	-0 00164	0 57473	-0 02546	-0 03497	-0 00052	-0 00014
22 16	-0 00216	0 86775	-0 03520	-0 05304	-0 00037	-0 00038
22 17	-0 00134	0 55614	-0 02545	-0 03374	-0 00020	-0 00026

22 18	-0.00160	0.57343	-0.02546	-0.03488	-0.00047	-0.00015
23 13	-0.01011	0.52577	-0.01775	-0.03239	-0.00161	0.00409
23 14	-0.01577	0.81390	-0.02421	-0.05031	-0.00112	0.00669
23 15	-0.01037	0.53951	-0.01776	-0.03332	-0.00089	0.00440
23 16	-0.01574	0.81484	-0.02420	-0.05037	-0.00100	0.00669
23 17	-0.00996	0.52281	-0.01767	-0.03219	-0.00060	0.00422
23 18	-0.01031	0.53844	-0.01775	-0.03325	-0.00085	0.00438
24 13	-0.13299	0.50258	-0.04373	0.10627	-0.00829	0.00069
24 14	-0.02026	0.78521	-0.05860	0.16017	-0.00263	0.00074
24 15	-0.00870	0.49791	-0.04392	0.10680	-0.00181	-0.00112
24 16	-0.00736	0.68244	-0.05823	0.16242	-0.00116	0.00072
24 17	-0.00126	0.39781	-0.03703	0.10389	-0.00005	0.00052
24 18	-0.00342	0.48593	-0.04391	0.10724	-0.00155	-0.00114
25 13	-0.13558	0.58866	-0.05954	0.12715	-0.00693	0.00055
25 14	-0.02347	0.87803	-0.12848	0.18376	-0.00300	0.00089
25 15	-0.01087	0.58776	-0.05941	0.12706	-0.00159	-0.00112
25 16	-0.01040	0.76420	-0.12853	0.18248	-0.00180	0.00097
25 17	-0.00293	0.43726	-0.09852	0.11189	-0.00085	0.00073
25 18	-0.00558	0.57532	-0.05940	0.12756	-0.00137	-0.00114
26 13	-0.15138	0.65684	-0.06653	0.14536	-0.00693	0.00360
26 14	-0.04317	0.92605	-0.22133	0.19893	-0.00156	0.00429
26 15	-0.02515	0.67026	-0.06646	0.14501	-0.00087	0.00146
26 16	-0.02730	0.78584	-0.22158	0.19547	-0.00093	0.00392
26 17	-0.01128	0.42924	-0.18796	0.11478	-0.00038	0.00206
26 18	-0.01979	0.65720	-0.06647	0.14570	-0.00062	0.00143
27 13	-0.16676	0.47745	-0.06653	0.13571	-0.00415	0.00584
27 14	-0.06296	0.70696	-0.13352	0.19808	0.00282	0.00699
27 15	-0.03799	0.51165	-0.06699	0.13422	0.00211	0.00307
27 16	-0.04304	0.59194	-0.13346	0.19944	0.00308	0.00579
27 17	-0.01909	0.34698	-0.09926	0.12377	0.00208	0.00277
27 18	-0.03257	0.49919	-0.06698	0.13487	0.00236	0.00302
28 13	-0.16699	0.28722	-0.04045	0.11305	-0.00903	0.00555
28 14	-0.06273	0.43693	-0.06424	0.17584	-0.00310	0.00629
28 15	-0.03504	0.36889	-0.04079	0.10957	-0.00190	0.00170
28 16	-0.04148	0.37316	-0.06413	0.17940	-0.00198	0.00473
28 17	-0.01883	0.24287	-0.04037	0.11545	-0.00075	0.00227
28 18	-0.02971	0.35749	-0.04077	0.11020	-0.00164	0.00167
29 13	-0.16202	0.24217	-0.11733	0.11817	-0.00790	0.00303
29 14	-0.05725	0.41946	-0.09510	0.20508	-0.00363	0.00355
29 15	-0.03164	0.44798	-0.06343	0.12260	-0.00219	-0.00028
29 16	-0.03719	0.38878	-0.09498	0.20676	-0.00279	0.00245
29 17	-0.01758	0.25686	-0.06235	0.13313	-0.00154	0.00125
29 18	-0.02643	0.43500	-0.06342	0.12325	-0.00198	-0.00026
30 13	-0.16502	0.21470	-0.20793	0.11545	-0.00515	0.00256
30 14	-0.06445	0.39384	-0.09549	0.20766	-0.00120	0.00406
30 15	-0.03797	0.46844	-0.06371	0.12230	-0.00059	0.00016
30 16	-0.04524	0.37014	-0.09539	0.20865	-0.00044	0.00321
30 17	-0.02298	0.24171	-0.06292	0.13430	-0.00001	0.00177
30 18	-0.03277	0.45430	-0.06363	0.12305	-0.00039	0.00020
31 13	-0.16285	0.20071	-0.04012	0.11678	-0.00707	0.00190
31 14	-0.06123	0.23602	-0.06380	0.18693	-0.00324	0.00294
31 15	-0.04343	0.46046	-0.04019	0.10106	-0.00226	0.00062
31 16	-0.04308	0.22558	-0.06377	0.18746	-0.00232	0.00227
31 17	-0.02181	0.15681	-0.04022	0.12044	-0.00120	0.00118
31 18	-0.03795	0.44157	-0.04018	0.10216	-0.00199	0.00061
32 13	-0.15884	0.18600	-0.06865	0.12725	-0.00731	0.00042
32 14	-0.05064	0.21430	-0.09923	0.20214	-0.00235	-0.00068
32 15	-0.04827	0.44598	-0.06589	0.11155	-0.00227	0.00070
32 16	-0.03345	0.21046	-0.09921	0.20234	-0.00154	-0.00115
32 17	-0.01614	0.15184	-0.06523	0.12976	-0.00073	-0.00091
32 18	-0.04222	0.42748	-0.06583	0.11267	-0.00199	0.00057
33 13	-0.15231	0.20938	-0.03788	0.11599	-0.00738	-0.00196
33 14	-0.03825	0.26520	-0.06156	0.18429	-0.00157	-0.00498
33 15	-0.04836	0.39716	-0.03802	0.10466	-0.00222	-0.00058
33 16	-0.02172	0.26445	-0.06156	0.18433	-0.00074	-0.00534
33 17	-0.00921	0.18879	-0.03784	0.11712	-0.00024	-0.00349
33 18	-0.04192	0.38354	-0.03801	0.10549	-0.00190	-0.00079
34 13	-0.15357	0.39496	-0.06488	0.13466	-0.01049	-0.00178
34 14	-0.03975	0.57291	-0.09905	0.21082	-0.00689	-0.00459
34 15	-0.05158	0.51064	-0.06587	0.12940	-0.00582	-0.00027
34 16	-0.02359	0.57407	-0.09906	0.21081	-0.00613	-0.00488
34 17	-0.01088	0.38482	-0.06553	0.13514	-0.00376	-0.00312
34 18	-0.04504	0.50193	-0.06585	0.12981	-0.00550	-0.00048
35 13	-0.16363	0.43824	-0.06009	0.12972	-0.00638	-0.00074
35 14	-0.05629	0.65170	-0.09039	0.20297	-0.00153	-0.00243
35 15	-0.06110	0.50167	-0.06023	0.12799	-0.00202	0.00037
35 16	-0.04031	0.65494	-0.09042	0.20293	-0.00085	-0.00270
35 17	-0.02191	0.43471	-0.06018	0.13006	-0.00038	-0.00169
35 18	-0.05462	0.49680	-0.06023	0.12814	-0.00175	0.00020
36 13	-0.16648	0.38010	-0.04322	0.11108	-0.00747	-0.00014
36 14	-0.06129	0.55611	-0.06373	0.17315	-0.00144	-0.00163
36 15	-0.06351	0.42901	-0.04322	0.10949	-0.00215	0.00058
36 16	-0.04534	0.56063	-0.06371	0.17291	-0.00062	-0.00194
36 17	-0.02522	0.37095	-0.04295	0.11084	-0.00021	-0.00120
36 18	-0.05709	0.42512	-0.04321	0.10960	-0.00183	0.00041
RIGLE						
50 13	-0.05688	-0.15329	-3.63239	0.01887	0.02667	-0.00020
50 14	0.13998	-0.20635	-5.48880	0.03012	0.04110	0.00163
50 15	0.06828	-0.16011	-3.64456	0.01867	0.02838	0.00047
50 16	0.14920	-0.30735	-5.47735	0.02916	0.04099	0.00133
50 17	0.09931	-0.23501	-3.50477	0.01791	0.02644	0.00076
50 18	0.07430	-0.17297	-3.64894	0.01857	0.02839	0.00049

51 13	-0.07529	-0.14148	-4.10251	0.02573	0.01892	-0.00054	
51 14	0.11249	-0.20645	-6.15570	0.04162	0.02969	0.00117	
51 15	0.04941	-0.14162	-4.09761	0.02587	0.02043	0.00020	
51 16	0.12190	-0.31460	-6.12865	0.04109	0.02968	0.00085	
51 17	0.08201	-0.24554	-3.90872	0.02555	0.01933	0.00045	
51 18	0.05536	-0.15527	-4.10367	0.02580	0.02040	0.00022	
52 13	-0.11160	-0.20923	-4.86742	0.02956	0.00700	-0.00167	
52 14	0.05587	-0.32472	-7.19730	0.04748	0.01081	-0.00042	
52 15	0.01201	-0.19531	-4.86489	0.02969	0.00812	-0.00081	
52 16	0.06512	-0.45687	-7.15764	0.04779	0.01066	-0.00061	
52 17	0.04504	-0.34483	-4.52891	0.03059	0.00685	-0.00040	
52 18	0.01798	-0.21153	-4.88152	0.03005	0.00811	-0.00079	
53 13	-0.12453	-0.37097	-4.78010	0.03097	0.00737	-0.00225	
53 14	0.03284	-0.55500	-7.16550	0.04950	0.00941	-0.00127	
53 15	-0.00174	-0.33587	-4.77643	0.03157	0.00824	-0.00120	
53 16	0.04208	-0.67237	-7.17707	0.04878	0.00917	-0.00122	
53 17	0.02937	-0.45678	-4.58734	0.03045	0.00539	-0.00070	
53 18	0.00431	-0.35013	-4.78552	0.03151	0.00828	-0.00117	
54 13	-0.14137	-0.50477	-4.47394	0.03377	0.00478	-0.00209	
54 14	0.00617	-0.78629	-6.90919	0.05381	0.00459	-0.00106	
54 15	-0.01975	-0.42419	-4.48229	0.03554	0.00512	-0.00077	
54 16	0.01641	-0.85700	-6.94356	0.05311	0.00483	-0.00089	
54 17	0.01337	-0.55262	-4.49140	0.03309	0.00284	-0.00058	
54 18	-0.01380	-0.43675	-4.48796	0.03538	0.00512	-0.00075	
55 13	-0.16146	-0.51509	-4.35773	0.02277	0.00025	-0.00193	
55 14	-0.01993	-0.82437	-7.01570	0.03873	-0.00025	-0.00070	
55 15	-0.04002	-0.33346	-4.42543	0.02476	0.00060	-0.00059	
55 16	-0.00887	-0.85792	-7.03027	0.03822	0.00031	-0.00061	
55 17	-0.00195	-0.54989	-4.55245	0.02284	0.00037	-0.00055	
55 18	-0.03418	-0.34768	-4.43143	0.02461	0.00054	-0.00059	
56 13	-0.17257	-0.52999	-4.38927	0.02007	-0.00193	-0.00189	
56 14	-0.03284	-0.85629	-7.05302	0.03690	-0.00138	-0.00070	
56 15	-0.04918	-0.31393	-4.43479	0.02318	-0.00040	-0.00070	
56 16	-0.02173	-0.88132	-7.05873	0.03667	-0.00086	-0.00068	
56 17	-0.01004	-0.56678	-4.56221	0.02074	-0.00035	-0.00060	
56 18	-0.04336	-0.32950	-4.44172	0.02296	-0.00047	-0.00070	
57 13	-0.18709	-0.59173	-4.47803	0.03362	-0.00398	-0.00163	
57 14	-0.05356	-1.01282	-7.04284	0.05492	-0.00376	-0.00029	
57 15	-0.06280	-0.29577	-4.29904	0.03778	-0.00206	-0.00090	
57 16	-0.04258	-1.02386	-7.04551	0.05475	-0.00337	-0.00033	
57 17	-0.02349	-0.65226	-4.56272	0.03405	-0.00207	-0.00030	
57 18	-0.05696	-0.31662	-4.30815	0.03725	-0.00211	-0.00088	
58 13	-0.20037	-0.62703	-4.60166	0.03015	-0.00512	-0.00114	
58 14	-0.07467	-1.05135	-7.14647	0.04768	-0.00601	0.00068	
58 15	-0.07905	-0.32288	-4.37664	0.03273	-0.00499	-0.00116	
58 16	-0.06367	-1.05542	-7.14752	0.04762	-0.00568	0.00057	
58 17	-0.03676	-0.66855	-4.63508	0.02998	-0.00346	0.00030	
58 18	-0.07311	-0.34419	-4.39050	0.03245	-0.00498	-0.00110	
59 13	-0.21573	-0.60335	-4.57404	0.03459	-0.00724	-0.00044	
59 14	-0.09888	-0.99161	-7.07375	0.05383	-0.00962	0.00180	
59 15	-0.09619	-0.38735	-4.43252	0.03611	-0.00815	-0.00100	
59 16	-0.08779	-0.99241	-7.07398	0.05382	-0.00931	0.00164	
59 17	-0.05195	-0.62591	-4.58347	0.03429	-0.00571	0.00098	
59 18	-0.09011	-0.40313	-4.44335	0.03602	-0.00806	-0.00090	
60 13	-0.23210	-0.43387	-4.67777	0.03030	-0.00915	-0.00016	
60 14	-0.12422	-0.70769	-7.22240	0.04799	-0.01264	0.00217	
60 15	-0.11215	-0.30889	-4.63309	0.03159	-0.00989	-0.00084	
60 16	-0.11295	-0.70663	-7.22298	0.04800	-0.01229	0.00198	
60 17	-0.06779	-0.44488	-4.68270	0.03014	-0.00754	0.00120	
60 18	-0.10605	-0.31842	-4.63712	0.03150	-0.00979	-0.00074	
61 13	-0.26746	-0.28481	-4.06920	0.02447	-0.02070	-0.00087	
61 14	-0.17846	-0.46515	-6.27976	0.03863	-0.03028	0.00090	
61 15	-0.14565	-0.22156	-4.07154	0.02540	-0.02049	-0.00145	
61 16	-0.16678	-0.46224	-6.28188	0.03866	-0.02978	0.00069	
61 17	-0.10175	-0.28965	-4.07713	0.02427	-0.01854	0.00041	
61 18	-0.13964	-0.22649	-4.07172	0.02532	-0.02044	-0.00136	
62 13	-0.28456	-0.27550	-3.62826	0.01709	-0.02772	-0.00122	
62 14	-0.20457	-0.45524	-5.59163	0.02724	-0.04093	0.00026	
62 15	-0.16207	-0.22366	-3.61370	0.01749	-0.02715	-0.00169	
62 16	-0.19272	-0.45001	-5.58768	0.02730	-0.04036	0.00005	
62 17	-0.11820	-0.28180	-3.61200	0.01707	-0.02524	0.00001	
62 18	-0.15610	-0.22768	-3.61430	0.01746	-0.02711	-0.00160	
STĂLPI ȘIR II							
76 13	-0.13342	-0.80186	-0.06636	-0.12153	0.00428	0.00099	
76 14	0.06087	-1.18658	-0.09313	-0.18458	0.01182	0.00347	
76 15	-0.01928	-0.81107	-0.06656	-0.12195	0.00831	0.00088	
76 16	0.06559	-1.28497	-0.09304	-0.18209	0.01300	0.00359	
76 17	0.04350	-0.85922	-0.06133	-0.11408	0.00782	0.00214	
76 18	-0.01249	-0.82479	-0.06639	-0.12193	0.00867	0.00099	
77 13	-0.13185	-0.86222	-0.09627	-0.14334	0.00409	0.00102	
77 14	0.06313	-1.27940	-0.17076	-0.21235	0.01123	0.00347	
77 15	-0.01762	-0.86138	-0.09617	-0.14315	0.00790	0.00087	
77 16	0.06796	-1.38192	-0.17141	-0.20968	0.01238	0.00357	
77 17	0.04485	-0.92132	-0.12633	-0.12937	0.00737	0.00211	
77 18	-0.01080	-0.87610	-0.09673	-0.14334	0.00817	0.00095	
78 13	-0.13456	-1.06513	-0.10604	-0.16381	0.00320	0.00115	
78 14	0.06055	-1.56725	-0.24350	-0.23283	0.01153	0.00405	
78 15	-0.02049	-1.05077	-0.10608	-0.16397	0.00713	0.00097	
78 16	0.06415	-1.69245	-0.24104	-0.23105	0.01256	0.00400	
78 17	0.04157	-1.11429	-0.20417	-0.14001	0.00774	0.00236	
78 18	-0.01385	-1.06764	-0.12023	-0.16470	0.00737	0.00104	
79 13	-0.14667	-1.21041	-0.10612	-0.15938	-0.00046	0.00066	

79 14	0 04699	-1.79563	-0.22818	-0.23178	0 00851	0 00401
79 15	-0.03356	-1.17501	-0.10566	-0.16033	0 00318	0 00032
79 16	0 04743	-1.92347	-0.18787	-0.23443	0 00854	0 00351
79 17	0 03034	-1.25139	-0.13761	-0.14537	0 00544	0 00204
79 18	-0.02711	-1.19095	-0.10616	-0.16064	0 00336	0 00037
80 13	-0.16251	-1.28533	-0.10197	-0.14512	-0.00396	-0.00027
80 14	0 02774	-1.99215	-0.15747	-0.22633	0 00457	0 00311
80 15	-0.05025	-1.20684	-0.10406	-0.14861	-0.00087	-0.00082
80 16	0 02634	-2.06996	-0.15531	-0.22736	0 00389	0 00232
80 17	0 01725	-1.33568	-0.10485	-0.14441	0 00252	0 00134
80 18	-0.04360	-1.22050	-0.10394	-0.14866	-0.00071	-0.00076
81 13	-0.17660	-1.26990	-0.11102	-0.12585	-0.00650	-0.00103
81 14	0 00851	-2.05462	-0.13989	-0.21636	0 00024	0 00202
81 15	-0.06080	-1.10599	-0.09600	-0.13519	-0.00302	-0.00129
81 16	0 00835	-2.09068	-0.14042	-0.21615	-0.00003	0 00138
81 17	0 00626	-1.34724	-0.09423	-0.13747	0 00005	0 00081
81 18	-0.05383	-1.12141	-0.09585	-0.13529	-0.00278	-0.00119
82 13	-0.17979	-1.27448	-0.19709	-0.11808	-0.00446	-0.00055
82 14	-0.00008	-2.09335	-0.13860	-0.21478	0 00139	0 00217
82 15	-0.06458	-1.08123	-0.12937	-0.12800	-0.00244	-0.00104
82 16	0 00076	-2.11945	-0.13872	-0.21451	0 00140	0 00165
82 17	0 00150	-1.36678	-0.09231	-0.13484	0 00095	0 00099
82 18	-0.05753	-1.09886	-0.12570	-0.12826	-0.00211	-0.00092
83 13	-0.18318	-1.36847	-0.11370	-0.14118	-0.00428	-0.00024
83 14	-0.01451	-2.24241	-0.15755	-0.23120	-0.00079	0 00157
83 15	-0.06586	-1.00356	-0.28171	-0.12433	-0.00175	-0.00028
83 16	-0.01300	-2.25388	-0.15760	-0.23100	-0.00065	0 00114
83 17	-0.00733	-1.44787	-0.10617	-0.14743	-0.00037	0 00064
83 18	-0.05915	-1.02967	-0.26429	-0.12510	-0.00150	-0.00021
84 13	-0.19570	-1.43245	-0.10249	-0.14872	-0.00726	-0.00111
84 14	-0.04005	-2.30427	-0.15513	-0.23380	-0.00574	-0.00027
84 15	-0.06731	-1.06016	-0.21850	-0.13054	-0.00021	0 00057
84 16	-0.03779	-2.30851	-0.15513	-0.23373	-0.00545	-0.00061
84 17	-0.02313	-1.48011	-0.10490	-0.14989	-0.00343	-0.00049
84 18	-0.06134	-1.08649	-0.20714	-0.13176	-0.00026	0 00054
85 13	-0.21335	-1.40385	-0.10518	-0.15127	-0.01190	-0.00260
85 14	-0.06993	-2.23128	-0.15510	-0.23565	-0.01265	-0.00271
85 15	-0.07723	-1.15953	-0.10728	-0.14578	-0.00262	0 00014
85 16	-0.06716	-2.23212	-0.15510	-0.23564	-0.01227	-0.00299
85 17	-0.04172	-1.42823	-0.10480	-0.15120	-0.00776	-0.00200
85 18	-0.07187	-1.17749	-0.10703	-0.14627	-0.00277	0 00003
86 13	-0.22931	-1.25316	-0.10530	-0.15423	-0.01626	-0.00380
86 14	-0.09535	-1.97420	-0.15601	-0.24040	-0.01896	-0.00454
86 15	-0.09292	-1.12007	-0.10384	-0.15443	-0.00736	-0.00102
86 16	-0.09235	-1.97325	-0.15602	-0.24044	-0.01855	-0.00478
86 17	-0.05776	-1.26503	-0.10543	-0.15415	-0.01177	-0.00314
86 18	-0.08770	-1.13034	-0.10398	-0.15447	-0.00750	-0.00114
87 13	-0.23317	-0.99807	-0.09595	-0.13880	-0.01674	-0.00385
87 14	-0.10109	-1.56767	-0.14158	-0.21664	-0.01959	-0.00456
87 15	-0.10025	-0.93558	-0.09643	-0.14036	-0.00936	-0.00150
87 16	-0.09815	-1.56511	-0.14160	-0.21673	-0.01924	-0.00481
87 17	-0.06170	-1.00436	-0.09611	-0.13891	-0.01225	-0.00319
87 18	-0.09487	-0.94053	-0.09639	-0.14027	-0.00944	-0.00160
88 13	-0.23112	-0.92316	-0.06682	-0.11909	-0.01761	-0.00395
88 14	-0.09770	-1.45394	-0.09825	-0.18433	-0.02046	-0.00461
88 15	-0.09971	-0.86877	-0.08629	-0.11961	-0.01019	-0.00166
88 16	-0.09483	-1.44805	-0.09820	-0.18436	-0.02010	-0.00485
88 17	-0.05969	-0.92627	-0.06654	-0.11825	-0.01282	-0.00324
88 18	-0.09424	-0.87287	-0.06631	-0.11953	-0.01025	-0.00175
89 13	-0.15412	-1.24524	-0.05614	-0.00183	-0.00230	0 00725
89 14	-0.02501	-1.85113	-0.07721	-0.00103	0 00484	0 01087
89 15	-0.07284	-1.25641	-0.05632	-0.00181	0 00131	0 00698
89 16	-0.02804	-1.92611	-0.07706	0 00221	0 00516	0 01154
89 17	-0.01404	-1.24976	-0.05110	0 00354	0 00321	0 00671
89 18	-0.06879	-1.26899	-0.05614	-0.00153	0 00155	0 00726
90 13	-0.15494	-1.35666	-0.08253	0 00322	-0.00167	0 00886
90 14	-0.02666	-1.96884	-0.14913	0 01373	0 00510	0 01296
90 15	-0.07386	-1.35467	-0.08242	0 00325	0 00188	0 00874
90 16	-0.03004	-2.04875	-0.14976	0 01666	0 00551	0 01390
90 17	-0.01554	-1.31181	-0.11256	0 01443	0 00335	0 00816
90 18	-0.06983	-1.37024	-0.08298	0 00324	0 00215	0 00907
91 13	-0.14879	-1.61166	-0.09020	0 00715	-0.00186	0 00789
91 14	-0.02407	-2.25743	-0.21863	0 02798	0 00552	0 01458
91 15	-0.06777	-1.58939	-0.09025	0 00680	0 00176	0 00801
91 16	-0.02718	-2.36867	-0.21619	0 02985	0 00612	0 01567
91 17	-0.01504	-1.49191	-0.18838	0 02438	0 00390	0 00977
91 18	-0.06309	-1.62310	-0.10442	0 00589	0 00197	0 00808
92 13	-0.13468	-1.72292	-0.09032	0 01135	-0.00351	0 00159
92 14	-0.01402	-2.47234	-0.20333	0 03079	0 00456	0 01112
92 15	-0.05282	-1.69703	-0.08989	0 01005	0 00007	0 00138
92 16	-0.01376	-2.61776	-0.16305	0 02941	0 00453	0 01033
92 17	-0.00804	-1.66039	-0.12178	0 02243	0 00306	0 00703
92 18	-0.04750	-1.71443	-0.09038	0 01003	0 00020	0 00117
93 13	-0.12259	-1.69742	-0.08619	0 02174	-0.00627	-0.00434
93 14	-0.00078	-2.63181	-0.13269	0 03506	0 00117	0 00504
93 15	-0.03873	-1.65123	-0.08837	0 01750	-0.00245	-0.00545
93 16	0 00228	-2.71407	-0.13051	0 03509	0 00059	0 00264
93 17	0 00175	-1.73775	-0.08901	0 02346	0 00047	0 00213
93 18	-0.03357	-1.66437	-0.08825	0 01768	-0.00225	-0.00549
94 13	-0.12397	-1.53978	-0.09531	0 03738	-0.00671	-0.00314

94 14	0.00738	-2.61163	-0.11553	0.04646	-0.00011	0.00239
94 15	-0.03614	-1.45745	-0.08079	0.02697	-0.00292	-0.00593
94 16	0.00913	-2.64363	-0.11606	0.04721	-0.00022	0.00089
94 17	0.00641	-1.69540	-0.07877	0.03053	-0.00014	0.00069
94 18	-0.03113	-1.47269	-0.08064	0.02713	-0.00268	-0.00580
95 13	-0.14014	-1.49018	-0.18230	0.04358	-0.00564	0.00309
95 14	-0.01063	-2.64156	-0.11469	0.04689	0.00055	0.00672
95 15	-0.04695	-1.37586	-0.11436	0.03403	-0.00305	-0.00352
95 16	-0.00987	-2.66355	-0.11475	0.04768	0.00059	0.00583
95 17	-0.00562	-1.70427	-0.07734	0.03079	0.00038	0.00382
95 18	-0.04203	-1.39437	-0.11067	0.03410	-0.00283	-0.00331
96 13	-0.14395	-1.73247	-0.09748	0.02888	-0.00416	0.00683
96 14	-0.01142	-2.88956	-0.13213	0.03742	0.00067	0.00804
96 15	-0.05141	-1.25452	-0.26546	0.03872	-0.00231	0.00074
96 16	-0.01101	-2.89869	-0.13217	0.03779	0.00078	0.00748
96 17	-0.00651	-1.85805	-0.09001	0.02415	0.00054	0.00495
96 18	-0.04674	-1.28336	-0.24804	0.03896	-0.00203	0.00105
97 13	-0.13319	-1.86637	-0.08678	0.02027	-0.00704	0.00129
97 14	0.00273	-2.99043	-0.13045	0.03170	-0.00300	0.00027
97 15	-0.05812	-1.36822	-0.20271	0.03192	-0.00131	0.00609
97 16	0.00285	-2.99383	-0.13046	0.03183	-0.00286	-0.00000
97 17	0.00244	-1.91989	-0.08916	0.02009	-0.00179	0.00009
97 18	-0.05285	-1.40268	-0.19136	0.03123	-0.00109	0.00601
98 13	-0.11777	-1.85918	-0.08945	0.01776	-0.00921	-0.00575
98 14	0.02159	-2.93525	-0.13037	0.02926	-0.00592	-0.00889
98 15	-0.05197	-1.58510	-0.09159	0.01915	-0.00251	0.00394
98 16	0.02161	-2.93594	-0.13037	0.02929	-0.00574	-0.00901
98 17	0.01443	-1.88122	-0.08905	0.01826	-0.00363	-0.00569
98 18	-0.04599	-1.60608	-0.09134	0.01893	-0.00252	0.00344
99 13	-0.10304	-1.73097	-0.08954	0.01469	-0.01102	-0.01203
99 14	0.04080	-2.71590	-0.13124	0.02398	-0.00863	-0.01759
99 15	-0.03460	-1.60751	-0.08815	0.01247	-0.00544	-0.00437
99 16	0.04087	-2.71521	-0.13125	0.02395	-0.00845	-0.01766
99 17	0.02673	-1.74120	-0.08965	0.01500	-0.00535	-0.01123
99 18	-0.02868	-1.61749	-0.08829	0.01259	-0.00539	-0.00480
100 13	-0.09738	-1.45313	-0.08214	0.00810	-0.01108	-0.01217
100 14	0.04774	-2.27664	-0.11987	0.01343	-0.00889	-0.01763
100 15	-0.02351	-1.40446	-0.08264	0.00640	-0.00628	-0.00792
100 16	0.04800	-2.27454	-0.11990	0.01338	-0.00873	-0.01775
100 17	0.03144	-1.45925	-0.08228	0.00828	-0.00554	-0.01140
100 18	-0.01790	-1.40857	-0.08260	0.00652	-0.00617	-0.00816
101 13	-0.09865	-1.34301	-0.05654	0.00171	-0.01080	-0.01026
101 14	0.04538	-2.09823	-0.08215	0.00388	-0.00815	-0.01458
101 15	-0.02287	-1.29753	-0.05608	-0.00002	-0.00607	-0.00707
101 16	0.04573	-2.09333	-0.08211	0.00369	-0.00800	-0.01474
101 17	0.03005	-1.34072	-0.05627	0.00212	-0.00509	-0.00952
101 18	-0.01738	-1.30066	-0.05610	0.00013	-0.00595	-0.00724
STĂLPI ȘIR III						
128 13	-0.06545	-1.24504	-0.02772	0.00549	0.00006	0.00844
128 14	0.05290	-1.84791	-0.04031	0.00444	0.00158	0.00999
128 15	-0.02232	-1.25656	-0.02780	0.00575	0.00103	0.00749
128 16	0.05202	-1.92212	-0.04073	0.00549	0.00192	0.01078
128 17	0.02506	-1.24667	-0.02803	0.00436	0.00091	0.00607
128 18	-0.01614	-1.26913	-0.02777	0.00603	0.00127	0.00777
129 13	-0.06519	-1.34506	-0.04921	-0.01588	0.00055	0.01015
129 14	0.05371	-1.95275	-0.07298	-0.03408	0.00221	0.01241
129 15	-0.02199	-1.34279	-0.04917	-0.01595	0.00135	0.00943
129 16	0.05308	-2.03189	-0.07339	-0.03290	0.00249	0.01351
129 17	0.02589	-1.30344	-0.05028	-0.02058	0.00103	0.00774
129 18	-0.01581	-1.35832	-0.04945	-0.01578	0.00125	0.00971
130 13	-0.07211	-1.60074	-0.05071	-0.01174	0.00095	0.00932
130 14	0.04913	-2.25201	-0.07598	-0.03356	0.00361	0.01447
130 15	-0.02934	-1.58856	-0.05066	-0.01195	0.00172	0.00896
130 16	0.04812	-2.36225	-0.07635	-0.03125	0.00371	0.01574
130 17	0.02395	-1.49247	-0.06737	-0.02354	0.00212	0.00971
130 18	-0.02368	-1.61122	-0.06596	-0.01399	0.00183	0.00901
131 13	-0.08721	-1.71126	-0.05110	-0.00998	-0.00009	0.00213
131 14	0.03680	-2.46373	-0.07629	-0.02851	0.00234	0.01046
131 15	-0.04582	-1.68570	-0.05093	-0.01027	0.00060	0.00147
131 16	0.03245	-2.60104	-0.07636	-0.02377	0.00239	0.00967
131 17	0.01548	-1.65216	-0.05211	-0.01508	0.00163	0.00667
131 18	-0.04073	-1.70313	-0.05118	-0.01004	0.00099	0.00127
132 13	-0.10094	-1.68194	-0.05165	-0.01283	0.00016	-0.00404
132 14	0.02177	-2.60732	-0.07661	-0.02391	0.00251	0.00481
132 15	-0.06216	-1.63737	-0.05128	-0.01303	0.00038	-0.00584
132 16	0.01449	-2.68914	-0.07678	-0.02186	0.00253	0.00224
132 17	0.00450	-1.72258	-0.05187	-0.01236	0.00150	0.00190
132 18	-0.05700	-1.65048	-0.05125	-0.01272	0.00042	-0.00591
133 13	-0.10228	-1.52456	-0.04077	-0.02089	-0.00335	-0.00204
133 14	0.01199	-2.58607	-0.06565	-0.02645	-0.00202	0.00230
133 15	-0.06888	-1.44137	-0.04073	-0.01997	-0.00249	-0.00672
133 16	0.00546	-2.61785	-0.06552	-0.02591	-0.00221	0.00059
133 17	-0.00137	-1.67986	-0.04397	-0.01473	-0.00156	0.00047
133 18	-0.06363	-1.45656	-0.04097	-0.01983	-0.00242	-0.00661
134 13	-0.09651	-1.49317	-0.04790	-0.02499	0.00086	0.00539
134 14	0.01376	-2.61438	-0.06444	-0.02609	0.00261	0.00768
134 15	-0.06775	-1.36720	-0.04602	-0.02408	0.00058	-0.00379
134 16	0.00797	-2.63639	-0.06478	-0.02571	0.00260	0.00670
134 17	0.00052	-1.68775	-0.04376	-0.01466	0.00171	0.00443
134 18	-0.06242	-1.38494	-0.04585	-0.02356	0.00067	-0.00356
135 13	-0.09802	-1.71751	-0.05246	-0.01409	-0.00259	0.00840
135 14	0.00656	-2.86408	-0.07738	-0.01825	-0.00161	0.00863
135 15	-0.06479	-1.27185	-0.05279	-0.03183	-0.00158	0.00068
135 16	0.00141	-2.87313	-0.07743	-0.01811	-0.00172	0.00805
135 17	-0.00356	-1.84276	-0.05230	-0.00967	-0.00117	0.00530

135 18	-0.05942	-1.29727	-0.05277	-0.03074	-0.00154	0.00101
136 13	-0.11185	-1.85159	-0.05206	-0.00858	-0.00241	0.00308
136 14	-0.01343	-2.96649	-0.07732	-0.01458	-0.00170	0.00113
136 15	-0.05999	-1.37453	-0.05232	-0.02611	-0.00148	0.00725
136 16	-0.01810	-2.96986	-0.07734	-0.01453	-0.00175	0.00087
136 17	-0.01611	-1.90573	-0.05223	-0.00731	-0.00113	0.00061
136 18	-0.05533	-1.40683	-0.05230	-0.02484	-0.00146	0.00713
137 13	-0.12901	-1.84580	-0.05183	-0.00816	-0.00386	-0.00447
137 14	-0.03652	-2.91208	-0.07688	-0.01521	-0.00372	-0.00847
137 15	-0.06722	-1.57153	-0.05129	-0.01519	-0.00220	0.00510
137 16	-0.04095	-2.91276	-0.07688	-0.01520	-0.00376	-0.00858
137 17	-0.03069	-1.86765	-0.05192	-0.00772	-0.00243	-0.00546
137 18	-0.06326	-1.59251	-0.05132	-0.01463	-0.00219	0.00454
138 13	-0.14541	-1.71777	-0.05156	-0.01066	-0.00475	-0.01138
138 14	-0.05953	-2.69330	-0.07637	-0.01950	-0.00492	-0.01804
138 15	-0.08455	-1.58450	-0.05107	-0.01310	-0.00277	-0.00419
138 16	-0.06387	-2.69263	-0.07637	-0.01951	-0.00496	-0.01812
138 17	-0.04531	-1.72796	-0.05160	-0.01049	-0.00320	-0.01155
138 18	-0.08059	-1.60449	-0.05110	-0.01289	-0.00277	-0.00467
139 13	-0.15257	-1.43950	-0.04965	-0.01476	-0.00419	-0.01120
139 14	-0.06858	-2.25383	-0.07348	-0.02595	-0.00414	-0.01774
139 15	-0.09516	-1.39204	-0.04948	-0.01551	-0.00215	-0.00786
139 16	-0.07399	-2.25173	-0.07347	-0.02599	-0.00417	-0.01786
139 17	-0.05190	-1.44582	-0.04974	-0.01465	-0.00268	-0.01151
139 18	-0.09097	-1.39609	-0.04950	-0.01544	-0.00217	-0.00812
140 13	-0.15202	-1.34260	-0.02843	0.00701	-0.00439	-0.00904
140 14	-0.06866	-2.09573	-0.04140	0.00924	-0.00393	-0.01448
140 15	-0.09581	-1.29687	-0.02809	0.00627	-0.00206	-0.00686
140 16	-0.07311	-2.09089	-0.04137	0.00917	-0.00396	-0.01464
140 17	-0.05141	-1.33985	-0.02836	0.00686	-0.00257	-0.00951
140 18	-0.09154	-1.29998	-0.02811	0.00631	-0.00208	-0.00705
141 13	-0.06487	-1.10781	-0.02394	0.03430	-0.00116	0.01797
141 14	0.04031	-1.65766	-0.03413	0.05039	0.00098	0.02478
141 15	-0.02898	-1.11718	-0.02401	0.03468	-0.00007	0.01713
141 16	0.03731	-1.72020	-0.03448	0.05282	0.00117	0.02527
141 17	0.01777	-1.11438	-0.02418	0.03385	0.00049	0.01490
141 18	-0.02456	-1.12730	-0.02397	0.03515	0.00022	0.01697
142 13	-0.06878	-1.29108	-0.04219	0.02884	-0.00042	0.01508
142 14	0.03432	-1.91565	-0.06136	0.03982	0.00214	0.02031
142 15	-0.03245	-1.28925	-0.04215	0.02877	0.00066	0.01457
142 16	0.03174	-1.98207	-0.06168	0.04245	0.00233	0.02113
142 17	0.01610	-1.27398	-0.04309	0.02584	0.00086	0.01369
142 18	-0.02599	-1.30337	-0.04242	0.02901	0.00054	0.01598
143 13	-0.07672	-1.50676	-0.04347	0.03661	-0.00012	0.00930
143 14	0.02357	-2.18658	-0.06388	0.04735	0.00310	0.01245
143 15	-0.04016	-1.49667	-0.04343	0.03619	0.00088	0.00900
143 16	0.02186	-2.27638	-0.06418	0.05122	0.00319	0.01397
143 17	0.00900	-1.47383	-0.05989	0.02453	0.00179	0.00850
143 18	-0.03540	-1.54145	-0.05875	0.03088	0.00102	0.00913
144 13	-0.08456	-1.59929	-0.04376	0.04026	-0.00113	0.00372
144 14	0.01962	-2.35664	-0.06410	0.05494	0.00206	0.00995
144 15	-0.04879	-1.57743	-0.04362	0.03945	-0.00020	0.00286
144 16	0.01508	-2.46104	-0.06416	0.06025	0.00203	0.00936
144 17	0.00398	-1.56797	-0.04461	0.03668	0.00147	0.00501
144 18	-0.04621	-1.59298	-0.04386	0.03976	0.00026	0.00133
145 13	-0.09811	-1.58443	-0.04419	0.03855	-0.00130	-0.00613
145 14	0.00562	-2.46703	-0.06436	0.06042	0.00178	-0.00011
145 15	-0.06209	-1.54509	-0.04389	0.03722	-0.00066	-0.00676
145 16	-0.00146	-2.53225	-0.06449	0.06341	0.00164	-0.00259
145 17	-0.00469	-1.61914	-0.04436	0.03985	0.00088	-0.00121
145 18	-0.05722	-1.55559	-0.04386	0.03771	-0.00063	-0.00653
146 13	-0.08192	-1.47565	-0.03325	0.03164	-0.00157	0.00680
146 14	0.02222	-2.45752	-0.05309	0.05930	-0.00018	0.01331
146 15	-0.05374	-1.39693	-0.03334	0.02958	-0.00111	0.00021
146 16	0.01693	-2.48384	-0.05296	0.06041	-0.00030	0.01225
146 17	0.00683	-1.58992	-0.03628	0.03807	-0.00025	0.00806
146 18	-0.04896	-1.40922	-0.03356	0.03012	-0.00105	0.00039
147 13	-0.09928	-1.46363	-0.03994	0.02972	-0.00050	-0.00571
147 14	-0.00100	-2.48161	-0.05196	0.06028	0.00070	-0.00345
147 15	-0.06928	-1.34696	-0.03828	0.02616	-0.00057	-0.01111
147 16	-0.00659	-2.49982	-0.05227	0.06103	0.00066	-0.00470
147 17	-0.00896	-1.59670	-0.03610	0.03837	0.00039	-0.00336
147 18	-0.06453	-1.36078	-0.03812	0.02684	-0.00051	-0.01095
148 13	-0.07945	-1.62183	-0.04487	0.03911	-0.00254	0.01022
148 14	0.01561	-2.67494	-0.06497	0.06953	-0.00069	0.01043
148 15	-0.05318	-1.29285	-0.04512	0.02111	-0.00174	0.00165
148 16	0.01131	-2.68251	-0.06502	0.06984	-0.00082	0.01016
148 17	0.00329	-1.71629	-0.04473	0.04413	-0.00062	0.00675
148 18	-0.04824	-1.31122	-0.04510	0.02218	-0.00164	0.00197
149 13	-0.09246	-1.72011	-0.04454	0.04463	-0.00291	0.00100
149 14	-0.00131	-2.75244	-0.06494	0.07353	-0.00126	-0.00137
149 15	-0.04860	-1.36216	-0.04475	0.02570	-0.00153	0.00558
149 16	-0.00548	-2.75524	-0.06496	0.07365	-0.00136	-0.00155
149 17	-0.00782	-1.76350	-0.04468	0.04662	-0.00093	-0.00103
149 18	-0.04420	-1.38606	-0.04473	0.02701	-0.00147	0.00551
150 13	-0.09986	-1.71297	-0.04434	0.04467	-0.00403	-0.00400
150 14	-0.01071	-2.70584	-0.06457	0.07184	-0.00282	-0.00754
150 15	-0.05096	-1.49513	-0.04391	0.03455	-0.00208	0.00416
150 16	-0.01472	-2.70640	-0.06457	0.07186	-0.00291	-0.00760
150 17	-0.01364	-1.73078	-0.04441	0.04545	-0.00193	-0.00484
150 18	-0.04720	-1.51169	-0.04394	0.03533	-0.00203	0.00363
151 13	-0.10956	-1.60794	-0.04416	0.04022	-0.00498	-0.01087
151 14	-0.02470	-2.52647	-0.06421	0.06423	-0.00413	-0.01741

151 15	-0.06373	-1.50715	-0.04376	0.03587	-0.00291	-0.00529
151 16	-0.02864	-2.52590	-0.06420	0.06421	-0.00421	-0.01743
151 17	-0.02245	-1.61636	-0.04419	0.04058	-0.00277	-0.01106
151 18	-0.05983	-1.51528	-0.04379	0.03623	-0.00287	-0.00570
152 13	-0.11711	-1.37151	-0.04252	0.03190	-0.00479	-0.01624
152 14	-0.03593	-2.15326	-0.06174	0.05100	-0.00375	-0.02541
152 15	-0.07583	-1.33201	-0.04239	0.03025	-0.00265	-0.01431
152 16	-0.04001	-2.15153	-0.06174	0.05093	-0.00383	-0.02554
152 17	-0.02989	-1.37683	-0.04260	0.03209	-0.00251	-0.01637
152 18	-0.07160	-1.33536	-0.04241	0.03039	-0.00262	-0.01446
153 13	-0.11943	-1.18961	-0.02454	0.03749	-0.00407	-0.01791
153 14	-0.04070	-1.86077	-0.03502	0.05905	-0.00260	-0.02888
153 15	-0.07947	-1.15150	-0.02425	0.03596	-0.00201	-0.01703
153 16	-0.04483	-1.85669	-0.03500	0.05889	-0.00268	-0.02905
153 17	-0.03300	-1.18767	-0.02447	0.03740	-0.00177	-0.01864
153 18	-0.07521	-1.15411	-0.02426	0.03607	-0.00197	-0.01715
rigle						
570 13	-0.10570	-1.22818	-0.12825	-0.01400	-0.02094	-0.00211
570 14	0.01338	-1.81688	-0.22258	-0.02301	-0.03670	-0.00695
570 15	-0.04949	-1.23984	-0.12745	-0.01401	-0.02103	-0.00426
570 16	0.01066	-1.89077	-0.22520	-0.02408	-0.03661	-0.00714
570 17	0.00341	-1.22771	-0.14046	-0.01541	-0.02314	-0.00501
570 18	-0.04429	-1.25251	-0.12689	-0.01409	-0.02073	-0.00418
571 13	-0.10560	-1.25883	-0.25142	-0.02063	-0.01840	0.00868
571 14	0.01346	-1.83441	-0.43915	-0.03591	-0.03264	0.00795
571 15	-0.04937	-1.26372	-0.25125	-0.02064	-0.01850	0.00806
571 16	0.01076	-1.91101	-0.44134	-0.03697	-0.03259	0.00869
571 17	0.00346	-1.23416	-0.27778	-0.02398	-0.02097	0.00415
571 18	-0.04417	-1.27819	-0.24939	-0.02070	-0.01846	0.00843
572 13	-0.10635	-1.29373	-0.34082	-0.02736	-0.00988	-0.00044
572 14	0.01191	-1.85881	-0.60211	-0.04899	-0.01915	-0.00430
572 15	-0.05015	-1.29142	-0.34109	-0.02738	-0.00991	-0.00266
572 16	0.00919	-1.93774	-0.60410	-0.05004	-0.01914	-0.00458
572 17	0.00245	-1.24389	-0.38610	-0.03268	-0.01365	-0.00367
572 18	-0.04495	-1.30703	-0.34107	-0.02742	-0.01064	-0.00278
573 13	-0.10785	-1.55036	-0.33973	-0.02944	0.00300	0.00172
573 14	0.00792	-2.14993	-0.65144	-0.05815	0.00361	-0.00122
573 15	-0.05161	-1.53815	-0.33979	-0.02932	0.00307	-0.00067
573 16	0.00529	-2.26123	-0.64668	-0.05868	0.00484	-0.00131
573 17	-0.00012	-1.42490	-0.44915	-0.03960	0.00294	-0.00142
573 18	-0.04639	-1.56022	-0.35973	-0.02886	0.00305	-0.00062
574 13	-0.10837	-1.66071	-0.34121	-0.03081	-0.00148	0.00204
574 14	0.00541	-2.36492	-0.63468	-0.05821	0.00091	-0.00149
574 15	-0.05177	-1.63539	-0.33952	-0.03035	-0.00127	-0.00036
574 16	0.00318	-2.50792	-0.60547	-0.05551	0.00099	-0.00136
574 17	-0.00155	-1.59308	-0.38791	-0.03616	0.00255	-0.00119
574 18	-0.04655	-1.65295	-0.33919	-0.03038	-0.00041	-0.00009
575 13	-0.10929	-1.62656	-0.36848	-0.03383	-0.00158	0.00297
575 14	0.00372	-2.51396	-0.60787	-0.05551	0.00051	-0.00082
575 15	-0.05196	-1.58306	-0.36190	-0.03258	-0.00130	0.00077
575 16	0.00178	-2.59724	-0.60056	-0.05545	-0.00069	-0.00056
575 17	-0.00238	-1.66674	-0.37113	-0.03459	-0.00027	-0.00097
575 18	-0.04682	-1.59631	-0.36113	-0.03265	-0.00153	0.00078
576 13	-0.11186	-1.45754	-0.41879	-0.03999	-0.00501	0.00114
576 14	0.00184	-2.48746	-0.62276	-0.05861	-0.00073	-0.00115
576 15	-0.05354	-1.37919	-0.39212	-0.03562	-0.00238	0.00009
576 16	-0.00029	-2.51929	-0.62250	-0.05894	-0.00078	-0.00090
576 17	-0.00352	-1.62013	-0.38246	-0.03659	-0.00044	-0.00107
576 18	-0.04850	-1.39457	-0.39143	-0.03566	-0.00225	0.00010
577 13	-0.11294	-1.44010	-0.45116	-0.04310	-0.00491	-0.00528
577 14	0.00118	-2.50379	-0.62494	-0.05861	0.00005	0.00428
577 15	-0.05440	-1.34118	-0.40833	-0.03742	-0.00306	-0.00965
577 16	-0.00109	-2.53113	-0.62498	-0.05889	-0.00000	0.00300
577 17	-0.00396	-1.62566	-0.38398	-0.03653	-0.00002	0.00167
577 18	-0.04939	-1.35804	-0.40678	-0.03736	-0.00290	-0.00930
578 13	-0.11417	-1.41720	-0.47070	-0.04640	-0.00082	0.00017
578 14	-0.00020	-2.51573	-0.62193	-0.05890	0.00096	-0.00210
578 15	-0.05540	-1.29845	-0.43110	-0.03941	-0.00453	-0.00115
578 16	-0.00251	-2.53774	-0.62227	-0.05914	0.00091	-0.00203
578 17	-0.00487	-1.62796	-0.38241	-0.03665	0.00056	-0.00178
578 18	-0.05041	-1.31670	-0.42833	-0.03924	-0.00429	-0.00114
579 13	-0.11720	-1.65830	-0.38997	-0.03686	0.00495	-0.00003
579 14	-0.00342	-2.77374	-0.59384	-0.05644	0.00191	-0.00292
579 15	-0.05908	-1.18897	-0.51313	-0.04953	-0.00139	-0.00217
579 16	-0.00592	-2.78276	-0.59411	-0.05657	0.00193	-0.00296
579 17	-0.00701	-1.78841	-0.36421	-0.03497	0.00127	-0.00235
579 18	-0.05411	-1.21594	-0.50494	-0.04858	-0.00115	-0.00220
580 13	-0.11835	-1.79934	-0.35239	-0.03354	0.00036	-0.00021
580 14	-0.00465	-2.88032	-0.57103	-0.05462	0.00040	-0.00210
580 15	-0.06238	-1.30084	-0.46424	-0.04376	0.00510	-0.00289
580 16	-0.00734	-2.88368	-0.57111	-0.05466	0.00041	-0.00223
580 17	-0.00785	-1.85418	-0.34886	-0.03369	0.00031	-0.00185
580 18	-0.05733	-1.33479	-0.45560	-0.04289	0.00488	-0.00290
581 13	-0.11857	-1.79443	-0.34704	-0.03290	0.00063	0.00104
581 14	-0.00506	-2.82632	-0.56797	-0.05376	0.00081	-0.00044
581 15	-0.06375	-1.51509	-0.37299	-0.03325	0.00389	-0.00309
581 16	-0.00789	-2.82699	-0.56797	-0.05377	0.00082	-0.00063
581 17	-0.00813	-1.81642	-0.34642	-0.03305	0.00050	-0.00082
581 18	-0.05864	-1.53653	-0.37068	-0.03318	0.00361	-0.00302
582 13	-0.11917	-1.66576	-0.35029	-0.03189	-0.00293	0.00137
582 14	-0.00616	-2.60638	-0.57368	-0.05206	-0.00466	-0.00003
582 15	-0.06355	-1.54173	-0.35342	-0.03098	-0.00252	-0.00266
582 16	-0.00906	-2.60570	-0.57367	-0.05205	-0.00466	-0.00025

