UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIŞOARA
BIBLIOTECA CENTRALĂ
Nr. Inv. _____
Dulap_____ Lit. ___

ITATEA „POLITEHNICA" DIN
TIMIŞOARA
TATEA DE HIDROTEHNICĂ
CATEDRA DE CONSTRUCȚII HIDROTEHNICE

TEZĂ DE DOCTORAT

UTILIZAREA PREFABRICATELOR ÎN REALIZAREA INFRASTRUCTURII UNOR CONSTRUCȚII HIDROTEHNICE

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC
PROF. UNIV. DR. ING. GHEORGHE POPA

ÎNTOCMIT
ING. AURORA MANCIA

TIMIȘOARA - 2000

BUPT

CUPRINS

1. INTRODUCERE.....

1.1. Prefabricarea.....

1.1.1. Obiectul lucrărilor hidroameliorative .....

1.1.2. Infrastructuri în construcţii hidroameliorative .....

1.1.2.1. Obiect.....

1.1.3. Staţii de pompare tip cheson .....

1.2. Calculul structurilor.....

1.2.1. Consideraţii generale.....

1.2.2. Ecuaţiile generale ale metodei elementelor finite.....

1.2.3. Elemente de construcţie ale fundaţiilor .....

1.2.3.1. Chesoane dreptunghiulare .....

1.3. Tehnologii clasice de execuţie.....

1.3.1.Avantajele folosirii chesoanelor în lucrările de hidroamelioraţii .....

1.3.2. Excavarea pământului .....

1.3.2.1. Excavarea .....

1.3.2.2. Depresionarea directă .....

1.3.2.3. Coborârea generală a apei subterane .....

1.3.2.4. Depresionarea prin vacuumare .....

1.3.3. Pregătirea platformei .....

1.3.4. Realizarea cuţitului chesonului .....

1.3.4.1. Măsuri constructive .....

1.3.5. Executarea tronsoanelor chesoanelor .....

1.3.6. Coborârea chesonului .....

1.3.7. Betonarea fundului chesonului .....

2. Structuri prefabricate.....

2.1. Prefabricarea .....

2.2. Prefabricate specifice lucrărilor de îmbunătăţiri funciare..

2.3. Tipuri geometrice .....

2.4.1. Motivarea variantei prefabricate.....

2.4.2. Tipuri de structuri propuse.....

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIŞOARA

UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIŞOARA
BIBLIOTECA CENTRALĂ
Nr. volum 627.692

BUPT

2.4.3. Detalii de execuție .....
2.4.3.1. Confecționarea tiparelor .....
2.4.3.2. Confecționarea armăturilor .....
2.5. Calcule statice și de rezistență – cheson cu un singur compartiment din beton armat, prefabricat .....
2.5.1. Generalități .....
2.5.2. Discretizarea structurii .....
2.5.3. Evaluarea încărcărilor .....
2.5.3.1. Deformații și eforturi finale – analiză statică .....
2.5.3.2. Considerații finale .....
3. TRANSPORTUL ŞI TEHNOLOGIILE DE LANSARE .....
3.1. Elemente geometrice .....
3.2. Detalii de execuție .....
3.2.1. Geometria în plan vertical .....
3.2.2. Îmbinarea elementelor .....
3.2.3. Transmiterea eforturilor verticale .....
3.2.4. Alte elemente prefabricate .....
3.3. Transportul elementelor prefabricate .....
3.4. Tehnologii de lansare .....
3.4.1. Lansarea chesonului .....
3.4.2. Finalizarea închiderii chesonului .....
4. OPTIMIZAREA EXECUȚIEI PREFABRICATE .....
4.1. Costul sistemelor clasice. Timp de execuție .....
4.2. Costul sistemelor prefabricate. Avantaje .....
4.3. Analiza comparativă a variantei prefabricate cu varianta monolită de cheson .....
5. EXEMPLE DE CONSTRUCȚII EXECUTATE .....
6. CONCLUZII .....
BIBLIOGRAFIE .....

BUPT

1. INTRODUCERE

1.1. Prefabricarea

Prefabricarea reprezintă un semnificativ mod de industrializare a lucrărilor de construcții.

Construcțiile hidrotehnice sunt lucrări inginereşti care fac parte integrantă din amenajările hidrotehnice complexe.

Prin utilizarea prefabricatelor în realizarea infrastructurii unor construcții hidrotehnice s-a făcut un pas important: lucrările se execută mai uşor, cu o precizie sporită şi o eficiență economică ce poate ajunge le creşteri de 60-70% față de variantele clasice.

1.1.1. Obiectul lucrărilor hidroameliorative

Construcțiile hidroameliorative se execută în scopul optimizării cantității de apă din sol şi a apărării contra inundațiilor

Prin relieful său foarte variat şi prin condițiile hidrografice, hidrologice, hidrogeologice şi pedoclimatice foarte diferite, precum şi prin poziția sa climatică specifică, teritoriul țării noastre ridică numeroase probleme de îmbunătățiri funciare numeroase, irigațiile şi desecările regăsindu-se pe suprafețe foarte întinse ale României, în special în zona câmpiilor şi a podişurilor.

Varietatea climatică a poziției noastre geografice face posibilă existența unor veri răcoroase urmate de ierni umede şi calde, când masele de aer vin dinspre Oceanul Atlantic, sau veri calde şi uscate (chiar secetoase, ca cea de anul acesta) şi ierni reci când masele de aer vin dinspre continent.

La sfârşitul anul 1990 în România suprafețele amenajate din punct de vedere hidroameliorativ erau irigați: 3.187.800 ha; desecări 3.097.462 ha; drenaje 157.494 ha.

BUPT

1.1.2. Infrastructuri în construcţii hidroameliorative

1.1.2.1. Obiect

Construcţiile hidrotehnice oferă cea mai mare diversitate a tipurilor de fundaţii datorită faptului că însăşi destinaţia acestora le obligă să fie în contact permanent cu apa, trebuind să asigure reţinerea apei în bieful amonte, ori deversarea ei în bieful aval, fie transportul şi distribuţia acesteia, sau împiedicarea circulaţiei apei pe sub conturul subteran (pentru a nu pune în pericol stabilitatea lucrării la alunecare şi răsturnare).

Infrastructura lucrărilor hidrotehnice are rolul de a susţine echipamentul principal al centralelor sau al lucrărilor speciale de construcţii, cuprinzând şi golurile şi canalele pentru captarea – evacuarea apei, de acţionare a turbinelor, conducte de aer; cabluri, instalaţii auxiliare.

Amplasamentele infrastructurilor construcţiilor hidrotehnice speciale sunt situate în general în zone cu pământuri ale căror caracteristici fizico-chimice se înrăutăţesc pe măsura coborârii cotei de fundare (luncile râurilor, primele terase).

Fundaţia reprezintă acea parte a lucrării care îndeplineşte în principal rolul de a transmite sarcinile proprii, utile şi accidentale ale construcţiei la acele straturi ale terenurilor de sub ea care le pot prelua în mod sigur.

Terenul de fundaţie pe care se aşează construcţia de obicei nu poate fi ales, ci trebuie admis ca atare, ca urmare a amplasamentului impus lucrării respective din alte considerente.

În complexul de acţiuni prin care se proiectează şi se realizează o fundaţie se urmăreşte rezolvarea problemelor specifice fiecărei situaţii, soluţiile vizând fie găsirea unor straturi din complexul de pământuri din amplasament care să poată prelua sarcinile rezultate, fie îmbunătăţirea caracteristicilor fizico-mecanice a pământurilor sau combinarea ambelor modalităţi.

Analizând problemele de fundare specifice lucrărilor de construcţii hidrotehnice şi îmbunătăţiri funciare în comparaţie cu cele ale construcţiilor civile şi industriale se pot constata următoarele:

BUPT

1. La lucrările construcții civile şi industriale cota de fundare rezultă în majoritatea cazurilor, din necesitatea de a atinge stratul de teren cu capacități portante ridicate situate de obicei la adâncimi mari. Fundația îndeplineşte în acest caz o singură funcție aceea de a transmite sarcinile la teren;
2. La lucrările de construcții hidrotehnice şi de îmbunătățiri funciare cea de-a treia dimensiune este adâncimea de fundare, care în majoritatea cazurilor, este impusă din considerente funcționale.

În acest caz fundația trebuie să asigure şi realizarea părții subterane a construcției propriu zise, să participe la îndeplinirea funcțiilor generale ale acestora concomitent cu cea specifică; transmiterea sarcinilor la teren.

Ape subterane se întâlnesc în majoritatea amplasamentelor fie ca pânze separate de structurii impermeabile, fie ca pânze continue, terenurile pot ceda, un rol important avându-l viteza şi direcția de curgere a apei subterane şi presiunea piezometrică.

Fundarea la adâncimi mai mari de 10 m sub adâncimea apei subterane conduce la soluții dificile: chesoane deschise sau cu aer comprimat.

În general pentru stațiile de pompare soluția optimă o reprezintă executarea unor cuve etanşe.

1.1.2.2. Procedee de fundare şi clasificări

Este bine dacă se cunoaşte terenul pe o adâncime de 2-3 H. Procedeele de fundare pot fi după:

A) - funcțiunile pe care le pot îndeplini:

- se realizează doar fundația propriu-zisă:
    - excavație deschisă;
    - incinte de sprijin;
    - piloți şi coloane;
    - îmbunătățirea caracteristicilor pământului.
- se realizează şi partea subterană a construcției:
    - chesoane deschise;

BUPT

- chesoane cu aer comprimat;
- pereți turnați în sol;
- piloți şi coloane tangente sau secante.

B) - corelarea cu procedeele de evacuare a apei subterane:

- procedee ce presupun evacuarea apei subterane:
  - excavații deschise;
  - incinte de sprijin;
  - chesoane deschise;
  - pereți turnați la sol.

C) - după tehnologiile folosite:

- procedee care presupun terasamente şi betoane:
  - excavație deschisă;
  - chesoane deschise;
  - chesoane cu aer comprimat.
- procedee care presupun foraje:
  - piloți forați şi coloane;
  - pereți turnați în sol.
- procedee care presupun baterea sau înfigerea:
  - palplanşe;
  - piloți.
- procedee de injecție sau alte tratamente (chimice, electrochimice, congelare):
  - îmbunătățirea caracteristicilor pământului.

1.1.3. Stații de pompare tip cheson

O stație de pompare reprezintă un ansamblu de construcții hidrotehnice, echipamente hidromecanice de bază şi auxiliare, electrice şi de automatizare, care au ca scop să vehiculeze volume de apă ce urmează a satisface diferite trebuințe, începând de la priză şi până la distribuție.

Sistemul de fundare pe chesoane deschise este folosit din timpurile cele mai vechi. Astfel, documentele arată că în India această metodă a fost folosită cu peste

BUPT

2000 de ani înaintea erei noastre, la executarea fundațiilor pe malurile apelor, în terenuri foarte slabe de fundare.

Chesoanele deschise sunt indicate acolo unde stratul de bază este la adâncimi mari iar deasupra acestuia pământurile au granulație fină, pentru a putea fi ușor îndepărtate în timpul coborâri chesonului.

Chesoanele deschise sunt elemente constructive de forma unor cutii cu pereți rigizi care pătrund în pământ prin greutate proprie, pe măsura săpării pământului din interior. Pereții fiind şi foarte rezistenți servesc drept elemente de sprijin ale săpăturii.

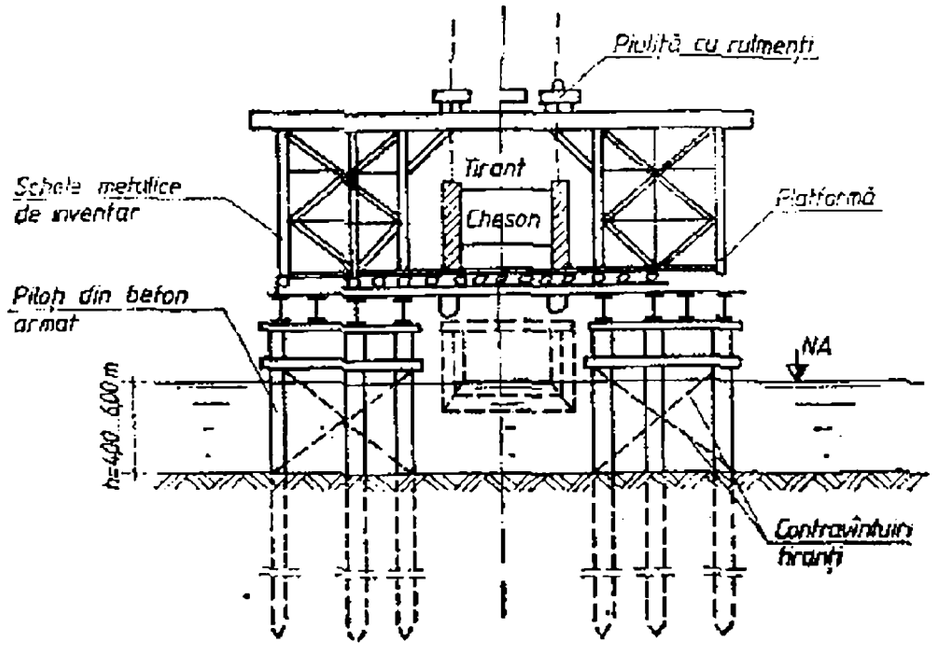


Fig. 1.

La procedeul cu tiranți, chesonul este ghidat pe piloți bătuți şi cu dispozitive de glisare.

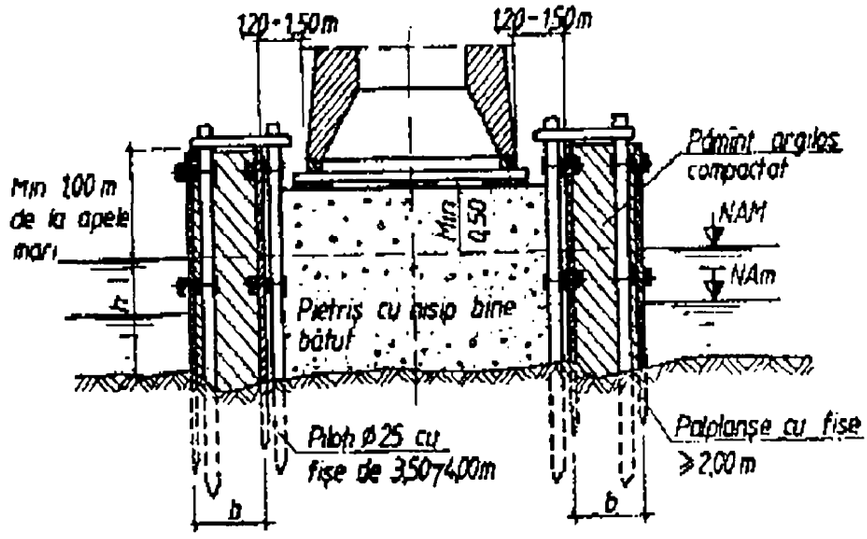


Fig. 2.

BUPT

Chesoanele pot fi lansate şi prin adoptarea soluției cu batardou cu palplanşe dacă fundul râului nu este foarte tare.

Chesoanele prefabricate se pot lansa fără epuismente deoarece stațiile de pompare sunt amplasate în luncile râurilor, iar terenurile acestora sunt necoezive şi nu suportă gradienți hidraulici mai mari ca 0,1.

Acest sistem dă rezultate bune acolo unde folosirea piloților devine inaplicabilă din cauza obstacolelor întâlnite în teren.

Inițial chesoanele au fost utilizate ca elemente de fundare pentru adâncimi mari la pile şi culei de poduri, cheiuri verticale, unde după atingerea cotei de fundare, interiorul era umplut cu beton sau alte materiale de betoane, Ulterior chesoanele au fost folosite în lucrările de îmbunătățiri funciare pentru realizarea stațiilor de pompare, spațiul interior al cutiei, fiind de această dată, utilizat la realizarea camerelor de aspirație şi montarea agregatelor de pompe.

Din punct de vedere al soluției constructive, chesoanele se realizează de tip deschis şi tip închis sau cu aer comprimat, în funcție de situațiile specifice.

Chesoanele pentru lucrările de îmbunătățiri funciare se realizează exact pe amplasamentul lor definitiv şi prima operațiune a fazei de construcție este chiar pregătirea platformei.

Chesoanele se pot executa din: 1, 2, 3 tronsoane. Ele sunt elemente cu pereți laterali rigizi care se introduc în teren prin greutate proprie şi cu ajutorul cărora se poate realiza o excavație de adâncime prin săparea în interior şi evacuarea pământului din contur.

1.2. Calculul structurilor

1.2.1. Considerații generale

Determinarea stării de deformație şi eforturi unitare într-o structură rigidă în interconexiune cu terenul de fundare, se obține prin integrarea unui sistem de ecuații cu derivate parțiale, cu respectarea condițiilor de margine impuse la extremitățile domeniului şi în zonele de interacțiune.

BUPT

Ecuațiile generale cu derivate parțiale care modelează starea de eforturi unitare se obțin în aplicarea condițiilor de echilibru static pentru un element infinitezimal, decupat din structură, cunoscutele ecuații de echilibru în spațiul 3D – ecuațiile Navier:

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial \sigma_x}{\partial x}+\frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y}+\frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial z}+f_x=0\\
&\frac{\partial \sigma_y}{\partial y}+\frac{\partial \sigma_{yz}}{\partial z}+\frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial x}+f_y=0\\
&\frac{\partial \sigma_z}{\partial z}+\frac{\partial \sigma_{zx}}{\partial x}+\frac{\partial \sigma_{zy}}{\partial y}+f_z=0
\end{aligned} \tag{1.1.}$$

La aceste ecuații se atașează următoarele relații de legătură:

- *relațiile generale de legătură dintre vectorul formațiilor specifice și vectorul deplasărilor:*

$$\{\varepsilon\}=\begin{Bmatrix}\varepsilon_x\\ \varepsilon_x\\ \varepsilon_x\\ \gamma_{xy}\\ \gamma_{yz}\\ \gamma_{zy}\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}\frac{\partial}{\partial x} & 0 & 0\\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0\\ 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial z}\\ \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} & 0\\ 0 & \frac{\partial}{\partial z} & \frac{\partial}{\partial y}\\ \frac{\partial}{\partial z} & 0 & \frac{\partial}{\partial x}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}u\\ v\\ w\end{Bmatrix}=[\partial]\{d\} \tag{1.2.}$$

în care: $\{\varepsilon\}$ - reprezintă vectorul deformațiilor specifice;

$\{d\}$ - reprezintă vectorul componentelor deplasărilor;

$[\partial]$ - matrice operator.

- *relațiile de legătură dintre eforturi și deformațiile specifice din domeniul liniar al comportării materialului*, exprimate prin legea generalizată Hooke: $\{\sigma\} = [E]\ \{\varepsilon\}$ (1.3.)

în care: $\{\sigma\}$ este vectorul componentelor eforturilor unitare $\Rightarrow \sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$;

BUPT

[E] este o matrice simetrică a constantelor elastice, care pentru starea de deformație spațială în cazul materialelor izotrope, aure următoarea formă:

$$[E]=\frac{E(1-\mu)}{(1+\mu)(1-2\mu)}\begin{bmatrix} 1 & \frac{\mu}{1-\mu} & \frac{\mu}{1-\mu} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\mu}{1-\mu} & 1 & \frac{\mu}{1-\mu} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\mu}{1-\mu} & \frac{\mu}{1-\mu} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\mu}{2(1-\mu)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\mu}{2(1-\mu)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\mu}{2(1-\mu)} \end{bmatrix} \qquad (1.4.)$$

unde: E, μ - reprezintă modulul de elasticitate, respectiv coeficientul Poisson al materialului.

1.2.2. Ecuațiile generale ale metodei elementelor finite

În metoda variațională utilizată pentru determinarea ecuațiilor în elemente finite, se asociază o funcțională U_p şi care reprezintă energia potențială totală a structurii. În formulare matricială, energia potențială totală pentru o structură care are volumul V şi suprafața de separație S are următoarea formă generală:

$$U_p = \int_v \frac{1}{2}\{\varepsilon\}^T\{\sigma\}dV + \int_v \{\varepsilon\}^T\{\sigma\}_0 dV - \int_v \{d\}^T\{f\}dV - \int_s \{d\}^T\{p\}dS \qquad (1.5.)$$

în care sunt precizate: - energia de deformare produsă de eforturile unitare σ;

- energia de deformare produsă de eforturile inițiale σ_0;
- energia potențială produsă de lucrul mecanic al forțelor masice f, uniform distribuite pe unitatea de volum;
- energia potențială produsă de lucrul mecanic al presiunilor exterioare p, care acționează pe suprafața laterală de separație a structurii.

Tehnica metodei elementelor finite în rezolvarea stării de deformație şi tensiuni unitare constă în divizarea domeniului V în m elemente de volum V_e

BUPT

arbitrare. Funcția asociată U_p care aproximează energia potențială totală a structurii se poate particulariza pentru un element curent "e". Se exprimă astfel deplasările generale d(x,y,z) din cadrul elementului curent "e" dispus în spațiul 3D, în funcție de valorile nodale ale deplasărilor δ prin intermediul unor funcții de aproximare.

În formulare matricială, relația de aproximare a deplasărilor d(x,y,z) în domeniul unui element finit V_e în funcție de deplasările nodale δ_e are următoarea formă generală:

$$\{d(x,y,z)\} = \{u \;\; v \;\; w\}^T = [N(v,y,z)]\,\{\delta\}_e \qquad (1.6.)$$

în care: [N] – reprezintă matricea funcțiilor de aproximare în interiorul unui element;

{δ} - vectorul deplasărilor nodale asociate elementului de discretizare.

Dacă relația generală a deplasărilor (1.2.) se derivează în raport cu coordonatele sistemului global de referință, în formulare matricială, relațiile dintre deformațiile specifice Ş ε ş şi deplasările nodale Ş δ ş, arată astfel:

$$\{\varepsilon\} = [B]\,\{\delta\} \qquad (1.7.)$$

în care coeficienții matricei [B] se obțin prin derivarea în raport cu coordonatele sistemului de referință a funcțiilor de interpolare [N].

În mod asemănător, în formulare matricială, legea generalizată Hooke (1.3.) se exprimă în funcție de deplasările nodale astfel:

$$\{\sigma\} = [E][B]\,\{\delta\} \qquad (1.8.)$$

Utilizând notațiile (1.6.), (1.7.) şi (1.8.) în relația funcționalei (1.5.), precizată pentru un element curent "e" se obține relația generală a funcționalei asociate U_p pentru un element curent "e", de următoarea formă generală:

$$U_p\big|_e = \frac{1}{2}\{\delta\}_e^T\left(\int_v [B][E][B]dV\right)\{\delta\}_e + \{\delta\}_e^T\int_v [B]^T\{\sigma_0\}dV - \{\delta\}_e^T\int_v [N]^T\{f\}dV - \{\delta\}_e^T\int_s [N]^T\{p\}dS \qquad (1.9.)$$

BUPT

În expresia funcționalei asociate U_p (1.9.), integrala din paranteză reprezintă matricea de rigiditate pentru elementul curent "e":

$$[k_e] = \int_{V_e} [B]^T[E][B]dV, \qquad (1.10.)$$

iar vectorul forțelor care acționează în nodurile elementului (în cazul general – forțe nodale provenite din eforturile inițiale, forțe masice şi forțe uniform distribuite pe suprafața de separație a elementului) este:

$$\{r_e\} = -\{\delta\}_e^T \int_V [B]^T \{\sigma_0\} dV + \{\delta\}_e^T \int_V [N]^T \{f\} dV + \{\delta\}_e^T \int_S [N]^T \{p\} dS \qquad (1.11.)$$

Utilizând aceste notații (1.10.) şi (1.11.), relația generală a funcționalei asociate, pentru un element curent "e", are următoarea formă generală:

$$U_p\big|_e = \frac{1}{2}\{\delta\}_e^T [k_e]\{\delta\}_e - \{\delta\}_e^T \{r_e\} - \{\delta\}_e^T \{F_e\} \qquad (1.12.)$$

în care, prin termenul al treilea s-a explicitat contribuția energiei potențiale provocată de acțiunea forțelor concentrate în nodurile elementului. Aceste relații generale sunt valabile pentru toate elementele finite (m) ale întregii structuri.

Deci, energia totală a întregii structuri se obține prin însumarea contribuțiilor elementelor componente ale structurii discretizate.

Operațiile de adunare ale vectorilor şi matricilor de rigiditate se realizează prin repoziționare şi extinderea lor la dimensiunea întregii structuri, iar relația generală devine:

$$U_p = \frac{1}{2}\{\delta\}^T \left(\sum_1^n [k_e]\right)\{\delta\} - \{\delta\}^T \left(\sum_1^n [r_e]\right) - \{\delta\}^T \left(\sum_1^n [F_e]\right) \qquad (1.13.)$$

şi dacă se utilizează notațiile:

$$[K] = \sum_1^n [k_e] \qquad \{R\} = \sum_1^n [r_e] + \sum_1^n [F_e] \qquad (1.14.)$$

BUPT

se obține într-o formă compactă expresia generală a funcției asociate U_p pentru întreaga structură:

$$U_p = \frac{1}{2}\{\delta\}^T [K]\{\delta\} - \{\delta\}^T \{R\} \qquad (1.15.)$$

Se diferențiază funcționala (1.15.) în raport cu deplasările generalizate necunoscute δ şi apoi se egalează cu zero (care reprezintă condiția de minimalizare a energiei potențiale totale). Se obține sistemul de ecuații algebrice liniare:

$$[K]\{\delta\} + \{R\} = 0 \qquad (1.16.)$$

unde: [K] – reprezintă matricea asamblată a domeniului de analiză;

{R} - reprezintă vectorul asamblat al relațiilor de condiție aferente domeniului;

{δ} - reprezintă vectorul asamblat al sarcinilor în nodurile domeniului.

Rezolvând sistemul de ecuații (1.16.), rezultă deplasările necunoscute δ ale discretizării, care înlocuite în relațiile de legătură dintre eforturi şi deformațiile specifice din domeniul liniar al comportării materialului (1.8.) se obțin eforturile specifice în nodurile structurii discretizate.

1.2.3. Elemente de construcție ale fundațiilor

Pentru calcul este necesar să se cunoască sarcinile exterioare ce acționează asupra construcției, caracteristicile terenului de fundare, repartizarea eforturilor pe terenul de fundare, situația hidrogeologică şi geologică a terenului din amplasamentul construcției.

Fundațiile se grupează în două mari categorii:

Fundații de adâncime care cuprind: fundații pe chesoane deschise şi fundații pe chesoane închise (cu aer comprimat), fundații pe piloți, fundații pe coloană;

Fundații de suprafață care cuprind: fundații pe teren uscat (tălpi continue, tălpi izolate, grinzi continue, rețele de grinzi, radiere) şi fundații situate sub

BUPT

nivelul apei (saltele de anrocamente, saltele de nuiele, căsoaie).

Chesoanele din beton armat sunt fundații sub formă de cutii deschise la două capete care se introduc în teren prin săparea pământului din interior. Avansarea chesonului are loc sub acțiunea greutății proprii, singure, sau a supralestării. Secțiunea transversală a chesonului poate fi dreptunghiulară sau circulară, cu sau fără diafragme interioare.

Calculul chesoanelor comportă mai multe etape conform solicitărilor luate în considerare:

a) solicitări de exploatare;
b) solicitări de coborâre;
c) solicitări de montaj;
d) solicitări de lucru (coborâre la adâncime maximă, înțepenire).

1.2.3.1. Chesoane dreptunghiulare

a) Dimensiunile exterioare ale chesonului L şi B (fig.3.) se determină din condiția de capacitate portantă a terenului (conf. STAS 3300/2-85) corespunzătoare stărilor limită sau presiunilor convenționale în funcție de natura terenului şi importanța construcției.

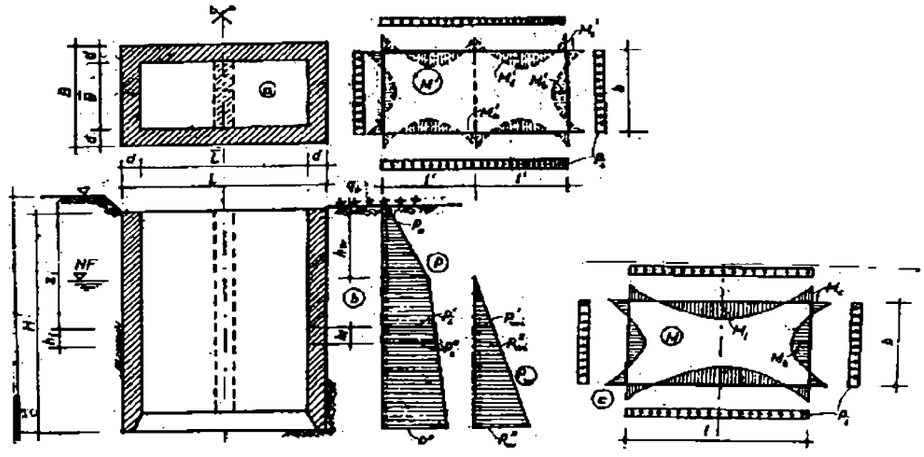


Fig.3.

I. Verificări la stările limită:

– starea limită de deformații (SLDU sau SLDEN) – STAS 3300/2/85:

$$P \leq p_{pe} \qquad p_M \leq 1{,}2\, p_{pe} \qquad p_{MM} \leq 1{,}4\, p_{pe}$$

BUPT

unde:

$$p = \frac{V}{B \cdot L} \qquad p_M = p\left(1 + \frac{G_{eL}}{L}\right) \qquad p_{MM} = \left(1 + \frac{G_{eL}}{L} + \frac{G_{eB}}{B}\right)$$

$$e_L = \frac{M_{fL}}{V} \qquad e_B = \frac{M_{fB}}{V}$$

$$M_{fL} = M_L + T_L \cdot H$$

$$M_{fB} = M_B + T_B \cdot H$$

$$H = N + G$$

$$G = B \cdot L \cdot H \cdot \wp_m$$

N, V, M_L, M_B, T_L, T_B, M_{fL}, M_{fB}, T_{fL}, T_{fB} corespund figurii 4, în gruparea fundamentală.

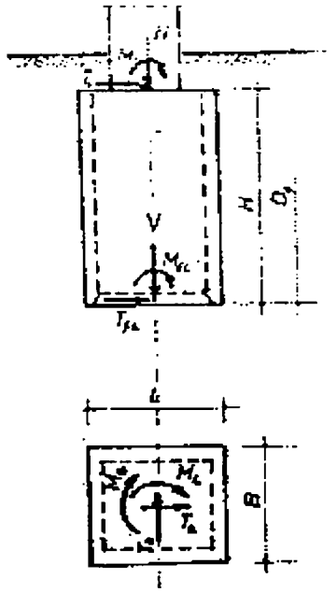


Fig. 4.

$\wp_m$ = 20 – 22 KN/m^3 = greutate volumetrică medie a pereților şi umpluturii chesonului.

$P_{pe} = m_e(\wp \cdot B \cdot N_1 \cdot qN_2 + CN_3)$ conform STAS 3300/2/85.

– <u>starea limită de capacitate portantă</u> (SLCP):

$$P'_{ef} \le 0{,}9p_a \qquad \text{unde:} \quad P'_{ef} - \frac{V'}{B' \cdot L}$$

$$B' = B - 2 \cdot e'_B \qquad L' = L \cdot 2e'_L$$

$$e'_B = \frac{M_{fB}}{V}; \quad e'_L = \frac{M'_{fB}}{V}$$

$$M'_{fB} = M'_B + T'_B \cdot H \qquad M'_{fL} = M'_L + T'_L \cdot H' = N' + G$$

N', M'_L, M'_B, P'_L, P'_L, M'_{fL}, M'_{fB}, T'_{fL}, T'_{fB} - reprezintă valorile din gruparea specială analoagă celor fără "prim" din gruparea fundamentală (fig.4).

$$P_C = \wp \cdot B' \cdot N_\wp \cdot \lambda_\wp + q \cdot N_q \cdot \lambda_q + c \cdot N_c \cdot \lambda_c \quad \frac{e'_L}{L} + \frac{e'_B}{B} \le \frac{1}{9}$$

II. <u>Verificări conform presiunilor convenționale</u>:

- <u>gruparea fundamentală</u>:

$P \le P_C \qquad P_M \le 1{,}2\ pc \qquad P_{MM} \le 1{,}4\ pc$

$P_C = p'_C[1 + k_1(B-1) + 0{,}25 - k_D(D_f - 2)] \qquad p'_C = p_{conv.}$

BUPT

$k_D = 1$ pt $D_f \leq 2$ m

$$B \leq 5 \text{ m} \quad \frac{e_L}{L} + \frac{e_B}{B} - \frac{2e_L \cdot e_B}{L \cdot B} \leq 0{,}1$$

$k_D = 4\ k_2$ pt $D_f \geq 2$ m

- <u>gruparea specială</u>:

$P' \leq 1{,}2$ pc $\quad P'_M \leq 1{,}4$ pc $\quad P'_{MM} \leq 1{,}6$ pc

$$P' = \frac{v'}{B \cdot L} \qquad P'M = P'\left(1 + \frac{Ge'L}{L}\right) \qquad P'MM = P'\left(1 + \frac{Ge'L}{L} + \frac{Ge'B}{B}\right)$$

$$\frac{e'L}{L} + \frac{e'B}{B} - 2\frac{e'L \cdot e_B}{L \cdot B} \leq 0{,}1$$

b) Grosimea pereților chesonului se determină cu:

$$d = \frac{L}{1-15} + (0{,}05 - 0{,}1)\text{m}$$

Se verifică condiția de coborâre:

$\bar{G} \geq 1{,}15$ F

$\bar{G} = G' + G'' - G_W$

$G' = U' \cdot d \cdot \gamma_b \cdot H$ (greutatea chesonului gol)

unde: U' – suma lungimilor laturilor secțiunii transversale de-a lungul tuturor pereților chesonului;

γ_b – greutatea volumetrică a betonului din pereții chesonului;

G'' – greutatea supralestului $G_W = U' \cdot d \cdot \gamma_W \cdot H_W$;

γ_W – greutatea specifică a apei = 10 KN/m^3;

$F = U \cdot f(H-2{,}5)$ pentru pereții exteriori netezi;

$F = U \cdot F \cdot h_0$ pentru pereții exteriori de evazare cu înălțimea h_0;

unde: f = forța de frecare unitară = 10-30 Kpa;

U = perimetrul exterior al secțiunii chesonului.

BUPT

c) În perioada staționării chesonului pe cale, înainte de coborâre, pereții acestuia sunt solicitați la:

$$M_1 = \frac{q_1 \cdot b^2}{8}$$

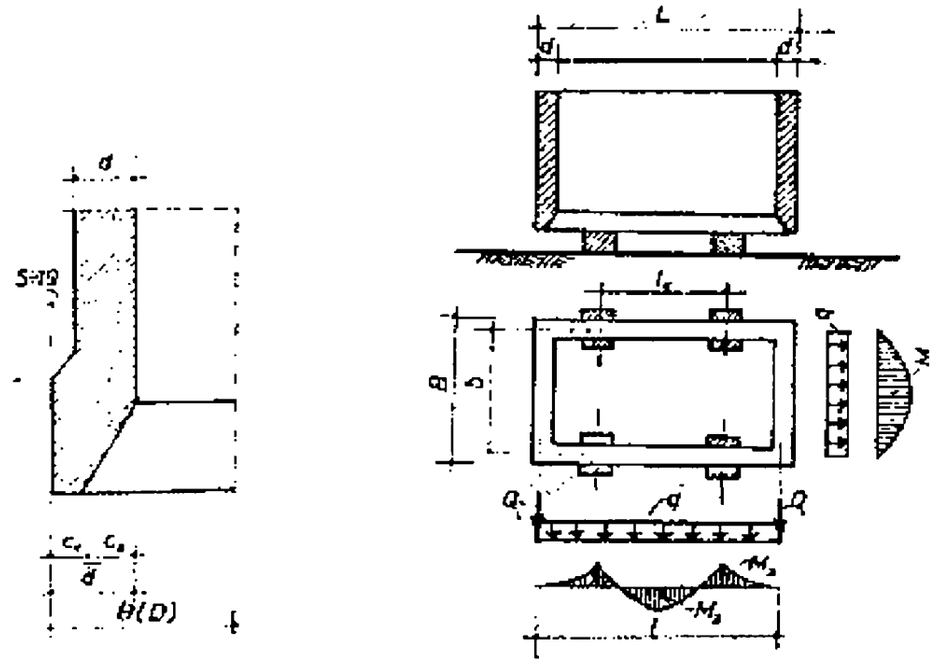


Fig.5

$$M_2 = \frac{q_1}{4}\left(\lambda \cdot \lambda_c - \frac{\lambda^2}{2}\right) - \frac{Q}{2}(\lambda - \lambda_c)$$

$$M_3 = Q\frac{\lambda - \lambda_c}{2} + q_1 \frac{(\lambda - \lambda_c)^2}{8}$$

$Q = 0{,}5 \cdot q_1 \cdot B$ $\qquad$ $q_1 = d \cdot h_1 \cdot \wp_b$

H_1 = înălțimea primului tronson al chesonului. Secțiunile de beton armat se verifică la aceste solicitări.

d) În ipoteza excavării interioare pentru coborâre cu epuismente directe interioare solicitările exterioare datorate împingerii pământului sunt cele corespunzătoare diagramei din fig.5. Momentele încovoietoare corespunzătoare pentru o înălțime de perete h_1 se vor calcula cu:

$$M_c = -\frac{p\lambda^2}{12} - 1 + \frac{B^2\varepsilon}{1+\varepsilon}; \quad M_b = M_c + 0{,}125 \cdot p \cdot b^2; \quad M_\lambda = M_c + 0{,}125 \cdot p \cdot \lambda^2$$

627.692/181

Universitatea tehnică
TIMISOARA
Biblioteca centrală

BUPT

$$M_c' = \frac{-p\lambda^2}{12} - \frac{1+2B^2}{1+2\varepsilon}; \quad M_b' = M_c' + 0{,}125 \cdot p \cdot b^2$$

$$M_a' = \frac{-p\lambda^2}{12} - \frac{1+(3+B^2)}{1+2\varepsilon}; \quad M_\lambda' = 0{,}125 \cdot p \cdot \lambda^2 + 0{,}5(M_c' + M_a')$$

Conform acestor solicitări, secțiunea peretelui se armează (armătură orizontală) corespunzător prescripțiilor de proiectare obişnuite pentru construcții din beton armat.

Dimensionarea cuțitului chesonului. Notând cu A suprafața conturului cuțitului, cu P perimetrul chesonului la nivelul cuțitului şi cu h mărimea presiunii apei la nivelul cuțitului, se calculează valorile:

- presiunea verticală a aerului comprimat pe plafonul chesonului: S = A · h/P;
- reacția totală a terenului: R = G – S – T;
- reacția parțială: $R_1 = \frac{R \cdot a}{a + 0{,}5b}$;
- reacția parțială: $R_2 = R - R_1$.

unde:

G = greutatea cuțitului pe 1 ml;

T = forța de frecare pe pereții exteriori.

Reacția orizontală a pământului se calculează cu formula:

$$H = R_2 \, tg(\alpha - \beta)$$

unde:

α = unghiul format de linia înclinată a cuțitului cu orizontala;

β = unghiul de frecare dintre pământ şi peretele cuțitului.

Presiunea orizontală a apei la înălțimea consolei este:

$$W = (h_0 h_c - 0{,}5 h_c^2)\text{-}1$$

în care: h_c = înălțimea consolei cuțitului.

Componenta orizontală a împingerii pământului se calculează cu formula:

BUPT

$$E = W(\wp_t - 1) \cdot tg^2(45^0 - \varnothing)$$

În calculul acesta mai intervin greutatea proprie a chesonului, greutatea zidăriei suplimentare şi forţa de frecare pe pereţii chesonului.

Scheme de dimensionare a cuţitului chesonului:

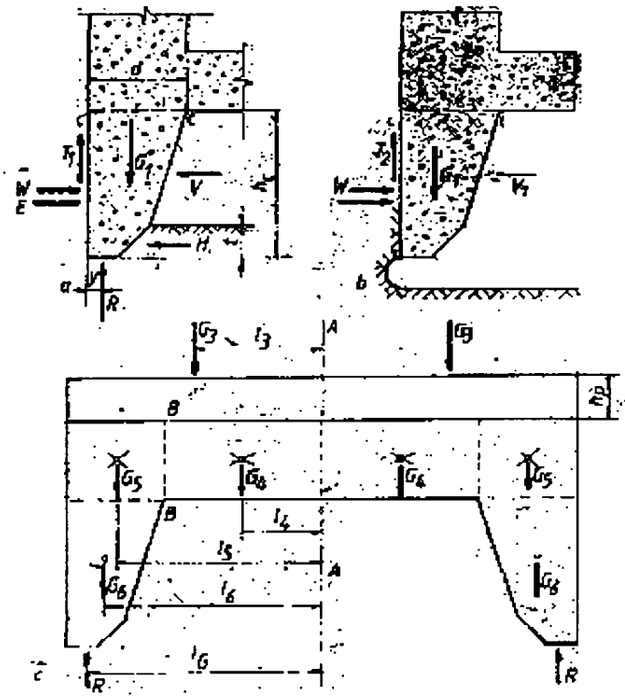


Fig.6.

a) În cazul când cuţitul este înfipt la 0,5 m în pământ (fig. 6 a):

Notând G_1 greutatea proprie a consolei, cu Q_1 componenta verticală a presiunii aerului comprimat $Q_1 = h \cdot d$, cu h adâncimea de scufundare a chesonului, cu f coeficientul de frecare, eforturile de calcul pentru dimensionarea cuţitului sunt:

$$\left.\begin{array}{l} M_{CC} = M_V + M_H + M_R + M_{T1} - M_{G1} - M_2 - M_W \\ N_{CC} = R + T_1 + Q_1 - G_1 \;\; ; \;\; Q_{CC} = V + H - E - W \end{array}\right\}$$

$M_{G1} = G_1 \cdot \lambda$; $M_E = R \cdot M_W$; $T_1 = f(E + W)$; $M_{T1} = 0,5 \cdot f \cdot E_d$

$M_R = R(0,5d - r)$; $M_W = 0,5 \cdot h_c^2 \cdot R - 0,1666\, h_c$

b) În cazul când cuţitul este suspendat (fig.6 b), fără a rezema pe terenul de fundare avem:

$$\left.\begin{array}{l} M_{CC} = M_{V1} + M_{T2} - M_{G1} - M_E - M_W \\ N_{CC} = T_2 + Q_2 - G_1 \;\; ; \;\; Q_{CC} = V_1 - E - W \end{array}\right\}$$

BUPT

$Q_2 = 0{,}5Q_1$; $T_2 = T_{hc/h}$; $T = G - S_2$

$S_2 = 0{,}5S$; $M_{V1} = 0{,}5M_V$; $M_{T2} = T_{hc} \cdot d_{/2h}$

c) Dacă cuțitul este rezemat pe teren şi tavanul este încărcat cu un strat de beton de 1,5 m grosime:

$$\left.\begin{array}{l} M_{AA} = R \cdot \lambda_G - G_3\lambda_3 - G_4\lambda_4 - G_5\lambda_5 - G_6\lambda_6 \\ Q_{AA} = 0 \;\; ; \;\; Q_{BB} = R - G_5 - G_6 - G_7 \\ R = 0{,}5G_3' + G_4 + G_5 + G_6 \;\; ; \;\; G_3' = b \cdot h_p \cdot \wp_b \end{array}\right\}$$

unde:

G = greutatea suplimentară ce acționează asupra consolelor, iar G_3.....G_6 reprezintă distanțele forțelor față de secțiune A-A.

1.2.3.2. Chesoane circulare:

a) Diametrul exterior al chesonului se determină din condițiile de capacitate portantă a terenului.

I. Utilizând metoda stărilor limită de deformații, vom avea:

$$P \le P_{p\lambda} \quad ; \quad P_M \le 1{,}2\, P_{p\lambda}$$

$$P_M = k_c \cdot p \quad ; \quad P = \frac{V}{\pi r^2} \quad ; \quad P_M = P\left(1 + \frac{4\lambda}{r}\right) \text{ pt } e = 0{,}25r \;\; ; \;\; e = \frac{M_f}{V}$$

$$M_f = M + T \cdot H \;\; ; \;\; V = N + G \;\; ; \;\; G = \pi r^2 \cdot H \cdot \wp_m$$

unde: $\wp$ = greutatea volumetrică a pereților şi umpluturii din cheson, iar M, M_f, T, T_f, NV corespund vectorilor M_L, M_{fL}, T_L, T_{fL}, N, V din gruparea fundamentală.

BUPT

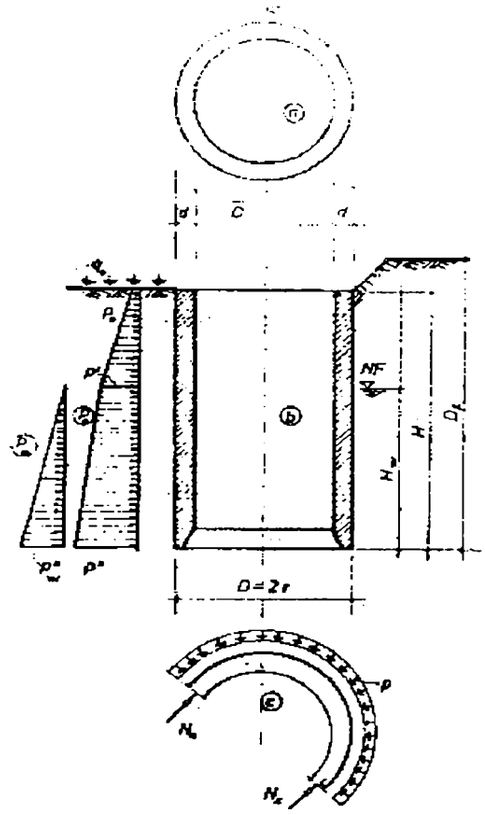


Fig. 7.

Starea limită de capacitate portantă:

$P'_{ef} \leq 0{,}9\, P_c$; $P'ef = \dfrac{V'}{\pi r'^2}$; $r = r - e$; $D' = 2r'$; $e' = \dfrac{M_f'}{V'}$;

$M_f' = M' + T' \cdot H$; $V' = N' + G$

N', V', M', T', M_f corespund valorilor N, V, M_L, T_L, M_{fL} din gruparea specială.

II. Utilizând metoda presiunilor convenționale vom avea:

a. pentru gruparea de încărcări fundamentale:

$$P \leq P_c \; ; \quad P_M \leq 1{,}2\, P_c \; ; \quad e \leq 0{,}41r$$

b. grosimea pereților se determină cu relația:

$$d = \frac{D}{10-12} + (0{,}5 - 0{,}12)m$$

c. verificarea la montaj pentru chesoane circulare dată fiind forma lor, nu este necesară.

BUPT

d. în ipoteza excavării interioare pentru coborâre presiunile de încărcare se calculează ca la chesoanele dreptunghiulare. Armătura verticală se va calcula la efortul $R = \frac{G-F}{U}$, iar armătura orizontală se va plasa constructiv.

1.3. Tehnologii clasice de execuție

1.3.1. Avantajele folosirii chesoanelor în lucrările de hidroameliorații

Realizarea elementului de fundație la suprafața solului şi apoi coborârea lui este un procedeu folosit la adâncimi mari de fundare, situat sub nivelul apelor subterane şi la terenuri necoezive.

În acest scop se folosesc chesoanele care sunt coborâte prin excavarea pământului din interiorul lor şi prin asigurarea unei greutăți a construcției care să asigure avansarea construcției din greutatea proprie.