582 17	-0.00879	-1.67595	-0.35033	-0.03200	-0.00288	-0.00054
582 18	-0.05846	-1.55181	-0.35302	-0.03104	-0.00255	-0.00256
583 13	-0.12130	-1.38739	-0.34638	-0.02901	0.01015	0.00316
583 14	-0.00950	-2.16681	-0.56714	-0.04744	0.01644	0.00308
583 15	-0.06365	-1.33997	-0.34559	-0.02842	0.01030	0.00020
583 16	-0.01243	-2.16470	-0.56718	-0.04743	0.01644	0.00284
583 17	-0.01083	-1.39371	-0.34640	-0.02906	0.01012	0.00138
583 18	-0.05866	-1.34403	-0.34558	-0.02846	0.01028	0.00025
584 13	-0.12233	-1.35483	-0.25512	-0.02204	0.01872	-0.00954
584 14	-0.01106	-2.11338	-0.41967	-0.03615	0.03023	-0.01454
584 15	-0.06392	-1.30743	-0.25407	-0.02146	0.01869	-0.00792
584 16	-0.01399	-2.10990	-0.41964	-0.03611	0.03025	-0.01476
584 17	-0.01179	-1.35633	-0.25563	-0.02213	0.01861	-0.00980
584 18	-0.05897	-1.31105	-0.25414	-0.02151	0.01868	-0.00806
585 13	-0.12220	-1.32558	-0.13009	-0.01519	0.02121	0.00466
585 14	-0.01089	-2.06597	-0.21765	-0.02503	0.03429	0.00561
585 15	-0.06382	-1.27991	-0.12923	-0.01461	0.02121	0.00202
585 16	-0.01382	-2.06114	-0.21752	-0.02497	0.03431	0.00539
585 17	-0.01168	-1.32263	-0.13128	-0.01532	0.02110	0.00295
585 18	-0.05886	-1.28300	-0.12937	-0.01466	0.02120	0.00205
STĂLPI ȘIR II						
654 13	-0.05110	-0.76859	-0.03455	0.04800	-0.00514	0.00439
654 14	-0.00054	-1.13008	-0.04352	0.07065	-0.00052	0.00133
654 15	-0.00590	-0.77480	-0.03467	0.04837	-0.00321	0.00379
654 16	0.00123	-1.16252	-0.04337	0.07295	-0.00047	0.00188
654 17	-0.00090	-0.74335	-0.02965	0.04656	0.00030	-0.00032
654 18	-0.00301	-0.78140	-0.03447	0.04886	-0.00322	0.00411
655 13	-0.04883	-0.82825	-0.05076	0.05113	-0.00707	0.00545
655 14	0.00163	-1.14756	-0.09932	0.06734	-0.00174	0.00255
655 15	-0.00338	-0.82783	-0.05068	0.05108	-0.00534	0.00497
655 16	0.00404	-1.18777	-0.10002	0.06995	-0.00218	0.00343
655 17	0.00100	-0.73974	-0.08095	0.04186	-0.00072	0.00079
655 18	-0.00011	-0.83943	-0.05123	0.05179	-0.00569	0.00547
656 13	-0.04891	-0.95200	-0.05512	0.05902	-0.00801	0.00486
656 14	0.00729	-1.23386	-0.16372	0.06586	-0.00500	0.00565
656 15	-0.00314	-0.94547	-0.05518	0.05861	-0.00651	0.00452
656 16	0.01155	-1.30281	-0.16143	0.07073	-0.00695	0.00742
656 17	0.00757	-0.79258	-0.15365	0.04028	-0.00454	0.00446
656 18	-0.00069	-0.96639	-0.06940	0.06160	-0.00634	0.00456
657 13	-0.05671	-1.00766	-0.05541	0.06231	-0.00400	-0.00014
657 14	0.00807	-1.36451	-0.14855	0.07572	-0.00529	0.00584
657 15	-0.01056	-0.99700	-0.05499	0.06165	-0.00288	-0.00035
657 16	0.00886	-1.46478	-0.10837	0.08717	-0.00519	0.00556
657 17	0.00776	-0.90745	-0.08698	0.05212	-0.00436	0.00445
657 18	-0.00893	-1.00964	-0.05547	0.06244	-0.00215	-0.00078
658 13	-0.07181	-0.92289	-0.05156	0.05893	0.00591	-0.00888
658 14	-0.00827	-1.42357	-0.07820	0.09044	0.00671	-0.00317
658 15	-0.02359	-0.91880	-0.05377	0.05809	0.00495	-0.00823
658 16	-0.01109	-1.48094	-0.07604	0.09455	0.00900	-0.00554
658 17	-0.00542	-0.94000	-0.05430	0.05970	0.00511	-0.00281
658 18	-0.02121	-0.92672	-0.05364	0.05864	0.00510	-0.00827
659 13	-0.06558	-0.69372	-0.06077	0.04765	0.00077	-0.00551
659 14	-0.00428	-1.27924	-0.06365	0.09147	0.00390	-0.00100
659 15	-0.02214	-0.69998	-0.04752	0.04907	0.00262	-0.00794
659 16	-0.00458	-1.29700	-0.06425	0.09271	0.00427	-0.00209
659 17	-0.00245	-0.82912	-0.04589	0.05901	0.00287	-0.00124
659 18	-0.01959	-0.70914	-0.04743	0.04978	0.00272	-0.00788
660 13	-0.05435	-0.65007	-0.15212	0.03163	-0.00575	0.00186
660 14	0.00693	-1.30556	-0.06389	0.09305	-0.00327	0.00594
660 15	-0.01995	-0.60412	-0.08266	0.03691	0.00155	-0.00589
660 16	0.00759	-1.31434	-0.06384	0.09379	-0.00341	0.00541
660 17	0.00516	-0.83994	-0.04537	0.05965	-0.00200	0.00347
660 18	-0.01781	-0.61359	-0.07889	0.03846	0.00198	-0.00605
661 13	-0.03695	-0.90109	-0.06220	0.05626	-0.01639	0.01173
661 14	0.01789	-1.58524	-0.07680	0.10164	-0.01127	0.01153
661 15	-0.00789	-0.56486	-0.23002	0.01197	-0.00407	0.00157
661 16	0.01899	-1.58908	-0.07683	0.10194	-0.01156	0.01134
661 17	0.01271	-1.01758	-0.05482	0.06500	-0.00744	0.00738
661 18	-0.00471	-0.56860	-0.21258	0.01606	-0.00438	0.00195
662 13	-0.05209	-1.05862	-0.05226	0.06613	-0.00526	0.00343
662 14	0.00115	-1.70945	-0.07624	0.10715	-0.00003	0.00165
662 15	0.00242	-0.67001	-0.16795	0.02633	-0.00901	0.00782
662 16	0.00227	-1.71104	-0.07624	0.10727	-0.00021	0.00154
662 17	0.00187	-1.09723	-0.05460	0.06849	-0.00011	0.00102
662 18	0.00579	-0.69337	-0.15661	0.02961	-0.00954	0.00826
663 13	-0.06016	-1.06888	-0.05483	0.06653	-0.00077	-0.00168
663 14	-0.00632	-1.68441	-0.07599	0.10560	0.00329	-0.00365
663 15	0.00048	-0.86825	-0.05698	0.05295	-0.00732	0.00679
663 16	-0.00516	-1.68474	-0.07600	0.10563	0.00315	-0.00372
663 17	-0.00294	-1.08048	-0.05440	0.06743	0.00206	-0.00238
663 18	0.00200	-0.88452	-0.05673	0.05406	-0.00657	0.00622
664 13	-0.06549	-0.99533	-0.05480	0.06218	0.00192	-0.00522
664 14	-0.01352	-1.55987	-0.07670	0.09798	0.00701	-0.00852
664 15	-0.01365	-0.92349	-0.05348	0.05738	0.00185	-0.00123
664 16	-0.01237	-1.55952	-0.07670	0.09796	0.00691	-0.00857
664 17	-0.00753	-1.00044	-0.05490	0.06254	0.00443	-0.00548
664 18	-0.01162	-0.92974	-0.05362	0.05778	0.00219	-0.00157
665 13	-0.06494	-0.86999	-0.05050	0.05396	0.00094	-0.00534
665 14	-0.01267	-1.36064	-0.07013	0.08488	0.00567	-0.00868
665 15	-0.01796	-0.84361	-0.05092	0.05211	0.00374	-0.00409
665 16	-0.01160	-1.35941	-0.07014	0.08480	0.00563	-0.00875
665 17	-0.00714	-0.87205	-0.05059	0.05413	0.00367	-0.00565
665 18	-0.01555	-0.84584	-0.05089	0.05227	0.00382	-0.00421

666 13	-0.06244	-0.81346	-0.03484	0.05102	-0.00106	-0.00413
666 14	-0.00909	-1.26764	-0.04824	0.07984	0.00285	-0.00695
666 15	-0.01611	-0.79612	-0.03452	0.04964	0.00192	-0.00331
666 16	-0.00805	-1.26541	-0.04822	0.07970	0.00284	-0.00704
666 17	-0.00492	-0.81096	-0.03466	0.05090	0.00192	-0.00458
666 18	-0.01366	-0.79725	-0.03453	0.04973	0.00198	-0.00341

HALIN1b

A5.1b

FORȚE NODALE ÎN STRUCTURA IDEALĂ, DIN CALCULUL DE ORD.I

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82
date : 10 Juil 1997
heure : 15 37 22

page 363

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE
Forces nodales (barre par barre)

cas 13 A 18

Elem	Cas	Noe	FX(daN)	FY(daN)	FZ(daN)	MX(daNcm)	MY(daNcm)	MZ(daNcm)
1	13	1	26860.87	53.00	7688.79	127.98	-12249930.00	35886.11
1	13	11	-26860.87	-53.00	-7688.79	-127.98	1239579.63	40011.23
1	14	1	27845.67	15.88	11504.25	33.59	-18402196.00	9666.22
1	14	11	-27845.67	-15.88	-11504.25	-33.59	1928112.75	13068.07
1	15	1	26951.48	20.91	7669.92	130.33	-12230361.00	19729.79
1	15	11	-26951.48	-20.91	-7669.92	-130.33	1247040.25	10206.35
1	16	1	27716.77	-1.61	11413.05	-64.21	-17897596.00	-6279.17
1	16	11	-27716.77	1.61	-11413.05	64.21	1554105.50	3976.59
1	17	1	17690.97	-13.68	7257.03	-139.07	-11049986.00	-17705.53
1	17	11	-17690.97	13.68	-7257.03	139.07	657921.06	-1877.72
1	18	1	26947.23	19.66	7642.80	130.46	-12171552.00	19155.10
1	18	11	-26947.23	-19.66	-7642.80	-130.46	1227069.25	8992.48
2	13	2	36715.19	54.11	9628.16	111.52	-14578201.00	35227.22
2	13	12	-36715.19	-54.11	-9628.16	-111.52	790676.88	42260.16
2	14	2	108214.23	18.31	17317.53	11.55	-21476894.00	9199.10
2	14	12	-108214.23	-18.31	-17317.53	-11.55	-3321804.00	17025.51
2	15	2	36672.41	19.05	9657.17	115.00	-14608314.00	17715.90
2	15	12	-36672.41	-19.05	-9657.17	-115.00	779253.69	9560.59
2	16	2	108176.31	0.90	15154.47	-78.88	-18894706.00	-6173.94
2	16	12	-117833.48	-0.90	-15154.47	78.88	-2806492.75	7464.57
2	17	2	94138.91	-10.05	10018.34	-142.63	-10766941.00	-16251.48
2	17	12	-94138.91	10.05	-10018.34	142.63	-3579324.50	1854.00
2	18	2	36668.43	17.68	9632.55	115.19	-14552257.00	17085.18
2	18	12	-36668.43	-17.68	-9632.55	-115.19	758446.31	8225.51
3	13	3	41044.77	32.34	10704.01	-70.20	-15853944.00	11466.27
3	13	13	-41044.77	-32.34	-10704.01	70.20	525800.88	34847.86
3	14	3	236640.83	-3.25	27683.91	-88.20	-25829198.00	-8479.31
3	14	13	-236640.83	3.25	-27683.91	88.20	-13814163.00	3822.70
3	15	3	40933.31	-2.07	10729.01	-68.35	-15941859.00	-5929.07
3	15	13	-40933.31	2.07	-10729.01	68.35	577911.56	2964.94
3	16	3	236758.64	-5.37	23079.58	-68.21	-21189632.00	-8392.19
3	16	13	-236758.64	5.37	-23079.58	68.21	-11860318.00	708.90
3	17	3	220637.50	-4.16	17393.98	-25.57	-12396771.00	-4795.25
3	17	13	-220637.50	4.16	-17393.98	25.57	-12511411.00	-1166.75
3	18	3	40938.66	-3.35	10708.37	-67.86	-15893224.00	-6496.94
3	18	13	-40938.66	3.35	-10708.37	67.86	558835.19	1696.79
4	13	4	39725.56	-18.95	5606.86	-447.72	-8986220.00	-40866.13
4	13	14	-39725.56	18.95	-5606.86	447.72	957198.00	13728.59
4	14	4	104825.83	-70.90	9565.65	-554.88	-12425630.00	-75356.34
4	14	14	-104825.83	70.90	-9565.65	554.88	-1272378.50	-26171.60
4	15	4	40277.51	-55.98	5022.51	-461.54	-8693666.00	-60785.75
4	15	14	-40277.51	55.98	-5022.51	461.54	1501432.63	-19383.68
4	16	4	104699.29	-63.97	8004.60	-463.89	-10610356.00	-65718.57
4	16	14	-104699.29	63.97	-8004.60	463.89	-852237.38	-25885.18
4	17	4	88457.80	-34.17	5448.04	-206.80	-5887090.50	-32588.52
4	17	14	-88457.80	34.17	-5448.04	206.80	-1914506.50	-16336.80
4	18	4	40266.02	-57.14	5021.43	-459.92	-8670922.00	-61215.27
4	18	14	-40266.02	57.14	-5021.43	459.92	1480230.38	-20613.87
5	13	676	126457.64	911.57	10418.10	46.30	1562029.25	158875.64
5	13	16	-126457.64	-911.57	-10418.10	-46.30	-7104457.50	326077.88
5	14	676	56608.87	748.35	4958.92	499.82	-5568654.00	210266.20
5	14	16	-56608.87	-748.35	-4958.92	-499.82	2930510.75	187853.94
5	15	676	41158.96	508.90	3246.74	335.02	-3744122.25	142980.48
5	15	16	-41158.96	-508.90	-3246.74	-335.02	2016857.75	127753.79
5	16	676	56405.90	734.81	5090.25	494.37	-5510447.00	206810.44
5	16	16	-56405.90	-734.81	-5090.25	-494.37	2802435.00	184106.95
5	17	676	39552.27	462.82	3593.26	313.61	-3429237.25	130166.72
5	17	16	-39552.27	-462.82	-3593.26	-313.61	1517620.75	116055.07
5	18	676	41152.58	506.50	3243.01	334.40	-3727906.00	142422.53
5	18	16	-41152.58	-506.50	-3243.01	-334.40	2002625.50	127035.37
6	13	677	283349.56	339.42	21427.92	-376.61	5785309.00	-538.48
6	13	17	-283349.56	-339.42	-21427.92	376.61	-17184960.00	181108.63
6	14	677	56871.09	-709.84	5308.26	-488.39	-5530468.00	-202380.39
6	14	17	-56871.09	709.84	-5308.26	488.39	2706474.25	-175255.53
6	15	677	41297.61	-476.60	3809.04	-330.86	-136005.75	-136005.56
6	15	17	-41297.61	476.60	-3809.04	330.86	1586793.38	-117543.23
6	16	677	56792.86	-707.74	5331.72	-486.99	-5481589.50	-201423.13
6	16	17	-56792.86	707.74	-5331.72	486.99	2645113.50	-175094.25
6	17	677	40349.25	-451.89	3640.78	-313.54	-3416238.75	-128632.50

6	17	17	-40349.25	451.89	-3640.78	313.54	1479346.50	-111774.02
6	18	677	41195.90	-475.74	3777.38	-329.29	-3609504.00	-135636.48
6	18	17	-41195.90	475.74	-3777.38	329.29	1599938.13	-117459.48
7	13	7	43287.11	42.29	112.84	-9.68	-1876083.75	18782.16
7	13	19	-43287.11	-42.29	-112.84	9.68	1714494.63	41777.71
7	14	7	54316.65	12.70	-2074.31	-1.14	-1741081.50	5920.92
7	14	19	-54316.65	-12.70	2074.31	1.14	4711490.50	12269.07
7	15	7	39306.02	11.64	-1208.84	-0.53	-1308490.38	5504.14
7	15	19	-39306.02	-11.64	1208.84	0.53	3039542.50	11169.20
7	16	7	54295.06	8.19	-2060.02	-1.44	-1748222.13	3715.93
7	16	19	-54295.06	-8.19	2060.02	1.44	4698175.50	8015.85
7	17	7	38208.50	3.85	-1174.94	-1.15	-1201364.75	1672.62
7	17	19	-38208.50	-3.85	1174.94	1.15	2883882.50	3838.12
7	18	7	39212.50	10.16	-1221.92	-0.52	-1295655.38	4796.83
7	18	19	-39212.50	-10.16	1221.92	0.52	3045440.25	9750.85
8	13	8	38302.06	93.33	4777.39	390.09	-8016167.50	72099.61
8	13	21	-38302.06	-93.33	-4777.39	-390.09	1174946.13	61548.23
8	14	8	55060.78	93.56	7167.07	608.05	-12329768.00	87849.53
8	14	21	-55060.78	-93.56	-7167.07	-608.05	2066521.13	46132.34
8	15	8	39538.90	68.88	4784.88	404.58	-8224320.50	61648.04
8	15	21	-39538.90	-68.88	-4784.88	-404.58	1372379.00	36983.24
8	16	8	55063.81	89.51	7172.40	608.54	-12338209.00	85950.32
8	16	21	-55063.81	-89.51	-7172.40	-608.54	2067333.75	42224.85
8	17	8	39281.37	56.66	4770.92	390.09	-7993830.00	54759.65
8	17	21	-39281.37	-56.66	-4770.92	-390.09	1161874.13	26382.79
8	18	8	39523.64	67.09	4782.30	403.58	-8207360.00	60726.23
8	18	21	-39523.64	-67.09	-4782.30	-403.58	1359102.38	35346.29
9	13	9	37812.79	40.73	8966.42	5.41	-13119351.00	18386.30
9	13	22	-37812.79	-40.73	-8966.42	-5.41	279442.00	39937.75
9	14	9	52248.30	11.12	13608.49	6.23	-20240312.00	3858.07
9	14	22	-52248.30	-11.12	-13608.49	-6.23	752950.13	12065.72
9	15	9	37804.70	13.40	9148.03	2.36	-13479063.00	5318.06
9	15	22	-37804.70	-13.40	-9148.03	-2.36	379085.03	13865.38
9	16	9	52266.70	6.89	13615.91	6.52	-20257552.00	1870.18
9	16	22	-52266.70	-6.89	-13615.91	-6.52	759561.44	8000.29
9	17	9	37792.48	3.25	8931.42	4.49	-13080901.00	667.87
9	17	22	-37792.48	-3.25	-8931.42	-4.49	291107.41	3979.15
9	18	9	37801.80	11.71	9133.30	2.59	-13451334.00	4539.54
9	18	22	-37801.80	-11.71	-9133.30	-2.59	372455.47	12229.93
10	13	10	26354.11	27.64	8036.35	-69.52	-12172093.00	6560.91
10	13	23	-26354.11	-27.64	-8036.35	69.52	664045.81	33022.77
10	14	10	35946.65	-4.97	12304.81	-113.71	-18777968.00	-12718.15
10	14	23	-35946.65	4.97	-12304.81	113.71	1157473.00	5598.99
10	15	10	26366.15	2.22	8177.81	-74.80	-12457543.00	-5741.21
10	15	23	-26366.15	-2.22	-8177.81	74.80	746912.44	8924.75
10	16	10	35932.23	-8.83	12314.30	-113.62	-18797440.00	-14541.43
10	16	23	-35932.23	8.83	-12314.30	113.62	1163363.38	1898.33
10	17	10	26236.70	-6.62	8010.67	-71.75	-12113016.00	-9694.34
10	17	23	-26236.70	6.62	-8010.67	71.75	641735.88	208.76
10	18	10	26359.62	0.73	8167.45	-74.40	-12435624.00	-6414.83
10	18	23	-26359.62	-0.73	-8167.45	74.40	739836.25	7458.39
RAMURA INFERIOARĂ ȘIR II								
24	13	115	34808.81	17.37	-7252.21	-39.89	11346728.00	-7894.43
24	13	654	-34808.81	-17.37	7252.21	39.89	-961560.94	32765.39
24	14	115	43846.90	7.85	-10625.55	-12.10	16665520.00	3575.53
24	14	654	-43846.90	-7.85	10625.55	12.10	-1449730.75	7663.18
24	15	115	34930.65	45.41	-7322.83	-34.44	11444114.00	19804.16
24	15	654	-34930.65	-45.41	7322.83	34.44	-957826.38	45218.04
24	16	115	43693.63	9.38	-10784.52	-17.04	17074172.00	4864.59
24	16	654	-43693.63	-9.38	10784.52	17.04	-1630742.75	8565.80
24	17	115	29868.30	-6.18	-6941.21	2.94	10939373.00	-3226.43
24	17	654	-29868.30	6.18	6941.21	-2.94	-999557.31	-5592.81
24	18	115	34732.18	49.40	-7342.80	-37.35	11521392.00	22625.05
24	18	654	-34732.18	-49.40	7342.80	37.35	-1006501.31	48114.20
26	13	116	51135.45	52.42	-8139.01	-49.43	12382151.00	9555.18
26	13	655	-51135.45	-52.42	8139.01	49.43	-727094.13	65507.91
26	14	116	100060.92	31.02	-13157.09	-23.17	18053204.00	15321.25
26	14	655	-100060.92	-31.02	13157.09	23.17	787742.25	29097.50
26	15	116	51057.97	84.00	-8144.18	-45.12	12380288.00	39025.09
26	15	655	-51057.97	-84.00	8144.18	45.12	-717816.75	81259.14
26	16	116	100769.65	41.53	-13481.55	-31.16	18620654.00	21102.01
26	16	655	-100769.65	-41.53	13481.55	31.16	684927.69	38365.43
26	17	116	81550.09	13.18	-9309.94	-7.19	12033039.00	6608.63
26	17	655	-81550.09	-13.18	9309.94	7.19	1298792.88	12269.69
26	18	116	51611.59	94.15	-8261.49	-49.67	12555286.00	44904.91
26	18	655	-51611.59	-94.15	8261.49	49.67	-724828.50	89916.80
26	13	117	55534.02	68.01	-9216.80	-44.10	14166108.00	16969.55
26	13	656	-55534.02	-68.01	9216.80	44.10	-967654.81	80414.47
26	14	117	164940.55	92.63	-17659.06	-51.32	21087572.00	46523.46
26	14	656	-164940.55	-92.63	17659.06	51.32	4200202.50	86121.65
26	15	117	55595.32	103.84	-9156.53	-41.06	14070334.00	48571.11
26	15	656	-55595.32	-103.84	9156.53	41.06	-958178.38	100130.71
26	16	117	162638.78	130.65	-18005.87	-67.32	21960464.00	66022.95
26	16	656	-162638.78	-130.65	18005.87	67.32	3823946.75	121073.77
26	17	117	154799.17	85.25	-12433.49	-40.51	14066034.00	43091.04
26	17	656	-154799.17	-85.25	12433.49	40.51	3738719.25	78989.16
26	18	117	69915.34	104.18	-8451.82	-41.39	13948603.00	49506.41
26	18	656	-69915.34	-104.18	8451.82	41.39	-1845598.63	99672.10

27	13	118	55823.99	-8.93	-9842.06	1.26	15035636.00	-22224.65
27	13	657	-55823.99	8.93	9842.06	-1.26	-941800.25	9432.53
27	14	118	149660.20	98.45	-17978.81	-53.02	22580508.00	49549.31
27	14	657	-149660.20	-98.45	17978.81	53.02	3185142.75	91431.85
27	15	118	55405.74	33.80	-9741.13	3.21	14878095.00	12789.83
27	15	657	-55405.74	-33.80	9741.13	-3.21	-928793.63	35615.08
27	16	118	109180.77	97.85	-16139.51	-50.51	22731238.00	49511.45
27	16	657	-109180.77	-97.85	16139.51	50.51	380543.25	90609.01
27	17	118	87627.60	82.52	-11010.58	-40.42	14565330.00	41848.04
27	17	657	-87627.60	-82.52	11010.58	40.42	1201820.00	76325.09
27	18	118	55885.26	23.77	-9858.28	7.04	15063690.00	8518.46
27	18	657	-55885.26	-23.77	9858.28	-7.04	-946626.81	25518.96
28	13	119	51946.64	-193.29	-8016.41	80.60	13294466.00	-115008.22
28	13	658	-51946.64	193.29	8016.41	-80.60	-1814970.25	-161782.56
28	14	119	78784.70	-122.17	-12610.90	28.75	20624160.00	-60934.40
28	14	658	-78784.70	122.17	12610.90	-28.75	-2565352.00	-114011.89
28	15	119	54173.90	-113.40	-8288.94	74.74	13382662.00	-61601.33
28	15	658	-54173.90	113.40	8288.94	-74.74	-1512905.75	-100784.44
28	16	119	76612.95	-163.97	-12869.27	50.28	21335960.00	-81781.13
28	16	658	-76612.95	163.97	12869.27	-50.28	-2907173.50	-153027.08
28	17	119	54703.04	-92.00	-8338.69	25.50	13623894.00	-45631.46
28	17	658	-54703.04	92.00	8338.69	-25.50	-1682884.38	-86116.31
28	18	119	54045.66	-112.76	-8337.03	75.02	13486830.00	-60542.16
28	18	658	-54045.66	112.76	8337.03	-75.02	-1548205.63	-100933.69
29	13	671	66974.43	-933.79	-12445.09	178.24	8112470.00	-207411.92
29	13	659	-66974.43	933.79	12445.09	-178.24	-1491684.63	-289361.75
29	14	671	73309.66	-606.29	-20610.07	48.64	15778875.00	-119556.24
29	14	659	-73309.66	606.29	20610.07	-48.64	-4814318.00	-202990.27
29	15	671	53712.69	-550.26	-11913.40	145.67	8411070.00	-105727.31
29	15	659	-53712.69	550.26	11913.40	-145.67	-2073142.75	-187009.28
29	16	671	74026.74	-659.62	-20916.10	66.60	15991032.00	-129802.73
29	16	659	-74026.74	659.62	20916.10	-66.60	-4863669.50	-221112.41
29	17	671	52892.27	-431.17	-13536.15	40.34	10164428.00	-84164.09
29	17	659	-52892.27	431.17	13536.15	-40.34	-2963195.25	-145219.78
29	18	671	53754.39	-528.02	-12025.57	139.35	8536481.00	-100020.79
29	18	659	-53754.39	528.02	12025.57	-139.35	-2138880.50	-180883.33
30	13	672	178826.81	200.39	-20110.46	-1.77	4642420.00	24777.69
30	13	660	-178826.81	-200.39	20110.46	1.77	6056345.50	81830.54
30	14	672	73767.73	570.22	-21234.67	-120.56	16033391.00	116294.54
30	14	660	-73767.73	-570.22	21234.67	120.56	-4736545.00	187062.70
30	15	672	96780.43	-318.88	-13814.25	95.57	6021809.50	-54920.19
30	15	660	-96780.43	318.88	13814.25	-95.57	1327373.50	-114723.03
30	16	672	73639.58	602.83	-21302.67	-116.35	16167446.00	123224.13
30	16	660	-73639.58	-602.83	21302.67	116.35	-4834423.50	197478.95
30	17	672	52359.61	370.38	-13797.51	-74.54	10267476.00	76630.60
30	17	660	-52359.61	-370.38	13797.51	74.54	-2927201.50	120412.13
30	18	672	92300.02	-347.33	-13397.29	94.75	6338063.00	-59129.60
30	18	660	-92300.02	347.33	13397.29	-94.75	789295.88	-125649.13
31	13	122	62664.01	222.80	-8513.69	-106.44	13308233.00	94648.23
31	13	661	-62664.01	-222.80	8513.69	106.44	-1116625.13	224404.84
31	14	122	77370.55	210.58	-13541.41	-104.68	22726818.00	106183.17
31	14	661	-77370.55	-210.58	13541.41	104.68	-3335523.75	195365.67
31	15	122	231743.59	57.03	-17851.50	-14.24	14316035.00	24721.13
31	15	661	-231743.59	-57.03	17851.50	14.24	11247312.00	56943.70
31	16	122	77399.20	216.87	-13549.76	-102.95	22770288.00	109532.56
31	16	661	-77399.20	-216.87	13549.76	102.95	-3367036.00	201018.70
31	17	122	55231.75	140.25	-8826.36	-66.96	14652510.00	70970.08
31	17	661	-55231.75	-140.25	8826.36	66.96	-2013162.63	129868.21
31	18	122	214165.50	66.35	-15816.76	-17.67	13383183.00	30179.56
31	18	661	-214165.50	-66.35	15816.76	17.67	9266419.00	64836.91
32	13	123	52647.52	18.05	-9982.27	-31.13	15625312.00	-7880.67
32	13	662	-52647.52	-18.05	9982.27	31.13	-1330696.13	33733.64
32	14	123	76805.86	1.95	-15921.57	-15.01	25137298.00	1294.76
32	14	662	-76805.86	-1.95	15921.57	15.01	-2337606.00	1502.46
32	15	123	169202.31	152.60	-14657.53	-70.94	13870166.00	73606.39
32	15	662	-169202.31	-152.60	14657.53	70.94	7119417.00	144910.19
32	16	123	76807.50	6.48	-15928.27	-13.96	25156746.00	3813.54
32	16	662	-76807.50	-6.48	15928.27	13.96	-2347464.00	5469.82
32	17	123	55012.44	4.22	-10375.97	-9.29	16209391.00	2607.46
32	17	662	-55012.44	-4.22	10375.97	9.29	-1351007.25	3439.41
32	18	123	157777.89	165.90	-13897.74	-74.97	13747199.00	81025.94
32	18	662	-157777.89	-165.90	13897.74	74.97	6154371.00	156547.34
33	13	124	55234.77	-67.08	-10211.03	15.29	15839825.00	-51072.76
33	13	663	-55234.77	67.08	10211.03	-15.29	-1217632.50	-44984.06
33	14	124	76562.84	-62.96	-15679.34	33.16	24764760.00	-32053.11
33	14	663	-76562.84	62.96	15679.34	-33.16	-2311952.50	-58102.14
33	15	124	57400.72	121.99	-8881.57	-61.65	13146944.00	58379.80
33	15	663	-57400.72	-121.99	8881.57	61.65	-428541.81	116307.17
33	16	124	76563.95	-59.14	-15679.92	33.73	24768414.00	-29865.76
33	16	663	-76563.95	59.14	15679.92	-33.73	-2314774.25	-54824.96
33	17	124	54810.38	-38.04	-10223.51	21.57	15964763.00	-19090.69
33	17	663	-54810.38	38.04	10223.51	-21.57	-1324696.88	-35385.25
33	18	124	57157.78	111.53	-8983.14	-56.43	13362263.00	53870.78
33	18	663	-57157.78	-111.53	8983.14	56.43	-498409.59	105842.80
34	13	125	55212.41	-118.81	-9382.79	47.42	14689881.00	-77452.34

34	13	664	-55212.41	118.81	9382.79	-47.42	-1253731.38	-92678.03
34	14	125	77270.51	-134.25	-14417.41	77.36	22884712.00	-68360.61
34	14	664	-77270.51	134.25	14417.41	-77.36	-2238977.25	-123878.78
34	15	125	53882.27	-48.75	-8874.09	11.20	13710049.00	-27594.54
34	15	664	-53882.27	48.75	8874.09	-11.20	-1002358.13	-42220.76
34	16	125	77274.22	-131.03	-14414.57	77.78	22879844.00	-66462.94
34	16	664	-77274.22	131.03	14414.57	-77.78	-2238173.75	-121174.12
34	17	125	55309.25	-83.42	-9411.94	49.74	14756256.00	-42206.11
34	17	664	-55309.25	83.42	9411.94	-49.74	-1278355.25	-77253.00
34	18	125	54017.60	-51.66	-8926.82	14.22	13799299.00	-28339.19
34	18	664	-54017.60	51.66	8926.82	-14.22	-1016092.88	-45635.81
36	13	126	50880.09	-101.82	-8410.24	48.46	12939770.00	-69172.19
36	13	665	-50880.09	101.82	8410.24	-48.46	-896299.63	-76636.62
36	14	126	70650.03	-110.84	-12894.55	78.78	20113860.00	-56920.44
36	14	665	-70650.03	110.84	12894.55	-78.78	-1648873.00	-101797.10
36	15	126	51303.07	-85.92	-8268.34	37.15	12601427.00	-46701.98
36	15	665	-51303.07	85.92	8268.34	-37.15	-761164.38	-76334.14
36	16	126	70661.86	-108.72	-12883.24	79.44	20095896.00	-55568.48
36	16	665	-70661.86	108.72	12883.24	-79.44	-1647092.13	-100119.03
36	17	126	50970.20	-70.30	-8409.68	51.31	12960688.00	-35817.07
36	17	665	-50970.20	70.30	8409.68	-51.31	-918031.75	-64851.76
36	18	126	51271.61	-83.97	-8280.06	38.26	12629911.00	-45005.53
36	18	665	-51271.61	83.97	8280.06	-38.26	-772858.94	-75235.39
36	13	127	35095.85	-65.31	-7558.79	37.48	11953393.00	-50949.73
36	13	666	-35095.85	65.31	7558.79	-37.48	-1129200.63	-42570.92
36	14	127	48603.22	-59.31	-11600.41	63.06	18542124.00	-31187.52
36	14	666	-48603.22	59.31	11600.41	-63.06	-1930343.50	-53740.09
36	15	127	34779.47	-53.23	-7558.65	30.03	11775472.00	-30508.93
36	15	666	-34779.47	53.23	7558.65	-30.03	-951489.38	-45709.91
36	16	127	48583.91	-57.73	-11581.34	63.88	18510128.00	-30105.29
36	16	666	-48583.91	57.73	11581.34	-63.88	-1925650.00	-52565.63
36	17	127	34923.34	-38.33	-7518.45	41.61	11908473.00	-19851.27
36	17	666	-34923.34	38.33	7518.45	-41.61	-1142051.25	-35030.27
36	18	127	34790.78	-51.01	-7556.55	30.91	11786032.00	-28673.96
36	18	666	-34790.78	51.01	7556.55	-30.91	-965052.63	-44372.00
RAM.	INFER.		ŞIR III					
63	13	141	8287.89	-10.05	1342.75	-43.28	-791329.81	-6974.44
63	13	154	-8287.89	10.05	-1342.75	43.28	-1293952.38	-8635.50
63	14	141	11815.09	5.53	2035.83	-59.68	-1211667.75	3595.64
63	14	154	-11815.09	-5.53	-2035.83	59.68	-1949970.88	4996.61
63	15	141	8311.08	-5.73	1351.51	-41.24	-795340.94	-4397.41
63	15	154	-8311.08	5.73	-1351.51	41.24	-1303554.88	-4498.36
63	16	141	11934.26	4.39	2097.56	-60.86	-1241778.75	2575.61
63	16	154	-11934.26	-4.39	-2097.56	60.86	-2015737.75	4248.57
63	17	141	8371.04	2.29	1369.29	-35.89	-815258.31	1426.95
63	17	154	-8371.04	-2.29	-1369.29	35.89	-1311244.25	2123.76
63	18	141	8296.12	-5.62	1359.53	-40.86	-798169.56	-4520.62
63	18	154	-8296.12	5.62	-1359.53	40.86	-1313176.25	-4209.68
64	13	142	14603.19	-12.88	1880.08	-36.32	-1248579.13	-9699.69
64	13	155	-14603.19	12.88	-1880.08	36.32	-1671182.50	-10307.96
64	14	142	21239.65	1.09	2873.90	-48.90	-1939887.38	-691.21
64	14	155	-21239.65	-1.09	-2873.90	48.90	-2523278.75	2377.96
64	15	142	14591.82	-8.45	1878.22	-35.09	-1247637.25	-7029.71
64	15	155	-14591.82	8.45	-1878.22	35.09	-1669230.50	-6090.18
64	16	142	21352.08	0.04	2938.17	-50.89	-1970529.38	-1643.45
64	16	155	-21352.08	-0.04	-2938.17	50.89	-2592452.75	1697.30
64	17	142	14918.14	0.91	1929.23	-32.98	-1308708.50	93.90
64	17	155	-14918.14	-0.91	-1929.23	32.98	-1687378.38	1325.00
64	18	142	14683.19	-6.82	1901.10	-38.48	-1263696.75	-5687.36
64	18	155	-14683.19	6.82	-1901.10	38.48	-1688705.25	-4905.84
66	13	143	15048.60	-15.35	2110.79	-22.41	-1370847.00	-11835.99
66	13	156	-15048.60	15.35	-2110.79	22.41	-1907205.50	-12006.71
66	14	143	22114.15	-3.77	3226.34	-29.99	-2158326.25	-5146.26
66	14	156	-22114.15	3.77	-3226.34	29.99	-2852181.50	-702.42
66	15	143	15034.70	-10.66	2101.45	-21.68	-1366637.00	-8912.77
66	15	156	-15034.70	10.66	-2101.45	21.68	-1896920.13	-7643.78
66	16	143	22217.35	-4.36	3304.63	-33.65	-2190832.00	-5671.25
66	16	156	-22217.35	4.36	-3304.63	33.65	-2941255.25	-1100.97
66	17	143	20731.51	-3.12	2383.90	-20.48	-1671413.88	-3705.65
66	17	156	-20731.51	3.12	-2383.90	20.48	-2030781.13	-1138.74
66	18	143	20338.03	-10.06	2345.28	-21.98	-1594873.38	-8541.15
66	18	156	-20338.03	10.06	-2345.28	21.98	-2047348.50	-7079.92
66	13	144	15149.16	-14.16	2200.72	-8.97	-1413937.13	-10184.58
66	13	157	-15149.16	14.16	-2200.72	8.97	-2003776.88	-11803.14
66	14	144	22190.96	-1.69	3366.83	-23.96	-2211845.25	-2786.43
66	14	157	-22190.96	1.69	-3366.83	23.96	-3016840.50	164.01
66	15	144	15101.41	-9.43	2177.98	-6.88	-1402215.75	-7177.40
66	15	157	-15101.41	9.43	-2177.98	6.88	-1980192.25	-7460.91
66	16	144	22211.10	-2.53	3434.54	-22.53	-2225512.75	-3416.60
66	16	157	-22211.10	2.53	-3434.54	22.53	-3108329.00	-511.64
66	17	144	15443.07	-3.26	2236.44	-12.06	-1467845.25	-3589.89
66	17	157	-15443.07	3.26	-2236.44	12.06	-2005338.75	-1478.94
66	18	144	15182.76	-10.17	2201.61	-3.21	-1418276.88	-8087.80
66	18	157	-15182.76	10.17	-2201.61	3.21	-2000826.75	-7711.04
67	13	145	15297.71	-16.46	2217.93	14.76	-1439790.50	-11847.45
67	13	158	-15297.71	16.46	-2217.93	-14.76	-2004653.63	-13709.39
67	14	145	22279.18	-3.77	3442.25	0.27	-2230252.75	-4201.97

67	14	158	-22279.18	3.77	-3442.25	-0.27	-3115558.00	-1654.72
67	15	145	15194.21	-10.85	2173.32	16.28	-1414873.88	-7950.31
67	15	158	-15194.21	10.85	-2173.32	-16.28	-1960298.75	-8902.28
67	16	145	22325.97	-4.85	3493.80	6.24	-2248369.25	-4948.82
67	16	158	-22325.97	4.85	-3493.80	-6.24	-3177495.00	-2589.98
67	17	145	15357.55	-3.39	2253.57	2.92	-1457921.63	-3259.64
67	17	158	-15357.55	3.39	-2253.57	-2.92	-2041864.13	-2001.86
67	18	145	15181.31	-9.95	2181.37	15.73	-1417530.88	-7271.88
67	18	158	-15181.31	9.95	-2181.37	-15.73	-1970137.63	-8178.54
68	13	146	14428.59	44.27	2193.61	-30.68	-1468478.63	13185.86
68	13	668	-14428.59	-44.27	-2193.61	30.68	36048.66	15722.35
68	14	146	22130.40	31.60	3465.87	-58.35	-2251700.00	11395.19
68	14	668	-22130.40	-31.60	-3465.87	58.35	-11513.04	9241.57
68	15	146	14277.19	34.65	2087.04	-1.88	-1400918.75	10565.85
68	15	668	-14277.19	-34.65	-2087.04	1.88	36085.13	12062.86
68	16	146	22110.70	33.76	3489.75	-54.02	-2262119.25	12065.68
68	16	668	-22110.70	-33.76	-3489.75	54.02	-16687.10	9979.54
68	17	146	15170.66	23.33	2250.71	-36.54	-1465495.75	8188.05
68	17	668	-15170.66	-23.33	-2250.71	36.54	-4220.49	7048.42
68	18	146	14344.88	33.81	2097.51	-2.68	-1405077.88	10399.71
68	18	668	-14344.88	-33.81	-2097.51	2.68	35407.08	11677.76
69	13	147	16195.07	-14.41	2222.92	24.28	-1505273.13	-8238.53
69	13	667	-16195.07	14.41	-2222.92	-24.28	53703.38	-1167.95
69	14	147	21774.67	-38.35	3488.70	12.66	-2262205.25	-13513.13
69	14	667	-21774.67	38.35	-3488.70	-12.66	-15913.55	-11527.13
69	15	147	15649.20	-11.36	2079.45	47.18	-1420168.75	-5754.86
69	15	667	-15649.20	11.36	-2079.45	-47.18	62290.92	-1660.25
69	16	147	21877.06	-38.09	3505.46	18.00	-2269668.25	-13600.75
69	16	667	-21877.06	38.09	-3505.46	-18.00	-19395.57	-11273.10
69	17	147	15077.24	-24.81	2256.41	12.58	-1467687.13	-9012.84
69	17	667	-15077.24	24.81	-2256.41	-12.58	-5748.94	-7186.96
69	18	147	15608.66	-12.29	2089.22	46.44	-1422787.25	-5952.33
69	18	667	-15608.66	12.29	-2089.22	-46.44	58523.95	-2075.49
70	13	148	15532.87	-9.21	2280.14	-24.61	-1483976.13	-5331.82
70	13	161	-15532.87	9.21	-2280.14	24.61	-2057077.75	-8970.77
70	14	148	22492.24	5.10	3618.50	-25.13	-2300344.25	4458.99
70	14	161	-22492.24	-5.10	-3618.50	25.13	-3319191.75	3468.28
70	15	148	15617.72	-6.04	2102.76	-3.96	-1478169.50	-3440.60
70	15	161	-15617.72	6.04	-2102.76	3.96	-1787410.00	-5940.45
70	16	148	22506.84	4.59	3625.63	-24.48	-2303634.00	4153.89
70	16	161	-22506.84	-4.59	-3625.63	24.48	-3326972.50	2974.39
70	17	148	15482.43	2.38	2335.28	-16.26	-1490005.13	2290.45
70	17	161	-15482.43	-2.38	-2335.28	16.26	-2136680.00	1406.44
70	18	148	15612.25	-5.31	2110.73	-4.75	-1476487.75	-2941.89
70	18	161	-15612.25	5.31	-2110.73	4.75	-1801467.50	-5299.45
71	13	149	15417.60	-10.83	2329.18	-2.41	-1481622.38	-6323.37
71	13	162	-15417.60	10.83	-2329.18	2.41	-2135591.50	-10498.81
71	14	149	22480.82	3.23	3667.21	3.30	-2308877.75	3408.75
71	14	162	-22480.82	-3.23	-3667.21	-3.30	-3386293.75	1600.54
71	15	149	15490.68	-5.68	2117.48	-13.44	-1455938.50	-3312.67
71	15	162	-15490.68	5.68	-2117.48	13.44	-1832499.50	-5512.96
71	16	149	22485.64	2.64	3669.83	3.73	-2310075.25	3023.71
71	16	162	-22485.64	-2.64	-3669.83	-3.73	-3389169.00	1077.18
71	17	149	15465.30	0.99	2363.48	2.49	-1493679.75	1438.46
71	17	162	-15465.30	-0.99	-2363.48	-2.49	-2176802.75	98.63
71	18	149	15484.46	-4.97	2130.41	-13.28	-1456410.63	-2810.69
71	18	162	-15484.46	4.97	-2130.41	13.28	-1852109.50	-4913.18
72	13	150	15349.95	-9.26	2313.34	9.63	-1469085.75	-4299.97
72	13	163	-15349.95	9.26	-2313.34	-9.63	-2123534.25	-10074.68
72	14	150	22351.94	5.63	3617.82	18.16	-2282932.00	6397.07
72	14	163	-22351.94	-5.63	-3617.82	-18.16	-3335536.50	2348.52
72	15	150	15201.78	-4.65	2144.69	-10.02	-1412231.00	-2122.62
72	15	163	-15201.78	4.65	-2144.69	10.02	-1918468.13	-5105.74
72	16	150	22352.96	5.05	3618.29	18.31	-2283125.00	6002.98
72	16	163	-22352.96	-5.05	-3618.29	-18.31	-3336084.50	1833.60
72	17	150	15374.34	2.56	2328.39	11.66	-1475035.25	3369.09
72	17	163	-15374.34	-2.56	-2328.39	-11.66	-2140946.00	602.17
72	18	150	15210.65	-4.02	2157.22	-8.73	-1416254.75	-1665.37
72	18	163	-15210.65	4.02	-2157.22	8.73	-1933907.88	-4578.42
73	13	151	15285.93	-8.60	2219.71	26.18	-1428922.88	-3102.49
73	13	164	-15285.93	8.60	-2219.71	-26.18	-2018280.50	-10246.04
73	14	151	22226.46	6.39	3458.57	41.93	-2215020.00	7918.86
73	14	164	-22226.46	-6.39	-3458.57	-41.93	-3156137.75	1999.27
73	15	151	15148.28	-4.98	2132.39	12.74	-1393006.25	-1780.54
73	15	164	-15148.28	4.98	-2132.39	-12.74	-1918602.00	-5948.17
73	16	151	22225.48	5.81	3458.03	41.97	-2214767.75	7527.23
73	16	164	-22225.48	-5.81	-3458.03	-41.97	-3155552.50	1490.73
73	17	151	15298.17	3.08	2227.32	26.64	-1432247.25	4378.83
73	17	164	-15298.17	-3.08	-2227.32	-26.64	-2026777.38	407.53
73	18	151	15158.12	-4.29	2139.29	13.73	-1395756.38	-1276.94
73	18	164	-15158.12	4.29	-2139.29	-13.73	-1926564.00	-5386.32
74	13	152	14720.07	-10.66	1961.54	39.11	-1289438.25	-4845.05
74	13	165	-14720.07	10.66	-1961.54	-39.11	-1756832.13	-11715.93
74	14	152	21374.17	3.05	3053.51	61.19	-1997401.88	5062.13
74	14	165	-21374.17	-3.05	-3053.51	-61.19	-2744703.00	-320.37
74	15	152	14675.54	-8.15	1925.84	34.46	-1273834.13	-4427.99

74	15	165	-14675.54	8.15	-1925.84	-34.46	-1716994.25	-8231.68
74	16	152	21371.51	2.43	3051.98	61.50	-1996748.25	4631.39
74	16	165	-21371.51	-2.43	-3051.98	-61.50	-2742975.25	-859.73
74	17	152	14747.71	0.85	1967.24	39.43	-1292463.00	2456.55
74	17	165	-14747.71	-0.85	-1967.24	-39.43	-1762655.25	-1143.77
74	18	152	14680.65	-7.39	1928.86	34.83	-1275147.38	-3860.30
74	18	165	-14680.65	7.39	-1928.86	-34.83	-1720368.75	-7812.21
76	13	153	8493.34	-13.13	1423.36	43.12	-830576.50	-7274.84
76	13	166	-8493.34	13.13	-1423.36	-43.12	-1379899.13	-13115.22
76	14	153	12121.88	-1.11	2214.95	69.56	-1287317.75	1003.30
76	14	166	-12121.88	1.11	-2214.95	-69.56	-2152495.00	-2728.35
76	15	153	8394.65	-10.67	1387.03	41.01	-813566.19	-6844.29
76	15	166	-8394.65	10.67	-1387.03	-41.01	-1340494.25	-9728.92
76	16	153	12115.40	-1.74	2210.83	69.96	-1285263.00	566.55
76	16	166	-12115.40	1.74	-2210.83	-69.96	-2148158.25	-3274.34
76	17	153	8470.09	-1.85	1422.01	44.88	-830229.50	-174.33
76	17	166	-8470.09	1.85	-1422.01	-44.88	-1378155.88	-2705.60
76	18	153	8399.71	-9.92	1389.53	41.31	-814739.00	-6290.53
76	18	166	-8399.71	9.92	-1389.53	-41.31	-1343200.38	-9113.64
1445	13	160	17643.88	-489.97	-2225.05	9.53	1948500.25	-246898.14
1445	13	667	-17643.88	489.97	2225.05	-9.53	54044.75	-194076.63
1445	14	160	22203.13	63.30	-3492.12	8.02	3158351.75	29738.97
1445	14	667	-22203.13	-63.30	3492.12	-8.02	-15442.75	27228.07
1445	15	160	16774.61	-330.02	-2081.36	18.64	1810639.88	-166668.31
1445	15	667	-16774.61	330.02	2081.36	-18.64	62585.36	-130350.70
1445	16	160	22364.71	33.95	-3508.89	10.09	3176939.50	14996.10
1445	16	667	-22364.71	-33.95	3508.89	-10.09	-18939.02	15559.20
1445	17	160	15480.22	-2.46	-2258.63	7.53	2038216.25	-2548.64
1445	17	667	-15480.22	2.46	2258.63	-7.53	-5453.24	335.08
1445	18	160	16676.48	-304.10	-2091.16	18.43	1823222.88	-153683.09
1445	18	667	-16676.48	304.10	2091.16	-18.43	58816.25	-120003.52
1446	13	159	13683.99	-502.45	-2195.86	-9.38	1939900.25	-249835.39
1446	13	668	-13683.99	502.45	2195.86	9.38	36376.70	-202368.19
1446	14	159	22808.30	49.04	-3469.21	-20.22	3133402.75	26697.50
1446	14	668	-22808.30	-49.04	3469.21	20.22	-11111.06	17439.54
1446	15	159	13922.45	-339.26	-2089.22	0.77	1841837.38	-168583.63
1446	15	668	-13922.45	339.26	2089.22	-0.77	38458.38	-136751.25
1446	16	159	22716.68	19.19	-3493.13	-18.28	3160100.25	11792.25
1446	16	668	-22716.68	-19.19	3493.13	18.28	-16281.26	5477.31
1446	17	159	15541.87	-12.16	-2252.91	-10.91	2031574.50	-4594.93
1446	17	668	-15541.87	12.16	2252.91	10.91	-3953.00	-6346.88
1446	18	159	14047.14	-313.37	-2099.69	0.52	1853947.25	-155608.14
1446	18	668	-14047.14	313.37	2099.69	-0.52	35776.18	-126421.99
1447	13	120	74240.60	1238.20	-12446.38	-35.39	19314720.00	-277377.81
1447	13	671	-74240.60	-1238.20	12446.38	35.39	-8112975.00	1391753.00
1447	14	120	75357.06	293.95	-20611.14	-19.65	34330928.00	127387.55
1447	14	671	-75357.06	-293.95	20611.14	19.65	-15780902.00	137170.38
1447	15	120	57027.25	438.40	-11914.84	39.24	19135128.00	-127001.23
1447	15	671	-57027.25	-438.40	11914.84	-39.24	-8411774.00	521563.88
1447	16	120	76049.98	276.13	-20917.18	-12.71	34818500.00	121257.59
1447	16	671	-76049.98	-276.13	20917.18	12.71	-15993046.00	127263.16
1447	17	120	54292.75	184.77	-13536.86	-8.09	22348882.00	84797.49
1447	17	671	-54292.75	-184.77	13536.86	8.09	-10165705.00	81493.86
1447	18	120	56815.42	377.69	-12026.99	43.21	19361514.00	-121996.94
1447	18	671	-56815.42	-377.69	12026.99	-43.21	-8537226.00	461918.47
1448	13	121	177343.97	700.15	-20110.71	-35.43	22742488.00	-519030.22
1448	13	672	-177343.97	-700.15	20110.71	35.43	-4642855.00	1149162.38
1448	14	121	75512.05	-140.61	-21235.97	-19.86	35147672.00	-48548.24
1448	14	672	-75512.05	140.61	21235.97	19.86	-16035299.00	-78000.40
1448	15	121	96662.23	217.10	-13814.61	39.19	18455952.00	-244185.97
1448	15	672	-96662.23	-217.10	13814.61	-39.19	-6022804.50	439576.69
1448	16	121	75489.90	-179.71	-21303.91	-12.92	35342900.00	-61055.98
1448	16	672	-75489.90	179.71	21303.91	12.92	-16169382.00	-100684.39
1448	17	121	53641.98	-116.74	-13798.32	-8.22	22687190.00	-38398.67
1448	17	672	-53641.98	116.74	13798.32	8.22	-10268702.00	-66662.71
1448	18	121	92315.56	172.50	-13397.68	43.16	18397022.00	-233126.36
1448	18	672	-92315.56	-172.50	13397.68	-43.16	-6339113.00	388375.38
1460	13	6	280241.13	2493.82	21428.52	174.29	-13499919.00	964158.94
1460	13	677	-280241.13	-2493.82	-21428.52	-174.29	-5785750.00	1280276.13
1460	14	6	56129.76	170.92	5310.18	12.34	-10310804.00	60400.97
1460	14	677	-56129.76	-170.92	-5310.18	-12.34	5531640.00	93425.91
1460	15	6	40807.54	128.16	3810.32	14.98	-7043261.50	46887.98
1460	15	677	-40807.54	-128.16	-3810.32	-14.98	3613977.50	68460.05
1460	16	6	56093.33	154.23	5333.64	8.28	-10283029.00	52490.07
1460	16	677	-56093.33	-154.23	-5333.64	-8.28	5482754.50	86313.56
1460	17	6	39975.48	87.71	3642.02	0.99	-6694787.50	27709.99
1460	17	677	-39975.48	-87.71	-3642.02	-0.99	3416974.00	51226.60
1460	18	6	40711.12	126.45	3778.66	14.67	-7011069.00	46246.89
1460	18	677	-40711.12	-126.45	-3778.66	-14.67	3610278.50	67558.35

ANEXA A 5.2

HANELIN I – deplasări și forțe nodale în structura ideală a H.C.A. - calcul de ordinul II -

HANELIN1a

A5.2a

DEPLASĂRILE NODURILOR STRUCTURII IDEALE, DIN CALCULUL DE ORD. II

ROBOT 5.70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82 page 24
date : 10 Juil 1997
heure : 16 01 32
HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE
Déplacements des noeuds - cas actifs: 13 A 18

Noe	Cas	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Deg)	RY (Deg)	RZ (Deg)
11	13	-0.08009	0.56544	-0.01810	-0.03588	-0.00411	-0.00777
11	14	0.01535	0.85384	-0.01877	-0.05430	0.00140	-0.00257
11	15	-0.01559	0.56748	-0.01815	-0.03607	-0.00016	-0.00797
11	16	0.00575	0.82304	-0.01867	-0.05195	0.00109	0.00319
11	17	-0.00686	0.50047	-0.01188	-0.03122	0.00019	0.00785
11	18	-0.01120	0.56427	-0.01815	-0.03585	0.00009	-0.00798
12	13	-0.08046	0.65928	-0.02560	-0.04112	-0.00415	-0.00759
12	14	0.01571	0.88591	-0.07432	-0.04996	0.00131	-0.00277
12	15	-0.01540	0.66512	-0.02572	-0.04159	-0.00012	-0.00809
12	16	0.00682	0.78609	-0.07429	-0.04459	0.00106	0.00262
12	17	-0.00566	0.40692	-0.06440	-0.02046	0.00015	0.00721
12	18	-0.01099	0.66208	-0.02572	-0.04138	0.00013	-0.00811
13	13	-0.08456	0.78994	-0.02438	-0.04984	-0.00420	-0.00553
13	14	0.03315	0.99942	-0.15403	-0.04580	0.00277	-0.01190
13	15	-0.01580	0.82053	-0.02385	-0.05222	0.00003	-0.00794
13	16	0.03563	0.83785	-0.15411	-0.03851	0.00302	-0.01244
13	17	0.02379	0.37333	-0.14479	-0.00863	0.00208	-0.00819
13	18	-0.01144	0.81767	-0.02384	-0.05202	0.00028	-0.00793
14	13	-0.08477	0.88376	-0.04011	-0.05209	-0.00519	-0.00552
14	14	0.05648	1.36217	-0.09186	-0.07848	0.00234	-0.02410
14	15	-0.00775	0.99750	-0.04210	-0.06056	-0.00070	-0.01221
14	16	0.06516	1.26616	-0.09185	-0.07329	0.00289	-0.02790
14	17	0.04951	0.70861	-0.07504	-0.03873	0.00225	-0.02165
14	18	-0.00346	0.99405	-0.04212	-0.06034	-0.00046	-0.01216
15	13	-0.11296	0.90233	-0.21863	-0.04673	0.00044	0.00910
15	14	0.00824	1.67602	-0.37656	-0.10153	0.00316	0.00101
15	15	-0.03728	1.14960	-0.26180	-0.07213	0.00193	0.00313
15	16	0.01339	1.63419	-0.37613	-0.09837	0.00335	-0.00096
15	17	0.01297	0.99971	-0.26480	-0.05704	0.00279	-0.00264
15	18	-0.03276	1.14586	-0.26314	-0.07209	0.00189	0.00306
16	13	-0.10727	0.64195	-0.08344	-0.02977	-0.00965	0.00566
16	14	-0.00030	1.44950	-0.05597	-0.09144	0.00043	0.00497
16	15	-0.04686	0.93972	-0.02518	-0.06016	-0.00423	0.00776
16	16	0.00230	1.43260	-0.05607	-0.09018	0.00048	0.00432
16	17	0.00330	0.89587	-0.03999	-0.05564	0.00038	0.00208
16	18	-0.04167	0.94039	-0.02673	-0.06012	-0.00376	0.00734
17	13	-0.09204	0.62862	-0.19931	-0.01501	-0.00887	-0.00325
17	14	0.02135	1.46446	-0.04494	-0.09430	0.00136	-0.00741
17	15	-0.03296	0.88893	-0.07554	-0.05285	-0.00374	-0.00023
17	16	0.02353	1.45361	-0.04479	-0.09343	0.00139	-0.00782
17	17	0.01643	0.91589	-0.03217	-0.05829	0.00093	-0.00544
17	18	-0.02773	0.89538	-0.07118	-0.05370	-0.00326	-0.00066
18	13	-0.07924	0.86300	-0.36186	-0.03538	0.01009	-0.01031
18	14	0.02531	1.77936	-0.27060	-0.11949	0.00175	-0.00997
18	15	-0.02188	1.04855	-0.64925	-0.06656	0.00005	-0.00631
18	16	0.02702	1.77320	-0.27005	-0.11881	0.00177	-0.01012
18	17	0.01787	1.12460	-0.19194	-0.07462	0.00120	-0.00649
18	18	-0.01745	1.05927	-0.60354	-0.06766	0.00016	-0.00632
19	13	-0.08224	0.97740	-0.07920	-0.05152	-0.00466	-0.00870
19	14	0.01768	1.81458	-0.08315	-0.10651	0.00043	-0.00600
19	15	-0.02164	1.09910	-0.09146	-0.08060	-0.00031	-0.00642
19	16	0.01930	1.81067	-0.08312	-0.10621	0.00066	-0.00610
19	17	0.01281	1.14723	-0.05925	-0.06665	0.00050	-0.00386
19	18	-0.01773	1.10719	-0.08824	-0.06144	-0.00019	-0.00617
20	13	-0.09875	1.15209	-0.18561	-0.06163	-0.00189	-0.00007
20	14	-0.00417	1.96275	-0.31915	-0.11823	-0.00318	0.00537
20	15	-0.03571	1.24730	-0.08447	-0.07096	-0.00425	0.00093
20	16	-0.00257	1.96049	-0.31912	-0.11802	-0.00316	0.00529
20	17	-0.00080	1.24439	-0.22362	-0.07431	-0.00218	0.00323
20	18	-0.03184	1.24998	-0.09842	-0.07149	-0.00405	0.00120
21	13	-0.12953	0.93237	-0.03812	-0.05600	-0.00679	0.01601
21	14	-0.04913	1.53142	-0.05585	-0.09408	-0.00208	0.02878
21	15	-0.06765	1.00389	-0.03379	-0.06168	-0.00354	0.01758
21	16	-0.04752	1.53078	-0.05585	-0.09402	-0.00185	0.02870
21	17	-0.02939	0.97329	-0.03979	-0.05938	-0.00103	0.01812
21	18	-0.06348	1.00276	-0.03440	-0.06159	-0.00325	0.01770
22	13	-0.11815	0.69026	-0.02207	-0.04368	-0.00712	0.01013
22	14	-0.02755	1.10416	-0.02971	-0.07054	-0.00244	0.01752
22	15	-0.05621	0.72705	-0.02357	-0.04600	-0.00349	0.01164
22	16	-0.02598	1.10486	-0.02973	-0.07059	-0.00221	0.01746
22	17	-0.01566	0.70548	-0.02163	-0.04486	-0.00133	0.01096
22	18	-0.05175	0.72591	-0.02338	-0.04595	-0.00324	0.01160
23	13	-0.11620	0.57445	-0.01908	-0.03662	-0.00676	0.00913

23 14	-0.02394	0.90561	-0.02645	-0.05814	-0.00190	0.01563
23 15	-0.05327	0.59719	-0.01882	-0.03833	-0.00320	0.01011
23 16	-0.02239	0.90682	-0.02645	-0.05822	-0.00168	0.01559
23 17	-0.01345	0.58095	-0.01918	-0.03714	-0.00098	0.00981
23 18	-0.04885	0.59638	-0.01887	-0.03827	-0.00294	0.01009
24 13	-0.11689	0.60316	-0.04411	0.10380	-0.00080	-0.00628
24 14	0.13194	0.93915	-0.05916	0.15885	0.00427	-0.01150
24 15	0.06204	0.60965	-0.04430	0.10396	0.00389	-0.00928
24 16	0.14847	0.82881	-0.05876	0.15932	0.00580	-0.01138
24 17	0.09943	0.48523	-0.03732	0.10187	0.00437	-0.00707
24 18	0.07117	0.59619	-0.04428	0.10445	0.00406	-0.00930
25 13	-0.11653	0.72235	-0.06047	0.12284	-0.00063	-0.00713
25 14	0.13344	1.10457	-0.13006	0.17690	0.00286	-0.01267
25 15	0.06313	0.74523	-0.06054	0.12195	0.00324	-0.01017
25 16	0.15001	0.98262	-0.13010	0.17588	0.00409	-0.01240
25 17	0.10059	0.56981	-0.09960	0.10762	0.00290	-0.00763
25 18	0.07225	0.73159	-0.06053	0.12249	0.00338	-0.01018
26 13	-0.12480	0.95952	-0.06375	0.14057	-0.00058	-0.00683
26 14	0.12597	1.46067	-0.21685	0.19133	0.00373	-0.01375
26 15	0.05716	1.03367	-0.06333	0.13955	0.00363	-0.01065
26 16	0.14516	1.30542	-0.21707	0.18796	0.00445	-0.01385
26 17	0.09998	0.74711	-0.18466	0.10955	0.00312	-0.00909
26 18	0.06633	1.01920	-0.06333	0.14028	0.00378	-0.01067
27 13	-0.14075	1.07256	-0.08063	0.14554	-0.00270	-0.00422
27 14	0.10474	1.76122	-0.15595	0.21682	-0.00058	-0.01033
27 15	0.04286	1.22562	-0.08270	0.14760	0.00062	-0.00840
27 16	0.12844	1.61983	-0.15596	0.21723	-0.00003	-0.01137
27 17	0.09228	0.98097	-0.11554	0.13327	0.00013	-0.00816
27 18	0.05212	1.21110	-0.08272	0.14819	0.00078	-0.00843
28 13	-0.16227	1.17987	-0.25712	0.15307	-0.00186	-0.00111
28 14	0.06976	2.00282	-0.43786	0.24250	0.00216	-0.00557
28 15	0.02141	1.41472	-0.30052	0.15518	0.00182	-0.00578
28 16	0.09603	1.90681	-0.43739	0.24422	0.00277	-0.00710
28 17	0.07147	1.20334	-0.30325	0.15553	0.00207	-0.00531
28 18	0.03073	1.40070	-0.30185	0.15551	0.00195	-0.00582
29 13	-0.17559	1.04952	-0.12340	0.12078	-0.00149	-0.00034
29 14	0.04131	1.93563	-0.11899	0.21839	0.00525	-0.00322
29 15	0.00279	1.43865	-0.06519	0.13032	0.00458	-0.00463
29 16	0.06724	1.88354	-0.11910	0.21979	0.00620	-0.00455
29 17	0.05193	1.19467	-0.07986	0.14023	0.00439	-0.00335
29 18	0.01200	1.42615	-0.06673	0.13103	0.00474	-0.00464
30 13	-0.18024	1.03143	-0.23913	0.11459	-0.00573	-0.00103
30 14	0.02551	1.95320	-0.10779	0.21929	-0.00245	-0.00188
30 15	-0.00742	1.46929	-0.11603	0.12387	-0.00420	-0.00353
30 16	0.05075	1.91154	-0.10754	0.22035	-0.00152	-0.00297
30 17	0.04153	1.21202	-0.07178	0.14101	-0.00077	-0.00235
30 18	0.00160	1.45767	-0.11160	0.12516	-0.00371	-0.00353
31 13	-0.19256	1.25153	-0.40018	0.14790	-0.00183	-0.00140
31 14	0.00063	2.13935	-0.33248	0.24600	-0.00086	-0.00080
31 15	-0.03275	1.68502	-0.68690	0.13533	-0.00044	-0.00173
31 16	0.02494	2.11587	-0.33189	0.24644	-0.00024	-0.00163
31 17	0.02485	1.35754	-0.23084	0.15793	0.00006	-0.00147
31 18	-0.02334	1.66964	-0.64130	0.13690	-0.00030	-0.00174
32 13	-0.21432	1.22309	-0.12028	0.14376	-0.00357	0.00170
32 14	-0.03374	2.08100	-0.14762	0.24091	-0.00330	0.00354
32 15	-0.06866	1.64682	-0.13281	0.12982	0.00277	0.00305
32 16	-0.01043	2.06937	-0.14758	0.24115	-0.00225	0.00284
32 17	0.00161	1.33357	-0.09998	0.15367	-0.00105	0.00149
32 18	-0.05857	1.63111	-0.12952	0.13152	0.00250	0.00296
33 13	-0.23662	1.24686	-0.22177	0.15899	-0.00377	0.00451
33 14	-0.07086	2.03290	-0.37831	0.25243	-0.00173	0.00797
33 15	-0.09940	1.58121	-0.12089	0.15182	-0.00164	0.00789
33 16	-0.04833	2.02775	-0.37828	0.25249	-0.00116	0.00751
33 17	-0.02334	1.31316	-0.25984	0.16031	-0.00056	0.00465
33 18	-0.08912	1.56595	-0.13481	0.15238	-0.00147	0.00770
34 13	-0.26174	1.08767	-0.07786	0.14628	-0.00274	0.00836
34 14	-0.10957	1.76232	-0.11883	0.23077	0.00040	0.01358
34 15	-0.12717	1.29109	-0.07367	0.14157	-0.00116	0.01184
34 16	-0.08754	1.76142	-0.11884	0.23077	0.00137	0.01312
34 17	-0.04905	1.14077	-0.07956	0.14726	0.00125	0.00832
34 18	-0.11679	1.28249	-0.07427	0.14197	-0.00082	0.01161
35 13	-0.27236	0.78784	-0.05699	0.12318	-0.00440	0.00896
35 14	-0.12542	1.26231	-0.08537	0.19216	-0.00322	0.01445
35 15	-0.13635	0.89920	-0.05866	0.12043	-0.00220	0.01148
35 16	-0.10363	1.26522	-0.08541	0.19212	-0.00239	0.01404
35 17	-0.05957	0.82364	-0.05665	0.12284	-0.00130	0.00894
35 18	-0.12600	0.89477	-0.05846	0.12058	-0.00202	0.01130
36 13	-0.27205	0.65140	-0.04532	0.10272	-0.00564	0.00814
36 14	-0.12453	1.04382	-0.06742	0.15865	-0.00436	0.01289
36 15	-0.13497	0.74384	-0.04522	0.09991	-0.00293	0.01013
36 16	-0.10277	1.04928	-0.06740	0.15839	-0.00335	0.01244
36 17	-0.05910	0.68313	-0.04538	0.10137	-0.00187	0.00791
36 18	-0.12465	0.74071	-0.04526	0.10000	-0.00271	0.00996
RIGLE						
50 13	-0.07545	-0.05181	-3.63425	0.01941	0.02908	0.00285
50 14	0.18618	-0.05285	-5.50229	0.03088	0.04510	0.00476
50 15	0.07785	-0.04665	-3.64288	0.01927	0.03071	0.00313
50 16	0.19816	-0.16151	-5.49097	0.02984	0.04484	0.00430
50 17	0.13138	-0.14683	-3.50729	0.01827	0.02871	0.00257
50 18	0.08631	-0.06108	-3.64767	0.01915	0.03073	0.00307
51 13	-0.09541	-0.00679	-4.09717	0.02812	0.02058	0.00290
51 14	0.15593	0.01990	-6.15663	0.04565	0.03237	0.00492
51 15	0.05704	0.01722	-4.09045	0.02861	0.02191	0.00328

51 16	0.16821	-0.09657	-6.13072	0.04499	0.03227	0.00442
51 17	0.11253	-0.11203	-3.90374	0.02791	0.02086	0.00263
51 18	0.06562	0.00236	-4.09657	0.02853	0.02189	0.00322
52 13	-0.13623	0.08310	-4.91861	0.03307	0.00641	0.00233
52 14	0.09127	0.18818	-7.30658	0.05367	0.00952	0.00426
52 15	0.01456	0.15526	-4.92842	0.03380	0.00702	0.00290
52 16	0.10364	0.04165	-7.26342	0.05366	0.00941	0.00388
52 17	0.07085	-0.03752	-4.58066	0.03434	0.00606	0.00237
52 18	0.02314	0.13761	-4.94515	0.03416	0.00702	0.00284
53 13	-0.15208	0.16828	-5.07934	0.03310	0.00506	0.00182
53 14	0.06326	0.39740	-7.70741	0.05315	0.00525	0.00348
53 15	-0.00223	0.30953	-5.14062	0.03373	0.00530	0.00251
53 16	0.07568	0.25690	-7.70279	0.05243	0.00509	0.00336
53 17	0.05191	0.11982	-4.89658	0.03284	0.00269	0.00215
53 18	0.00643	0.29343	-5.14863	0.03367	0.00536	0.00246
54 13	-0.16265	0.28997	-5.16027	0.02666	0.00592	0.00091
54 14	0.04626	0.61253	-8.09075	0.04240	0.00573	0.00197
54 15	-0.01316	0.51109	-5.27489	0.02729	0.00600	0.00172
54 16	0.05946	0.51444	-8.10090	0.04186	0.00591	0.00203
54 17	0.04197	0.31092	-5.21916	0.02535	0.00344	0.00125
54 18	-0.00466	0.49666	-5.27820	0.02715	0.00598	0.00167
55 13	-0.17878	0.23337	-4.66921	0.02829	0.00325	0.00007
55 14	0.02720	0.56797	-7.67682	0.04732	0.00415	0.00057
55 15	-0.02878	0.57767	-4.83579	0.03078	0.00356	0.00071
55 16	0.04119	0.51478	-7.68280	0.04666	0.00465	0.00060
55 17	0.03132	0.31410	-4.95030	0.02818	0.00316	0.00020
55 18	-0.02040	0.56397	-4.84317	0.03058	0.00350	0.00065
56 13	-0.19469	0.23499	-4.68674	0.02652	-0.00236	0.00022
56 14	0.00826	0.58071	-7.68830	0.04733	-0.00150	0.00040
56 15	-0.04311	0.61941	-4.83368	0.02999	-0.00126	0.00061
56 16	0.02239	0.53885	-7.68781	0.04696	-0.00098	0.00038
56 17	0.01934	0.32949	-4.94718	0.02724	-0.00049	0.00008
56 18	-0.03464	0.60528	-4.84148	0.02978	-0.00126	0.00053
57 13	-0.20896	0.37977	-5.20940	0.02625	-0.00457	-0.00025
57 14	-0.01293	0.70602	-8.21402	0.05038	-0.00483	-0.00064
57 15	-0.05535	0.86216	-5.24126	0.02402	-0.00256	-0.00057
57 16	0.00098	0.68276	-8.21214	0.05014	-0.00448	-0.00072
57 17	0.00560	0.43494	-5.30610	0.03051	-0.00280	-0.00055
57 18	-0.04700	0.83954	-5.23338	0.02452	-0.00263	-0.00062
58 13	-0.21913	0.31407	-5.14305	0.03327	-0.00450	-0.00109
58 14	-0.02977	0.62816	-8.14450	0.05252	-0.00567	-0.00203
58 15	-0.06698	0.76897	-4.99949	0.03625	-0.00349	-0.00241
58 16	-0.01589	0.61660	-8.14399	0.05239	-0.00538	-0.00218
58 17	-0.00489	0.39672	-5.26029	0.03296	-0.00326	-0.00147
58 18	-0.05871	0.74938	-5.01521	0.03595	-0.00361	-0.00242
59 13	-0.23111	0.32126	-5.30685	0.02866	-0.00533	-0.00186
59 14	-0.04751	0.59087	-8.29661	0.04482	-0.00659	-0.00343
59 15	-0.08179	0.65895	-5.19116	0.03285	-0.00604	-0.00382
59 16	-0.03355	0.58580	-8.29611	0.04477	-0.00631	-0.00365
59 17	-0.01592	0.38402	-5.36272	0.02798	-0.00379	-0.00242
59 18	-0.07318	0.64341	-5.20627	0.03245	-0.00597	-0.00381
60 13	-0.24326	0.19643	-5.00782	0.03270	-0.00502	-0.00283
60 14	-0.06662	0.37404	-7.78953	0.05229	-0.00637	-0.00498
60 15	-0.09426	0.40387	-4.98450	0.03462	-0.00592	-0.00497
60 16	-0.05252	0.37312	-7.78966	0.05228	-0.00608	-0.00524
60 17	-0.02772	0.24470	-5.03354	0.03283	-0.00354	-0.00344
60 18	-0.08555	0.39443	-4.98924	0.03452	-0.00580	-0.00495
61 13	-0.28385	0.05836	-4.09694	0.02925	-0.01961	-0.00338
61 14	-0.12962	0.13211	-6.33997	0.04706	-0.02905	-0.00586
61 15	-0.13361	0.16956	-4.10025	0.03085	-0.01981	-0.00533
61 16	-0.11517	0.13476	-6.34160	0.04709	-0.02864	-0.00614
61 17	-0.06740	0.09223	-4.10719	0.02964	-0.01781	-0.00399
61 18	-0.12500	0.16500	-4.10062	0.03079	-0.01974	-0.00531
62 13	-0.30421	-0.00052	-3.62144	0.01963	-0.02850	-0.00324
62 14	-0.16130	0.03727	-5.58871	0.03173	-0.04288	-0.00559
62 15	-0.15368	0.09522	-3.60652	0.02036	-0.02853	-0.00498
62 16	-0.14671	0.04333	-5.58542	0.03181	-0.04241	-0.00588
62 17	-0.08742	0.03444	-3.60491	0.01993	-0.02656	-0.00381
62 18	-0.14510	0.09201	-3.60696	0.02033	-0.02848	-0.00497
STALPI SIR II						
76 13	-0.17605	-0.70090	-0.06601	-0.12332	-0.00021	-0.00286
76 14	0.02078	-1.03566	-0.09264	-0.18746	0.00499	-0.00427
76 15	-0.05494	-0.69745	-0.06617	-0.12376	0.00338	-0.00402
76 16	0.02752	-1.14171	-0.09257	-0.18483	0.00642	-0.00406
76 17	0.02013	-0.77153	-0.06102	-0.11548	0.00372	-0.00269
76 18	-0.04699	-0.71280	-0.06600	-0.12371	0.00379	-0.00395
77 13	-0.17648	-0.72736	-0.09628	-0.14658	-0.00054	-0.00297
77 14	0.01977	-1.05473	-0.17070	-0.21828	0.00415	-0.00452
77 15	-0.05556	-0.70220	-0.09616	-0.14691	0.00281	-0.00421
77 16	0.02670	-1.16573	-0.17134	-0.21545	0.00554	-0.00432
77 17	0.01948	-0.78777	-0.12631	-0.13263	0.00312	-0.00287
77 18	-0.04756	-0.71815	-0.09672	-0.14708	0.00313	-0.00415
78 13	-0.18328	-0.78414	-0.10600	-0.17234	-0.00255	-0.00336
78 14	0.01036	-1.07787	-0.24347	-0.24851	0.00258	-0.00479
78 15	-0.06299	-0.71420	-0.10607	-0.17420	0.00078	-0.00467
78 16	0.01610	-1.21671	-0.24100	-0.24631	0.00388	-0.00474
78 17	0.01187	-0.81855	-0.20413	-0.14894	0.00233	-0.00316
78 18	-0.05516	-0.73252	-0.12023	-0.17492	0.00107	-0.00462
79 13	-0.19329	-0.73004	-0.10722	-0.17950	-0.00590	-0.00364
79 14	-0.00012	-0.94973	-0.23002	-0.26777	0.00002	-0.00449
79 15	-0.07343	-0.60122	-0.10698	-0.18439	-0.00275	-0.00504
79 16	0.00217	-1.09754	-0.18966	-0.26950	0.00027	-0.00494
79 17	0.00211	-0.73577	-0.13869	-0.16658	0.00024	-0.00333

79 18	-0.06585	-0.61879	-0.10747	-0.18464	-0.00252	-0.00501
80 13	-0.19756	-0.62315	-0.10396	-0.17819	-0.00737	-0.00315
80 14	-0.00110	-0.82150	-0.16096	-0.28430	-0.00071	-0.00311
80 15	-0.07722	-0.42458	-0.10642	-0.18710	-0.00453	-0.00457
80 16	-0.00133	-0.92201	-0.15871	-0.28414	-0.00128	-0.00393
80 17	-0.00008	-0.61269	-0.10699	-0.17978	-0.00076	-0.00268
80 18	-0.06954	-0.43965	-0.10630	-0.18705	-0.00434	-0.00455
81 13	-0.19852	-0.58465	-0.10981	-0.15295	-0.00757	-0.00235
81 14	0.00144	-0.79439	-0.14081	-0.26844	-0.00102	-0.00153
81 15	-0.07294	-0.27744	-0.09594	-0.16877	-0.00399	-0.00324
81 16	0.00192	-0.84832	-0.14134	-0.26750	-0.00127	-0.00226
81 17	0.00227	-0.56290	-0.09479	-0.16934	-0.00075	-0.00157
81 18	-0.06503	-0.29258	-0.09587	-0.16889	-0.00373	-0.00319
82 13	-0.19930	-0.56980	-0.19965	-0.14557	-0.00521	-0.00163
82 14	-0.00038	-0.78450	-0.14078	-0.26814	0.00121	-0.00063
82 15	-0.07270	-0.22837	-0.13141	-0.16222	-0.00278	-0.00258
82 16	0.00096	-0.82620	-0.14084	-0.26730	0.00121	-0.00126
82 17	0.00161	-0.54840	-0.09366	-0.16774	0.00080	-0.00094
82 18	-0.06467	-0.24475	-0.12767	-0.16253	-0.00242	-0.00250
83 13	-0.19601	-0.53904	-0.11571	-0.17907	-0.00420	-0.00039
83 14	0.00236	-0.75230	-0.16097	-0.29799	0.00135	0.00095
83 15	-0.06389	-0.02767	-0.28405	-0.16960	-0.00076	-0.00049
83 16	0.00425	-0.77507	-0.16100	-0.29740	0.00144	0.00039
83 17	0.00358	-0.50583	-0.10836	-0.18941	0.00093	0.00008
83 18	-0.05603	-0.05245	-0.26663	-0.17023	-0.00045	-0.00044
84 13	-0.19401	-0.59777	-0.10451	-0.18429	-0.00468	0.00057
84 14	0.00445	-0.82068	-0.15878	-0.29793	0.00108	0.00250
84 15	-0.04808	-0.09079	-0.22081	-0.17153	0.00368	0.00254
84 16	0.00711	-0.83208	-0.15879	-0.29765	0.00134	0.00204
84 17	0.00554	-0.53767	-0.10724	-0.19021	0.00088	0.00114
84 18	-0.04084	-0.11577	-0.20946	-0.17282	0.00371	0.00248
85 13	-0.19483	-0.62111	-0.10755	-0.18834	-0.00626	0.00117
85 14	0.00354	-0.88555	-0.15897	-0.29867	-0.00067	0.00364
85 15	-0.03876	-0.26089	-0.10984	-0.18695	0.00476	0.00444
85 16	0.00681	-0.89049	-0.15898	-0.29855	-0.00030	0.00326
85 17	0.00566	-0.56918	-0.10729	-0.19107	-0.00011	0.00194
85 18	-0.03213	-0.27938	-0.10960	-0.18744	0.00469	0.00432
86 13	-0.19877	-0.68799	-0.10644	-0.17697	-0.00849	0.00154
86 14	-0.00327	-1.00435	-0.15788	-0.27960	-0.00380	0.00425
86 15	-0.04130	-0.47688	-0.10504	-0.17955	0.00235	0.00499
86 16	0.00032	-1.00529	-0.15789	-0.27958	-0.00339	0.00392
86 17	0.00173	-0.64480	-0.10662	-0.17870	-0.00204	0.00237
86 18	-0.03488	-0.48719	-0.10519	-0.17961	0.00226	0.00485
87 13	-0.20286	-0.66227	-0.09606	-0.14788	-0.00963	0.00148
87 14	-0.01082	-0.98536	-0.14186	-0.23288	-0.00595	0.00404
87 15	-0.04958	-0.55226	-0.09659	-0.15057	-0.00056	0.00442
87 16	-0.00724	-0.98297	-0.14188	-0.23295	-0.00558	0.00371
87 17	-0.00330	-0.63048	-0.09628	-0.14896	-0.00347	0.00222
87 18	-0.04304	-0.55688	-0.09656	-0.15049	-0.00060	0.00430
88 13	-0.20303	-0.64783	-0.06624	-0.12424	-0.01053	0.00126
88 14	-0.01165	-0.96269	-0.09714	-0.19401	-0.00689	0.00375
88 15	-0.05175	-0.54965	-0.06559	-0.12559	-0.00143	0.00411
88 16	-0.00813	-0.95609	-0.09710	-0.19409	-0.00651	0.00342
88 17	-0.00397	-0.60986	-0.06582	-0.12424	-0.00407	0.00202
88 18	-0.04513	-0.55293	-0.06560	-0.12552	-0.00145	0.00399
89 13	-0.16401	-1.16343	-0.05588	-0.00479	-0.00475	0.00344
89 14	-0.01696	-1.72920	-0.07685	-0.00542	0.00176	0.00397
89 15	-0.07335	-1.16301	-0.05603	-0.00503	-0.00109	0.00242
89 16	-0.01974	-1.81036	-0.07671	-0.00196	0.00221	0.00474
89 17	-0.00862	-1.17742	-0.05088	0.00109	0.00138	0.00241
89 18	-0.06858	-1.17692	-0.05586	-0.00471	-0.00079	0.00270
90 13	-0.16349	-1.25195	-0.08261	-0.00077	-0.00432	0.00416
90 14	-0.01639	-1.79772	-0.14922	0.00683	0.00164	0.00455
90 15	-0.07284	-1.23079	-0.08251	-0.00146	-0.00077	0.00314
90 16	-0.01958	-1.88438	-0.14985	0.01000	0.00220	0.00563
90 17	-0.00877	-1.20856	-0.11262	0.01043	0.00129	0.00293
90 18	-0.06809	-1.24742	-0.08306	-0.00144	-0.00045	0.00348
91 13	-0.15493	-1.40531	-0.09030	-0.00248	-0.00500	0.00130
91 14	-0.00976	-1.90244	-0.21885	0.01090	0.00129	0.00300
91 15	-0.06405	-1.35228	-0.09041	-0.00474	-0.00141	0.00027
91 16	-0.01272	-2.02366	-0.21641	0.01325	0.00204	0.00427
91 17	-0.00577	-1.27458	-0.18849	0.01423	0.00136	0.00256
91 18	-0.05866	-1.37729	-0.10459	-0.00563	-0.00116	0.00036
92 13	-0.14121	-1.39727	-0.09142	-0.00673	-0.00645	-0.00492
92 14	-0.00030	-1.90188	-0.20520	-0.00124	0.00061	-0.00040
92 15	-0.04971	-1.30802	-0.09122	-0.01152	-0.00286	-0.00619
92 16	0.00020	-2.06035	-0.16486	-0.00183	0.00070	-0.00107
92 17	0.00092	-1.30887	-0.12289	0.00314	0.00066	-0.00021
92 18	-0.04366	-1.32658	-0.09170	-0.01149	-0.00270	-0.00640
93 13	-0.13215	-1.27491	-0.08808	-0.00479	-0.00816	-0.00894
93 14	0.00791	-1.88271	-0.13602	-0.01176	-0.00109	-0.00335
93 15	-0.03916	-1.14904	-0.09062	-0.01366	-0.00419	-0.01081
93 16	0.01140	-1.97909	-0.13376	-0.01079	-0.00161	-0.00575
93 17	0.00766	-1.27266	-0.09107	-0.00528	-0.00091	-0.00324
93 18	-0.03323	-1.16295	-0.09049	-0.01341	-0.00396	-0.01087
94 13	-0.13691	-1.07620	-0.09446	0.01000	-0.00752	-0.00544
94 14	0.00980	-1.76949	-0.11690	-0.00439	-0.00060	-0.00181
94 15	-0.04063	-0.90090	-0.08107	-0.00634	-0.00345	-0.00856
94 16	0.01206	-1.81338	-0.11744	-0.00291	-0.00069	-0.00338
94 17	0.00838	-1.16846	-0.07963	-0.00097	-0.00043	-0.00210
94 18	-0.03485	-0.91596	-0.08100	-0.00619	-0.00318	-0.00846

95 13	-0.15324	-1.01162	-0.18494	0.01569	-0.00638	0.00086
95 14	-0.00949	-1.76394	-0.11713	-0.00550	0.00038	0.00312
95 15	-0.05215	-0.80118	-0.11652	0.00002	-0.00341	-0.00578
95 16	-0.00819	-1.79670	-0.11713	-0.00410	0.00043	0.00213
95 17	-0.00438	-1.15318	-0.07885	-0.00183	0.00027	0.00140
95 18	-0.04649	-0.81887	-0.11277	0.00004	-0.00315	-0.00559
96 13	-0.15648	-1.18635	-0.09951	-0.00343	-0.00456	0.00520
96 14	-0.01019	-1.90419	-0.13559	-0.02060	0.00158	0.00639
96 15	-0.05624	-0.61395	-0.26780	0.00072	-0.00209	-0.00058
96 16	-0.00915	-1.92137	-0.13560	-0.01983	0.00168	0.00569
96 17	-0.00509	-1.23364	-0.09221	-0.01242	0.00108	0.00368
96 18	-0.05086	-0.64117	-0.25038	0.00094	-0.00177	-0.00025
97 13	-0.14959	-1.30431	-0.08878	-0.01150	-0.00609	0.00275
97 14	-0.00300	-1.99577	-0.13408	-0.02496	0.00047	0.00437
97 15	-0.06721	-0.71366	-0.20502	-0.00486	0.00054	0.00825
97 16	-0.00225	-2.00453	-0.13408	-0.02460	0.00061	0.00395
97 17	-0.00065	-1.28577	-0.09148	-0.01577	0.00041	0.00251
97 18	-0.06128	-0.74729	-0.19367	-0.00560	0.00081	0.00823
98 13	-0.13933	-1.34796	-0.09172	-0.01261	-0.00681	-0.00073
98 14	0.00774	-2.05271	-0.13411	-0.02273	0.00003	0.00107
98 15	-0.06693	-0.99215	-0.09407	-0.01546	0.00101	0.01018
98 16	0.00836	-2.05651	-0.13411	-0.02257	0.00021	0.00083
98 17	0.00604	-1.31580	-0.09144	-0.01479	0.00018	0.00054
98 18	-0.06024	-1.01352	-0.09382	-0.01565	0.00105	0.00972
99 13	-0.12752	-1.34265	-0.09071	-0.00619	-0.00767	-0.00511
99 14	0.02322	-2.05032	-0.13320	-0.01187	-0.00127	-0.00504
99 15	-0.05275	-1.16155	-0.08941	-0.01104	-0.00089	0.00395
99 16	0.02385	-2.05105	-0.13320	-0.01184	-0.00108	-0.00519
99 17	0.01582	-1.31290	-0.09089	-0.00778	-0.00061	-0.00327
99 18	-0.04606	-1.17167	-0.08955	-0.01092	-0.00079	0.00353
100 13	-0.12001	-1.19921	-0.08241	-0.00264	-0.00790	-0.00674
100 14	0.03438	-1.83849	-0.12041	-0.00528	-0.00200	-0.00819
100 15	-0.03917	-1.11346	-0.08297	-0.00575	-0.00202	-0.00154
100 16	0.03516	-1.83648	-0.12043	-0.00533	-0.00182	-0.00838
100 17	0.02313	-1.17592	-0.08262	-0.00361	-0.00110	-0.00539
100 18	-0.03277	-1.11734	-0.08294	-0.00564	-0.00187	-0.00179
101 13	-0.11952	-1.12197	-0.05617	-0.00644	-0.00790	-0.00601
101 14	0.03530	-1.70725	-0.08143	-0.01096	-0.00174	-0.00728
101 15	-0.03642	-1.04154	-0.05563	-0.00951	-0.00214	-0.00209
101 16	0.03616	-1.70193	-0.08140	-0.01118	-0.00157	-0.00751
101 17	0.02382	-1.08751	-0.05581	-0.00735	-0.00096	-0.00489
101 18	-0.03013	-1.04405	-0.05564	-0.00939	-0.00197	-0.00228
STALPI SIR III						
128 13	-0.09485	-1.16350	-0.02724	0.00413	-0.00145	0.00513
128 14	0.01134	-1.72623	-0.03958	0.00236	-0.00094	0.00367
128 15	-0.05118	-1.16339	-0.02726	0.00416	-0.00069	0.00339
128 16	0.01076	-1.80659	-0.04004	0.00351	-0.00056	0.00455
128 17	-0.00130	-1.17442	-0.02761	0.00310	-0.00065	0.00212
128 18	-0.04483	-1.17727	-0.02724	0.00446	-0.00044	0.00366
129 13	-0.09551	-1.24192	-0.04870	-0.01749	-0.00069	0.00591
129 14	0.01066	-1.78436	-0.07211	-0.03668	0.00013	0.00455
129 15	-0.05190	-1.22075	-0.04857	-0.01784	-0.00006	0.00425
129 16	0.01035	-1.87017	-0.07255	-0.03539	0.00044	0.00578
129 17	-0.00140	-1.20179	-0.04978	-0.02216	-0.00026	0.00284
129 18	-0.04553	-1.23735	-0.04885	-0.01765	-0.00016	0.00452
130 13	-0.10371	-1.39712	-0.04951	-0.01447	-0.00005	0.00311
130 14	0.00396	-1.90184	-0.07386	-0.03821	0.00193	0.00330
130 15	-0.06062	-1.34472	-0.04922	-0.01520	0.00060	0.00154
130 16	0.00328	-2.02193	-0.07429	-0.03578	0.00205	0.00474
130 17	-0.00468	-1.27802	-0.06609	-0.02646	0.00107	0.00275
130 18	-0.05478	-1.36868	-0.06452	-0.01726	0.00071	0.00160
131 13	-0.11707	-1.39089	-0.04902	-0.01355	-0.00093	-0.00398
131 14	-0.00553	-1.90261	-0.07261	-0.03473	0.00091	-0.00061
131 15	-0.07492	-1.30299	-0.04845	-0.01452	-0.00035	-0.00572
131 16	-0.00971	-2.05274	-0.07277	-0.02987	0.00098	-0.00129
131 17	-0.01150	-1.30626	-0.04988	-0.01899	0.00073	-0.00030
131 18	-0.06968	-1.32157	-0.04870	-0.01428	0.00004	-0.00594
132 13	-0.12643	-1.26722	-0.04874	-0.01674	-0.00056	-0.00827
132 14	-0.01337	-1.87191	-0.07147	-0.03094	0.00132	-0.00324
132 15	-0.08618	-1.14430	-0.04785	-0.01774	-0.00039	-0.01088
132 16	-0.02072	-1.96758	-0.07174	-0.02878	0.00136	-0.00583
132 17	-0.01816	-1.26590	-0.04870	-0.01677	0.00075	-0.00328
132 18	-0.08090	-1.15815	-0.04783	-0.01744	-0.00036	-0.01099
133 13	-0.12306	-1.06782	-0.03742	-0.02560	-0.00370	-0.00424
133 14	-0.01494	-1.75718	-0.05986	-0.03484	-0.00258	-0.00219
133 15	-0.08734	-0.89345	-0.03692	-0.02552	-0.00286	-0.00938
133 16	-0.02173	-1.80065	-0.05980	-0.03418	-0.00277	-0.00398
133 17	-0.01898	-1.16109	-0.04034	-0.02002	-0.00191	-0.00252
133 18	-0.08199	-0.90847	-0.03716	-0.02518	-0.00279	-0.00931
134 13	-0.11615	-1.02270	-0.04601	-0.02988	0.00062	0.00304
134 14	-0.01046	-1.75160	-0.06050	-0.03475	0.00238	0.00351
134 15	-0.08449	-0.80220	-0.04348	-0.02979	0.00042	-0.00630
134 16	-0.01656	-1.78422	-0.06091	-0.03426	0.00237	0.00242
134 17	-0.01543	-1.14592	-0.04133	-0.02012	0.00155	0.00160
134 18	-0.07907	-0.81912	-0.04331	-0.02928	0.00051	-0.00611
135 13	-0.11471	-1.18082	-0.04887	-0.01958	-0.00237	0.00650
135 14	-0.01091	-1.89562	-0.07089	-0.02823	-0.00117	0.00619
135 15	-0.07764	-0.64227	-0.04856	-0.03824	-0.00129	-0.00107
135 16	-0.01644	-1.91261	-0.07099	-0.02800	-0.00129	0.00546
135 17	-0.01528	-1.22902	-0.04821	-0.01601	-0.00090	0.00352
135 18	-0.07211	-0.66609	-0.04854	-0.03718	-0.00125	-0.00073
136 13	-0.12191	-1.29882	-0.04843	-0.01452	-0.00196	0.00427
136 14	-0.01863	-1.98844	-0.07087	-0.02504	-0.00077	0.00445

136 15	-0.06529	-0.73070	-0.04812	-0.03307	-0.00085	0.00893
136 16	-0.02369	-1.99709	-0.07091	-0.02492	-0.00084	0.00405
136 17	-0.01995	-1.28212	-0.04814	-0.01400	-0.00056	0.00253
136 18	-0.06040	-0.76218	-0.04809	-0.03181	-0.00083	0.00886
137 13	-0.13165	-1.34357	-0.04844	-0.01327	-0.00304	0.00040
137 14	-0.02922	-2.04484	-0.07106	-0.02418	-0.00215	0.00088
137 15	-0.06394	-0.98885	-0.04741	-0.02124	-0.00117	0.01100
137 16	-0.03400	-2.04860	-0.07108	-0.02412	-0.00221	0.00065
137 17	-0.02643	-1.31195	-0.04821	-0.01349	-0.00144	0.00039
137 18	-0.05977	-1.01021	-0.04745	-0.02067	-0.00115	0.01048
138 13	-0.14303	-1.33553	-0.04912	-0.01508	-0.00384	-0.00450
138 14	-0.04447	-2.03818	-0.07218	-0.02712	-0.00316	-0.00595
138 15	-0.07558	-1.15536	-0.04830	-0.01827	-0.00162	0.00393
138 16	-0.04914	-2.03889	-0.07218	-0.02711	-0.00322	-0.00611
138 17	-0.03597	-1.30629	-0.04893	-0.01542	-0.00208	-0.00388
138 18	-0.07145	-1.16550	-0.04834	-0.01806	-0.00162	0.00344
139 13	-0.15024	-1.18921	-0.04830	-0.01830	-0.00282	-0.00591
139 14	-0.05531	-1.82201	-0.07114	-0.03208	-0.00164	-0.00890
139 15	-0.08651	-1.10516	-0.04795	-0.01960	-0.00048	-0.00178
139 16	-0.06002	-1.82000	-0.07113	-0.03212	-0.00168	-0.00909
139 17	-0.04300	-1.16652	-0.04825	-0.01862	-0.00108	-0.00588
139 18	-0.08218	-1.10899	-0.04797	-0.01953	-0.00050	-0.00206
140 13	-0.15068	-1.12301	-0.02724	0.00353	-0.00271	-0.00492
140 14	-0.05632	-1.70745	-0.03925	0.00318	-0.00084	-0.00779
140 15	-0.08839	-1.04256	-0.02670	0.00225	-0.00001	-0.00218
140 16	-0.06106	-1.70220	-0.03922	0.00311	-0.00089	-0.00801
140 17	-0.04373	-1.08835	-0.02698	0.00292	-0.00059	-0.00526
140 18	-0.08399	-1.04506	-0.02672	0.00229	-0.00003	-0.00240
141 13	-0.08384	-1.04008	-0.02355	0.03153	-0.00243	0.01606
141 14	0.01593	-1.55691	-0.03353	0.04620	-0.00105	0.02071
141 15	-0.04613	-1.03996	-0.02357	0.03150	-0.00145	0.01457
141 16	0.01292	-1.62460	-0.03390	0.04884	-0.00083	0.02126
141 17	0.00207	-1.05469	-0.02383	0.03135	-0.00078	0.01233
141 18	-0.04160	-1.05119	-0.02353	0.03200	-0.00116	0.01438
142 13	-0.08933	-1.20500	-0.04178	0.02534	-0.00169	0.01192
142 14	0.00752	-1.77511	-0.06066	0.03408	0.00009	0.01432
142 15	-0.05136	-1.18733	-0.04167	0.02464	-0.00073	0.01063
142 16	0.00498	-1.84713	-0.06101	0.03693	0.00032	0.01524
142 17	-0.00105	-1.18915	-0.04269	0.02239	-0.00042	0.00997
142 18	-0.04473	-1.20233	-0.04194	0.02491	-0.00084	0.01205
143 13	-0.10058	-1.33459	-0.04250	0.02997	-0.00121	0.00349
143 14	-0.00878	-1.89040	-0.06217	0.03594	0.00136	0.00202
143 15	-0.06286	-1.29036	-0.04227	0.02826	-0.00029	0.00203
143 16	-0.01036	-1.98859	-0.06251	0.04011	0.00147	0.00372
143 17	-0.01158	-1.29282	-0.05886	0.01750	0.00069	0.00204
143 18	-0.05795	-1.33649	-0.05759	0.02296	-0.00015	0.00215
144 13	-0.10781	-1.32506	-0.04208	0.03013	-0.00209	-0.00178
144 14	-0.01171	-1.87632	-0.06113	0.03719	0.00053	0.00002
144 15	-0.07054	-1.24975	-0.04162	0.02736	-0.00123	-0.00358
144 16	-0.01620	-1.99179	-0.06126	0.04290	0.00051	-0.00046
144 17	-0.01609	-1.27213	-0.04281	0.02573	0.00051	-0.00123
144 18	-0.06784	-1.26629	-0.04186	0.02771	-0.00076	-0.00513
145 13	-0.11803	-1.22643	-0.04184	0.02570	-0.00209	-0.00927
145 14	-0.02052	-1.83266	-0.06021	0.03758	0.00054	-0.00640
145 15	-0.08020	-1.11968	-0.04113	0.02193	-0.00149	-0.01065
145 16	-0.02775	-1.90990	-0.06042	0.04099	0.00041	-0.00891
145 17	-0.02163	-1.22532	-0.04181	0.02566	0.00008	-0.00527
145 18	-0.07521	-1.13083	-0.04110	0.02244	-0.00145	-0.01044
146 13	-0.10013	-1.08322	-0.03054	0.01730	-0.00186	0.00476
146 14	-0.00068	-1.74468	-0.04848	0.03334	-0.00063	0.00913
146 15	-0.06953	-0.92562	-0.03030	0.01243	-0.00141	-0.00215
146 16	-0.00622	-1.78110	-0.04840	0.03480	-0.00075	0.00797
146 17	-0.00819	-1.14390	-0.03339	0.02181	-0.00054	0.00524
146 18	-0.06466	-0.93778	-0.03053	0.01297	-0.00134	-0.00202
147 13	-0.11715	-1.05956	-0.03863	0.01492	-0.00071	-0.00770
147 14	-0.02344	-1.73925	-0.04912	0.03325	0.00047	-0.00762
147 15	-0.08475	-0.86094	-0.03646	0.00846	-0.00073	-0.01345
147 16	-0.02929	-1.76656	-0.04948	0.03434	0.00041	-0.00897
147 17	-0.02369	-1.13053	-0.03436	0.02140	0.00023	-0.00617
147 18	-0.07992	-0.87404	-0.03629	0.00911	-0.00067	-0.01334
148 13	-0.09700	-1.16034	-0.04197	0.02233	-0.00264	0.00813
148 14	-0.00418	-1.84242	-0.05974	0.03924	-0.00067	0.00767
148 15	-0.06751	-0.75129	-0.04171	0.00143	-0.00175	-0.00024
148 16	-0.00877	-1.85675	-0.05982	0.03980	-0.00081	0.00727
148 17	-0.00982	-1.18867	-0.04142	0.02494	-0.00062	0.00478
148 18	-0.06243	-0.76833	-0.04168	0.00245	-0.00164	0.00009
149 13	-0.10529	-1.24582	-0.04161	0.02729	-0.00274	0.00218
149 14	-0.01269	-1.91311	-0.05973	0.04285	-0.00071	0.00171
149 15	-0.05804	-0.80991	-0.04135	0.00549	-0.00119	0.00706
149 16	-0.01714	-1.92039	-0.05977	0.04314	-0.00082	0.00141
149 17	-0.01549	-1.22838	-0.04137	0.02707	-0.00060	0.00078
149 18	-0.05342	-0.83310	-0.04133	0.00677	-0.00112	0.00705
150 13	-0.10794	-1.28089	-0.04161	0.02900	-0.00351	0.00052
150 14	-0.01423	-1.96041	-0.05987	0.04471	-0.00167	0.00103
150 15	-0.05477	-0.99430	-0.04078	0.01634	-0.00134	0.00960
150 16	-0.01848	-1.96357	-0.05988	0.04483	-0.00177	0.00087
150 17	-0.01623	-1.25317	-0.04142	0.02807	-0.00120	0.00052
150 18	-0.05083	-1.01119	-0.04081	0.01712	-0.00128	0.00909
151 13	-0.11363	-1.28147	-0.04219	0.02807	-0.00429	-0.00352
151 14	-0.02226	-1.96724	-0.06082	0.04337	-0.00270	-0.00472
151 15	-0.06301	-1.13248	-0.04153	0.02188	-0.00197	0.00333