La lucrările de îmbunătățiri funciare, chesoanele sunt folosite pentru realizarea camerelor de aspirație şi montarea agregatelor.

Chesoanele, ca procedeu de fundare, prezintă următoarele avantaje:

- elimină necesitatea izolării amplasamentelor preluând şi funcția batardourilor;
- asigură sprijinirea malurilor şi permit realizarea unei excavații cu taluzuri verticale;
- simplifică procedeele de evacuare a apei, limitându-le la simple pompări directe, iar la atingerea terenurilor impermeabile pompările se elimină în totalitate;
- lungesc liniile de curent ale infiltrațiilor, eliminând alte soluționări folosite în acest scop: palplanşe, pereți etanşi;
- permit turnarea unor betoane de calitate superioară cu rezistențe şi permeabilități ridicate, în condiții corespunzătoare de lucru la suprafața terenului.

Fundarea cu ajutorul chesonului cuprinde 3 etape principale de lucru:

BUPT

- construcția la suprafața solului a chesonului care se poate realiza de la început la înălțimea definitivă sau pe tronsoane;
- aducerea la cota de fundare numită lansarea chesonului;
- finalizarea operațiunii de fundare realizate prin cheson, care constă din betonarea fundului.

1.3.2. Excavarea pământului

Presupune:

- delimitarea corectă a perimetrului excavației: definirea fazelor de lucru, a fluxurilor tehnologice;
- asigurarea excavației împotriva inundării de apele de suprafață sau cele de scurgere, precum şi drenarea excavației;
- asigurarea utilităților; cunoaşterea amănunțită a situației subsolului (inclusiv rețele subterane, cabluri, conducte, blocuri de fundație, subsoluri).

1.3.2.1. Excavarea

Excavarea are următoarele dezavantaje dacă este făcută sub apă:

- utilajul de excavare, greiferul, nu poate lucra aproape de pereți deci sub cuțitul chesonului nu se efectuează săpătură ci doar o tăietură a pământului. În aceste condiții pot apare avansări neuniforme ale chesonului şi deci înclinarea sa. Pentru redresarea chesonului se poate acționa de sus cu ajutorul unor cângi speciale şi săpături locale;
- natura terenurilor străbătute nu poate fi examinată la zi, în stare netulburată; chesonul nu poate fi oprit într-un strat bun găsit la o cotă diferită de cea stabilită prin proiect ci trebuie coborât până la cota proiectată;
- cupa greiferului parcurge încărcată 5-10 m, astfel încât o parte din materialul din ea este spălat şi randamentul lucrărilor este redus.

BUPT

Săparea în terenuri omogene şi scoaterea pământului cu excavatorul trebuiesc executate uniform pe toată suprafaţa chesonului şi, de aceea, în lungul pereţilor se montează ghidaje.

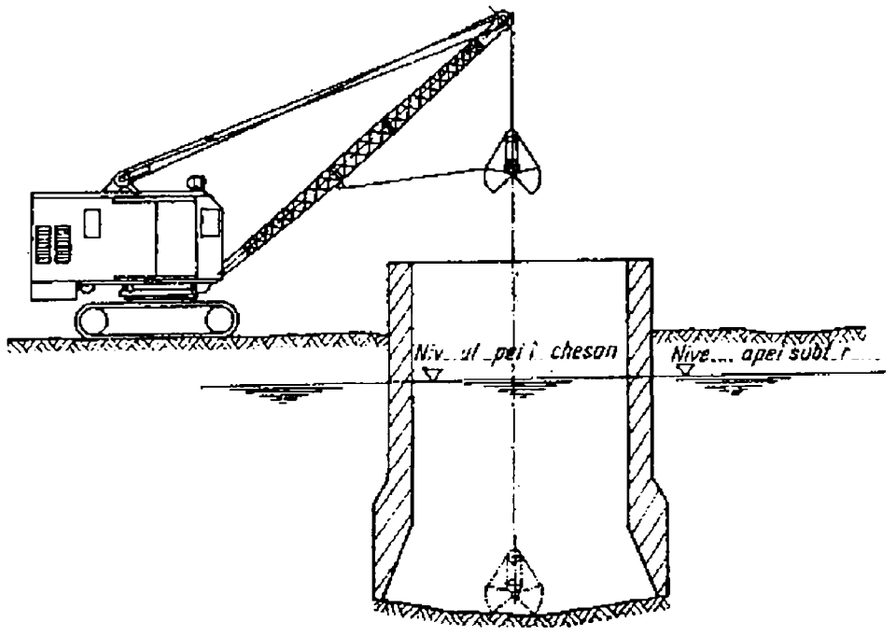


Fig. 8.

Pentru coborârea nivelului pânzei de apă se folosesc una sau mai multe pompe de regulă centrifuge. De asemenea sunt foarte indicate pompele înecate, refulante.

Prin epuismente, apa poate fi epuizată fără pericol de antrenare hidrodinamică în pământurile formate din nisip + pietriş + bolovăniş compacte până la adâncimea de 5,5 m sub nivelul pânzei freatice. De la acest nivel debitul de infiltraţie este important şi trebuie folosite pompe puternice cu diametrul între 125-200 mm sau submersibile. Dacă lucrarea se găseşte în localitate sau în apropierea unei localităţi, pomparea excesivă poate seca temporar fântânile.

Pământurile formate din balast cu mult nisip mic şi mediu nu permit pomparea decât până la 3,5 m de unde apare antrenarea hidrodinamică. La nisipurile mici şi fine + materiale prăfoase, antrenarea hidrodinamică începe de la 2 m sub nivelul pânzei freatice.

Indiferent de procedeul de lucru, coborârea are loc în măsura în care are loc condiţia: $G - W > F + R$,

BUPT

unde: G este greutatea chesonului în momentul lansării, W este subpresiunea apei, F este frecarea laterală dintre peretele chesonului şi teren, iar R este rezistenţa terenului sub cuţitul chesonului.

Excavaţia deschisă – executarea unei săpături până la cota de fundare (în general loessuri, argile, terenuri stâncoase). Se realizează:

- cu taluze – fundaţii mari;
- cu pereţi verticali cu sprijinire.

La excavaţii mai adânci de 5-6 m este indicată introducerea unor banchete orizontale de 1-2 m.

La terenurile coezive sprijinirile pot fi distanţate între ele (pământuri argiloase prăfoase), iar la cele necoezive (nisipuri) sau cele cu conţinut ridicat de apă se execută o sprijinire continuă, altfel pământul curge prin interspaţiile dintre elementele de sprijinire.

1.3.2.2. Depresionarea directă

- prezenţa apei într-o excavaţie produce mari dificultăţi în continuarea lucrărilor. Evacuarea ei dă naştere la o denivelare dintre cota apei din teren şi cea din excavaţie, apa pătrunde pe întreg conturul şi mişcarea subterană poate crea instabilitate hidrodinamică a taluzurilor şi a bazei.
- Trebuie asigurată stabilitatea hidrodinamică a terenului, respectiv viteza de circulaţie a apei în pământ să nu antreneze particulele solide ale terenului.

BUPT

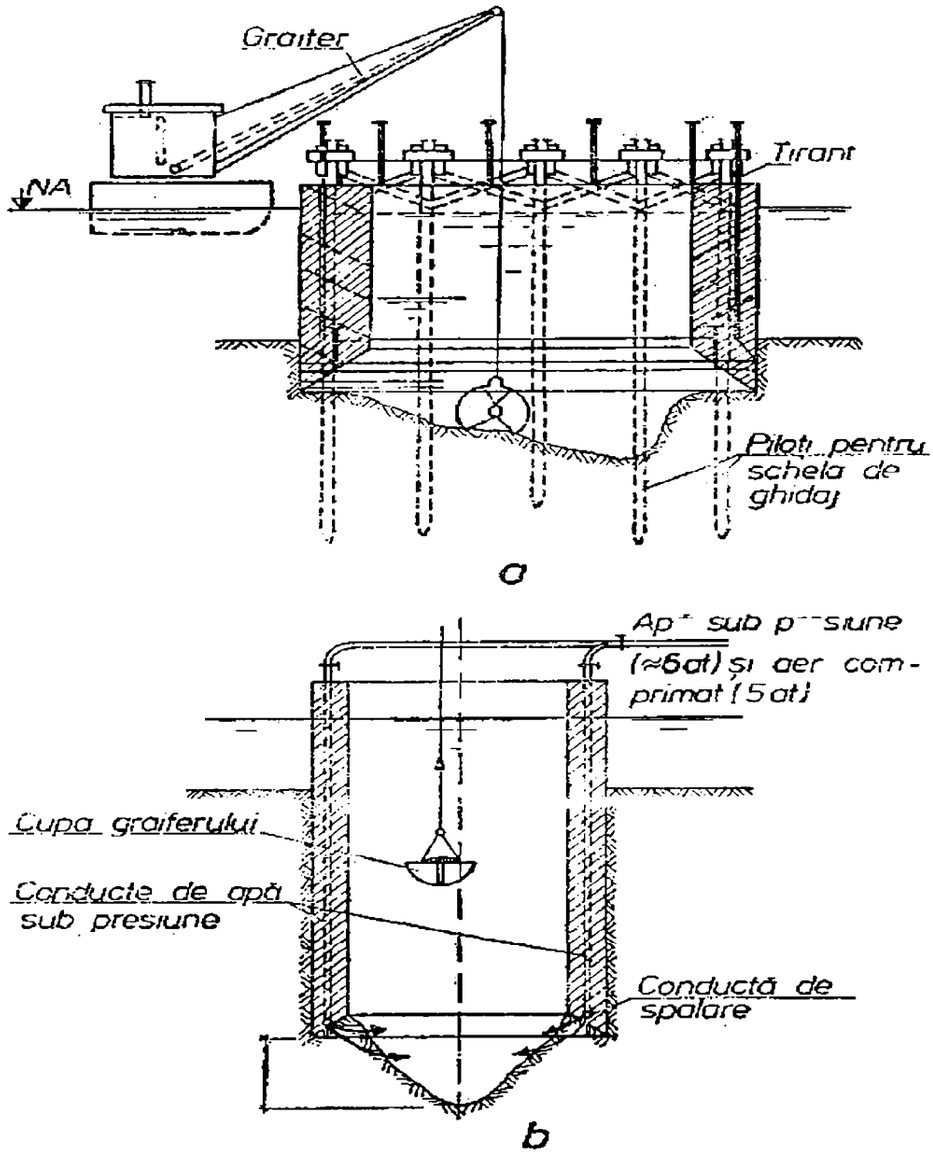


Fig. 9. **Săpături în cheson înecat:** **a** - excavarea în cheson sub nivelul apei; **b** - săpătură cu graiferul în cheson înecat, combinat cu subsăpare în dreptul buzei inferioare

Drenarea excavațiilor trebuie să îndeplinească condițiile:

- să permită excavarea întregului debit;
- să nu deranjeze terenul de fundare şi să nu se rupă săpătura;
- să asigure stabilitatea taluzurilor;
- să îmbunătățească condițiile mecanice ale pământurilor.

Depresionarea directă constă în drenarea liberă a apei subterane, în excavație pe taluze, captarea în şanțuri de captare, colectarea în puțuri sau başe, şi pomparea în afara incintei de lucru.

BUPT

1.3.2.3. Coborârea generală a apei subterane

Procedeul constă în evacuarea apei direct din teren şi nu din excavaţie, ceea ce are ca efect coborârea generală a pânzei de apă subterană. Evacuarea se realizează cu ajutorul unor puţuri amplasate în afara incintei prin pompare.

- puţuri filtrante – asigură drenarea gravitaţională a apei din teren;
    - poate fi aplicat în mai multe trepte: 3-4 cu 3-4 m de fiecare treaptă;
- puţuri de adâncime – se realizează ca cele filtrante dar sunt echipate fiecare cu câte o pompă submersibilă cu o treaptă de 10-15 m (tip Hebe).

1.3.2.4. Depresionarea prin vacuumare

Se bazează pe realizarea în teren a unui vacuum. Apa din pământ va fi împinsă de presiunea atmosferică ce se manifestă din exterior spre zona cu presiuni negative, de unde se evacuează prin pompare.

- puţurile vacuumate – se execută în aşa fel ca în jurul coloanei metalice să se realizeze un gol ce se umple cu material filtrant. La partea superioară se realizează un dop etanş de argilă.
- filtrele aciculare – soluţia de vacuuamare cea mai practică datorită gradului înalt de adaptabilitate.

Sunt compuse din:

- acele de vacuumare;
- reţeaua de colectare – furtun racord + conductă;
- agregat - pompă de aer + pompă de apă;
- pompă de presiune pentru înfigerea acelor în teren.

Chesoanele deschise pot fi executate şi lansate la uscat sau în apă.

Pentru lucrările de îmbunătăţiri funciare chesoanele se realizează pe amplasamentul lor definitiv. Ele sunt indicate acolo unde stratul rezistent se găseşte la adâncime mare şi deasupra acestuia pământurile sunt slabe şi de granulaţie relativ fină, pentru a putea fi uşor îndepărtate în timpul coborâri chesonului. Acest sistem dă rezultate bune chiar şi în terenurile care pot prezenta unele obstacole.

BUPT

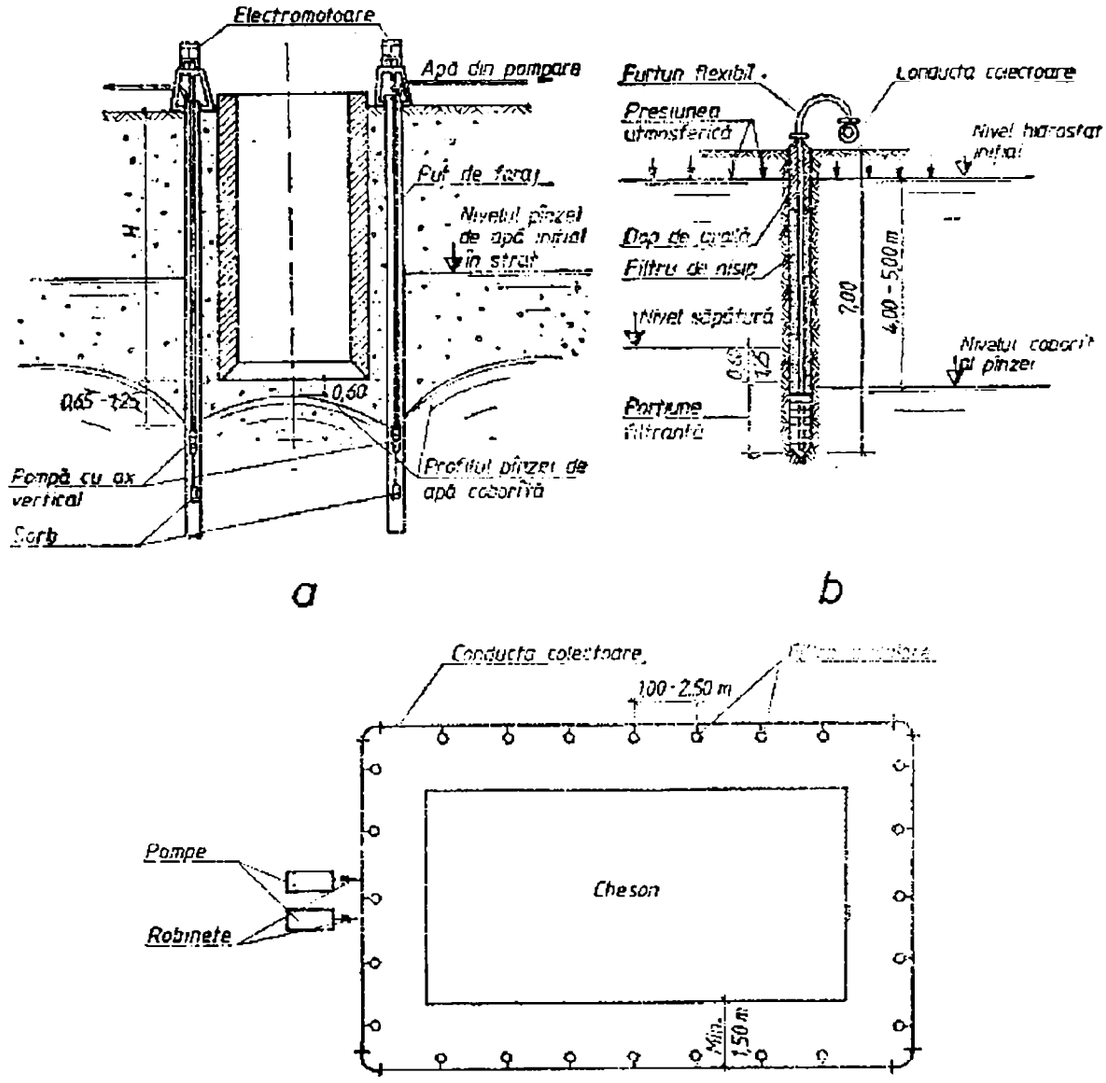


Fig. 10. **Săpătură în cheson deschis cu coborârea pânzei de apă: a** – coborârea pânzei freatice de apă prin puțuri-filtru; **b** - filtru acicular; **c** – dispoziția în plan a filtrelor aciculare.

1.3.3. Pregătirea platformei

Prima operațiune a fazei de construcție a chesonului constă în pregătirea platformei de lansare.

Este foarte importantă alegerea cotei de la care începe construcția pentru că, cu cât ea este mai coborâtă, cu atât se reduce adâncimea de lansare şi durata şi costul lucrărilor de fundare. Cota platformei trebuie situată la 0,50 m peste nivelul

BUPT

apelor subterane, pentru a evita înnoroirea ei, datorită aportului de apă adus prin capilaritatea terenului.

Suprafața platformei se dimensionează astfel încât să asigure un spațiu suficient de lucru, se nivelează şi se balastează pe o grosime de 30-50 cm. Dacă execuția are loc la uscat, se deschide o săpătură de cca. 0,50 cm iar pe conturul pereților se depun grinzi scurte – traverse – deasupra cărora se ridică cofragul primului tronson al chesonului.

Susținerea cofragului cuțitului se poate realiza cu contrafişe ca (a), pe taluzul debleului (b), din taluzul unei umpluturi de balast (c).

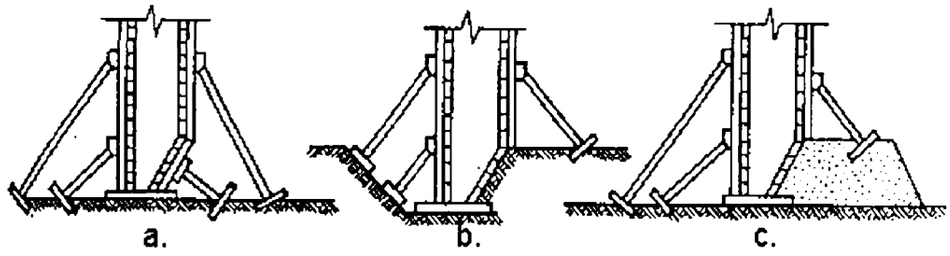


Fig.11.

1.3.4. Realizarea cuțitului chesonului

Partea inferioară a pereților chesonului este amenajată sub formă de cuțit pentru ca, datorită presiunilor mari pe suprafața de contact cu pământul să fie mai uşor învinsă rezistența pe care pământul din planul tălpii o opune la înaintarea chesonului. Forma şi alcătuirea cuțitului depind de dimensiunile pereților chesonului şi de natura stratelor de străbătut. În cazul pereților cu grosimi până la 0,8 m cuțitul are o singură teşitură, fig.13 (a), în timp ce la pereții mai groşi sunt prevăzute două teşituri (b). Talpa cuțitului poate fi protejată cu un profil metalic (b). Uneori profilele metalice sunt astfel. Dispuse încât îndeplinesc funcția de cuțit (c).

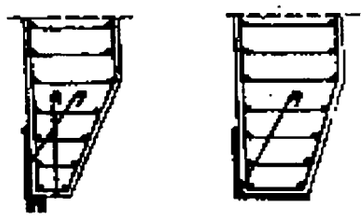


Fig.12.

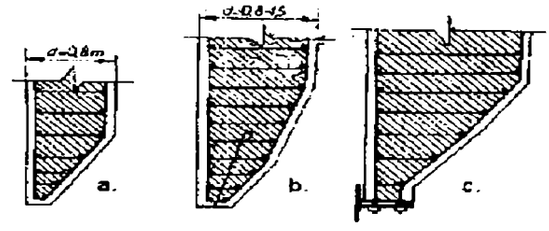


Fig.13.

BUPT

Pentru terenuri tari cuțitul se face cu suprafața orizontală mică şi un unghi față de verticală 30^0-60^0. Pentru pământuri mai puțini tari cuțitul are partea orizontală mai dezvoltată (25-30 cm). Fiind expus deteriorării în timpul coborârii cuțitul este special armat şi protejat (fig.12).

Construcția chesonului se va realiza pe conturul dinainte trasat unde s-au amplasat transversal traverse de cale ferată din lemn sau dulapi groşi de 8x25 cm, lungi de 1,50-2,0 m.

Prima etapă este realizarea cuțitului, acestea fiind practic elementul care taie pământul şi asigură coborârea chesonului.

Fazele tehnologice de execuție a primului tronson al chesonului sunt: cofrarea peretelui interior, armarea primului tronson, cofrarea peretelui exterior, betonarea.

BUPT

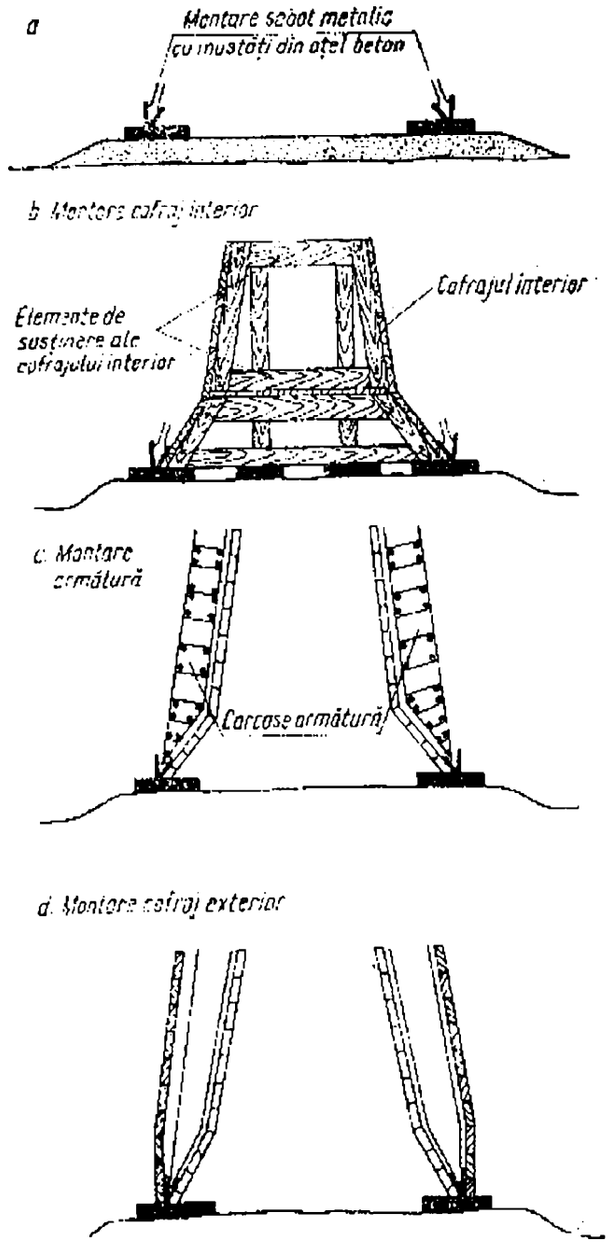


Fig.14. Tehnologia de execuție a primului tronson

1.3.4.1. Măsuri constructive

La partea inferioară a chesonului se iau unele măsuri constructive, cum ar fi:

- realizarea unei pante pronunțate a peretului inferior pentru a fi posibilă penetrarea terenului, ancorarea, împănarea cu beton a dopului de fundare ce se va executa la sfârşitul lucrării;
- practicarea unor fante de încastrare a radierului şi lăsarea unor armături în aşteptare, care se vor lega de armătura din radieri.

BUPT

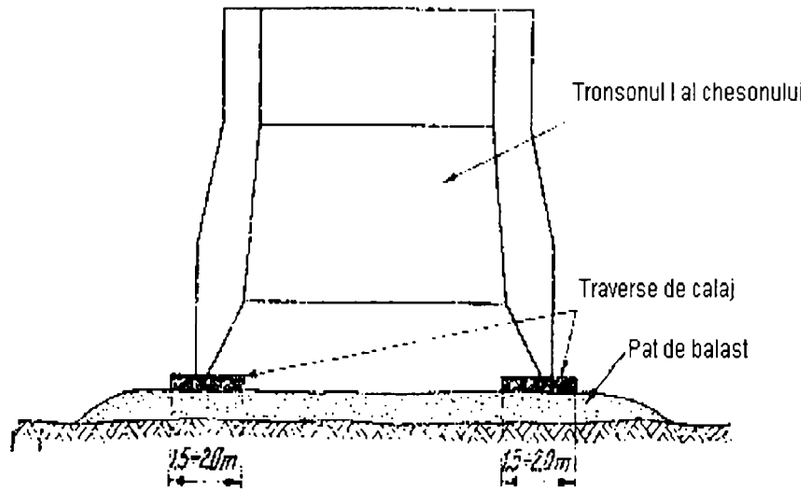


Fig.15.

Cuţitul din partea inferioară a chesonului este înclinat cu unghiul care influenţează rezistenţa de înfigere:

$\alpha = 30^0$ în terenuri argiloase slabe şi nisipuri afânate;

$\alpha = 45^0$ în terenuri consistente, nisipuri îndesate;

$\alpha = 60^0$ în terenuri tari.

1.3.5. Executarea tronsoanelor chesoanelor

Primul tronson se execută de obicei cu înălţimea de 4 m, pentru a fi posibilă turnarea betonului de sus, fără ca să se producă segregarea lui, înălţime care conferă şi o greutate suficientă chesonului pentru a se începe lucrarea.

În partea interioară a chesonului în prima zonă, se iau următoarele măsuri constructive:

- realizarea unei pante destul de pronunţate a peretelui interior, pentru a fi posibilă ancorarea, împănarea cu beton a dopului de fundare, ce se toarnă la sfârşitul operaţiunii de lansare, zona A.
- practicarea unei fante cu adâncimi de peste 30 cm şi înălţimi până la 100 cm, în care se va încastra radierul definitiv al chesonului, zona B.

BUPT

Tehnologia pereților executați la sol:

Pereții din beton armat turnați în sol se execută astfel:

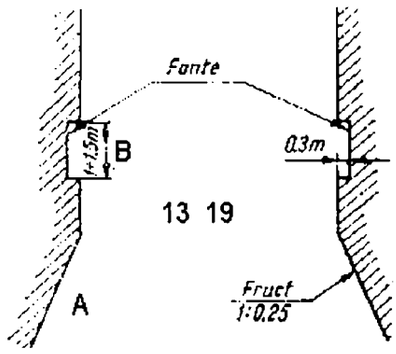


Fig.16.

- se excavează o tranşee îngustă de 0,5-1,0 m lățime şi adâncime de 10-30 m, cu ajutorul unor utilaje speciale;
- se susțin pereții tranşeei cu ajutorul noroiului bentonitic – suspensie de bentonită în apă;
- se betonează excavația prin procedeul Contractor, betonul fiind introdus cu ajutorul unor pâlnii de jos în sus, după ce în prealabil s-au introdus carcase de armătură (pentru pereții din beton armat).

Pentru că betonul ocupă integral spațiul excavat, se mai numeşte şi procedeul cu pereți mulați.

După utilajul de excavare folosit avem:

- Procedeul Else, la care excavarea se face cu o cuvă rotativă dreaptă;
- Procedeul Kelly, la care excavarea se face cu un greifer benă, montată la capătul unei prăjini grele;
- Procedeul CIS-61R prin forare rotativă cu circulație inversă de noroi;
- Procedeul japonez care utilizează o freză ce se scufundă în excavație acționată de la suprafața solului.

Alegerea tehnologiei se face în funcție de natura terenului, condițiile impuse peretelui şi utilajele disponibile.

Lungimile panourilor vor fi de 4-6 m în funcție de sarcinile care trebuiesc preluate şi caracteristicile fizico-mecanice ale terenului.

Grosimea pereților este de la 0,5-1,0 m în funcție de sarcinile preluate şi se realizează prin utilizarea unor cupe interschimbabile în instalație. Periodic se verifică verticalitatea, pentru că la înclinații ale peretelui nu se mai asigură etanşeitatea.

BUPT

Contactul pe rost între 2 panouri vecine se realizează prin raclarea cu dinții cupei. Distanța în timp între 2 pereți adiacenți nu trebuie să fie mai mare de 3-4 zile.

Excavarea se realizează în două faze: I faza de adâncime; II faza de avansare.

Armarea pereților se face cu carcase autoportante, realizate prin îmbinarea prin sudură a barelor, ca să fie posibilă introducerea lor cu ajutorul unei macarale. Procentul de armare minim al secțiunii va fi de 0,1%. Coborârea carcasei se va face lent, urmărindu-se să nu se rezeme pe pereți.

Betonul folosit va fi:

- de marcă minimă Bc 20;
- dozajul de ciment 350-450 kg/m^3, iar pentru betoane etanşe minimum 400 kg/m^3;
- consistența betonului va fi fluidă;

Palplanşele asigură incinte rezistente şi etanşe în vederea execuției fundațiilor. În terenurile cu apă subterană se execută o incintă etanşă perimetrală, din palplanşe sau pereți turnați în sol, până sub cota de fundare; apoi masivul se injectează pentru consolidare şi impermeabilitate sub cota de fundare. Se efectuează excavarea până la cota de fundare şi se trece la execuția propriu-zisă a fundației.

Betoanele se aleg în funcție de: masivitatea construcției; poziția față de nivelul apei: beton permanent în apă, beton aflat în zona de variație a nivelului apei, beton deasupra nivelului apei; beton în zonele exterioare a construcției, beton în zona interioară a construcției.

Betonul trebuie să aibă rezistența mecanică corespunzătoare efortului la care este supus, durabilitate mare, rezistență la acțiunea apelor de infiltrație şi agresive, rezistență la acțiunea de uzură, caracterul de monolit, constanța în timp a caracteristicilor fizico-chimice.

Stațiile de pompare în cuvă se adoptă ori de câte ori înălțimea de aspirație limită $H_{ga}^{lim} < H_{ga}^{max}$, nu poate fi respectată printr-o pozare supraterană. De asemenea, atunci când pompele trebuie să fie amorsate în permanență, soluția este obligatorie în cazul agregatelor verticale.

BUPT

Dimensiunile se stabilesc în funcție de gabaritul utilajului folosit în stație, modul de amplasare, respectarea spațiilor libere pentru montare, întreținere şi exploatare.

Mărimea spațiilor este determinată de cerințele tehnologiilor, asigurarea securității muncii şi de prevenire a incendiilor şi se reglează prin acte normative de specialitate.

Cuvele cu cameră umedă se utilizează în cazul agregatelor de pompare verticale, a căror pompe au rotorul înecat ($H_{ga} < 0$).

În vederea reducerii consumului de materiale şi energie, micşorării investiției şi cheltuielilor de exploatare, stațiile de pompare din îmbunătățirile funciare se realizează de câte ori este posibil, fără suprastructură.

În cazul stațiilor de pompare cu suprastructură (tip hală industrială) se mai prevăd spații pentru amplasarea celulelor, tablourilor, echipamentelor electrice, spații pentru instalații sanitare, spații pentru lăcătuşerie, platformă de construcții montaj.

După montarea armăturilor se toarnă betonul pe înălțimea primului tronson. La 28 de zile de la turnare se decofrează. Pentru a începe coborârea chesonului trebuie în prealabil scoase traversele se sub cuțit.

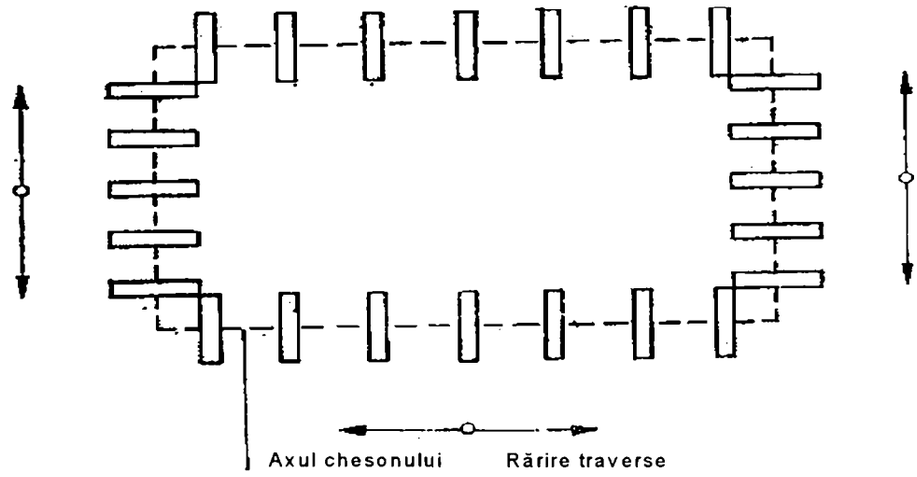


Fig.17.

Tronsoanele verticale succesive care formează pereții laterali ai chesonului trebuie legate între ele în mod corespunzător solicitărilor la care sunt supuse, cu tiranți sau bare de oțel special. Fără aceste legături coloana care alcătuieşte chesonul

BUPT

se poate rupe atunci când partea superioară rămâne înțepenită în teren, iar cea inferioară, în urma degajării pământului de sub cuțit, ar depăşi cu mult în greutate forțele de frecare laterale.

1.3.6. Coborârea chesonului

Pentru o încărcare cât mai uniformă a traverselor şi evitarea înclinării, traversele se extrag respectându-se simetria. Fiecare traversă este retezată de la exterior iar apoi prin pendulare în jurul muchiei exterioare este extrasă de sub cuțit. În final chesonul, rămâne rezemat pe 4 traverse.

Pereții chesonului trebuie verificați la solicitările care apar în această condiție de rezemare.

Ultimele 4 traverse se extrag deodată. Cuțitul venind în contact cu pământul, chesonul pătrunde prin proprie greutate pe o anumită adâncime.

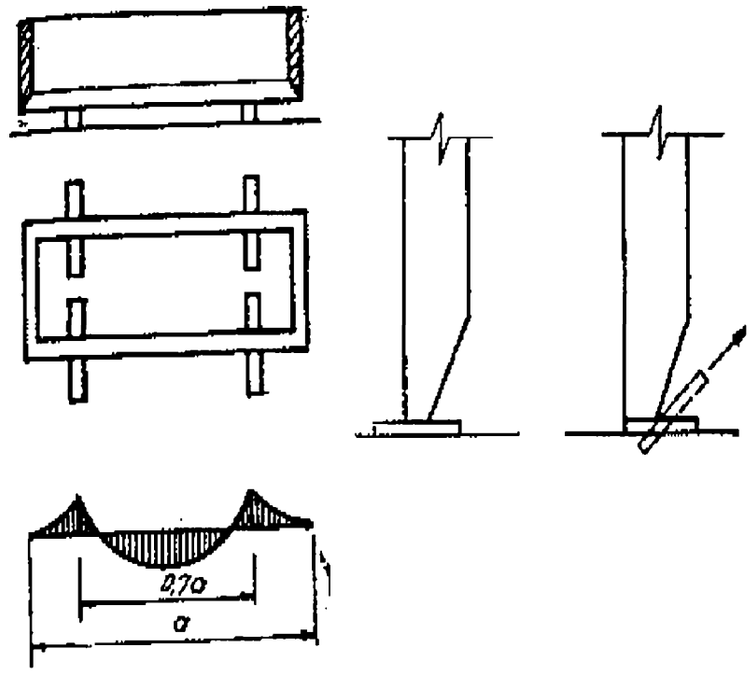


Fig.18.

În continuare este necesară săparea pământului din interior pentru coborârea chesonului.

BUPT

1.3.7. Betonarea fundului chesonului

Odată ajuns la cotă, chesonul este verificat în ce priveşte verticalitatea subterană a construcției. Dacă chesonul s-a înfipt în teren impermeabil sau permeabil, dar cu posibilitate de coborâre a apei până la nivelul cuțitului, fără antrenări de material solid în cheson, betonarea se va face la uscat.

Betonarea începe cu îndoparea porțiunii teşite a chesonului pe întreg conturul cuțitului folosind un beton cu puțină apă şi foarte bine bătut. Apoi se trece la betonarea în straturi pe restul suprafeței chesonului. Betonul se coboară cu găleți cu fundul mobil. Dacă betonul este turnat prin tuburi el se reamestecă înainte de a fi pus în operă.

Pentru a împiedica spălarea cimentului ca urmare a defectării uneia din pompe, instalația trebuie dotată cu pompe de rezervă.

După terminarea betonării pomparea apei trebuie menținută timp de 6 ore, după care se lasă apa să urce încet.

Cea mai frecventă situație întâlnită în îmbunătățiri funciare este aceea când chesonul se opreşte în pământuri puternic permeabile instabile la circulația apei. În asemenea cazuri se realizează betonarea prin procedeul contractor cu pâlnie, realizând un dop de beton simplu, care trebuie să se îmbine bine sub cuțit şi să asigure o închidere etanşă a fundului chesonului ca să poată prelua sarcinile din subpresiuni când interiorul construcției se goleşte de apă. Grosimea dopului se alege 0,15-0,40 din H_{max} al apei subterane în momentul când are loc închiderea.

După 28 de zile, când betonul atinge rezistența maximă, se trece la evacuarea apei din cheson şi se trece la turnarea radierului la uscat.

BUPT

2. STRUCTURI PREFABRICATE

2.1. Prefabricarea

Prefabricarea – reprezintă un mod de industrializare a lucrărilor de construcții pentru că permite montarea pe şantier, în bazele de producție a unităților de construcții, a proceselor umede şi cu ciclu lung de realizare.

Se propune realizarea unor elemente prefabricate care, prin asamblare să ducă la obținerea chesoanelor folosite la stațiile de pompare din lucrările de îmbunătățiri funciare.

Astfel, se înlocuieşte execuția chesoanelor monolit, construite la fața locului, cu chesoane prefabricate.

Şantierele se transformă radical devenind şantiere de montaj, productivitatea muncii creşte în mod semnificativ ca şi viteza de execuție.

Eficiența economică a prefabricării nu poate fi privită unilateral numai din punct de vedere al şantierului. Trebuie să se ia în considerare cheltuielile totale, precum şi cele de manipulare, transport care se amplifică atât ca masă cât şi ca valoare unitară, deoarece se transportă atât materiale cât şi produse finite, iar prețul produselor finite pe unitate de masă este mai scump decât prețul materialelor.

Creşterea cheltuielilor de transport trebuie să aibă componenta de reducere a lor corespunzătoare în procesul de fabricație şi montajul elementelor prefabricate.

2.2. Prefabricate specifice lucrărilor de îmbunătățiri funciare

În construcțiile hidrotehnice din lucrările de îmbunătățiri funciare s-a ajuns la un grad ridicat de industrializare al acestora. Dintre elementele realizate prefabricat putem enumera:

- căminele din amenajările de irigații cu conducte îngropate;
- podețele tubulare pe canalele de irigații şi desecări;
- stăvilare tubulare pe rețeaua de canale deschise;
- elemente pentru căptuşirea canalelor;

BUPT

- chesoane.

La unele elemente gradul de prefabricare este total, la altele parțial.

Elementele prefabricate sunt părți componente ale unei lucrări, care prin montare, duc la realizarea unui "tot unitar", având acelaşi rol ca şi construcțiile care se execută prin metode clasice.

Folosirea prefabricatelor la construcțiile hidrotehnice şi de îmbunătățiri funciare prezintă câteva caracteristici care le diferențiază de prefabricatele folosite în construcții civile şi industriale: pe lângă asigurarea stabilității şi rezistenței, îmbinările trebuie să fie şi etanşe datorită mediului în care lucrează.

La proiectarea lucrărilor, folosind prefabricatele, calculele statice sunt mai laborioase decât în varianta monolit. Rezolvarea rosturilor şi îmbinărilor elementelor cu multă precizie, precum şi prevederea tuturor detaliilor de execuție este mult mai pretențioasă decât în varianta clasică.

Prin caracterul de unicat al lucrărilor hidrotehnice, prefabricarea nu se poate realiza în serii mari dar, datorită condițiilor specifice în care se execută, la lucrările de îmbunătățiri funciare, această soluție este, în final, mai avantajoasă.

Chesoanele reprezintă lucrări hidrotehnice care se execută la suprafață, fiind coborâte apoi la adâncimea necesară, constituindu-se în parte a lucrării definitive.

2.3. Tipuri geometrice

Dispunerea şi dimensiunile în plan ale chesoanelor deschise se stabilesc în funcție de forma în plan şi dimensiunile construcției şi de suprafața necesară pentru a repartiza încărcarea stratului bun de fundare.

Chesoanele au de obicei formă pătrată rectangulară ovală cu sau fără casete.

În secțiune verticală chesoanele deschise pot avea fața exterioară a pereților dreaptă (a) dreaptă cu retragere (b), teşită (c).

BUPT

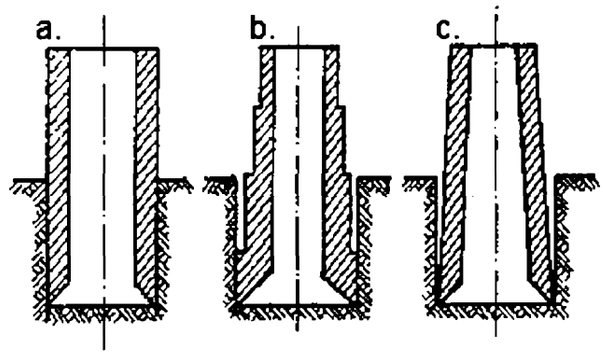


Fig. 19.

La tipul "a" frecarea pe suprafața laterală exterioară este foarte mare pe când la tipul "b" cu fața dreaptă cu retragere, frecarea este mai redusă. La fel şi la tipul "c". Pentru a micşora şi mai mult frecarea se poate injecta apă sub presiune în spațiul dintre cheson şi pământ sau se poate umple acest spațiu cu o suspensie de argilă, oprindu-se astfel alunecările locale.

Forma în plan – secțiunea transversală – a chesoanelor deschise este variată. Dacă sunt circulare, cu diametre până la 1,...1,5 m chesoanele deschise se mai numesc puțuri.

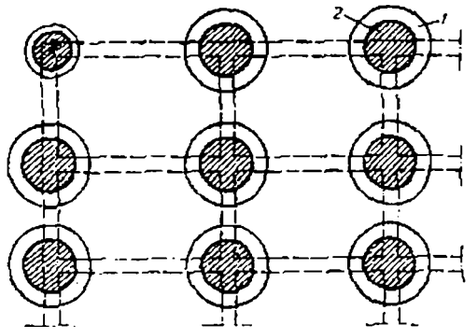


Fig.20.

De obicei pu urile se amplasează la intersecțiile zidurilor şi în punctele de concentrare a eforturilor.

În mod obişnuit, chesoanele au forma parțială, rectangulară, ovală, cu sau fără casete.

Forma şi dimensiunile în plan sunt dictate de construcția care urmează a se ridica deasupra. Uneori chesoanele deschise folosesc

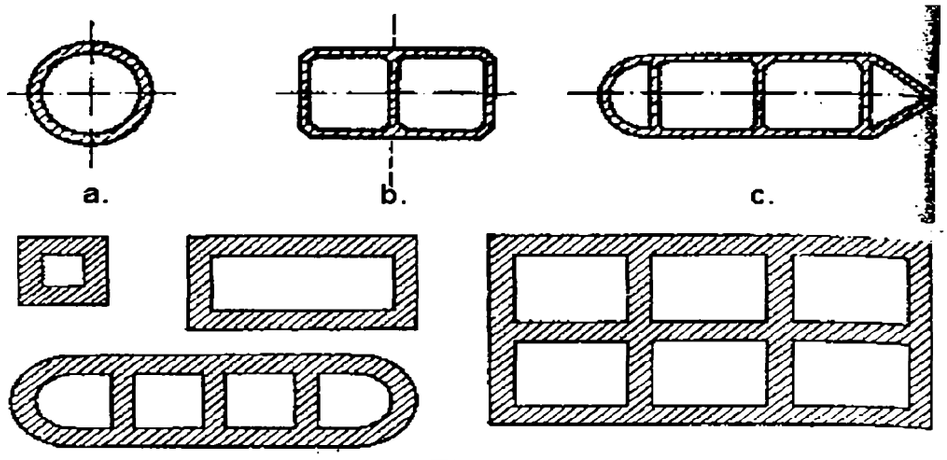


Fig.21.

BUPT

nu numai ca elemente de fundații, ci şi pentru realizarea părții subterane a unei construcții. În asemenea cazuri, corpul chesonului, după ce s-a ajuns la cotă, nu se mai umple cu beton ci i se dă o anumită destinație (stație de pompare, garaj, subteran, casa maşinilor la turnul elevator al silozilor).

Este indicat ca forma în plan a chesonului să aibă cel puțin o axă de simetrie.

Dacă totuşi forma în plan a fundației este nesimetrică nu se admit unghiuri intrânde deoarece în timpul coborâri chesonului apar frecări mari, care pot compromite întreaga operație de introducere în teren prin înclinarea chesonului.

În astfel de situații se preferă introducerea a două chesoane alăturate sau introducerea unor puțuri deschise în nodurile rețelei de grinzi.

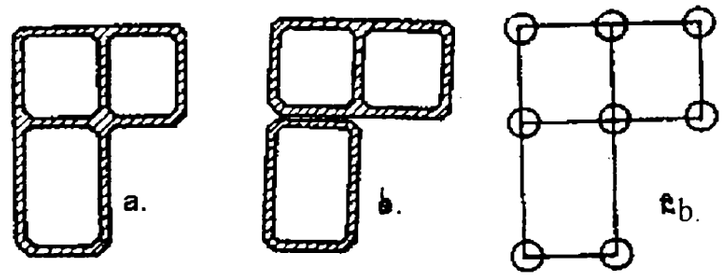


Fig.22.

2.4.1. Motivarea variantei prefabricate

Chesoanele sunt elemente masive cu ajutorul cărora se realizează fundațiile în apă sau pământuri nestabile la adâncimi foarte mari. Ele sunt indispensabile în zone cu afuieri mari ale râurilor. Se recomandă folosirea chesoanelor deschise acolo unde terenul este constituit predominant din argile moi, prafuri, nisipuri, pietrişuri, deoarece aceste materiale pot fi uşor excavate şi nu opun o rezistență mare la frecarea laterală în timpul coborârii chesoanelor.

Nu este indicat să fie amplasate în apropierea altor chesoane adiacente sau a unor construcții existente în zonă pentru că săparea şi coborârea provoacă inevitabil deplasări ale terenului învecinat.

Datorită faptului că în cadrul lucrărilor de îmbunătățiri funciare, lucrările hidrotehnice speciale reprezintă un capitol foarte important - în special la irigații şi desecări -, s-a încercat realizarea acestor lucrări hidrotehnice prin prefabricare.