151 16	-0.02643	-1.96785	-0.06082	0.04339	-0.00279	-0.00481
151 17	-0.02116	-1.25647	-0.04204	0.02715	-0.00186	-0.00300
151 18	-0.05898	-1.14072	-0.04156	0.02224	-0.00193	0.00290
152 13	-0.12466	-1.16070	-0.04144	0.02364	-0.00378	-0.01174
152 14	-0.04011	-1.78968	-0.05987	0.03673	-0.00178	-0.01810
152 15	-0.07949	-1.09047	-0.04117	0.02077	-0.00134	-0.00925
152 16	-0.04439	-1.78803	-0.05986	0.03666	-0.00187	-0.01828
152 17	-0.03277	-1.14163	-0.04141	0.02287	-0.00125	-0.01170
152 18	-0.07514	-1.09363	-0.04118	0.02090	-0.00130	-0.00943
153 13	-0.12876	-1.00622	-0.02357	0.03014	-0.00306	-0.01482
153 14	-0.04830	-1.53605	-0.03327	0.04609	-0.00062	-0.02429
153 15	-0.08529	-0.93902	-0.02312	0.02746	-0.00070	-0.01368
153 16	-0.05262	-1.53161	-0.03325	0.04593	-0.00071	-0.02450
153 17	-0.03804	-0.97741	-0.02335	0.02900	-0.00051	-0.01568
153 18	-0.08091	-0.94111	-0.02313	0.02754	-0.00066	-0.01384
570 13	-0.12392	-1.14667	-0.12709	-0.01300	-0.02088	-0.00163
570 14	-0.00321	-1.69520	-0.22113	-0.02154	-0.03650	-0.00692
570 15	-0.06327	-1.14664	-0.12655	-0.01292	-0.02092	-0.00397
570 16	-0.00581	-1.77522	-0.22387	-0.02269	-0.03641	-0.00715
570 17	-0.00716	-1.15539	-0.13999	-0.01458	-0.02301	-0.00504
570 18	-0.05772	-1.16062	-0.12602	-0.01303	-0.02061	-0.00392
571 13	-0.12384	-1.16593	-0.24969	-0.01944	-0.01828	0.00575
571 14	-0.00316	-1.68849	-0.43610	-0.03400	-0.03235	0.00215
571 15	-0.06317	-1.15544	-0.24942	-0.01929	-0.01832	0.00433
571 16	-0.00574	-1.77151	-0.43840	-0.03513	-0.03230	0.00298
571 17	-0.00712	-1.14660	-0.27630	-0.02288	-0.02078	0.00053
571 18	-0.05761	-1.17110	-0.24755	-0.01936	-0.01828	0.00469
572 13	-0.12396	-1.19084	-0.33836	-0.02598	-0.00976	0.00031
572 14	-0.00366	-1.69095	-0.59732	-0.04661	-0.01888	-0.00384
572 15	-0.06324	-1.16968	-0.33817	-0.02575	-0.00974	-0.00206
572 16	-0.00628	-1.77652	-0.59947	-0.04774	-0.01888	-0.00416
572 17	-0.00748	-1.14251	-0.38355	-0.03129	-0.01349	-0.00343
572 18	-0.05769	-1.18636	-0.33814	-0.02580	-0.01047	-0.00222
573 13	-0.12380	-1.34796	-0.33043	-0.02622	0.00340	0.00316
573 14	-0.00482	-1.80207	-0.63441	-0.05245	0.00433	0.00039
573 15	-0.06279	-1.29580	-0.32856	-0.02546	0.00357	0.00071
573 16	-0.00738	-1.92315	-0.63013	-0.05314	0.00555	0.00023
573 17	-0.00828	-1.21172	-0.43950	-0.03620	0.00336	-0.00047
573 18	-0.05723	-1.31915	-0.34861	-0.02501	0.00355	0.00072
574 13	-0.12337	-1.34364	-0.31897	-0.02487	-0.00075	0.00365
574 14	-0.00568	-1.80970	-0.59499	-0.04769	0.00216	0.00040
574 15	-0.06187	-1.25662	-0.31296	-0.02326	-0.00045	0.00119
574 16	-0.00784	-1.96535	-0.56687	-0.04525	0.00221	0.00047
574 17	-0.00865	-1.25064	-0.36449	-0.02981	0.00333	-0.00004
574 18	-0.05630	-1.27532	-0.31268	-0.02331	0.00042	0.00142
575 13	-0.12405	-1.21751	-0.33180	-0.02519	-0.00124	0.00416
575 14	-0.00695	-1.78847	-0.54357	-0.04026	0.00116	0.00038
575 15	-0.06180	-1.09658	-0.31918	-0.02243	-0.00088	0.00184
575 16	-0.00881	-1.88538	-0.53763	-0.04050	-0.00005	0.00061
575 17	-0.00919	-1.21610	-0.33192	-0.02522	0.00015	-0.00022
575 18	-0.05631	-1.11055	-0.31853	-0.02251	-0.00112	0.00181
576 13	-0.12677	-1.00639	-0.38222	-0.03091	-0.00527	0.00179
576 14	-0.00918	-1.66908	-0.55475	-0.04191	-0.00084	-0.00088
576 15	-0.06359	-0.83814	-0.34751	-0.02464	-0.00253	0.00053
576 16	-0.01122	-1.71243	-0.55550	-0.04249	-0.00086	-0.00064
576 17	-0.01053	-1.10780	-0.34061	-0.02625	-0.00049	-0.00090
576 18	-0.05821	-0.85334	-0.34685	-0.02468	-0.00240	0.00051
577 13	-0.12795	-0.98196	-0.41582	-0.03400	-0.00504	-0.00730
577 14	-0.01006	-1.66888	-0.55702	-0.04163	0.00012	0.00005
577 15	-0.06458	-0.79173	-0.36437	-0.02634	-0.00310	-0.01194
577 16	-0.01222	-1.70722	-0.55793	-0.04213	0.00009	-0.00135
577 17	-0.01110	-1.10207	-0.34206	-0.02598	0.00005	-0.00119
577 18	-0.05922	-0.80811	-0.36277	-0.02627	-0.00293	-0.01165
578 13	-0.12901	-0.95234	-0.43544	-0.03722	-0.00070	0.00090
578 14	-0.01125	-1.66388	-0.55314	-0.04155	0.00117	-0.00190
578 15	-0.06542	-0.74048	-0.38688	-0.02818	-0.00440	-0.00070
578 16	-0.01345	-1.69638	-0.55423	-0.04199	0.00114	-0.00183
578 17	-0.01188	-1.09291	-0.33976	-0.02584	0.00073	-0.00163
578 18	-0.06009	-0.75792	-0.38403	-0.02798	-0.00415	-0.00074
579 13	-0.13178	-1.12806	-0.34756	-0.02629	0.00507	0.00060
579 14	-0.01437	-1.81680	-0.51790	-0.03743	0.00195	-0.00317
579 15	-0.06891	-0.56704	-0.46305	-0.03710	-0.00137	-0.00194
579 16	-0.01676	-1.83369	-0.51862	-0.03770	0.00198	-0.00320
579 17	-0.01394	-1.18190	-0.31645	-0.02299	0.00131	-0.00248
579 18	-0.06360	-0.59239	-0.45487	-0.03614	-0.00114	-0.00200
580 13	-0.13316	-1.25258	-0.31222	-0.02311	0.00032	-0.00030
580 14	-0.01611	-1.91306	-0.49903	-0.03603	0.00030	-0.00365
580 15	-0.07246	-0.66392	-0.41801	-0.03168	0.00501	-0.00343
580 16	-0.01869	-1.92168	-0.49932	-0.03615	0.00031	-0.00379
580 17	-0.01511	-1.23735	-0.30352	-0.02192	0.00025	-0.00282
580 18	-0.06709	-0.69707	-0.40929	-0.03079	0.00479	-0.00349
581 13	-0.13360	-1.29827	-0.30705	-0.02299	0.00036	0.00013
581 14	-0.01674	-1.96933	-0.50018	-0.03677	0.00028	-0.00336
581 15	-0.07403	-0.93917	-0.32811	-0.02194	0.00355	-0.00458
581 16	-0.01947	-1.97308	-0.50029	-0.03683	0.00028	-0.00355
581 17	-0.01555	-1.26721	-0.30353	-0.02225	0.00016	-0.00267
581 18	-0.06858	-0.96098	-0.32584	-0.02188	0.00328	-0.00455
582 13	-0.13376	-1.28713	-0.32553	-0.02501	-0.00379	-0.00002
582 14	-0.01671	-1.95743	-0.53132	-0.04025	-0.00605	-0.00354
582 15	-0.07321	-1.10655	-0.32617	-0.02323	-0.00347	-0.00464
582 16	-0.01955	-1.95814	-0.53136	-0.04026	-0.00605	-0.00378

582 17	-0.01553	-1.25816	-0.32368	-0.02449	-0.00377	-0.00279
582 18	-0.06778	-1.11677	-0.32575	-0.02328	-0.00350	-0.00458
583 13	-0.13448	-1.13822	-0.33741	-0.02536	0.00968	0.00234
583 14	-0.01720	-1.73697	-0.55141	-0.04110	0.01568	0.00069
583 15	-0.07154	-1.05432	-0.33569	-0.02429	0.00981	-0.00105
583 16	-0.02009	-1.73495	-0.55145	-0.04108	0.01569	0.00044
583 17	-0.01578	-1.11563	-0.33662	-0.02502	0.00963	-0.00015
583 18	-0.06620	-1.05816	-0.33566	-0.02432	0.00979	-0.00104
584 13	-0.13491	-1.11978	-0.24883	-0.01885	0.01831	-0.00554
584 14	-0.01759	-1.70315	-0.40808	-0.03048	0.02962	-0.00830
584 15	-0.07108	-1.03664	-0.24697	-0.01780	0.01827	-0.00350
584 16	-0.02049	-1.69952	-0.40803	-0.03044	0.02964	-0.00858
584 17	-0.01600	-1.09076	-0.24851	-0.01852	0.01822	-0.00582
584 18	-0.06576	-1.03985	-0.24703	-0.01784	0.01826	-0.00366
585 13	-0.13483	-1.10629	-0.12600	-0.01243	0.02090	0.00415
585 14	-0.01749	-1.67841	-0.20927	-0.02001	0.03387	0.00382
585 15	-0.07103	-1.02597	-0.12435	-0.01140	0.02092	0.00114
585 16	-0.02039	-1.67318	-0.20910	-0.01994	0.03389	0.00357
585 17	-0.01594	-1.07154	-0.12620	-0.01211	0.02084	0.00180
585 18	-0.06571	-1.02846	-0.12446	-0.01144	0.02091	0.00114
654 13	-0.05707	-0.73116	-0.03440	0.04537	-0.00547	0.00327
654 14	-0.00043	-1.07430	-0.04332	0.06668	-0.00048	-0.00084
654 15	-0.00852	-0.73143	-0.03451	0.04532	-0.00331	0.00238
654 16	0.00159	-1.10964	-0.04317	0.06918	-0.00044	-0.00027
654 17	-0.00063	-0.70975	-0.02952	0.04417	0.00032	-0.00170
654 18	-0.00528	-0.73864	-0.03431	0.04585	-0.00331	0.00270
655 13	-0.05545	-0.77616	-0.05082	0.04770	-0.00695	0.00397
655 14	0.00066	-1.06392	-0.09940	0.06180	-0.00098	-0.00019
655 15	-0.00675	-0.76613	-0.05075	0.04702	-0.00492	0.00315
655 16	0.00336	-1.10743	-0.10010	0.06463	-0.00145	0.00073
655 17	0.00061	-0.68856	-0.08100	0.03848	-0.00025	-0.00094
655 18	-0.00313	-0.77836	-0.05130	0.04777	-0.00527	0.00366
656 13	-0.05670	-0.86242	-0.05518	0.05296	-0.00710	0.00280
656 14	0.00431	-1.08218	-0.16383	0.05553	-0.00287	0.00189
656 15	-0.00785	-0.83828	-0.05527	0.05135	-0.00517	0.00204
656 16	0.00886	-1.15537	-0.16155	0.06070	-0.00487	0.00370
656 17	0.00591	-0.69861	-0.15371	0.03389	-0.00322	0.00209
656 18	-0.00505	-0.85997	-0.06948	0.05439	-0.00499	0.00208
657 13	-0.06407	-0.87806	-0.05599	0.05340	-0.00337	-0.00188
657 14	0.00566	-1.13908	-0.14952	0.06018	-0.00355	0.00256
657 15	-0.01475	-0.84194	-0.05568	0.05099	-0.00188	-0.00244
657 16	0.00670	-1.24403	-0.10931	0.07197	-0.00347	0.00229
657 17	0.00645	-0.76674	-0.08755	0.04245	-0.00327	0.00237
657 18	-0.01279	-0.85512	-0.05616	0.05182	-0.00112	-0.00288
658 13	-0.07755	-0.76824	-0.05250	0.04797	0.00537	-0.00962
658 14	-0.00780	-1.14904	-0.07992	0.07098	0.00641	-0.00468
658 15	-0.02581	-0.73378	-0.05492	0.04500	0.00456	-0.00910
658 16	-0.01041	-1.21126	-0.07772	0.07544	0.00873	-0.00707
658 17	-0.00492	-0.76822	-0.05536	0.04754	0.00492	-0.00378
658 18	-0.02309	-0.74192	-0.05479	0.04556	0.00473	-0.00914
659 13	-0.07109	-0.53368	-0.06019	0.03519	0.00000	-0.00602
659 14	-0.00351	-0.99170	-0.06439	0.06908	0.00333	-0.00213
659 15	-0.02412	-0.50914	-0.04761	0.03421	0.00202	-0.00853
659 16	-0.00362	-1.01358	-0.06500	0.07064	0.00374	-0.00324
659 17	-0.00180	-0.64827	-0.04636	0.04494	0.00253	-0.00200
659 18	-0.02125	-0.51822	-0.04757	0.03491	0.00215	-0.00849
660 13	-0.06127	-0.48034	-0.15359	0.01857	-0.00564	0.00068
660 14	0.00525	-0.99810	-0.06503	0.06933	-0.00226	0.00368
660 15	-0.02350	-0.40229	-0.08377	0.02133	0.00194	-0.00721
660 16	0.00611	-1.01066	-0.06494	0.07037	-0.00239	0.00313
660 17	0.00424	-0.64587	-0.04606	0.04470	-0.00134	0.00198
660 18	-0.02105	-0.41140	-0.07996	0.02286	0.00241	-0.00740
661 13	-0.04488	-0.69363	-0.06328	0.04170	-0.01540	0.01025
661 14	0.01511	-1.21097	-0.07859	0.07541	-0.00918	0.00914
661 15	-0.01253	-0.32177	-0.23126	-0.00512	-0.00276	-0.00005
661 16	0.01640	-1.21813	-0.07860	0.07593	-0.00945	0.00892
661 17	0.01103	-0.77968	-0.05596	0.04833	-0.00605	0.00577
661 18	-0.00900	-0.32472	-0.21380	-0.00108	-0.00306	0.00032
662 13	-0.05722	-0.83815	-0.05328	0.05094	-0.00606	0.00376
662 14	0.00357	-1.32029	-0.07811	0.08034	-0.00129	0.00261
662 15	0.00092	-0.41254	-0.16913	0.00858	-0.00975	0.00821
662 16	0.00487	-1.32428	-0.07811	0.08062	-0.00144	0.00244
662 17	0.00353	-0.84817	-0.05580	0.05134	-0.00086	0.00156
662 18	0.00468	-0.43555	-0.15780	0.01184	-0.01030	0.00868
663 13	-0.06341	-0.87173	-0.05601	0.05289	-0.00265	-0.00004
663 14	-0.00091	-1.34232	-0.07794	0.08196	0.00032	-0.00057
663 15	0.00120	-0.63763	-0.05826	0.03702	-0.00935	0.00874
663 16	0.00042	-1.34408	-0.07794	0.08208	0.00021	-0.00068
663 17	0.00068	-0.86030	-0.05565	0.05223	0.00019	-0.00046
663 18	0.00309	-0.65398	-0.05802	0.03814	-0.00859	0.00817
664 13	-0.06832	-0.83773	-0.05541	0.05135	-0.00015	-0.00315
664 14	-0.00773	-1.28958	-0.07772	0.07940	0.00391	-0.00490
664 15	-0.01237	-0.74047	-0.05414	0.04483	-0.00044	0.00125
664 16	-0.00638	-1.28987	-0.07772	0.07942	0.00383	-0.00498
664 17	-0.00364	-0.82544	-0.05555	0.05052	0.00244	-0.00318
664 18	-0.01000	-0.74681	-0.05428	0.04524	-0.00008	0.00091
665 13	-0.06897	-0.75177	-0.05067	0.04608	-0.00028	-0.00381
665 14	-0.00931	-1.15692	-0.07045	0.07130	0.00424	-0.00621
665 15	-0.01821	-0.70724	-0.05113	0.04304	0.00255	-0.00231
665 16	-0.00801	-1.15577	-0.07046	0.07122	0.00421	-0.00630
665 17	-0.00475	-0.73958	-0.05080	0.04531	0.00273	-0.00407
665 18	-0.01546	-0.70937	-0.05110	0.04319	0.00265	-0.00245

666 13	-0.06724	-0.71039	-0.03464	0.04403	-0.00174	-0.00299
666 14	-0.00713	-1.08738	-0.04785	0.06760	0.00238	-0.00520
666 15	-0.01731	-0.67707	-0.03428	0.04156	0.00139	-0.00201
666 16	-0.00586	-1.08498	-0.04784	0.06745	0.00238	-0.00531
666 17	-0.00343	-0.69359	-0.03441	0.04294	0.00160	-0.00346
666 18	-0.01452	-0.67795	-0.03429	0.04163	0.00148	-0.00212

HANELIN1b

A5.2b

FORȚE NODALE ÎN STRUCTURA IDEALĂ, DIN CALCULUL DE ORD.II

			Forces nodales (barre par barre)			cas actifs :			13 A 18
Elem	Cas	Noe	FX(daN)	FY(daN)	FZ(daN)	MX(daNCM)	MY(daNCM)	MZ(daNCM)	
1	13	1	26871.06	-77.21	7764.49	131.93	-12674342.00	-89857.95	
1	13	11	-26871.06	77.21	-7764.49	-131.93	1540399.25	-22859.18	
1	14	1	27864.57	-6.35	11628.93	43.71	-19093238.00	7100.37	
1	14	11	-27864.57	6.35	-11628.93	-43.71	2416822.00	-15767.16	
1	15	1	26950.31	-36.96	7745.63	135.45	-12697584.00	-27988.73	
1	15	11	-26950.31	36.96	-7745.63	-135.45	1590555.63	-25350.39	
1	16	1	27721.25	-21.74	11530.92	-54.26	-18557904.00	-6610.31	
1	16	11	-27721.25	21.74	-11530.92	54.26	2022814.25	-24367.58	
1	17	1	17645.98	-25.18	7321.79	-133.35	-11431625.00	-16560.09	
1	17	11	-17645.98	25.18	-7321.79	133.35	937991.38	-19613.48	
1	18	1	26944.29	-33.47	7716.35	135.63	-12632746.00	-23419.53	
1	18	11	-26944.29	33.47	-7716.35	-135.63	1567726.75	-24807.32	
2	13	2	38007.15	-76.17	9640.70	128.98	-15059691.00	-89801.26	
2	13	12	-38007.15	76.17	-9640.70	-128.98	1229151.63	-22334.41	
2	14	2	110357.21	-3.14	17300.87	47.13	-22324578.00	9088.88	
2	14	12	-110357.21	3.14	-17300.87	-47.13	-2548036.75	-11846.76	
2	15	2	38184.06	-37.88	9636.35	137.49	-15150287.00	-28349.08	
2	15	12	-38184.06	37.88	-9636.35	-137.49	1325643.75	-26479.35	
2	16	2	110309.73	-18.01	15142.63	-44.46	-19709448.00	-4092.21	
2	16	12	-110309.73	18.01	-15142.63	44.46	-2061508.88	-20949.74	
2	17	2	95628.09	-20.08	10020.25	-122.46	-11243205.00	-13488.55	
2	17	12	-95628.09	20.08	-10020.25	122.46	-3144708.75	-15813.44	
2	18	2	38182.38	-34.49	9611.30	137.75	-15090021.00	-23809.54	
2	18	12	-38182.38	34.49	-9611.30	-137.75	1301355.88	-25996.37	
3	13	3	36198.30	-85.97	11080.65	93.90	-17819230.00	-97174.91	
3	13	13	-36198.30	85.97	-11080.65	-93.90	1923153.75	-28992.62	
3	14	3	228711.72	-9.38	28197.22	202.08	-29356504.00	18489.45	
3	14	13	-228711.72	9.38	-28197.22	-202.08	-11250492.00	-24338.01	
3	15	3	35406.72	-44.16	11134.36	134.82	-18329956.00	-31610.62	
3	15	13	-35406.72	44.16	-11134.36	-134.82	2356505.50	-32179.20	
3	16	3	228827.23	-11.54	23543.82	211.39	-24565288.00	19154.95	
3	16	13	-228827.23	11.54	-23543.82	-211.39	-9341180.00	-27534.39	
3	17	3	214981.97	-9.42	17573.21	139.04	-14328408.00	11898.62	
3	17	13	-214981.97	9.42	-17573.21	-139.04	-10916683.00	-20274.84	
3	18	3	35392.00	-40.80	11109.81	134.69	-18272998.00	-27118.08	
3	18	13	-35392.00	40.80	-11109.81	-134.69	2334807.25	-31716.96	
4	13	4	59562.48	-51.09	15430.19	93.80	-21387994.00	-81000.59	
4	13	14	-59562.48	51.09	-15430.19	-93.80	-760672.81	2785.82	
4	14	4	136397.05	68.99	25200.13	409.34	-33664020.00	71760.95	
4	14	14	-136397.05	-68.99	-25200.13	-409.34	-2608363.25	34728.51	
4	15	4	62506.59	3.12	15946.52	207.42	-23439686.00	-3664.16	
4	15	14	-62506.59	-3.12	-15946.52	-207.42	541921.31	7647.29	
4	16	4	136384.31	73.16	23144.82	473.96	-31158048.00	79682.18	
4	16	14	-136384.31	-73.16	-23144.82	-473.96	-2158025.00	33971.21	
4	17	4	111415.23	54.66	14859.37	367.74	-18344500.00	59808.70	
4	17	14	-111415.23	-54.66	-14859.37	-367.74	-3013063.00	23982.94	
4	18	4	62544.95	6.36	15895.04	206.52	-23360290.00	743.99	
4	18	14	-62544.95	-6.36	-15895.04	-206.52	536417.75	8139.48	
5	13	676	136002.25	-321.00	21660.81	-416.46	-3632341.75	-184759.44	
5	13	16	-136002.25	321.00	-21660.81	416.46	-7933631.50	3647.52	
5	14	676	92054.84	-451.88	27561.36	-227.71	-16806520.00	-117855.17	
5	14	16	-92054.84	451.88	-27561.36	227.71	2071316.13	-123004.28	
5	15	676	40545.20	-278.33	17130.87	-321.15	-11203837.00	-115936.04	
5	15	16	-40545.20	278.33	-17130.87	321.15	2069371.75	-33586.50	
5	16	676	92153.31	-429.91	27415.34	-208.42	-16539881.00	-111837.66	
5	16	16	-92153.31	429.91	-27415.34	208.42	1883189.25	-117256.20	
5	17	676	65741.06	-262.60	17827.23	-111.16	-10074114.00	-67596.38	
5	17	16	-65741.06	262.60	-17827.23	111.16	558198.44	-72229.95	
5	18	676	43176.59	-277.94	17214.34	-305.00	-11182623.00	-111409.98	
5	18	16	-43176.59	277.94	-17214.34	305.00	2002394.25	-37851.54	
6	12	17	3.21	-0.58	3.29	-0.22	-2915.42	159.98	
6	13	677	330169.81	437.12	33611.12	-8.98	1469561.25	24226.34	
6	13	17	-330169.81	-437.12	-33611.12	8.98	-19435356.00	189396.33	
6	14	677	73627.78	455.85	26174.40	337.85	-17658566.00	136289.84	
6	14	17	-73627.78	-455.85	-26174.40	-337.85	3674664.00	107558.44	
6	15	677	+125148.258	357.14	19737.76	43.73	-9159067.00	57481.41	
6	15	17	-125148.258	-357.14	-19737.76	-43.73	-1400518.63	129949.59	
6	16	677	73466.20	462.27	26129.84	346.47	-17467826.00	137854.56	
6	16	17	-73466.20	-462.27	-26129.84	-346.47	3508234.50	109438.07	
6	17	677	52839.88	297.96	16994.30	232.41	-10797270.00	88754.19	
6	17	17	-52839.88	-297.96	-16994.30	-232.41	1729894.25	70408.74	
6	18	677	+117884.617	353.84	19470.12	60.67	-9392446.00	61526.56	
6	18	17	-117884.617	-353.84	-19470.12	-60.67	-1021922.94	124701.20	

7	13	7	117592.59	-58.75	22072.27	147.87	-26057058.00	-83984.84
7	13	19	-117592.59	58.75	-22072.27	-147.87	-5665389.00	-9819.07
7	14	7	123456.81	32.23	31963.69	102.01	-44072992.00	27551.04
7	14	19	-123456.81	-32.23	-31963.69	-102.01	-1923034.25	20784.51
7	15	7	135807.66	-46.47	22591.99	109.03	-28241254.00	-37189.00
7	15	19	-135807.66	46.47	-22591.99	-109.03	-4259743.50	-32298.61
7	16	7	123417.48	28.46	31945.53	103.65	-44002128.00	26822.48
7	16	19	-123417.48	-28.46	-31945.53	-103.65	-1967339.75	16308.20
7	17	7	87978.03	17.12	20810.47	65.57	-28143532.00	16843.53
7	17	19	-87978.03	-17.12	-20810.47	-65.57	-1757997.25	8600.36
7	18	7	131025.06	-40.41	22436.80	104.76	-28294462.00	-31576.76
7	18	19	-131025.06	40.41	-22436.80	-104.76	-3980106.75	-28616.83
8	13	8	56604.13	-117.44	15407.26	-271.97	-22147804.00	-142598.28
8	13	21	-56604.13	117.44	-15407.26	271.97	31831.22	-32907.28
8	14	8	82920.48	-60.46	23539.98	-488.96	-35542376.00	-62024.06
8	14	21	-82920.48	60.46	-23539.98	488.96	1706135.38	-28620.95
8	15	8	50176.65	-61.91	15446.35	-298.72	-23299704.00	-74653.46
8	15	21	-50176.65	61.91	-15446.35	298.72	1130165.38	-17391.41
8	16	8	82923.19	-63.91	23543.37	-487.53	-35533784.00	-62604.02
8	16	21	-82923.19	63.91	-23543.37	487.53	1692744.25	-32853.58
8	17	8	59080.65	-43.99	15323.98	-307.89	-22757692.00	-40694.98
8	17	21	-59080.65	43.99	-15323.98	307.89	756250.00	-24027.40
8	18	8	51077.74	-60.28	15451.46	-300.66	-23284400.00	-71117.77
8	18	21	-51077.74	60.28	-15451.46	300.66	1106696.25	-18447.99
9	13	9	32767.50	-77.42	9575.60	-172.04	-15519330.00	-115238.62
9	13	22	-32767.50	77.42	-9575.60	172.04	1784449.50	507.26
9	14	9	44119.49	9.01	14752.31	-297.62	-24557836.00	-13956.69
9	14	22	-44119.49	-9.01	-14752.31	297.62	3383813.75	25645.56
9	15	9	35000.30	-33.16	10095.00	-197.74	-16351124.00	-53088.31
9	15	22	-35000.30	33.16	-10095.00	197.74	1869636.13	3636.72
9	16	9	44136.90	5.29	14759.39	-296.70	-24572238.00	-14701.23
9	16	22	-44136.90	-5.29	-14759.39	296.70	3388030.25	21122.60
9	17	9	32112.25	3.00	9609.06	-186.26	-15776600.00	-8923.31
9	17	22	-32112.25	-3.00	-9609.06	186.26	1993768.00	12709.07
9	18	9	34709.16	-29.72	10056.87	-197.07	-16314719.00	-48486.30
9	18	22	-34709.16	29.72	-10056.87	197.07	1888086.50	4131.76
10	13	23	-28334.20	84.67	-7745.43	155.05	1700540.13	-7223.42
10	14	10	39279.02	0.15	11867.62	-265.56	-20030168.00	-15789.98
10	14	23	-39279.02	-0.15	-11867.62	265.56	3000161.00	15065.32
10	15	10	27949.84	-35.31	7842.37	-171.83	-13215230.00	-52096.05
10	15	23	-27949.84	35.31	-7842.37	171.83	1968263.25	48.54
10	16	10	39266.34	-3.11	11881.56	-264.86	-20056106.00	-16327.19
10	16	23	-39266.34	3.11	-11881.56	264.86	3006099.75	10989.73
10	17	10	28474.96	-2.94	7745.71	-166.71	-12911460.00	-10299.24
10	17	23	-28474.96	2.94	-7745.71	166.71	1803062.50	5702.28
10	18	10	28011.30	-32.16	7838.84	-171.50	-13200611.00	-47670.88
10	18	23	-28011.30	32.16	-7838.84	171.50	1958686.88	250.52
24	13	115	34657.93	16.24	-7039.54	-29.64	10866258.00	-10602.56
24	13	654	-34657.93	-16.24	7039.54	29.64	-760296.00	31872.74
24	14	115	43641.32	7.38	-10327.05	7.61	15960025.00	3414.05
24	14	654	-43641.32	-7.38	10327.05	-7.61	-1124803.75	7130.00
24	15	115	34765.50	43.69	-7078.68	-21.58	10887650.00	18260.82
24	15	654	-34765.50	-43.69	7078.68	21.58	-725556.63	44010.69
24	16	115	43491.57	9.39	-10504.36	2.43	16407451.00	5038.02
24	16	654	-43491.57	-9.39	10504.36	-2.43	-1316947.38	8473.54
24	17	115	29738.85	-6.03	-6767.09	15.41	10515700.00	-3098.30
24	17	654	-29738.85	6.03	6767.09	-15.41	-804115.38	-5554.45
24	18	115	34569.93	47.84	-7102.77	-24.48	10973138.00	21301.57
24	18	654	-34569.93	-47.84	7102.77	24.48	-776435.31	47028.73
25	13	116	51200.56	43.49	-7712.04	-36.04	11651754.00	2936.80
25	13	655	-51200.56	-43.49	7712.04	36.04	-568380.56	56495.75
25	14	116	100141.33	16.88	-12455.87	1.72	16882078.00	8448.56
25	14	655	-100141.33	-16.88	12455.87	-1.72	1061268.00	15789.38
25	15	116	51128.32	72.44	-7644.45	-28.63	11516531.00	32755.29
25	15	655	-51128.32	-72.44	7644.45	28.63	-530506.38	70636.46
25	16	116	100845.96	28.02	-12801.44	-6.63	17494418.00	14781.06
25	16	655	-100845.96	-28.02	12801.44	6.63	948925.38	25675.19
25	17	116	81602.81	4.91	-8883.91	8.49	11316228.00	2587.06
25	17	655	-81602.81	-4.91	8883.91	-8.49	1461717.38	4498.89
25	18	116	51679.73	82.84	-7766.92	-33.22	11700645.00	38956.84
25	18	655	-51679.73	-82.84	7766.92	33.22	-538186.50	79508.49
26	13	117	55589.73	44.42	-8589.19	-25.37	12956984.00	2957.81
26	13	656	-55589.73	-44.42	8589.19	25.37	-609328.06	57498.89
26	14	117	165058.91	51.93	-16552.83	-17.18	19041674.00	27154.56
26	14	656	-165058.91	-51.93	16552.83	17.18	4840595.00	47918.63
26	15	117	55681.59	75.19	-8414.20	-18.53	12625589.00	33751.27
26	15	656	-55681.59	-75.19	8414.20	18.53	-529783.81	73482.27
26	16	117	162752.83	89.98	-16919.26	-33.56	19969136.00	47508.51
26	16	656	-162752.83	-89.98	16919.26	33.56	4447289.00	82778.95
26	17	117	154860.52	59.53	-11741.48	-18.97	12795439.00	31393.21
26	17	656	-154860.52	-59.53	11741.48	18.97	4126543.50	54772.18
26	18	117	70003.48	75.71	-7705.89	-18.85	12512526.00	35015.75
26	18	656	-70003.48	-75.71	7705.89	18.85	-1417492.38	73048.50
27	13	118	56409.64	-26.37	-9023.15	17.05	13324935.00	-33646.84
27	13	657	-56409.64	26.37	9023.15	-17.05	-354255.19	-7733.86

27	14	118	150635 50	64.82	-16509.01	-23.20	19602632 00	33880.52
27	14	657	-150635 50	-64.82	16509.01	23.20	4209858 00	59789.91
27	15	118	56100.11	12.12	-8765.84	22.12	12831170 00	1038.10
27	15	657	-56100.11	-12.12	8765.84	-22.12	-231260 47	15483.94
27	16	118	110127.34	65.09	-14715.83	-20.81	19814892 00	34049.59
27	16	657	-110127.34	-65.09	14715.83	20.81	1395181.25	59899.41
27	17	118	88202.98	61.89	-10106.04	-21.51	12704052 00	32237.64
27	17	657	-88202.98	-61.89	10106.04	21.51	1835426 63	56957.72
27	18	118	56575.48	2.07	-8886.39	26.10	13024123 00	-3176.18
27	18	657	-56575.48	-2.07	8886.39	-26.10	-250430 97	5413.96
28	13	119	52890 50	-188.07	-7223 59	87.32	11337423 00	-116035.53
28	13	658	-52890 50	188.07	7223 59	-87.32	-952612 56	-157380.77
28	14	119	80516 04	-115.18	-11197 61	42.43	17151312 00	-58495.98
28	14	658	-80516 04	115.18	11197 61	-42.43	-1023819 13	-107067.30
28	15	119	55328 44	-108.23	-7339 53	82.54	11039317 00	-60684.19
28	15	658	-55328 44	108.23	7339 53	-82.54	-488508 34	-95726.94
28	16	119	78304 43	-156.68	-11474.06	64.12	17922024 00	-79470.27
28	16	658	-78304 43	156.68	11474.06	-64.12	-1396322 13	-145709.92
28	17	119	55769 29	-87.38	-7453 38	34.34	11447448 00	-43806.56
28	17	658	-55769 29	87.38	7453 38	-34.34	-731362 19	-81594.36
28	18	119	55198 95	-107.60	-7388 43	82.96	11146267 00	-59490.91
28	18	658	-55198 95	107.60	7388 43	-82.96	-525085.88	-95862.74
29	13	671	66543.83	-891.40	-10501 33	181.92	5908891 50	-204355.00
29	13	659	-66543 83	891.40	10501 33	-181.92	-302388 44	-273179.56
29	14	671	74224 99	-509.77	-17115 91	58.52	11819472 00	-100166.70
29	14	659	-74224 99	509.77	17115 91	-58.52	-2671917 75	-171355.38
29	15	671	53940.33	-490.20	-9608 95	150.26	5781893.50	-95889.20
29	15	659	-53940 33	490.20	9608 95	-150.26	-654512 50	-165735.39
29	16	671	74947.73	-564.08	-17470.50	77.00	12088201 00	-110467.16
29	16	659	-74947 73	564.08	17470 50	-77.00	-2750652 50	-189965.19
29	17	671	53467.27	-369.96	-11340.00	47.24	7675885 00	-71684.13
29	17	659	-53467 27	369.96	11340 00	-47.24	-1623313 13	-125269.95
29	18	671	54027.52	-467.28	-9718 97	144.17	5906550 50	-89753.40
29	18	659	-54027 52	467.28	9718 97	-144.17	-720327 31	-159562.75
30	13	672	180349 08	108.62	-17911.29	18.16	2340662 25	551.39
30	13	660	-180349 08	-108.62	17911.29	-18.16	7229041 00	50452.86
30	14	672	75127 30	417.36	-17348 87	-82.98	11852670 00	87224.41
30	14	660	-75127 30	-417.36	17348 87	82.98	-2580440 50	135242.36
30	15	672	98014 41	-413.56	-11276 51	117.98	3273637 50	-75806.84
30	15	660	-98014 41	413.56	11276 51	-117.98	2745853 75	-145520.45
30	16	672	74962.68	451.22	-17462.90	-78.45	12038340 00	94586.91
30	16	660	-74962 68	-451.22	17462 90	78.45	-2704963 75	145953.52
30	17	672	53193 31	272.98	-11345 23	-49.87	7630878 00	58204.60
30	17	660	-53193 31	-272.98	11345 23	49.87	-1575713 75	87256.74
30	18	672	93492 37	-442.72	-10854 00	117.51	3585781 75	-79828.86
30	18	660	-93492 37	442.72	10854 00	-117.51	2208739 50	-156798.69
31	13	122	63755.78	196.53	-7382.90	-93.04	10648934 00	80373.81
31	13	661	-63755 78	-196.53	7382 90	93.04	-32403 70	198195.95
31	14	122	79173 26	169.93	-11477 20	-82.96	17920748 00	87468.29
31	14	661	-79173 26	-169.93	11477 20	82.96	-1389517 13	157070.66
31	15	122	232985 83	30.51	-16518 79	0.48	11210461 00	10791.37
31	15	661	-232985 83	-30.51	16518 79	-0.48	12519409 00	29980.92
31	16	122	79191 23	176.07	-11504 48	-80.92	18007330 00	90875.41
31	16	661	-79191 23	-176.07	11504 48	80.92	-1436451 75	162554.81
31	17	122	56382 32	113.81	-7520 52	-52.39	11597059 00	58570.38
31	17	661	-56382 32	-113.81	7520 52	52.39	-783720 88	105201.83
31	18	122	215402 41	39.30	-14479 76	-2.95	10264413 00	16426.35
31	18	661	-215280 41	-39.30	14479 76	2.95	10540554 00	37910.68
32	13	123	53677 13	26.60	-8629 96	-34.13	12726919 00	-5804.66
32	13	662	-53677 13	-26.60	8629 96	34.13	-323830 94	40822.82
32	14	123	78690 84	25.72	-13519 37	-23.68	20018888 00	13661.93
32	14	662	-78690 84	-25.72	13519 37	23.68	-555248 31	23449 30
32	15	123	170396 19	159.81	-13067 81	-74.54	10488626 00	79386.81
32	15	662	-170396 19	-159.81	13067 81	74.54	8294779 00	149618.58
32	16	123	78689 87	29.81	-13542 63	-22.18	20070908 00	16076 42
32	16	662	-78689 87	-29.81	13542 63	22.18	-573649 31	26997 90
32	17	123	56215 15	18.75	-8844 89	-14.16	12932909 00	10205 55
32	17	662	-56215 15	-18.75	8844 89	14.16	-219352 44	16835 64
32	18	123	158976 02	173.51	-12305 04	-78.79	10359569 00	87254 39
32	18	662	-158976 02	-173.51	12305 04	78.79	7330492 00	161949 77
33	13	124	56423 70	-37.39	-9024 22	0.41	13260514 00	-38755 38
33	13	663	-56423 70	37.39	9024 22	-0.41	-288642 22	-18364 71
33	14	124	78524 21	-6.49	-13596 08	5.19	20281780 00	-3449 62
33	14	663	-78524 21	6.49	13596 08	-5.19	-706783 75	-5911 80
33	15	124	58697 99	155.60	-7493 31	-79 28	10125869 00	75585 98
33	15	663	-58697 99	-155 60	7493 31	79 28	641975 75	147298 91
33	16	124	78523 78	-2.96	-13606 38	6.17	20304728 00	-1294 16
33	16	663	-78523 78	2.96	13606 38	-6 17	-714844 19	-2904 39
33	17	124	56067 94	-2.23	-8887 98	4 14	13078040 00	-860 89
33	17	663	-56067 94	2 23	8887 98	-4 14	-302214 16	-2294 78
33	18	124	58455 22	145 53	-7594 53	-74 15	10342092 00	71333 15
33	18	663	-58455 22	-145 53	7594 53	74 15	571502 25	137241 14
34	13	125	55828 84	-84 95	-8393 01	28 63	12609821 00	-63318 75
34	13	664	-55828 84	84 95	8393 01	-28 63	-544263 44	-62142 71
34	14	125	78299 00	-74 10	-12708 35	44 49	19315914 00	-38510 67
34	14	664	-78299 00	74 10	12708 35	-44 49	-1016588 00	-68203 89

34	15	125	54547.52	-8.55	-7717.22	-11.31	11288219.00	-8162.23
34	15	664	-54547.52	8.55	7717.22	11.31	-196770.03	-4758.91
34	16	125	78301.67	-70.98	-12709.50	45.22	19319514.00	-36551.22
34	16	664	-78301.67	70.98	12709.50	-45.22	-1018513.75	-65588.27
34	17	125	55963.80	-44.88	-8310.63	28.89	12444333.00	-22863.73
34	17	664	-55963.80	44.88	8310.63	-28.89	-497315.13	-41609.68
34	18	125	54683.74	-11.45	-7771.16	-8.24	11379199.00	-8790.34
34	18	664	-54683.74	11.45	7771.16	8.24	-210055.18	-8152.82
35	13	126	51043.83	-83.93	-7532.49	34.55	11315613.00	-62936.43
35	13	665	-51043.83	83.93	7532.49	-34.55	-490719.44	-60766.38
35	14	128	70976.24	-81.62	-11372.03	56.32	17313366.00	-42610.65
35	14	665	-70976.24	81.62	11372.03	-56.32	-946499.94	-74936.03
35	15	126	51507.98	-65.49	-7255.21	21.01	10726007.00	-37526.54
35	15	665	-51507.98	65.49	7255.21	-21.01	-300118.06	-57186.62
35	16	126	70986.18	-79.39	-11361.35	57.19	17298462.00	-41099.73
35	16	665	-70986.18	79.39	11361.35	-57.19	-944971.88	-73150.97
35	17	126	51178.00	-51.15	-7426.11	36.90	11139675.00	-26223.14
35	17	665	-51178.00	51.15	7426.11	-36.90	-467629.50	-47261.27
35	18	126	51478.02	-63.60	-7266.30	22.22	10753224.00	-35723.06
35	18	665	-51478.02	63.60	7266.30	-22.22	-311372.31	-56149.92
36	13	127	34898.26	-58.44	-6864.80	27.12	10569665.00	-49790.17
36	13	666	-34898.26	58.44	6864.80	-27.12	-714474.19	-36234.81
36	14	127	48209.68	-48.50	-10389.73	47.16	16125210.00	-25704.25
36	14	666	-48209.68	48.50	10389.73	-47.16	-1194696.88	-44094.00
36	15	127	34535.09	-45.50	-6765.00	18.27	10179932.00	-27457.55
36	15	666	-34535.09	45.50	6765.00	-18.27	-469073.31	-38291.23
36	16	127	48192.87	-46.73	-10368.48	48.16	16090402.00	-24440.12
36	16	666	-48192.87	46.73	10368.48	-48.16	-1190453.63	-42764.24
36	17	127	34672.11	-30.92	-6731.73	31.39	10333584.00	-15973.83
36	17	666	-34672.11	30.92	6731.73	-31.39	-669697.44	-28424.14
36	18	127	34544.08	-43.30	-6760.98	19.25	10187015.00	-25500.87
36	18	666	-34544.08	43.30	6760.98	-19.25	-481875.88	-37000.91
63	13	141	8150.76	-9.92	1273.72	-38.67	-762874.81	-6351.41
63	13	154	-8150.76	9.92	-1273.72	38.67	-1223683.38	-9741.15
63	14	141	11607.34	6.01	1930.90	-49.88	-1171112.00	5483.32
63	14	154	-11607.34	-6.01	-1930.90	49.88	-1845647.00	4029.90
63	15	141	8158.35	-5.13	1274.40	-35.08	-763646.25	-3155.71
63	15	154	-8158.35	5.13	-1274.40	35.08	-1223974.00	-5187.82
63	16	141	11735.54	4.81	1996.90	-51.19	-1203617.88	4381.58
63	16	154	-11735.54	-4.81	-1996.90	51.19	-1916631.88	3234.83
63	17	141	8250.20	2.56	1309.05	-29.70	-791721.94	2537.90
63	17	154	-8250.20	-2.56	-1309.05	29.70	-1249938.88	1450.14
63	18	141	8145.35	-5.05	1283.44	-34.64	-767006.63	-3278.13
63	18	154	-8145.35	5.05	-1283.44	34.64	-1234741.25	-4897.94
64	13	142	14463.06	-12.62	1786.64	-28.70	-1211236.38	-9285.11
64	13	155	-14463.06	12.62	-1786.64	28.70	-1580850.00	-11600.47
64	14	142	21000.20	1.16	2715.05	-34.49	-1878784.00	916.15
64	14	155	-21000.20	-1.16	-2715.05	34.49	-2374963.00	1041.45
64	15	142	14426.42	-7.91	1769.74	-25.60	-1203063.00	-6008.64
64	15	155	-14426.42	7.91	-1769.74	25.60	-1562474.25	-7014.21
64	16	142	21121.32	0.07	2783.57	-36.70	-1912126.88	-101.08
64	16	155	-21121.32	-0.07	-2783.57	36.70	-2449770.50	321.11
64	17	142	14778.98	0.96	1836.96	-24.02	-1271935.63	1027.72
64	17	155	-14778.98	-0.96	-1836.96	24.02	-1598436.88	448.34
64	18	142	14518.93	-6.33	1793.27	-29.02	-1219552.13	-4664.01
64	18	155	-14518.93	6.33	-1793.27	29.02	-1582853.63	-5815.93
65	13	143	14711.43	-16.10	1924.60	-8.41	-1285691.63	-12415.84
65	13	156	-14711.43	16.10	-1924.60	8.41	-1722842.88	-14067.88
65	14	143	21521.72	-5.36	2900.82	-4.86	-2011284.00	-5168.44
65	14	156	-21521.72	5.36	-2900.82	4.86	-2534370.25	-3351.05
65	15	143	14631.89	-11.34	1881.12	-4.88	-1264007.50	-9065.69
65	15	156	-14631.89	11.34	-1881.12	4.88	-1676247.00	-9463.76
65	16	143	21640.70	-5.98	2988.02	-8.95	-2048239.13	-5722.60
65	16	156	-21640.70	5.98	-2988.02	8.95	-2632090.25	-3758.18
65	17	143	20374.18	-4.08	2185.15	-4.92	-1582568.25	-3753.67
65	17	156	-20374.18	4.08	-2185.15	4.92	-1837303.50	-2821.95
65	18	143	19934.75	-10.54	2121.61	-5.17	-1493571.75	-8663.75
65	18	156	-19934.75	10.54	-2121.61	5.17	-1827926.88	-8864.93
66	13	144	14567.77	-15.09	1900.38	4.29	-1265535.38	-11071.88
66	13	157	-14567.77	15.09	-1900.38	-4.29	-1705057.50	-13930.74
66	14	144	21162.34	-3.64	2836.64	-0.05	-1951785.50	-3301.53
66	14	157	-21162.34	3.64	-2836.64	0.05	-2493219.00	-2597.75
66	15	144	14408.24	-10.26	1822.38	8.63	-1224504.38	-7637.06
66	15	157	-14408.24	10.26	-1822.38	-8.63	-1623664.75	-9317.84
66	16	144	21206.93	-4.43	2914.43	1.10	-1971909.50	-3954.93
66	16	157	-21206.93	4.43	-2914.43	-1.10	-2596446.25	-3275.00
66	17	144	14819.71	-4.49	1914.73	2.97	-1308582.13	-3953.43
66	17	157	-14819.71	4.49	-1914.73	-2.97	-1683843.50	-3261.60
66	18	144	14491.45	-11.02	1846.86	12.36	-1241155.63	-8524.74
66	18	157	-14491.45	11.02	-1846.86	-12.36	-1645360.13	-9566.88
67	13	145	14484.39	-17.06	1820.93	22.33	-1235399.88	-12666.57
67	13	158	-14484.39	17.06	-1820.93	-22.33	-1610268.50	-15532.01
67	14	145	20841.26	-5.33	2735.70	15.41	-1869820.63	-4712.95
67	14	158	-20841.26	5.33	-2735.70	-15.41	-2416916.25	-3993.69
67	15	145	14237.07	-11.43	1706.06	25.64	-1172790.88	-8430.08
67	15	158	-14237.07	11.43	-1706.06	-25.64	-1492661.50	-10465.16

67	16	145	20915.75	-6.35	2799.22	21.45	-1895191.63	-5494.08
67	16	158	-20915.75	6.35	-2799.22	-21.45	-2491950.00	-4943.09
67	17	145	14472.62	-4.41	1819.64	12.68	-1234635.75	-3638.75
67	17	158	-14472.62	4.41	-1819.64	-12.68	-1608994.38	-3523.20
67	18	145	14225.88	-10.56	1714.77	25.15	-1175900.38	-7738.87
67	18	158	-14225.88	10.56	-1714.77	-25.15	-1503231.00	-9728.86
68	13	146	13406.18	48.29	1767.59	-22.53	-1251168.88	14118.58
68	13	668	-13406.18	-48.29	-1767.59	22.53	90495.02	17294.18
68	14	146	20351.36	37.28	2682.73	-42.89	-1854532.75	13057.51
68	14	668	-20351.36	-37.28	-2682.73	42.89	86552.31	11470.72
68	15	146	13104.87	38.68	1577.11	7.10	-1137894.13	11638.50
68	15	668	-13104.87	-38.68	-1577.11	-7.10	102784.66	13548.26
68	16	146	20349.92	39.48	2717.00	-38.17	-1870777.75	13725.05
68	16	668	-20349.92	-39.48	-2717.00	38.17	80017.84	12224.10
68	17	146	14056.64	27.08	1765.48	-26.14	-1217413.00	9253.67
68	17	668	-14056.64	-27.08	-1765.48	26.14	57238.70	8498.38
68	18	146	13173.00	37.82	1587.32	6.45	-1142039.38	11475.06
68	18	668	-13173.00	-37.82	-1587.32	-6.45	100143.63	13160.46
69	13	147	15550.68	-10.48	1783.88	34.01	-1282363.38	-7594.61
69	13	667	-15550.68	10.48	-1783.88	-34.01	110440.36	354.97
69	14	147	20475.10	-34.22	2673.58	31.43	-1848152.38	-12916.86
69	14	667	-20475.10	34.22	-2673.58	-31.43	86095.84	-9689.13
69	15	147	14810.58	-8.33	1553.59	58.42	-1149266.38	-5335.70
69	15	667	-14810.58	8.33	-1553.59	-58.42	129421.64	-397.19
69	16	147	20598.35	-33.83	2699.40	37.10	-1860647.13	-12972.32
69	16	667	-20598.35	33.83	-2699.40	-37.10	81332.61	-9403.49
69	17	147	14275.22	-22.07	1749.10	25.12	-1207817.25	-8589.73
69	17	667	-14275.22	22.07	-1749.10	-25.12	58318.72	-5964.18
69	18	147	14768.07	-9.30	1562.48	57.84	-1151474.38	-5536.30
69	18	667	-14768.07	9.30	-1562.48	-57.84	125728.13	-818.50
70	13	148	14527.83	-11.50	1778.86	-19.57	-1226839.00	-7829.14
70	13	161	-14527.83	11.50	-1778.86	19.57	-1552579.50	-11437.74
70	14	148	20678.75	1.04	2709.22	-18.47	-1837117.75	1212.92
70	14	161	-20678.75	-1.04	-2709.22	18.47	-2408405.00	317.00
70	15	148	14437.25	-8.26	1520.33	0.57	-1175540.88	-5704.04
70	15	161	-14437.25	8.26	-1520.33	-0.57	-1196371.00	-8092.67
70	16	148	20706.75	0.57	2723.08	-17.50	-1843982.75	896.68
70	16	161	-20706.75	-0.57	-2723.08	17.50	-2423412.25	-193.02
70	17	148	14338.88	-0.20	1763.96	-11.52	-1196302.13	194.09
70	17	161	-14338.88	0.20	-1763.96	11.52	-1560177.00	-651.23
70	18	148	14429.78	-7.55	1526.81	-0.21	-1173239.38	-5191.60
70	18	161	-14429.78	7.55	-1526.81	0.21	-1208982.88	-7440.77
71	13	149	14403.53	-12.82	1816.26	-5.25	-1220239.50	-8833.99
71	13	162	-14403.53	12.82	-1816.26	5.25	-1618353.00	-12589.81
71	14	149	20677.10	-0.45	2753.55	-4.11	-1845949.63	0.69
71	14	162	-20677.10	0.45	-2753.55	4.11	-2469866.00	-953.45
71	15	149	14315.62	-7.96	1527.44	-16.99	-1151844.63	-5781.31
71	15	162	-14315.62	7.96	-1527.44	16.99	-1231859.88	-7408.65
71	16	149	20690.21	-0.98	2760.53	-3.40	-1849376.13	-385.67
71	16	162	-20690.21	0.98	-2760.53	3.40	-2477457.50	-1488.87
71	17	149	14322.50	-1.35	1786.49	-1.88	-1198594.50	-749.52
71	17	162	-14322.50	1.35	-1786.49	1.88	-1593420.13	-1569.97
71	18	149	14307.87	-7.26	1539.37	-16.97	-1151926.38	-5255.91
71	18	162	-14307.87	7.26	-1539.37	16.97	-1250639.88	-6785.52
72	13	150	14403.77	-11.23	1840.92	-1.26	-1227219.63	-7099.91
72	13	163	-14403.77	11.23	-1840.92	1.26	-1650184.75	-11901.46
72	14	150	20724.23	1.89	2799.16	-2.47	-1868419.50	2437.98
72	14	163	-20724.23	-1.89	-2799.16	2.47	-2519295.75	198.67
72	15	150	14117.15	-6.93	1603.80	-23.12	-1133216.75	-4847.48
72	15	163	-14117.15	6.93	-1603.80	23.12	-1371521.13	-6680.42
72	16	150	20729.96	1.36	2802.15	-2.10	-1869872.75	2047.24
72	16	163	-20729.96	-1.36	-2802.15	2.10	-2522570.75	-324.60
72	17	150	14338.69	0.16	1809.66	-1.26	-1209473.00	832.37
72	17	163	-14338.69	-0.16	-1809.66	1.26	-1618902.13	-813.54
72	18	150	14126.86	-6.31	1616.58	-21.89	-1137506.13	-4377.47
72	18	163	-14126.86	6.31	-1616.58	21.89	-1387326.00	-6137.16
73	13	151	14603.85	-10.18	1868.01	8.48	-1255118.75	-5779.25
73	13	164	-14603.85	10.18	-1868.01	-8.48	-1664614.25	-11654.33
73	14	151	21053.76	3.18	2850.69	11.37	-1918615.13	4040.56
73	14	164	-21053.76	-3.18	-2850.69	-11.37	-2549927.50	430.86
73	15	151	14375.39	-6.77	1733.80	-8.02	-1194836.38	-4362.67
73	15	164	-14375.39	6.77	-1733.80	8.02	-1514040.38	-7059.86
73	16	151	21054.97	2.66	2851.30	11.59	-1918928.88	3652.25
73	16	164	-21054.97	-2.66	-2851.30	-11.59	-2550576.50	-84.53
73	17	151	14551.34	1.01	1842.17	7.22	-1241556.13	1900.99
73	17	164	-14551.34	-1.01	-1842.17	-7.22	-1637617.50	-640.32
73	18	151	14385.18	-6.11	1740.71	-6.99	-1197630.50	-3853.80
73	18	164	-14385.18	6.11	-1740.71	6.99	-1522094.38	-6489.84
74	13	152	14345.26	-13.73	1742.79	28.27	-1189192.38	-8965.14
74	13	165	-14345.26	13.73	-1742.79	-28.27	-1534017.38	-14139.36
74	14	152	20723.96	-2.70	2670.96	43.58	-1825205.00	-1317.36
74	14	165	-20723.96	2.70	-2670.96	-43.58	-2359877.00	-3700.28
74	15	152	14251.56	-11.70	1678.17	22.28	-1159396.25	-8737.42
74	15	165	-14251.56	11.70	-1678.17	-22.28	-1462344.13	-10568.61
74	16	152	20721.30	-3.26	2669.50	44.01	-1824564.25	-1739.75
74	16	165	-20721.30	3.26	-2669.50	-44.01	-2358219.75	-4242.00