BUPT

Proiectul "Completarea lucrărilor de desecare în Valea Ier" judeţul Bihor, cuprinde 16 staţii de pompare, care au fost proiectate în variantă clasică şi în varianta prefabricată. Lucrarea a fost executată realizând infrastructura staţiilor de pompare din elementele prefabricate tip "cheson deschis prefabricat", datorită faptului că în zonă stratul freatic este la –1,60 m faţă de suprafaţa terenului, iar în varianta clasică de execuţie ar fi fost necesare lucrări şi instalaţii de epuismente speciale de care constructorul nu dispune.

Din analiza geotehnică a terenului pentru amplasamente a rezultat următoarea stratificaţie, recomandându-se execuţia în cheson deschis:

Adâncime [m]	**Pământuri**
0,00 – 0,40	sol vegetal
0,40 – 2,80	argilă prăfoasă, cenuşie plastic vârtoasă
2,80 – 5,80	argilă cenuşie vânătă plastic – vârtoasă
5,80 – 7,50	nisip fin mediu, uşor prăfos, cenuşiu
7,50 – 10,40	argilă prăfoasă cenuşie vânătă, plastic moale consistentă

2.4.2. Tipuri de structuri propuse

În vederea prefabricării şi a tipizării unor elemente care intră în componenţa chesoanelor, pe baza calculelor statice de rezistenţă, s-a ajuns la următoarele tipuri de elemente prefabricate:

- elemente în formă de "U" (fig. 23 şi 24);
- elemente tip "L" (fig. 25);
- elemente liniare, folosite atunci când secţiunea chesonului este dreptunghiulară, acestea interpunându-se între elementele tip "L" (fig.26).

Chesonul se împarte pe tronsoane în funcţie de înălţimea sa. Fiecare tronson se împarte la rândul său în mai multe nivele de diferite înălţimi.

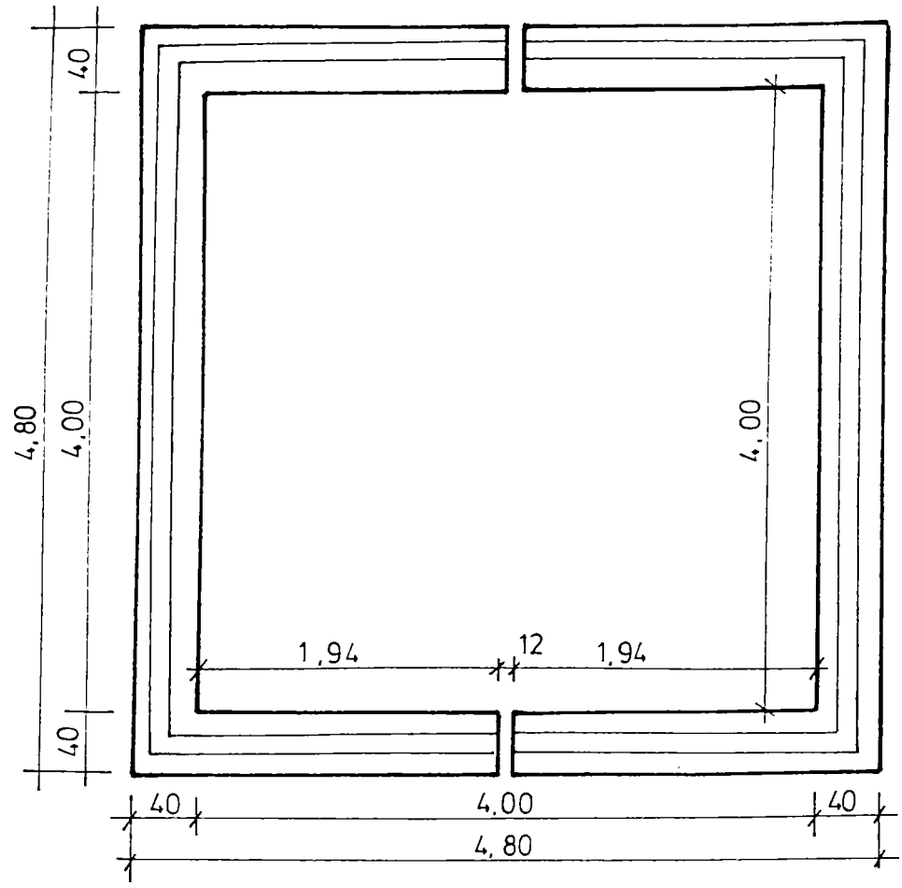
Primul tronson ce cuprinde cuţitul chesonului, are paramentul înclinat, grosimi diferite ale peretelui cu valori între 20-60 cm şi înălţimi sub 1 m ale nivelelor tronsonului.

Pentru a se obţine elemente cu gabarite şi greutăţi manevrabile, acestea se secţionează şi vertical (fig.27).

BUPT

VEDERE ÎN PLAN PERETE CHESON TRONSON TIP **U**

scara. **1:50**



PERETE CHESON TRONSON TIP **U**

scara. **1:50**

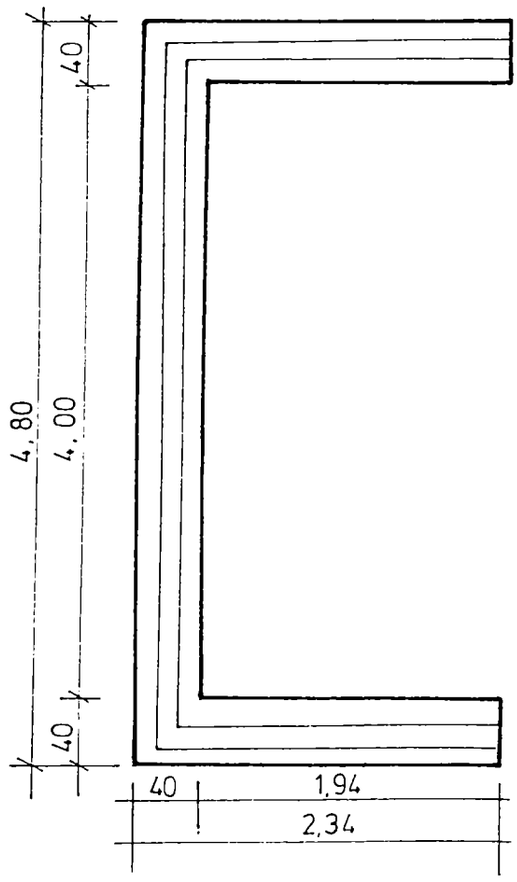
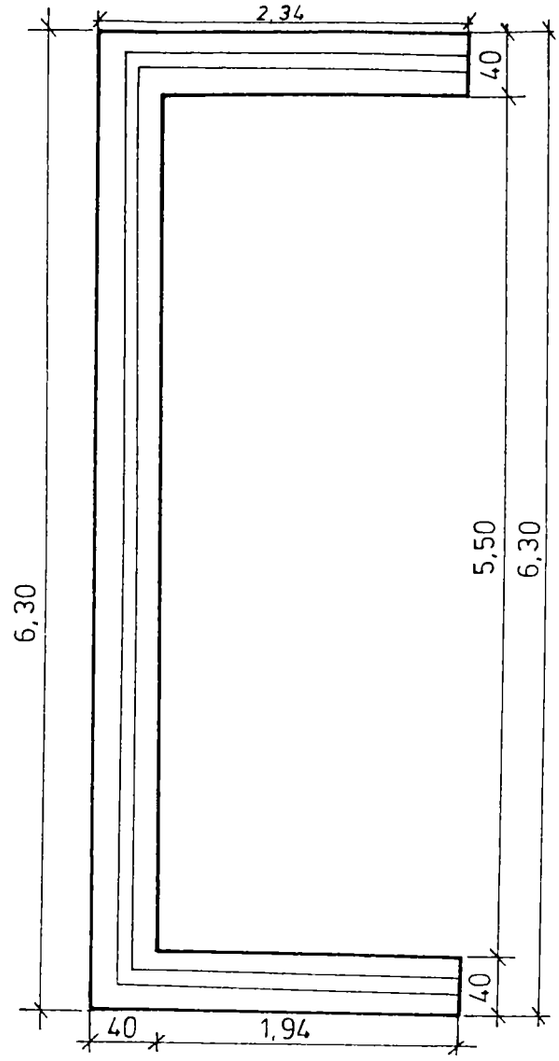


FIG. 23

BUPT

PERETE CHESON PROFIL **U** (scara 1:50)



VEDERE ÎN PLAN PERETE CHESON DUBLU (TIP)

scara 1:50

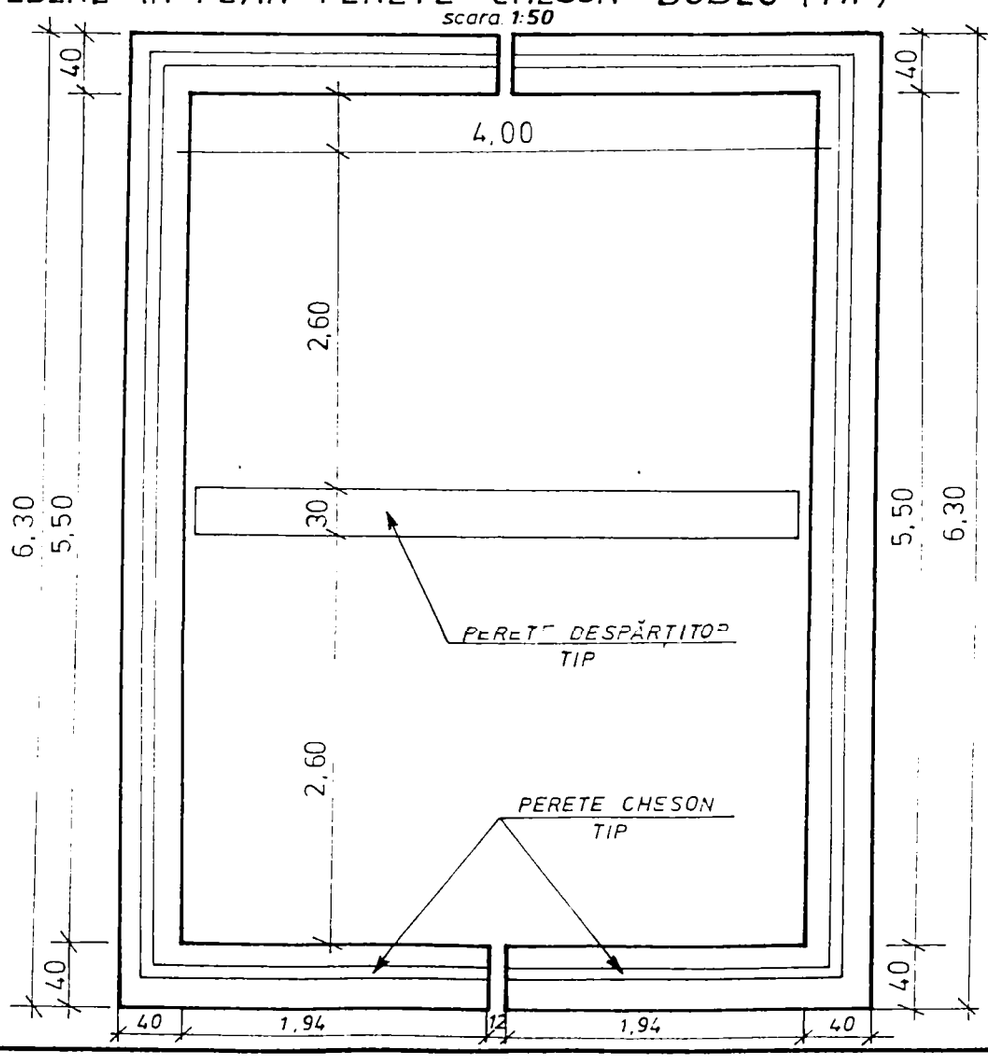
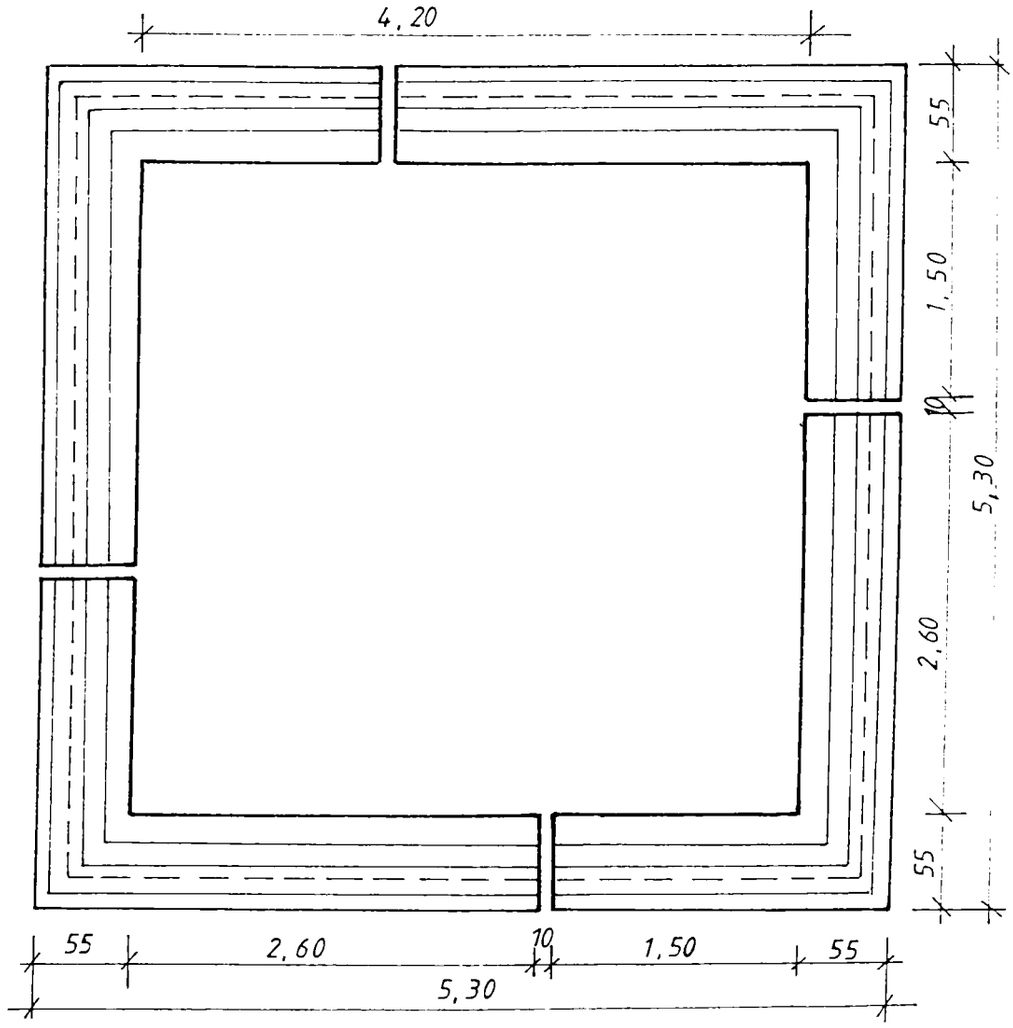


FIG. 24

BUPT

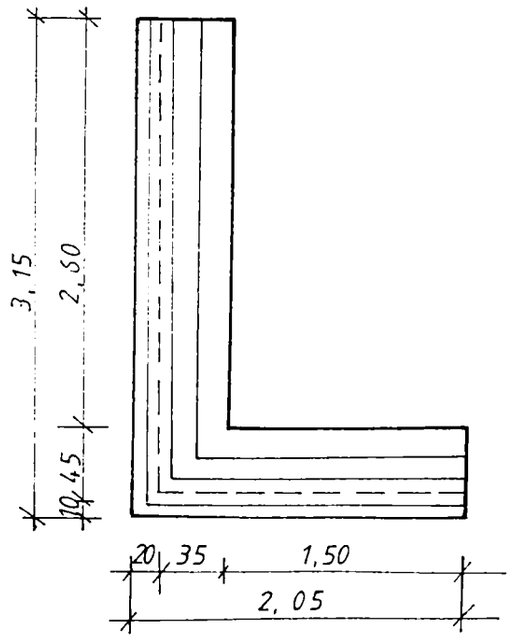
VEDERE ÎN PLAN PERETE CHESON TRONSON TIP L

scara 1:50



PERETE CHESON TRONSON TIP L

scara 1:50



BUPT

PROFIL L ȘI LINIAR

scara. 1:50

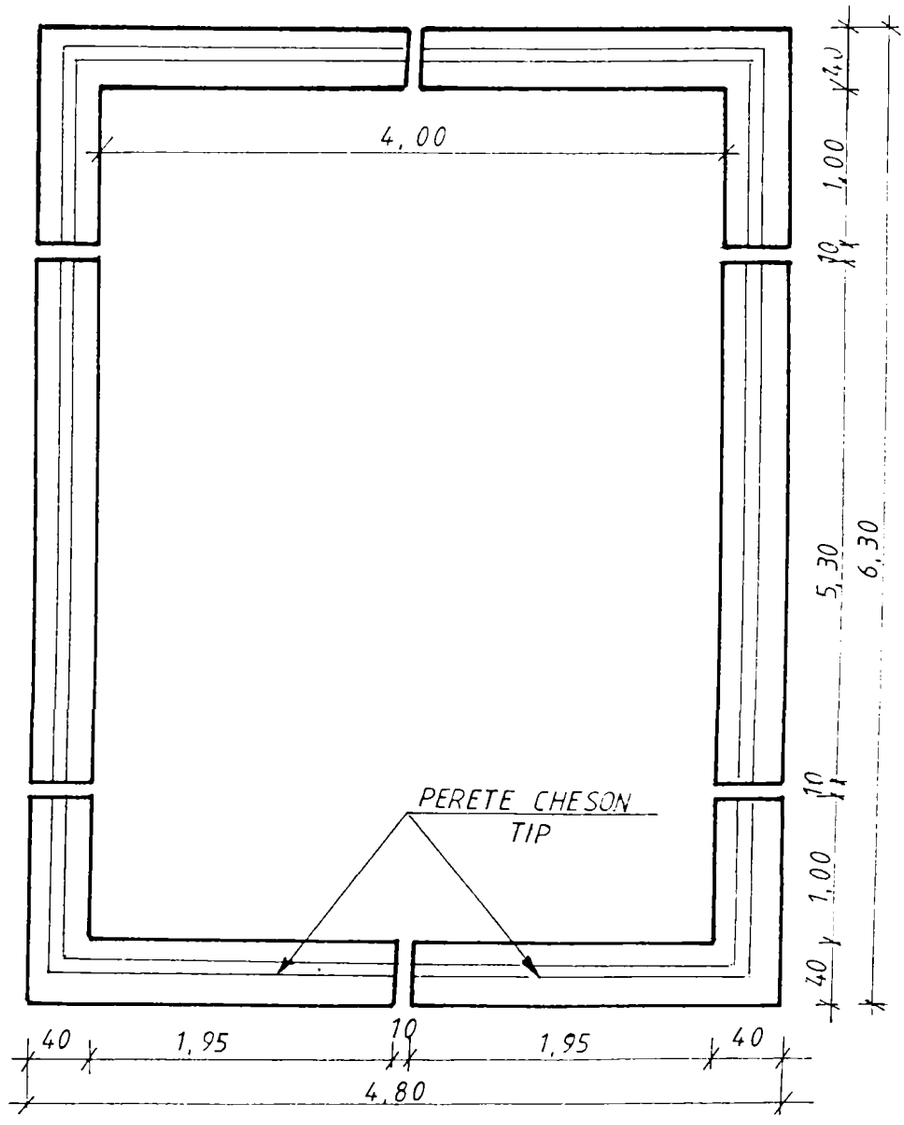


FIG. 26

BUPT

VEDERE LATERALA CHESON PROFIL L ȘI LINIAR

scara 1:50

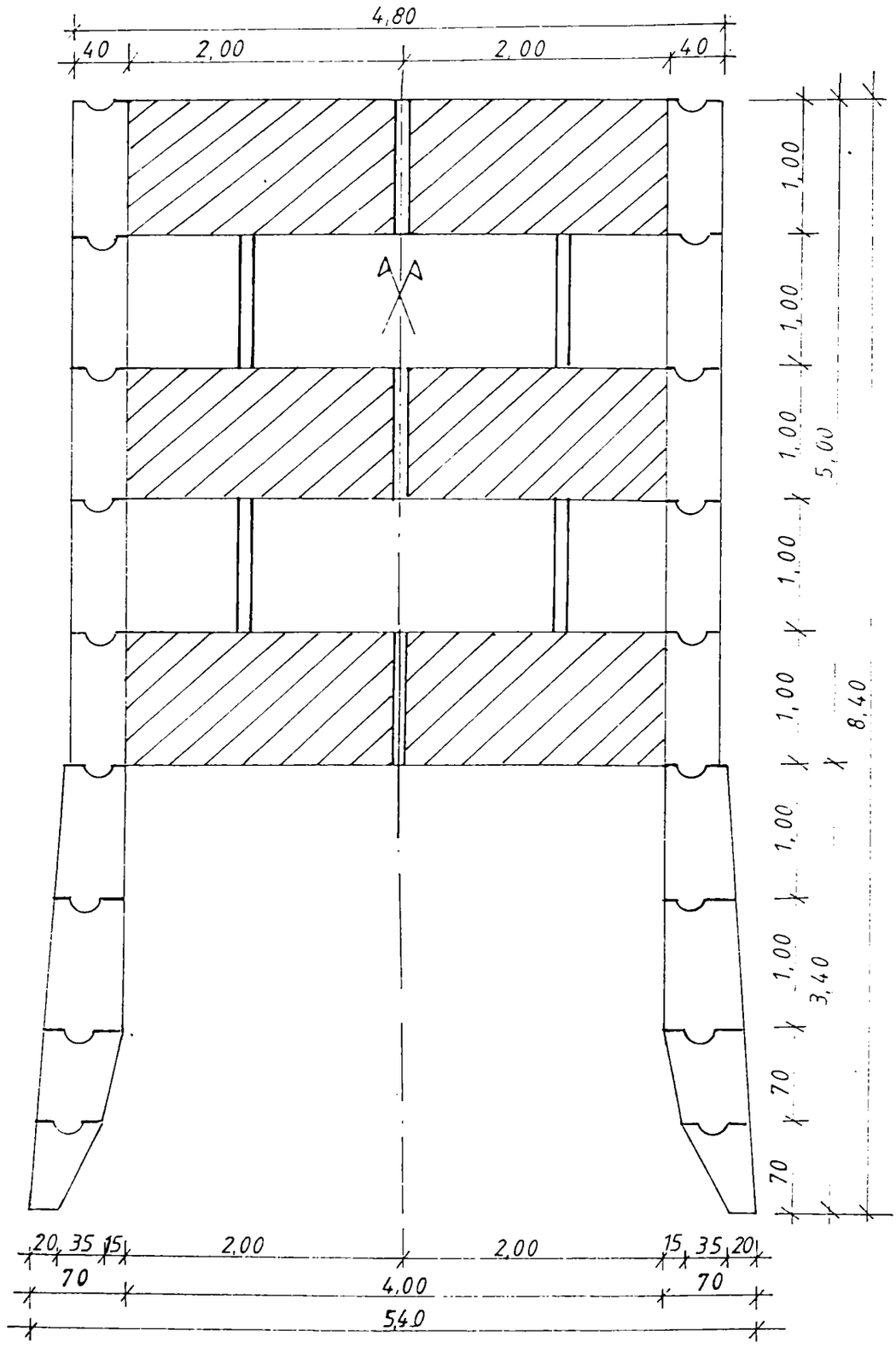


FIG. 27

BUPT

Tronsoanele următoare – numărul de tronsoane depinde de adâncimea de fundare -, se realizează pe nivele cu înălțimi de 1,0 m – 1,25 m şi grosimi care rezultă din calculele statice, dar constante pe înălțime; nivelele sunt suprapuse şi secționate pe verticală. Secționarea pe verticală alternează pe fiecare perete pentru a nu se realiza un rost continuu.

Datorită faptului că elementele prefabricate sunt manipulate în poligon, pe perioada transportului şi în timpul montajului, pentru execuția lor este prevăzut un beton superior B_c20 față de betoanele folosite în varianta monolită, B_c15.

Se obțin, astfel, elemente distincte care se manevrează şi montează separat.

2.4.3. Detalii de execuție

Introducerea elementelor prefabricate la executarea chesoanelor pentru stații de pompare reprezintă o simplificare şi eficientizare a acestui tip de lucrări hidrotehnice speciale.

Execuția prefabricatelor din beton armat se realizează în poligonul de prefabricate.

Elementele luate în considerare sunt profile "U", profile "L" şi profile liniare, astfel ca prin punerea în operă să se obțină chesoane la dimensiunile proiectate.

2.4.3.1. Confecționarea tiparelor

În procesul de execuție al elementelor din beton armat, tiparele asigură forma geometrică a acestora la dimensiunile proiectate şi în limitele toleranțelor admisibile, asigurând aşezarea şi menținerea corectă a armăturilor şi pieselor înglobate.

Tiparele au clasa de precizie imediat superioară aceleia pentru care s-a proiectat elementul propriu-zis, fiind confecționate în general din scânduri geluite şi alte elemente lemnoase: tego, panel sau din metal.

2.4.3.2. Confecționarea armăturilor

Armarea elementelor prefabricate care compun chesoanele, se realizează în tipare, conform planului de armare elaborat, cu respectarea tuturor prevederilor privind calitatea oțelului, lungimi armături, diametre, fasonarea barelor, repartizarea şi poziționarea lor (fig.28 şi 29).

BUPT

DETALIU CUȚIT CHESON PREFABRICAT

scara. 1:5

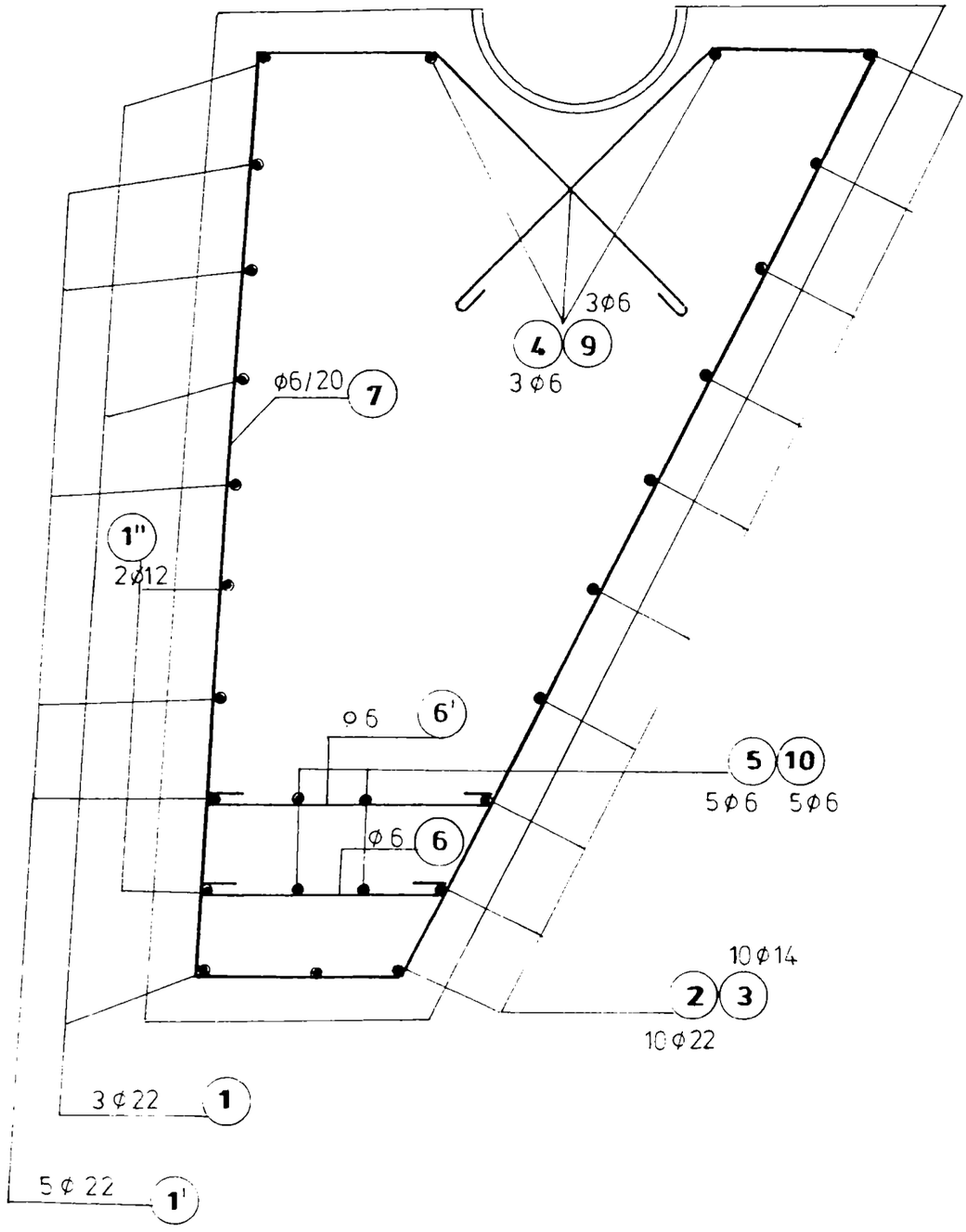
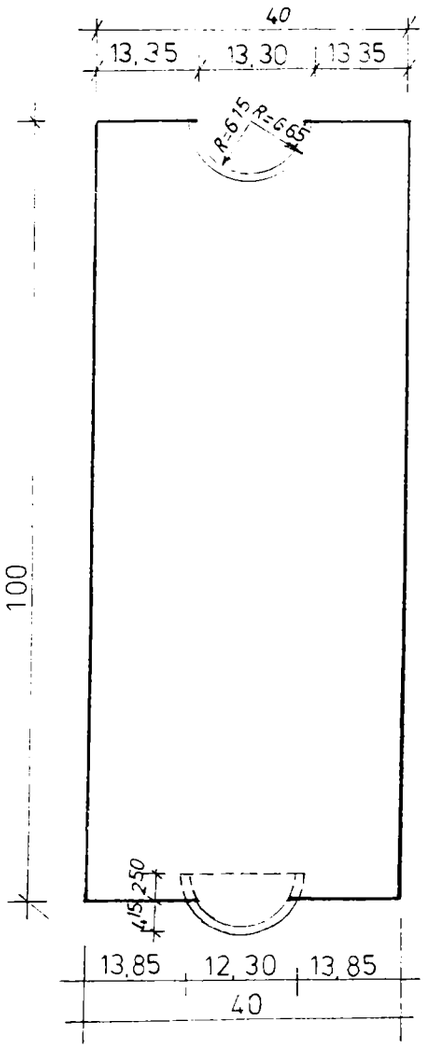


FIG. 28

BUPT

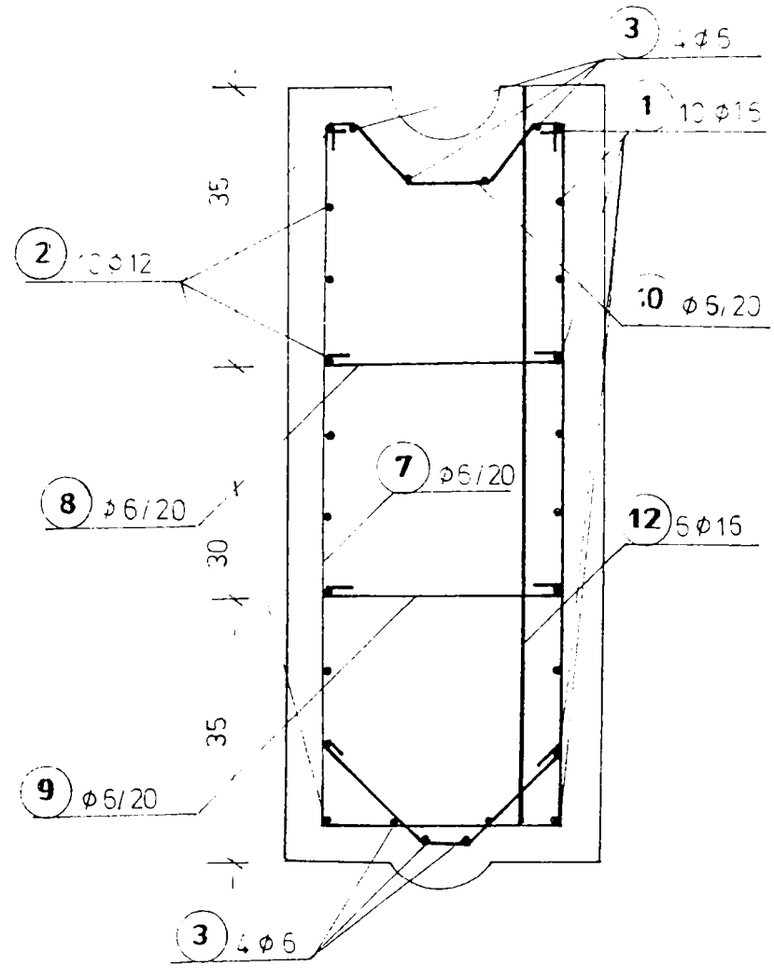
SECȚIUNE TRANSVERSALĂ
PEREȚE CHESON TRONSON TIP
N_1 ȘI N_2

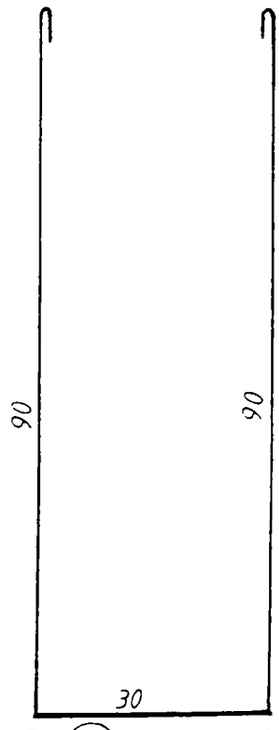
scara **1 : 10**



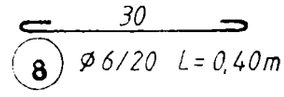
SECTIUNEA **A-A**

scara **1 : 10**

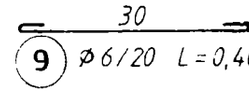




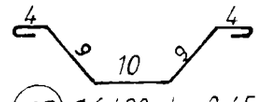
Etr 7 ϕ6/20 L = 220 m
39 Buc



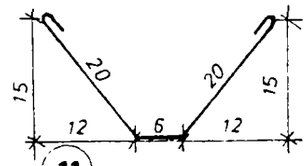
8 ϕ 6/20 L = 0,40 m



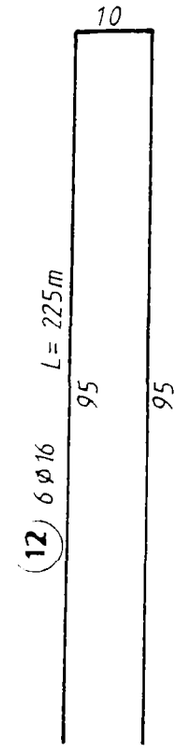
9 ϕ 6/20 L = 0,40 m



10 ϕ 6/20 L = 0,45 m



11



12 6 ϕ 16

BUPT

2.5. Calcule statice şi de rezistenţă – cheson cu un singur compartiment din beton armat, prefabricat

2.5.1. Generalităţi

Pentru determinarea stării de deformaţie şi eforturi unitare ale structurii de rezistenţă, s-a utilizat metoda elementelor finite.

Structura a fost divizată în elemente finite spaţiale tip SOLID45 (cu 8 noduri şi 3 grade de libertate în 3D – u_x, u_y, u_z) dispuse într-un sistem general de axe de coordonate O_{xyz}, orientat cu axa OZ după verticală.

Pentru simularea numerică s-a folosit pachetul de programe ANSYS5.0, pachet de programe care poate efectua o analiză statică sau o analiză dinamică, în domeniul de variaţie liniară sau neliniară ale deplasărilor şi eforturilor.

Pachetul de programe ANSYS5.0 este prevăzut cu un modul de postprocesare al rezultatelor prin care se va analiza în mod grafic starea de deformaţie şi eforturi unitare.

În cadrul analizei statice, se determină starea de deformaţie în sistemul general de axe de coordonate (deplasările generale u_x, u_y, u_z) şi starea de eforturi unitare (eforturile unitare axiale S_x, S_y, S_z; eforturile unitare de forfecare S_{xy}, S_{xz}, S_{yz}; eforturile unitare principale S_1, S_2, S_3; eforturile unitare de echivalenţă: intensitatea efortului Unitar S_{int} – care reprezintă $S_{int} = \max [|(S_1 - S_2)|, |(S_2 - S_3)|, |(S_3 - S_1)|]$ şi efortul unitar de echivalenţă von Mises – care are expresia:

$$S_{eqv} = [1/2\ [(S_1 - S_2)^2 + (S_2 - S_3)^2 + (S_3 - S_1)^2]]^{1/2}$$

în sistemul general de axe).

2.5.2. Discretizarea structurii

Chesonul analizat este o structură care a fost realizată din elemente prefabricate. Pe verticală, înălţimea chesonului este de 8,40 m, iar în plan are o formă pătrată (de 4,80 x 4,80 m la exterior în zona cuţitului şi 4.0 x 4.0 m la interior). Pentru a se putea realiza din elemente prefabricate, structura a fost divizată cu 9 plane orizontale, la intervale de 0,70 m în zona cuţitului şi 1.0 m pe restul

BUPT

înălțimii. La tehnologia de execuție s-a ales o macara care putea ridica 2.0 tone, motiv pentru care în cadrul unui nivel de execuție au rezultat două module în formă de U cu un rost de 12 cm care se betonează. În cadrul a două etaje adiacente, rostul dintre profile este rotit cu 90^0 în jurul axei verticale ce trece prin centrul chesonului.

Pentru discretizarea chesonului s-au definit volumele necesare în funcție de caracteristicile geometrice ale chesonului astfel:

- zona cuțitului – nivele –8.40 ... -7.70 – 4 volume care au secțiunea trapezoidală de 0.20 m, 0.55 m şi înălțimea de 0.70 m;
- zona nivelelor – nivele – 7.70 ... -7.00 – 4 volume care au secțiunea trapezoidală de 0,55 m, 0597 m şi înălțimea de 0.70 m;
- zona nivelelor – nivele –7.00 ... -5.00 m – 4 volume care au secțiunea trapezoidală de 0.597 m, 0.45 m şi înălțimea de 2.00 m;
- zona de racord – nivele – 5.00 ... -4.70 m – 4 volume care au secțiunea trapezoidală de 0,45 m, 0.40 m şi înălțimea de 30 m;
- zona nivelelor – nivele – 4.70 ... -0.00 m – 4 volume care au secțiunea dreptunghiulară de 0.40 m şi 4.70 m.

Pentru a se lua în considerare interacțiunea dintre structură, terenul lateral şi terenul de fundare s-au definit volume corespunzătoare din zonele adiacente structurii şi din terenul de fundare. Aceste volume sunt înglobate în două prisme cu dimensiunile maxime: prismul ce înglobează terenul lateral este de 14.00 x 14.00 x 8.40 m, iar prismul din terenul de fundare este de 14.00 x 14.00 x 2.00 m.

În fig. 1 este prezentat domeniul întreg de discretizare care s-a modelat cu ajutorul a 10584 elemente tip SOLID45 (tip cărămidă), interconectate în 12007 noduri, care conduc la scrierea unui sistem de $3^*12007 = 36021$ ecuații şi 5 materiale diferite cu caracteristicile prezentate în tabelul 1.1.:

BUPT

Tabelul 1.1.

Nr. crt.	E_x daN/cm^2	Coef. Poisson (nu_{xy})	G_{xy} daN/cm^2	Densitatea daN/cm^3
1.	210000	0.17	89700	0.00025
2.	350	0.42	123.2	0.000165
3.	670	0.37	244.5	0.000185
4.	850	0.35	314.8	0.000192
5.	12500	0.32	4735.0	0.000198

2.5.3. Evaluarea încărcărilor

Încărcările care s-au luat în considerare sunt date de acțiunea următoarelor forțe:

- Greutatea proprie datorată accelerației gravitaționale – se determină de către program cunoscând densitatea de material şi accelerația gravitațională g = 9.81 m/s^2. Programul determină automat forțele concentrate în toate nodurile discretizării.
- Împingerea laterală a pământului natural sau din umplutură – rezultă din interacțiunea dintre elementele de la contactul structură din beton – teren de fundare.
- Împingerea laterală a apei pe pereții chesonului în situația cea mai defavorabilă – s-a considerat situația posibilă din timpul exploatării – apa se află la nivelul –2.40 m de la suprafața orizontală a terenului, iar în interior apa este la cota –8.40 m. Pentru această situație s-au determinat forțele rezultante care acționează pe suprafețele laterale ale chesonului şi s-au introdus în aceste noduri (fig.1.).

2.5.3.1. Deformații şi eforturi finale – analiză statică

În urma proceselor de simulare numerică prin metoda elementelor finite, s-au obținut valorile deformațiile şi eforturile unitare în toate nodurile structurii discretizate.

BUPT

În fig.13 este prezentată starea de deformație spațială pe structura nedeformată: în direcția axei X (deplasarea u_x) cu valori în domeniul de variație (-0.214573 cm la +0.331928 cm ⇒ semnul minus arată că deplasarea are orientarea invers axei Ox); în direcția axei Y (fig.14) (deplasarea u_y) cu valori în domeniul de variație (-0.245192 cm la +0.246647 cm ⇒ semnul minus arată că deplasarea are orientarea invers axei Oy); în direcția axei Z (fig.15) (deplasarea u_z) cu valori în domeniul de variație (-0.958693 cm la +0.015779 cm ⇒ semnul minus arată că deplasarea are orientarea invers axei Oz). În fig.17, fig.18 şi fig.19 sunt prezentate aceleaşi deformații, dar pe structura deformată, iar în fig.48, fig.49 şi fig.50 o detaliere din zona chesonului.

În fig. 20 este prezentat vectorul deformațiilor totale u_{SUM} pe structura deformată cu valori în domeniul de variație ($0.566^{*}10^{-3}$ cm la 1.006 cm), iar în fig. 51 o detaliere din zona chesonului.

În fig. 52 sunt prezentate variațiile vectorului deformațiilor totale u_{SUM} dintr-o vedere laterală a chesonului şi terenurile aferente.

Efectuând operații de postprocesare ale rezultatelor obținute în urma rezolvării sistemului de ecuații s-au obținut şi *eforturile unitare* în chesonul de beton, terenul lateral şi în terenul de fundare, care se vor prezenta în figurile următoare.

În fig.2 şi fig.21 este prezentată sintetic variația eforturilor unitare σ_x cu orientarea după direcția axei Ox, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.36 o detaliere a zonei chesonului. În zona superioară şi în zona inferioară a reprezentării, nu s-au reprezentat elementele din teren pentru a se observa variațiile din zona chesonului. Se observă că variația efortului unitar σ_x are domeniul de variație (-10.12 daN/cm^2 la +38.056 daN/cm^2 ⇒ semnul minus arată că efortul unitar are orientarea invers axei Ox) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variație (-18.779 daN/cm^2 la 35.457 daN/cm^2).

BUPT

În fig.3 şi fig.22 este prezentată sintetic variaţia eforturilor unitare σ_x cu orientarea după direcţia axei Ox, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.37 o detaliere a zonei chesonului.

Se observă că variaţia efortului unitar σ_y are domeniul de variaţie (-21.701 daN/cm^2 la +36.476 daN/cm^2 $\Rightarrow$ semnul minus arată că efortul unitar are orientarea invers axei Oy) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variaţie (-18.832 daN/cm^2 la 35.134 daN/cm^2).

În fig.4 şi fig.23 este prezentată sintetic variaţia eforturilor unitare σ_z cu orientarea după direcţia axei Oz, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.38 o detaliere a zonei chesonului.

Se observă că variaţia efortului unitar σ_z are domeniul de variaţie (-67.534 daN/cm^2 la +14.821 daN/cm^2 $\Rightarrow$ semnul minus arată că efortul unitar are orientarea invers axei Oz) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variaţie (-42.574 daN/cm^2 la 10.947 daN/cm^2).

În fig.5 şi fig.24 este prezentată sintetic variaţia eforturilor unitare σ_{xy}, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.39 o detaliere a zonei chesonului.

Se observă că variaţia efortului unitar σ_{xy} are domeniul de variaţie (-20.392 daN/cm^2 la +20.373 daN/cm^2) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variaţie (-19.423 daN/cm^2 la 19.349 daN/cm^2).

În fig.6 şi fig.25 este prezentată sintetic variaţia eforturilor unitare σ_{yz}, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.40 o detaliere a zonei chesonului.

Se observă că variaţia efortului unitar σ_{yz} are domeniul de variaţie (-15.505 daN/cm^2 la +15.726 daN/cm^2) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variaţie (-11.055 daN/cm^2 la 11.079 daN/cm^2).

Universitatea Politehnica
TIMIŞOARA
Biblioteca centrală

BUPT

În fig.7 şi fig.26 este prezentată sintetic variaţia eforturilor unitare σ_{xz}, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.41 o detaliere a zonei chesonului.

Se observă că variaţia efortului unitar σ_{xz} are domeniul de variaţie (-9.926 daN/cm^2 la +13.599 daN/cm^2) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variaţie (-4.104 daN/cm^2 la 10.047 daN/cm^2).

În fig.8 şi fig.27 este prezentată sintetic variaţia eforturilor unitare principale σ_1, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.42 şi 43 o detaliere a zonei chesonului.

Se observă că variaţia efortului unitar principal σ_1 are domeniul de variaţie (-14.050 daN/cm^2 la +57.681 daN/cm^2 $\Rightarrow$ semnul minus arată că efortul unitar principal are orientarea invers axei principale 1) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variaţie (-10.947 daN/cm^2 la 54.720 daN/cm^2).

În fig.9 şi fig.28 este prezentată sintetic variaţia eforturilor unitare principale σ_2, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.44 o detaliere a zonei chesonului.

Se observă că variaţia efortului unitar principal σ_2 are domeniul de variaţie (-21.569 daN/cm^2 la +17.089 daN/cm^2 $\Rightarrow$ semnul minus arată că efortul unitar principal are orientarea invers axei principale 2) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variaţie (-18.029 daN/cm^2 la 16.098 daN/cm^2).

În fig.10 şi fig.29 este prezentată sintetic variaţia eforturilor unitare principale σ_3, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.45 o detaliere a zonei chesonului.

Se observă că variaţia efortului unitar principal σ_3 are domeniul de variaţie (-70.307 daN/cm^2 la +5.668 daN/cm^2 $\Rightarrow$ semnul minus arată că efortul unitar principal are orientarea invers axei principale 3) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variaţie (-43.052 daN/cm^2 la 5.371 daN/cm^2).

BUPT

În fig.11 şi fig.30 este prezentată sintetic variaţia intensităţii efortului unitar σ_{int}, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.46 o detaliere a zonei chesonului.

Se observă că variaţia intensităţii efortului unitar σ_{int} are domeniul de variaţie (0.071342 daN/cm^2 la +63.491 daN/cm^2) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variaţie (0.071342 daN/cm^2 la 49.349 daN/cm^2).

În fig.12 şi fig.31 este prezentată sintetic variaţia efortului unitar echivalent von Mises σ_{eqv}, pe structura întreagă, respectiv o jumătate de structură, o parte din terenul lateral şi jumătate din terenul de fundare, iar în fig.47 o detaliere a zonei chesonului.

Se observă că variaţia efortului unitar echivalent σ_{eqv} are domeniul de variaţie (0.063321 daN/cm^2 la +58.025 daN/cm^2) pentru reprezentarea generală şi domeniul de variaţie (0.063321 daN/cm^2 la 44.955 daN/cm^2).

Pentru o vedere laterală se mai prezintă următoarele variaţii: fig. 53 – variaţia efortului unitar echivalent von Mises σ_{eqv}; fig. 54 – variaţia efortului unitar principal σ_1; fig. 55 – variaţia efortului unitar principal σ_2; fig. 56 – variaţia efortului unitar principal σ_3.

Pentru a se observa mai bine variaţiile eforturilor unitare, eforturilor unitare principale sau de echivalenţă în vederea verificării cantităţilor de armătură, s-au prezentat detalii cu vizualizarea acestor eforturi pentru zona îngroşată ce conţine cuţitul chesonului – fig.57 la fig.67 şi zona cuţitului dintre nivele –8.40 m la –7.00 m în fig. 68 la fig.78.

Pentru a se observa la o scară mărită variaţia eforturilor s-a prezentat zona cuţitului din două puncte de vedere diferite în fig. 79 la fig.94.

În fig. 95 la fig. 105 este prezentată variaţia eforturilor unitare din zona superioară a chesonului care are grosimea de 40 cm. Pentru detaliere, în vederea

BUPT

reprezentării eforturilor în secțiune s-au prezentat detaliile în formă de L – fig.106 la fig.108 sau detalii de tip placă fig.109 la fig.119.

BUPT

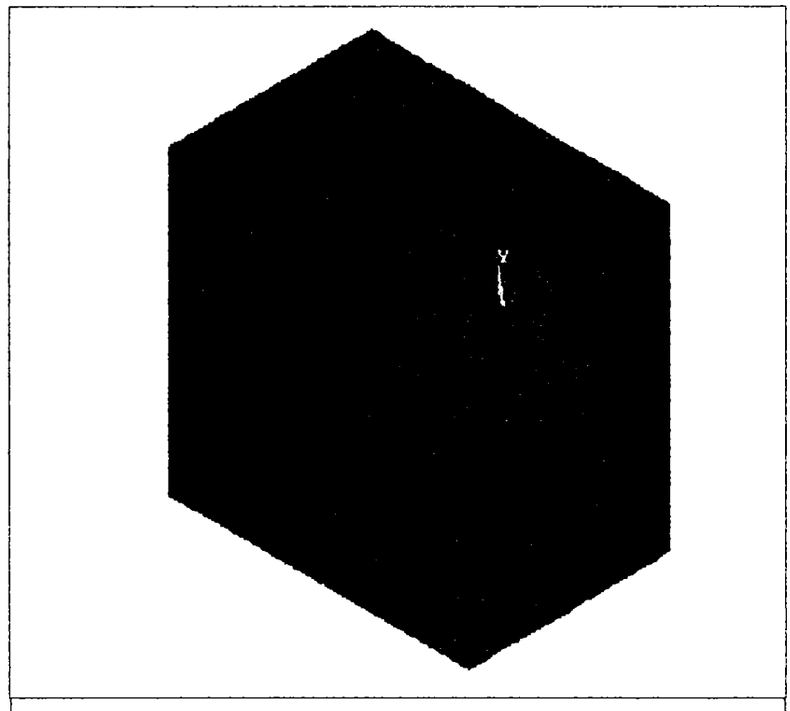


Figure 1 - Discretizarea chesonului

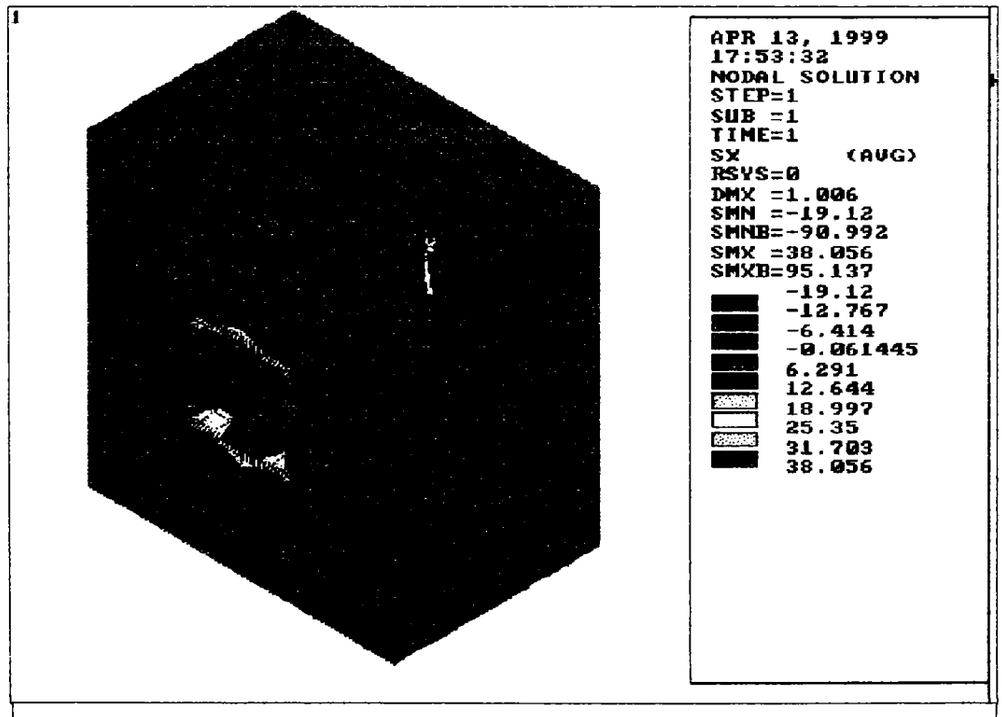


Figure 2 - σ_x Structura întreagă

BUPT

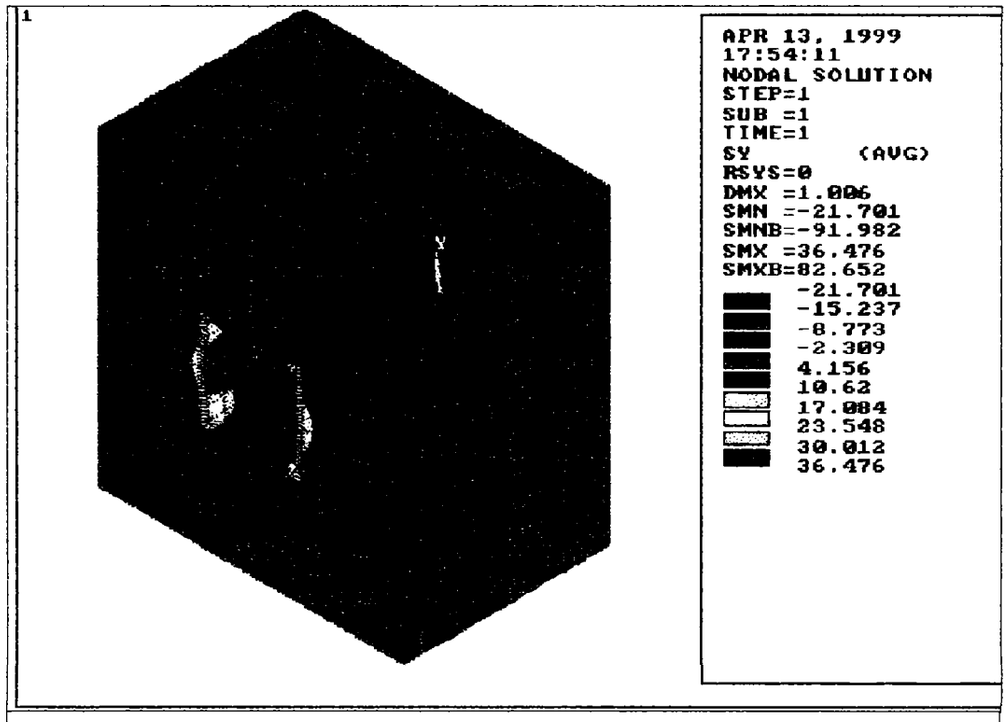


Figure 3- σ_y Structura întreagă

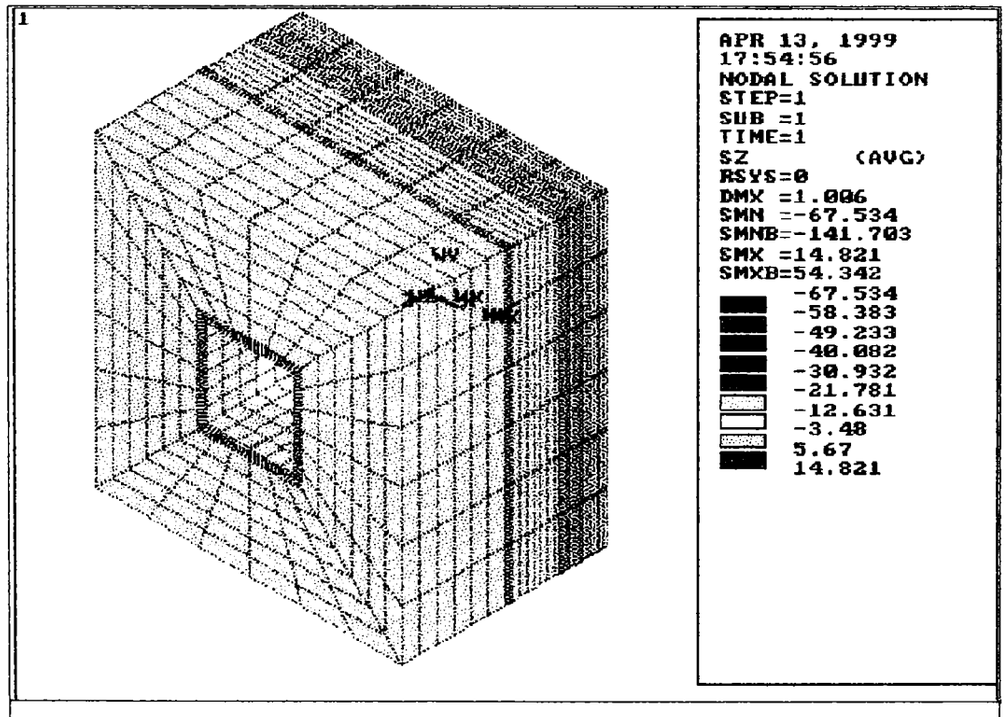


Figure 4- σ_z Structura întreagă

BUPT

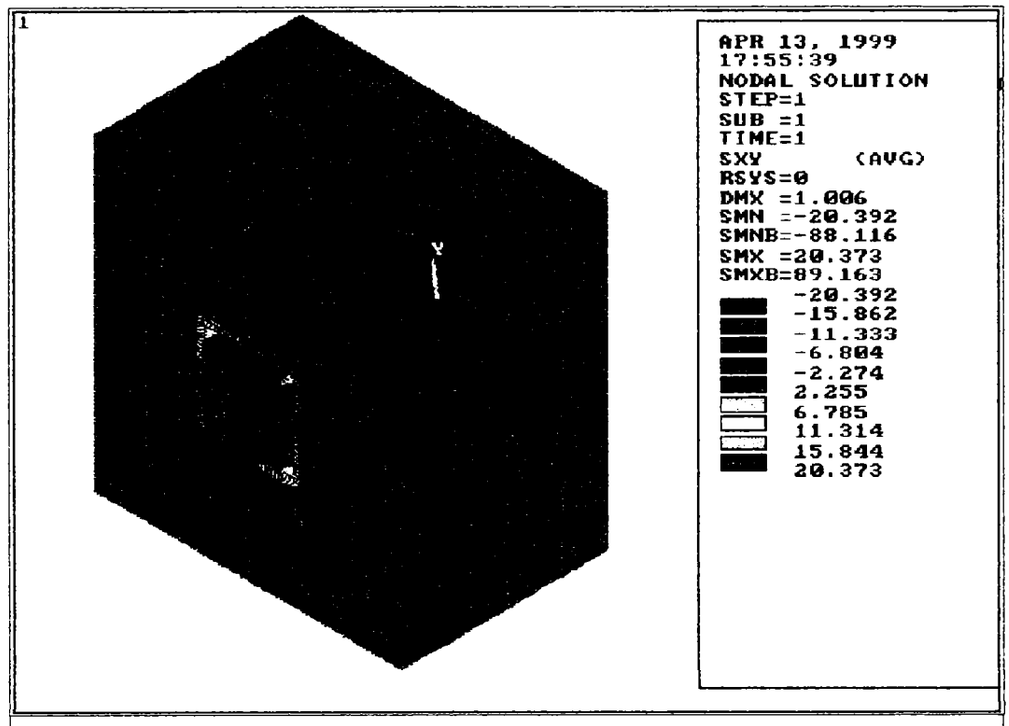


Figure 5- σ_{xy} Structura întreagă

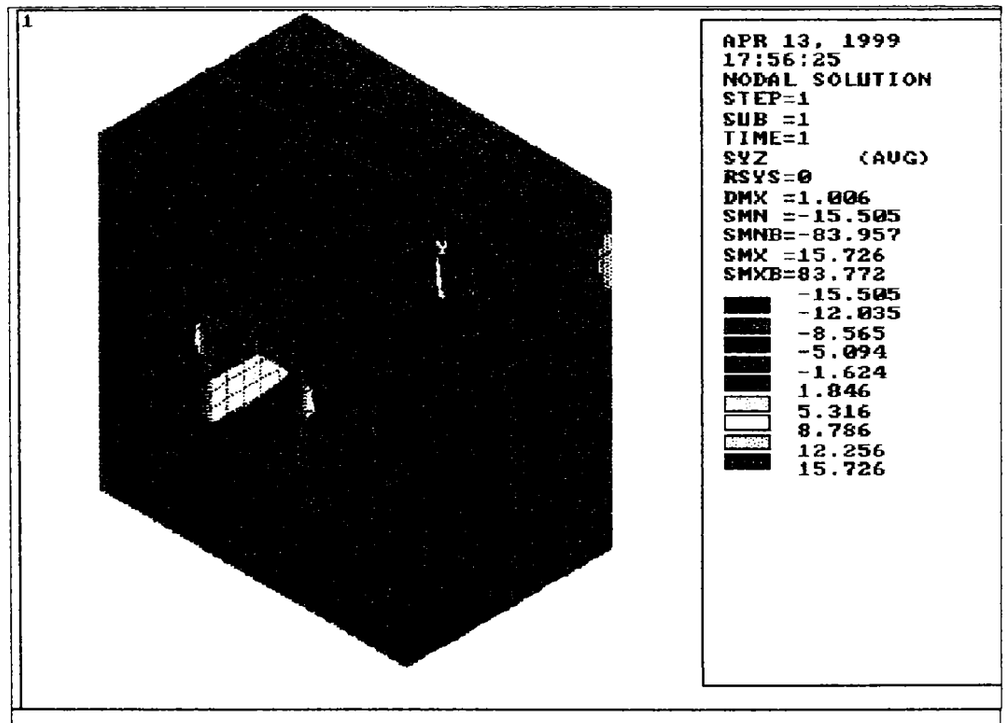


Figure 6- σ_{yz} Structura întreagă

BUPT

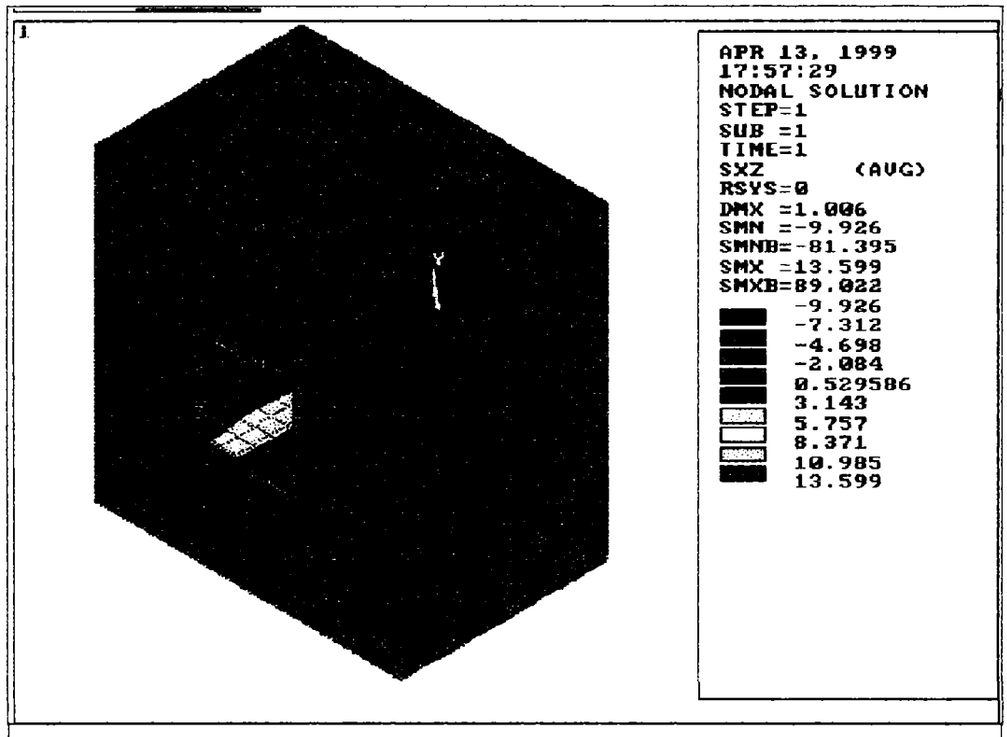


Figure 7- σ_{xz} Structura întreagă

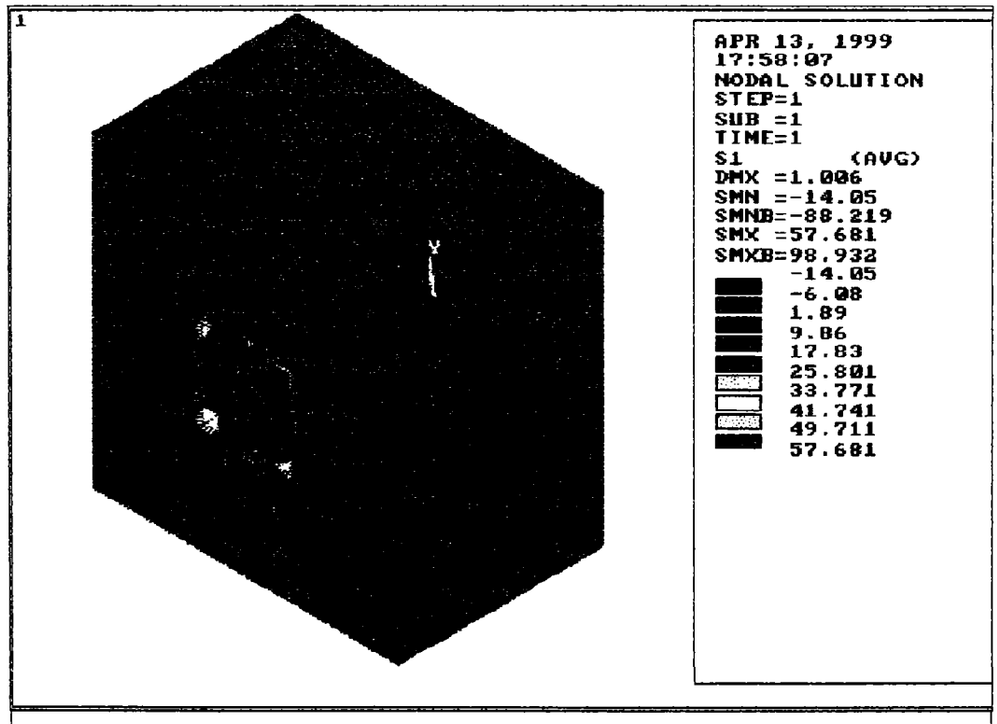


Figure 8- σ_1 Structura întreagă

BUPT

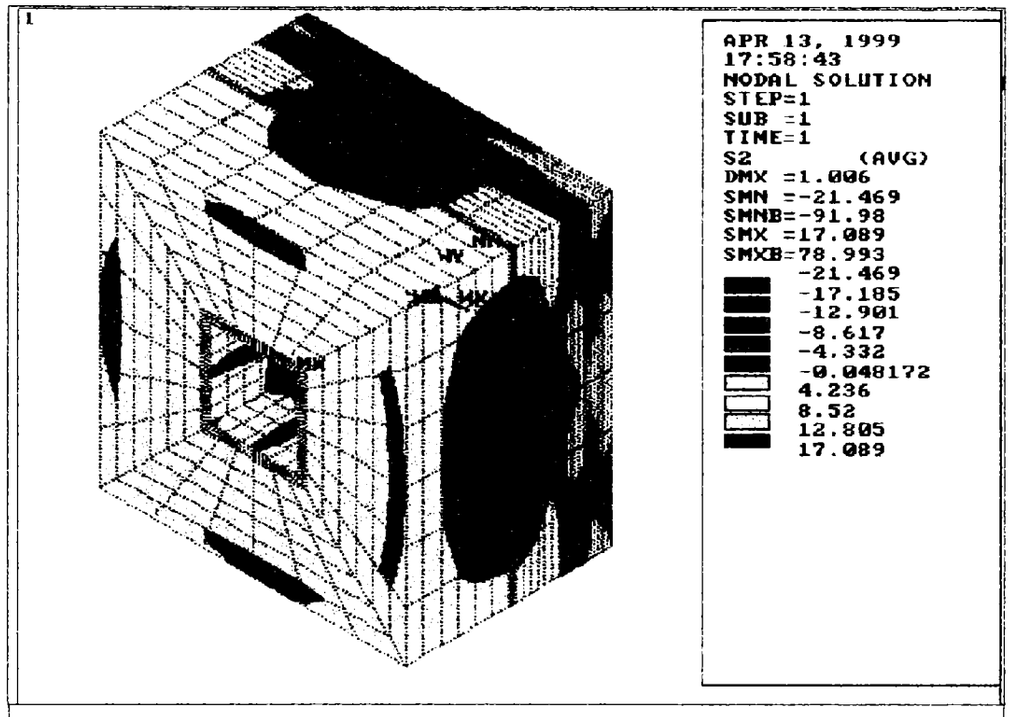


Figure 9- σ_2 Structura întreagă

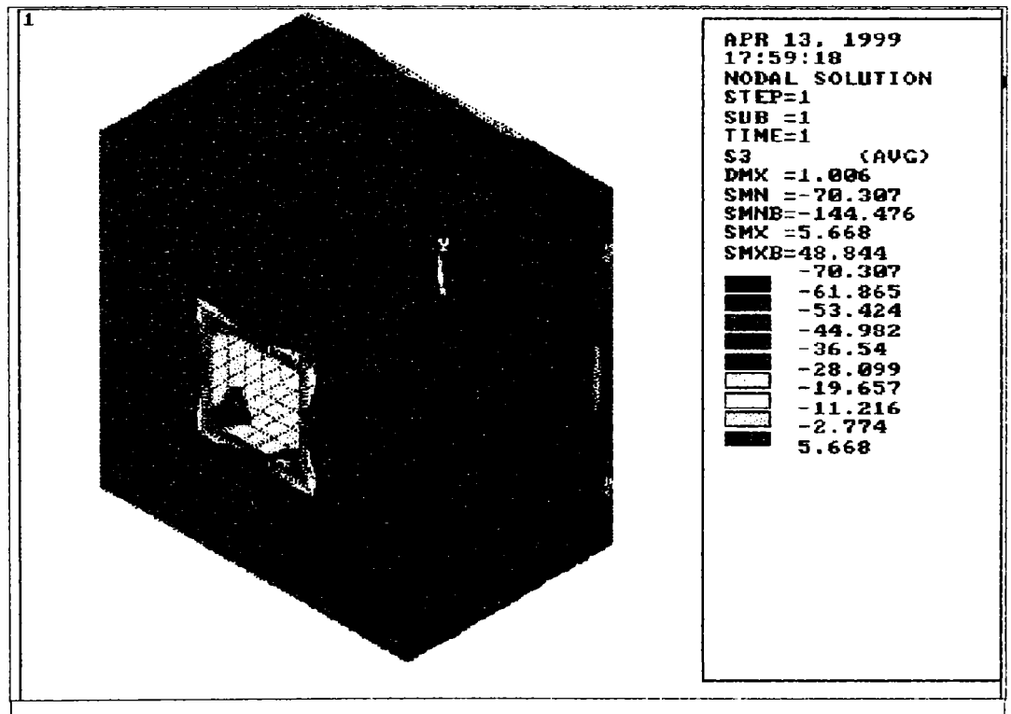


Figure 10- σ_3 Structura întreagă

BUPT

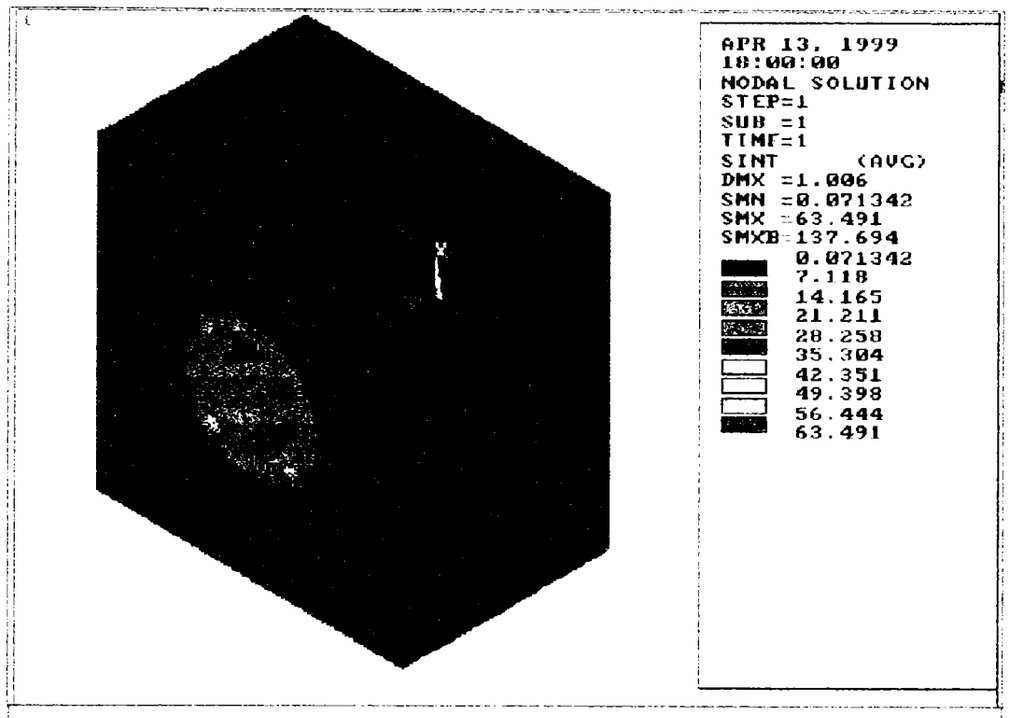