74	17	152	14333.19	-2.90	1725.05	28.18	-1180905.63	-1632.48
74	17	165	-14333.19	2.90	-1725.05	-28.18	-1514457.00	-3344.52
74	18	152	14256.29	-10.97	1680.96	22.70	-1160616.38	-8160.47
74	18	165	-14256.29	10.97	-1680.96	-22.70	-1465511.00	-9939.20
75	13	153	8158.33	-17.06	1242.54	35.68	-748698.63	-11633.53
75	13	166	-8158.33	17.06	-1242.54	-35.68	-1189178.38	-15914.56
75	14	153	11517.71	-7.73	1890.65	58.49	-1140439.38	-5846.44
75	14	166	-11517.71	7.73	-1890.65	-58.49	-1813428.88	-6709.05
75	15	153	8004.34	-14.97	1178.52	32.95	-718207.31	-11470.04
75	15	166	-8004.34	14.97	-1178.52	-32.95	-1119552.75	-12453.82
75	16	153	11510.59	-8.33	1886.14	58.99	-1138126.25	-6275.89
75	16	166	-11510.59	8.33	-1886.14	-58.99	-1808674.63	-7261.34
75	17	153	8082.89	-6.15	1214.78	37.77	-735292.31	-4571.93
75	17	166	-8082.89	6.15	-1214.78	-37.77	-1159167.75	-5278.10
75	18	153	8008.34	-14.22	1180.45	33.32	-719087.63	-10908.25
75	18	166	-8008.34	14.22	-1180.45	-33.32	-1121685.25	-11828.29
Maximas								
Element:		6	30	6	69	6 00	30 00	
Valeur:		330169.813	1316.03	33611.12	1770.957	21617042.00	458980.38	
Minimas								
Element:		5	75	6	69	7 00	75 00	
Valeur:		-26087.561	-5603.44	-33611.1	-1770.957	-44072992.00	-1846908.25	

ANEXA A 5.3

**HALIN 2 – deplasări și forțe nodale în structura reală a H.C.A.
- calcul de ordinul I -**

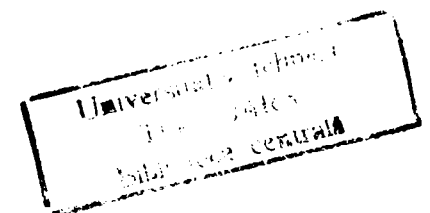
HALIN2a

A5.3a

DEPLASĂRILE NODURILOR STRUCTURII REALE, DIN CALCULUL DE ORD.I

ROBOT 5 70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82 page 268
date : 10 Jul 1997
heure : 16 01 51
HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE
Deplacements des noeuds - cas actfs. 13 A 18

NoeCas	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Deg)	RY (Deg)	RZ (Deg)
STALPI SIR I						
11 13	-0.10240	0.51794	-0.01905	-0.03211	-0.00591	-0.00593
11 14	-0.09122	0.77858	-0.02028	-0.04855	-0.00294	-0.00139
11 15	-0.07971	0.52304	-0.01914	-0.03262	-0.00286	-0.00715
11 16	-0.10664	0.74557	-0.02018	-0.04605	-0.00350	0.00434
11 17	-0.08120	0.45055	-0.01286	-0.02741	-0.00296	0.00861
11 18	-0.07581	0.51953	-0.01914	-0.03238	-0.00262	-0.00717
12 13	-0.10169	0.59189	-0.02575	-0.03589	-0.00647	-0.00630
12 14	-0.08823	0.80143	-0.07477	-0.04343	-0.00360	-0.00302
12 15	-0.07791	0.61385	-0.02600	-0.03751	-0.00319	-0.00811
12 16	-0.10303	0.69975	-0.07474	-0.03792	-0.00410	0.00235
12 17	-0.07831	0.35116	-0.06464	-0.01616	-0.00338	0.00701
12 18	-0.07400	0.61061	-0.02601	-0.03729	-0.00294	-0.00814
13 13	-0.10741	0.69737	-0.02461	-0.04292	-0.00481	-0.00334
13 14	-0.06538	0.95280	-0.15455	-0.04226	0.00078	-0.01522
13 15	-0.07711	0.78207	-0.02398	-0.04937	-0.00125	-0.00869
13 16	-0.06950	0.78771	-0.15461	-0.03478	0.00075	-0.01548
13 17	-0.04535	0.34391	-0.14524	-0.00630	0.00046	-0.01045
13 18	-0.07311	0.77979	-0.02397	-0.04922	-0.00100	-0.00876
14 13	-0.11656	0.70476	-0.04136	-0.03467	-0.02145	0.00129
14 14	-0.05143	1.34881	-0.09421	-0.07877	-0.00644	-0.02303
14 15	-0.07653	0.94084	-0.04364	-0.06126	0.00527	-0.00930
14 16	-0.04950	1.24169	-0.09417	-0.07377	-0.00356	-0.02647
14 17	-0.02741	0.69810	-0.07641	-0.03603	-0.01241	-0.02021
14 18	-0.07238	0.94073	-0.04368	-0.06131	0.00564	-0.00946
15 13	-0.13392	0.60422	-0.23296	-0.01585	-0.00051	0.00968
15 14	-0.10217	1.58883	-0.41650	-0.12860	0.00557	0.00241
15 15	-0.10430	1.01426	-0.28357	-0.08467	0.00308	0.00441
15 16	-0.10233	1.53648	-0.41562	-0.12506	0.00570	0.00015
15 17	-0.06460	0.92989	-0.29083	-0.07068	0.00426	-0.00134
15 18	-0.10015	1.01727	-0.28525	-0.08531	0.00306	0.00426
16 13	-0.04530	0.67956	-0.08000	0.01653	-0.02318	-0.03897
16 14	-0.02962	1.65907	-0.05572	-0.13619	0.00746	-0.03873
16 15	-0.05065	1.03647	-0.02525	-0.08071	0.00037	-0.02584
16 16	-0.03204	1.63830	-0.05563	-0.13405	0.00732	-0.03970
16 17	-0.01961	1.01851	-0.03925	-0.07945	0.00353	-0.02681
16 18	-0.04684	1.04105	-0.02679	-0.08161	0.00088	-0.02580
17 13	-0.01307	1.31714	-0.20632	0.03661	-0.01583	-0.05893
17 14	-0.01926	2.33221	-0.05401	-0.16422	0.00515	-0.06872
17 15	-0.01747	1.48823	-0.08086	-0.08232	-0.00262	-0.04618
17 16	0.01629	2.32035	-0.05400	-0.16228	0.00495	-0.06933
17 17	0.01147	1.47315	-0.03844	-0.09862	0.00283	-0.04586
17 18	-0.01379	1.49183	-0.07655	-0.08482	-0.00201	-0.04606
18 13	-0.02661	2.57464	-0.38836	0.00857	0.01056	-0.05325
18 14	0.02599	3.99480	-0.27372	-0.15823	-0.00141	-0.07465
18 15	-0.00764	2.62861	-0.65814	-0.07656	-0.00219	-0.05255
18 16	0.02215	3.98853	-0.27358	-0.15676	-0.00136	-0.07475
18 17	0.01437	2.56675	-0.19489	-0.09545	-0.00078	-0.04887
18 18	-0.00446	2.62733	-0.61175	-0.07919	-0.00207	-0.05222
19 13	-0.14150	3.03742	-0.08204	-0.00749	0.01230	0.00596
19 14	-0.13265	4.65876	-0.08674	-0.11806	0.01132	0.00669
19 15	-0.11576	3.12338	-0.09361	-0.04972	0.00954	0.00305
19 16	-0.13651	4.65366	-0.08672	-0.11716	0.01117	0.00663
19 17	-0.08943	3.00169	-0.06153	-0.07024	0.00776	0.00439
19 18	-0.11222	3.11658	-0.09040	-0.05233	0.00939	0.00319
20 13	-0.24385	2.41298	-0.18533	-0.04236	0.00062	0.05837
20 14	-0.28116	3.82036	-0.33610	-0.13735	-0.00260	0.08239
20 15	-0.22018	2.55297	-0.09592	-0.07375	-0.00300	0.05656
20 16	-0.28497	3.81637	-0.33592	-0.13675	-0.00257	0.08232
20 17	-0.18596	2.45340	-0.23429	-0.08446	-0.00163	0.05361
20 18	-0.21599	2.54765	-0.10984	-0.07523	-0.00288	0.05634
21 13	-0.24192	1.13591	-0.03855	-0.06228	-0.00758	0.05795
21 14	-0.29019	1.95122	-0.05648	-0.11528	-0.00312	0.08782
21 15	-0.22473	1.27826	-0.03440	-0.07423	-0.00515	0.05951
21 16	-0.29387	1.94923	-0.05648	-0.11510	-0.00312	0.08768
21 17	-0.19082	1.24288	-0.04025	-0.07270	-0.00236	0.05661
21 18	-0.22062	1.27753	-0.03499	-0.07428	-0.00481	0.05932
22 13	-0.15202	0.63070	-0.02187	-0.04524	-0.02303	0.00984
22 14	-0.16644	1.09014	-0.02968	-0.07915	-0.03516	0.02127
22 15	-0.13864	0.70905	-0.02336	-0.05049	-0.02281	0.01332
22 16	-0.17016	1.09077	-0.02968	-0.07913	-0.03522	0.02117
22 17	-0.11015	0.69517	-0.02156	-0.04995	-0.02167	0.01327
22 18	-0.13496	0.70901	-0.02318	-0.05054	-0.02269	0.01336



23 13	-0.14591	0.53799	-0.01923	-0.03438	-0.00909	0.00650
23 14	-0.15345	0.88783	-0.02684	-0.05763	-0.00792	0.01421
23 15	-0.13014	0.58382	-0.01909	-0.03779	-0.00688	0.00871
23 16	-0.15727	0.88913	-0.02683	-0.05771	-0.00793	0.01417
23 17	-0.10215	0.56848	-0.01943	-0.03671	-0.00518	0.00892
23 18	-0.12646	0.58336	-0.01913	-0.03776	-0.00662	0.00874
24 13	-0.22196	0.18294	-0.04704	0.13602	-0.00288	-0.00552
24 14	0.16811	0.31352	-0.06407	0.20441	0.01628	-0.01709
24 15	0.07257	0.20975	-0.04751	0.13526	0.01071	-0.01238
24 16	0.18303	0.19131	-0.06370	0.20752	0.01807	-0.01702
24 17	0.10610	0.07381	-0.04050	0.13308	0.01158	-0.01045
24 18	0.08417	0.19460	-0.04751	0.13586	0.01103	-0.01248
25 13	-0.21824	0.23370	-0.06106	0.15242	0.00503	-0.00860
25 14	0.17565	0.41991	-0.13125	0.22013	0.02447	-0.02146
25 15	0.07766	0.30136	-0.06132	0.15056	0.01626	-0.01538
25 16	0.19065	0.28583	-0.13130	0.21977	0.02599	-0.02125
25 17	0.11120	0.11786	-0.10029	0.13608	0.01657	-0.01313
25 18	0.08927	0.28657	-0.06133	0.15118	0.01652	-0.01547
26 13	-0.21853	0.51899	-0.06454	0.16388	-0.01691	-0.00563
26 14	0.18219	0.94278	-0.21882	0.22714	-0.00802	-0.01909
26 15	0.08082	0.69363	-0.06441	0.16264	-0.00435	-0.01378
26 16	0.19983	0.77735	-0.21902	0.22407	-0.00694	-0.01928
26 17	0.11959	0.40320	-0.18600	0.13323	-0.00528	-0.01228
26 18	0.09249	0.67938	-0.06441	0.16341	-0.00405	-0.01389
27 13	-0.22104	0.63154	-0.08205	0.15531	-0.00565	-0.00885
27 14	0.18113	1.36803	-0.15841	0.24201	0.00164	-0.02298
27 15	0.07960	0.96247	-0.08436	0.16208	-0.00318	-0.01537
27 16	0.20318	1.21708	-0.15840	0.24240	0.00156	-0.02390
27 17	0.12473	0.71343	-0.11702	0.14923	0.00451	-0.01675
27 18	0.09134	0.94995	-0.08439	0.16287	-0.00293	-0.01548
28 13	-0.22584	0.96638	-0.27579	0.17809	-0.01309	-0.00920
28 14	0.17108	2.00152	-0.48519	0.28540	-0.00634	-0.02380
28 15	0.07321	1.40533	-0.32706	0.18033	-0.00406	-0.01711
28 16	0.19547	1.89521	-0.48429	0.28712	-0.00559	-0.02529
28 17	0.12009	1.19047	-0.33403	0.18335	-0.00399	-0.01685
28 18	0.08497	1.39379	-0.32874	0.18085	-0.00384	-0.01722
29 13	-0.25850	1.41325	-0.10785	0.38911	0.05965	-0.01868
29 14	0.11212	2.94982	-0.10138	0.64842	0.10141	-0.03589
29 15	0.03332	2.07457	-0.05327	0.40792	0.06804	-0.02537
29 16	0.13601	2.88428	-0.10144	0.64924	0.10310	-0.03728
29 17	0.08049	1.83409	-0.06786	0.41702	0.06689	-0.02433
29 18	0.04498	2.06554	-0.05486	0.40861	0.06824	-0.02544
30 13	-0.27793	1.26715	-0.25728	0.17045	-0.01949	-0.00100
30 14	0.05687	2.88678	-0.13299	0.32370	-0.01477	-0.00411
30 15	-0.00095	2.02973	-0.13190	0.18936	-0.01331	-0.00437
30 16	0.08048	2.83253	-0.13285	0.32489	-0.01366	-0.00524
30 17	0.04536	1.79402	-0.08846	0.20743	-0.00917	-0.00365
30 18	0.01039	2.02353	-0.12749	0.19085	-0.01268	-0.00442
31 13	-0.29813	1.51051	-0.42720	0.20891	-0.00775	-0.00183
31 14	0.00045	2.90907	-0.33825	0.31947	-0.00371	-0.00041
31 15	-0.04346	2.14444	-0.69724	0.18871	-0.00284	-0.00152
31 16	0.02353	2.87695	-0.33807	0.32013	-0.00296	-0.00134
31 17	0.00921	1.84286	-0.23543	0.20622	-0.00207	-0.00122
31 18	-0.03201	2.13371	-0.65099	0.18980	-0.00262	-0.00153
32 13	-0.33580	1.62399	-0.12194	0.22493	-0.01449	0.00538
32 14	-0.06655	3.04700	-0.14956	0.36091	-0.00349	0.00852
32 15	-0.09868	2.24640	-0.13381	0.21178	0.00092	0.00617
32 16	-0.04439	3.02907	-0.14954	0.36118	-0.00207	0.00767
32 17	-0.03476	1.94495	-0.10121	0.23151	-0.00178	0.00474
32 18	-0.08672	2.23446	-0.13055	0.21317	0.00088	0.00607
33 13	-0.37772	1.47154	-0.22115	0.19799	0.00856	0.00783
33 14	-0.13899	2.60338	-0.39552	0.30377	0.02274	0.01462
33 15	-0.15198	1.94969	-0.13232	0.18819	0.01431	0.01186
33 16	-0.11757	2.59458	-0.39534	0.30388	0.02342	0.01406
33 17	-0.08227	1.67562	-0.27066	0.19425	0.01501	0.00890
33 18	-0.13987	1.93575	-0.14624	0.18851	0.01451	0.01170
34 13	-0.40918	1.14017	-0.07833	0.16464	-0.09911	0.03262
34 14	-0.18805	2.02585	-0.11915	0.25986	-0.13771	0.05093
34 15	-0.18697	1.46183	-0.07408	0.16036	-0.09194	0.03622
34 16	-0.16719	2.02298	-0.11913	0.25987	-0.13644	0.05036
34 17	-0.11473	1.30652	-0.07981	0.16637	-0.08850	0.03251
34 18	-0.17470	1.45422	-0.07466	0.16080	-0.09147	0.03598
35 13	-0.42138	0.68567	-0.05853	0.13392	-0.00397	0.01511
35 14	-0.20563	1.23695	-0.08806	0.20779	0.01100	0.02262
35 15	-0.19751	0.87935	-0.06024	0.13005	0.00556	0.01710
35 16	-0.18507	1.23917	-0.08809	0.20776	0.01210	0.02212
35 17	-0.12650	0.80321	-0.05835	0.13310	0.00711	0.01438
35 18	-0.18525	0.87598	-0.06005	0.13024	0.00591	0.01690
36 13	-0.42113	0.46868	-0.04544	0.11351	-0.01089	0.01508
36 14	-0.20400	0.89990	-0.06820	0.17227	0.00100	0.02192
36 15	-0.19567	0.64626	-0.04568	0.10861	-0.00037	0.01621
36 16	-0.18350	0.90497	-0.06817	0.17201	0.00232	0.02138
36 17	-0.12562	0.58472	-0.04585	0.11034	0.00120	0.01386
36 18	-0.18345	0.64430	-0.04572	0.10868	-0.00001	0.01602
STALPI SIR II						
76 13	-0.12400	-1.41445	-0.07101	-0.17513	0.04818	0.00813
76 14	0.11953	-2.09366	-0.10048	-0.26249	0.07707	0.00911
76 15	0.02219	-1.38614	-0.07085	-0.17543	0.05046	0.00515
76 16	0.12762	-2.21691	-0.10040	-0.26118	0.07876	0.00937
76 17	0.07798	-1.46590	-0.06621	-0.16427	0.05007	0.00599
76 18	0.03028	-1.40420	-0.07067	-0.17573	0.05091	0.00519
77 13	-0.11759	-1.54164	-0.08320	-0.26586	0.21334	0.03801
77 14	0.12809	-2.23295	-0.15061	-0.40210	0.33757	0.05617
77 15	0.02790	-1.47221	-0.08331	-0.26663	0.21522	0.03491

77 16	0.13648	-2.36108	-0.15124	-0.40024	0.33978	0.05652
77 17	0.08351	-1.56062	-0.11348	-0.25079	0.21800	0.03630
77 18	0.03605	-1.49027	-0.08386	-0.26702	0.21565	0.03495
78 13	-0.15234	-1.46037	-0.10102	-0.24660	-0.23324	-0.04626
78 14	0.07680	-1.97092	-0.23577	-0.36631	-0.35454	-0.07432
78 15	-0.00812	-1.30007	-0.10116	-0.25104	-0.22905	-0.04906
78 16	0.08404	-2.12037	-0.23324	-0.36393	-0.35384	-0.07438
78 17	0.04966	-1.40445	-0.19912	-0.22362	-0.22610	-0.04754
78 18	-0.00018	-1.31837	-0.11532	-0.25170	-0.22836	-0.04899
79 13	-0.15017	-1.25155	-0.10853	-0.18556	0.13899	0.02826
79 14	0.08625	-1.52741	-0.23202	-0.28643	0.22481	0.04199
79 15	-0.00570	-0.97834	-0.10807	-0.19611	0.14025	0.02489
79 16	0.09060	-1.68411	-0.19166	-0.28792	0.22510	0.04159
79 17	0.05268	-1.12094	-0.13998	-0.17826	0.14433	0.02658
79 18	0.00206	-0.99494	-0.10856	-0.19648	0.14062	0.02490
80 13	-0.15270	-1.31362	-0.09252	-0.31696	0.26936	0.04920
80 14	0.08984	-1.61658	-0.14301	-0.51206	0.42749	0.07497
80 15	-0.00593	-0.93058	-0.09537	-0.33025	0.26762	0.04550
80 16	0.09194	-1.72745	-0.14075	-0.51205	0.42750	0.07433
80 17	0.05356	-1.13813	-0.09543	-0.32633	0.27464	0.04767
80 18	0.00190	-0.94450	-0.09524	-0.33048	0.26799	0.04550
81 13	-0.22764	-1.28542	-0.10350	-0.37289	-0.23998	-0.05164
81 14	-0.02108	-1.53217	-0.13278	-0.63100	-0.35923	-0.08033
81 15	-0.07294	-0.75337	-0.09213	-0.39552	-0.22957	-0.05240
81 16	-0.01914	-1.59964	-0.13338	-0.63053	-0.36025	-0.08120
81 17	-0.01668	-1.04890	-0.08920	-0.40151	-0.23078	-0.05203
81 18	-0.06511	-0.76651	-0.09207	-0.39606	-0.22941	-0.05244
82 13	-0.22567	-1.20250	-0.19586	-0.36991	0.20773	0.03250
82 14	-0.00908	-1.33649	-0.13576	-0.64399	0.33054	0.05012
82 15	-0.06635	-0.60476	-0.12629	-0.39680	0.20663	0.03007
82 16	-0.00664	-1.39096	-0.13568	-0.64349	0.33135	0.04962
82 17	-0.00877	-0.91630	-0.09094	-0.40684	0.21052	0.03145
82 18	-0.05831	-0.61748	-0.12262	-0.39762	0.20709	0.03011
83 13	-0.20241	-0.66596	-0.11855	-0.23998	0.15269	0.02970
83 14	0.03610	-0.57705	-0.16435	-0.40216	0.24417	0.04632
83 15	-0.03376	0.03220	-0.28716	-0.23628	0.15019	0.02802
83 16	0.03870	-0.60843	-0.16441	-0.40142	0.24455	0.04578
83 17	0.01983	-0.40614	-0.11053	-0.25652	0.15680	0.02928
83 18	-0.02558	0.01280	-0.26959	-0.23710	0.15124	0.02817
84 13	-0.14720	-0.64340	-0.09817	-0.27179	0.24858	0.05026
84 14	0.12764	-0.56905	-0.14808	-0.44267	0.39545	0.07939
84 15	0.03283	0.03842	-0.21460	-0.26440	0.25448	0.05124
84 16	0.13094	-0.58623	-0.14808	-0.44226	0.39587	0.07893
84 17	0.07901	-0.38878	-0.10043	-0.28334	0.25384	0.05053
84 18	0.04096	0.01755	-0.20322	-0.26574	0.25469	0.05122
85 13	-0.12098	-0.60726	-0.10352	-0.21382	0.10949	0.03104
85 14	0.17056	-0.63642	-0.15150	-0.34269	0.18218	0.05039
85 15	0.07057	-0.10390	-0.10498	-0.21384	0.11990	0.03377
85 16	0.17444	-0.64480	-0.15146	-0.34249	0.18253	0.04998
85 17	0.10720	-0.41811	-0.10246	-0.21973	0.11669	0.03191
85 18	0.07809	-0.12118	-0.10468	-0.21455	0.11997	0.03369
86 13	-0.10656	-0.72931	-0.10623	-0.18871	-0.01970	0.00535
86 14	0.19065	-0.89841	-0.15681	-0.30176	-0.01899	0.01037
86 15	0.08741	-0.40691	-0.10437	-0.19304	-0.00892	0.00852
86 16	0.19482	-0.90128	-0.15680	-0.30171	-0.01864	0.00999
86 17	0.12053	-0.58408	-0.10596	-0.19324	-0.01203	0.00631
86 18	0.09453	-0.41680	-0.10451	-0.19323	-0.00887	0.00841
87 13	-0.08563	-0.89830	-0.10683	-0.16176	0.12061	0.02672
87 14	0.21891	-1.21954	-0.15921	-0.25729	0.19704	0.04304
87 15	0.10287	-0.70684	-0.10759	-0.16649	0.12655	0.02888
87 16	0.22302	-1.21786	-0.15924	-0.25739	0.19736	0.04266
87 17	0.13848	-0.78740	-0.10740	-0.16482	0.12640	0.02722
87 18	0.10999	-0.71062	-0.10758	-0.16646	0.12672	0.02877
88 13	-0.07212	-0.98664	-0.05725	-0.20771	0.19485	0.04462
88 14	0.23728	-1.35158	-0.08336	-0.32582	0.31166	0.07052
88 15	0.11257	-0.80223	-0.05670	-0.20958	0.19810	0.04601
88 16	0.24125	-1.34500	-0.08333	-0.32576	0.31172	0.07009
88 17	0.15007	-0.86606	-0.05697	-0.20867	0.19963	0.04478
88 18	0.11975	-0.80448	-0.05672	-0.20956	0.19840	0.04594
89 13	-0.24393	-2.30980	-0.06016	-0.06795	-0.03572	-0.02383
89 14	-0.11227	-3.41138	-0.08378	-0.09667	-0.04381	-0.03812
89 15	-0.12375	-2.28608	-0.06017	-0.06869	-0.03102	-0.02535
89 16	-0.11167	-3.52161	-0.08368	-0.09485	-0.04445	-0.03821
89 17	-0.07203	-2.27606	-0.05547	-0.05774	-0.02878	-0.02508
89 18	-0.11827	-2.30605	-0.05999	-0.06888	-0.03102	-0.02532
90 13	-0.27375	-2.05735	-0.07258	0.06873	-0.08843	-0.02650
90 14	-0.15695	-2.94910	-0.13385	0.11544	-0.13136	-0.04446
90 15	-0.15252	-2.00223	-0.07273	0.06682	-0.08524	-0.02875
90 16	-0.15760	-3.05421	-0.13445	0.11850	-0.13014	-0.04371
90 17	-0.10241	-1.95732	-0.10278	0.07934	-0.08114	-0.02798
90 18	-0.14723	-2.02226	-0.07328	0.06682	-0.08505	-0.02859
91 13	-0.24554	-1.98214	-0.08553	0.04874	0.14090	0.01962
91 14	-0.11904	-2.66604	-0.21180	0.08444	0.21833	0.02826
91 15	-0.12309	-1.86489	-0.08573	0.04350	0.14444	0.01692
91 16	-0.12041	-2.79453	-0.20934	0.08733	0.21956	0.02940
91 17	-0.08065	-1.76897	-0.18401	0.08116	0.13639	0.01821
91 18	-0.11737	-1.89046	-0.09991	0.04256	0.14469	0.01690
92 13	-0.28112	-1.80499	-0.09419	0.01992	-0.05300	-0.04228
92 14	-0.18489	-2.37538	-0.21018	0.03172	-0.07551	-0.05961
92 15	-0.15817	-1.61815	-0.09416	0.00946	-0.05008	-0.04567
92 16	-0.18390	-2.54076	-0.16989	0.03140	-0.07493	-0.06055
92 17	-0.12203	-1.62396	-0.12603	0.02461	-0.04726	-0.03731
92 18	-0.15207	-1.63644	-0.09466	0.00945	-0.05002	-0.04600

93 13	-0.30189	-1.76144	-0.07930	0.07579	-0.07187	-0.02165
93 14	-0.22364	-2.47173	-0.12281	0.10550	-0.10972	-0.02631
93 15	-0.17870	-1.51340	-0.08257	0.06094	-0.07114	-0.02506
93 16	-0.21993	-2.57834	-0.12053	0.10601	-0.10919	-0.02838
93 17	-0.14498	-1.66374	-0.08250	0.06866	-0.06829	-0.01734
93 18	-0.17289	-1.52784	-0.08244	0.06097	-0.07087	-0.02511
94 13	-0.18891	-1.62253	-0.08900	0.13431	0.09786	0.00982
94 14	-0.03998	-2.46079	-0.11112	0.18070	0.17472	0.02514
94 15	-0.06652	-1.32729	-0.07855	0.11030	0.10663	0.00878
94 16	-0.03675	-2.51541	-0.11171	0.18242	0.17451	0.02349
94 17	-0.02664	-1.61875	-0.07547	0.11624	0.10951	0.01448
94 18	-0.06069	-1.34285	-0.07848	0.11029	0.10695	0.00885
95 13	-0.22618	-1.64192	-0.18097	0.09786	-0.09431	-0.03437
95 14	-0.09543	-2.58645	-0.10994	0.11159	-0.15732	-0.05635
95 15	-0.09647	-1.30450	-0.11046	0.07414	-0.09693	-0.04068
95 16	-0.09290	-2.62786	-0.10984	0.11373	-0.15766	-0.05757
95 17	-0.06227	-1.68600	-0.07476	0.07281	-0.09951	-0.03662
95 18	-0.09087	-1.32220	-0.10677	0.07416	-0.09710	-0.04071
96 13	-0.27636	-1.64347	-0.10349	-0.02942	-0.13050	-0.05813
96 14	-0.16621	-2.34224	-0.14205	-0.07450	-0.19719	-0.09488
96 15	-0.13269	-0.93484	-0.27239	-0.03131	-0.11891	-0.06136
96 16	-0.16395	-2.36616	-0.14208	-0.07342	-0.19745	-0.09578
96 17	-0.10801	-1.52807	-0.09633	-0.04694	-0.12718	-0.06119
96 18	-0.12809	-0.95864	-0.25486	-0.03134	-0.11985	-0.06150
97 13	-0.36018	-1.44760	-0.08603	0.01579	-0.09340	-0.03798
97 14	-0.29799	-1.98675	-0.13003	0.00790	-0.14050	-0.05926
97 15	-0.22990	-0.73116	-0.20265	0.01673	-0.08991	-0.03174
97 16	-0.29626	-1.99955	-0.13003	0.00849	-0.14030	-0.05971
97 17	-0.19322	-1.29200	-0.08892	0.00521	-0.08917	-0.03806
97 18	-0.22525	-0.76169	-0.19132	0.01585	-0.08936	-0.03170
98 13	-0.39258	-1.45084	-0.09263	-0.02412	0.01633	-0.02804
98 14	-0.35046	-2.03037	-0.13587	-0.04682	0.03370	-0.04040
98 15	-0.27275	-0.96310	-0.09515	-0.02783	0.01816	-0.01617
98 16	-0.34897	-2.03696	-0.13586	-0.04657	0.03389	-0.04066
98 17	-0.22747	-1.31221	-0.09254	-0.03041	0.02245	-0.02576
98 18	-0.26717	-0.98553	-0.09488	-0.02837	0.01862	-0.01656
99 13	-0.40165	-1.44296	-0.09209	-0.01175	0.06233	0.00304
99 14	-0.36450	-2.07250	-0.13527	-0.02570	0.10795	0.00917
99 15	-0.28035	-1.16654	-0.09082	-0.01909	0.06716	0.01335
99 16	-0.36300	-2.07484	-0.13528	-0.02563	0.10814	0.00898
99 17	-0.23678	-1.33524	-0.09226	-0.01656	0.06925	0.00591
99 18	-0.27453	-1.17733	-0.09097	-0.01910	0.06749	0.01295
100 13	-0.44608	-1.42934	-0.08804	0.00770	0.00031	0.02388
100 14	-0.42983	-2.09452	-0.12905	0.00669	0.00937	0.04010
100 15	-0.31608	-1.28415	-0.08837	0.00192	0.00566	0.02979
100 16	-0.42806	-2.09352	-0.12906	0.00663	0.00952	0.03982
100 17	-0.27863	-1.34755	-0.08814	0.00403	0.00673	0.02554
100 18	-0.31048	-1.28752	-0.08835	0.00198	0.00588	0.02952
101 13	-0.47270	-1.46360	-0.04807	0.03358	-0.02719	0.00997
101 14	-0.46807	-2.13302	-0.06884	0.04860	-0.03481	0.01634
101 15	-0.33695	-1.32266	-0.04747	0.02795	-0.02302	0.01282
101 16	-0.46604	-2.12781	-0.06881	0.04841	-0.03470	0.01595
101 17	-0.30295	-1.36780	-0.04772	0.03027	-0.02145	0.01036
101 18	-0.33150	-1.32408	-0.04748	0.02807	-0.02280	0.01262
STALPI SIR III						
141 13	-0.26908	-1.91463	-0.02174	0.07947	0.00093	0.00000
141 14	-0.25219	-2.84245	-0.03082	0.11683	0.00530	-0.00442
141 15	-0.21377	-1.89542	-0.02167	0.07859	0.00196	-0.00243
141 16	-0.25848	-2.93216	-0.03113	0.12077	0.00604	-0.00415
141 17	-0.17661	-1.89462	-0.02211	0.07736	0.00317	-0.00432
141 18	-0.21077	-1.91112	-0.02161	0.07937	0.00228	-0.00271
142 13	-0.27048	-1.90249	-0.04715	0.05147	0.00217	-0.00106
142 14	-0.25483	-2.77916	-0.06874	0.07115	0.00746	-0.00647
142 15	-0.21518	-1.85677	-0.04688	0.04964	0.00318	-0.00352
142 16	-0.26119	-2.86590	-0.06912	0.07474	0.00785	-0.00623
142 17	-0.17637	-1.84097	-0.04786	0.04657	0.00383	-0.00417
142 18	-0.21024	-1.87445	-0.04715	0.05004	0.00302	-0.00230
143 13	-0.29552	-1.83165	-0.04666	0.04699	-0.01041	-0.02037
143 14	-0.29425	-2.55135	-0.06802	0.05823	-0.01247	-0.03700
143 15	-0.24022	-1.73384	-0.04613	0.04320	-0.00917	-0.02286
143 16	-0.29943	-2.65567	-0.06841	0.06265	-0.01257	-0.03581
143 17	-0.20016	-1.72050	-0.06260	0.03194	-0.00836	-0.02259
143 18	-0.23679	-1.78027	-0.06145	0.03792	-0.00909	-0.02278
144 13	-0.24882	-1.68977	-0.04227	0.05914	0.02536	0.01472
144 14	-0.21056	-2.31226	-0.06051	0.07783	0.04471	0.02593
144 15	-0.19652	-1.53093	-0.04144	0.05220	0.02399	0.00990
144 16	-0.21762	-2.43310	-0.06063	0.08405	0.04507	0.02571
144 17	-0.15052	-1.55906	-0.04250	0.05171	0.02749	0.01467
144 18	-0.19529	-1.54708	-0.04167	0.05258	0.02442	0.00831
145 13	-0.28583	-1.67024	-0.04692	0.03785	-0.00874	-0.01395
145 14	-0.26124	-2.38236	-0.06729	0.05118	-0.00942	-0.01345
145 15	-0.22845	-1.46164	-0.04565	0.03010	-0.00773	-0.01494
145 16	-0.27141	-2.46740	-0.06750	0.05502	-0.00968	-0.01602
145 17	-0.18184	-1.58783	-0.04632	0.03491	-0.00636	-0.00974
145 18	-0.22488	-1.47305	-0.04561	0.03066	-0.00773	-0.01471
146 13	-0.26269	-1.64386	-0.02682	0.05743	0.03047	0.00347
146 14	-0.23502	-2.48409	-0.04295	0.09002	0.05004	0.00596
146 15	-0.21270	-1.38259	-0.02719	0.04544	0.02743	-0.00337
146 16	-0.24361	-2.52975	-0.04273	0.09229	0.05033	0.00466
146 17	-0.16397	-1.61950	-0.02968	0.05746	0.03036	0.00348
146 18	-0.20928	-1.39500	-0.02736	0.04608	0.02757	-0.00326
147 13	-0.26786	-1.59665	-0.04630	0.04279	0.00869	-0.00073
147 14	-0.24109	-2.43878	-0.05980	0.07197	0.01615	0.00073

147 15	-0.21842	-1.29531	-0.04340	0.02958	0.00608	-0.00825
147 16	-0.24985	-2.47280	-0.06028	0.07358	0.01629	-0.00069
147 17	-0.16869	-1.58529	-0.04144	0.04479	0.00806	-0.00052
147 18	-0.21500	-1.30820	-0.04326	0.03028	0.00618	-0.00812
148 13	-0.26437	-1.51553	-0.04145	0.04661	0.01905	0.00221
148 14	-0.24759	-2.16566	-0.05748	0.06823	0.03223	-0.00399
148 15	-0.21559	-0.99259	-0.04060	0.02062	0.01807	-0.00632
148 16	-0.25500	-2.18567	-0.05759	0.06907	0.03228	-0.00438
148 17	-0.17251	-1.40630	-0.04007	0.04360	0.01898	-0.00335
148 18	-0.21215	-1.00663	-0.04056	0.02153	0.01807	-0.00617
149 13	-0.27295	-1.37640	-0.04306	0.03146	-0.00690	-0.00376
149 14	-0.24899	-1.92247	-0.06098	0.04184	-0.00652	-0.00413
149 15	-0.20628	-0.83512	-0.04225	0.00554	-0.00466	0.00106
149 16	-0.25642	-1.93315	-0.06104	0.04226	-0.00669	-0.00454
149 17	-0.17279	-1.24413	-0.04220	0.02684	-0.00441	-0.00305
149 18	-0.20283	-0.85573	-0.04221	0.00673	-0.00461	0.00124
150 13	-0.28455	-1.35999	-0.04071	0.04011	-0.03097	-0.01203
150 14	-0.26660	-1.93347	-0.05768	0.05600	-0.04394	-0.01678
150 15	-0.20829	-0.96639	-0.03964	0.02192	-0.02438	-0.00030
150 16	-0.27375	-1.93896	-0.05771	0.05623	-0.04415	-0.01698
150 17	-0.18235	-1.24363	-0.04008	0.03530	-0.02670	-0.00993
150 18	-0.20567	-0.98389	-0.03965	0.02279	-0.02444	-0.00076
151 13	-0.26131	-1.35643	-0.04191	0.03373	-0.01813	0.00591
151 14	-0.22885	-1.97241	-0.05974	0.04783	-0.02371	0.01223
151 15	-0.18865	-1.12938	-0.04091	0.02420	-0.01381	0.01446
151 16	-0.23584	-1.97436	-0.05975	0.04792	-0.02385	0.01213
151 17	-0.15948	-1.26659	-0.04138	0.03021	-0.01470	0.00760
151 18	-0.18605	-1.13806	-0.04093	0.02460	-0.01382	0.01401
152 13	-0.29700	-1.36073	-0.04163	0.03927	-0.03380	-0.02135
152 14	-0.28822	-2.01769	-0.05970	0.05799	-0.04899	-0.03322
152 15	-0.22928	-1.24167	-0.04117	0.03402	-0.02870	-0.01685
152 16	-0.29531	-2.01688	-0.05970	0.05796	-0.04908	-0.03340
152 17	-0.19578	-1.29302	-0.04136	0.03630	-0.02984	-0.02022
152 18	-0.22640	-1.24437	-0.04117	0.03414	-0.02872	-0.01708
153 13	-0.23892	-1.31260	-0.02549	0.04534	0.01550	0.02243
153 14	-0.19862	-1.92575	-0.03576	0.06624	0.02927	0.03427
153 15	-0.17770	-1.19358	-0.02478	0.04018	0.01750	0.02193
153 16	-0.20581	-1.92134	-0.03574	0.06605	0.02910	0.03400
153 17	-0.14176	-1.23221	-0.02498	0.04192	0.01765	0.02046
153 18	-0.17470	-1.19483	-0.02479	0.04024	0.01753	0.02178
STALPI SIR II						
654 13	-0.09574	-1.27195	-0.03428	0.07666	-0.00629	-0.00995
654 14	-0.01748	-1.81483	-0.04340	0.10911	-0.00142	-0.01775
654 15	-0.03215	-1.27175	-0.03433	0.07517	-0.00261	-0.01197
654 16	-0.01506	-1.86702	-0.04315	0.11301	-0.00124	-0.01785
654 17	-0.01083	-1.17527	-0.02952	0.07013	-0.00104	-0.01140
654 18	-0.02846	-1.28330	-0.03412	0.07631	-0.00234	-0.01186
655 13	-0.10431	-1.10586	-0.04594	0.06908	0.00569	-0.01357
655 14	-0.03797	-1.50374	-0.09185	0.09021	0.02581	-0.02683
655 15	-0.03993	-1.08328	-0.04599	0.06746	0.00880	-0.01519
655 16	-0.03476	-1.55665	-0.09255	0.09369	0.02538	-0.02657
655 17	-0.02587	-0.96838	-0.07619	0.05643	0.01889	-0.01818
655 18	-0.03556	-1.09809	-0.04653	0.06842	0.00845	-0.01476
656 13	-0.07909	-1.02723	-0.05244	0.06578	-0.02056	0.00185
656 14	0.00806	-1.27821	-0.15987	0.07139	-0.01724	0.00164
656 15	-0.01422	-0.97460	-0.05260	0.06232	-0.01724	0.00042
656 16	0.01359	-1.35219	-0.15755	0.07675	-0.02004	0.00291
656 17	0.00749	-0.82640	-0.15116	0.04423	-0.01205	0.00215
656 18	-0.01066	-0.99687	-0.06682	0.06539	-0.01700	0.00038
657 13	-0.09730	-1.01632	-0.05804	0.06327	-0.00336	-0.00647
657 14	-0.01208	-1.28883	-0.15272	0.07067	0.01021	-0.00561
657 15	-0.03028	-0.94406	-0.05765	0.05857	-0.00114	-0.00681
657 16	-0.00655	-1.39648	-0.11259	0.08307	0.00541	-0.00467
657 17	-0.00542	-0.86754	-0.08961	0.04962	0.00485	-0.00254
657 18	-0.02739	-0.95724	-0.05812	0.05937	-0.00041	-0.00721
658 13	-0.12212	-0.78257	-0.04838	0.04961	0.01775	-0.01865
658 14	-0.03218	-1.13428	-0.07350	0.07150	0.03111	-0.01374
658 15	-0.04967	-0.73101	-0.05111	0.04572	0.01551	-0.01615
658 16	-0.03299	-1.20561	-0.07131	0.07655	0.03145	-0.01612
658 17	-0.02224	-0.76126	-0.05120	0.04799	0.02103	-0.00988
658 18	-0.04588	-0.74022	-0.05098	0.04635	0.01566	-0.01609
659 13	-0.09801	-0.53571	-0.05569	0.03373	-0.01918	-0.00391
659 14	-0.01511	-0.98256	-0.05986	0.07702	-0.00084	-0.00057
659 15	-0.03867	-0.48854	-0.04513	0.03484	-0.00791	-0.00841
659 16	-0.01466	-1.00900	-0.06054	0.07910	-0.00054	-0.00212
659 17	-0.01000	-0.64538	-0.04321	0.04996	-0.00109	-0.00073
659 18	-0.03514	-0.49950	-0.04510	0.03593	-0.00725	-0.00845
660 13	-0.08501	-0.49565	-0.15335	0.01699	-0.03035	0.00445
660 14	-0.01722	-0.96023	-0.06276	0.07393	0.00573	-0.00085
660 15	-0.04004	-0.35880	-0.08177	0.02071	-0.00688	-0.00799
660 16	-0.01578	-0.97415	-0.06259	0.07512	0.00568	-0.00172
660 17	-0.01136	-0.62637	-0.04490	0.04784	0.00317	-0.00083
660 18	-0.03756	-0.36788	-0.07799	0.02262	-0.00514	-0.00863
661 13	-0.07288	-0.74216	-0.06541	0.04560	-0.03397	0.01228
661 14	0.00841	-1.19592	-0.08187	0.07750	-0.02069	0.01300
661 15	-0.01107	-0.32003	-0.23409	-0.00581	-0.02863	0.01071
661 16	0.01085	-1.20344	-0.08188	0.07807	-0.02135	0.01283
661 17	0.00557	-0.77542	-0.05806	0.04996	-0.01401	0.00845
661 18	-0.00737	-0.31866	-0.21651	-0.00179	-0.02824	0.01052
662 13	-0.09645	-0.88552	-0.05285	0.05409	-0.00780	0.00053
662 14	-0.01611	-1.29568	-0.07717	0.07769	0.00178	-0.00081
662 15	-0.04921	-0.41276	-0.16865	0.00020	0.02953	-0.00614
662 16	-0.01388	-1.30071	-0.07717	0.07813	0.00152	-0.00100
662 17	-0.01106	-0.83939	-0.05524	0.04991	0.00169	-0.00076

662 18	-0.04151	-0.43245	-0.15734	0.00444	0.02501	-0.00446
663 13	-0.09769	-0.91119	-0.05751	0.05604	-0.00940	-0.00049
663 14	-0.01143	-1.31505	-0.08013	0.08183	-0.00835	0.00037
663 15	-0.01959	-0.58283	-0.05959	0.03349	-0.00181	0.00946
663 16	-0.00921	-1.31753	-0.08013	0.08209	-0.00849	0.00024
663 17	-0.00828	-0.84868	-0.05705	0.05221	-0.00446	-0.00006
663 18	-0.01622	-0.60200	-0.05933	0.03502	-0.00234	0.00887
664 13	-0.09797	-0.88884	-0.05578	0.05473	-0.01191	-0.00186
664 14	-0.01121	-1.30404	-0.07848	0.08078	-0.01336	-0.00152
664 15	-0.02400	-0.73468	-0.05462	0.04459	-0.00642	0.00513
664 16	-0.00897	-1.30495	-0.07848	0.08088	-0.01348	-0.00161
664 17	-0.00773	-0.83896	-0.05606	0.05163	-0.00815	-0.00108
664 18	-0.02059	-0.74223	-0.05477	0.04511	-0.00656	0.00464
665 13	-0.10881	-0.77765	-0.05322	0.04863	-0.00095	-0.00892
665 14	-0.02888	-1.15516	-0.07454	0.07249	0.00368	-0.01295
665 15	-0.04049	-0.70406	-0.05365	0.04366	0.00524	-0.00576
665 16	-0.02674	-1.15444	-0.07454	0.07245	0.00364	-0.01307
665 17	-0.01906	-0.74145	-0.05341	0.04627	0.00267	-0.00844
665 18	-0.03672	-0.70628	-0.05363	0.04382	0.00506	-0.00599
666 13	-0.11294	-0.63994	-0.02974	0.04089	0.00391	-0.01165
666 14	-0.03548	-0.95092	-0.04040	0.06085	0.01101	-0.01728
666 15	-0.04305	-0.59914	-0.02944	0.03759	0.00707	-0.00793
666 16	-0.03334	-0.94867	-0.04039	0.06071	0.01094	-0.01740
666 17	-0.02328	-0.60833	-0.02962	0.03874	0.00728	-0.01122
666 18	-0.03942	-0.59887	-0.02945	0.03762	0.00711	-0.00821

HALIN2b

A5.3b

FORȚE NODALE ÎN STRUCTURA REALĂ, DIN CALCULUL DE ORD.I

ROBOT 5.7 RoboBAT Meylan 76 4180 82 page363
 date : 10 Juil 1997
 heure : 16:03:35

HALA		INDUSTRIALA		CU	PODURI	RULANTE		
Forces nodales		(barre par barre) - cas		actifs :	13 A 18			
Elem	Cas	Noe	FX(daN)	FY(daN)	FZ(daN)	MX(daNCM)	MY(daNCM)	MZ(daNCM)
1	13	1	28322.49	-77.89	7690.99	100.91	-11866210.00	-104226.11
1	13	11	-28322.49	77.89	-7690.99	-100.91	838092.13	-7463.06
2	13	2	38322.20	-56.54	9448.04	107.52	-13873480.00	-93528.43
2	13	12	-38322.20	56.54	-9448.04	-107.52	324038.94	12443.59
3	13	3	36590.84	-129.46	10625.35	57.09	-16109634.00	-132168.41
3	13	13	-36590.84	129.46	-10625.35	-57.09	877136.88	-53429.40
4	13	4	61099.60	638.59	13639.21	-20.88	-17655274.00	385575.06
4	13	14	-61099.60	-638.59	-13639.21	20.88	-1891093.88	529584.00
5	13	676	122897.13	15060.61	22749.01	934.04	-615469.00	2851458.25
5	13	16	-122897.13	-15060.61	-22749.01	-934.04	-11525714.00	5186416.00
6	13	677	344136.66	35003.88	12195.79	1847.70	410447.50	7227747.50
6	13	17	-344136.66	-35003.88	-12195.79	-1847.70	-6915695.00	11443354.00
7	13	7	116748.66	8130.34	-4825.57	-101.59	6056089.00	5869763.00
7	13	18	-116748.66	-8130.34	4825.57	101.59	854133.88	5772894.00
8	13	8	57475.58	-402.85	23584.11	-982.63	-29239830.00	-350849.66
8	13	21	-57475.58	402.85	-23584.11	982.63	-4570357.00	-226682.34
9	13	9	33292.13	285.30	7197.18	-166.05	-11906224.00	-103553.87
9	13	22	-33292.13	-285.30	-7197.18	166.05	1587620.13	512592.78
10	13	10	28560.43	-88.32	7142.44	-110.17	-11924961.00	-137723.42
10	13	23	-28560.43	88.32	-7142.44	110.17	1686271.50	11122.62
24	13	115	36403.59	-405.63	3264.92	90.62	-4966401.50	-583825.50
24	13	654	-36403.59	405.63	-3264.92	-90.62	292342.34	3126.36
25	13	116	46374.59	-233.09	-10457.84	122.77	16345602.00	-144269.05
25	13	655	-46374.59	233.09	10457.84	-122.77	-1377294.25	-189358.08
26	13	117	52890.45	236.20	-8854.23	-17.00	14774320.00	87608.94
26	13	656	-52890.45	-236.20	8854.23	17.00	-2102150.50	250434.19
27	13	118	58235.06	99.67	9530.40	59.72	-14866929.00	106255.42
27	13	657	-58235.06	-99.67	-9530.40	-59.72	1233675.00	36317.25
28	13	119	48814.13	-455.89	-6962.16	168.91	11346372.00	-256337.81
28	13	658	-48814.13	455.89	6962.16	-168.91	-1372380.25	-396772.06
29	13	671	63720.12	2062.17	-8067.26	158.04	7261738.50	486620.66
29	13	659	-63720.12	-2062.17	8067.26	-158.04	-2963490.75	612108.31
30	13	672	178979.84	-3225.57	15285.82	-37.84	-3340186.50	-566778.81
30	13	660	-178979.84	3225.57	-15285.82	37.84	-4813332.00	-1153751.13
31	13	122	65808.88	464.85	-7311.92	-111.47	11079614.00	199383.38
31	13	661	-65808.88	-464.85	7311.92	111.47	-587011.63	467679.63
32	13	123	52641.27	64.62	8589.21	-4.10	-12634372.00	128033.02
32	13	662	-52641.27	-64.62	-8589.21	4.10	297683.19	-35222.97
33	13	124	57207.82	66.06	8702.82	5.10	-12614199.00	155547.78
33	13	663	-57207.82	-66.06	-8702.82	-5.10	120417.07	-60716.00
34	13	125	56310.77	37.57	-8864.13	16.25	13150794.00	-43632.01
34	13	664	-56310.77	-37.57	8864.13	-16.25	-427208.44	97560.00
35	13	126	53666.81	-128.20	-7261.41	80.52	11433669.00	-95636.55
35	13	665	-53666.81	128.20	7261.41	-80.52	-1026613.38	-88102.71
36	13	127	30048.32	-214.76	-5546.31	105.50	9214058.00	-138271.13
36	13	666	-30048.32	214.76	5546.31	-105.50	-1272855.63	-169224.67
63	13	141	7482.49	-57.59	1749.81	0.08	-776377.81	-45385.21
63	13	154	-7482.49	57.59	-1749.81	-0.08	-1940895.13	-44050.48
64	13	142	16276.15	-61.34	2518.28	2.61	-1577914.25	-49179.77
64	13	155	-16276.15	61.34	-2518.28	-2.61	-2332218.00	-46065.50
65	13	143	16136.97	-31.60	2496.66	49.08	-1594142.75	-17067.67
65	13	156	-16136.97	31.60	-2496.66	-49.08	-2282672.25	-31992.73
66	13	144	14592.89	-121.11	1855.07	-35.39	-1007161.25	-112218.90
66	13	157	-14592.89	121.11	-1855.07	35.39	-1873758.75	-75857.46
67	13	145	16218.92	-34.20	2417.09	33.61	-1598600.50	-20288.85
67	13	158	-16218.92	34.20	-2417.09	-33.61	-2154143.50	-32828.28
68	13	146	12272.29	-416.84	1813.47	-2.21	-984517.38	-202204.44