Figure 11- $\sigma_{int.}$ Structura întreaga

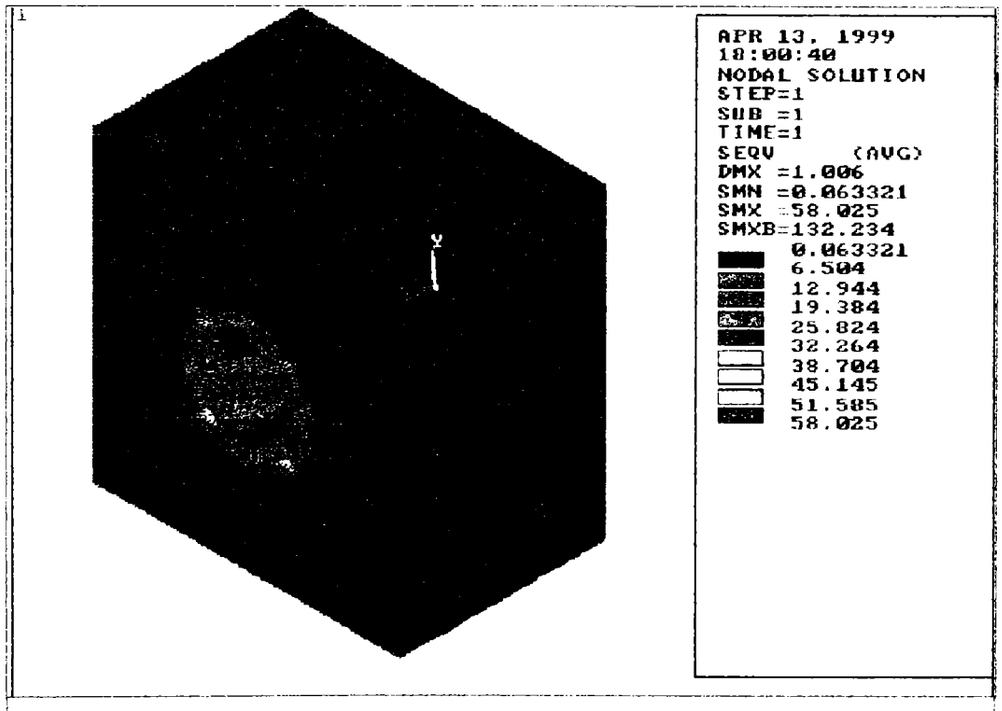


Figure 12- σ_{eqv} Von Mises

BUPT

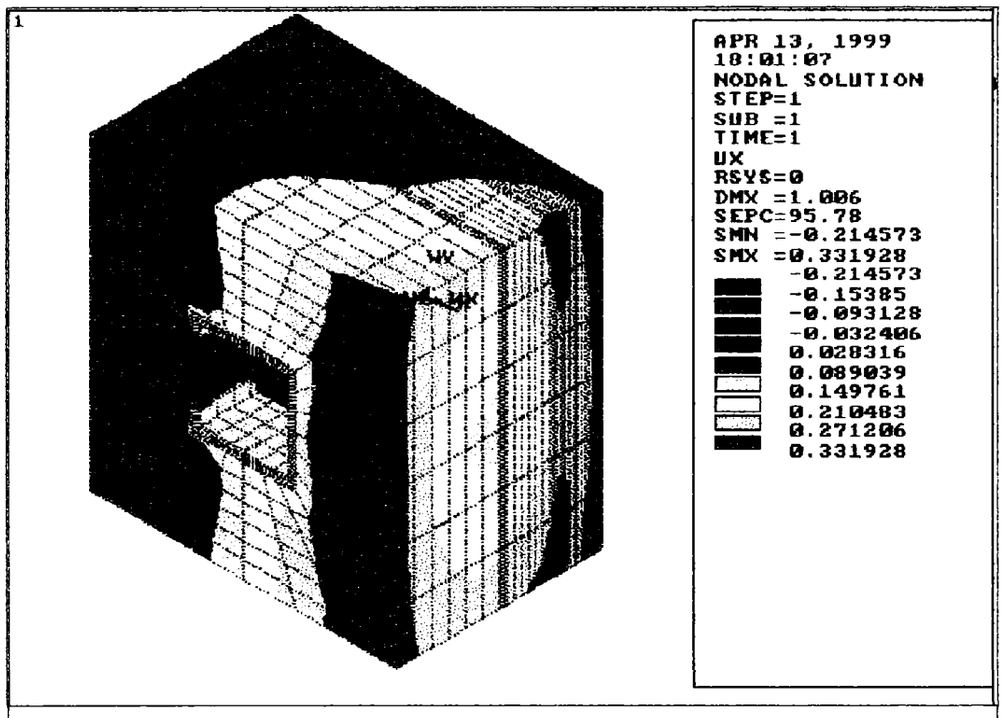


Figure 13 – u_x Structura nedeformata

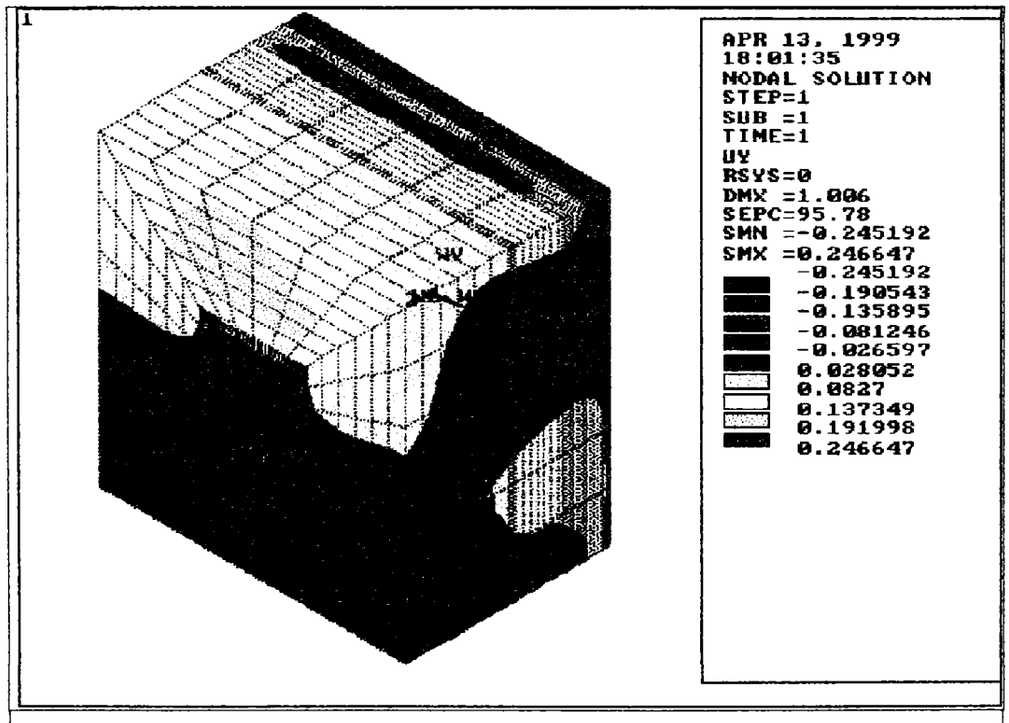


Figure 14– u_y Structura nedeformată

BUPT

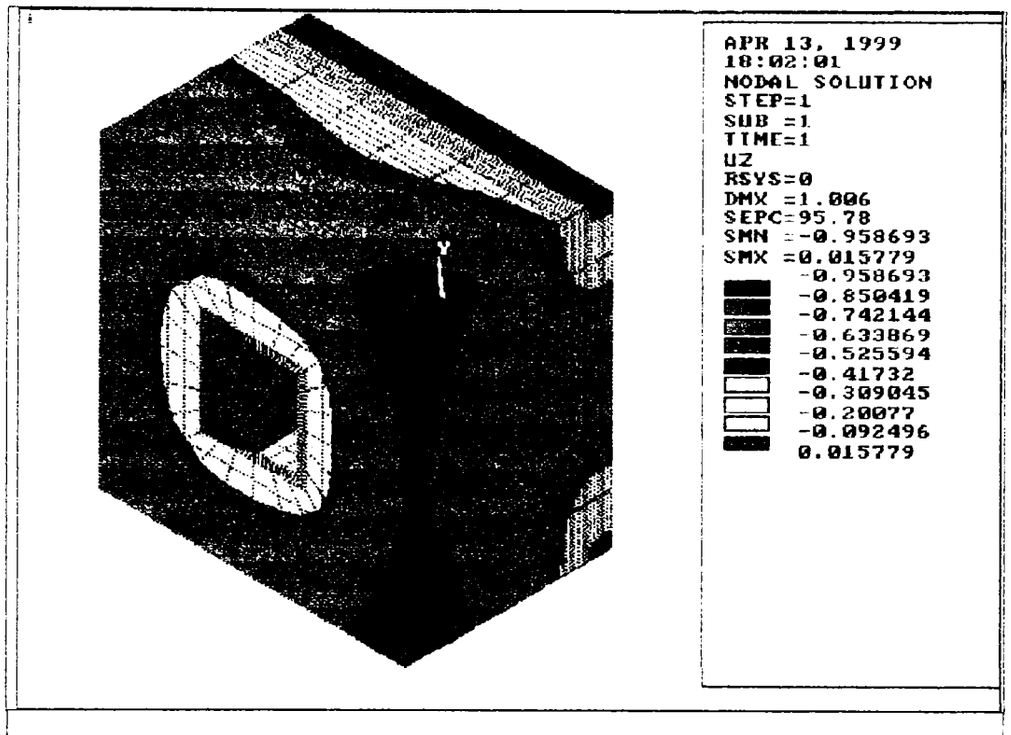


Figure 15– u_z Structura nedeformată

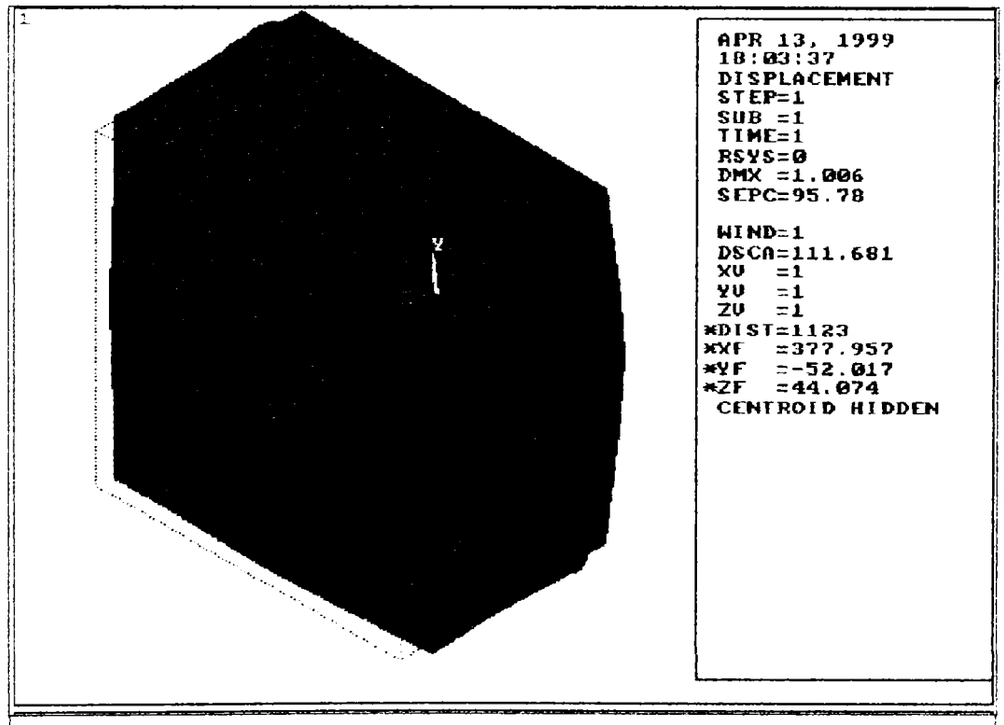


Figure 16– u_z Structura nedeformată

BUPT

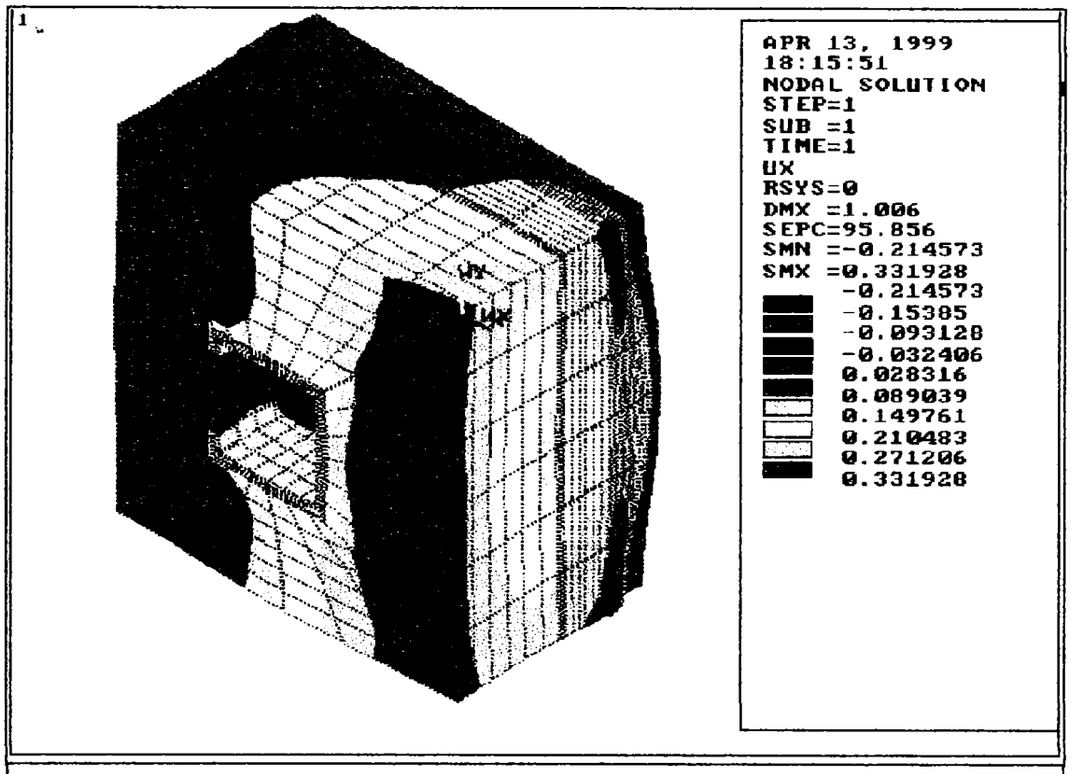


Figure 17– u_x Structura nedeformată

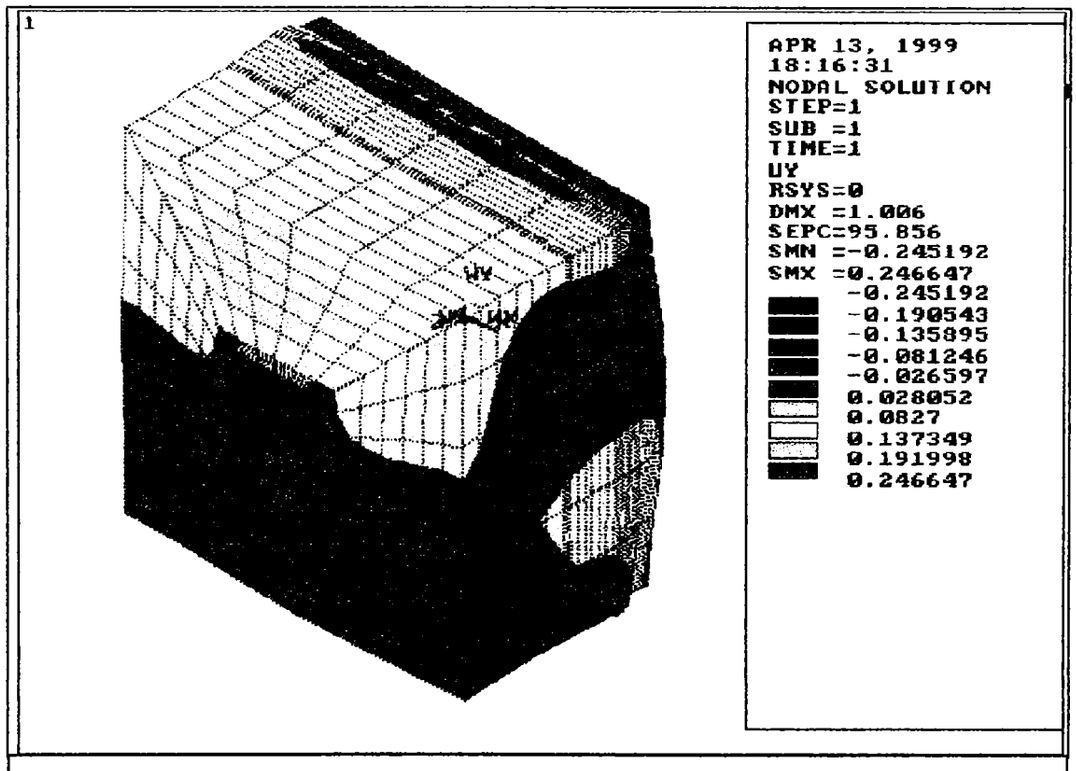


Figure 18– u_y Structura nedeformată

BUPT

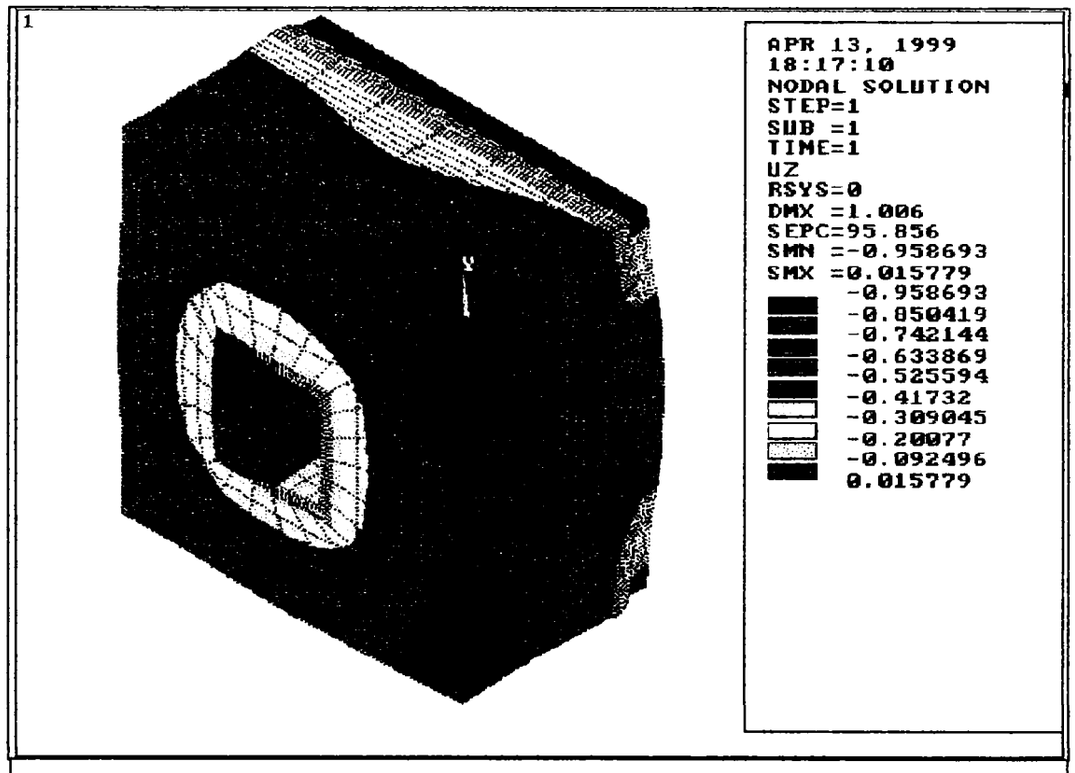


Figure 19– u_z Structura nedeformată

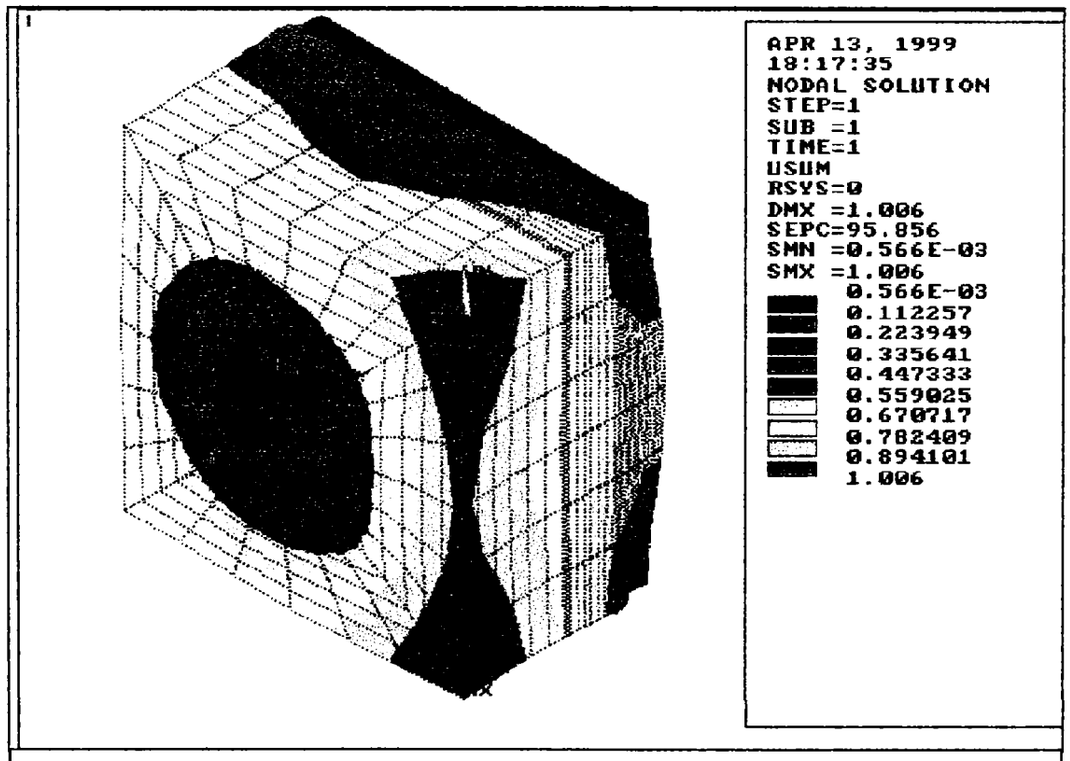


Figure 20– u_{SUM} Structura nedeformată

BUPT

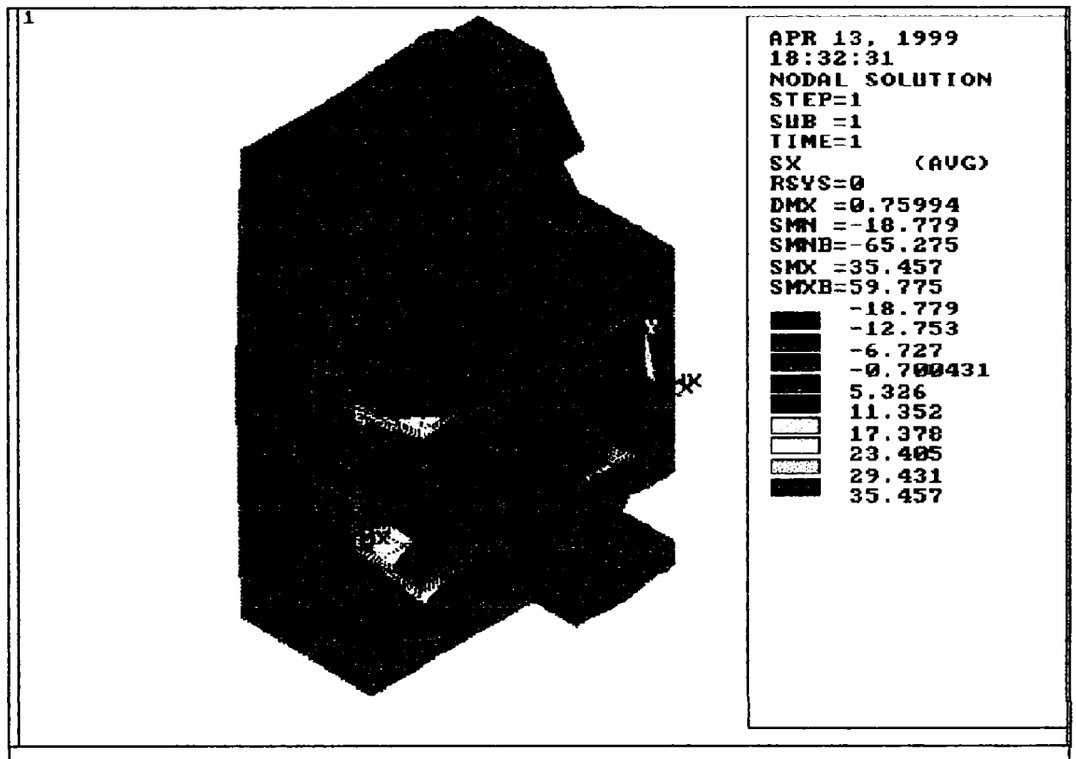


Figure 21 - σ_x Jumătate de structură

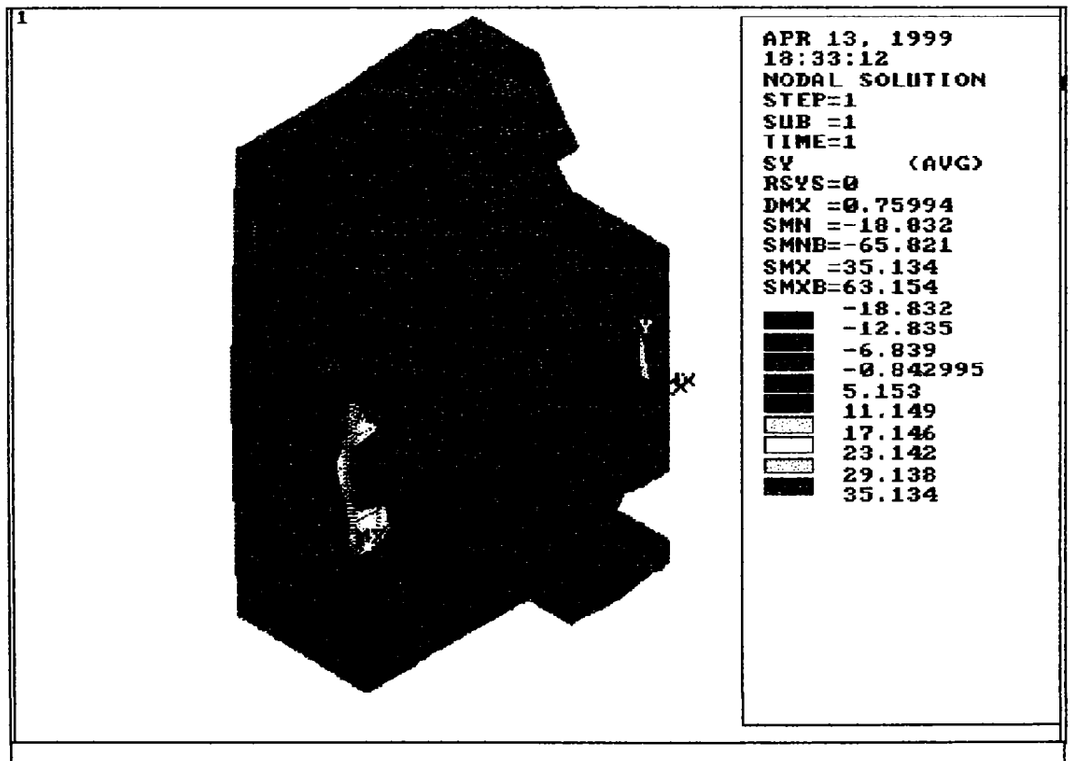


Figure 22- σ_y Jumătate de structură

BUPT

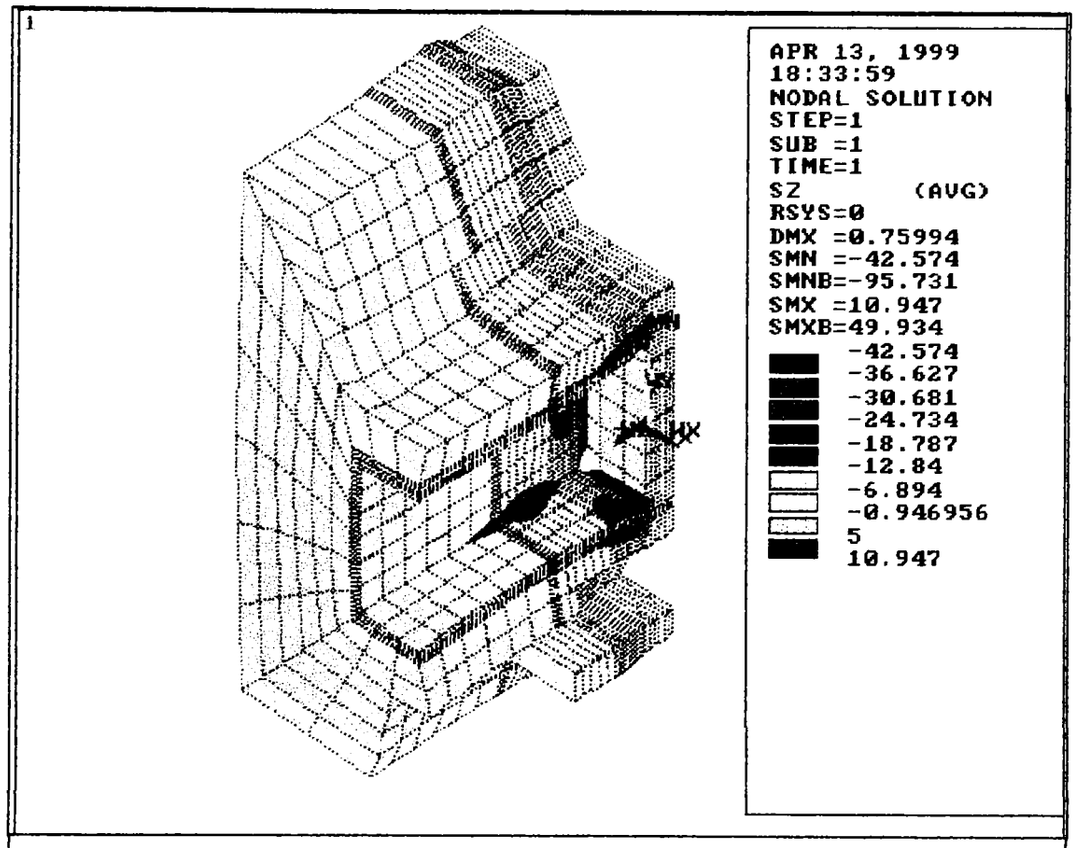


Figure 23- σ_z Jumătate de structură

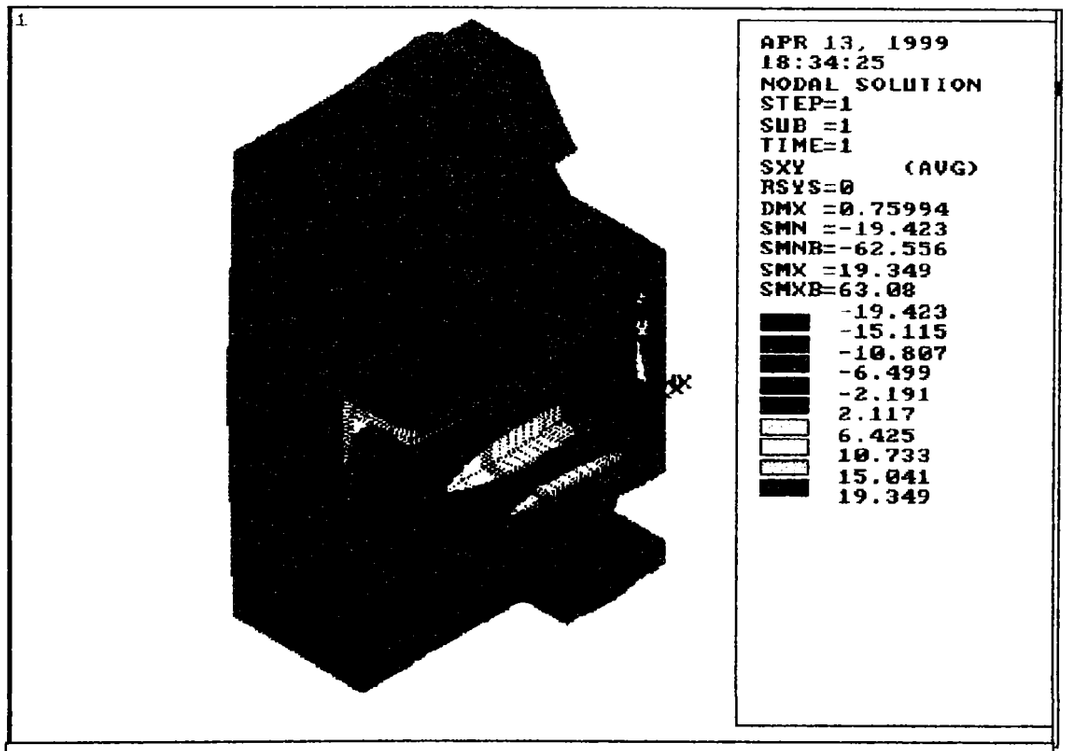


Figure 24- σ_{xy} Jumătate de structură

BUPT

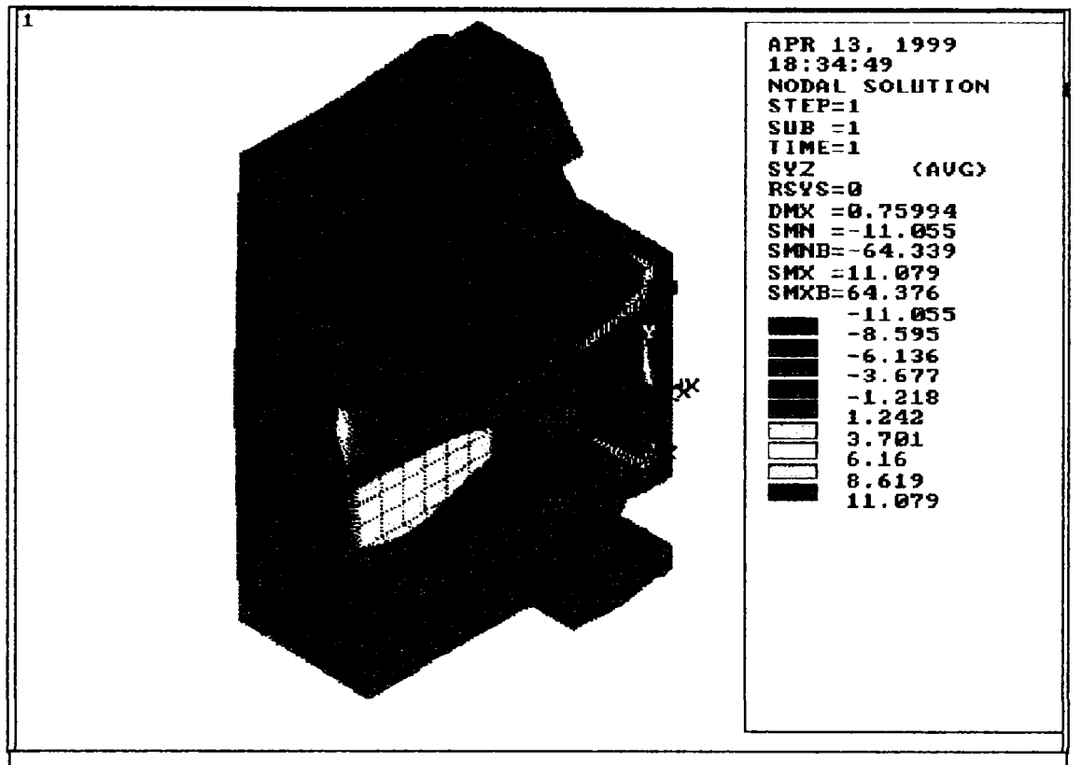


Figure 25- σ_{yz} Jumătate de structură

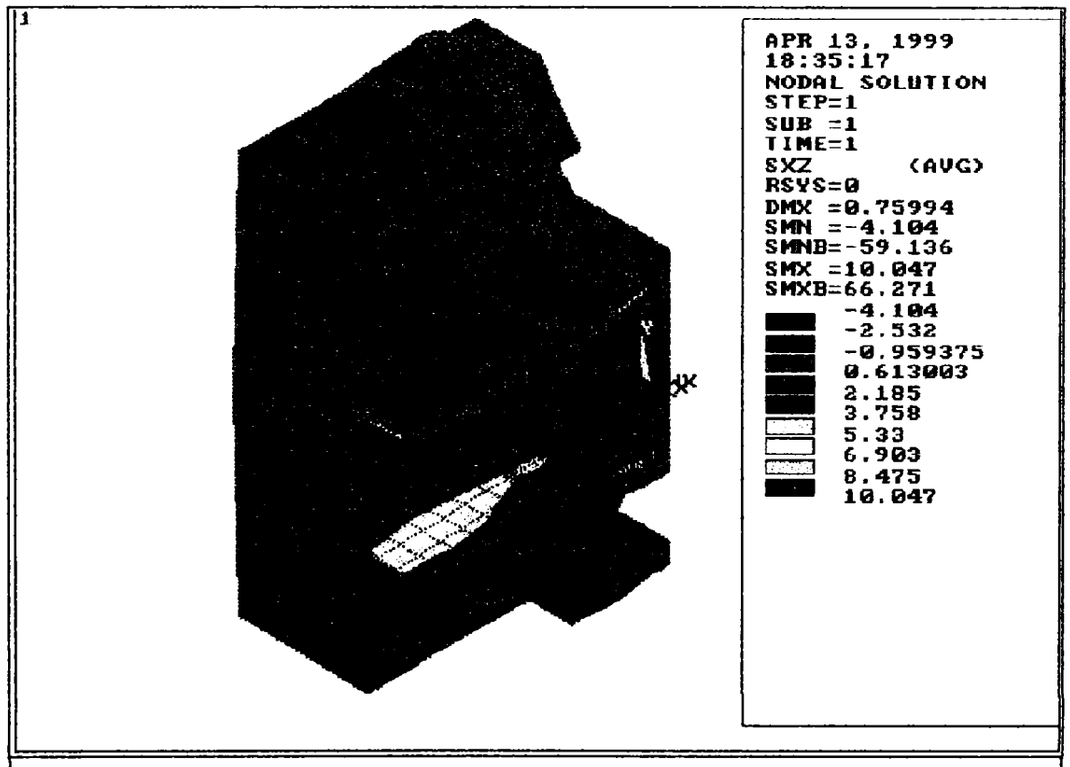


Figure 26- σ_{xz} Jumătate de structură

BUPT

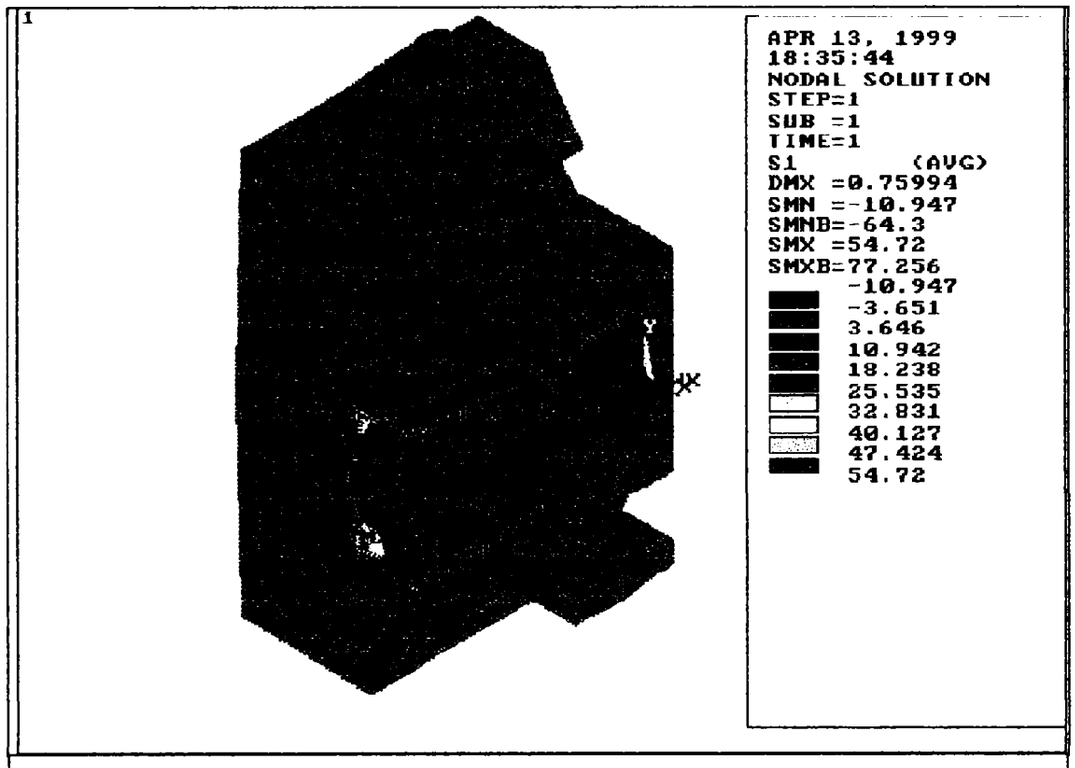


Figure 27- σ_1 Jumătate de structură

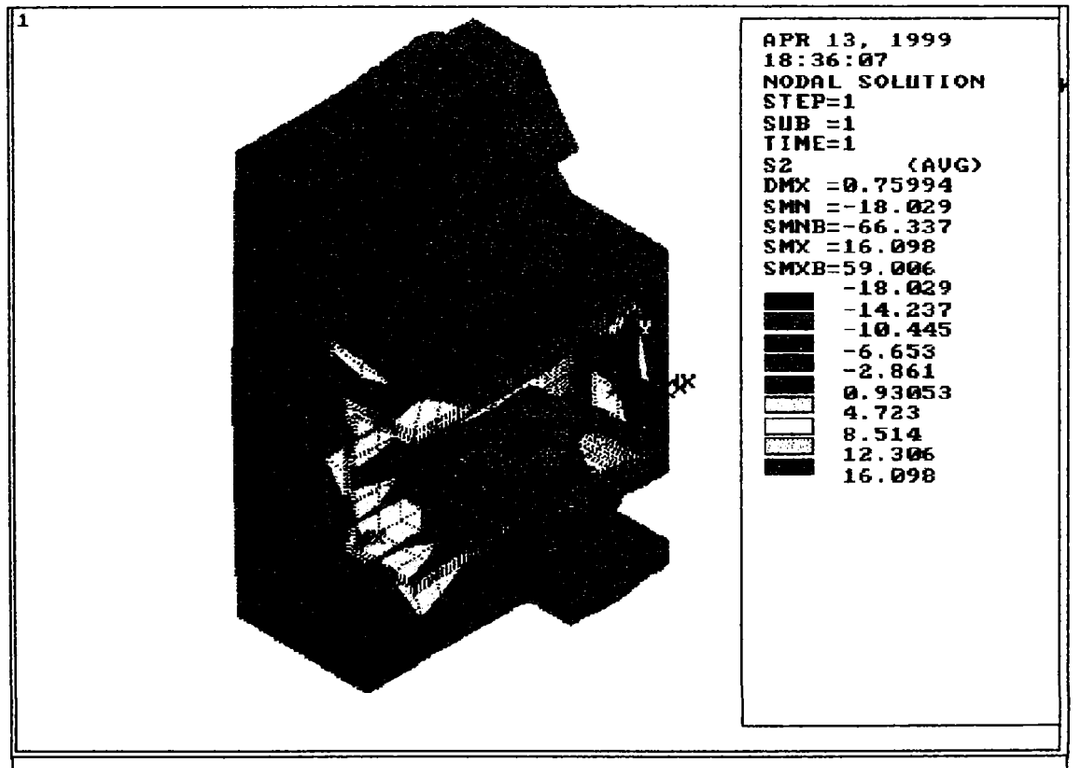


Figure 28- σ_2 Jumătate de structură

BUPT

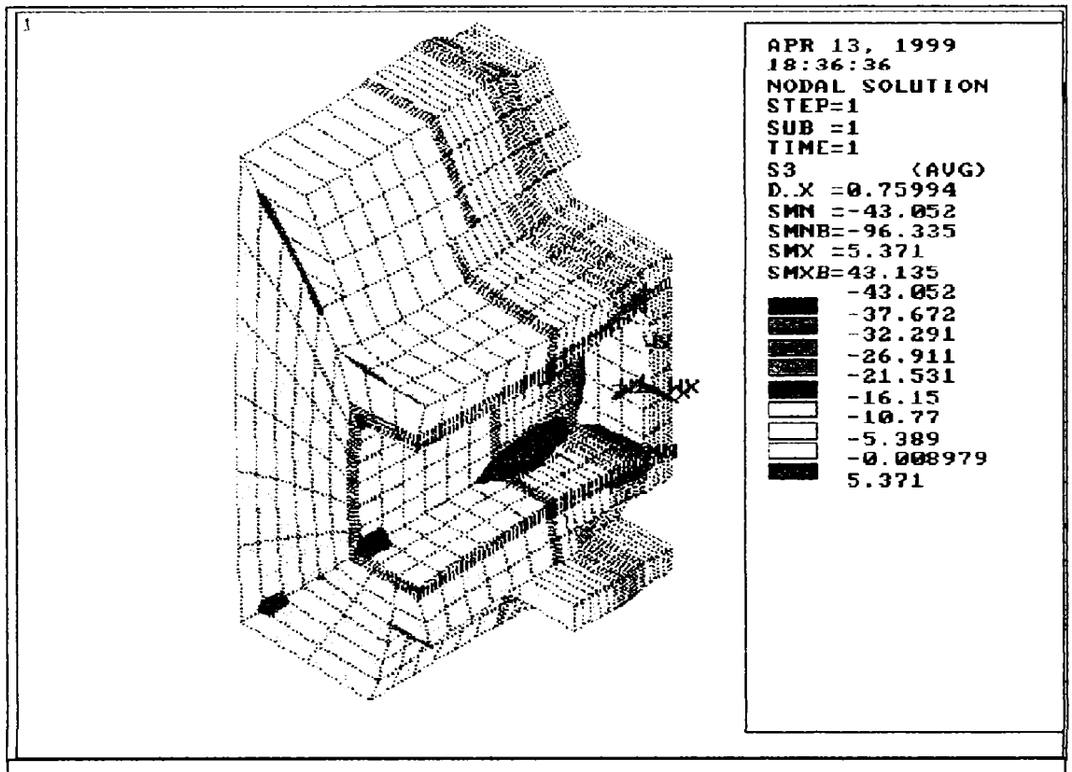


Figure 29- σ_3 Jumătate de structură

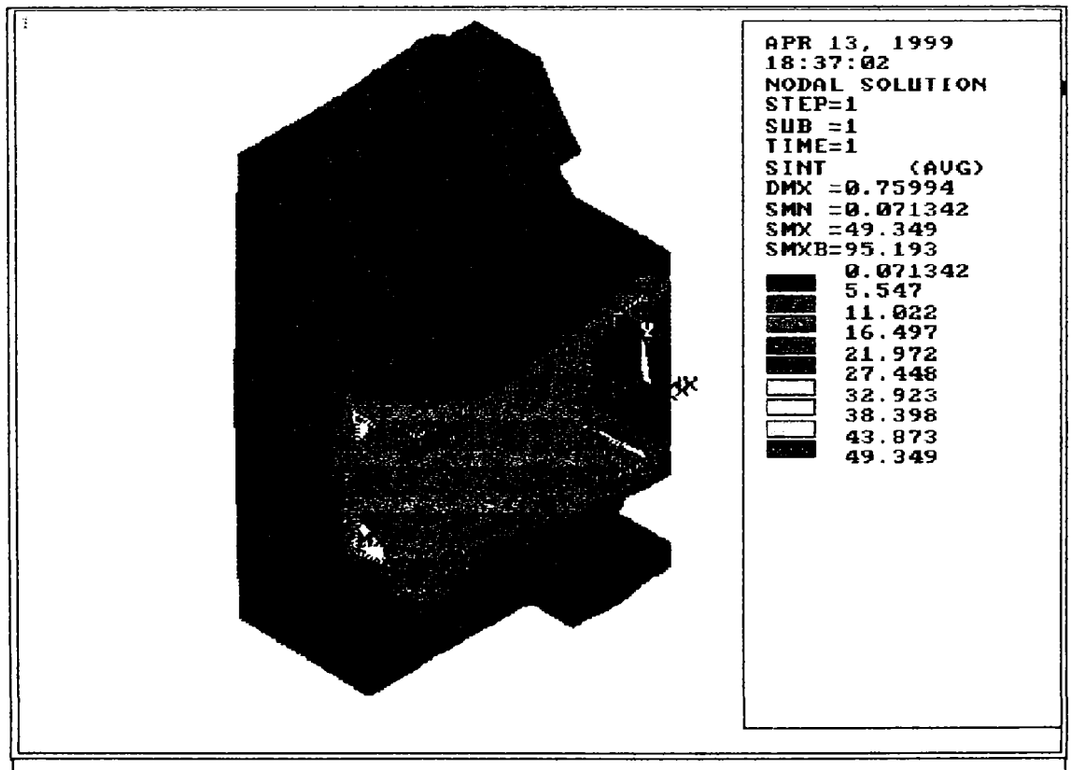


Figure 30- σ_{int} Jumătate de structură

BUPT

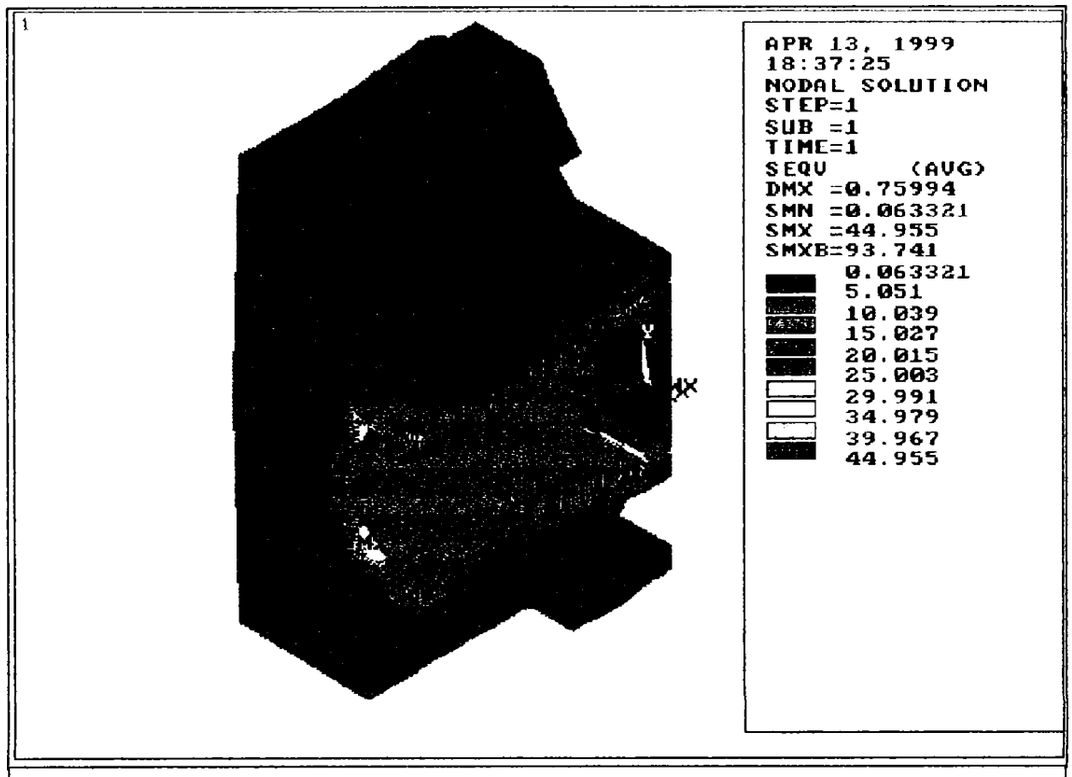


Figure 31- σ_{egv} Vom Mises Jumătate de structură

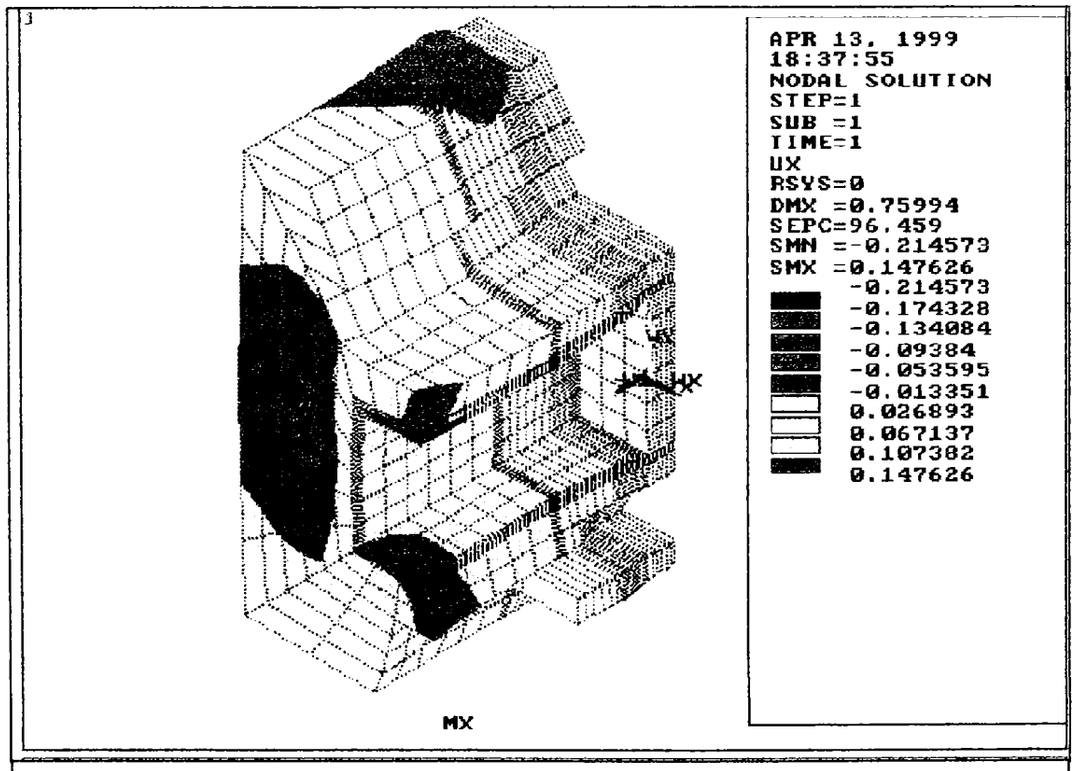


Figure 32 – u_x Jumătate de structură

BUPT

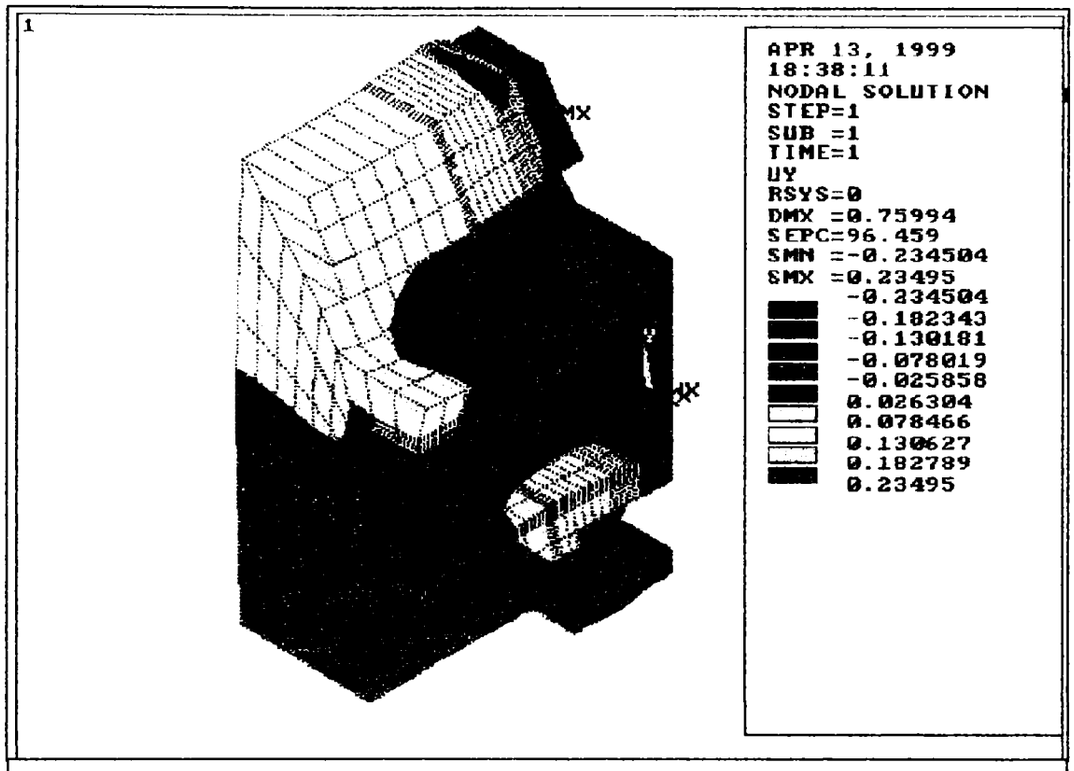


Figure 33– u_y Jumătate de structură

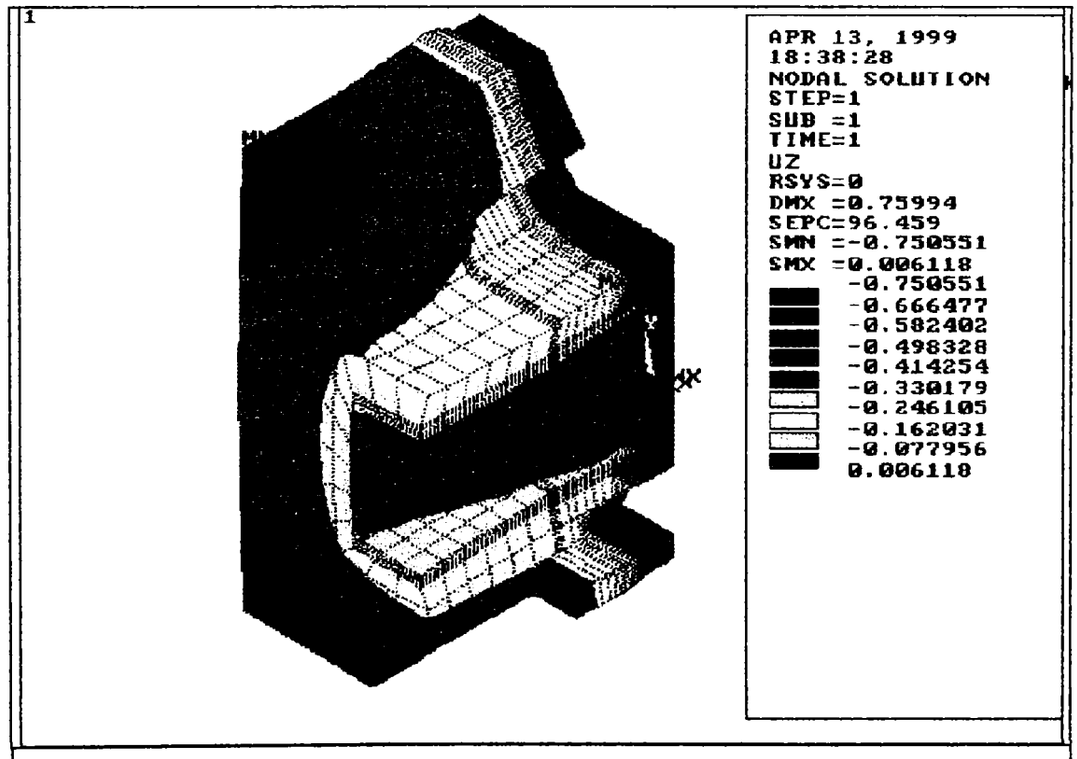


Figure 34– u_z Jumătate de structură

BUPT

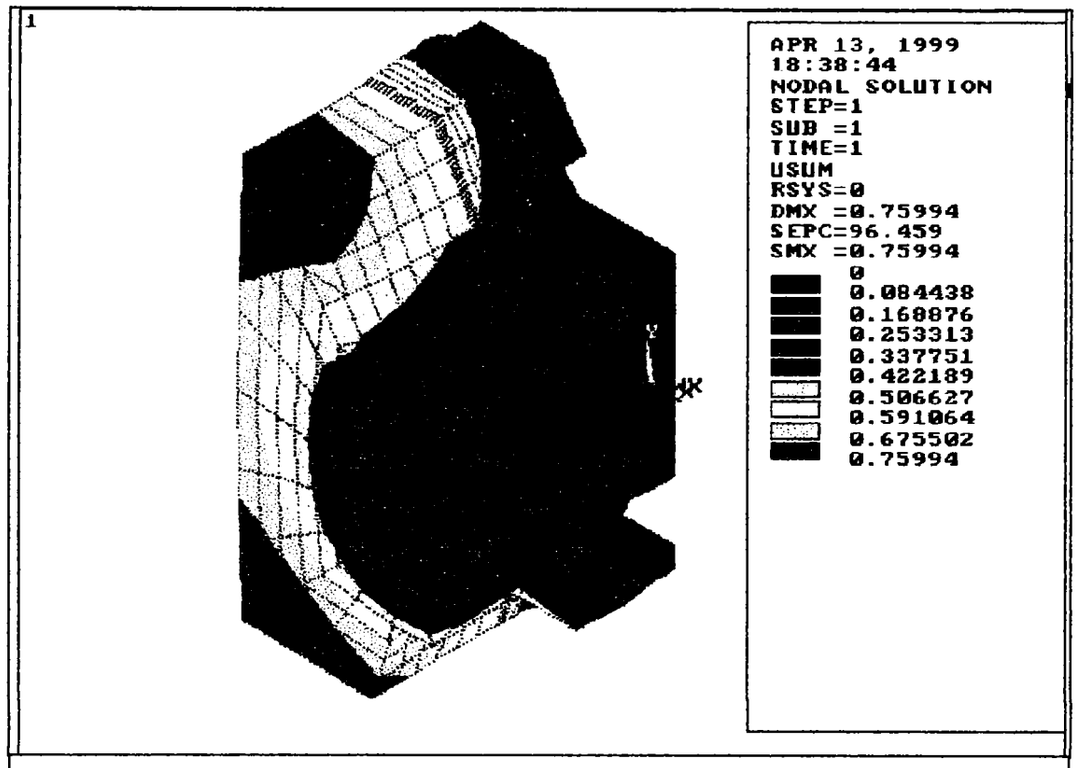


Figure 35– u_{SUM} Jumătate de structură

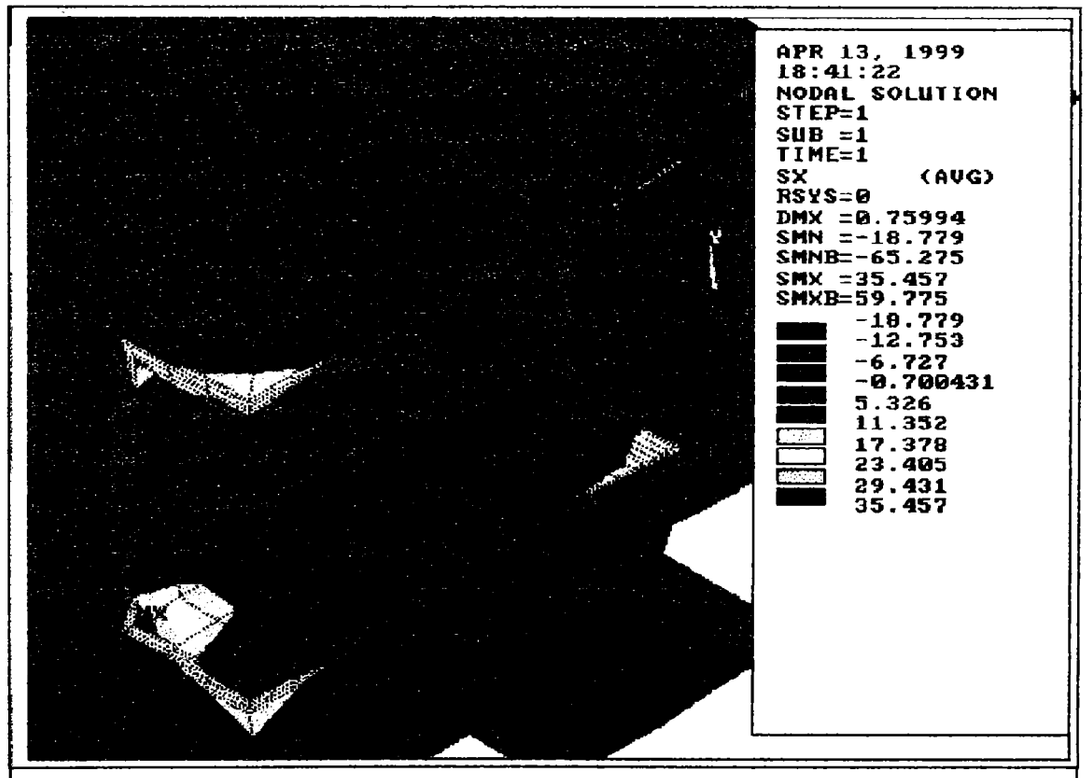


Figure 36 - σ_x Detaliu zona cheson

BUPT

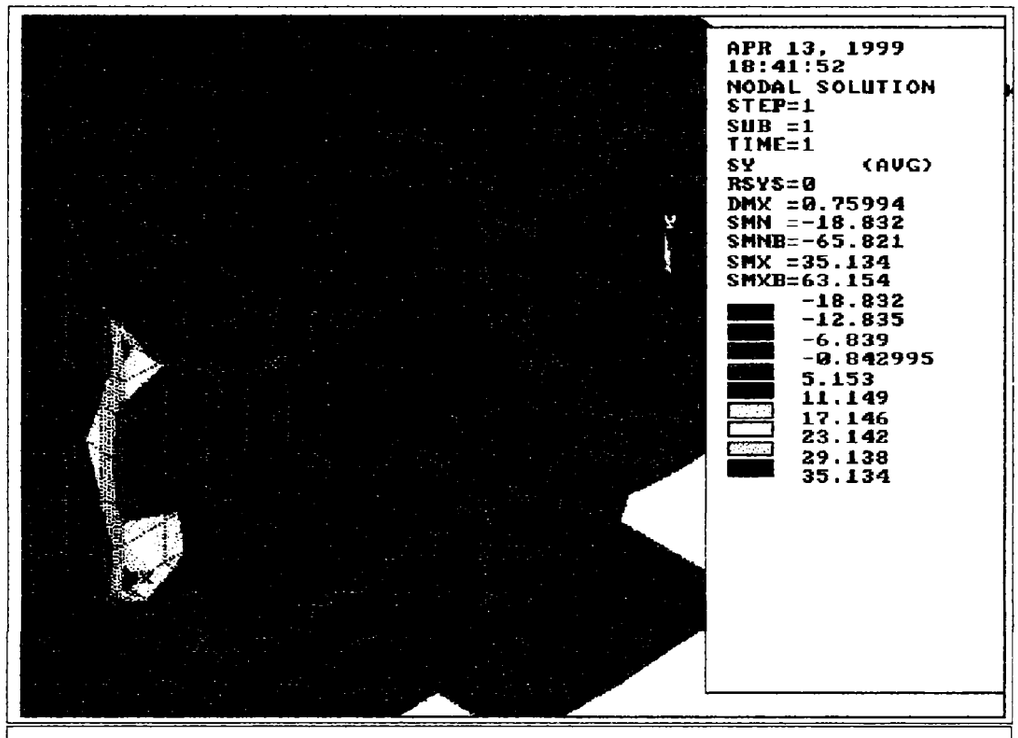


Figure 37– σ_y Detaliu zona cheson

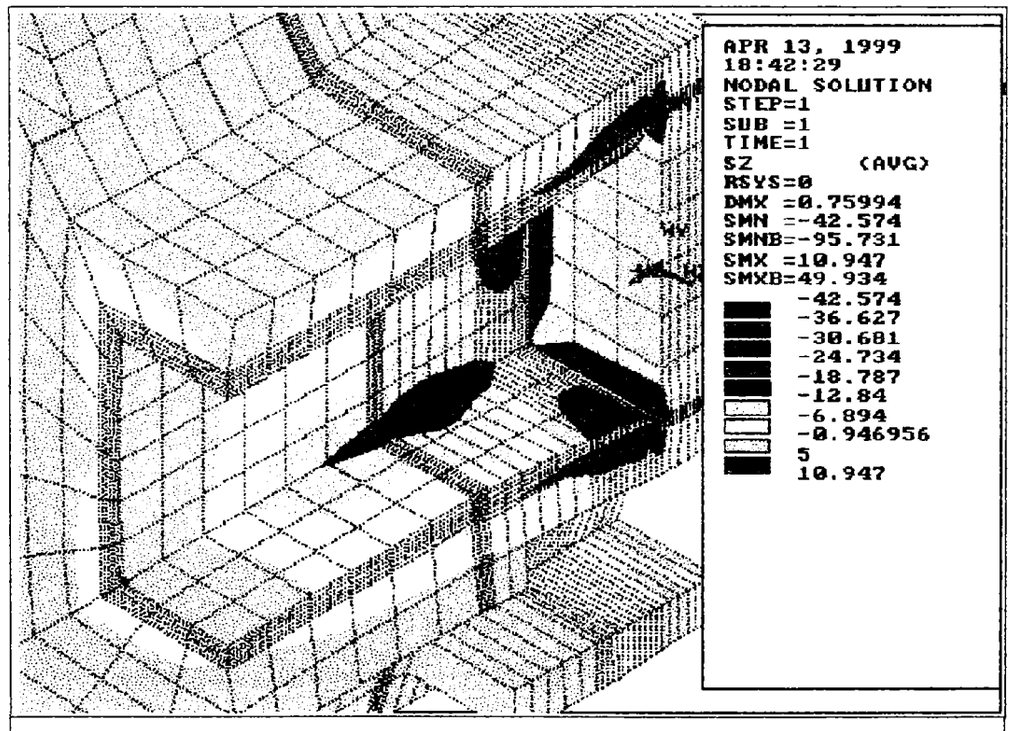


Figure 38– σ_z Detaliu zona cheson

BUPT

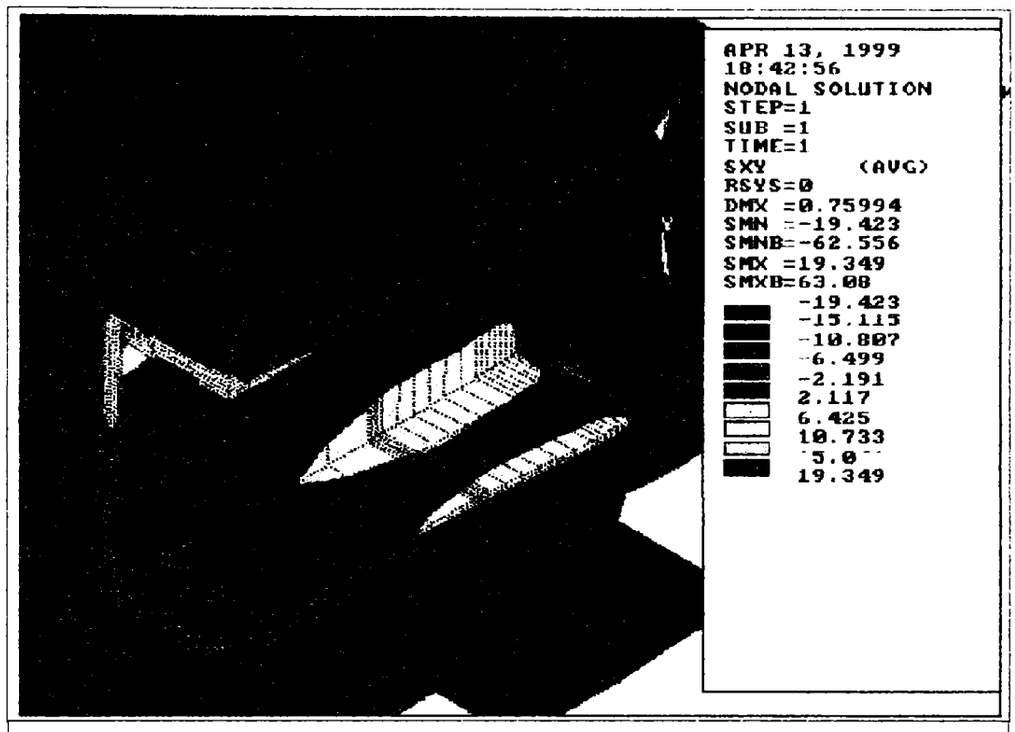


Figure 39– σ_{xy} Detaliu zona cheson

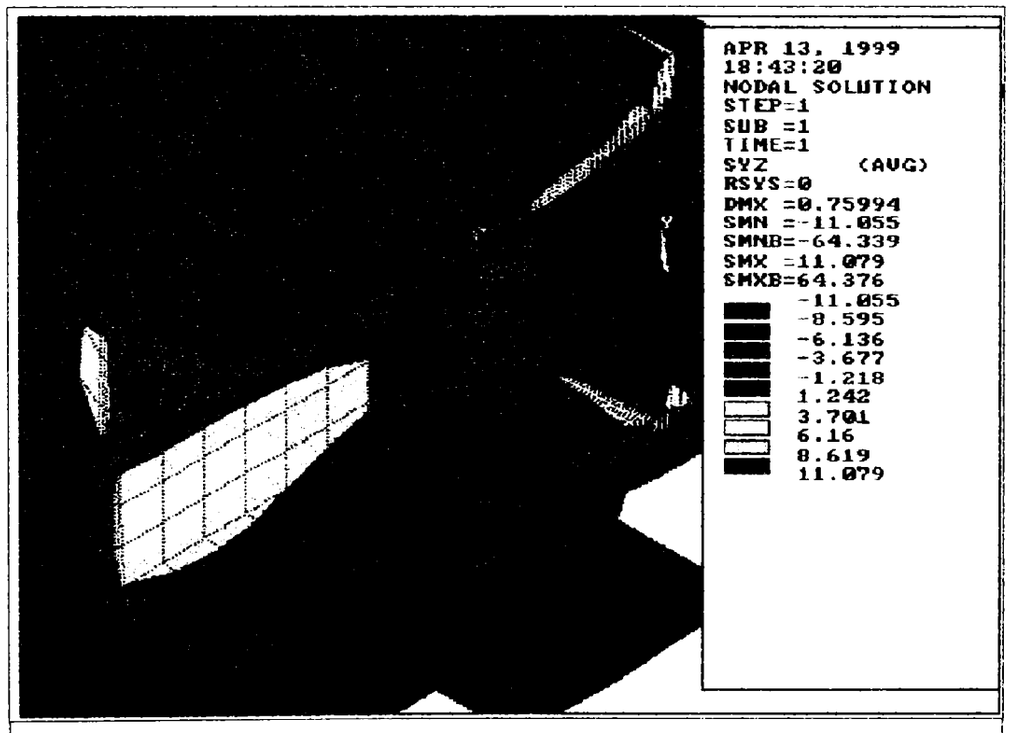


Figure 40– σ_{yz} Detaliu zona cheson

BUPT

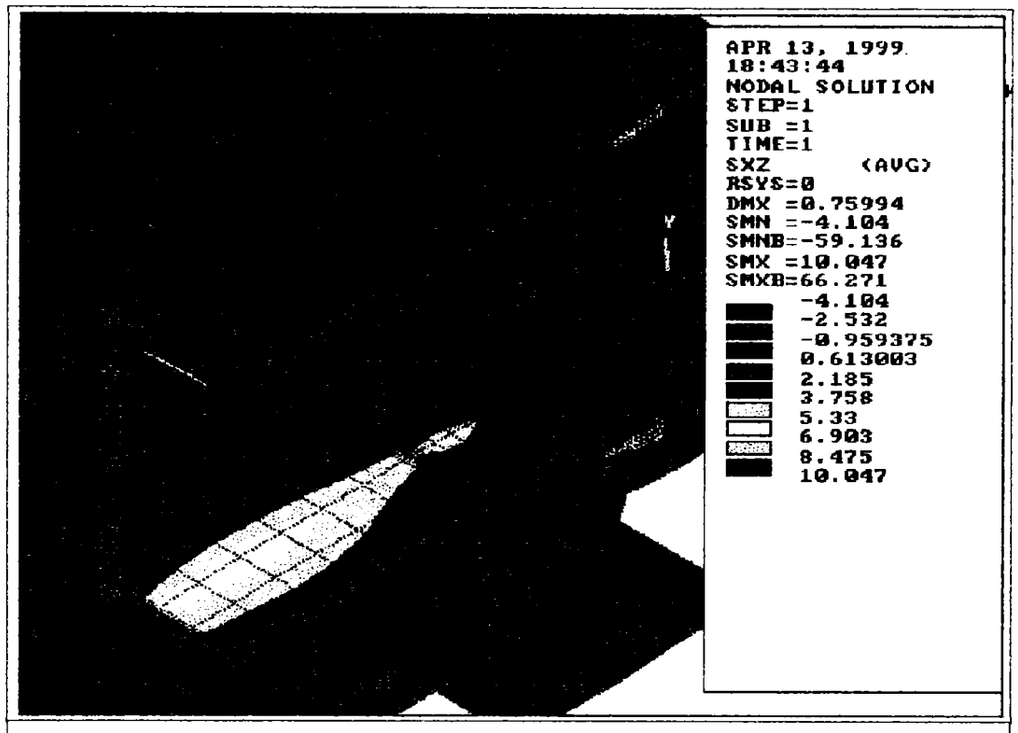


Figure 41– σ_{xz} Detaliu zona cheson

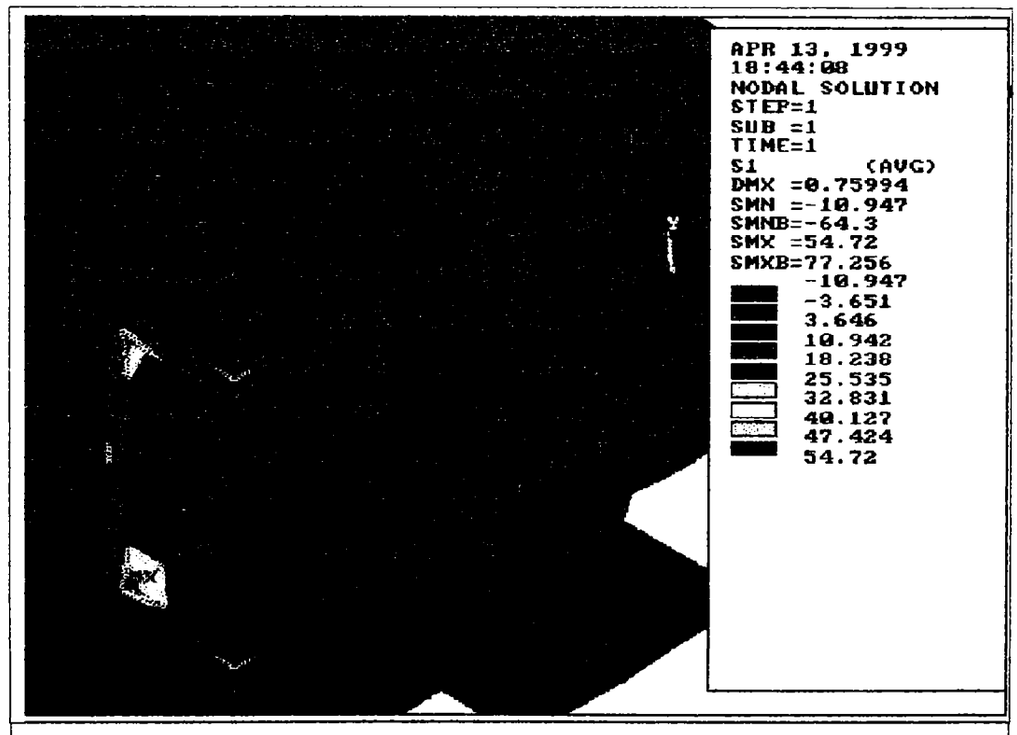


Figure 42– σ_1 Detaliu zona cheson

BUPT

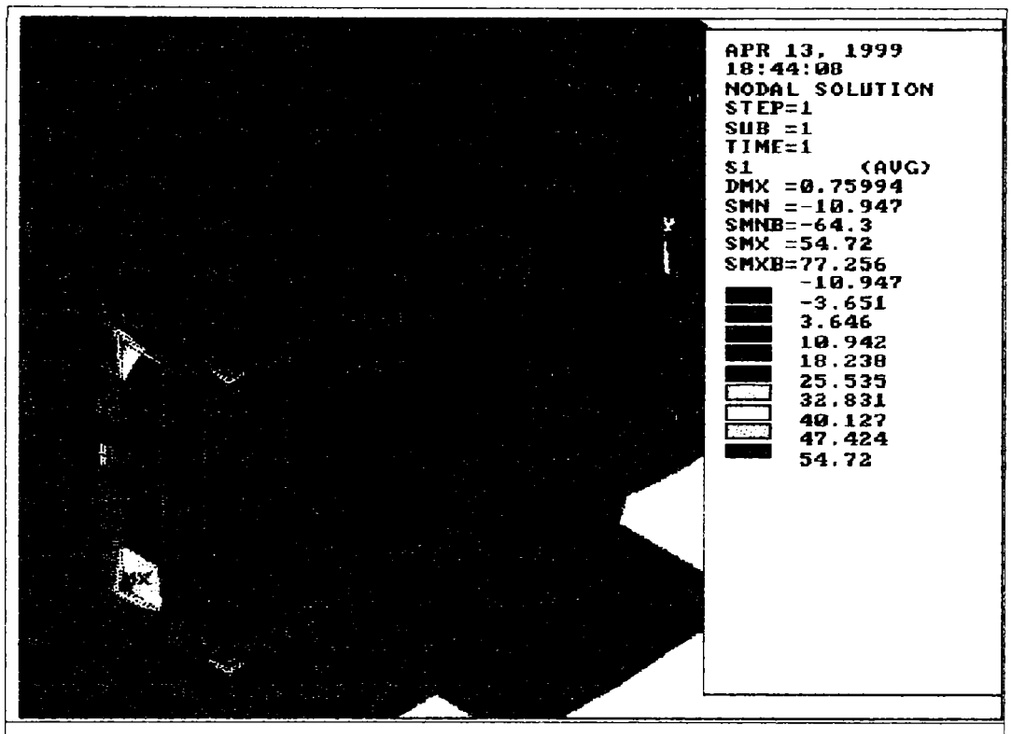


Figure 43– σ_1 Detaliu zona cheson

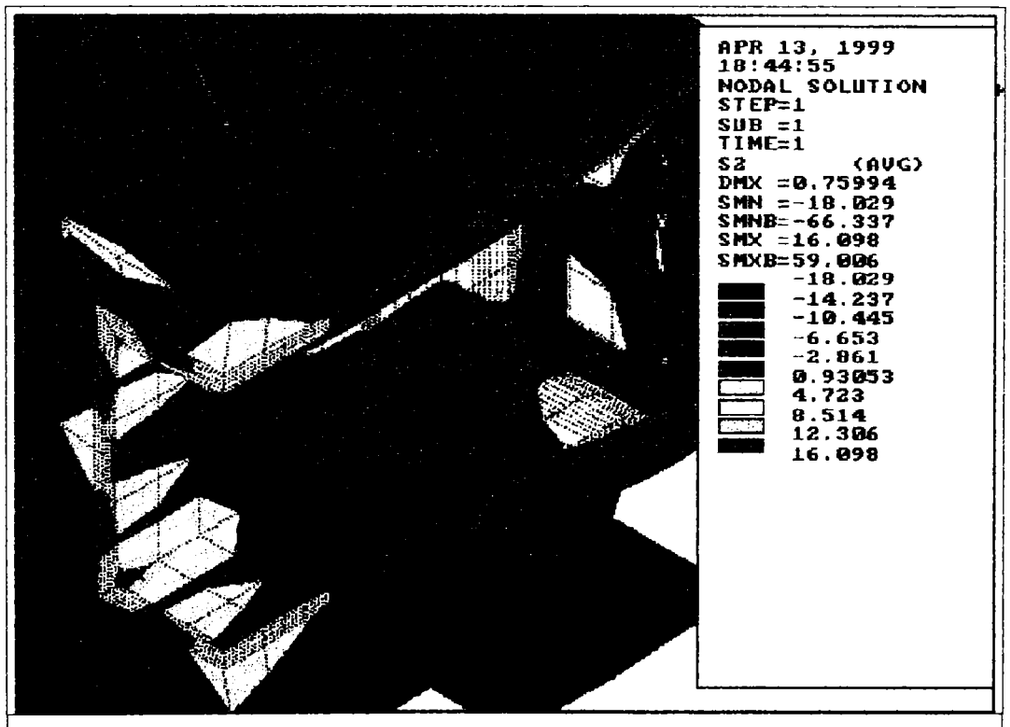


Figure 44– σ_2 Detaliu zona cheson

BUPT

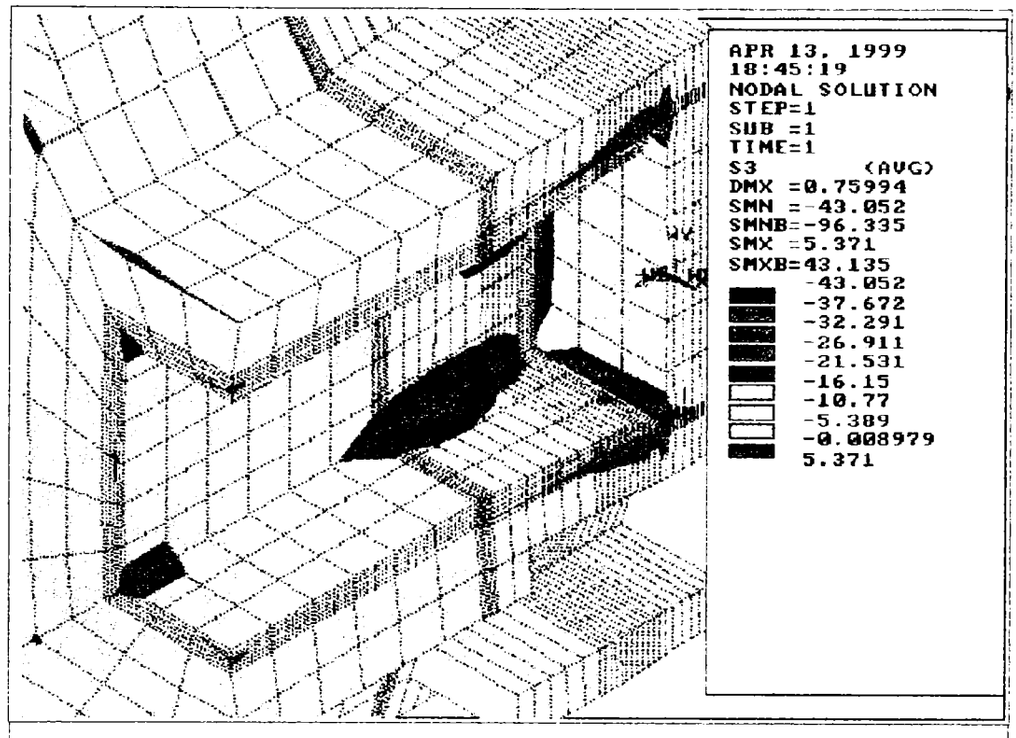


Figure 45– σ_3 Detaliu zona cheson

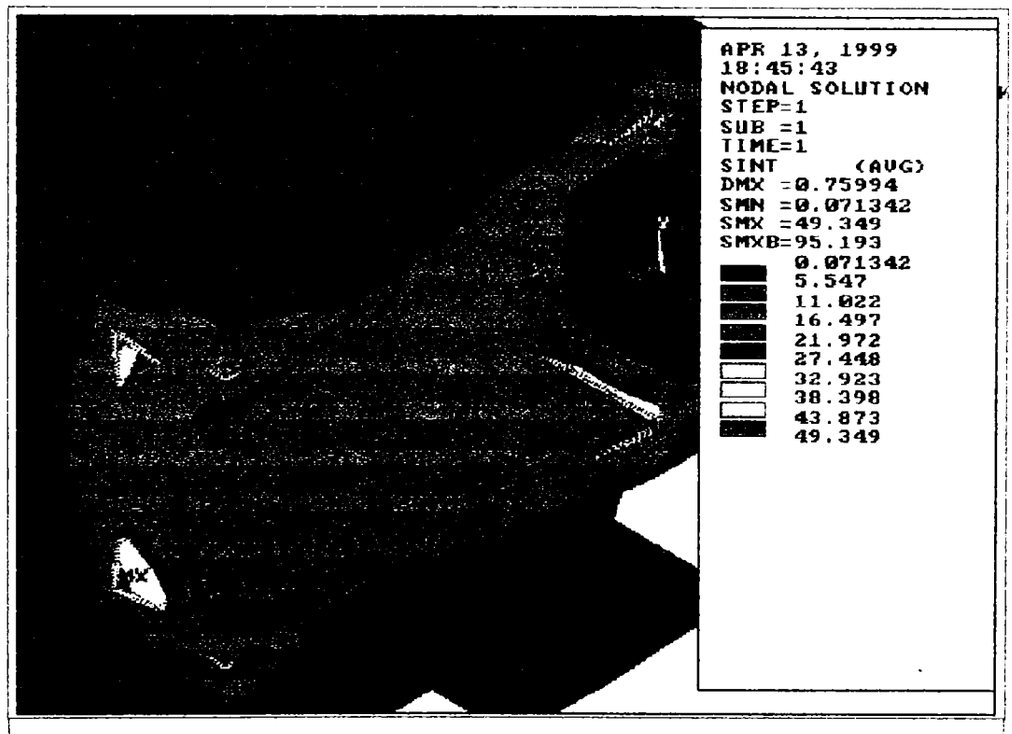


Figure 46– $\sigma_{int.}$ Detaliu zona cheson

BUPT

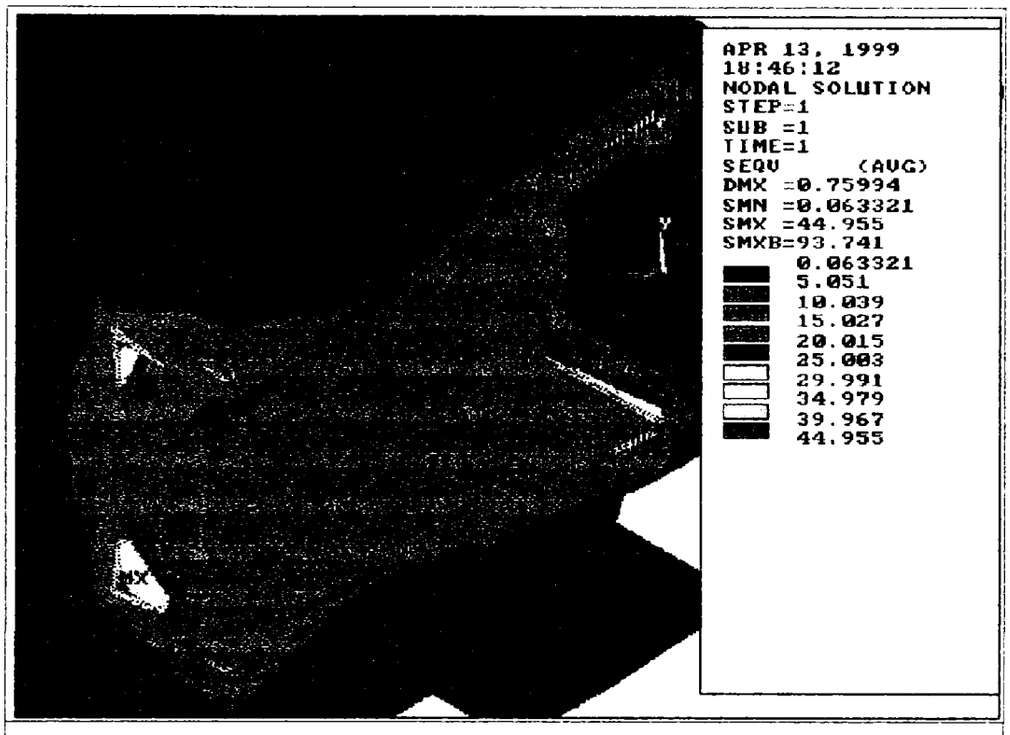


Figure 47– σ_{egv} Von Mises

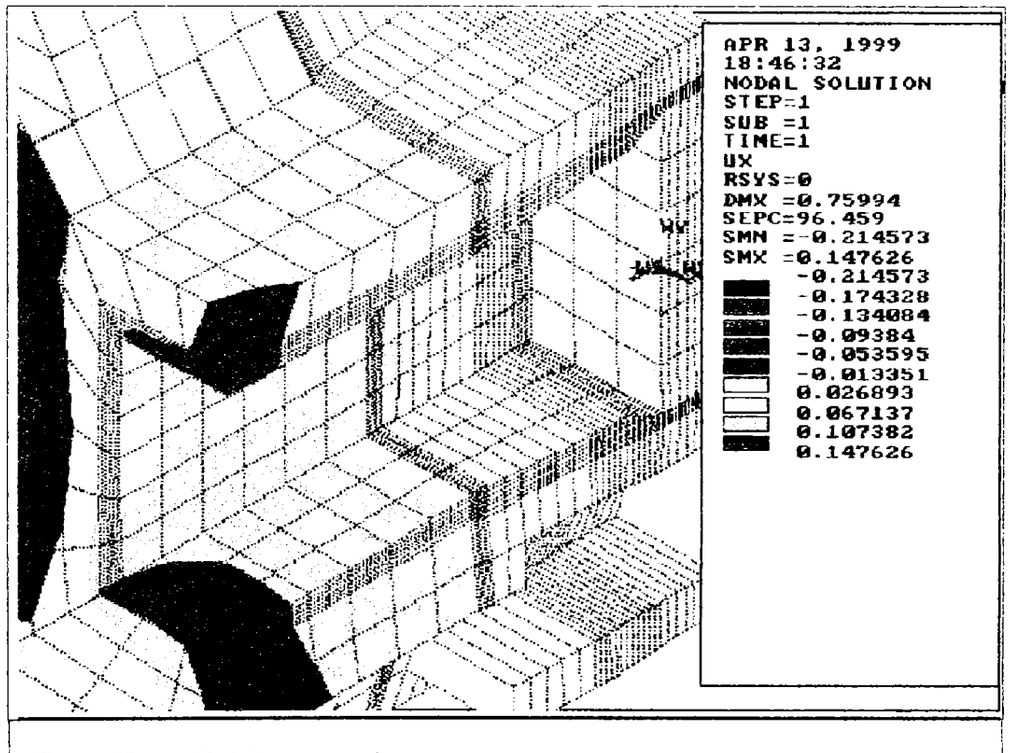


Figure 48 – u_x Detaliere zona cheson

BUPT

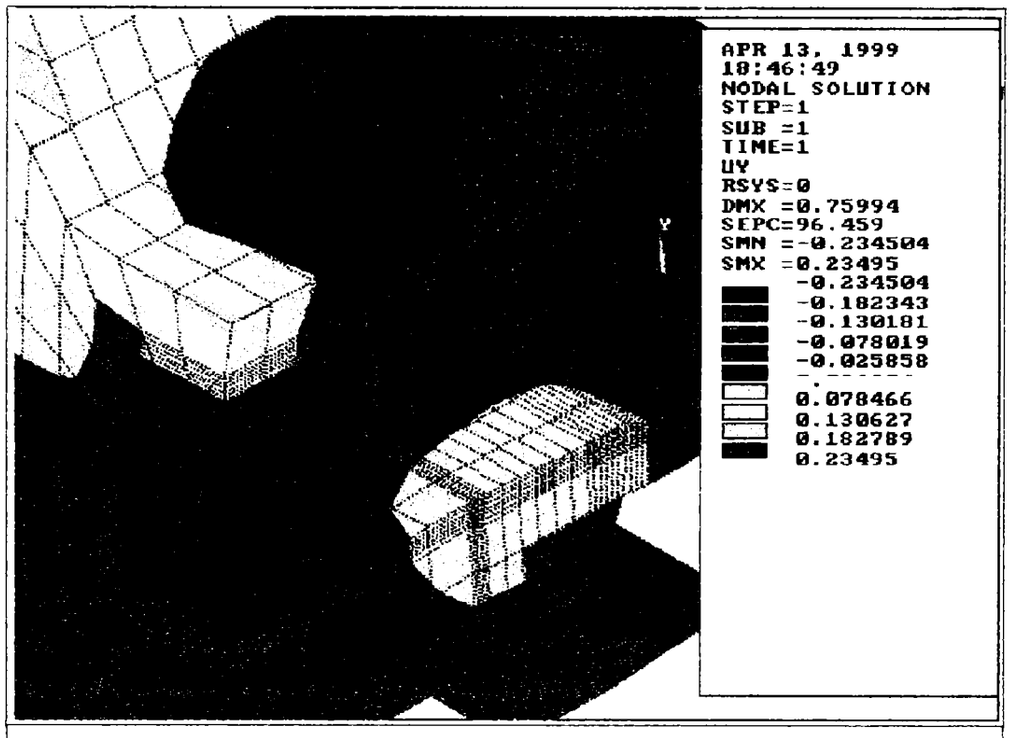


Figure 49– u_y Detaliere zona cheson

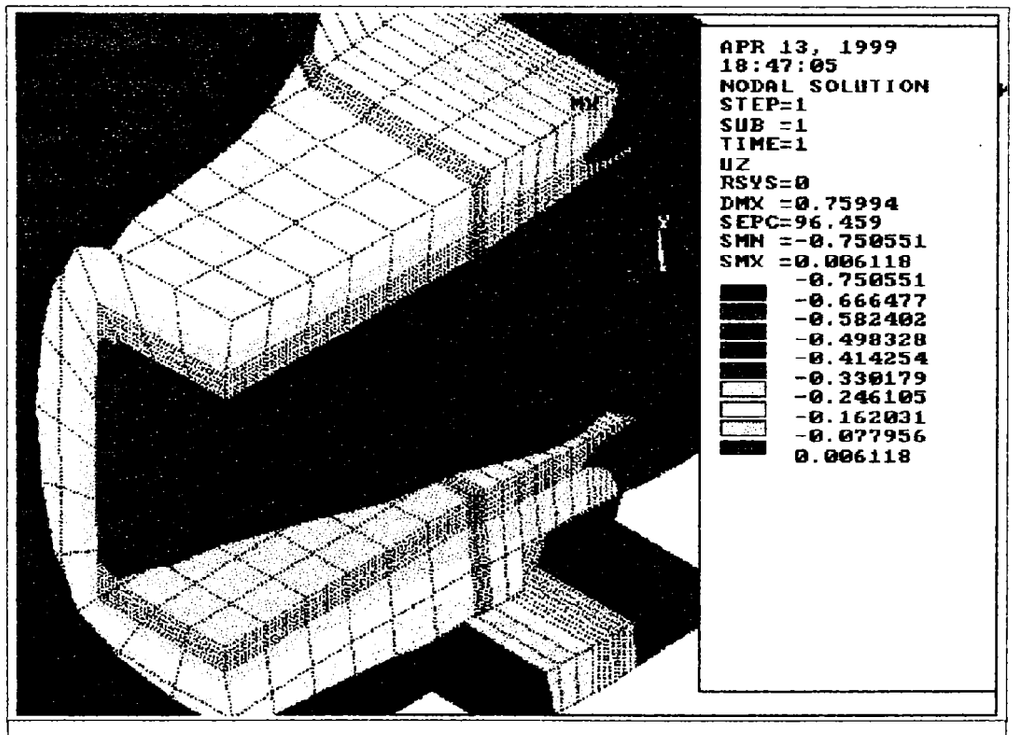


Figure 50– u_z Detaliere zona cheson

BUPT

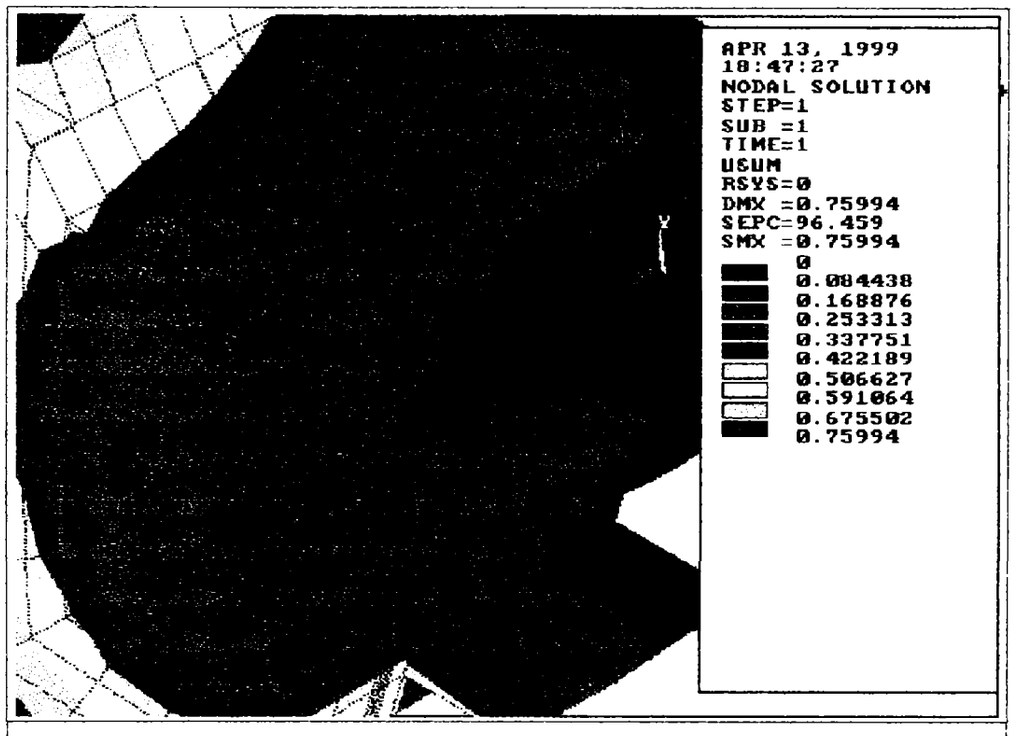


Figure 51– u_{SUM} Detaliere zona cheson

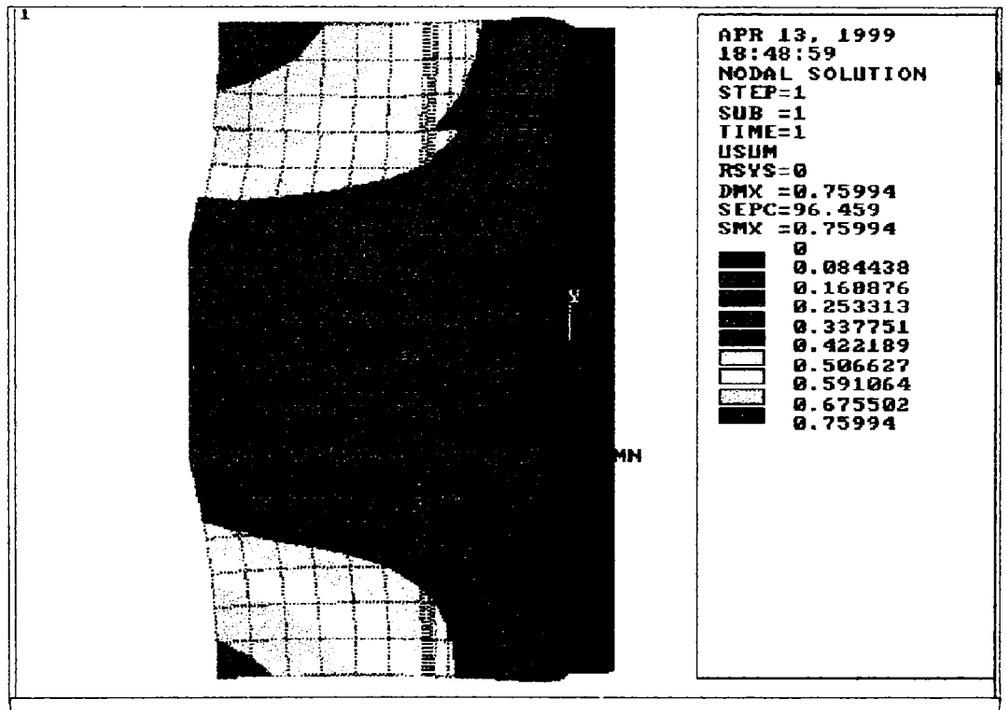


Figure 52– u_{SUM} Vedere laterală cheson

BUPT

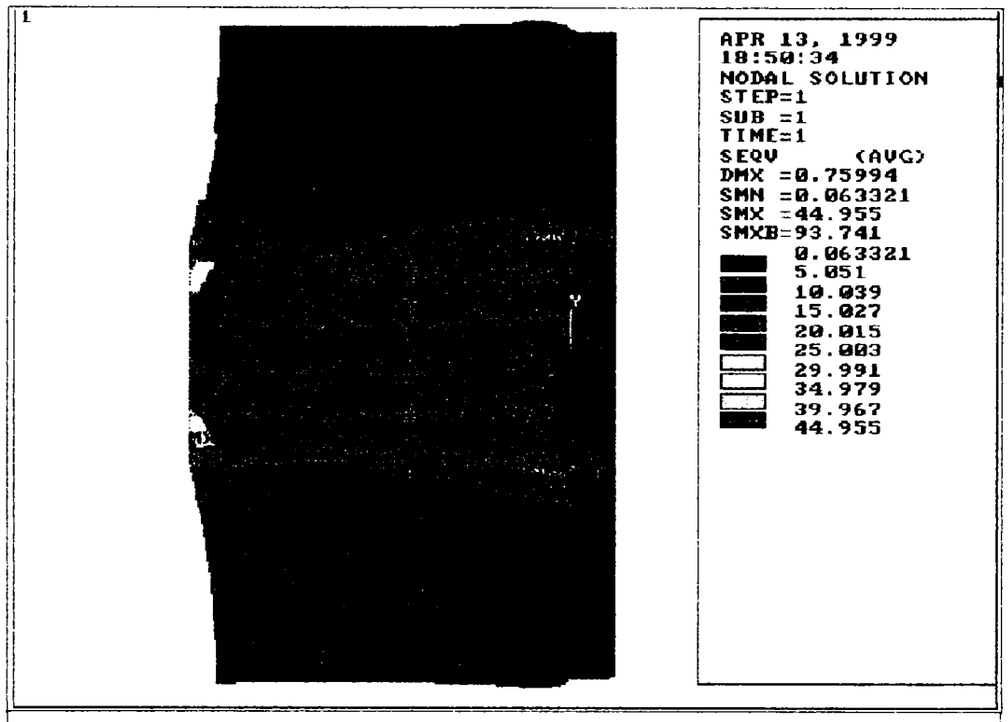


Figure 53 - σ_{eqv} Von Mises – vedere laterală

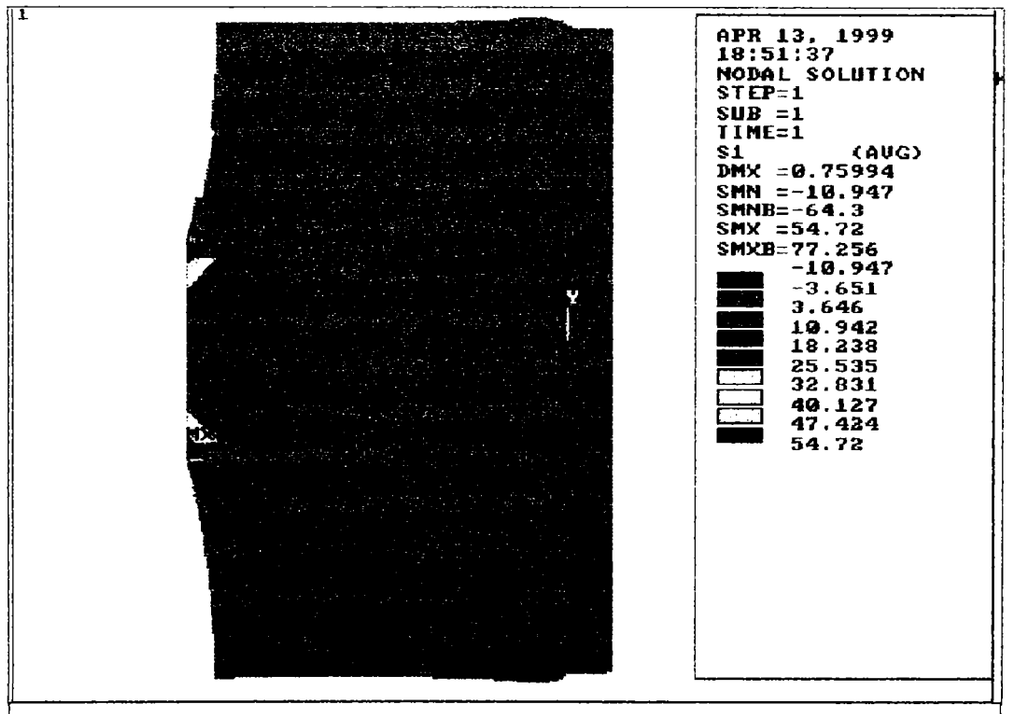


Figure 54 - σ_1 Vedera laterală

BUPT

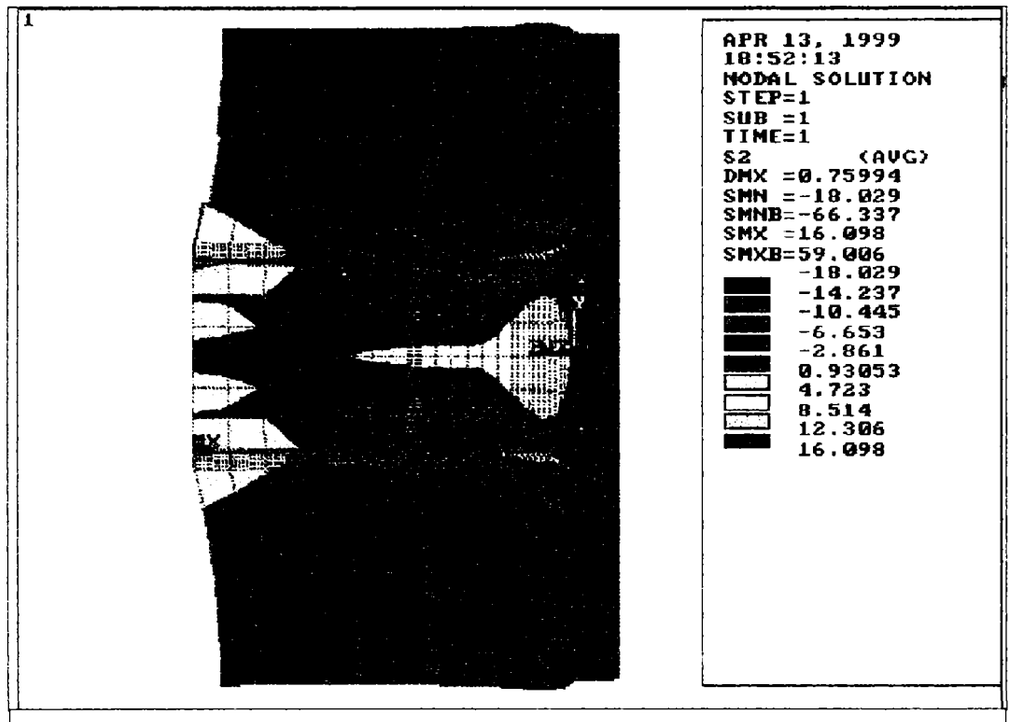


Figure 55- σ_2 Vedera laterală

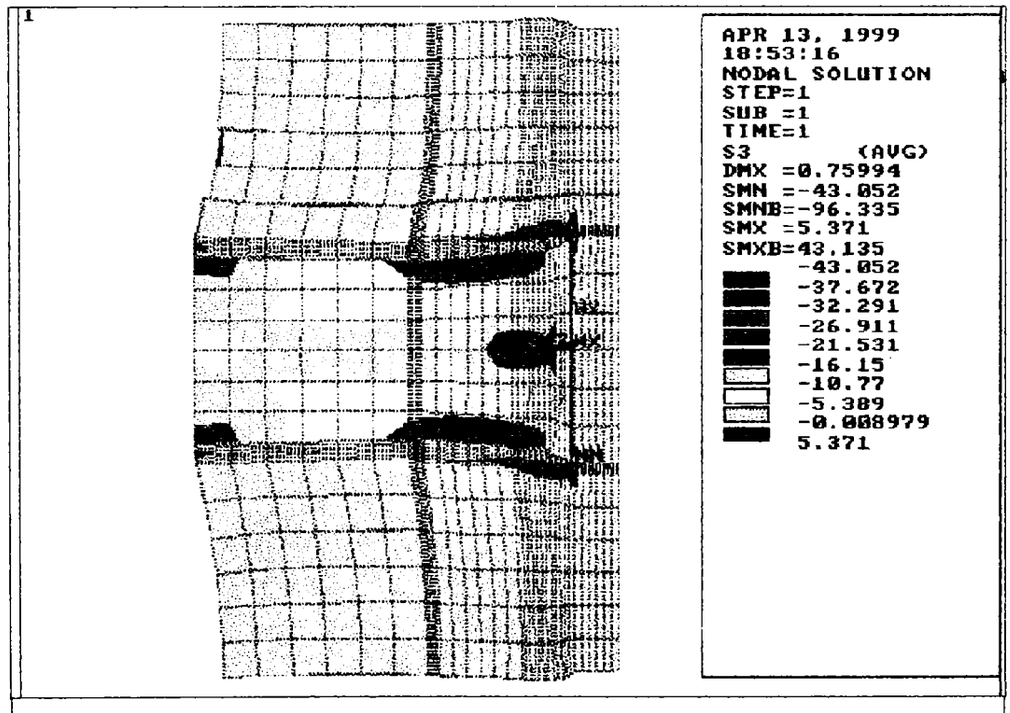


Figure 56- σ_3 Vedera laterală

BUPT