68	13	668	-12272.29	416.84	-1813.47	2.21	-200039.41	-70072.97
69	13	147	18262.14	51.96	2424.45	6.51	-1487355.75	28016.57
69	13	667	-18262.14	-51.96	-2424.45	-6.51	-98294.16	5920.29
70	13	148	14273.97	-106.72	1843.74	-5.25	-1090770.63	-96549.76
70	13	161	-14273.97	106.72	-1843.74	5.25	-1773486.13	-69244.42
71	13	149	14880.67	-36.61	1979.91	9.07	-1308091.25	-23504.60
71	13	162	-14880.67	36.61	-1979.91	-9.07	-1768684.00	-33386.01
72	13	150	14030.25	27.63	1701.11	29.01	-1028114.00	43662.66
72	13	163	-14030.25	-27.63	-1701.11	-29.01	-1615405.50	-723.09
73	13	151	14456.61	-3.18	1876.41	-14.18	-1210333.63	10530.40
73	13	164	-14456.61	3.18	-1876.41	14.18	-1704479.75	-15463.63
74	13	152	14375.68	32.92	1730.23	51.45	-1055998.00	49798.36
74	13	165	-14375.68	-32.92	-1730.23	-51.45	-1631225.63	1331.50
75	13	153	8779.87	-91.78	1457.74	-53.95	-799687.56	-82379.86
75	13	166	-8779.87	91.78	-1457.74	53.95	-1464185.13	-60151.45
1445	13	160	21571.54	-1531.68	-2065.41	-3.08	1942218.75	-771978.13
1445	13	667	-21571.54	1531.68	2065.41	3.08	-83348.25	-606536.50
1446	13	159	10344.03	-1501.24	-1815.65	-20.14	1834164.00	-760481.19
1446	13	668	-10344.03	1501.24	1815.65	20.14	-200076.39	-590635.75
1447	13	120	65546.89	1617.51	-7840.42	-51.74	13445209.00	-967268.50
1447	13	671	-65546.89	-1617.51	7840.42	51.74	-6388827.50	2423023.50
1448	13	121	181082.44	-2402.95	-15772.84	-57.71	17573966.00	-2186037.25
1448	13	682	-181082.44	2402.95	15772.84	57.71	-3378409.50	23382.00
1450	13	6	338102.03	-570.75	36103.19	833.09	-39502544.00	-439841.69
1450	13	677	-338102.03	570.75	-36103.19	-833.09	7009675.00	-73835.31
1451	13	5	137991.13	6.98	24206.87	835.13	-24560884.00	-256319.27
1451	13	676	-137991.13	-6.98	-24206.87	-835.13	2774696.00	262597.44
1	14	1	30150.03	-148.93	11320.71	23.98	-17722612.00	-130862.76
1	14	11	-30150.03	148.93	-11320.71	-23.98	1489841.25	-82693.42
2	14	2	110982.73	-117.96	17057.49	51.92	-20823650.00	-114058.66
2	14	12	-110982.73	117.96	-17057.49	-51.92	-3638513.50	-55113.90
3	14	3	229285.91	-205.64	28088.24	258.70	-28495526.00	-141003.17
3	14	13	-229285.91	205.64	-28088.24	-258.70	-11771781.00	-153796.50
4	14	4	138902.00	405.21	22138.96	392.89	-30997990.00	453814.25
4	14	14	-138902.00	-405.21	-22138.96	-392.89	-729388.75	126897.66
5	14	676	98337.09	12476.40	25012.41	1367.35	-17364400.00	5025628.50
5	14	16	-98337.09	-12476.40	-25012.41	-1367.35	4015232.75	1633049.50
6	14	677	70751.48	32384.40	12391.26	2721.41	-8660165.00	10720654.00
6	14	17	-70751.48	-32384.40	-12391.26	-2721.41	2050655.00	6553216.00
7	14	7	121041.93	8776.67	-8190.24	-114.21	10992753.00	7233010.00
7	14	19	-121041.93	-8776.67	8190.24	114.21	735672.75	5335189.50
8	14	8	84131.71	-687.80	33643.95	-1488.83	-46945116.00	-518602.94
8	14	21	-84131.71	687.80	-33643.95	1488.83	-1286871.38	-467432.38
9	14	9	45275.31	602.77	12595.97	-359.33	-21196162.00	-67689.13
9	14	22	-45275.31	-602.77	-12595.97	359.33	3137294.75	931885.88
10	14	10	39843.73	-149.04	11050.54	-240.98	-19327526.00	-171675.03
10	14	23	-39843.73	149.04	-11050.54	240.98	3486583.75	-41975.27
24	14	115	46413.50	-589.28	3840.39	161.41	-5399148.50	-845097.31
24	14	654	-46413.50	589.28	-3840.39	-161.41	187561.19	1484.14
25	14	116	92605.84	-478.76	-16217.16	243.10	23179280.00	-240435.95
25	14	655	-92605.84	478.76	16217.16	-243.10	32350.74	-444815.41
26	14	117	161150.13	296.98	-16643.77	-15.12	21068094.00	144252.70
26	14	656	-161150.13	-296.98	16643.77	15.12	2752475.25	280782.22
27	14	118	153825.45	232.27	16951.66	52.04	-21272558.00	150078.67
27	14	657	-153825.45	-232.27	-16951.66	-52.04	-2976829.75	182187.95
28	14	119	74039.90	-558.11	-10317.51	124.17	16553859.00	-276683.81
28	14	658	-74039.90	558.11	10317.51	-124.17	-1772990.38	-522870.16
29	14	671	73789.60	1964.72	-14363.61	38.43	13016059.00	761948.69
29	14	659	-73789.60	-1964.72	14363.61	-38.43	-5363106.00	284854.56
30	14	672	67620.63	-341.26	13333.93	68.91	-12587588.00	-255537.44
30	14	660	-67620.63	341.26	-13333.93	-68.91	5475217.50	73510.71
31	14	122	82299.70	352.91	-9633.72	-118.22	16825898.00	171478.05
31	14	661	-82299.70	-352.91	9633.72	118.22	-3001508.00	334951.13
32	14	123	77038.45	151.78	12906.58	8.29	-18957838.00	176557.48
32	14	662	-77038.45	-151.78	-12906.58	-8.29	420091.47	41448.27
33	14	124	79869.08	10.52	12986.60	-2.40	-18846068.00	145366.06
33	14	663	-79869.08	-10.52	-12986.60	2.40	202490.64	-130259.33
34	14	125	79071.74	162.14	-13126.64	12.89	19501484.00	28707.89
34	14	664	-79071.74	-162.14	13126.64	-12.89	-659493.75	204022.08
35	14	126	75054.98	-99.15	-10648.21	116.83	16918040.00	-56478.64
35	14	665	-75054.98	99.15	10648.21	-116.83	-1657014.00	-85622.17
36	14	127	40736.12	-229.77	-8190.26	156.44	13667245.00	-120892.13
36	14	666	-40736.12	229.77	8190.26	-156.44	-1940424.63	-208086.89
63	14	141	10629.28	-66.26	2630.37	10.77	-1186370.50	-55247.26
63	14	154	-10629.28	66.26	-2630.37	-10.77	-2898323.50	-47641.29
64	14	142	23754.66	-72.79	3793.05	15.68	-2423382.75	-61856.31
64	14	155	-23754.66	72.79	-3793.05	-15.68	-3466085.75	-51161.81
65	14	143	23531.65	-25.62	3682.08	89.13	-2432137.50	-10945.71
65	14	156	-23531.65	25.62	-3682.08	-89.13	-3285402.25	-28831.48
66	14	144	20913.59	-166.90	2625.88	-62.37	-1468710.88	-161651.11
66	14	157	-20913.59	166.90	-2625.88	62.37	-2609287.50	-97537.60
67	14	145	23273.15	-27.30	3527.04	32.42	-2363808.50	-14444.27
67	14	158	-23273.15	27.30	-3527.04	-32.42	-3113679.50	-27955.19
68	14	146	18659.36	-691.61	2649.07	-5.44	-1393131.00	-324963.00
68	14	668	-18659.36	691.61	-2649.07	5.44	-337242.13	-126794.58
69	14	147	24283.90	29.63	3566.26	4.24	-2108197.25	21401.73
69	14	667	-24283.90	-29.63	-3566.26	-4.24	-221283.31	-2044.55
70	14	148	19827.03	-139.80	2588.82	9.74	-1511203.25	-131689.45
70	14	161	-19827.03	139.80	-2588.82	-9.74	-2510526.50	-85483.74
71	14	149	21079.83	-32.77	2824.52	9.95	-1888297.13	-20787.97
71	14	162	-21079.83	32.77	-2824.52	-9.95	-2501006.75	-30129.36
72	14	150	19902.58	67.17	2447.66	40.46	-1491935.00	83674.69
72	14	163	-19902.58	-67.17	-2447.66	-40.46	-2311731.50	20704.52
73	14	151	20633.01	18.90	2762.81	-29.39	-1795477.38	31672.40
73	14	164	-20633.01	-18.90	-2762.81	29.39	-2496274.00	-2318.09
74	14	152	20631.10	76.78	2572.26	80.04	-1572741.38	94740.03
74	14	165	-20631.10	-76.78	-2572.26	-80.04	-2422236.00	24498.60
75	14	153	12339.90	-121.69	2146.55	-82.43	-1181382.50	-115478.02
75	14	166	-12339.90	121.69	-2146.55	82.43	-2152215.75	-73502.66
1445	14	160	27318.00	-1400.21	-3009.97	-10.12	2891909.75	-713947.31
1445	14	667	-27318.00	1400.21	3009.97	10.12	-182933.53	-546238.00
1446	14	159	17634.91	-1383.43	-2651.94	-32.68	2724127.00	-705469.06
1446	14	668	-17634.91	1383.43	2651.94	32.68	-337382.44	-539619.13
1447	14	120	65338.02	415.42	-13058.22	-21.22	23146176.00	-1289703.25
1447	14	671	-65338.02	-415.42	13058.22	21.22	-11393776.00	1663577.13
1448	14	121	78989.99	-3783.17	-13109.48	-37.20	24074644.00	-2495352.25
1448	14	672	-78989.99	3783.17	13109.48	37.20	-12276113.00	-909500.06

1450	14	6	94241.23	-3033.40	34001.26	410.74	-42825592.00	-1535445.63
1450	14	677	-94241.23	3033.40	-34001.26	-410.74	12224462.00	-1194613.50
1451	14	5	81029.71	346.30	23253.25	397.82	-34028080.00	-534005.44
1451	14	676	-81029.71	-346.30	-23253.25	-397.82	13100130.00	845676.63
1	15	1	28439.61	-120.19	7602.28	121.56	-11904514.00	-109593.08
1	15	11	-28439.61	120.19	-7602.28	-121.56	1003609.13	-62748.96
2	15	2	38668.43	-103.83	9556.27	138.26	-14272328.00	-100578.83
2	15	12	-38668.43	103.83	-9556.27	-138.26	567678.31	-48316.26
3	15	3	35641.19	-168.39	10887.18	147.96	-17574788.00	-130934.87
3	15	13	-35641.19	168.39	-10887.18	-147.96	1966927.50	-110466.87
4	15	4	64224.32	-210.05	14061.17	159.38	-21174884.00	56025.31
4	15	14	-64224.32	210.05	-14061.17	-159.38	1023797.25	-357053.38
5	15	676	43949.01	8240.64	16634.37	798.66	-10643283.00	3138756.25
5	15	16	-43949.01	-8240.64	-16634.37	-798.66	1765490.88	1259287.88
6	15	677	123652.72	23564.78	8388.59	1718.13	-5058682.00	7037919.00
6	15	17	-123652.72	-23564.78	-8388.59	-1718.13	584201.50	5531558.50
7	15	7	133779.56	6904.90	-5151.11	-52.07	6785536.50	5338683.50
7	15	19	-133779.56	-6904.90	5151.11	52.07	-590862.63	4549135.00
8	15	8	51293.93	-439.10	23103.20	-1008.91	-31261884.00	-356915.19
8	15	21	-51293.93	439.10	-23103.20	1008.91	-1858871.13	-272571.06
9	15	9	35524.93	300.24	8225.59	-224.98	-13631127.00	-106484.53
9	15	22	-35524.93	-300.24	-8225.59	224.98	1838092.13	536932.69
10	15	10	28343.28	-121.33	7352.78	-147.73	-12750529.00	-143172.42
10	15	23	-28343.28	121.33	-7352.78	147.73	2210323.00	-30748.08
24	15	115	36465.61	-434.12	2667.41	108.91	-4039745.50	-601127.88
24	15	654	-36465.61	434.12	-2667.41	-108.91	221073.09	-20354.95
25	15	116	46382.47	-199.16	-10353.49	137.48	16063932.00	-107667.86
25	15	655	-46382.47	199.16	10353.49	-137.48	-1244972.75	-177385.70
26	15	117	53031.85	267.28	-8449.90	-4.04	14040873.00	123007.87
26	15	656	-53031.85	-267.28	8449.90	4.04	-1947377.13	259523.97
27	15	118	57957.09	45.92	9092.35	62.69	-13977590.00	57448.75
27	15	657	-57957.09	-45.92	-9092.35	-62.69	970971.44	8236.34
28	15	119	51511.68	-322.77	-6839.48	146.25	10759307.00	-169837.13
28	15	658	-51511.68	322.77	6839.48	-146.25	-961063.13	-292559.44
29	15	671	53324.58	1474.29	-7097.04	149.32	6510785.00	432839.56
29	15	659	-53324.58	-1474.29	7097.04	-149.32	-2729469.00	352665.78
30	15	672	93047.53	-832.45	8162.00	147.18	-3563315.00	-181660.44
30	15	660	-93047.53	832.45	-8162.00	-147.18	-790329.75	-262371.94
31	15	122	235353.81	458.40	-16780.68	-96.98	11296308.00	215823.66
31	15	661	-235353.81	-458.40	16780.68	96.98	12783972.00	441976.56
32	15	123	169189.00	666.19	12627.74	55.62	-10007596.00	365573.19
32	15	662	-169189.00	-666.19	-12627.74	-55.62	-8129646.00	591274.75
33	15	124	59569.74	67.29	6609.03	-85.26	-8711926.00	98727.54
33	15	663	-59569.74	-67.29	-6609.03	85.26	-776010.75	-2122.33
34	15	125	55034.79	48.34	-7738.34	-46.99	11131063.00	-9937.37
34	15	664	-55034.79	-48.34	7738.34	46.99	-23448.41	79328.97
35	15	126	54039.66	-140.29	-6772.27	51.86	10446273.00	-79809.06
35	15	665	-54039.66	140.29	6772.27	-51.86	-740253.75	-121251.72
36	15	127	29692.73	-174.37	-5564.20	71.71	8803991.00	-96851.78
36	15	666	-29692.73	174.37	5564.20	-71.71	-837170.44	-152811.33
63	15	141	7467.80	-49.13	1734.60	5.94	-771016.88	-39549.84
63	15	154	-7467.80	49.13	-1734.60	-5.94	-1922635.38	-36742.60
64	15	142	16191.67	-52.82	2474.50	8.53	-1557322.75	-43287.40
64	15	155	-16191.67	52.82	-2474.50	-8.53	-2284837.50	-38729.08
65	15	143	15956.17	-23.72	2399.69	55.08	-1546646.00	-11838.40
65	15	156	-15956.17	23.72	-2399.69	-55.08	-2179599.50	-24988.52
66	15	144	14312.60	-106.64	1719.66	-23.78	-952835.13	-100011.04
66	15	157	-14312.60	106.64	-1719.66	23.78	-1717792.25	-65602.96
67	15	145	15784.19	-25.30	2200.67	35.99	-1488294.88	-14102.03
67	15	158	-15784.19	25.30	-2200.67	-35.99	-1929343.38	-25181.39
68	15	146	12193.23	-374.98	1606.56	26.03	-912273.25	-180972.84
68	15	668	-12193.23	374.98	-1606.56	-26.03	-137128.84	-63966.07
69	15	147	17258.76	61.93	2075.20	39.01	-1318464.50	36628.01
69	15	667	-17258.76	-61.93	-2075.20	-39.01	-37060.61	3822.08
70	15	148	13994.05	-94.05	1487.89	15.26	-1004735.88	-86006.00
70	15	161	-13994.05	94.05	-1487.89	-15.26	-1306705.25	-60103.40
71	15	149	14603.32	-29.18	1584.16	-2.55	-1190329.00	-19331.47
71	15	162	-14603.32	29.18	-1584.16	2.55	-1271461.00	-26015.40
72	15	150	13675.25	24.95	1394.87	0.75	-923354.63	36850.84
72	15	163	-13675.25	-24.95	-1394.87	-0.75	-1244278.75	1915.60
73	15	151	14122.57	-0.30	1672.12	-34.78	-1121442.50	9668.56
73	15	164	-14122.57	0.30	-1672.12	34.78	-1476025.75	-10130.58
74	15	152	14221.97	32.64	1630.24	40.60	-1016819.75	45922.57
74	15	165	-14221.97	-32.64	-1630.24	-40.60	-1515111.25	4766.75
75	15	153	8544.69	-84.79	1355.27	-52.75	-757936.81	-78385.25
75	15	166	-8544.69	84.79	-1355.27	52.75	-1346803.75	-53295.69
1445	15	160	19986.45	-1264.69	-1778.96	8.90	1633966.88	-633889.63
1445	15	667	-19986.45	1264.69	1778.96	-8.90	-32903.56	-504327.75
1446	15	159	10754.92	-1211.75	-1608.80	-7.78	1584988.25	-615941.63
1446	15	668	-10754.92	1211.75	1608.80	7.78	-137065.06	-474636.34
1447	15	120	51576.91	760.65	-6715.97	44.76	11770895.00	-716231.00
1447	15	671	-51576.91	-760.65	6715.97	-44.76	-5726524.00	1400817.00
1448	15	121	97768.59	-2211.01	-8205.55	38.93	10887006.00	-1594879.63
1448	15	672	-97768.59	2211.01	8205.55	-38.93	-3502010.00	-395031.75
1450	15	6	136504.84	-1485.22	24491.78	385.60	-29943980.00	-869388.63
1450	15	677	-136504.84	1485.22	-24491.78	-385.60	7901380.50	-467309.25
1451	15	5	36028.55	768.03	15458.82	377.81	-21992576.00	-199629.19
1451	15	676	-36028.55	-768.03	-15458.82	-377.81	8079640.00	890857.38
1	16	1	30010.81	-172.13	11206.69	-73.21	-17146188.00	-152042.19
1	16	11	-30010.81	172.13	-11206.69	73.21	1076918.75	-94770.77
2	16	2	110955.05	-141.27	14895.65	-39.32	-18182814.00	-134883.20
2	16	12	-110955.05	141.27	-14895.65	39.32	-3179052.50	-67715.81
3	16	3	229368.59	-215.85	23349.86	263.06	-23619494.00	-148580.91
3	16	13	-229368.59	215.85	-23349.86	-263.06	-9854866.00	-160862.55
4	16	4	138914.08	276.61	20101.40	451.25	-28414132.00	370385.56
4	16	14	-138914.08	-276.61	-20101.40	-451.25	-393209.81	26029.73
5	16	676	98137.13	12361.75	24885.51	1395.11	-17089350.00	4963416.50
5	16	16	-98137.13	-12361.75	-24885.51	-1395.11	3807911.50	1634068.88
6	16	677	70894.82	32354.62	12449.00	2733.39	-8575560.00	10673821.00
6	16	17	-70894.82	-32354.62	-12449.00	-2733.39	1935254.38	6584165.00
7	16	7	121015.20	8794.19	-8109.20	-113.09	10883227.00	7238372.00
7	16	19	-121015.20	-8794.19	8109.20	113.09	729153.38	5354922.50
8	16	8	84132.16	-697.86	33659.01	-1486.51	-46920808.00	-525817.19
8	16	21	-84132.16	697.86	-33659.01	1486.51	-1332763.25	-474636.19
9	16	9	45291.14	594.20	12575.55	-357.66	-21174832.00	-74209.53
9	16	22	-45291.14	-594.20	-12575.55	357.66	3145251.50	926112.44
10	16	10	39827.02	-159.13	11073.46	-240.28	-19359092.00	-178995.88

10	16	23	-39827.02	159.13	-11073.46	240.28	3485288.50	-49116.87
24	16	115	46243.73	-593.93	3661.05	162.36	-5484858.00	-863703.25
24	16	654	-46243.73	593.93	-3661.05	-162.36	243697.39	13436.67
25	16	116	93312.30	-467.38	-16624.65	240.72	23916980.00	-233985.56
25	16	655	-93312.30	467.38	16624.65	-240.72	-122120.84	-434968.66
26	656	117	158810.84	350.91	-16946.13	-26.72	21972166.00	171733.17
26	16	656	-158810.84	-350.91	16946.13	26.72	2281132.50	330483.75
27	16	118	113339.52	139.89	15171.72	43.62	-21531232.00	107217.43
27	16	657	-113339.52	-139.89	-15171.72	-43.62	-171943.88	92887.91
28	16	119	71839.86	-564.81	-10664.56	145.72	17450752.00	-280137.03
28	16	658	-71839.86	564.81	10664.56	-145.72	-2172695.25	-529009.00
29	16	671	74649.19	1977.93	-14875.09	64.88	13341659.00	774145.44
29	16	659	-74649.19	-1977.93	14875.09	-64.88	-5416190.00	279696.47
30	16	672	67296.02	-397.59	13397.74	79.24	-12802616.00	-271558.88
30	16	660	-67296.02	397.59	-13397.74	-79.24	5656207.00	59480.83
31	16	122	82314.38	366.99	-9650.12	-116.63	16910568.00	178984.08
31	16	661	-82314.38	-366.99	9650.12	116.63	-3062641.25	347651.56
32	16	123	77043.53	144.69	12941.39	10.01	-19029794.00	172864.89
32	16	662	-77043.53	-144.69	-12941.39	-10.01	442054.31	34956.78
33	16	124	79867.31	5.11	13010.50	-1.17	-18888864.00	142373.36
33	16	663	-79867.31	-5.11	-13010.50	1.17	210965.23	-135035.48
34	16	125	79073.73	167.09	-13133.36	13.72	19516550.00	31745.58
34	16	664	-79073.73	-167.09	13133.36	-13.72	-664909.06	208087.73
35	16	126	75059.98	-95.62	-10638.30	117.98	16905974.00	-54117.03
35	16	665	-75059.98	95.62	10638.30	-117.98	-1659155.50	-82931.68
36	16	127	40723.46	-225.72	-8166.98	157.55	13633012.00	-118279.96
36	16	666	-40723.46	225.72	8166.98	-157.55	-1939530.63	-204900.30
63	16	141	10735.13	-69.58	2706.35	10.14	-1216528.38	-58352.80
63	16	154	-10735.13	69.58	-2706.35	-10.14	-2986158.25	-49692.67
64	16	142	23886.50	-75.19	3872.80	15.11	-2459024.75	-64001.14
64	16	155	-23886.50	75.19	-3872.80	-15.11	-3554270.00	-52738.89
65	16	143	23666.34	-26.39	3774.88	86.27	-2471793.00	-11473.00
65	16	156	-23666.34	26.39	-3774.88	-86.27	-3389839.00	-29506.04
66	16	144	20952.90	-169.33	2702.35	-61.83	-1482548.25	-163796.41
66	16	157	-20952.90	169.33	-2702.35	61.83	-2714194.00	-99170.39
67	16	145	23344.89	-28.67	3596.12	38.61	-2389361.00	-15325.07
67	16	158	-23344.89	28.67	-3596.12	-38.61	-3195411.25	-29202.35
68	16	146	18614.62	-695.52	2680.35	-0.14	-1400691.63	-327152.69
68	16	668	-18614.62	695.52	-2680.35	0.14	-350110.75	-127159.05
69	16	147	24443.37	30.31	3600.04	10.12	-2122607.00	20969.39
69	16	667	-24443.37	-30.31	-3600.04	-10.12	-228942.02	-1171.70
70	16	148	19864.51	-141.45	2606.74	10.67	-1518949.13	-133012.30
70	16	161	-19864.51	141.45	-2606.74	-10.67	-2530618.00	-86733.13
71	16	149	21099.56	-33.81	2834.98	10.94	-1893368.25	-21472.69
71	16	162	-21099.56	33.81	-2834.98	-10.94	-2512194.75	-31060.56
72	16	150	19911.43	66.30	2452.34	40.95	-1493819.88	83149.97
72	16	163	-19911.43	-66.30	-2452.34	-40.95	-2317119.50	19875.88
73	16	151	20635.90	17.87	2764.55	-29.16	-1796228.00	30981.47
73	16	164	-20635.90	-17.87	-2764.55	29.16	-2498228.50	-3217.91
74	16	152	20628.77	75.60	2571.43	80.48	-1572316.75	93897.98
74	16	165	-20628.77	-75.60	-2571.43	-80.48	-2421369.25	23515.13
75	16	153	12334.57	-122.70	2142.64	-81.79	-1179716.88	-116143.13
75	16	166	-12334.57	122.70	-2142.64	81.79	-2147802.50	-74406.40
1445	16	160	27574.06	-1446.17	-3038.64	-7.60	2924593.50	-737536.50
1445	16	667	-27574.06	1446.17	3038.64	7.60	-189815.41	-564017.19
1446	16	159	17490.00	-1432.33	-2683.23	-30.24	2765161.50	-729923.88
1446	16	668	-17490.00	1432.33	2683.23	30.24	-350251.84	-559174.75
1447	16	120	66043.30	468.57	-13495.80	-12.08	23821266.00	-1292749.13
1447	16	671	-66043.30	-468.57	13495.80	12.08	-11675050.00	1714461.75
1448	16	121	78910.59	-3874.10	-13184.81	-28.39	24355004.00	-2537133.50
1	17	1	19136.63	-120.93	7111.44	-145.85	-10523679.00	-110925.81
1	17	11	-19136.63	120.93	-7111.44	145.85	326591.31	-62473.70
2	17	2	95945.84	-98.44	9845.26	-118.70	-10257798.00	-98242.34
2	17	12	-95945.84	98.44	-9845.26	118.70	-3861299.75	-42926.74
3	17	3	215457.97	-139.64	17553.43	177.36	-13828815.00	-96360.39
3	17	13	-215457.97	139.64	-17553.43	-177.36	-11335787.00	-103832.80
4	17	4	112915.29	555.34	12706.67	344.08	-16644034.00	399514.50
4	17	14	-112915.29	-555.34	-12706.67	-344.08	-1565907.88	396339.81
5	17	676	68277.47	8214.31	16211.88	931.36	-10254113.00	3127833.75
5	17	16	-68277.47	-8214.31	-16211.88	-931.36	1601808.00	1256156.38
6	17	677	52443.90	21113.95	8131.82	1792.82	-5187249.00	6818465.50
6	17	17	-52443.90	-21113.95	-8131.82	-1792.82	849730.06	4443735.50
7	17	7	86360.09	5857.05	-5236.60	-74.91	7001096.00	4757125.00
7	17	19	-86360.09	-5857.05	5236.60	74.91	497712.84	3630175.50
8	17	8	59938.19	-441.92	22035.49	-959.83	-30192084.00	-336064.44
8	17	21	-59938.19	441.92	-22035.49	959.83	-1398001.63	-297478.06
9	17	9	32794.12	343.65	8119.06	-224.14	-13535461.00	-65081.70
9	17	22	-32794.12	-343.65	-8119.06	224.14	1895155.13	557771.94
10	17	10	28836.60	-102.20	7233.42	-151.28	-12450823.00	-115705.98
10	17	23	-28836.60	102.20	-7233.42	151.28	2081718.75	-30792.57
24	17	115	31486.84	-390.80	2325.52	103.66	-3476250.25	-551691.06
24	17	654	-31486.84	390.80	-2325.52	-103.66	147027.22	-7778.86
25	17	116	76818.49	-347.81	-11336.11	164.77	15352869.00	-174125.39
25	17	655	-76818.49	347.81	11336.11	-164.77	872510.75	-323695.09
26	17	117	152369.59	210.13	-11794.92	-19.65	14114566.00	102640.28
26	17	656	-152369.59	-210.13	11794.92	19.65	2766319.50	198096.31
27	17	118	90241.61	116.21	10414.55	23.84	-13846439.00	81019.59
27	17	657	-90241.61	-116.21	-10414.55	-23.84	-1051592.13	85218.23
28	17	119	51578.18	-377.90	-6922.16	89.13	11108798.00	-187484.77
28	17	658	-51578.18	377.90	6922.16	-89.13	-1192113.38	-353894.50
29	17	671	52948.99	1357.81	-9592.68	30.00	8491182.00	509290.59
29	17	659	-52948.99	-1357.81	9592.68	-30.00	-3380188.25	214152.31
30	17	672	48678.96	-290.62	8836.98	47.76	-8154162.50	-177685.16
30	17	660	-48678.96	290.62	-8836.98	-47.76	3440483.00	22665.46
31	17	122	58372.73	238.71	-6398.92	-76.81	10982703.00	115950.19
31	17	661	-58372.73	-238.71	6398.92	76.81	-1800251.13	226591.16
32	17	123	55172.45	109.51	8505.27	7.52	-12348972.00	119924.09
32	17	662	-55172.45	-109.51	-8505.27	-7.52	132839.08	37358.85
33	17	124	56902.49	25.62	8509.26	1.17	-12220801.00	103092.98
33	17	663	-56902.49	-25.62	-8509.26	-1.17	4887.74	-66316.81
34	17	125	56468.18	95.72	-8600.67	9.18	12620268.00	14197.76
34	17	664	-56468.18	-95.72	8600.67	-9.18	-274861.38	123191.08
35	17	126	53777.72	-69.35	-6972.23	76.21	10924766.00	-39145.18
35	17	665	-53777.72	69.35	6972.23	-76.21	-932159.94	-60249.54
36	17	127	29864.47	-151.62	-5338.49	101.60	8790494.00	-79732.52
36	17	666	-29864.47	151.62	5338.49	-101.60	-1146848.13	-137363.20
63	17	141	7625.59	-44.88	1767.83	10.50	-805856.94	-37117.32

63	17	154	-7625.59	44.88	-1767.83	-10.50	-1939410.13	-32576.74
64	17	142	16540.12	-46.68	2528.58	10.09	-1621840.88	-38979.93
64	17	155	-16540.12	46.68	-2528.58	-10.09	-2304277.25	-33493.61
65	17	143	21661.00	-17.77	2690.38	54.42	-1854780.00	-7802.75
65	17	156	-21661.00	17.77	-2690.38	-54.42	-2322844.00	-19790.86
66	17	144	14689.32	-106.93	1792.20	-35.27	-1012737.06	-102740.23
66	17	157	-14689.32	106.93	-1792.20	35.27	-1770555.13	-63316.66
67	17	145	16019.04	-19.55	2328.27	23.47	-1552191.25	-10616.69
67	17	158	-16019.04	19.55	-2328.27	-23.47	-2063614.75	-19739.91
68	17	146	12936.39	-417.14	1761.67	-2.89	-944093.44	-197396.92
68	17	668	-12936.39	417.14	-1761.67	2.89	-206626.61	-75079.52
69	17	147	16779.27	-58.91	2310.37	5.87	-1377119.00	32079.62
69	17	667	-16779.27	58.91	-2310.37	-5.87	-132018.92	6397.11
70	17	148	13822.59	-87.77	1700.99	8.15	-1001931.13	-81775.90
70	17	161	-13822.59	87.77	-1700.99	-8.15	-1640551.63	-54571.99
71	17	149	14586.93	-23.05	1834.52	7.36	-1228884.38	-14751.21
71	17	162	-14586.93	23.05	-1834.52	-7.36	-1621962.00	-21070.80
72	17	150	13830.65	-36.67	1594.60	23.94	-980593.75	47630.85
72	17	163	-13830.65	36.67	-1594.60	-23.94	-1497413.75	9361.10
73	17	151	14291.26	-8.13	1788.61	-18.27	-1167948.75	16848.82
73	17	164	-14291.26	8.13	-1788.61	18.27	-1610482.63	-4226.63
74	17	152	14291.43	-42.64	1672.80	48.72	-1033127.06	54511.72
74	17	165	-14291.43	42.64	-1672.80	-48.72	-1564890.88	11719.41
75	17	153	8621.00	-77.88	1386.53	-49.21	-769417.31	-73131.15
75	17	166	-8621.00	77.88	-1386.53	49.21	-1383665.75	-47816.94
1	18	1	28436.79	-117.88	7569.70	121.89	-11833425.00	-105939.26
1	18	11	-28436.79	117.88	-7569.70	-121.89	979225.81	-63086.05
2	18	2	38671.91	-101.66	9527.52	138.74	-14207475.00	-96984.61
2	18	12	-38671.91	101.66	-9527.52	-138.74	544048.38	-48806.16
3	18	3	35619.38	-166.06	10864.03	149.25	-17527552.00	-127201.13
3	18	13	-35619.38	166.06	-10864.03	-149.25	1952878.25	-110861.63
4	18	4	64275.75	-211.98	14021.52	161.98	-21132592.00	57651.83
4	18	14	-64275.75	211.98	-14021.52	-161.98	1038327.88	-361433.97
5	18	676	46664.10	8217.84	16604.73	808.22	-10713990.00	3151750.25
5	18	16	-46664.10	-8217.84	-16604.73	-808.22	1852014.63	1234127.25
6	18	677	116319.49	23327.72	8339.31	1724.18	-5115150.00	7035519.00
6	18	17	-116319.49	-23327.72	-8339.31	-1724.18	666956.88	5407508.50
7	18	7	129033.45	6795.41	-5183.43	-54.46	6843248.50	5281704.00
7	18	19	-129033.45	-6795.41	5183.43	54.46	579433.06	4449326.00
8	18	8	52168.47	-439.46	23013.67	-1005.70	-31207640.00	-354398.09
8	18	21	-52168.47	439.46	-23013.67	1005.70	-1784761.75	-275612.34
9	18	9	35252.10	-306.44	8232.50	-225.63	-13654531.00	-101263.66
9	18	22	-35252.10	306.44	-8232.50	225.63	1851583.88	540607.81
10	18	10	28402.38	-119.51	7347.17	-148.28	-12740588.00	-139892.38
10	18	23	-28402.38	119.51	-7347.17	148.28	2208417.00	-31425.71
24	18	115	36273.06	-430.55	2633.23	107.94	-4008402.25	-603242.69
24	18	654	-36273.06	430.55	-2633.23	-107.94	238671.66	-13136.15
25	18	116	46923.23	-187.44	-10474.55	133.57	16273796.00	-100690.27
25	18	655	-46923.23	187.44	10474.55	-133.57	-1281567.75	-167585.64
26	18	117	67363.52	268.12	-7756.53	-3.71	13938766.00	124536.85
26	18	656	-67363.52	-268.12	7756.53	3.71	-2837613.50	259189.80
27	18	118	58437.82	54.56	9207.78	66.41	-14170162.00	61017.93
27	18	657	-58437.82	-54.56	-9207.78	-66.41	998414.44	17028.16
28	18	119	51376.86	-320.16	-6893.83	145.62	10879669.00	-167394.16
28	18	658	-51376.86	320.16	6893.83	-145.62	-1003571.63	-291264.81
29	18	671	53488.98	1472.29	-7263.38	144.44	6638522.00	441354.47
29	18	659	-53488.98	-1472.29	7263.38	-144.44	-2768580.50	343085.97
30	18	672	88523.77	-665.38	7786.73	157.62	-3871285.00	-158680.78
30	18	660	-88523.77	665.38	-7786.73	-157.62	-282186.53	-196236.14
31	18	122	217674.70	456.76	-14575.17	-95.27	10227294.00	216204.70
31	18	661	-217674.70	-456.76	14575.17	95.27	10688077.00	439247.13
32	18	123	157835.75	573.40	11909.86	40.49	-9877700.00	320295.78
32	18	662	-157835.75	-573.40	-11909.86	-40.49	-7228450.50	503285.69
33	18	124	59306.18	54.84	6754.06	-79.85	-8977435.00	93763.63
33	18	663	-59306.18	-54.84	-6754.06	79.85	-718699.63	-15033.03
34	18	125	55176.72	55.00	-7809.89	-42.48	11245755.00	-5950.26
34	18	664	-55176.72	-55.00	7809.89	42.48	-35429.68	84891.34
35	18	126	54015.48	-132.26	-6781.65	53.96	10473492.00	-74776.83
35	18	665	-54015.48	132.26	6781.65	-53.96	-754035.63	-114770.57
36	18	127	29704.43	-170.24	-5537.35	74.29	8788403.00	-93729.99
36	18	666	-29704.43	170.24	5537.35	-74.29	-860018.25	-150018.64
63	18	141	7447.40	-49.40	1745.27	6.61	-773578.69	-39992.41
63	18	154	-7447.40	49.40	-1745.27	-6.61	-1936653.25	-36725.90
64	18	142	16286.46	-51.38	2500.13	5.61	-1574289.63	-42059.57
64	18	155	-16286.46	51.38	-2500.13	-5.61	-2307661.25	-37722.30
65	18	143	21260.29	-23.23	2646.18	54.88	-1776699.25	-11517.69
65	18	156	-21260.29	23.23	-2646.18	-54.88	-2332283.25	-24555.90
66	18	144	14392.95	-107.56	1742.82	-19.96	-968082.38	-101026.52
66	18	157	-14392.95	107.56	-1742.82	19.96	-1738514.88	-66012.99
67	18	145	15769.15	-24.57	2208.90	35.45	-1490646.63	-13535.86
67	18	158	-15769.15	24.57	-2208.90	-35.45	-1939768.25	-24614.91
68	18	146	12242.60	-376.93	1614.41	25.46	-913659.56	-181682.75
68	18	668	-12242.60	376.93	-1614.41	-25.46	-140873.73	-64527.21
69	18	147	17224.15	61.53	2085.08	38.40	-1320309.13	36339.63
69	18	667	-17224.15	-61.53	-2085.08	-38.40	-41669.19	3848.88
70	18	148	13980.62	-93.36	1491.49	14.90	-1000880.19	-85465.59
70	18	161	-13980.62	93.36	-1491.49	-14.90	-1316156.00	-59560.70
71	18	149	14590.27	-28.62	1593.51	-2.98	-1188880.25	-18931.88
71	18	162	-14590.27	28.62	-1593.51	2.98	-1287426.50	-25542.04
72	18	150	13678.30	25.65	1406.63	1.85	-926082.69	37445.32
72	18	163	-13678.30	-25.65	-1406.63	-1.85	-1259813.13	2419.87
73	18	151	14130.10	0.26	1679.00	-33.69	-1123878.13	10109.23
73	18	164	-14130.10	-0.26	-1679.00	33.69	-1484277.50	-9703.92
74	18	152	14224.98	33.29	1632.32	41.15	-1017516.06	46446.40
74	18	165	-14224.98	-33.29	-1632.32	-41.15	-1517644.63	5257.43
75	18	153	8547.72	-84.28	1356.24	-52.41	-758263.38	-78010.62
75	18	166	-8547.72	84.28	-1356.24	52.41	-1347977.88	-52870.56
1445	18	160	19910.90	-1245.04	-1786.95	8.78	1645012.63	-624357.81
1445	18	667	-19910.90	1245.04	1786.95	-8.78	-36757.22	-496181.72
1446	18	159	10846.55	-1193.95	-1616.65	-7.85	1595800.63	-606953.69
1446	18	668	-10846.55	1193.95	1616.65	7.85	-140815.09	-467601.31
1447	18	120	51368.31	694.27	-6853.83	49.48	12007389.00	-726143.25

ANEXA A 5.4

**HANELIN 2 – deplasări și forțe nodale în structura reală a H.C.A.
- calcul de ordinul II -**

HANELIN2a

A5.4a

DEPLAȘĂRILE NODURILOR STRUCTURII REALE, DIN CALCULUL DE ORD.II

ROBOT 5 70 RoboBAT Meylan 76 41 80 82

page 48

date : 10 Juil 1997

heure : 17 05 35

HALA INDUSTRIALA CU PODURI RULANTE

Deplacements des noeuds - cas actifs: 13 A 18

Noe	Cas	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Deg)	RY (Deg)	RZ (Deg)
11	13	0.01714	0.38918	-0.01718	-0.02813	0.00563	-0.01737
11	14	0.04701	0.49438	-0.01726	-0.04530	0.03101	-0.02111
11	15	0.03558	0.38449	-0.01741	-0.03177	0.01629	-0.01982
11	16	0.04208	0.47056	-0.01734	-0.04293	0.02955	-0.01311
11	17	0.01805	0.24400	-0.01090	-0.02314	0.01763	-0.00168
11	18	0.03764	0.38280	-0.01742	-0.03172	0.01657	-0.01975
12	13	0.01909	0.60384	-0.02386	-0.03857	-0.02323	-0.01850
12	14	0.05759	0.76912	-0.02720	-0.04225	-0.02284	-0.02714
12	15	0.03797	0.62833	-0.02382	-0.04058	-0.01219	-0.02133
12	16	0.05410	0.65053	-0.02744	-0.03571	-0.02331	-0.01992
12	17	0.02933	0.28497	-0.06366	-0.01151	-0.02039	-0.00793
12	18	0.04006	0.62574	-0.02382	-0.04041	-0.01137	-0.02128
13	13	-0.00317	0.91742	-0.02650	-0.06322	-0.01629	-0.00641
13	14	0.04971	1.36332	-0.15570	-0.04589	0.07565	-0.02310
13	15	0.02082	1.01937	-0.02588	-0.07416	-0.02307	-0.01243
13	16	0.06266	1.16956	-0.15598	-0.04036	0.06605	-0.02455
13	17	0.04790	0.58892	-0.14560	0.00389	0.08313	-0.01763
13	18	0.02301	1.01599	-0.02586	-0.07399	-0.02302	-0.01244
14	13	-0.04630	0.80620	-0.04011	-0.04054	-0.02489	0.01822
14	14	0.00775	1.57642	-0.09342	-0.10097	0.00886	0.00091
14	15	-0.00929	1.08808	-0.04244	-0.07723	0.02006	0.00492
14	16	0.02533	1.46556	-0.09329	-0.09558	0.01178	-0.00345
14	17	0.02406	0.83094	-0.07621	-0.04527	-0.01240	-0.00434
14	18	-0.00668	1.08709	-0.04248	-0.07754	0.02114	0.00466
15	13	-0.05106	0.38308	-0.20449	-0.00013	-0.00259	0.02119
15	14	-0.01168	1.42158	-0.37602	-0.14042	0.00409	0.01110
15	15	-0.02269	0.89897	-0.25945	-0.08758	0.00162	0.01202
15	16	0.00198	1.37556	-0.37635	-0.13676	0.00424	0.00869
15	17	0.00722	0.80493	-0.26279	-0.07338	0.00333	0.00444
15	18	-0.01990	0.90412	-0.26136	-0.08894	0.00164	0.01166
16	13	0.02550	0.25625	-0.08590	0.04530	-0.02123	-0.01942
16	14	0.05570	1.43150	-0.06217	-0.14574	0.01734	-0.02551
16	15	0.02175	0.81300	-0.03031	-0.07645	0.00537	-0.01200
16	16	0.06587	1.41511	-0.06243	-0.14355	0.01722	-0.02618
16	17	0.04741	0.84610	-0.04358	-0.08152	0.00934	-0.01748
16	18	0.02453	0.82559	-0.03180	-0.07840	0.00602	-0.01239
17	13	0.05327	0.60453	-0.19462	0.08755	-0.01213	-0.03564
17	14	0.09116	1.86436	-0.04004	-0.17122	0.01014	-0.04659
17	15	0.04679	1.04270	-0.07080	-0.06919	0.00105	-0.02670
17	16	0.10074	1.85431	-0.03973	-0.16932	0.01017	-0.04697
17	17	0.06975	1.13621	-0.02914	-0.09804	0.00612	-0.03081
17	18	0.04939	1.05964	-0.06655	-0.07336	0.00164	-0.02700
18	13	0.07862	1.54200	-0.38408	0.04022	0.01206	-0.04936
18	14	0.13884	3.19725	-0.23983	-0.18671	0.00062	-0.07219
18	15	0.08661	1.88352	-0.64348	-0.07612	-0.00121	-0.04754
18	16	0.14771	3.19046	-0.23920	-0.18517	0.00065	-0.07224
18	17	0.09938	2.00384	-0.17350	-0.10856	0.00048	-0.04675
18	18	0.06843	1.90240	-0.59643	-0.08045	-0.00107	-0.04747
19	13	0.02784	2.26129	-0.08020	0.01069	0.01786	-0.02262
19	14	0.04961	4.19503	-0.08361	-0.17184	0.00927	-0.02515
19	15	0.03598	2.57880	-0.09132	-0.06059	0.01233	-0.02067
19	16	0.05841	4.18876	-0.08356	-0.17079	0.00990	-0.02519
19	17	0.04253	2.65312	-0.05946	-0.09909	0.00779	-0.01684
19	18	0.03715	2.59333	-0.08813	-0.06528	0.01187	-0.02028
20	13	-0.04584	2.37108	-0.18724	-0.02974	0.00109	0.01633
20	14	-0.07085	4.13976	-0.33152	-0.18269	-0.00316	0.03881
20	15	-0.04225	2.62706	-0.09728	-0.08636	-0.00278	0.02096
20	16	-0.06180	4.13621	-0.33148	-0.18189	-0.00313	0.03862
20	17	-0.03435	2.63487	-0.23253	-0.10873	-0.00194	0.02390
20	18	-0.04110	2.63400	-0.11089	-0.08927	-0.00272	0.02134
21	13	-0.08538	1.73735	-0.03747	-0.05630	-0.04395	0.03787
21	14	-0.12292	2.91876	-0.05566	-0.15775	-0.02032	0.06822
21	15	-0.08089	1.89669	-0.03382	-0.09043	-0.02338	0.04237
21	16	-0.11416	2.91834	-0.05565	-0.15731	-0.02013	0.06815
21	17	-0.06903	1.86693	-0.03964	-0.09556	-0.01683	0.04334
21	18	-0.07938	1.89770	-0.03442	-0.09140	-0.02252	0.04258
22	13	-0.09846	0.92859	-0.02116	-0.06042	-0.01566	0.04179
22	14	-0.13070	1.55552	-0.02696	-0.10698	-0.03036	0.06821
22	15	-0.09183	1.01260	-0.02193	-0.06829	-0.01929	0.04518
22	16	-0.12233	1.55412	-0.02699	-0.10687	-0.02984	0.06833
22	17	-0.07571	0.99057	-0.01998	-0.06734	-0.01796	0.04413

22 18	-0.08988	1.01224	-0.02172	-0.06836	-0.01922	0.04517
23 13	-0.09161	0.46855	-0.01910	-0.04574	-0.03471	0.03698
23 14	-0.11936	0.80028	-0.02736	-0.07525	-0.04925	0.06050
23 15	-0.08434	0.51368	-0.01927	-0.04952	-0.03500	0.04002
23 16	-0.11101	0.79747	-0.02735	-0.07516	-0.04890	0.06062
23 17	-0.06843	0.50224	-0.01969	-0.04740	-0.03117	0.03914
23 18	-0.08237	0.51328	-0.01932	-0.04940	-0.03466	0.04002
24 13	-0.38050	2.14907	-0.03974	0.33057	0.08568	-0.01970
24 14	0.16846	3.44315	-0.05285	0.50336	0.17533	-0.04063
24 15	-0.00329	2.17770	-0.04028	0.33117	0.10601	-0.02736
24 16	0.18682	3.27324	-0.05291	0.50347	0.17529	-0.04043
24 17	0.09415	2.09077	-0.03353	0.32070	0.11275	-0.02495
24 18	0.01561	2.14921	-0.04031	0.33173	0.10671	-0.02760
25 13	-0.38236	2.18817	-0.05629	0.37290	-0.22536	0.04018
25 14	0.16822	3.55559	-0.12385	0.56616	-0.31461	0.05339
25 15	-0.00324	2.26635	-0.05606	0.37322	-0.20742	0.03258
25 16	0.18680	3.38243	-0.12356	0.56537	-0.31224	0.05315
25 17	0.09456	2.14514	-0.09563	0.35767	-0.20266	0.03558
25 18	0.01570	2.24179	-0.05605	0.37383	-0.20620	0.03223
26 13	-0.37246	1.93752	-0.06783	0.20886	0.37110	-0.07882
26 14	0.19323	3.15312	-0.22257	0.29493	0.59461	-0.12965
26 15	0.01163	2.11621	-0.06774	0.20948	0.39710	-0.08904
26 16	0.21378	2.95716	-0.22296	0.29260	0.59975	-0.13074
26 17	0.11420	1.81362	-0.18815	0.17361	0.37262	-0.08097
26 18	0.03062	2.09412	-0.06772	0.21041	0.39757	-0.08924
27 13	-0.31556	2.28664	-0.08255	0.22787	-0.47331	0.06562
27 14	0.28890	3.90424	-0.16001	0.36352	-0.70357	0.09195
27 15	0.07143	2.61445	-0.08479	0.24007	-0.46809	0.05926
27 16	0.31424	3.72624	-0.15984	0.36442	-0.70278	0.09072
27 17	0.18311	2.33227	-0.11835	0.22558	-0.44684	0.05694
27 18	0.09022	2.59386	-0.08480	0.24107	-0.46673	0.05897
28 13	-0.34667	3.48376	-0.23780	0.49539	0.15341	-0.05127
28 14	0.24995	5.74792	-0.42983	0.78395	0.26954	-0.08967
28 15	0.04366	3.89088	-0.29314	0.50299	0.17087	-0.06031
28 16	0.27777	5.61332	-0.43020	0.78434	0.26920	-0.09112
28 17	0.15981	3.57756	-0.29644	0.50061	0.17145	-0.05863
28 18	0.06267	3.86727	-0.29507	0.50328	0.17133	-0.06042
29 13	-0.42844	3.91702	-0.12041	0.49489	0.08615	-0.02271
29 14	0.14236	6.52507	-0.11801	0.81893	0.15082	-0.04526
29 15	-0.03451	4.49573	-0.06502	0.51573	0.09561	-0.03073
29 16	0.17005	6.43542	-0.11839	0.81924	0.15155	-0.04671
29 17	0.08917	4.10888	-0.07873	0.52342	0.09716	-0.02994
29 18	-0.01499	4.47205	-0.06656	0.51654	0.09609	-0.03092
30 13	-0.47720	4.00144	-0.22884	0.48793	0.19929	-0.03568
30 14	0.06726	6.76245	-0.09416	0.82139	0.31680	-0.06289
30 15	-0.08799	4.65769	-0.10495	0.51267	0.20881	-0.04278
30 16	0.09469	6.68621	-0.09386	0.82135	0.31685	-0.06406
30 17	0.04116	4.26375	-0.06320	0.52468	0.20319	-0.04115
30 18	-0.06823	4.63658	-0.10069	0.51385	0.20868	-0.04288
31 13	-0.51839	3.96182	-0.42073	0.43267	-0.48099	0.10017
31 14	-0.01937	6.59703	-0.29908	0.70664	-0.72809	0.14944
31 15	-0.15134	4.59798	-0.67964	0.42629	-0.47157	0.09647
31 16	0.00760	6.54857	-0.29843	0.70658	-0.72556	0.14793
31 17	-0.01361	4.19041	-0.21071	0.45181	-0.46605	0.09479
31 18	-0.13141	4.57987	-0.63267	0.42822	-0.47087	0.09620
32 13	-0.59271	3.63166	-0.11584	0.44912	0.14619	-0.00578
32 14	-0.14141	6.08511	-0.14010	0.72716	0.26053	-0.01816
32 15	-0.24591	4.31059	-0.12666	0.45008	0.16975	-0.00902
32 16	-0.11531	6.05626	-0.14006	0.72698	0.26097	-0.01907
32 17	-0.08283	3.88353	-0.09496	0.46575	0.16751	-0.01229
32 18	-0.22528	4.29024	-0.12346	0.45111	0.16991	-0.00935
33 13	-0.63417	2.73337	-0.22424	0.24280	0.34818	-0.03784
33 14	-0.21584	4.66637	-0.39188	0.38495	0.58103	-0.06883
33 15	-0.30020	3.30870	-0.13465	0.23651	0.37321	-0.03972
33 16	-0.19054	4.65162	-0.39182	0.38506	0.58100	-0.06947
33 17	-0.14094	2.98148	-0.26955	0.24475	0.36744	-0.04348
33 18	-0.27950	3.29317	-0.14822	0.23705	0.37315	-0.04003
34 13	-0.61352	1.98286	-0.07844	0.15818	-0.11610	0.04339
34 14	-0.19371	3.60619	-0.11936	0.25913	-0.16106	0.06225
34 15	-0.28474	2.45930	-0.07445	0.15578	-0.11069	0.04537
34 16	-0.16904	3.60067	-0.11933	0.25923	-0.16021	0.06156
34 17	-0.12864	2.29944	-0.07990	0.16503	-0.10211	0.03942
34 18	-0.26428	2.45455	-0.07502	0.15655	-0.10980	0.04492
35 13	-0.58704	1.68557	-0.05440	0.22655	-0.33911	0.07767
35 14	-0.16078	3.08922	-0.08027	0.35076	-0.50194	0.11525
35 15	-0.25870	2.05543	-0.05546	0.22258	-0.33329	0.07879
35 16	-0.13638	3.09109	-0.08031	0.35073	-0.50149	0.11467
35 17	-0.10490	1.97746	-0.05345	0.22501	-0.32388	0.07390
35 18	-0.23853	2.05514	-0.05526	0.22274	-0.33235	0.07839
36 13	-0.58083	1.54612	-0.04577	0.25679	-0.27233	0.06334
36 14	-0.15162	2.91617	-0.06909	0.39730	-0.39863	0.09269
36 15	-0.25132	1.92140	-0.04613	0.25431	-0.26600	0.06373
36 16	-0.12724	2.92313	-0.06908	0.39708	-0.39813	0.09210
36 17	-0.09892	1.86610	-0.04637	0.25485	-0.25717	0.05934
36 18	-0.23121	1.92369	-0.04618	0.25435	-0.26516	0.06335
STALPI SIR II						
76 13	-0.20562	-0.17026	-0.07650	-0.25450	0.03661	0.00917
76 14	0.08560	-0.09135	-0.10845	-0.38680	0.06606	0.01102
76 15	-0.04886	-0.14721	-0.07658	-0.25527	0.04057	0.00567
76 16	0.08944	-0.25365	-0.10833	-0.38459	0.06741	0.01103
76 17	0.05379	-0.16054	-0.07111	-0.24312	0.04270	0.00740
76 18	-0.04052	-0.17844	-0.07655	-0.25548	0.04119	0.00561
77 13	-0.20553	-0.41401	-0.09018	-0.35756	0.22630	0.04328