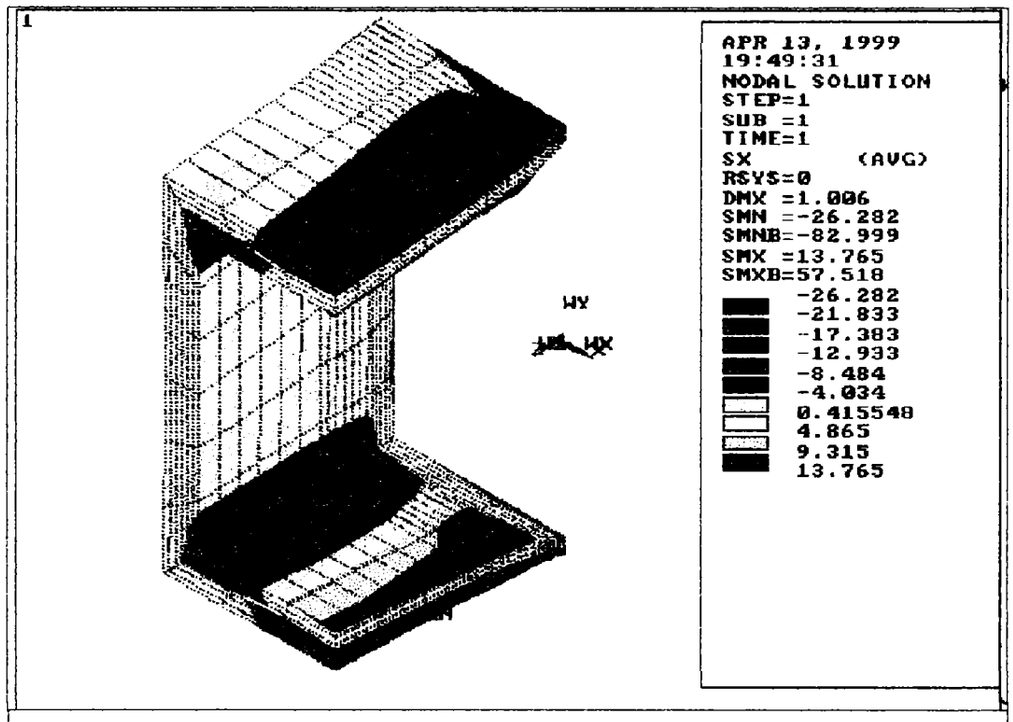


Figure 57- σ_x Detalii zona îngroșată cuțit cheson

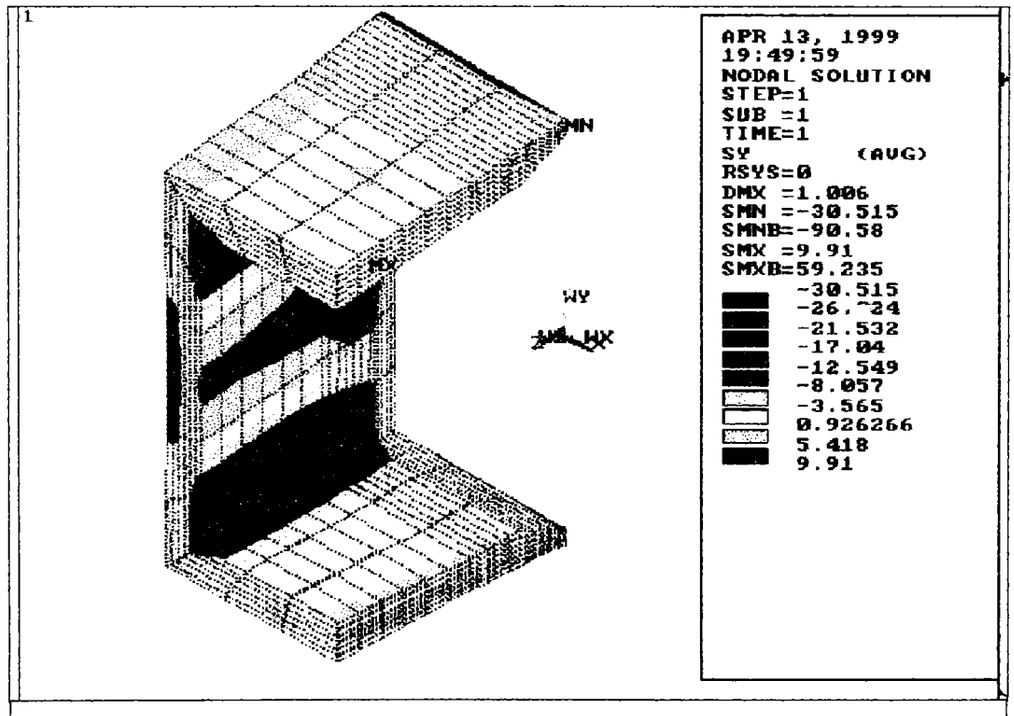


Figure 58- σ_y Detalii zona îngroșată cuțit cheson

BUPT

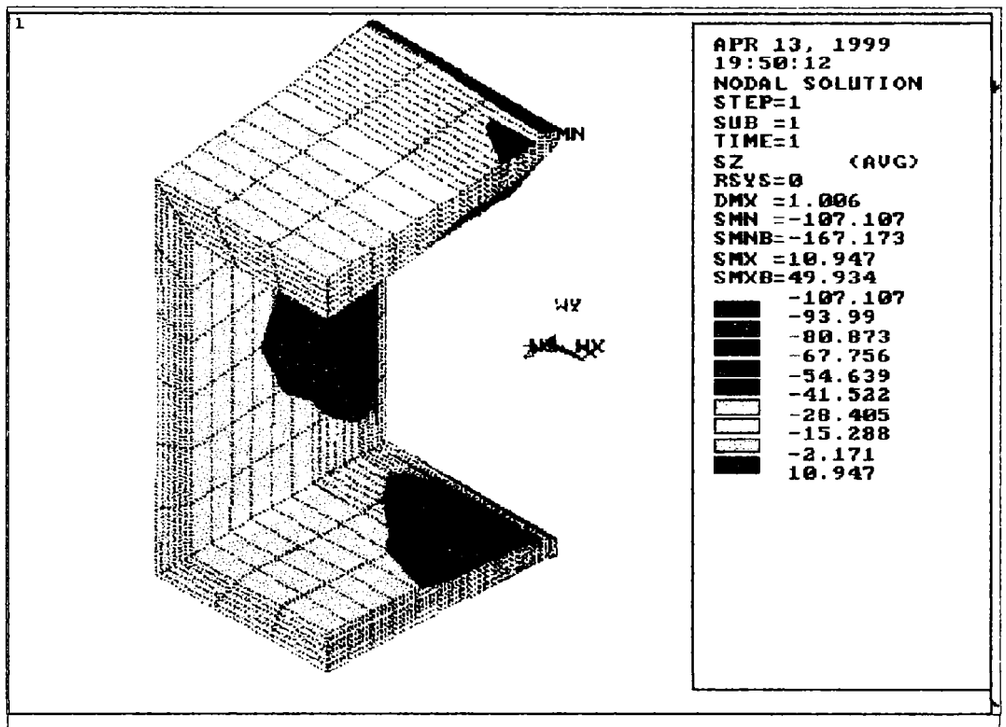


Figure 59- σ_z Detalii zona îngroşată cuţit cheson

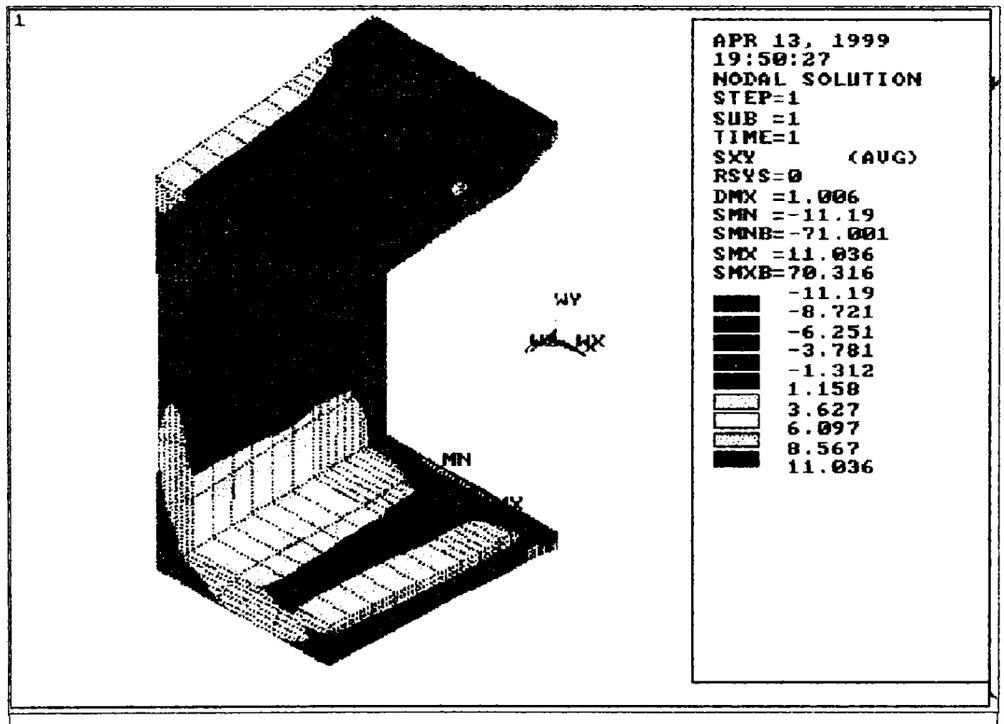


Figure 60- σ_{xy} Detalii zona îngroşată cuţit cheson

BUPT

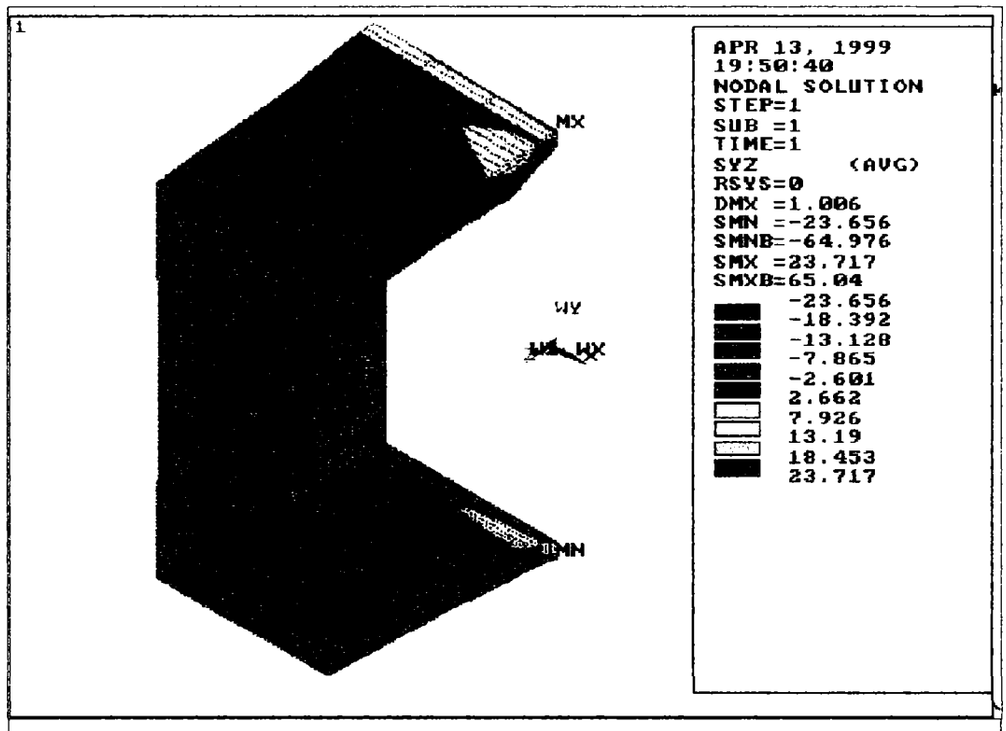


Figure 61- σ_{yz} Detalii zona îngroșată cuțit cheson

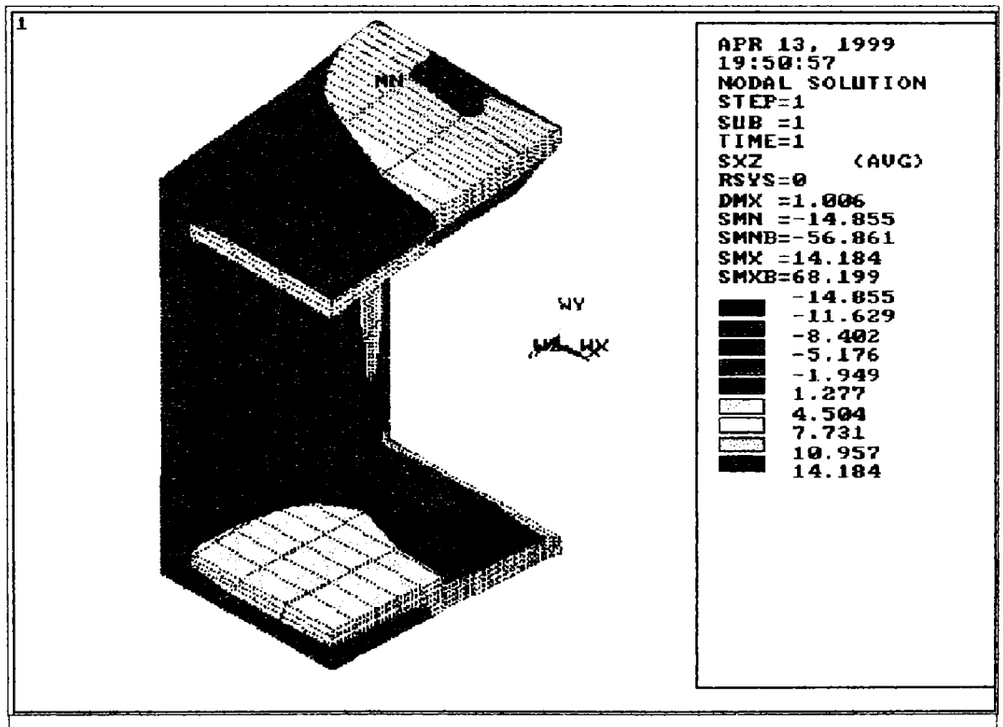


Figure 62- σ_{xz} Detalii zona îngroșată cuțit cheson

BUPT

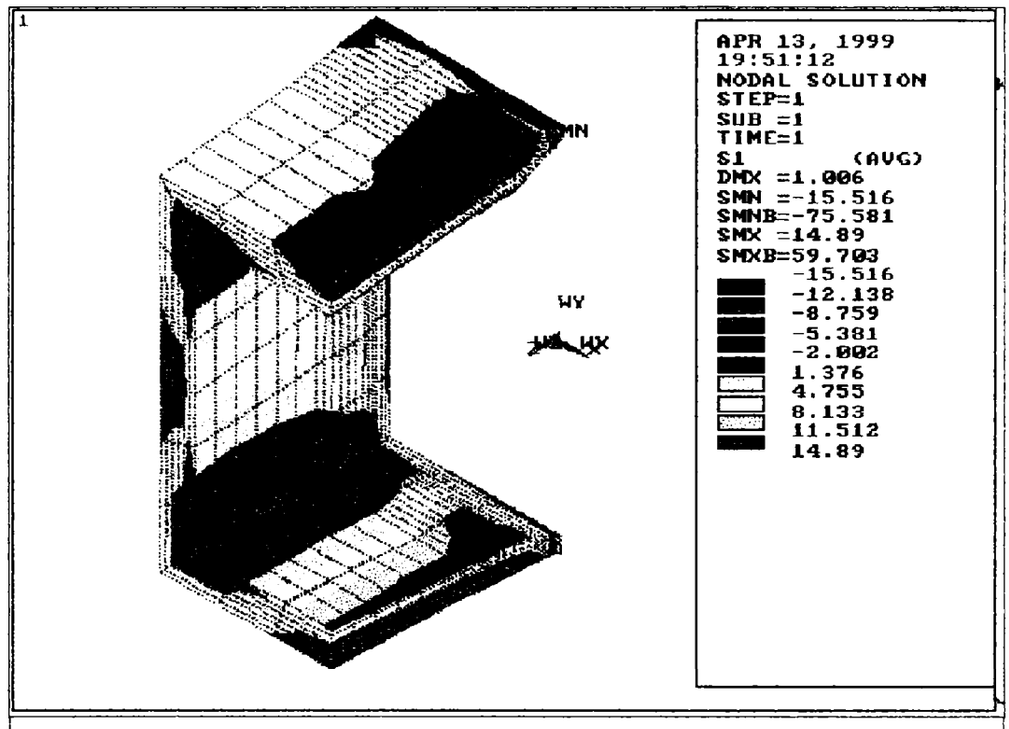


Figure 63- σ_1 Detalii zona îngroşată cuţit cheson

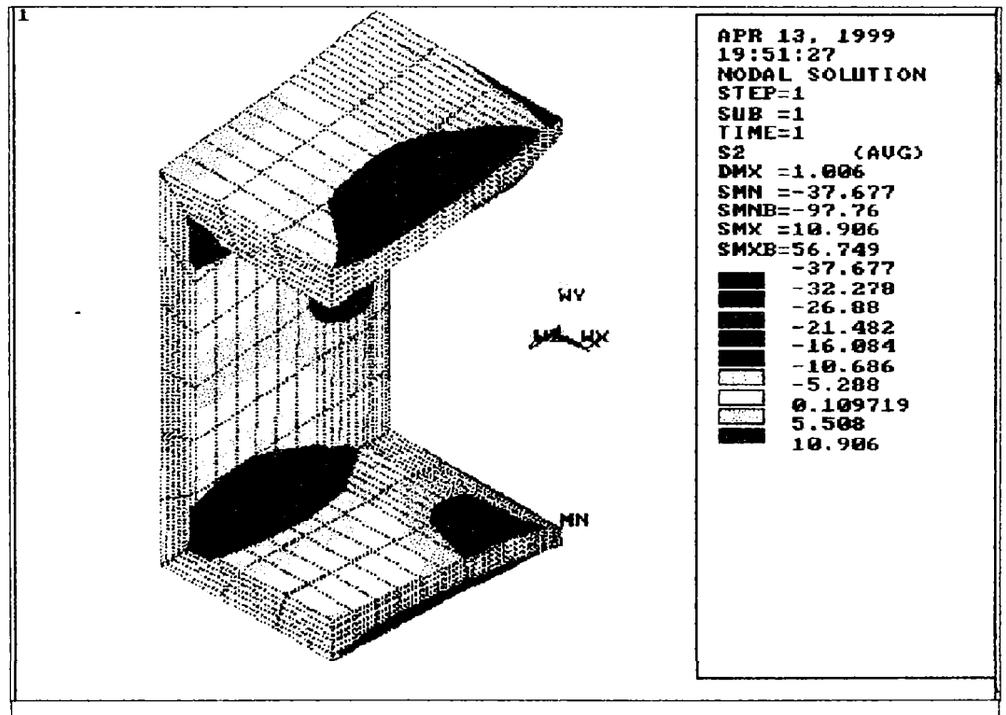


Figure 64- σ_2 Detalii zona îngroşată cuţit cheson

BUPT

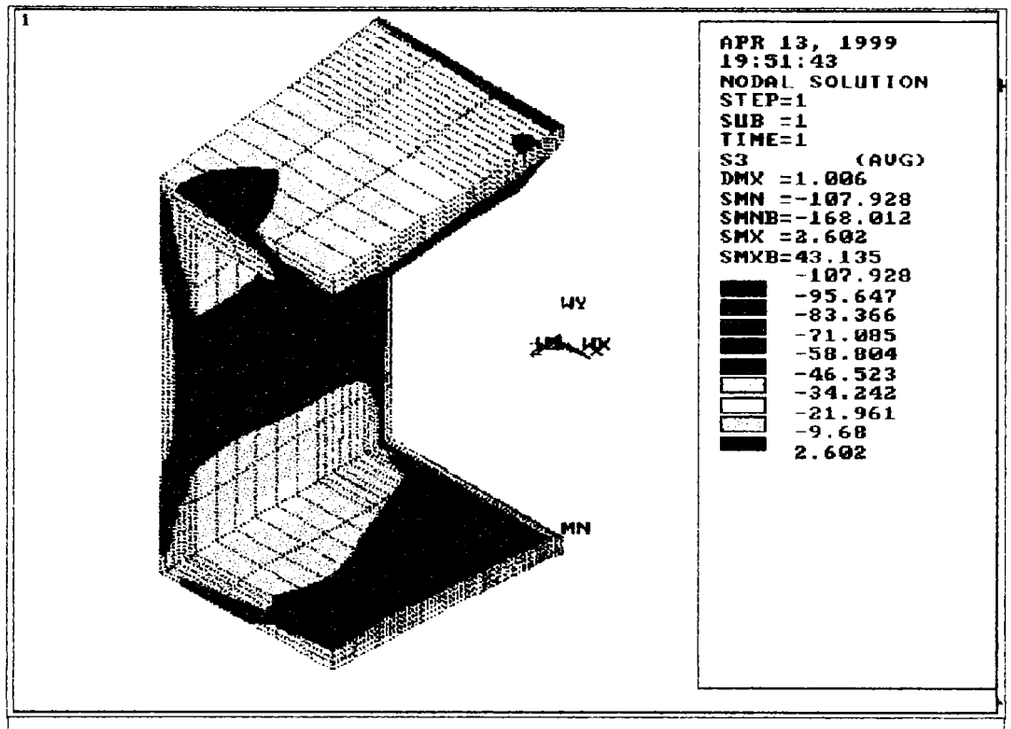


Figure 65- σ_3 Detalii zona îngroşată cuţit cheson

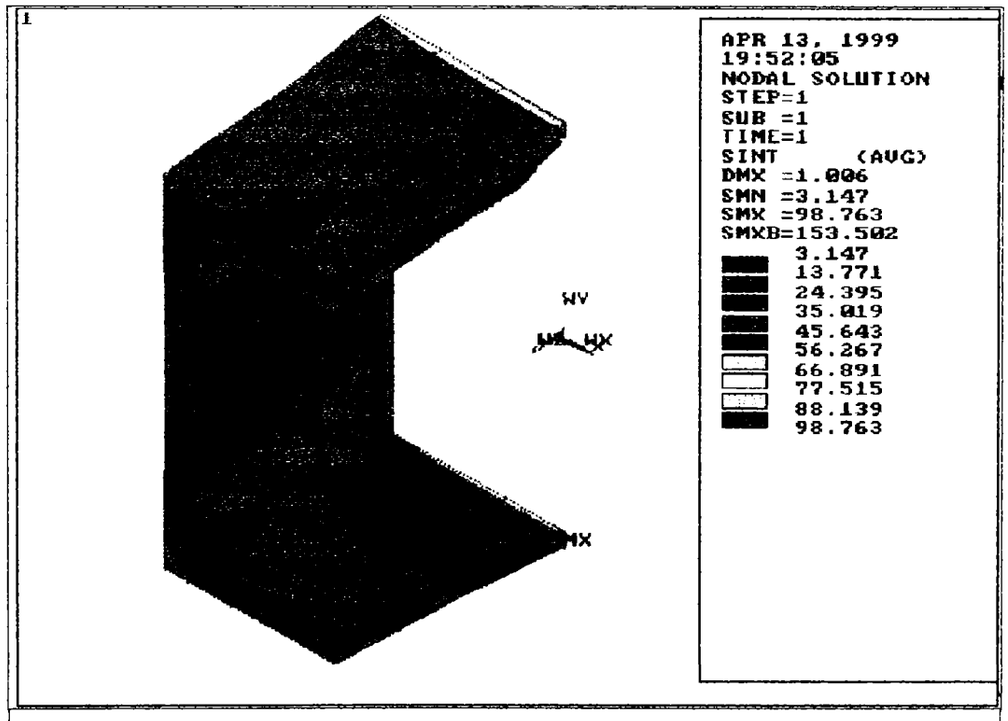


Figure 66- $\sigma_{int.}$ Detalii zona îngroşată cuţit cheson

BUPT

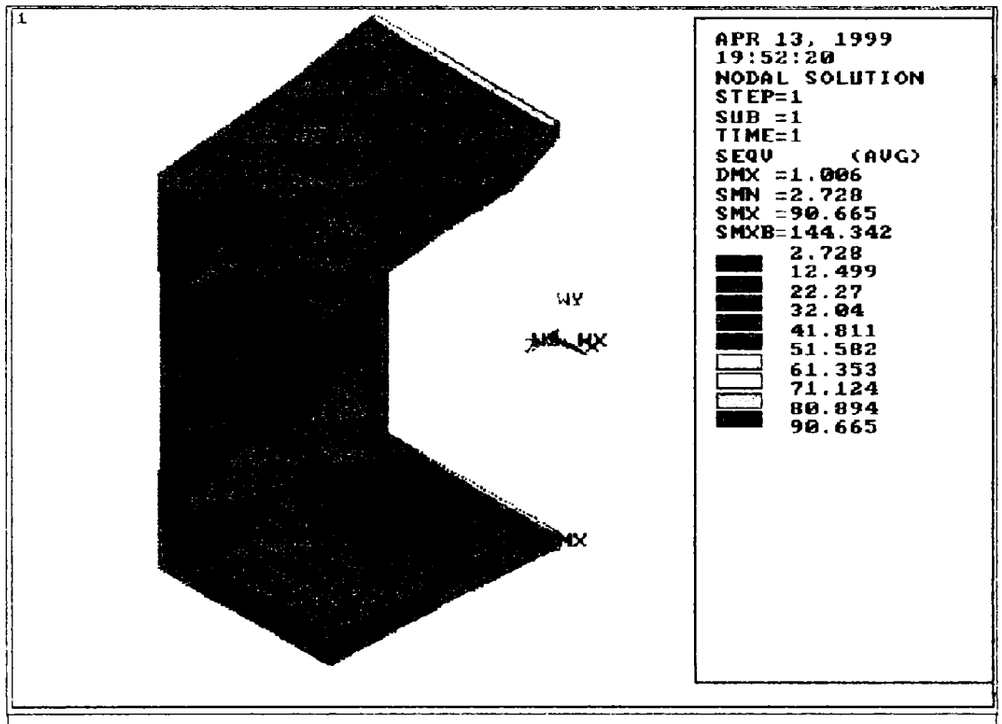


Figure 67- σ_{equ} Detalii zona îngroșată cuțit cheson

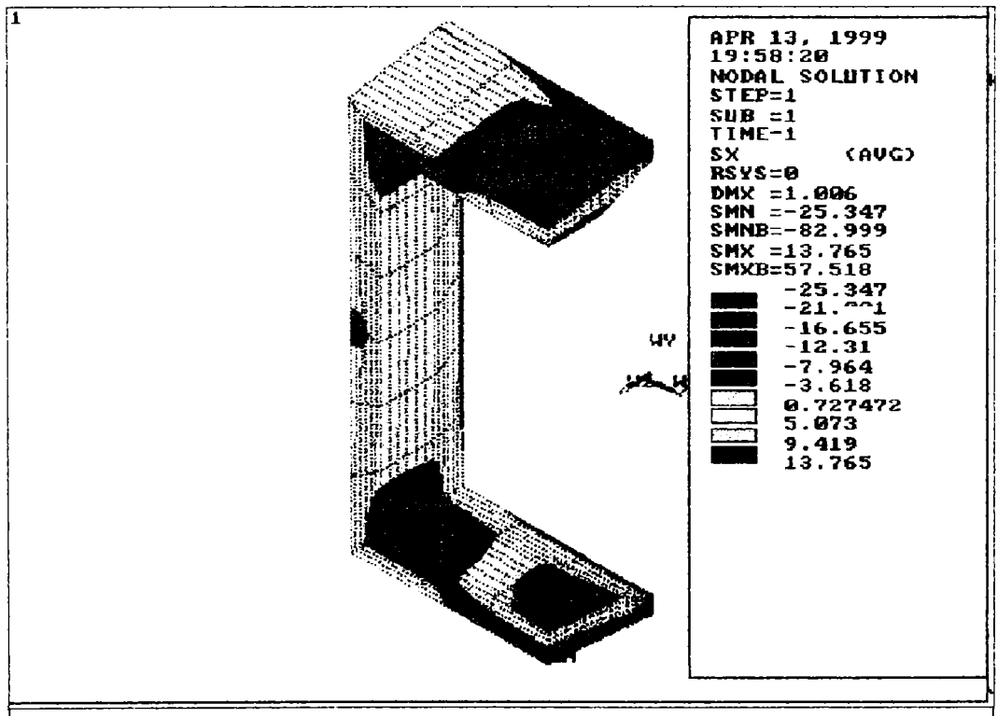


Figure 68- σ_x Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

BUPT

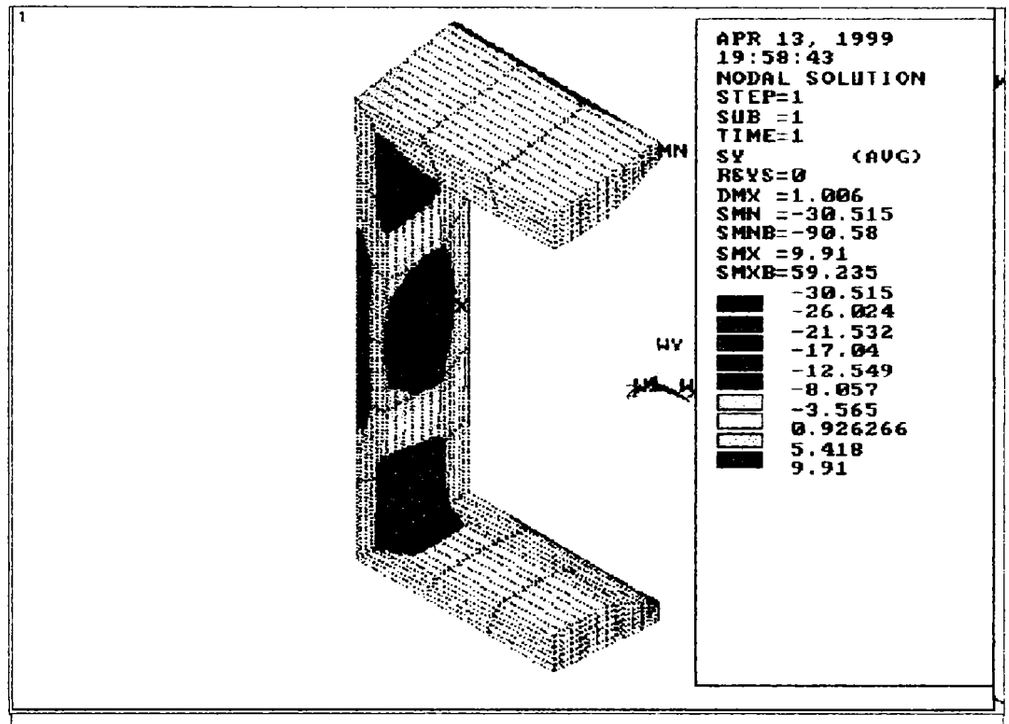


Figure 69 - σ_y Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

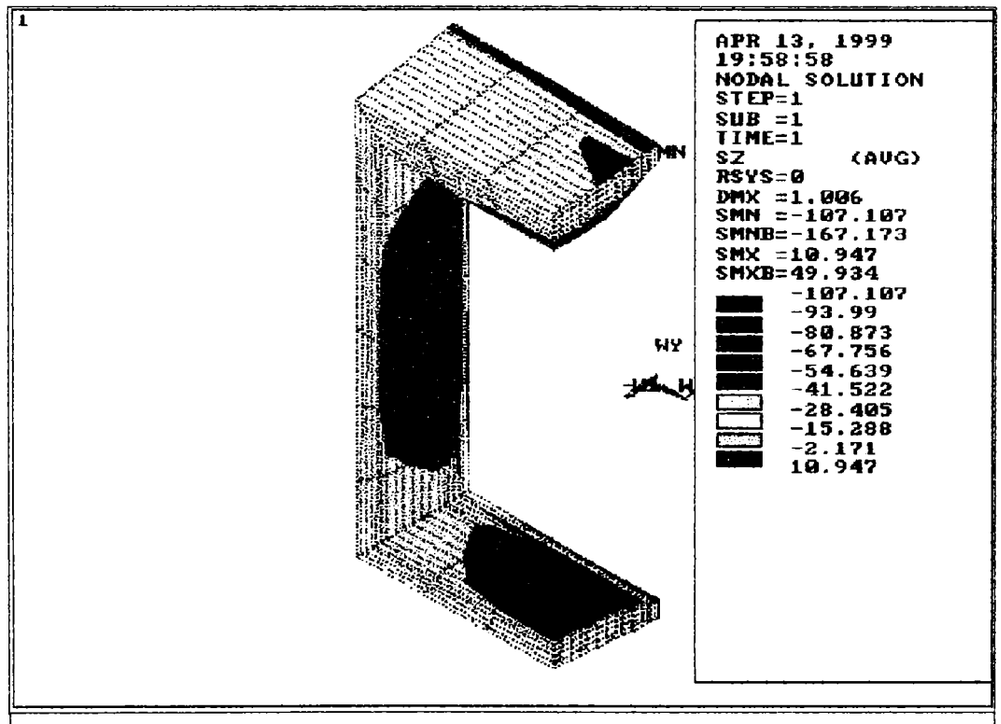


Figure 70- σ_z Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

BUPT

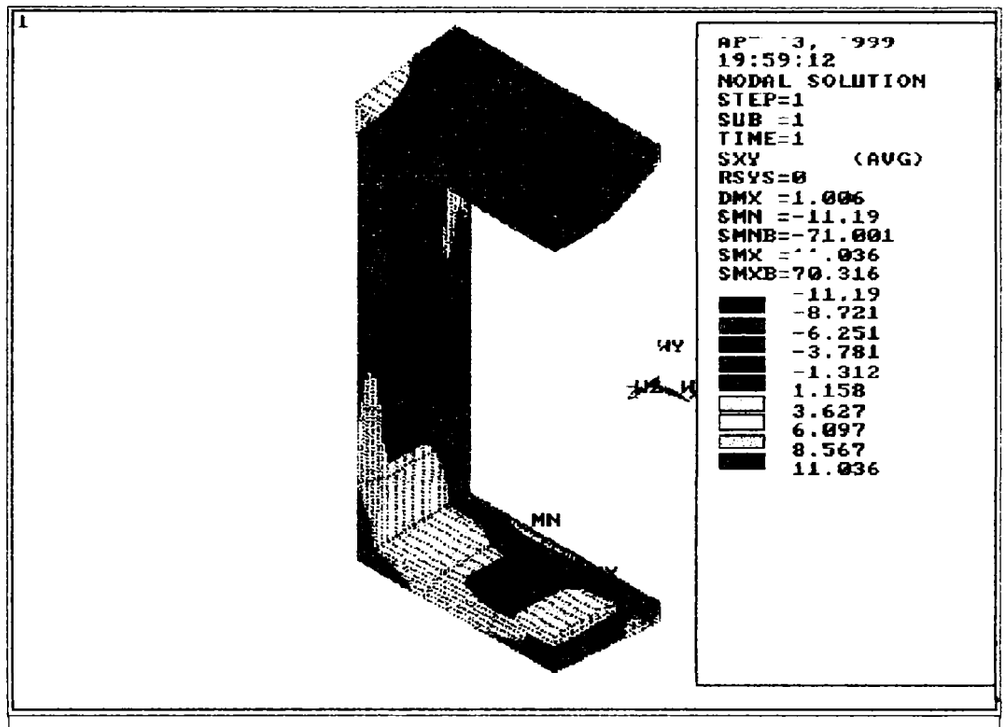


Figure 71- σ_{xy} Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

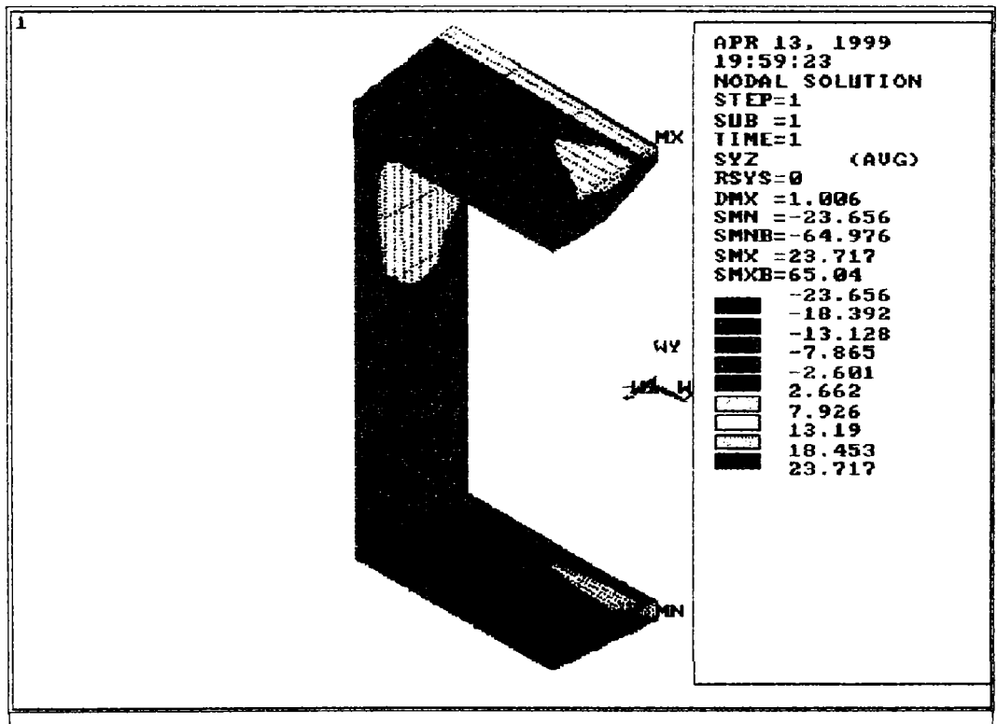


Figure 72- σ_{yz} Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

BUPT

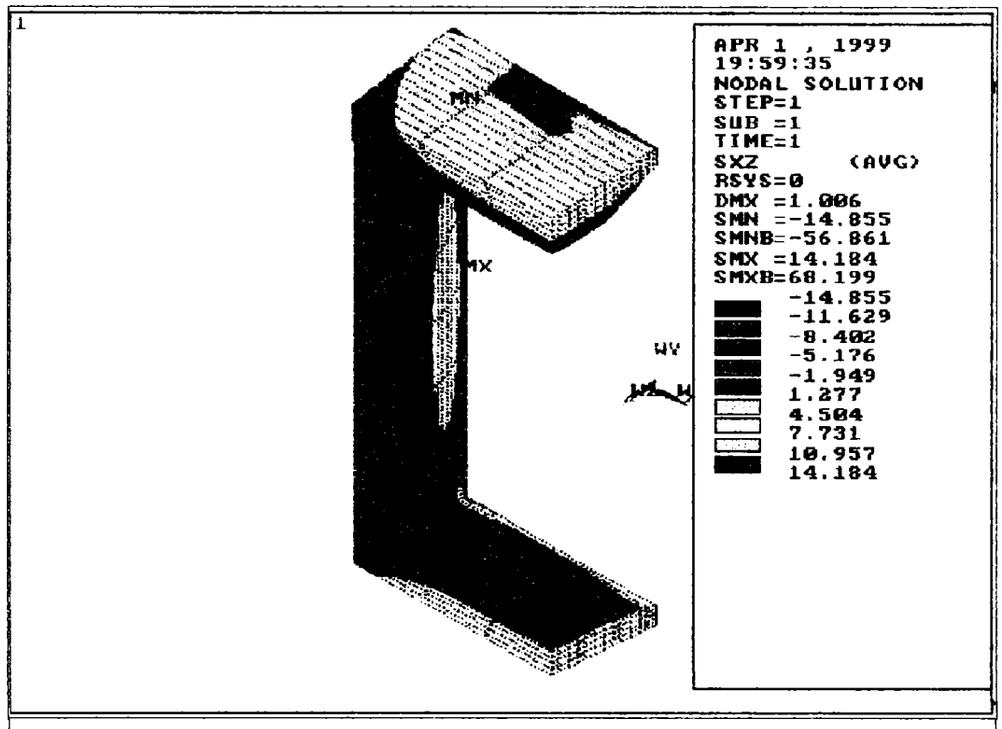


Figure 73- σ_{xz} Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

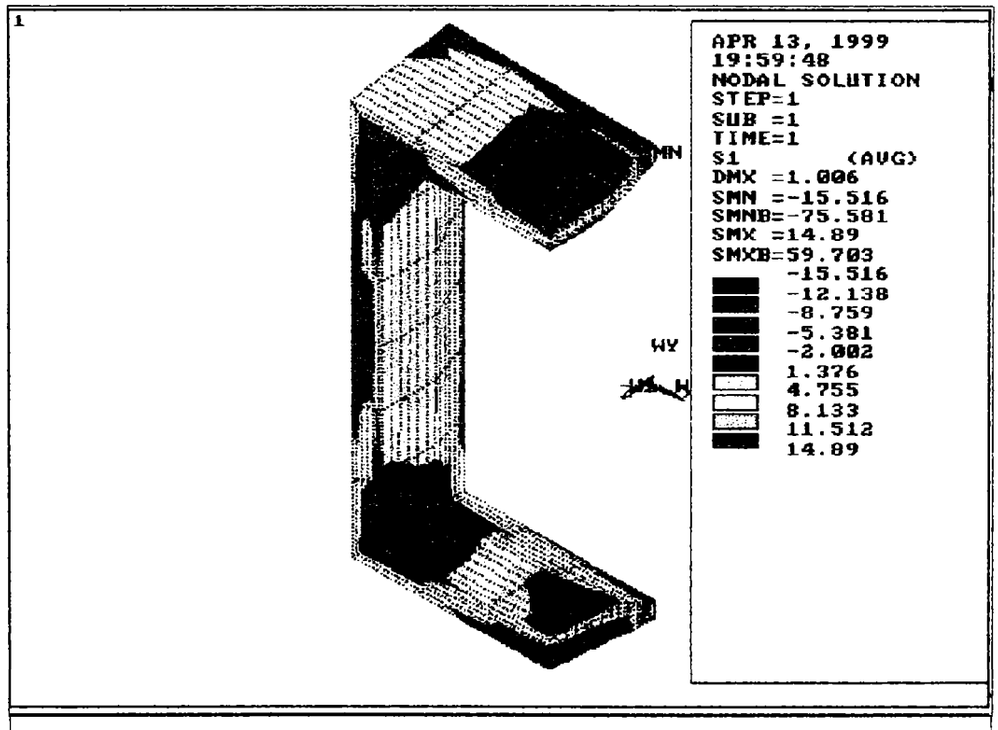


Figure 74- σ_1 Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

BUPT

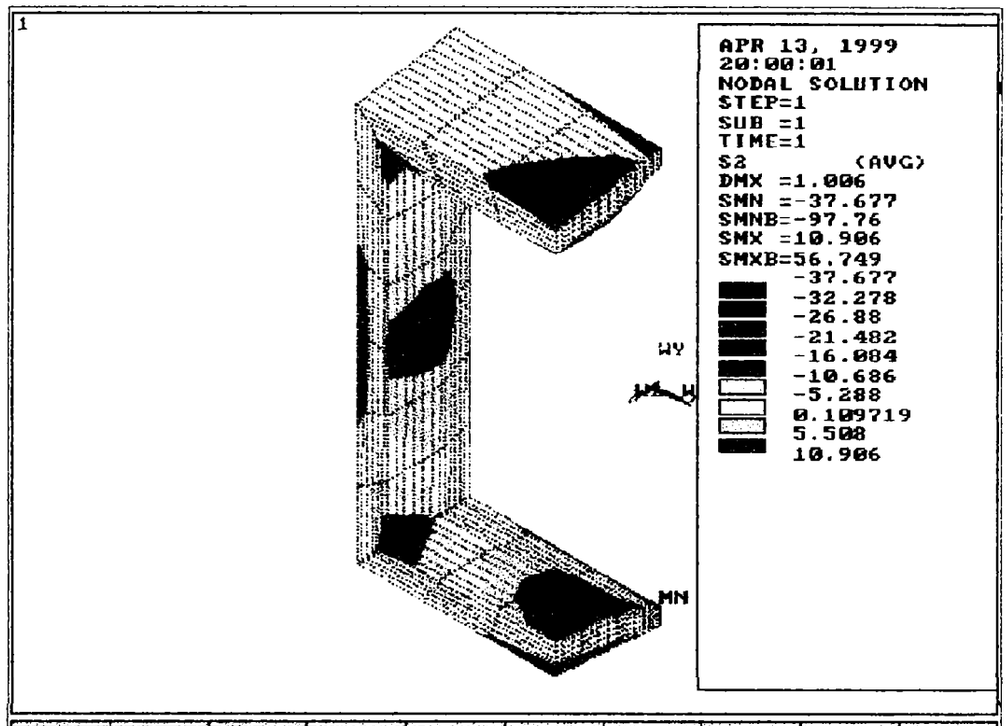