77 14	0.08664	-0.39090	-0.16306	-0.54484	0.36584	0.06500
77 15	-0.04880	-0.33897	-0.09016	-0.35892	0.22952	0.03963
77 16	0.09079	-0.55477	-0.16355	-0.54251	0.36755	0.06508
77 17	0.05465	-0.35786	-0.12183	-0.34160	0.23582	0.04218
77 18	-0.04035	-0.36880	-0.09035	-0.35936	0.22990	0.03954
78 13	-0.27536	-0.35653	-0.10847	-0.28665	-0.21357	-0.04235
78 14	-0.01389	-0.25553	-0.24396	-0.42977	-0.32503	-0.06893
78 15	-0.11849	-0.19790	-0.10854	-0.29147	-0.20822	-0.04563
78 16	-0.01120	-0.43679	-0.24171	-0.42730	-0.32383	-0.06910
78 17	-0.01034	-0.30146	-0.20363	-0.26383	-0.20719	-0.04379
78 18	-0.11012	-0.22365	-0.12318	-0.29196	-0.20721	-0.04561
79 13	-0.26061	-0.02535	-0.11306	-0.24701	0.12214	0.02517
79 14	0.01307	0.31650	-0.24093	-0.38241	0.20842	0.03849
79 15	-0.10323	0.22982	-0.11257	-0.25824	0.12579	0.02162
79 16	0.01338	0.13240	-0.20042	-0.38359	0.20848	0.03791
79 17	0.00279	0.06206	-0.14616	-0.23903	0.13310	0.02442
79 18	-0.09470	0.20521	-0.11271	-0.25839	0.12646	0.02161
80 13	-0.24861	0.10455	-0.10143	-0.43242	0.29422	0.05504
80 14	0.03346	0.41227	-0.15600	-0.68977	0.47766	0.08526
80 15	-0.09045	0.44552	-0.10416	-0.44572	0.29547	0.05118
80 16	0.03193	0.27770	-0.15391	-0.68924	0.47729	0.08443
80 17	0.01387	0.16149	-0.10362	-0.43848	0.30569	0.05425
80 18	-0.08175	0.42045	-0.10412	-0.44579	0.29608	0.05115
81 13	-0.30619	0.35875	-0.10334	-0.49408	-0.25567	-0.05185
81 14	-0.06863	0.72530	-0.13894	-0.81259	-0.38470	-0.08307
81 15	-0.14507	0.82028	-0.09243	-0.51277	-0.24673	-0.05394
81 16	-0.06999	0.63835	-0.13918	-0.81147	-0.38573	-0.08405
81 17	-0.05062	0.39714	-0.09290	-0.51577	-0.24627	-0.05344
81 18	-0.13673	0.79282	-0.09252	-0.51322	-0.24647	-0.05406
82 13	-0.28161	0.43436	-0.20930	-0.50521	0.22352	0.03965
82 14	-0.03129	0.87989	-0.14953	-0.84515	0.36212	0.05946
82 15	-0.11833	0.95005	-0.14025	-0.52601	0.22582	0.03654
82 16	-0.03215	0.80699	-0.14965	-0.84417	0.36292	0.05886
82 17	-0.02671	0.50226	-0.09999	-0.53364	0.22989	0.03744
82 18	-0.11017	0.92343	-0.13623	-0.52680	0.22615	0.03643
83 13	-0.23399	0.83188	-0.12630	-0.34532	0.17508	0.04026
83 14	0.04543	1.53888	-0.17730	-0.56770	0.28552	0.06028
83 15	-0.06256	1.49690	-0.29189	-0.34200	0.17143	0.03691
83 16	0.04446	1.49452	-0.17736	-0.56647	0.28577	0.05961
83 17	0.02157	0.94619	-0.11886	-0.36115	0.18208	0.03813
83 18	-0.05463	1.46966	-0.27488	-0.34264	0.17294	0.03700
84 13	-0.16252	0.55100	-0.10503	-0.35754	0.28012	0.06377
84 14	0.15847	1.17015	-0.15858	-0.57623	0.44909	0.09706
84 15	0.01742	1.24515	-0.22390	-0.35508	0.28727	0.06321
84 16	0.15820	1.14408	-0.15859	-0.57551	0.44939	0.09646
84 17	0.09419	0.72330	-0.10717	-0.36787	0.28698	0.06173
84 18	0.02562	1.21921	-0.21216	-0.35568	0.28747	0.06306
85 13	-0.13507	0.35631	-0.10516	-0.25820	0.11621	0.03980
85 14	0.20144	0.91347	-0.15471	-0.41663	0.19203	0.05937
85 15	0.05556	0.93469	-0.10606	-0.26105	0.12647	0.04062
85 16	0.20181	0.89971	-0.15469	-0.41627	0.19227	0.05883
85 17	0.12228	0.56747	-0.10455	-0.26607	0.12245	0.03765
85 18	0.06326	0.91557	-0.10590	-0.26178	0.12642	0.04038
86 13	-0.12315	0.01162	-0.10651	-0.21645	-0.01032	0.01387
86 14	0.22147	0.45369	-0.15771	-0.35480	-0.00523	0.01906
86 15	0.07072	0.46611	-0.10507	-0.22478	0.00053	0.01518
86 16	0.22221	0.44834	-0.15771	-0.35467	-0.00500	0.01856
86 17	0.13518	0.27080	-0.10651	-0.22610	-0.00347	0.01191
86 18	0.07818	0.45718	-0.10519	-0.22523	0.00046	0.01490
87 13	-0.10241	-0.27786	-0.11045	-0.20544	0.12991	0.03494
87 14	0.25351	0.01359	-0.16517	-0.33218	0.21202	0.05183
87 15	0.08677	0.07513	-0.11153	-0.21376	0.13590	0.03529
87 16	0.25428	0.01535	-0.16518	-0.33224	0.21223	0.05134
87 17	0.15523	-0.00642	-0.11119	-0.21210	0.13528	0.03277
87 18	0.09437	0.07391	-0.11151	-0.21384	0.13595	0.03506
88 13	-0.08691	-0.45363	-0.06150	-0.26938	0.22115	0.05622
88 14	0.27598	-0.20925	-0.09027	-0.42765	0.35145	0.08429
88 15	0.09849	-0.08793	-0.06112	-0.27456	0.22341	0.05559
88 16	0.27665	-0.20171	-0.09026	-0.42770	0.35151	0.08377
88 17	0.16946	-0.14365	-0.06141	-0.27345	0.22472	0.05358
88 18	0.10819	-0.08610	-0.06114	-0.27459	0.22359	0.05538
89 13	-0.25481	-1.62874	-0.06464	-0.13144	-0.03607	-0.02471
89 14	-0.08857	-2.28867	-0.09034	-0.19568	-0.03957	-0.03691
89 15	-0.13271	-1.61151	-0.06488	-0.13207	-0.03156	-0.02669
89 16	-0.08956	-2.43140	-0.09020	-0.19311	-0.04049	-0.03716
89 17	-0.05992	-1.53006	-0.05949	-0.12088	-0.02541	-0.02361
89 18	-0.12768	-1.64363	-0.06486	-0.13210	-0.03161	-0.02678
90 13	-0.27168	-1.42925	-0.07880	0.02965	-0.11762	-0.03554
90 14	-0.11368	-1.88139	-0.14521	0.05654	-0.17281	-0.05551
90 15	-0.14941	-1.37310	-0.07885	0.02760	-0.11376	-0.03772
90 16	-0.11593	-2.01912	-0.14568	0.05989	-0.17163	-0.05487
90 17	-0.07732	-1.24954	-0.11044	0.04151	-0.10780	-0.03457
90 18	-0.14455	-1.40612	-0.07905	0.02748	-0.11346	-0.03769
91 13	-0.20324	-1.23898	-0.09178	-0.01940	0.02277	-0.02415
91 14	-0.01672	-1.48586	-0.21839	-0.01021	0.05977	-0.02948
91 15	-0.08193	-1.12351	-0.09194	-0.02458	0.02816	-0.02571
91 16	-0.01902	-1.64751	-0.21620	-0.00833	0.05813	-0.02943
91 17	-0.01740	-1.00834	-0.18753	0.00133	0.03736	-0.01776
91 18	-0.07699	-1.15579	-0.10659	-0.02574	0.02797	-0.02590
92 13	-0.28293	-1.03765	-0.09803	-0.03318	-0.06183	-0.05127
92 14	-0.15164	-1.23953	-0.21860	-0.04934	-0.08432	-0.06772
92 15	-0.16082	-0.87045	-0.09808	-0.04341	-0.05821	-0.05391
92 16	-0.15220	-1.42854	-0.17813	-0.04902	-0.08394	-0.06911

92 17	-0.10278	-0.89178	-0.13188	-0.02732	-0.05253	-0.04230
92 18	-0.15546	-0.89423	-0.09824	-0.04302	-0.05809	-0.05419
93 13	-0.33738	-0.95109	-0.08817	0.03123	-0.10231	-0.03109
93 14	-0.24099	-1.34102	-0.13571	0.04353	-0.15140	-0.03569
93 15	-0.21361	-0.73438	-0.09129	0.01805	-0.10075	-0.03435
93 16	-0.23955	-1.46829	-0.13359	0.04421	-0.15064	-0.03791
93 17	-0.15836	-0.93364	-0.09062	0.02885	-0.09441	-0.02315
93 18	-0.20847	-0.75840	-0.09125	0.01830	-0.10029	-0.03421
94 13	-0.23466	-0.77006	-0.09008	0.07769	0.12221	0.01794
94 14	-0.06536	-1.33050	-0.11837	0.10489	0.21474	0.03949
94 15	-0.11147	-0.49544	-0.07967	0.05856	0.13102	0.01604
94 16	-0.06456	-1.40064	-0.11860	0.10689	0.21426	0.03761
94 17	-0.04588	-0.88862	-0.07987	0.06735	0.13442	0.02359
94 18	-0.10591	-0.52405	-0.07976	0.05875	0.13136	0.01622
95 13	-0.28665	-0.86248	-0.19068	0.03591	-0.12391	-0.03671
95 14	-0.13999	-1.57629	-0.11853	0.02842	-0.19947	-0.05985
95 15	-0.15853	-0.52878	-0.12097	0.01966	-0.12389	-0.04322
95 16	-0.13988	-1.63128	-0.11864	0.03113	-0.19991	-0.06127
95 17	-0.09361	-1.03204	-0.08052	0.01951	-0.12586	-0.03873
95 18	-0.15247	-0.56117	-0.11693	0.01958	-0.12414	-0.04336
96 13	-0.33994	-0.85385	-0.11120	-0.10220	-0.15343	-0.06540
96 14	-0.21319	-1.31503	-0.15478	-0.18338	-0.23813	-0.11064
96 15	-0.20990	-0.17306	-0.27712	-0.10333	-0.13029	-0.06488
96 16	-0.21310	-1.34820	-0.15480	-0.18187	-0.23856	-0.11178
96 17	-0.14051	-0.86466	-0.10448	-0.11603	-0.15228	-0.07088
96 18	-0.20257	-0.20273	-0.26012	-0.10297	-0.13328	-0.06603
97 13	-0.42660	-0.76577	-0.09346	-0.02669	-0.11431	-0.04207
97 14	-0.34754	-1.02013	-0.14123	-0.05398	-0.17242	-0.07081
97 15	-0.30166	-0.07391	-0.21260	-0.03045	-0.11078	-0.03765
97 16	-0.34813	-1.03925	-0.14122	-0.05309	-0.17234	-0.07146
97 17	-0.22680	-0.67055	-0.09608	-0.03441	-0.10913	-0.04522
97 18	-0.29551	-0.10237	-0.20087	-0.03043	-0.11013	-0.03772
98 13	-0.45755	-0.81798	-0.09538	-0.06168	0.01687	-0.02674
98 14	-0.39666	-1.02679	-0.14080	-0.10846	0.03631	-0.04431
98 15	-0.33970	-0.27495	-0.09737	-0.06745	0.01968	-0.01789
98 16	-0.39758	-1.03741	-0.14078	-0.10803	0.03641	-0.04472
98 17	-0.25862	-0.67012	-0.09568	-0.06929	0.02382	-0.02811
98 18	-0.33301	-0.29946	-0.09724	-0.06805	0.02004	-0.01828
99 13	-0.47341	-0.93363	-0.09291	-0.04069	0.06578	0.01002
99 14	-0.42171	-1.15302	-0.13699	-0.07867	0.11595	0.01503
99 15	-0.35290	-0.55713	-0.09206	-0.05191	0.07111	0.01798
99 16	-0.42266	-1.15721	-0.13699	-0.07851	0.11604	0.01469
99 17	-0.27474	-0.75025	-0.09331	-0.04981	0.07377	0.00966
99 18	-0.34609	-0.56873	-0.09218	-0.05210	0.07146	0.01751
100 13	-0.52473	-1.11314	-0.09047	-0.02387	0.00361	0.03603
100 14	-0.49935	-1.39246	-0.13303	-0.04989	0.01544	0.05510
100 15	-0.39420	-0.83738	-0.09108	-0.03378	0.00804	0.03972
100 16	-0.50009	-1.39118	-0.13303	-0.04993	0.01550	0.05472
100 17	-0.32415	-0.90218	-0.09071	-0.03179	0.01029	0.03508
100 18	-0.38777	-0.83917	-0.09105	-0.03385	0.00837	0.03941
101 13	-0.55282	-1.26766	-0.05104	0.00779	-0.03452	0.01728
101 14	-0.54113	-1.57603	-0.07373	0.00210	-0.04591	0.02435
101 15	-0.41610	-0.97854	-0.05060	-0.00085	-0.03192	0.01790
101 16	-0.54165	-1.57005	-0.07373	0.00193	-0.04591	0.02387
101 17	-0.35073	-1.01536	-0.05087	0.00090	-0.02882	0.01543
101 18	-0.40990	-0.97674	-0.05061	-0.00091	-0.03158	0.01768
STALPI SIR III						
141 13	-0.25482	-1.31584	-0.01683	0.05792	-0.01367	0.01112
141 14	-0.22844	-1.86301	-0.02317	0.08028	-0.01583	0.00903
141 15	-0.20785	-1.30389	-0.01676	0.05697	-0.01290	0.00802
141 16	-0.23511	-1.97887	-0.02355	0.08535	-0.01572	0.01094
141 17	-0.16484	-1.24466	-0.01708	0.05293	-0.01061	0.00488
141 18	-0.21037	-1.32826	-0.01667	0.05832	-0.01207	0.00771
142 13	-0.22577	-1.37855	-0.04402	0.03001	-0.01139	0.03420
142 14	-0.17827	-1.89400	-0.06361	0.03448	-0.01186	0.04860
142 15	-0.18025	-1.33214	-0.04373	0.02810	-0.01046	0.02994
142 16	-0.18574	-2.00745	-0.06409	0.03918	-0.01184	0.05003
142 17	-0.12386	-1.25942	-0.04480	0.02124	-0.00981	0.03709
142 18	-0.17544	-1.36357	-0.04423	0.02820	-0.01126	0.03528
143 13	-0.41941	-1.30384	-0.03758	0.01509	0.00069	-0.11150
143 14	-0.47486	-1.69617	-0.05466	0.01486	0.00103	-0.17463
143 15	-0.36617	-1.19945	-0.03731	0.01182	0.00174	-0.10997
143 16	-0.48902	-1.83085	-0.05487	0.02060	0.00078	-0.17809
143 17	-0.34162	-1.21233	-0.05379	-0.01362	0.01833	-0.12682
143 18	-0.38507	-1.28512	-0.05243	-0.00717	0.01478	-0.12254
144 13	-0.13240	-1.06560	-0.03798	0.01716	-0.01697	0.10666
144 14	-0.02719	-1.38408	-0.05400	0.01703	-0.01498	0.16541
144 15	-0.09665	-0.92293	-0.03722	0.01134	-0.01613	0.09472
144 16	-0.03189	-1.52613	-0.05412	0.02385	-0.01544	0.16919
144 17	-0.02704	-0.97142	-0.03836	0.00910	-0.01439	0.11164
144 18	-0.09507	-0.94699	-0.03753	0.01059	-0.01693	0.09732
145 13	-0.41026	-1.07325	-0.04036	0.00609	-0.00021	-0.10639
145 14	-0.44083	-1.54440	-0.05790	0.01146	0.00020	-0.15218
145 15	-0.34980	-0.88239	-0.03958	-0.00065	0.00094	-0.09961
145 16	-0.45851	-1.64889	-0.05805	0.01605	-0.00024	-0.15828
145 17	-0.30366	-1.05435	-0.04029	0.00627	0.00354	-0.10121
145 18	-0.35209	-0.90358	-0.03952	0.00008	0.00134	-0.10039
146 13	-0.22606	-0.90598	-0.02557	0.00869	0.00082	0.03412
146 14	-0.16618	-1.48836	-0.04240	0.02648	0.00807	0.05669
146 15	-0.18751	-0.67163	-0.02563	-0.00251	-0.00016	0.02378
146 16	-0.17736	-1.54526	-0.04209	0.02947	0.00816	0.05564
146 17	-0.12148	-0.98387	-0.02927	0.01422	0.00261	0.03702
146 18	-0.18630	-0.69356	-0.02584	-0.00125	0.00004	0.02536

147 13	-0.25296	-0.94026	-0.04259	0.01292	0.00397	0.01270
147 14	-0.20447	-1.58566	-0.05387	0.03310	0.01035	0.02572
147 15	-0.21249	-0.64771	-0.04042	-0.00032	0.00149	0.00351
147 16	-0.21624	-1.63081	-0.05448	0.03524	0.01053	0.02421
147 17	-0.14689	-1.03420	-0.03763	0.01934	0.00417	0.01631
147 18	-0.21124	-0.67224	-0.04026	0.00092	0.00165	0.00497
148 13	-0.21103	-0.82970	-0.03607	0.01809	-0.00752	0.04747
148 14	-0.16726	-1.26422	-0.04966	0.03169	-0.00348	0.05800
148 15	-0.17926	-0.32780	-0.03545	-0.00659	-0.00658	0.03058
148 16	-0.17675	-1.29177	-0.04981	0.03286	-0.00368	0.05824
148 17	-0.12173	-0.82717	-0.03510	0.01926	-0.00484	0.03787
148 18	-0.17998	-0.34669	-0.03544	-0.00545	-0.00633	0.03045
149 13	-0.34550	-0.90957	-0.03660	-0.00064	0.00267	-0.05322
149 14	-0.35723	-1.24657	-0.05162	0.00269	0.00401	-0.08401
149 15	-0.27361	-0.36775	-0.03624	-0.02465	0.00414	-0.04018
149 16	-0.36825	-1.26404	-0.05167	0.00322	0.00371	-0.08497
149 17	-0.24451	-0.81703	-0.03626	-0.00219	0.00560	-0.05407
149 18	-0.27370	-0.38792	-0.03622	-0.02363	0.00429	-0.03986
150 13	-0.30313	-0.84750	-0.03688	0.01116	0.00054	-0.01850
150 14	-0.28737	-1.10673	-0.05184	0.01318	0.00202	-0.02721
150 15	-0.23044	-0.40460	-0.03579	-0.00797	0.00347	-0.00570
150 16	-0.29759	-1.11604	-0.05187	0.01348	0.00178	-0.02756
150 17	-0.19906	-0.71871	-0.03634	0.00702	0.00351	-0.01725
150 18	-0.23140	-0.42414	-0.03579	-0.00707	0.00362	-0.00609
151 13	-0.25496	-0.93525	-0.03906	0.01572	-0.00255	0.01833
151 14	-0.21733	-1.20592	-0.05480	0.01661	-0.00023	0.02630
151 15	-0.19064	-0.62405	-0.03775	0.00311	0.00010	0.02439
151 16	-0.22734	-1.20958	-0.05481	0.01673	-0.00043	0.02610
151 17	-0.15421	-0.77998	-0.03825	0.01014	0.00054	0.01695
151 18	-0.19153	-0.63335	-0.03775	0.00354	0.00022	0.02402
152 13	-0.34422	-1.11131	-0.03867	0.02071	0.00139	-0.05043
152 14	-0.34611	-1.44422	-0.05466	0.02398	0.00399	-0.07285
152 15	-0.27607	-0.88181	-0.03786	0.01130	0.00432	-0.04155
152 16	-0.35605	-1.44363	-0.05465	0.02388	0.00380	-0.07301
152 17	-0.23606	-0.93254	-0.03812	0.01396	0.00469	-0.04612
152 18	-0.27668	-0.88338	-0.03786	0.01136	0.00444	-0.04173
153 13	-0.16042	-1.13657	-0.02361	0.03567	-0.00339	0.08793
153 14	-0.08998	-1.44538	-0.03207	0.04256	0.00132	0.11994
153 15	-0.11928	-0.89550	-0.02258	0.02561	-0.00124	0.07638
153 16	-0.10026	-1.43990	-0.03207	0.04242	0.00113	0.11952
153 17	-0.07367	-0.92882	-0.02265	0.02668	-0.00051	0.07609
153 18	-0.11980	-0.89379	-0.02257	0.02558	-0.00113	0.07626
STALPI SIR II						
654 13	-0.12359	-1.11955	-0.03744	0.06043	-0.00800	-0.00812
654 14	-0.05206	-1.58923	-0.04792	0.07265	-0.00508	-0.01842
654 15	-0.05802	-1.11283	-0.03759	0.05903	-0.00416	-0.00983
654 16	-0.05047	-1.65265	-0.04763	0.07824	-0.00481	-0.01787
654 17	-0.03594	-1.03555	-0.03233	0.04343	-0.00403	-0.01182
654 18	-0.05600	-1.12341	-0.03750	0.06136	-0.00376	-0.00894
655 13	-0.13289	-0.97918	-0.04936	0.05346	0.00240	-0.01193
655 14	-0.08492	-1.24950	-0.09869	0.05180	0.03162	-0.03408
655 15	-0.06653	-0.95323	-0.04931	0.05181	0.00595	-0.01329
655 16	-0.08182	-1.32328	-0.09930	0.05713	0.03055	-0.03277
655 17	-0.06375	-0.79829	-0.08091	0.02771	0.02699	-0.02541
655 18	-0.06344	-0.97679	-0.04952	0.05408	0.00526	-0.01181
656 13	-0.11797	-0.88492	-0.05550	0.04752	-0.01404	-0.00266
656 14	-0.00330	-1.05907	-0.16163	0.00043	-0.05575	0.01111
656 15	-0.05093	-0.84111	-0.05560	0.04403	-0.01052	-0.00384
656 16	-0.00261	-1.15540	-0.15950	0.00898	-0.05401	0.01089
656 17	0.00340	-0.68316	-0.15165	-0.01044	-0.04510	0.01107
656 18	-0.05461	-0.86348	-0.07027	0.05361	-0.00370	-0.00584
657 13	-0.12768	-0.79018	-0.06003	0.04512	-0.00566	-0.00708
657 14	-0.05120	-0.98075	-0.15811	0.04199	0.00564	-0.01071
657 15	-0.05848	-0.73012	-0.05966	0.04111	-0.00364	-0.00750
657 16	-0.04729	-1.09992	-0.11777	0.05540	0.00106	-0.00977
657 17	-0.03423	-0.67127	-0.09351	0.03058	0.00135	-0.00658
657 18	-0.05742	-0.74239	-0.05979	0.04238	-0.00244	-0.00714
658 13	-0.14276	-0.63628	-0.05272	0.03008	0.00292	-0.01478
658 14	-0.05334	-0.91862	-0.07948	0.04475	0.01110	-0.00915
658 15	-0.07239	-0.58010	-0.05540	0.02674	0.00447	-0.01528
658 16	-0.05423	-1.00299	-0.07747	0.05210	0.00931	-0.01092
658 17	-0.03835	-0.62227	-0.05488	0.03061	0.00717	-0.00698
658 18	-0.07074	-0.59440	-0.05537	0.02772	0.00477	-0.01471
659 13	-0.12933	-0.33626	-0.05493	0.01411	-0.02238	-0.00579
659 14	-0.04799	-0.72237	-0.06213	0.05123	-0.00506	-0.00216
659 15	-0.06766	-0.27540	-0.04398	0.01191	-0.01578	-0.01286
659 16	-0.04948	-0.75758	-0.06258	0.05412	-0.00462	-0.00411
659 17	-0.03378	-0.47563	-0.04447	0.03304	-0.00416	-0.00189
659 18	-0.06649	-0.29292	-0.04403	0.01400	-0.01431	-0.01239
660 13	-0.11179	-0.28141	-0.15926	-0.00229	-0.03390	0.00548
660 14	-0.04545	-0.68776	-0.06793	0.05015	0.00325	0.00065
660 15	-0.06164	-0.10665	-0.08890	-0.00538	-0.02236	-0.01019
660 16	-0.04551	-0.70752	-0.06792	0.05179	0.00314	-0.00034
660 17	-0.03188	-0.44836	-0.04844	0.03224	0.00109	0.00014
660 18	-0.06216	-0.12593	-0.08487	-0.00199	-0.01867	-0.01036
661 13	-0.10847	-0.56172	-0.06958	0.02161	-0.02659	0.01008
661 14	-0.03650	-0.94783	-0.08890	0.05826	-0.00272	0.00755
661 15	0.01497	-0.23870	-0.23531	-0.07245	-0.10016	0.03168
661 16	-0.03585	-0.96019	-0.08891	0.05909	-0.00295	0.00714
661 17	-0.02530	-0.61520	-0.06255	0.03677	-0.00327	0.00516
661 18	0.00645	-0.22207	-0.21823	-0.06127	-0.08722	0.02767
662 13	-0.13487	-0.65106	-0.05669	0.03506	-0.00286	-0.00135
662 14	-0.05943	-0.96824	-0.08263	0.05205	0.00904	-0.00332
662 15	-0.09739	-0.25065	-0.17508	-0.01973	0.03533	-0.02057

662 16	-0.05862	-0.97602	-0.08263	0.05266	0.00879	-0.00355
662 17	-0.04156	-0.62830	-0.05874	0.03330	0.00635	-0.00244
662 18	-0.09028	-0.25925	-0.16336	-0.01529	0.03055	-0.01693
663 13	-0.13343	-0.66358	-0.05872	0.03847	-0.00981	0.00084
663 14	-0.05468	-0.93809	-0.08238	0.05437	-0.00676	0.00011
663 15	-0.05102	-0.29945	-0.06010	0.01544	-0.00754	0.00755
663 16	-0.05385	-0.94244	-0.08238	0.05474	-0.00695	-0.00007
663 17	-0.03862	-0.60598	-0.05847	0.03449	-0.00338	-0.00017
663 18	-0.05070	-0.32253	-0.05997	0.01684	-0.00715	0.00729
664 13	-0.13135	-0.69054	-0.05617	0.04133	-0.01613	0.00271
664 14	-0.05094	-0.94968	-0.07938	0.05661	-0.01792	0.00269
664 15	-0.05060	-0.48455	-0.05531	0.02840	-0.01466	0.00878
664 16	-0.05010	-0.95144	-0.07938	0.05676	-0.01808	0.00254
664 17	-0.03581	-0.61228	-0.05661	0.03612	-0.01084	0.00176
664 18	-0.05067	-0.49446	-0.05543	0.02892	-0.01402	0.00822
665 13	-0.13793	-0.71871	-0.05431	0.04377	-0.01123	-0.00022
665 14	-0.06154	-0.95809	-0.07642	0.05893	-0.01078	-0.00240
665 15	-0.06533	-0.57913	-0.05496	0.03405	-0.00494	0.00127
665 16	-0.06079	-0.95694	-0.07642	0.05890	-0.01087	-0.00259
665 17	-0.04289	-0.61797	-0.05463	0.03740	-0.00589	-0.00162
665 18	-0.06469	-0.58130	-0.05493	0.03419	-0.00486	0.00105
666 13	-0.14116	-0.70308	-0.03137	0.04234	-0.00888	-0.00171
666 14	-0.06703	-0.90423	-0.04318	0.05632	-0.00692	-0.00507
666 15	-0.06943	-0.57238	-0.03117	0.03211	-0.00278	-0.00079
666 16	-0.06631	-0.90060	-0.04318	0.05620	-0.00701	-0.00527
666 17	-0.04638	-0.58297	-0.03140	0.03517	-0.00347	-0.00330
666 18	-0.06866	-0.57240	-0.03119	0.03219	-0.00277	-0.00095
Maximas						
Noeud :	153	682	56	82	31	153
Valeur :	1.59038	7.79809	-15.98270	-0.84515	-0.72809	0.20138

HANELIN2b

A5.4b

FORȚE NODALE ÎN STRUCTURA REALĂ, DIN CALCULUL DE ORD.II

Elem	Cas	Noe	FX(daN)	FY(daN)	FZ(daN)	MX(daNCM)	MY(daNCM)	MZ(daNCM)
1	13	1	25601.48	96.87	-3635.64	294.582	7289165	-64913.5
1	13	11	-25601.5	-96.87	3635.642	-294.582	-2067032	199487.8
2	13	2	35404.44	-845.952	-7978.57	313.283	13364141	-418438
2	13	12	-35404.4	845.952	7978.567	-313.283	-1900695	-795417
3	13	3	39584.81	401.146	12483.75	109.324	-2E+07	-22485.5
3	13	13	-39584.8	-401.146	-12483.8	-109.324	1613195	584701
4	13	4	59014.45	944.985	12860.58	-308.126	-1.6E+07	602225.2
4	13	14	-59014.5	-944.985	-12860.6	308.126	-35368.2	765176.3
5	13	676	128569.5	11497.32	14292.33	204.315	3764371	1650595
5	13	16	-128569	-11497.3	-14292.3	-204.315	-1.1E+07	4492634
6	13	677	331794	24955.63	10528.64	948.088	3925892	3974939
6	13	17	-331794	-24955.6	-10528.6	-948.088	-9547657	9413931
7	13	7	115339.1	6380.122	-6805.99	383.935	8141294	4595301
7	13	19	-115339	-6380.12	6805.989	-383.935	1640425	4799454
8	13	8	57122.29	-2902.38	-22425.4	-643.62	29999540	-2219844
8	13	21	-57122.3	2902.38	22425.35	643.62	2219032	-2011942
9	13	9	32359.48	90.669	12901.34	-707.753	-1.9E+07	-235379
9	13	22	-32359.5	-90.669	-12901.3	707.753	818482.9	351697.9
10	13	10	28266.18	-971.028	-4001.34	-627.718	7896411	-273116
10	13	23	-28266.2	971.028	4001.335	627.718	-2149809	-1110614
11	13	11	16397.59	-3914.22	547.72	17.183	138121.1	-1767497
11	13	24	-16397.6	3914.217	-547.72	-17.183	-792059	-2923484
12	13	12	22644	-4235.49	-3236.17	-436.318	1868552	-1817688
12	13	25	-22644	4235.489	3236.17	436.318	2008284	-3252684
13	13	13	29049.9	-3551.42	13190.79	537.444	-4646707	-1425251
13	13	26	-29049.9	3551.424	-13190.8	-537.444	-1.1E+07	-2821510
14	13	14	29323.73	4497.643	14182.29	-352.63	-6685514	1880811
14	13	27	-29323.7	-4497.64	-14182.3	352.63	-1E+07	3483775
15	13	15	24400.37	-2574.79	855.65	539.097	0	0
15	13	28	-24400.4	2574.787	-855.65	-539.097	-1032073	-3138725
16	13	16	28068.92	-7141.87	3480.643	24.841	-2847366	-3583895
16	13	29	-28068.9	7141.872	-3480.64	-24.841	-1298044	-5018426
17	13	17	25585.43	-7411.23	6447.65	0.745	-5439888	-3759776
17	13	30	-25585.4	7411.233	-6447.65	-0.745	-2253229	-5153007
18	13	18	25815.49	-2766.19	-3667.77	-1111.25	0	0
18	13	31	-25815.5	2766.194	3667.771	1111.25	4424853	-3328917
19	13	19	25628.87	-5044.08	1306.014	-125.412	163049.9	-2315542
19	13	32	-25628.9	5044.084	-1306.01	125.412	-1717443	-3733002
20	13	20	25397.35	1704.698	-7992.29	404.105	0	0
20	13	33	-25397.3	-1704.7	7992.289	-404.105	9506776	2043611
21	13	21	28012.65	-968.527	-12589.4	-39.462	3035383	-430713
21	13	34	-28012.7	968.527	12589.38	39.462	11977993	-709502
22	13	22	23011.89	-3070.71	-8244.37	-266.421	2509655	-1175641
22	13	35	-23011.9	3070.709	8244.367	266.421	7334942	-2481150
23	13	23	18535.59	-3258.21	-4179.37	-195.714	1512289	-1345804
23	13	36	-18535.6	3258.207	4179.368	195.714	3489635	-2545365
24	13	115	39354.73	-438.202	3931.113	73.937	-5275051	-559193
24	13	654	-39354.7	438.202	-3931.11	-73.937	-365759	-110507
25	13	116	49390.73	346.127	9378.012	108.674	-1.3E+07	335808.5
25	13	655	-49390.7	-346.127	-9378.01	-108.674	-347268	185244.9
26	13	117	56159.77	-304.617	7097.704	24.314	-1.1E+07	-324189
26	13	656	-56159.8	304.617	-7097.7	-24.314	479269.5	-142233
27	13	118	60221.64	93.092	9504.426	64.968	-1.3E+07	109096.4
27	13	657	-60221.6	-93.092	-9504.43	-64.968	-1122008	35860.32
28	13	119	52898.06	384.448	3331.354	134.212	-5539530	356966.3
28	13	658	-52898.1	-384.448	-3331.35	-134.212	746750	221538.1
29	13	671	63138.05	1685.88	-7098.26	177.7	4199247	288755
29	13	659	-63138.1	-1685.88	7098.259	-177.7	-404655	611465.2
30	13	672	183379.4	-3156.55	13925.15	-95.339	6772.262	-490535
30	13	660	-183379	3156.549	-13925.1	95.339	-7457113	-1186965
31	13	122	70089.22	-441.009	5432.882	-91.136	-8059854	-281443
31	13	661	-70089.2	441.009	-5432.88	91.136	226250.6	-365821
32	13	123	56527.24	181.491	7700.229	12.642	-9801114	181653.7
32	13	662	-56527.2	-181.491	-7700.23	-12.642	-1292591	95348.98
33	13	124	58498.88	77.615	7141.232	-7.127	-9367667	149850.2
33	13	663	-58498.9	-77.615	-7141.23	7.127	-918357	-18229.8

34	13	125	56721.21	75 227	-7639 77	-24 97	10522659	-30741
34	13	664	-56721 2	-75 227	7639 772	24 97	481585 3	126994 9
35	13	126	54939 6	-39 517	-7124.31	1 646	10209408	-119396
35	13	665	-54939 6	39 517	7124 307	-1 646	37622 86	45834 32
36	13	127	32032.05	-168 874	-4766 16	15 354	6753441	-264547
36	13	666	-32032	168 874	4766 155	-15 354	84713 2	4520 821
37	13	89	28495 23	-3060 58	-1155 63	196 51	719781 8	-1840452
37	13	654	-28495 2	3060 575	1155 63	-196 51	151483 3	-663648
38	13	90	32905 79	-1882 13	-6892.41	280.131	5003393	-951007
38	13	655	-32905 8	1882.128	6892 409	-280 131	168637 3	-447956
39	13	91	39835 12	-51.686	-9282 29	254 703	5995959	-76514 8
39	13	656	-39835 1	51.686	9282 292	-254.703	966998 3	30239 97
40	13	92	42443 2	-850 714	-8058.12	524 908	5858875	-438127
40	13	657	-42443 2	850 714	8058 116	-524 908	190605 8	-192017
41	13	93	39705 38	-1264 66	-9909 55	194 379	6055256	-666464
41	13	658	-39705 4	1264 66	9909 546	-194 379	1355465	-264700
42	13	94	39106 23	-2287 1	11282 15	-281 675	-5045899	-1244070
42	13	659	-39106 2	2287.095	-11282 1	281 675	-3400658	-459220
43	13	95	34816 8	-2882 39	-6074 76	498 253	248411 6	-1272254
43	13	660	-34816 8	2882 388	6074 759	-498.253	4308124	-878748
44	13	96	46161 46	-3889 66	-8266 1	897 389	4385507	-1883272
44	13	661	-46161 5	3889 66	8266.104	-897.389	1789844	-1012616
45	13	97	41761 77	-1417 72	-7365 18	487 588	5736916	-755726
45	13	662	-41761 8	1417 722	7365 184	-487 588	-257715	-285661
46	13	98	41774 82	1407 233	-7081 85	330 848	5590204	678083 6
46	13	663	-41774 8	-1407 23	7081 854	-330 848	-316835	384371
47	13	99	39732 58	-2158 85	7003 354	-89 018	-5109805	-1039195
47	13	664	-39732 6	2158 849	-7003 35	89 018	-113006	-582867
48	13	100	39091 45	-1205 08	7394 934	-430 784	-4897145	-536668
48	13	665	-39091 4	1205 082	-7394 93	430 784	-636691	-381699
49	13	101	20628 16	-772 272	3960 394	-225 353	-2955014	-304684
49	13	666	-20628 2	772 272	-3960 39	225 353	-11328 8	-287191
50	13	76	23054 5	664 895	8859 709	-685 576	-8858427	-183772
50	13	89	-23054 5	-664 895	-8859 71	685 576	4945804	482512 4
51	13	77	22485	-6580 68	-1376 47	-1570 2	-5653041	-3627417
51	13	90	-22485	6580 684	1376 466	1570 197	6282939	713896 3
52	13	78	28372 51	11009 09	3471 34	352 393	-9593363	3819566
52	13	91	-28372 5	-11009 1	-3471 34	-352 393	8074285	1056755
53	13	79	31313 97	-3304 52	8904 413	-1563 07	-1.3E+07	-1642371
53	13	92	-31314	3304 522	-8904 41	1563 071	8691725	179344 5
54	13	80	29117 97	-12411 1	944 549	-1729 24	-7893594	-5294797
54	13	93	-29118	12411 07	-944 549	1729 241	7498007	-185313
55	13	81	29092 34	-9916 44	2079 933	1394 714	5148920	-5093035
55	13	94	-29092 3	9916 442	-2079 93	-1394 71	-6093924	710093 9
56	13	82	26966 1	9732 058	-4813 18	-1515 74	4610661	4888645
56	13	95	-26966 1	-9732 06	4813 183	1515 737	-2492683	-590294
57	13	83	34010 57	178 542	11429 03	-2136 33	-1 4E+07	-1491847
57	13	96	-34010 6	-178 542	-11429	2136 325	8566726	1583199
58	13	84	29854 4	-6266 76	5153 045	-2129 14	-1.1E+07	-3465004
58	13	97	-29854 4	6266 757	-5153 05	2129 143	8503296	701470 2
59	13	85	29794 57	-3020 18	7992 386	-1379 56	-1.2E+07	-1183452
59	13	98	-29794 6	3020 184	-7992 39	1379 555	8848027	-141022
60	13	86	28860 44	2051 417	8490 938	-99 615	-1.2E+07	834907 3
60	13	99	-28860 4	-2051 42	-8490 94	99 615	7980272	84621 86
61	13	87	28632 19	1561 202	-9043 88	49 528	11442276	976000 6
61	13	100	-28632 2	-1561 2	9043 88	-49 528	-7437926	-296041
62	13	88	15798 59	4922 297	-1474 54	-770 654	4272369	2675643
62	13	101	-15798 6	-4922 3	1474 542	770 654	-3621183	-495867
63	13	141	5844 438	15 65	1100.666	-26 724	-423692	10545 43
63	13	154	-5844 44	-15 65	-1100 67	26 724	-1293336	14438 81
64	13	142	15230 92	10 57	2017 905	-82 321	-1349655	12975 11
64	13	155	-15230 9	-10 57	-2017 91	82 321	-1804807	2628 549
65	13	143	13085 86	208 854	-984 101	268 532	686575 2	163124 2
65	13	156	-13085 9	-208 854	984 101	-268 532	849719 9	177129 4
66	13	144	13224 43	106 024	1323 964	-256 809	-861206	88669 13
66	13	157	-13224 4	-106 024	-1323 96	256 809	-1207607	82345 87
67	13	145	14047 5	171 539	-1241 73	256 182	932557 4	137344 9
67	13	158	-14047 5	-171 539	1241 728	-256 182	1005194	142213 6
68	13	146	11945 69	295 496	1535 01	-162 382	-1011106	139959 5
68	13	668	-11945 7	-295 496	-1535 01	162 382	5137 969	57032 58
69	13	147	17134 66	47 266	1732 565	-58 177	-1196553	35910 89
69	13	667	-17134 7	-47 266	-1732 57	58 177	58578 45	-1579 06
70	13	148	12504 34	18 998	1215 164	-114 233	-806204	15897 14
70	13	161	-12504 3	-18 998	-1215 16	114 233	-1092207	14682 08
71	13	149	12717 07	178 755	-786 791	128 066	603362 7	146144 9
71	13	162	-12717 1	-178 755	786 791	-128 066	624382 9	142926 6
72	13	150	12869 51	103 454	-1124 66	44 513	800626 9	81775 95
72	13	163	-12869 5	-103 454	1124 659	-44 513	955935 4	86473 7
73	13	151	13582 54	59 2	-1429 55	-44 143	1005012	45414 56
73	13	164	-13582 5	-59 2	1429 547	44 143	1227822	51558 45
74	13	152	13473 47	124 457	-1319 24	121 41	886337 9	97185 84
74	13	165	-13473 5	-124 457	1319 24	-121 41	1174754	105974 9
75	13	153	8220 741	23 527	1353 13	-211 695	-802173	12763 17
75	13	166	-8220 74	-23 527	-1353 13	211 695	-1308450	25820 32
1	14	1	25787 31	939 639	-4462 89	357 952	9028002	293579 4
1	14	11	-25787 3	-939 639	4462 889	-357 952	-2617424	1047634
2	14	2	107869 5	-930 255	-15810 4	459 716	19733946	-488289
2	14	12	-107869	930 255	15810 43	-459 716	3022771	-851995
3	14	3	231311 5	-2953 35	27866 25	392 591	-3 4E+07	-1745226
3	14	13	-231312	2953 354	-27866 3	-392 591	-6398759	-2588643
4	14	4	137448 1	-32 894	21729 98	-13 057	-3 4E+07	342514 1
4	14	14	-137448	32 894	-21730	13 057	2589355	-317052
5	14	676	108869	6903 488	16748 48	1033 255	-1 7E+07	4088615
5	14	16	-108869	-6903 49	-16748 5	-1033 26	8262465	-303963
6	14	677	49635 38	20847 38	6723 099	1978 256	-8373710	8274609
6	14	17	-49635 4	-20847 4	-6723 1	-1978 26	4779319	2915310
7	14	7	117192 2	5234 214	-12431 2	426 695	14978220	5338463
7	14	19	-117192	-5234 21	12431 18	-426 695	2889993	2644054
8	14	8	85170 18	-2040 03	-35003 3	-1159 45	48891412	-2388185
8	14	21	-85170 2	2040 027	35003 34	1159 451	1462373	-715239
9	14	9	41554 48	444 905	19169 53	-1155 17	-3 1E+07	-233542
9	14	22	-41554 5	-444 905	-19169 5	1155 169	3887136	843318 8
10	14	10	40469 95	-1400 56	-6345	-1026 94	13517531	-364632
10	14	23	-40469 9	1400 562	6345 001	1026 937	-4395164	-1624268
11	14	11	25850 83	6099 99	1790 729	145 009	-820188	-2784171
11	14	24	-25850 8	-6099 99	-1790 73	-145 009	-1336351	-4552742
12	14	12	35788 97	-6857 04	-4631 83	-598 762	2537736	-3086544

12	14	25	-35789	6857 035	4631 833	598.762	3017517	-5167724
13	14	13	46587.16	-5987.12	23319 35	791 111	-1E+07	-2668004
13	14	26	-46587.2	5987.117	-23319.4	-791 111	-1 8E+07	-4479214
14	14	14	45795.78	6764 991	19885 61	-677 34	-8302480	2782148
14	14	27	-45795 8	-6764 99	-19885 6	677 34	-1 5E+07	5325153
15	14	15	39053 07	-3871.29	1343 196	749 54	0	0
15	14	28	-39053 1	3871.287	-1343 2	-749 54	-1654644	-4766480
16	14	16	44352.06	-9225 53	2552 81	146 7	-1137218	-4112447
16	14	29	-44352.1	9225 528	-2552 81	-146 7	-1939662	-7088489
17	14	17	40077 19	-9199 76	4556 061	121 046	-2248793	-3977575
17	14	30	-40077 2	9199 755	-4556 06	-121 046	-3238189	-7164946
18	14	18	41800 76	-4294 63	-5650 42	-1646 28	0	0
18	14	31	-41800 8	4294 628	5650 416	1646 279	6837072	-5212433
19	14	19	40274 37	-6270 86	658 207	-52 622	1760647	-2349796
19	14	32	-40274 4	6270.856	-658 207	52 622	-2566030	-5195464
20	14	20	41781.77	2639 373	-12660 8	803.186	0	0
20	14	33	-41781 8	-2639 37	12660 81	-803 186	15071926	3149822
21	14	21	44096 63	-1501 53	-16524 5	47 405	1185112	-627672
21	14	34	-44096 6	1501 529	16524 54	-47 405	18540964	-1161405
22	14	22	37011 21	-5171 53	-12251 9	-349 141	3054773	-2129392
22	14	35	-37011 2	5171.526	12251 9	349 141	11595858	-4057388
23	14	23	29139.95	-5463.44	-6160 22	-238 918	1818869	-2375429
23	14	36	-29140	5463 435	6160 223	238 918	5567763	-4179372
24	14	115	50626 35	-832 339	5003 444	167 514	-5968693	-906426
24	14	654	-50626 3	832 339	-5003 44	-167 514	-1211888	-363691
25	14	116	99066 41	858 16	15240 76	309 794	-1 9E+07	613619 9
25	14	655	-99066 4	-858 16	-15240 8	-309 794	-3258260	672632 2
26	14	117	163223 1	-1528 39	10888 64	-100 682	-1 3E+07	-1013014
26	14	656	-163223	1528 389	-10888 6	100 682	-2770502	-1296258
27	14	118	159234 5	195 466	19052 1	97 875	-1 9E+07	143471 5
27	14	657	-159234	-195 466	-19052 1	-97 875	-8289821	157835 1
28	14	119	79556 95	465 013	6138 972	83 255	-9668231	438804 4
28	14	658	-79556 9	-465 013	-6138 97	-83 255	821331 5	278697 6
29	14	671	76839 12	1571 97	-12905 4	47 728	9010906	532567
29	14	659	-76839 1	-1571 97	12905 39	-47 728	-2106637	322838 4
30	14	672	73058 61	-54 985	11452 86	-5 074	-8407603	-127533
30	14	660	-73058 6	54 985	-11452 9	5 074	2270311	91109 18
31	14	122	89687 23	-118 908	7902 993	-68 066	-1 2E+07	-213937
31	14	661	-89687 2	118 908	-7902 99	68 066	789204 1	1032 112
32	14	123	82577 13	301 691	11213 93	30 716	-1 5E+07	243277 8
32	14	662	-82577 1	-301 691	-11213 9	-30 716	-1366402	214203 8
33	14	124	82250 83	53 293	10717 85	-0 311	-1 4E+07	145040 5
33	14	663	-82250 8	-53 293	-10717 8	0 311	-1460696	-38789 3
34	14	125	79976 26	199 335	-10967 9	-24 98	14842962	45874 62
34	14	664	-79976 3	-199 335	10967 86	24 98	975348 7	227822 9
35	14	126	77177 98	38 741	-9903 4	21 35	14112194	-77397 4
35	14	665	-77178	-38 741	9903 397	-21 35	151945 2	110384 8
36	14	127	43994 17	-135 272	-7016 57	45 787	9884663	-274595
36	14	666	-43994 2	135 272	7016 568	-45 787	189657 4	52498 18
37	14	89	44635 05	-4716 31	-1237 01	219 155	1025161	-2456096
37	14	654	-44635	4716 309	1237 008	-219 155	-91938 1	-1103972
38	14	90	51693 55	-2659 99	-12288 3	254 54	7311752	-1459329
38	14	655	-51693 5	2659 994	12288 26	-254 54	1917721	-517588
39	14	91	62316 45	-967 927	-15753 8	480 578	8963656	-187356
39	14	656	-62316 4	967 927	15753 81	-480 578	2852198	-555646
40	14	92	67026 02	-1208 79	-14246 8	676 812	8722337	-651151
40	14	657	-67026	1208 79	14246 81	-676 812	1972394	-246645
41	14	93	62746 93	-2064 39	-15352 7	316 178	9447098	-1060485
41	14	658	-62746 9	2064 386	15352 66	-316 178	2039686	-456130
42	14	94	62719 06	-4373 01	16778 37	-494 964	-8779921	-2157009
42	14	659	-62719 1	4373 008	-16778 4	494 964	-3789655	-1090955
43	14	95	55551 42	-3885 13	-3212 54	716 401	252761 3	-1958184
43	14	660	-55551 4	3885 131	3212 54	-716 401	2194890	-949350
44	14	96	72923 24	-5689 1	-11243 8	1405 383	6957417	-2935050
44	14	661	-72923 2	5689 103	11243 83	-1405 38	1448778	-1306607
45	14	97	65931 49	-2355 22	-10675	808 127	9029469	-1241517
45	14	662	-65931 5	2355 223	10674 97	-808 127	-1091749	-490822
46	14	98	65877 05	2024 068	-10203 6	532 862	8598776	1000535
46	14	663	-65877	-2024 07	10203 63	-532 862	-1005093	529370 3
47	14	99	62800 62	-3257 82	9958 926	-150 08	-7835643	-1594704
47	14	664	-62800 6	3257 824	-9958 93	150 08	410083 6	-855641
48	14	100	61591 26	-1666 79	10583 51	-683 452	-7367042	-767795
48	14	665	-61591 3	1666 787	-10583 5	683 452	-556146	-509617
49	14	101	32447 3	-867 19	5614 122	-349 269	-4383773	-353396
49	14	666	-32447 3	867 19	-5614 12	349 269	177007 8	-321369
50	14	76	36128 69	989 797	14230 51	-971 658	-1 4E+07	-260142
50	14	89	-36128 7	-989 797	-14230 5	971 658	7607846	710735 4
51	14	77	35306 36	-10249 1	-912 054	-2400 72	-8890202	-5641968
51	14	90	-35306 4	10249 14	912 054	2400 721	9333922	1118332
52	14	78	44450 01	17039 91	6449 283	770 376	-1 5E+07	5989694
52	14	91	-44450	-17039 9	-6449 28	-770 376	12147021	1554642
53	14	79	49325 34	-4982 66	14736 71	-2178 19	-2E+07	-2538446
53	14	92	-49325 3	4982 66	-14736 7	2178 189	13311958	343619 3
54	14	80	45794 74	-18775	901 132	-2429 75	-1 2E+07	-8168419
54	14	93	-45794 7	18775 03	-901 132	2429 754	11934198	-94495 9
55	14	81	45930 2	-14360 2	6389 179	2448 882	7863958	-7781434
55	14	94	-45930 2	14360 19	-6389 18	-2448 88	-1 1E+07	1467540
56	14	82	42698 07	13368 13	-6011 49	-2368 12	7005267	7342242
56	14	95	-42698 1	-13368 1	6011 493	2368 116	-4394280	-1485398
57	14	83	53282 58	873 228	15560 47	-3454 39	-2 1E+07	-2229490
57	14	96	-53282 6	-873 228	-15560 5	3454 387	14087130	2653908
58	14	84	46867 65	-9402 18	6779 145	-3376 59	-1 7E+07	-5335258
58	14	97	-46867 6	9402 179	-6779 15	3376 588	13759520	1215827
59	14	85	46712 58	-4512 4	11430 52	-2149 66	-1 9E+07	-1795488
59	14	98	-46712 6	4512 395	-11430 5	2149 663	14134269	-165449
60	14	86	45227 25	3210 772	11920 81	-116 421	-1 8E+07	1319997
60	14	99	-45227 2	-3210 77	-11920 8	116 421	12858956	130444 9
61	14	87	44735 98	2170 434	-12980 9	108 595	17532418	1449741
61	14	100	-44736	-2170 43	12980 87	-108 595	-1 2E+07	-525036
62	14	88	24495 92	7045 548	-1772 17	-1185 86	6473755	4010335
62	14	101	-24495 9	-7045 55	1772 171	1185 857	-5698848	-906933
63	14	141	8088 411	39 082	1554 314	-21 661	-618388	26751 15
63	14	154	-8088 41	-39 082	-1554 31	21 661	-1810266	36296 19
64	14	142	22035 84	31 342	2931 404	-117 013	-2036848	29969 85
64	14	155	-22035 8	-31 342	-2931 4	117 013	-2556644	19973 03
65	14	143	19021 86	264 56	-1473 05	420 555	1069827	213410 2
65	14	156	-19021 9	-264 56	1473 049	-420 555	1233951	226599 9

66	14	144	18814.4	149 725	1781 92	-398 271	-1230318	125305
66	14	157	-18814.4	-149 725	-1781 92	398 271	-1558954	121236 3
67	14	145	20142.6	214.108	-1883 15	366 442	1402248	174420 4
67	14	158	-20142.6	-214.108	1883 149	-366 442	1543242	182733
68	14	146	18654 05	324 971	2504 372	-269 048	-1539017	160057 3
68	14	668	-18654	-324 971	-2504 37	269 048	-105083	63063 48
69	14	147	22543 86	11 861	2662 274	-115 982	-1730356	30513.14
69	14	667	-22543.9	-11 861	-2662 27	115 982	-22721 7	-13928 7
70	14	148	17255 97	31 757	1705 21	-139 57	-1109310	21915 2
70	14	161	-17256	-31 757	-1705 21	139 57	-1561223	32161 73
71	14	149	17928 24	218 219	-1167 85	202 16	878431 9	180355 5
71	14	162	-17928.2	-218 219	1167 853	-202 16	947686 1	179088 4
72	14	150	18057 58	117 498	-1567 71	65 473	1131409	95380 94
72	14	163	-18057.6	-117 498	1567 707	-65 473	1321698	99085 66
73	14	151	19032 4	62 963	-1959 08	-63 344	1413008	50836 94
73	14	164	-19032.4	-62 963	1959 076	63 344	1652483	53919 68
74	14	152	19024 27	148 447	-1841 64	175 379	1268499	119931 2
74	14	165	-19024.3	-148 447	1841 643	-175 379	1614822	126939 6
75	14	153	11182 24	38 356	1764 585	-288 778	-1089901	20959 04
75	14	166	-11182.2	-38 356	-1764 59	288 778	-1665987	43340 75
1	15	1	25963.28	440 254	-3572 56	336 149	7075964	89689 86
1	15	11	-25963.3	-440 254	3572 556	-336 149	-1944464	536809 4
2	15	2	35365 91	-519 373	-7933 49	361 281	13729866	-274220
2	15	12	-35365.9	519 373	7933 492	-361 281	-2330217	-471956
3	15	3	38686 86	713 366	12846 91	211 561	-2 1E+07	118526 3
3	15	13	-38686.9	-713 366	-12846 9	-211 561	2906824	891092 4
4	15	4	62202 22	-576 038	13286 96	-81 864	-2 3E+07	-43489 4
4	15	14	-62202.2	576 038	-13287	81 864	3560598	-760215
5	15	676	50616 15	4887 752	10197 37	370 93	-9283076	2401115
5	15	16	-50616.1	-4887 75	-10197 4	-370 93	3827263	232967 5
6	15	677	110469 2	14999 9	5129 722	1031 944	-3774074	4863825
6	15	17	-110469	-14999 9	-5129 72	-1031 94	1026909	3219335
7	15	7	131318 4	4741 64	-7168 61	350 775	9068997	4027063
7	15	19	-131318	-4741 64	7168 611	-350 775	1243153	3098425
8	15	8	51866 36	-1897 89	-23175 7	-720 124	31979490	-1816406
8	15	21	-51866.4	1897 889	23175 74	720 124	1313762	-975146
9	15	9	33554 11	238 641	13225 95	-765 193	-2 1E+07	-180155
9	15	22	-33554.1	-238 641	-13226	765 193	1784406	507321 3
10	15	10	28512 71	-1000 61	-4196 89	-679 298	8680312	-278275
10	15	23	-28512.7	1000 612	4196 893	679 298	-2652042	-1147402
11	15	11	16582 94	-3908 16	917 173	55 975	-260124	-1753008
11	15	24	-16582.9	3908 158	-917 173	-55 975	-839687	-2929987
12	15	12	22542 11	-4278 6	-2867 1	-400 878	1490097	-1847150
12	15	25	-22542.1	4278 604	2867 096	400 878	1940546	-3279179
13	15	13	29213 62	-3433 54	13364 91	568 656	-4717192	-1296597
13	15	26	-29213.6	3433 539	-13364.9	-568 656	-1 1E+07	-2800497
14	15	14	29147 12	4306 638	12824 51	-404 308	-5215735	1686384
14	15	27	-29147.1	-4306 64	-12824 5	404 308	-1E+07	3460669
15	15	15	24576 98	-2587 15	882 914	538 072	0	0
15	15	28	-24577	2587 145	-882 914	-538 072	-1072437	-3148957
16	15	16	28162 98	-6354 66	2033 354	139 286	-1147110	-2900150
16	15	29	-28163	6354 656	-2033 35	-139 286	-1287195	-4764593
17	15	17	25583 91	-6524 07	4207 846	119 643	-2800425	-2965880
17	15	30	-25583.9	6524 066	-4207 85	-119 643	-2236676	-4892463
18	15	18	25623 93	-2800 56	-3667 32	-1069 96	0	0
18	15	31	-25623.9	2800 561	3667 315	1069 955	4422734	-3381460
19	15	19	25551 37	-4731 39	1328 345	-86 83	140193 7	-2010418
19	15	32	-25551.4	4731 388	-1328 35	86 83	-1732664	-3670792
20	15	20	25753 26	1753 53	-8323 61	452 7	0	0
20	15	33	-25753.3	-1753 53	8323 609	-452 7	9910995	2095983
21	15	21	28020 62	-997 863	-11882 7	-20 515	1965317	-425509
21	15	34	-28020.6	997 863	11882 71	20 515	12213879	-759460
22	15	22	23266 93	-3325 15	-8365 14	-249 526	2417033	-1342715
22	15	35	-23266.9	3325 145	8365 138	249 526	7574303	-2626906
23	15	23	18745 09	-3537 2	-4220 99	-175 995	1416686	-1522476
23	15	36	-18745.1	3537 198	4220 994	175 995	3635190	-2709956
24	15	115	39511 15	-456 171	3276 925	89 435	-4288348	-569708
24	15	654	-39511.1	456 171	-3276 93	-89 435	-413382	-126109
25	15	116	49395 31	319 179	9553 171	120 949	-1 3E+07	299656 5
25	15	655	-49395.3	-319 179	-9553 17	-120 949	-481256	179312 7
26	15	117	56267 11	-325 282	6389 723	35 048	-9533653	-339547
26	15	656	-56267.1	325 282	-6389 72	-35 048	353189 8	-157435
27	15	118	59973 8	37 073	9245 996	68 691	-1 2E+07	57742 23
27	15	657	-59973 8	-37 073	-9246	-68 691	-1426208	2583 147
28	15	119	55466 5	323 655	4304 03	138 811	-6046034	298639 7
28	15	658	-55466.5	-323 655	-4304 03	-138 811	-141492	189240 3
29	15	671	51504 29	1565 734	-5395 53	218 597	3359405	298850 9
29	15	659	-51504.3	-1565 73	5395 531	-218 597	-476770	537903 8
30	15	672	101506 5	-2115 16	6661 286	154 508	554292 7	-322779
30	15	660	-101506	2115 159	-6661 29	-154 508	-4111620	-802832
31	15	122	236664 9	-2141 69	12724 03	-286 828	-8090307	-1126908
31	15	661	-236665	2141 691	-12724	286 828	-1E+07	-1979328
32	15	123	175639 3	813 614	14977 64	185 972	-9424349	458156 7
32	15	662	-175639	-813 614	-14977 6	-185 972	-1 2E+07	737755 9
33	15	124	60176 55	-13 874	4862 257	-68 155	-5043418	41166 61
33	15	663	-60176.5	13 874	-4862 26	68 155	-1952840	-52227 9
34	15	125	55720 15	158 598	-6075 35	-79 815	7772560	43098 88
34	15	664	-55720.2	-158 598	6075 354	79 815	974533 5	178773 3
35	15	126	55496 38	-45 52	-6315 4	-11 768	8615198	-88366 7
35	15	665	-55496.4	45 52	6315 402	11 768	466340 7	11817 82
36	15	127	31733 08	-174 16	-4548 94	7 01	6124840	-221933
36	15	666	-31733.1	174 16	4548 935	-7 01	400545 2	-41047 8
37	15	89	28590 23	-3070 12	-1092 59	199 729	712993 9	-1641833
37	15	654	-28590.2	3070 119	1092 589	-199 729	109468 3	-669461
38	15	90	32916 05	-1908 4	-6788 49	289 965	4972715	-960784
38	15	655	-32916	1908 403	6788 488	-289 965	121352 1	-459935
39	15	91	39902 95	-10 446	-8956 54	259 187	5958643	-60507 7
39	15	656	-39903	10 446	8956 54	-259 187	756859 3	45590 97
40	15	92	42683 66	-900 606	-7536 33	551 333	5868302	-452766
40	15	657	-42683 7	900 606	7536 333	-551 333	-214204	-217375
41	15	93	39952 95	-1444 07	-9154 99	227 107	6025934	-720052
41	15	658	-39952.9	1444 074	9154 994	-227 107	817440	-350947
42	15	94	39579 7	-2512 63	9515 593	-343 123	-4913507	-1311305
42	15	659	-39579 7	2512 634	-9515 59	343 123	-2204834	-562928
43	15	95	35428 11	-2863 38	-4680 66	390 008	69165 84	-1301938
43	15	660	-35428 1	2863 382	4680 661	-390 008	3440770	-836171
44	15	96	46636 2	-5235 98	-10179 4	1147 33	4140985	-2050470

44	15	661	-46636.2	5235.982	10179.39	-1147.33	3445629	-1839827
45	15	97	42108.83	-774.998	-9147.15	204.747	4977397	-635930
45	15	662	-42108.8	774.998	9147.148	-204.747	1816057	66097.27
46	15	98	42157.77	1413.595	-7466.59	304.86	5162397	665472.1
46	15	663	-42157.8	-1413.6	7466.587	-304.86	390757.9	397953.8
47	15	99	39909.09	-2170.87	6403.437	-111.367	-4810040	-1051696
47	15	664	-39909.1	2170.874	-6403.44	111.367	40479.95	-577056
48	15	100	39221.04	-1239.95	6936.27	-456.925	-4745457	-543531
48	15	665	-39221	1239.947	-6936.27	456.925	-441255	-397436
49	15	101	20598.57	-684.875	3071.558	-221.913	-2659680	-261083
49	15	666	-20598.6	684.875	-3071.56	221.913	359944.2	-262225
50	15	76	23090.24	689.408	8828.265	-655.376	-8661379	-175570
50	15	89	-23090.2	-689.408	-8828.27	655.376	4962912	486037.6
51	15	77	22436.84	-6448.33	-1434.67	-1540.97	-5630352	-3593587
51	15	90	-22436.8	6448.333	1434.674	1540.97	6285990	739804.1
52	15	78	28319.3	10898.51	3146.937	386.587	-9500836	3794829
52	15	91	-28319.3	-10898.5	-3146.94	-386.587	8127273	1032860
53	15	79	31290.72	-3193.11	8225.838	-1545.09	-1.3E+07	-1617637
53	15	92	-31290.7	3193.111	-8225.84	1545.087	8901269	205599.8
54	15	80	29057.31	-11936.6	289.68	-1717.26	-7763499	-5187445
54	15	93	-29057.3	11936.57	-289.68	1717.256	7660393	-79442.9
55	15	81	28750.22	-9168.34	2789.462	1398.583	4977481	-4923614
55	15	94	-28750.2	9168.335	-2789.46	-1398.58	-6242090	876270.8
56	15	82	26961.35	9050.792	-4164.26	-1583.49	4525430	4756309
56	15	95	-26961.3	-9050.79	4164.259	1583.493	-2698183	-765222
57	15	83	34051.88	-345.52	11885.73	-2059.37	-1.4E+07	-1491935
57	15	96	-34051.9	345.52	-11885.7	2059.365	8436538	1351296
58	15	84	29972.72	-6095.79	6627.386	-2028.93	-1.1E+07	-3431021
58	15	97	-29972.7	6095.786	-6627.39	2028.927	7766448	745117
59	15	85	29721.44	-2688.53	8012.457	-1218.11	-1.2E+07	-1139172
59	15	98	-29721.4	2688.529	-8012.46	1218.109	8632367	-36127.4
60	15	86	28617.59	2204.543	7857.913	33.623	-1.1E+07	845428.3
60	15	99	-28617.6	-2204.54	-7857.91	-33.623	7978711	143997.9
61	15	87	28395.23	1284.917	-8279.37	115.708	11166585	919319.3
61	15	100	-28395.2	-1284.92	8279.369	-115.708	-7504381	-364178
62	15	88	15560.51	4368.253	-1394.39	-745.723	4106410	2541624
62	15	101	-15560.5	-4368.25	1394.394	745.723	-3491349	-609847
63	15	141	5827.443	22.708	1081.852	-19.254	-417274	15810.35
63	15	154	-5827.44	-22.708	-1081.85	19.254	-1270372	20376
64	15	142	15138.85	16.303	1967.367	-72.067	-1324603	17264.58
64	15	155	-15138.9	-16.303	-1967.37	72.067	-1750478	7841.737
65	15	143	12985.34	195.675	-953.498	264.835	674039.9	154207
65	15	156	-12985.3	-195.675	953.498	-264.835	814202.6	164012
66	15	144	12954.07	103.47	1186.544	-228.078	-792246	88042.08
66	15	157	-12954.1	-103.47	-1186.54	228.078	-1061099	78237.2
67	15	145	13762.77	154.38	-1122.32	239.872	875177.8	126032.3
67	15	158	-13762.8	-154.38	1122.318	-239.872	875215.7	124462
68	15	146	11724.33	262.433	1290.373	-120.326	-908563	132393.1
68	15	668	-11724.3	-262.433	-1290.37	120.326	63473.98	41681.76
69	15	147	16336.16	59.767	1410.993	-22.413	-1047360	44324.22
69	15	667	-16336.2	-59.767	-1410.99	22.413	121948.2	-3398.05
70	15	148	12252.79	12.181	877.806	-73.63	-712673	14930.46
70	15	161	-12252.8	-12.181	-877.806	73.63	-655524	3301.542
71	15	149	12564	143.994	-547.525	96.695	531555.8	128741.5
71	15	162	-12564	-143.994	547.525	-96.695	320134	100723.3
72	15	150	12448.8	86.168	-794.355	13.719	664561	73345.12
72	15	163	-12448.8	-86.168	794.355	-13.719	573575.5	65013.54
73	15	151	13110.8	50.956	-1149.58	-58.729	874248.1	41128.44
73	15	164	-13110.8	-50.956	1149.578	58.729	919314.6	41521.48
74	15	152	13175.12	112.859	-1145.65	100.034	805983.4	91359.29
74	15	165	-13175.1	-112.859	1145.649	-100.034	982759.9	91613.32
75	15	153	7855.289	18.629	1141.311	-183.903	-710919	9787.812
75	15	166	-7855.29	-18.629	-1141.31	183.903	-1068452	20736.28
1	16	1	25890.67	899.396	-4472.88	222.127	8717168	283458.2
1	16	11	-25890.7	-899.396	4472.883	-222.127	-2292732	1000386
2	16	2	107479.1	-937.148	-13401.8	337.407	16705103	-489256
2	16	12	-107479	937.148	13401.78	-337.407	2584316	-860516
3	16	3	231659.8	-2510.66	23268.59	417.222	-2.9E+07	-1472991
3	16	13	-231660	2510.657	-23268.6	-417.222	-4771141	-2207810
4	16	4	137295.3	-118.895	19439.9	60.687	-3.1E+07	287249.6
4	16	14	-137295	118.895	-19439.9	-60.687	3041125	-387866
5	16	676	108850.9	6940.319	16522.01	1051.482	-1.7E+07	4060720
5	16	16	-108851	-6940.32	-16522	-1051.48	8102850	-257471
6	16	677	49671.41	20873.38	6624.517	1983.689	-8247015	8242595
6	16	17	-49671.4	-20873.4	-6624.52	-1983.69	4705349	2960817
7	16	7	117138.8	5253.514	-12554.1	427.432	15163157	5342789
7	16	19	-117139	-5253.51	12554.06	-427.432	2881914	2666288
8	16	8	85159.57	-2061.88	-34910.7	-1158.31	48739160	-2402396
8	16	21	-85159.6	2061.877	34910.75	1158.307	1481278	-732799
9	16	9	41576.24	449.543	19206.16	-1157.17	-3.1E+07	-225813
9	16	22	-41576.2	-449.543	-19206.2	1157.17	3878474	842570.8
10	16	10	40459.79	-1412.08	-6359.4	-1029.01	13543690	-375932
10	16	23	-40459.8	1412.075	6359.401	1029.009	-4400638	-1629831
11	16	11	25775.23	-6005.68	1836.867	203.086	-890138	-2728733
11	16	24	-25775.2	6005.682	-1836.87	-203.086	-1320821	-4491870
12	16	12	35766.91	-6862.64	-4635.98	-543.349	2555331	-3101227
12	16	25	-35766.9	6862.641	4635.976	543.349	3003252	-5158266
13	16	13	48655.54	-5954.44	23792.78	788.463	-1.1E+07	-2628389
13	16	26	-48655.5	5954.436	-23792.8	-788.463	-1.8E+07	-4477579
14	16	14	45779.54	6743.152	19989.41	-700.483	-8469608	2768220
14	16	27	-45779.5	-6743.15	-19989.4	700.483	-1.5E+07	5312245
15	16	15	39043.1	-3858.64	1338.922	742.4	0	0
15	16	28	-39043.1	3858.643	-1338.92	-742.4	-1649125	-4747916
16	16	16	44351.98	-9190.92	2590.945	152.443	-1184286	-4092822
16	16	29	-44352	9190.922	-2590.95	-152.443	-1938234	-7063601
17	16	17	40040.81	-9163.85	4569.189	126.862	-2270324	-3957493
17	16	30	-40040.8	9163.847	-4569.19	-126.862	-3232077	-7139356
18	16	18	41774.21	-4285.12	-5636.03	-1635.31	0	0
18	16	31	-41774.2	4285.124	5636.025	1635.311	6818094	-5200352
19	16	19	40258.95	-6260.49	666.56	-46.157	1749329	-2344889
19	16	32	-40258.9	6260.487	-666.56	46.157	-2564965	-5186887
20	16	20	41769.3	2636.527	-12651.2	806.483	0	0
20	16	33	-41769.3	-2636.53	12651.19	-806.483	15060224	3145654
21	16	21	44093.56	-1504.91	-16525.4	51.984	1191794	-631088
21	16	34	-44093.6	1504.911	16525.4	-51.984	18535028	-1162701
22	16	22	37018.53	-5176.51	-12261.5	-344.002	3063726	-2132657
22	16	35	-37018.5	5176.509	12261.49	344.002	11598184	-4060650

23	16	23	29138.92	-5471.47	-6169.47	-233.634	1826720	-2380981
23	16	36	-29138.9	5471.472	6169.468	233.634	5570802	-4183930
24	16	115	50427.09	-821.691	5029.683	162.488	-6087068	-921595
24	16	654	-50427.1	821.691	-5029.68	-162.488	-1131529	-336125
25	16	116	99661.27	839.926	15805.49	297.969	-2E+07	613923.2
25	16	655	-99661.3	-839.926	-15805.5	-297.969	-3097938	649283.5
26	16	117	161107.9	-1492.96	11203.91	-98.727	-1.4E+07	-1018617
26	16	656	-161108	1492.957	-11203.9	98.727	-2384412	-1249420
27	16	118	118544	114.25	17228.82	89.528	-1.9E+07	104065.9
27	16	657	-118544	-114.25	-17228.8	-89.528	-5308863	76271.33
28	16	119	77492.74	435.266	6499.893	99.369	-1E+07	442573.5
28	16	658	-77492.7	-435.266	-6499.89	-99.369	1118544	235337.9
29	16	671	77515.35	1556	-13591.8	81.462	9459300	541990.2
29	16	659	-77515.4	-1556	13591.77	-81.462	-2187700	305956.3
30	16	672	72791.42	-114.823	11588.65	6.049	-8702729	-145162
30	16	660	-72791.4	114.823	-11588.7	-6.049	2492256	76526.94
31	16	122	89706.48	-123.668	7895.318	-64.376	-1.2E+07	-218611
31	16	661	-89706.5	123.668	-7895.32	64.376	899381.4	-1772.02
32	16	123	82574.31	296.667	11259.59	32.796	-1.5E+07	241191.6
32	16	662	-82574.3	-296.667	-11259.6	-32.796	-1331676	209164.5
33	16	124	82249.14	49.237	10749.46	1.293	-1.4E+07	143281.7
33	16	663	-82249.1	-49.237	-10749.5	-1.293	-1446442	-42799.4
34	16	125	79976.67	203.023	-10978.2	-23.622	14866738	47880.18
34	16	664	-79976.7	-203.023	10978.16	23.622	966503.2	231161.3
35	16	126	77177.93	41.324	-9889.64	23.084	14096026	-75812.3
35	16	665	-77177.9	-41.324	9889.638	-23.084	148319.6	112578.1
36	16	127	43990.35	-131.66	-6997.73	47.622	9852569	-271904
36	16	666	-43990.3	131.66	6997.726	-47.622	194671.9	55110.45
37	16	89	44562.74	-4792.66	-1372.02	228.663	1054799	-2494365
37	16	654	-44562.7	4792.661	1372.02	-228.663	-19770.4	-1126247
38	16	90	51584.34	-2635.74	-12458	262.439	7407197	-1442330
38	16	655	-51584.3	2635.737	12457.97	-262.439	1952178	-514865
39	16	91	62207.5	949.964	-15773.3	477.406	9052168	-199638
39	16	656	-62207.5	-949.964	15773.34	-477.406	2781284	-532622
40	16	92	66907.65	-1285.97	-13488.6	704.819	8871786	-664710
40	16	657	-66907.6	1285.968	13488.64	-704.819	1259295	-290243
41	16	93	62673.9	-2107.33	-15299.5	321.518	9543231	-1060023
41	16	658	-62673.9	2107.326	15299.54	-321.518	1905954	-487056
42	16	94	62535.99	-4362.92	16827.46	-495.703	-8807780	-2149567
42	16	659	-62536	4362.924	-16827.5	495.703	-3800151	-1089627
43	16	95	55660.11	-3901.23	-3449.33	721.348	303460.3	-1964579
43	16	660	-55660.1	3901.227	3449.329	-721.348	2322974	-955471
44	16	96	72912.59	-5707.31	-11358.8	1413.975	6977096	-2941749
44	16	661	-72912.6	5707.306	11358.83	-1413.98	1516079	-1314238
45	16	97	65928.27	-2353.38	-10734.2	813.117	9039395	-1240057
45	16	662	-65928.3	2353.38	10734.25	-813.117	-1056889	-490641
46	16	98	65874.35	2028.423	-10228.9	535.607	8603347	1002905
46	16	663	-65874.4	-2028.42	10228.92	-535.607	-990480	530486.8
47	16	99	62801.08	-3262	9971.347	-147.928	-7838940	-1596944
47	16	664	-62801.1	3261.999	-9971.35	147.928	403993.7	-856637
48	16	100	61592.74	-1670.83	10585.02	-681.191	-7366935	-769712
48	16	665	-61592.7	1670.827	-10585	681.191	-557354	-510806
49	16	101	32440.65	-867.819	5580.96	-345.974	-4370878	-353878
49	16	666	-32440.6	867.819	-5580.96	345.974	189009.2	-321332
50	16	76	36203.02	1035.551	14449.91	-976.83	-1.4E+07	-259667
50	16	89	-36203	-1035.55	-14449.9	976.83	7573316	730802.4
51	16	77	35319.22	-10342.4	-849.157	-2389.49	-8933580	-5667296
51	16	90	-35319.2	10342.37	849.157	2389.494	9348450	1101812
52	16	78	44432.34	17147.49	6427.917	774.766	-1.5E+07	6001716
52	16	91	-44432.3	-17147.5	-6427.92	-774.766	12185014	1590940
53	16	79	49306.06	-4991.77	14413.92	-2194.53	-2E+07	-2540001
53	16	92	-49306.1	4991.769	-14413.9	2194.534	13472193	341198.1
54	16	80	45794.02	-18852.3	793.505	-2457.56	-1.2E+07	-8182210
54	16	93	-45794	18852.32	-793.505	2457.56	12003717	-115271
55	16	81	45872.77	-14447.1	6328.01	2430.842	7888184	-7805434
55	16	94	-45872.8	14447.06	-6328.01	-2430.84	-1.1E+07	1452318
56	16	82	42827.98	13430.92	-6077.71	-2384.22	7025960	7365420
56	16	95	-42828	-13430.9	6077.714	2384.223	-4385283	-1480295
57	16	83	53314.25	867.376	15669.34	-3463.52	-2.1E+07	-2233859
57	16	96	-53314.2	-867.376	-15669.3	3463.518	14073260	2655551
58	16	84	46880.19	-9422.29	6828.478	-3377.64	-1.7E+07	-5340916
58	16	97	-46880.2	9422.29	-6828.48	3377.644	13753627	1212460
59	16	85	46722.7	-4512.87	11464.06	-2147.04	-1.9E+07	-1796184
59	16	98	-46722.7	4512.871	-11464.1	2147.035	14130255	-164912
60	16	86	45232.28	3217.55	11932.19	-113.043	-1.8E+07	1320983
60	16	99	-45232.3	-3217.55	-11932.2	113.043	12859007	132552.5
61	16	87	44732.55	2163.305	-12972.1	110.673	17529994	1448771
61	16	100	-44732.5	-2163.31	12972.1	-110.673	-1.2E+07	-527307
62	16	88	24489.54	7027.843	-1782.62	-1185.11	6468695	4006255
62	16	101	-24489.5	-7027.84	1782.617	1185.114	-5689143	-910779
63	16	141	8204.982	39.955	1652.799	-26.239	-660044	26508.19
63	16	154	-8204.98	-39.955	-1652.8	26.239	-1922731	38143.38
64	16	142	22201.11	30.934	3034.639	-120.448	-2084515	29327.4
64	16	155	-22201.1	-30.934	-3034.64	120.448	-2672105	20139.21
65	16	143	19098.47	272.845	-1540.02	428.884	1094395	218053.8
65	16	156	-19098.5	-272.845	1540.021	-428.884	1315071	236948.5
66	16	144	18865.73	154.61	1864.874	-407.377	-1252744	127532.2
66	16	157	-18865.7	-154.61	-1864.87	407.377	-1667696	128047.3
67	16	145	20198.34	219.809	-1941.9	381.117	1422634	177659.7
67	16	158	-20198.3	-219.809	1941.898	-381.117	1615708	189882.9
68	16	146	18603.22	334.063	2553.082	-264.194	-1555581	161926.9
68	16	668	-18603.2	-334.063	-2553.08	264.194	-120730	67594.47
69	16	147	22758.35	12.004	2706.159	-108.623	-1749286	29919.9
69	16	667	-22758.4	-12.004	-2706.16	108.623	-33093	-12867.4
70	16	148	17309.45	31.249	1732.562	-140.126	-1122338	21386.75
70	16	161	-17309.5	-31.249	-1732.56	140.126	-1591258	31924.48
71	16	149	17946.22	220.423	-1172.62	204.473	880980.3	181861
71	16	162	-17946.2	-220.423	1172.618	-204.473	952634.9	181390.3
72	16	150	18070.49	119.033	-1572.99	66.31	1134199	96472.83
72	16	163	-18070.5	-119.033	1572.994	-66.31	1327230	100621.2
73	16	151	19037.76	64.354	-1961.59	-62.848	1414359	51875.71
73	16	164	-19037.8	-64.354	1961.588	62.848	1655085	55242.43
74	16	152	19019.33	149.787	-1837.62	175.778	1266556	120963.4
74	16	165	-19019.3	-149.787	1837.617	-175.778	1610426	128155.5
75	16	153	11179.45	36.703	1763.169	-287.746	-1089241	19763.37
75	16	166	-11179.4	-36.703	-1763.17	287.746	-1664427	41839.54
1	17	1	16256.99	559.573	-2504.71	28.319	4631787	193851

1	17	11	-16257	-559.573	2504.714	-28.319	-1036747	606688.3
2	17	2	94431.69	-772.756	-9295.23	134.385	8954628	-392593
2	17	12	-94431.7	772.756	9295.227	-134.385	4402574	-718381
3	17	3	216092	-3098.9	16376.64	299.377	-1.7E+07	-1625846
3	17	13	-216092	3098.895	-16376.6	-299.377	-6757411	-2851706
4	17	4	112425.7	676.508	12583.18	74.913	-1.8E+07	527346.8
4	17	14	-112426	-676.508	-12583.2	-74.913	198159.7	475584.1
5	17	676	74626.73	4802.994	10592.35	679.669	-9694224	2485745
5	17	16	-74626.7	-4802.99	-10592.3	-679.669	4022024	117945.8
6	17	677	39258.91	13545.55	4415.847	1278.556	-4673734	5105129
6	17	17	-39258.9	-13545.6	-4415.85	-1278.56	2314570	2153433
7	17	7	83890.81	3707.573	-8006.5	285.791	9715100	3545995
7	17	19	-83890.8	-3707.57	8006.502	-285.791	1781366	1983670
8	17	8	60471.37	-1570.35	-22506	-736.599	31208326	-1652169
8	17	21	-60471.4	1570.353	22505.97	736.599	1134372	-680693
9	17	9	30612.03	245.653	12594.89	-747.312	-2E+07	-161493
9	17	22	-30612	-245.653	-12594.9	747.312	2155104	500726.7
10	17	10	29140.42	-903.66	-4140.77	-664.467	8604173	-244568
10	17	23	-29140.4	903.66	4140.766	664.467	-2656187	-1042501
11	17	11	16420.54	-3927.39	1324.993	172.969	-728891	-1790973
11	17	24	-16420.5	3927.391	-1324.99	-172.969	-858576	-2914974
12	17	12	22380.39	-4573.41	-3224.46	-323.525	1883167	-2096698
12	17	25	-22380.4	4573.413	3224.457	323.525	1972861	-3385840
13	17	13	29669.72	-4132.61	16711.57	470.491	-8253781	-1957875
13	17	26	-29669.7	4132.612	-16711.6	-470.491	-1.2E+07	-2970557
14	17	14	28984.48	4490.057	13591.06	-455.896	-6170554	1900584
14	17	27	-28984.5	-4490.06	-13591.1	455.896	-1E+07	3466619
15	17	15	24451.96	-2539.39	875.99	469.132	0	0
15	17	28	-24452	2539.394	-875.99	-469.132	-1064640	-3086041
16	17	16	27983.44	-6060.21	1813.245	92.599	-922284	-2699399
16	17	29	-27983.4	6060.211	-1813.25	-92.599	-1250875	-4602265
17	17	17	25242.96	-6022.78	3127.586	76.812	-1659580	-2604956
17	17	30	-25243	6022.778	-3127.59	-76.812	-2089345	-4642698
18	17	18	26260.3	-2806.04	-3662.5	-1051.43	0	0
18	17	31	-26260.3	2806.035	3662.498	1051.426	4406201	-3381614
19	17	19	25336.15	-4151.11	569.139	-34.258	980599.9	-1578004
19	17	32	-25336.2	4151.111	-569.139	34.258	-1667123	-3398264
20	17	20	25614.45	1700.509	-8110.94	502.823	0	0
20	17	33	-25614.5	-1700.51	8110.939	-502.823	9650884	2026800
21	17	21	27866.11	-980.513	-10988.1	31.029	1118063	-418322
21	17	34	-27866.1	980.513	10988.06	-31.029	11990751	-749752
22	17	22	23237.07	-3334.02	-8052.82	-220.998	2123462	-1359383
22	17	35	-23237.1	3334.021	8052.819	220.998	7493092	-2623085
23	17	23	18628.98	-3530.12	-4067.92	-149.918	1271973	-1526048
23	17	36	-18629	3530.122	4067.923	149.918	3594951	-2699068
24	17	115	34101.05	-620.238	3363.115	107.49	-3957879	-624150
24	17	654	-34101.1	620.238	-3363.12	-107.49	-864574	-298242
25	17	116	81286.53	703.003	10743.51	230.971	-1.2E+07	467816.5
25	17	655	-81286.5	-703.003	-10743.5	-230.971	-3071095	569485.3
26	17	117	153064.1	-1224.51	7457.828	-100.396	-8510405	-770384
26	17	656	-153064	1224.514	-7457.83	100.396	-2236812	-1056438
27	17	118	94162.04	94.262	12206.51	60.262	-1.3E+07	76680.93
27	17	657	-94162	-94.262	-12206.5	-60.262	-4845064	66861.91
28	17	119	54943.4	318.111	4107.827	63.484	-6507836	296605.7
28	17	658	-54943.4	-318.111	-4107.83	-63.484	598618.3	183222.5
29	17	671	54782.31	1114.845	-8637.42	38.52	5890976	358518.2
29	17	659	-54782.3	-1114.85	8637.421	-38.52	-1275685	243745
30	17	672	52304.11	-133.79	7601.225	-0.844	-5428375	-97105.1
30	17	660	-52304.1	133.79	-7601.23	0.844	1360673	22511.18
31	17	122	63087.2	-111.419	5225.522	-46.538	-7972844	-153356
31	17	661	-63087.2	111.419	-5225.52	46.538	440459.8	-25744.8
32	17	123	58726.02	212.698	7441.116	22.509	-9682897	165736.1
32	17	662	-58726	-212.698	-7441.12	-22.509	-1039993	151083.7
33	17	124	58406.08	60.99	7029.158	1.964	-9078615	106508.2
33	17	663	-58406.1	-60.99	-7029.16	-1.964	-1045116	-5125.31
34	17	125	57030.05	111.163	-7227.1	-16.308	9638033	20319.14
34	17	664	-57030	-111.163	7227.097	16.308	770229.4	133362.4
35	17	126	55161.42	-1.145	-6542.66	14.424	9165843	-62886.8
35	17	665	-55161.4	1.145	6542.658	-14.424	243593.6	50685.54
36	17	127	31947.73	-118.66	-4548.86	29.802	6362426	-191942
36	17	666	-31947.7	118.66	4548.862	-29.802	163676.4	8666.099
37	17	89	28434.8	-3151.31	-890.357	139.776	668157.7	-1603096
37	17	654	-28434.8	3151.311	890.357	-139.776	1489.222	-769042
38	17	90	32835.35	-1476.74	-8718.85	108.963	4715683	-873525
38	17	655	-32835.4	1476.735	8718.847	-108.963	1825482	-225683
39	17	91	39364.91	-902.422	-10548.9	341.241	5667685	-174984
39	17	656	-39364.9	902.422	10548.91	-341.241	2240974	-509223
40	17	92	42543.7	-775.816	-9245.41	424.116	5601348	-410631
40	17	657	-42543.7	775.816	9245.407	-424.116	1337212	-167132
41	17	93	39918.7	-1232.95	-10060.5	192.725	6105478	-644010
41	17	658	-39918.7	1232.952	10060.48	-192.725	1419931	-265712
42	17	94	39507.02	-2698.39	10927.14	-302.763	-5649645	-1344077
42	17	659	-39507	2698.386	-10927.1	302.763	-2529147	-663806
43	17	95	35215.57	-2477.28	-2362.12	460.231	253889.5	-1244340
43	17	660	-35215.6	2477.282	2362.124	-460.231	1530147	-608085
44	17	96	46400.38	-3684.06	-7378.08	904.219	4494681	-1894259
44	17	661	-46400.4	3684.063	7378.078	-904.219	1014640	-851975
45	17	97	42015.36	-1459.9	-7043.88	512.295	5849657	-780083
45	17	662	-42015.4	1459.904	7043.884	-512.295	-611266	-297676
46	17	98	41974.66	1347.062	-6718.6	335.238	5566342	657301.3
46	17	663	-41974.7	-1347.06	6718.596	-335.238	-565509	355056.5
47	17	99	39995.44	-2107.32	6578.819	-96.123	-5073772	-1025587
47	17	664	-39995.4	2107.323	-6578.82	96.123	170739.8	-553641
48	17	100	39240.87	-1115.81	6977.157	-436.243	-4780252	-505050
48	17	665	-39240.9	1115.807	-6977.16	436.243	-438439	-341650
49	17	101	20673.15	-611.827	3646.705	-222.298	-2823532	-243020
49	17	666	-20673.2	611.827	-3646.71	222.298	92480.07	-225372
50	17	76	23188.78	650.492	9597.531	-628.62	-8988896	-166584
50	17	89	-23188.8	-650.492	-9597.53	628.62	4745712	460329.5
51	17	77	22463.22	-6828.18	-2.964	-1529.14	-5781367	-3671206
51	17	90	-22463.2	6828.181	2.964	1529.136	5796931	647053.1
52	17	78	28196.99	11011.78	4876.442	508.889	-9610164	3851061
52	17	91	-28197	-11011.8	-4876.44	-508.889	7463410	1030529
53	17	79	31426.53	-3251.41	9933.106	-1368.95	-1.3E+07	-1635128
53	17	92	-31426.5	3251.411	-9933.11	1368.95	8332601	198043
54	17	80	29220.78	-12252.6	857.294	-1555.09	-7922488	-5280042
54	17	93	-29220.8	12252.58	-857.294	1555.088	7565114	-127109

55	17	81	29033.18	-9387.33	3860.121	1539.122	5064741	-5018687
55	17	94	-29033.2	9387.334	-3860.12	-1539.12	-6805655	873053.2
56	17	82	26878.84	8585.42	-3975.01	-1511.95	4474880	4693290
56	17	95	-26878.8	-8585.42	3975.013	1511.95	-2732038	-910581
57	17	83	33945.75	553.959	10240.31	-2203.15	-1.3E+07	-1433009
57	17	96	-33945.8	-553.959	-10240.3	2203.148	8896582	1693982
58	17	84	29908.47	-6092.1	4585.145	-2151.46	-1.1E+07	-3435677
58	17	97	-29908.5	6092.101	-4585.15	2151.458	8735799	752216.6
59	17	85	29774.53	-2907.55	7517.656	-1364	-1.2E+07	-1154651
59	17	98	-29774.5	2907.552	-7517.66	1364	8974770	-117984
60	17	86	28815.96	2077.216	7861.564	-67.938	-1.2E+07	846396.6
60	17	99	-28816	-2077.22	-7861.56	67.938	8147442	86150.03
61	17	87	28518.22	1406.623	-8536.66	73.691	11265678	934454.8
61	17	100	-28518.2	-1406.62	8536.664	-73.691	-7488558	-325095
62	17	88	15624.51	4574	-1242.81	-755	4164053	2582996
62	17	101	-15624.5	-4574	1242.805	755	-3616277	-559491
63	17	141	5943.761	24.68	1066.204	-11.703	-438039	16653.84
63	17	154	-5943.76	-24.68	-1066.2	11.703	-1225052	22761.44
64	17	142	15516.67	25.895	1997.386	-89.303	-1397800	25205.61
64	17	155	-15516.7	-25.895	-1997.39	89.303	-1723171	15518.15
65	17	143	18690.91	266.817	-1222.62	305.426	940862.7	231721.9
65	17	156	-18690.9	-266.817	1222.617	-305.426	969124.7	203129.3
66	17	144	13362.86	119.226	1269.696	-268.823	-877595	100784.5
66	17	157	-13362.9	-119.226	-1269.7	268.823	-1105245	91273.89
67	17	145	14013.75	160.661	-1268.87	243.712	937657.3	130257.2
67	17	158	-14013.7	-160.661	1268.867	-243.712	1042827	130985.4
68	17	146	12921.02	271.344	1612.413	-178.101	-1005482	130638.1
68	17	668	-12921	-271.344	-1612.41	178.101	-51523.5	51515.49
69	17	147	15656.37	53.181	1736.363	-77.172	-1139853	39430.64
69	17	667	-15656.4	-53.181	-1736.36	77.172	-700.976	-759.784
70	17	148	12191.09	27.185	1141.784	-91.131	-747503	20739.85
70	17	161	-12191.1	-27.185	-1141.78	91.131	-1036244	23543.86
71	17	149	12592.01	160.968	-771.547	130.118	584384.2	133592.5
71	17	162	-12592	-160.968	771.547	-130.118	619696.8	126004.2
72	17	150	12654.46	87.472	-1030.37	41.49	747406	71307.66
72	17	163	-12654.5	-87.472	1030.37	-41.49	861421	70176.4
73	17	151	13283.08	46.454	-1281.44	-40.824	926484.3	37241.29
73	17	164	-13283.1	-46.454	1281.437	40.824	1074127	38237.94
74	17	152	13261.57	107.5	-1200.73	111.046	830206.6	86660.36
74	17	165	-13261.6	-107.5	1200.73	-111.046	1044968	87797.41
75	17	153	7891.348	26.482	1151.847	-183.203	-713739	15360.88
75	17	166	-7891.35	-26.482	-1151.85	183.203	-1082146	27795.65
1	18	1	25971.98	445.061	-3553.16	334.859	7029260	91183.28
1	18	11	-25972	-445.061	3553.157	-334.859	-1925634	542175.1
2	18	2	35367.57	-496.934	-7904.26	360.301	13674869	-264834
2	18	12	-35367.6	496.934	7904.259	-360.301	-2317235	-449235
3	18	3	38644.56	718.39	12810.19	211.811	-2.1E+07	123069.5
3	18	13	-38644.6	-718.39	-12810.2	-211.811	2904031	893862.4
4	18	4	62255.73	-608.496	13225.92	-77.372	-2.3E+07	-57665.1
4	18	14	-62255.7	608.496	-13225.9	77.372	3590428	-792403
5	18	676	53395.09	4854.45	10264.19	397.956	-9482154	2430177
5	18	16	-53395.1	-4854.45	-10264.2	-397.956	3989817	188080.5
6	18	677	103064.3	14863.3	5043.551	1054.9	-3931856	4916456
6	18	17	-103064	-14863.3	-5043.55	-1054.9	1231336	3090107
7	18	7	126562.2	4628.233	-7261.41	344.13	9159994	3978662
7	18	19	-126562	-4628.23	7261.411	-344.13	1283728	2974086
8	18	8	52749.7	-1857.18	-23139.8	-723.703	31955368	-1798306
8	18	21	-52749.7	1857.184	23139.84	723.703	1287557	-936188
9	18	9	33250.72	242.332	13178.91	-765.111	-2.1E+07	-177074
9	18	22	-33250.7	-242.332	-13178.9	765.111	1835253	509732.7
10	18	10	28589.37	-993.671	-4195.69	-679.26	8688016	-276222
10	18	23	-28589.4	993.671	4195.69	679.26	-2661423	-1139537
11	18	11	16589.07	-3891.97	925.505	58.327	-270694	-1742192
11	18	24	-16589.1	3891.973	-925.505	-58.327	-839189	-2921036
12	18	12	22535.66	-4266.41	-2834.4	-397.857	1458416	-1839387
12	18	25	-22535.7	4266.412	2834.401	397.857	1932716	-3272105
13	18	13	29207.12	-3424.01	13327.39	570.014	-4681683	-1289652
13	18	26	-29207.1	3424.014	-13327.4	-570.014	-1.1E+07	-2795473
14	18	14	29128.57	4296.35	12740.34	-404.168	-5136998	1680003
14	18	27	-29128.6	-4296.35	-12740.3	404.168	-1E+07	3455013
15	18	15	24577.4	-2583.3	883.056	536.194	0	0
15	18	28	-24577.4	2583.303	-883.056	-536.194	-1072796	-3143597
16	18	16	28151.14	-6318.21	2007.144	137.85	-1118620	-2873692
16	18	29	-28151.1	6318.207	-2007.14	-137.85	-1284795	-4746551
17	18	17	25547.36	-6471.4	4100.873	118.114	-2685580	-2926325
17	18	30	-25547.4	6471.402	-4100.87	-118.114	-2224197	-4868112
18	18	18	25678.67	-2801.52	-3666.86	-1067.41	0	0
18	18	31	-25678.7	2801.522	3666.863	1067.406	4421310	-3382358
19	18	19	25522.04	-4673.55	1263.91	-81.475	211900.3	-1966764
19	18	32	-25522	4673.55	-1263.91	81.475	-1727716	-3644471
20	18	20	25744.92	1749.665	-8310.75	457.96	0	0
20	18	33	-25744.9	-1749.67	8310.752	-457.96	9895286	2090741
21	18	21	28014.63	-997.469	-11800.9	-15.573	1878706	-425355
21	18	34	-28014.6	997.469	11800.86	15.573	12202717	-759660
22	18	22	23268.3	-3330.51	-8339.37	-246.582	2388902	-1347158
22	18	35	-23268.3	3330.513	8339.371	246.582	7571545	-2629240
23	18	23	18741.45	-3542.52	-4210.03	-173.247	1403606	-1526438
23	18	36	-18741.4	3542.519	4210.033	173.247	3634997	-2712609
24	18	115	39439.22	-431.213	3254.484	81.403	-4277534	-561168
24	18	654	-39439.2	431.213	-3254.48	-81.403	-392050	-99265.4
25	18	116	49600.64	302.1	9566.061	107.513	-1.3E+07	293639
25	18	655	-49600.6	-302.1	-9566.06	-107.513	-260891	161311.2
26	18	117	71063.22	-144.599	6127.152	53.17	-9599623	-258341
26	18	656	-71063.2	144.599	-6127.15	-53.17	784308.3	10747.73
27	18	118	60104.74	55.048	9039.929	65.524	-1.2E+07	66429.81
27	18	657	-60104.7	-55.048	-9039.93	-65.524	-1103843	19625.5
28	18	119	55429.2	327.186	4308.537	133.625	-6169803	303006.8
28	18	658	-55429.2	-327.186	-4308.54	-133.625	-24821.6	190369.4
29	18	671	52043.92	1466.584	-5750.14	203.159	3572540	294116.7
29	18	659	-52043.9	-1466.58	5750.135	-203.159	-500482	490289.7
30	18	672	96437.26	-1705.97	6353.847	155.464	55711.83	-259487
30	18	660	-96437.3	1705.966	-6353.85	-155.464	-3450201	-648468
31	18	122	219480	-1856.5	10918.74	-250.594	-7126045	-973931
31	18	661	-219480	1856.499	-10918.7	250.594	-8582934	-1717147
32	18	123	163873	717.643	13723.98	153.019	-8925452	407568
32	18	662	-163873	-717.643	-13724	-153.019	-1.1E+07	647879.9
33	18	124	60041.06	-6.083	5021.315	-65.851	-5343148	47322.13

33	18	663	-60041.1	6 083	-5021.32	65 851	-1882731	-46778 7
34	18	125	55846 81	147 675	-6184 93	-74 72	7925594	37434 18
34	18	664	-55846 8	-147 675	6184 927	74 72	979390	168680 8
35	18	126	55469 46	-46 139	-6327 61	-9 748	8644224	-88633 8
35	18	665	-55469 5	46 139	6327 61	9 748	454922 2	11209 05
36	18	127	31747 58	-172 653	-4537 75	8 468	6124835	-221027
36	18	666	-31747 6	172 653	4537 748	-8 468	384554 6	-39783 4
37	18	89	28594 86	-3089 7	-1116 44	211 271	721755 2	-1655501
37	18	654	-28594 9	3089 696	1116 439	-211 271	118588 5	-671068
38	18	90	32907 31	-1926 73	-6685 35	307 179	4995435	-962888
38	18	655	-32907 3	1926 726	6685 346	-307 179	21714 92	-471477
39	18	91	39873 75	166 149	-8647 87	237 83	5933631	-26132 2
39	18	656	-39873 8	-166 149	8647 867	-237 83	550766 5	142932 9
40	18	92	42712 49	-886 808	-7548 5	558 876	5906276	-450170
40	18	657	-42712 5	886 808	7548 497	-558 876	-242552	-209767
41	18	93	39953 97	-1437 43	-9165 26	232 188	6045150	-715985
41	18	658	-39954	1437 426	9165 256	-232 188	806276 7	-349894
42	18	94	39639 33	-2539 07	9549 266	-339 685	-4960279	-1316040
42	18	659	-39639 3	2539 07	-9549 27	339 685	-2183512	-577558
43	18	95	35379 16	-2808 18	-4493 8	389 769	82585 2	-1293282
43	18	660	-35379 2	2808 183	4493 804	-389 769	3288215	-803953
44	18	96	46670 3	-5054 38	-10242 8	1113 468	4190991	-2032096
44	18	661	-46670 3	5054 384	10242 78	-1113 47	3444289	-1724674
45	18	97	42118 54	-862 147	-9041 19	249 149	5040943	-652210
45	18	662	-42118 5	862 147	9041 188	-249 149	1674507	17807 52
46	18	98	42131 62	1405 536	-7335 17	306 536	5178854	663939 7
46	18	663	-42131 6	-1405 54	7335 171	-306 536	276622 6	393246 5
47	18	99	39919 41	-2169 76	6388 914	-112 562	-4829820	-1050644
47	18	664	-39919 4	2169 763	-6388 91	112 562	70976 19	-577019
48	18	100	39226 54	-1230	6933 446	-455 933	-4749445	-540428
48	18	665	-39226 5	1230 002	-6933 45	455 933	-435200	-392889
49	18	101	20603 81	-673 585	3098 034	-221 165	-2665616	-257671
49	18	666	-20603 8	673 585	-3098 03	221 165	346024 6	-257084
50	18	76	23113 13	705 516	8840 027	-656 152	-8872513	-174823
50	18	89	-23113 1	-705 516	-8840 03	656 152	4968859	492546
51	18	77	22435 3	-6428 64	-1485 26	-1538 58	-5630983	-3590283
51	18	90	-22435 3	6428 64	1485 258	1538 575	6309139	745369 8
52	18	78	28298 18	10901 36	3103 243	382 5	-9482437	3789629
52	18	91	-28298 2	-10901 4	-3103 24	-382 5	8128465	1039348
53	18	79	31316 57	-3191 77	8206 829	-1550 56	-1 3E+07	-1619957
53	18	92	-31316 6	3191 765	-8206 83	1550 561	8931247	208617 4
54	18	80	29065 34	-11946 8	277 124	-1713 92	-7770969	-5191017
54	18	93	-29065 3	11946 78	-277 124	1713 92	7673348	-80322 6
55	18	81	28732 65	-9170 83	2875 222	1404 42	4979606	-4926481
55	18	94	-28732 6	9170 827	-2875 22	-1404 42	-6282410	877982 9
56	18	82	26958 97	9006 247	-4150 35	-1584 1	4520820	4750284
56	18	95	-26959	-9006 25	4150 35	1584 096	-2699805	-779153
57	18	83	34072 16	-249 43	11824 43	-2083 96	-1 4E+07	-1490139
57	18	96	-34072 2	249 43	-11824 4	2083 959	8468908	1392321
58	18	84	29974 66	-6112 3	6497 926	-2027 45	-1 1E+07	-3433809
58	18	97	-29974 7	6112 3	-6497 93	2027 451	7837795	740651 9
59	18	85	29714 54	-2691 01	7958 218	-1221 07	-1 2E+07	-1138011
59	18	98	-29714 5	2691 013	-7958 22	1221 072	8654296	-38344
60	18	86	28626 85	2197 175	7826 609	29 487	-1 1E+07	845680 4
60	18	99	-28626 9	-2197 18	-7826 61	-29 487	7998641	140489 5
61	18	87	28397 9	1289 758	-8272 18	114 247	11167954	919255 3
61	18	100	-28397 9	-1289 76	8272 176	-114 247	-7508967	-361996
62	18	88	15563 88	4377 297	-1386 16	-746 077	4108774	2543001
62	18	101	-15563 9	-4377 3	1386 158	746 077	-3497371	-607216
63	18	141	5798 068	20 339	1101 904	-18 508	-425073	13157 44
63	18	154	-5798 07	-20 339	-1101 9	18 508	-1293815	19369 54
64	18	142	15312 65	20 115	2024 94	-84 931	-1368162	20819 99
64	18	155	-15312 7	-20 115	-2024 94	84 931	-1797014	10337 08
65	18	143	18226 71	267 378	-1168	295 113	873279 3	228848 3
65	18	156	-18226 7	-267 378	1167 996	-295 113	951984 7	207862 2
66	18	144	13063 61	109 262	1231 21	-234 327	-828381	93403 53
66	18	157	-13063 6	-109 262	-1231 21	234 327	-1094672	82109 83
67	18	145	13743 92	156 826	-1132 74	241 742	877298 4	127965 4
67	18	158	-13743 9	-156 826	1132 742	-241 742	889498 6	126500 9
68	18	146	11810 11	263 035	1311 894	-128 512	-915001	132013 2
68	18	168	-11810 1	-263 035	-1311 89	128 512	55747 25	42600 37
69	18	147	16278 28	60 01	1431 414	-29 886	-1053543	44140 56
69	18	167	-16278 3	-60 01	-1431 41	29 886	114619 4	-2925 74
70	18	148	12252 15	11 573	887 475	-73 314	-713142	14058 47
70	18	161	-12252 1	-11 573	-887 475	73 314	-670296	3299 074
71	18	149	12560 01	145 101	-553 649	95 927	530376 9	129270 5
71	18	162	-12560	-145 101	553 649	-95 927	331007 8	102093 2
72	18	150	12452 37	87 191	-806 456	14 673	667583	74068 3
72	18	163	-12452 4	-87 191	806 456	-14 673	589582 5	65979 58
73	18	151	13114 38	51 537	-1156 02	-57 827	876093 1	41639 69
73	18	164	-13114 4	-51 537	1156 022	57 827	927602 7	41939 87
74	18	152	13175 42	113 31	-1145 5	100 475	805169 6	91774 52
74	18	165	-13175 4	-113 31	1145 495	-100 475	983351 6	91914 64
75	18	153	7851 518	18 144	1140 388	-183 613	-710722	9338 158
75	18	166	-7851 52	-18 144	-1140 39	183 613	-1067203	20423 42