Figure 75- σ_2 Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

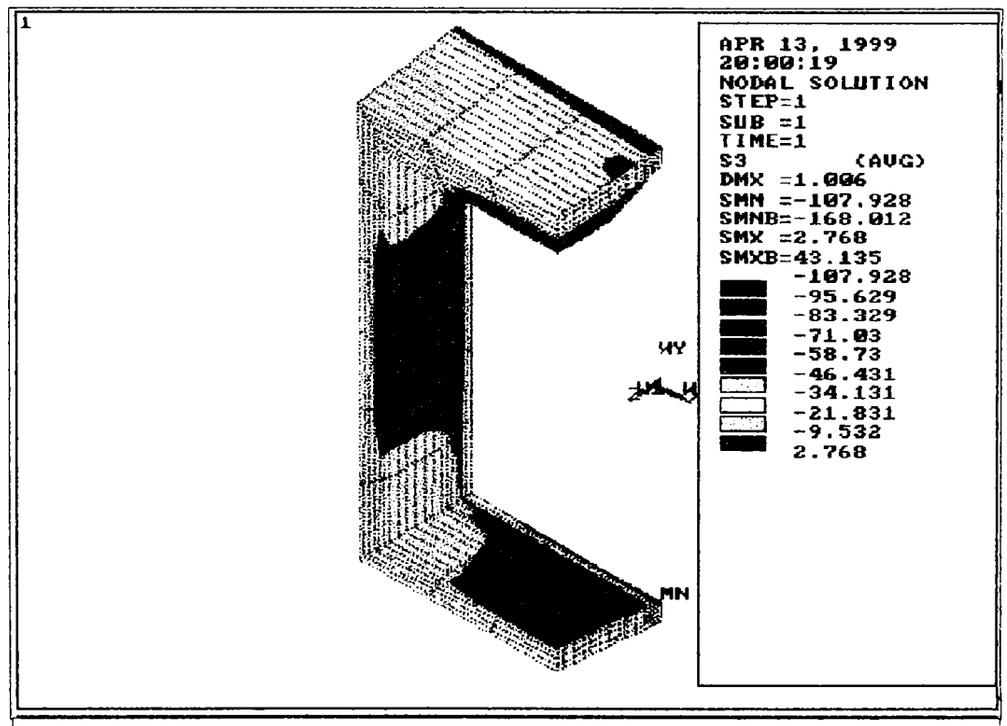


Figure 76- σ_3 Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

BUPT

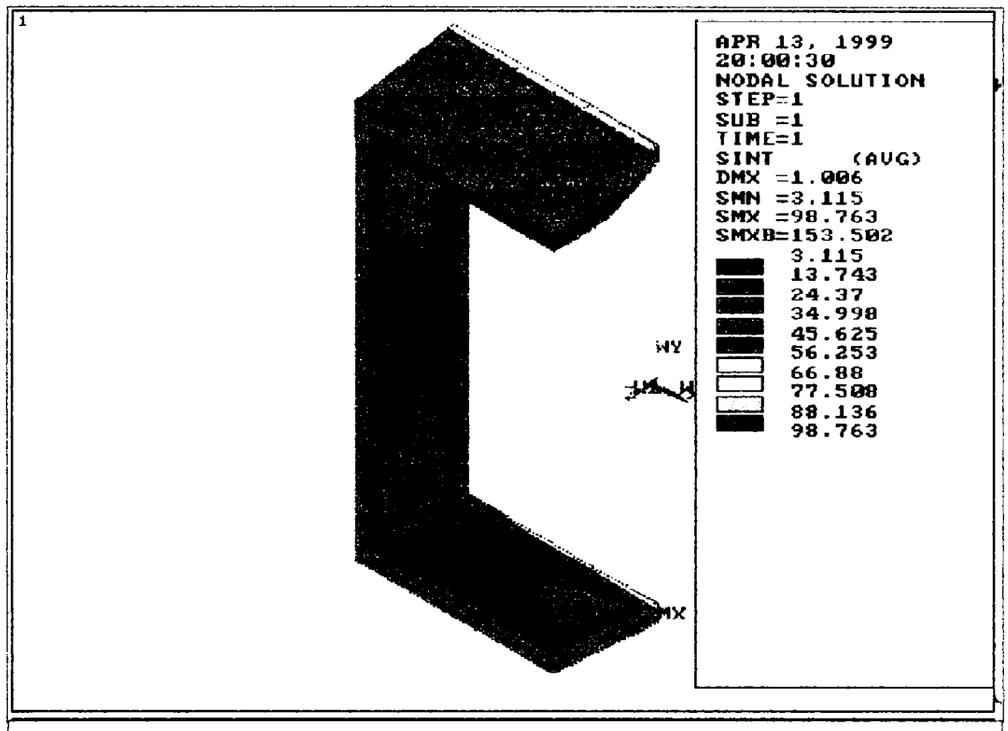


Figure 77- σ_{int} Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

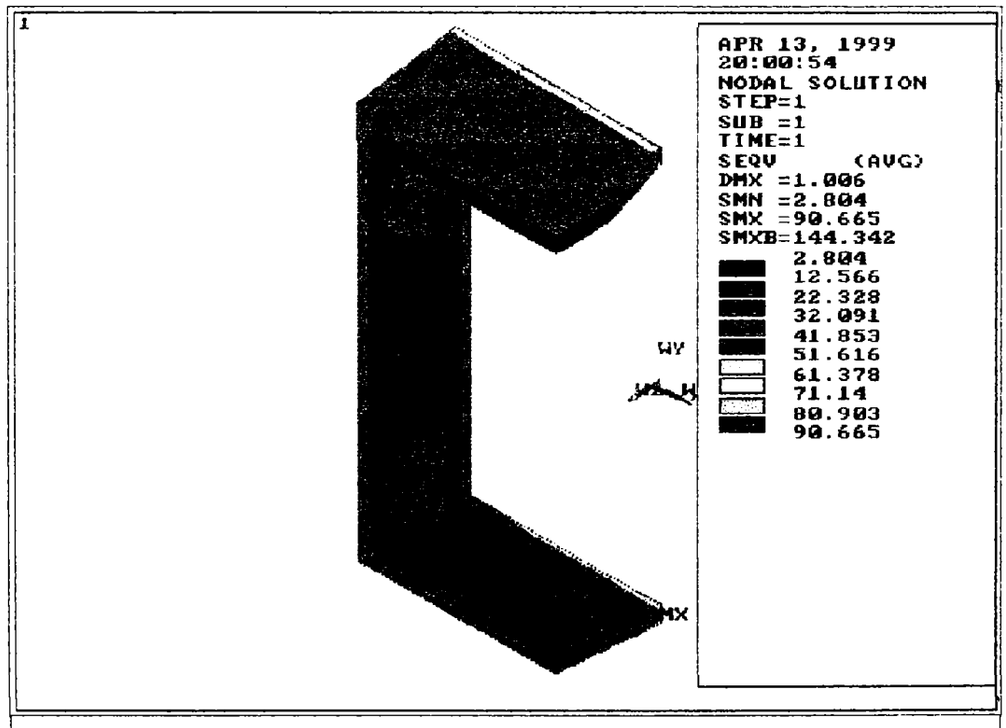


Figure 78- σ_{equ} Detalii cheson nivelul 8,40m-7,00m

BUPT

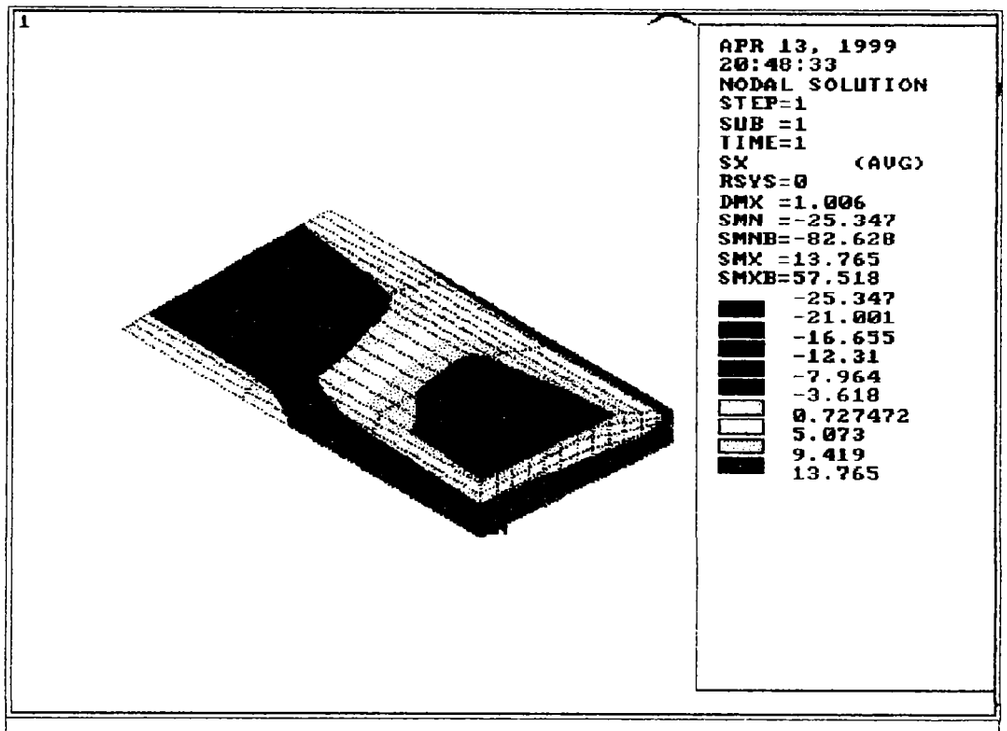


Figure 79 - σ_x Vedere laterală zona cuţit

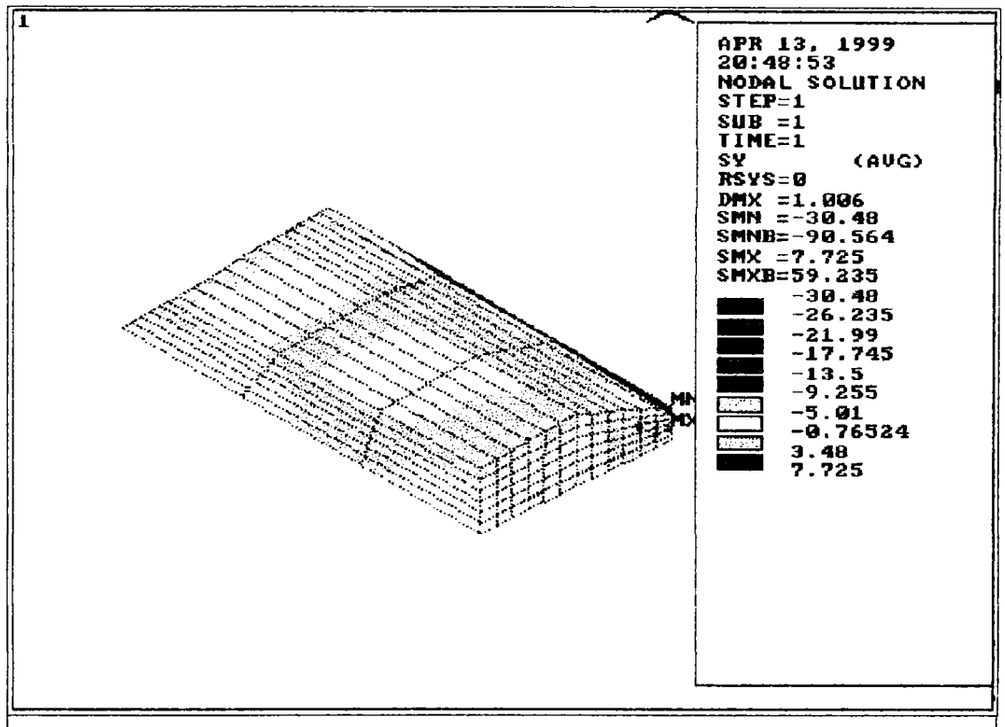


Figure 80- σ_y Vedere laterală zona cuţit

BUPT

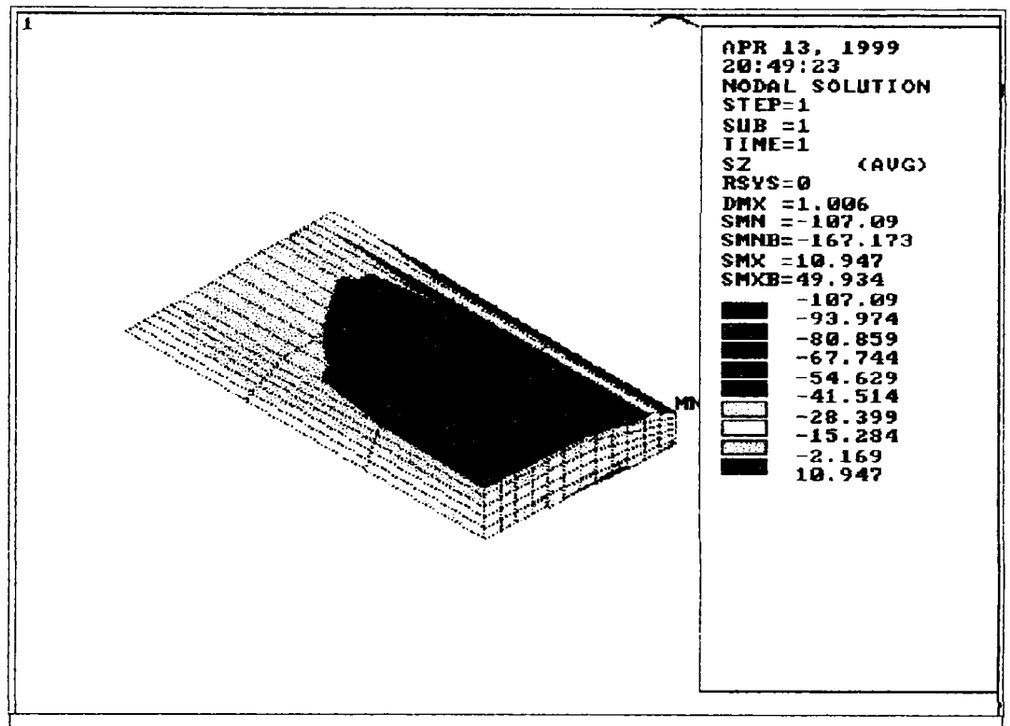


Figure 81- σ_z Vedere laterală zona cuţit

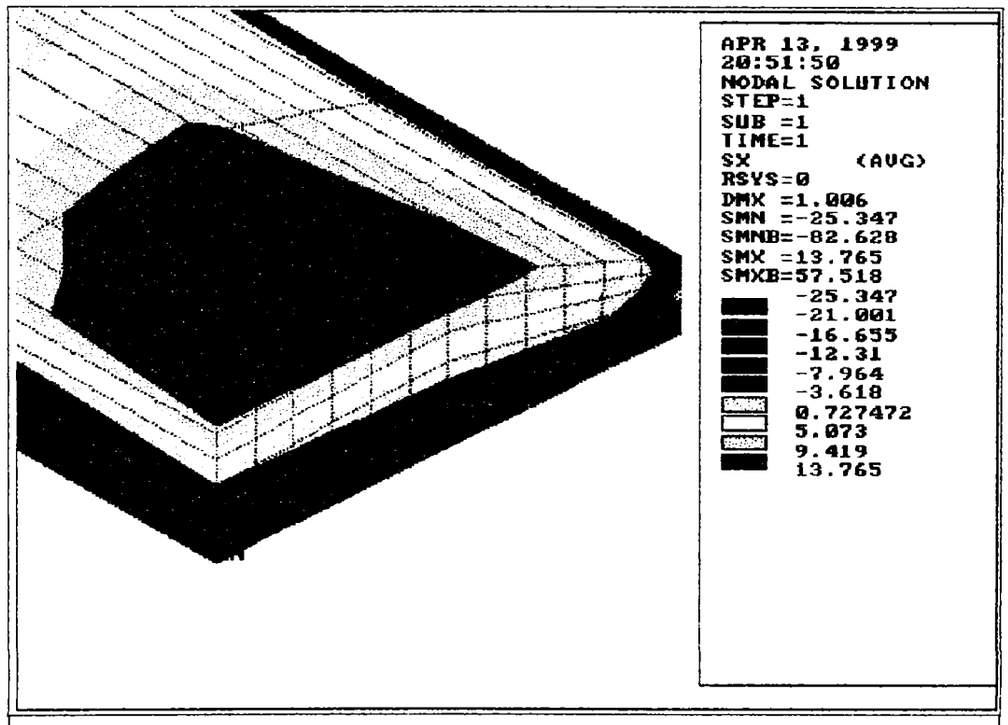


Figure 82- σ_x Vedere laterală zona cuţit

BUPT

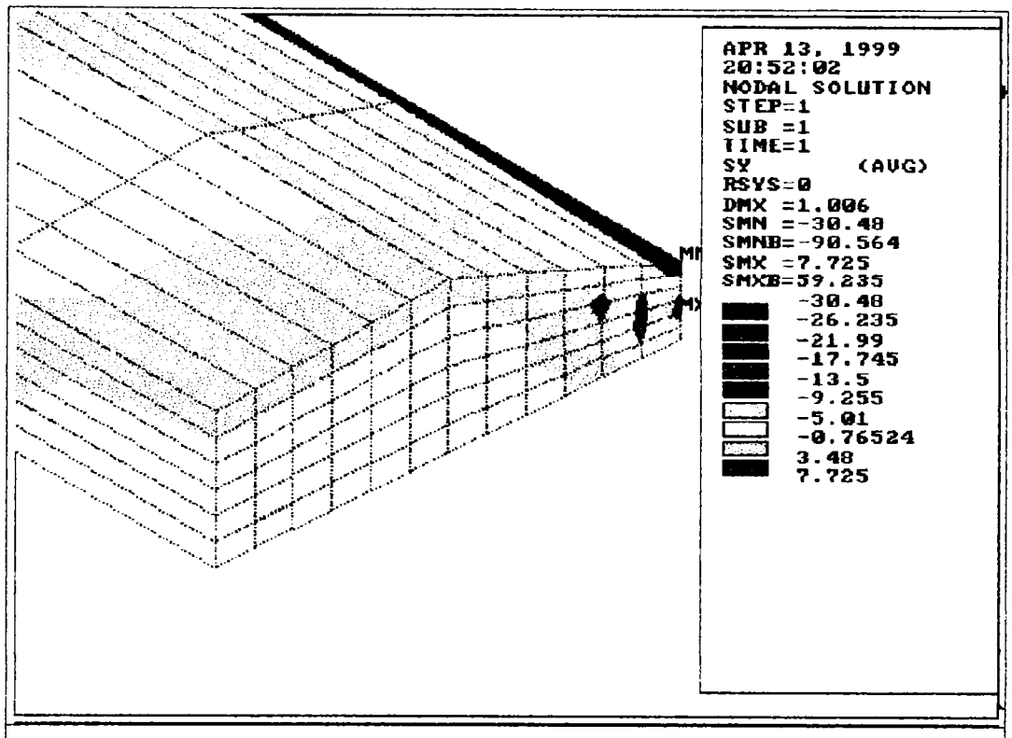


Figure 83- σ_y Vedere laterală zona cuţit

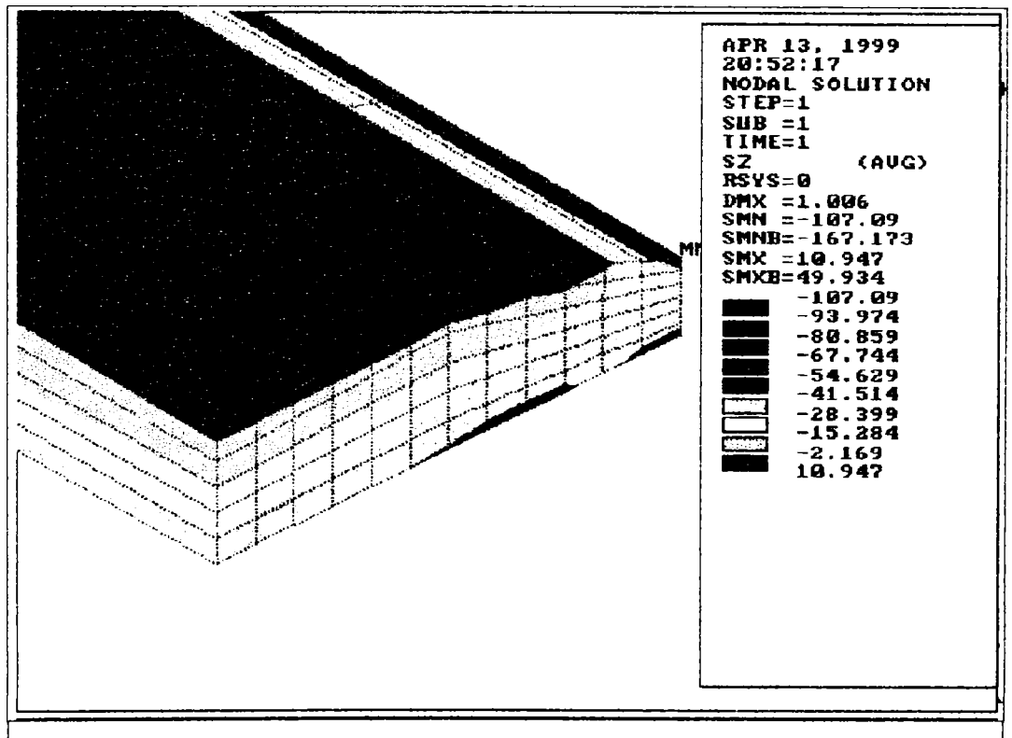


Figure 84- σ_z Vedere laterală zona cuţit

BUPT

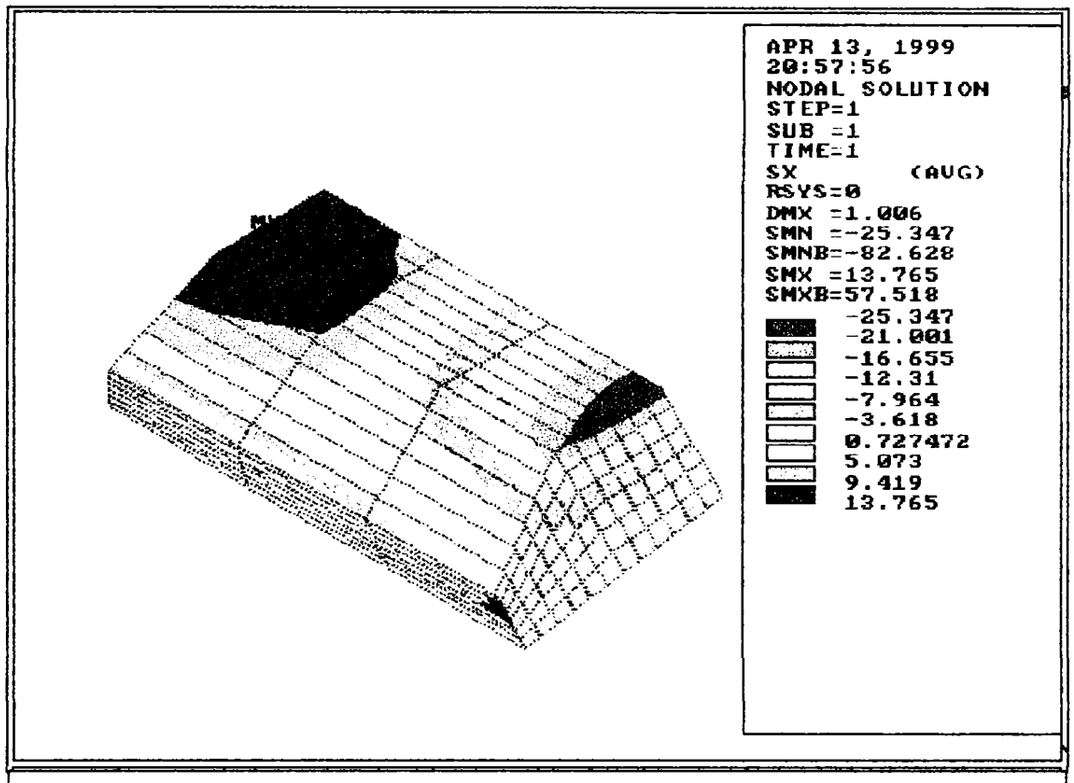


Figure 85- σ_x Vedere laterală zona cuțit

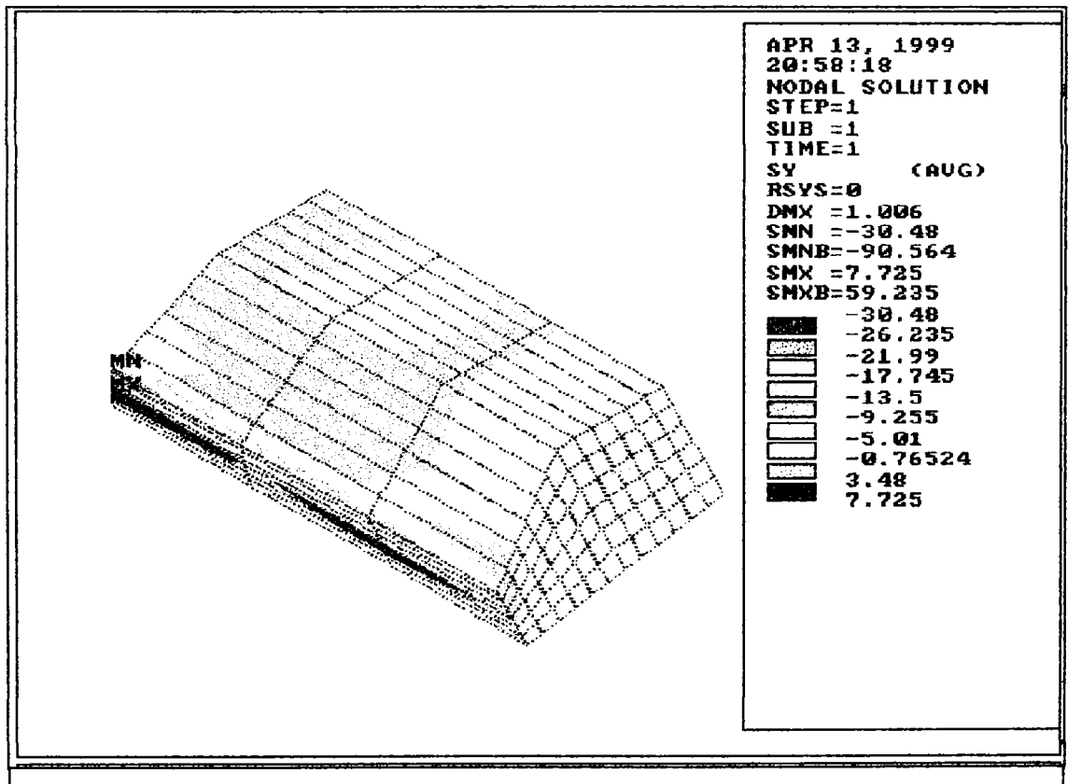


Figure 86- σ_y Vedere laterală zona cuțit

BUPT

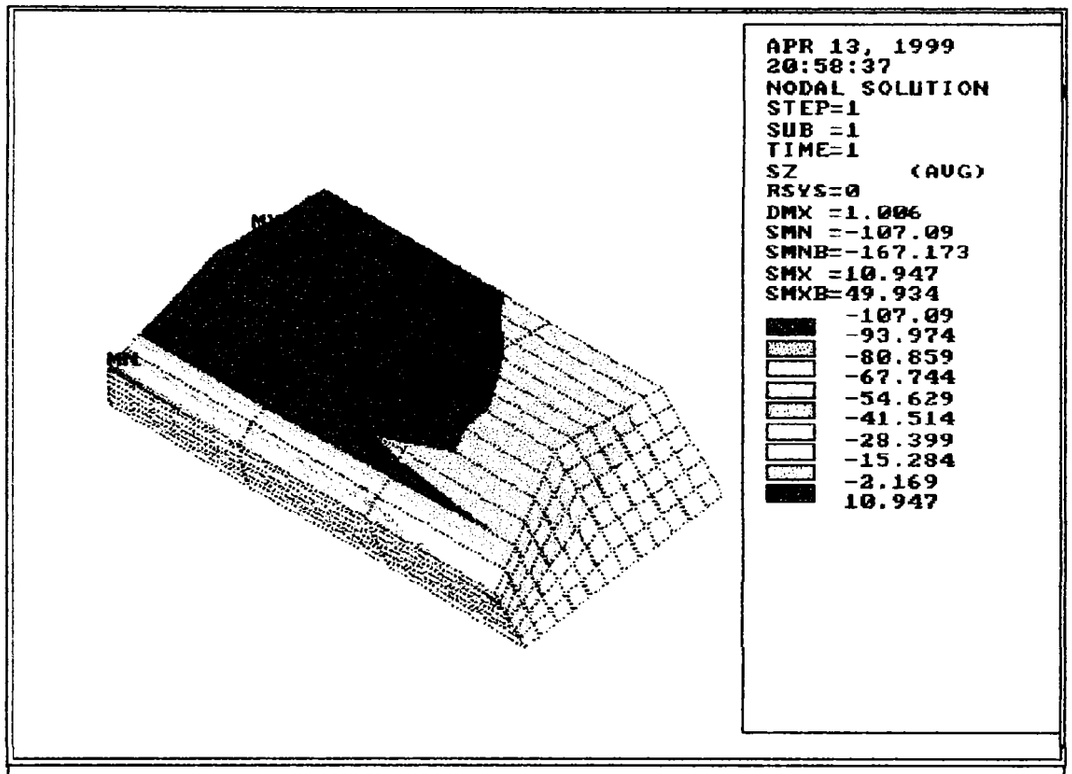


Figure 87- σ_z Vedere laterală zona cuțit

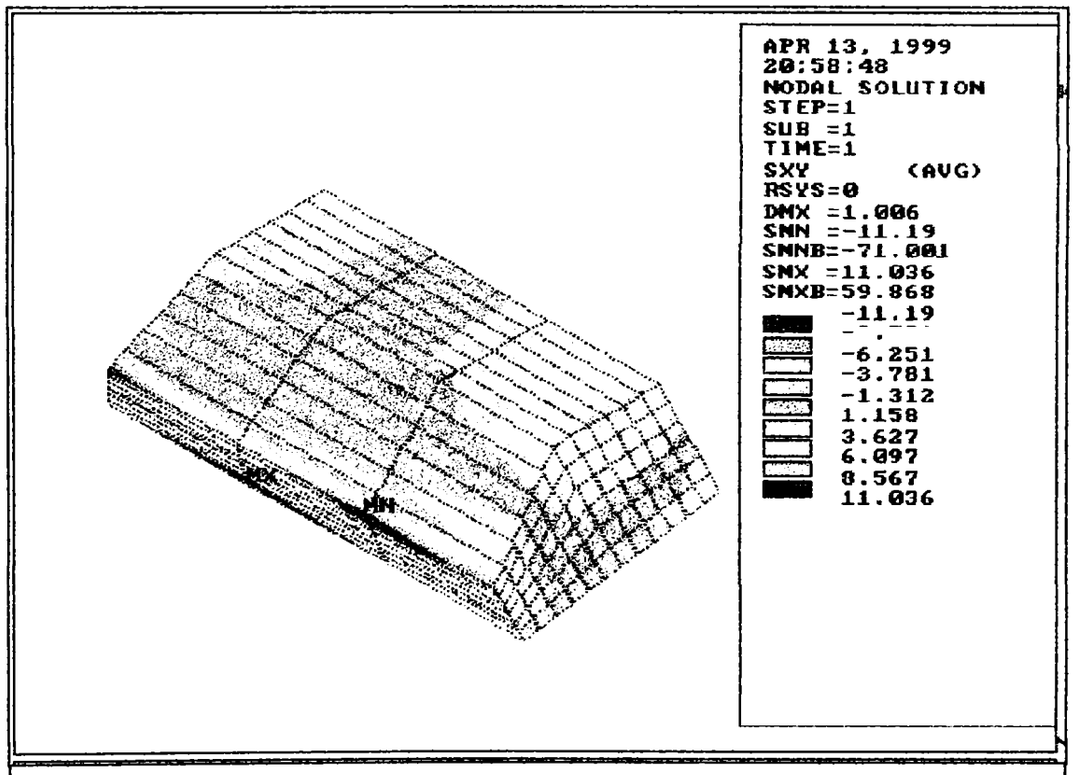


Figure 88- σ_{xy} Vedere laterală zona cuțit

BUPT

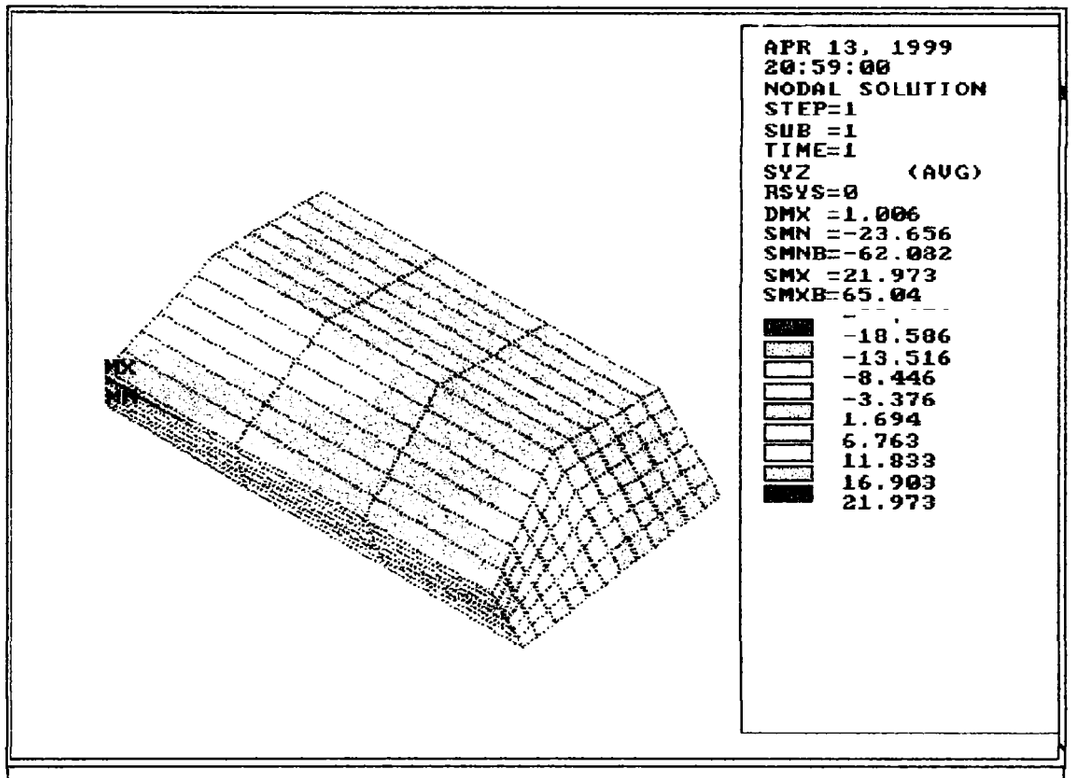


Figure 89- σ_{yz} Vedere laterală zona cuțit

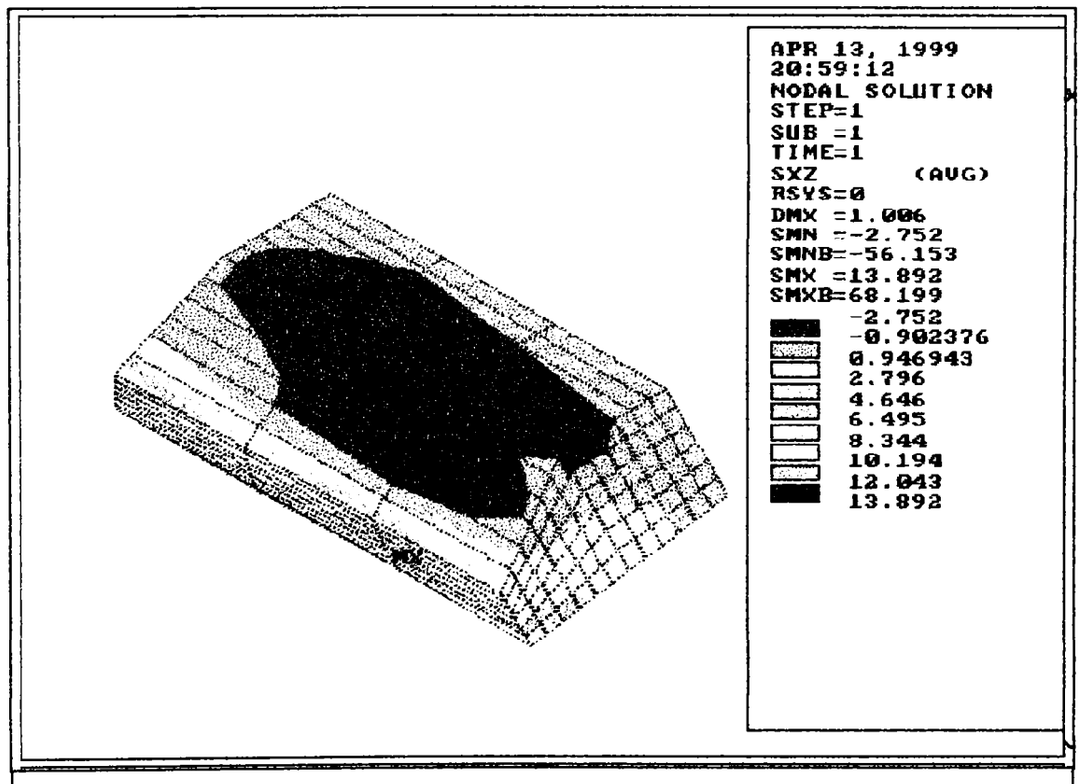


Figure 90- σ_{xz} Vedere laterală zona cuțit

BUPT

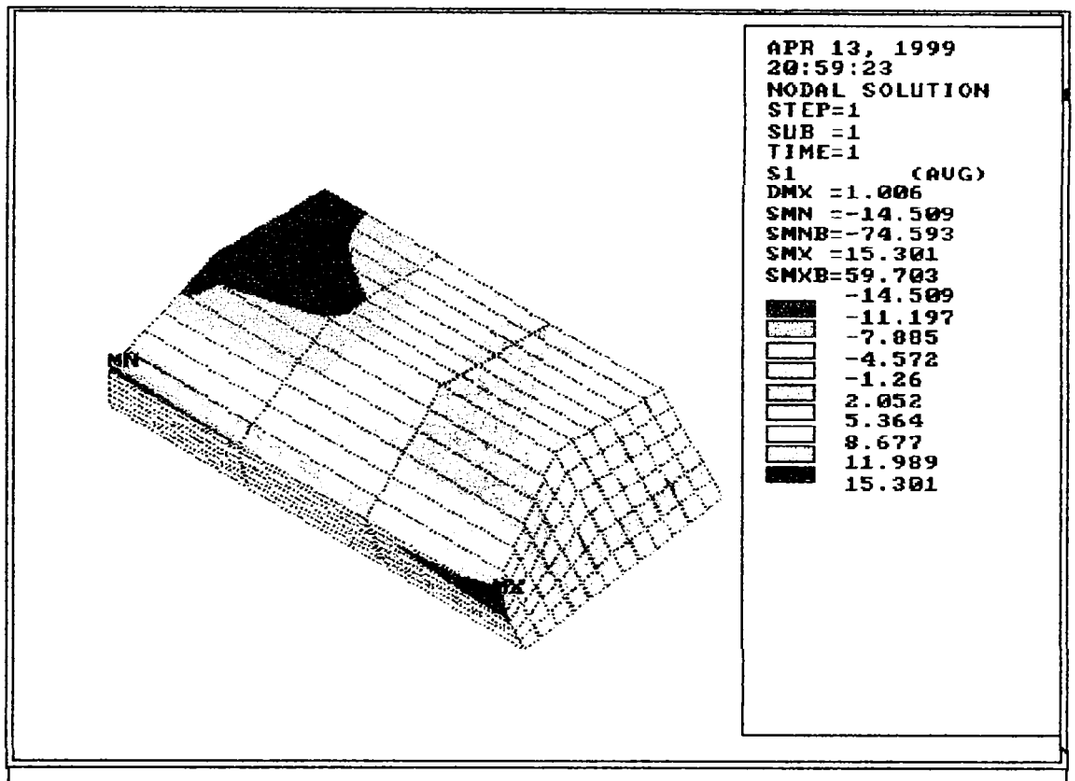


Figure 91- σ_1 Vedere laterală zona cuțit

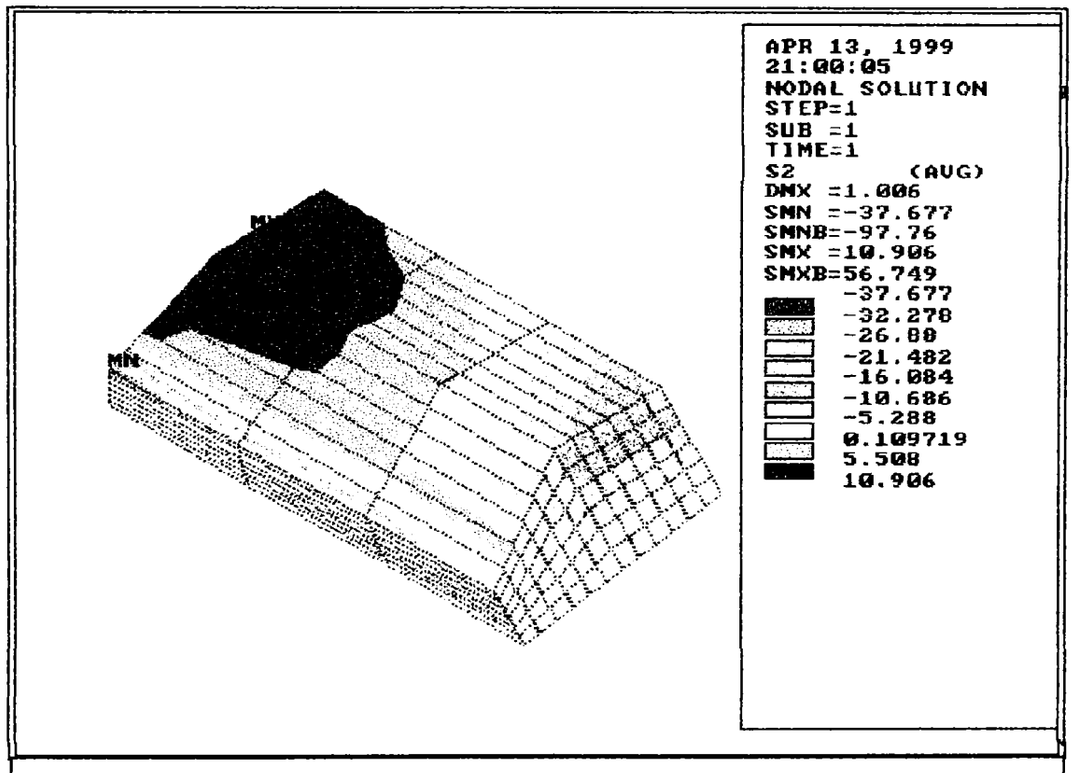


Figure 92- σ_2 Vedere laterală zona cuțit

BUPT

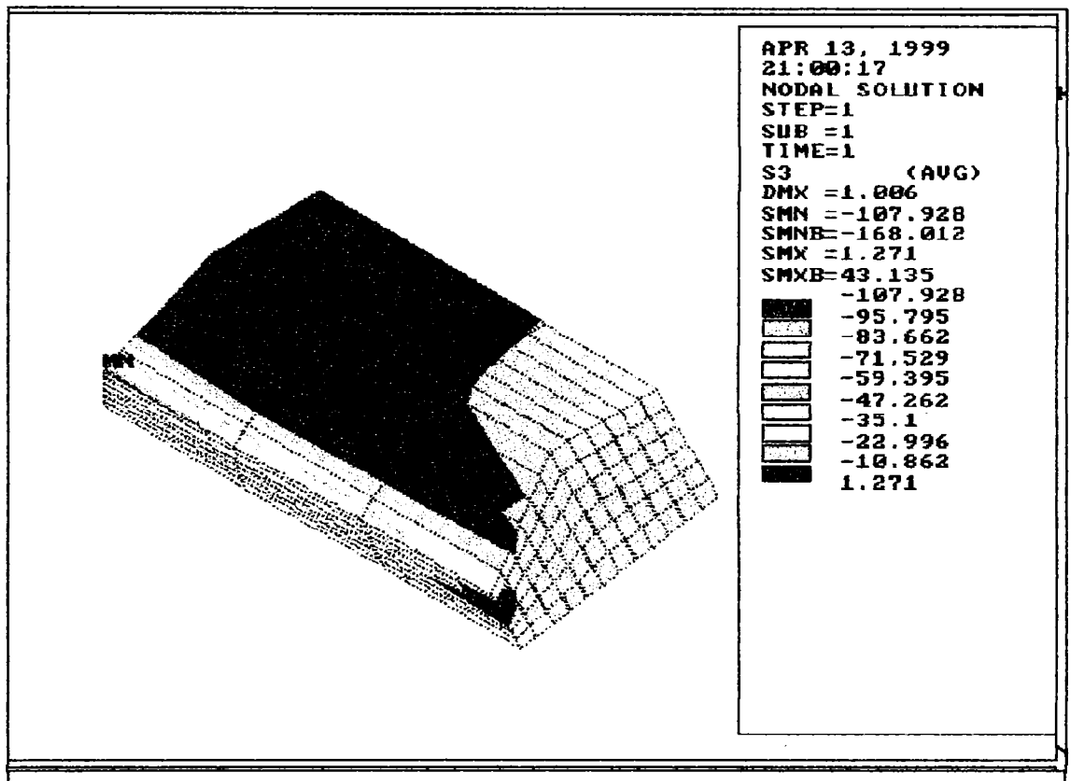


Figure 93- σ_3 Vedere laterală zona cuțit

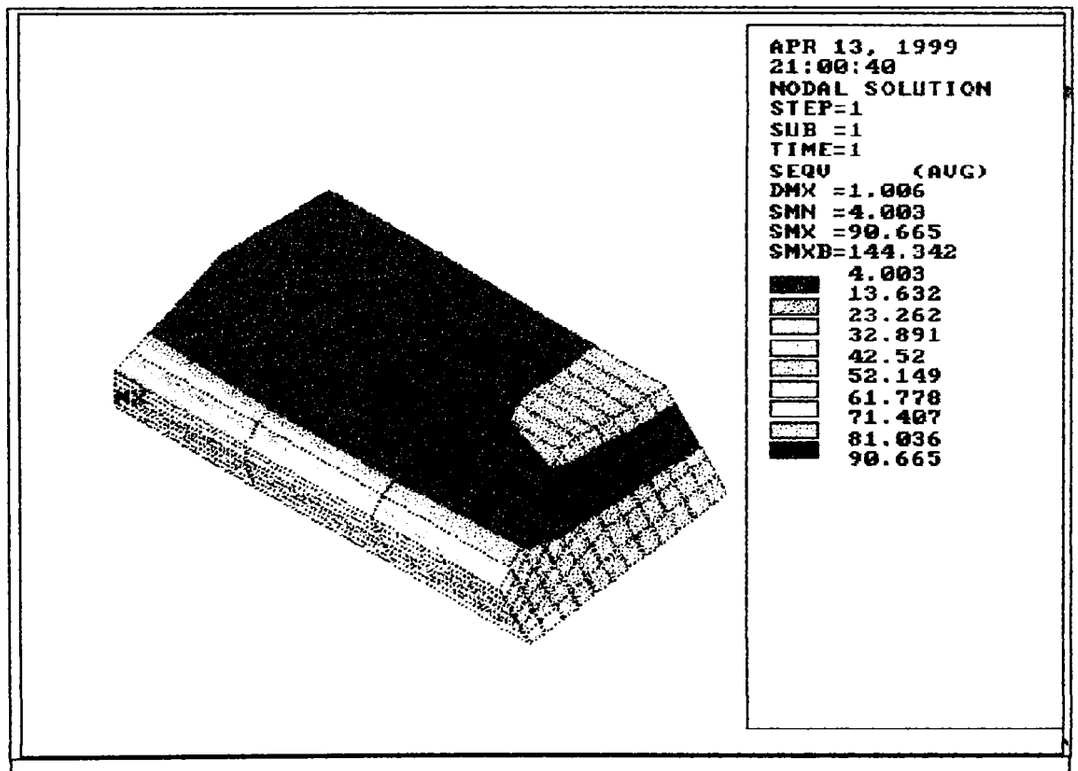


Figure 94- σ_{equ} Vedere laterală zona cuțit

BUPT

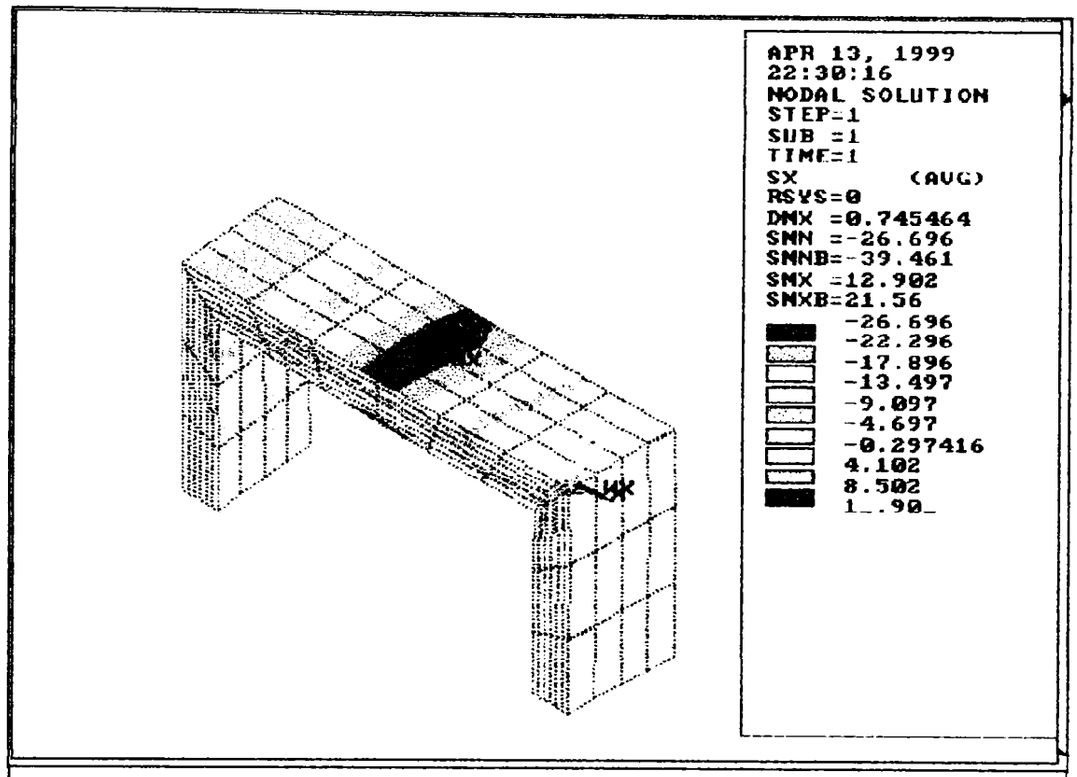


Figure 95- σ_x Detalii zonă superioară cheson

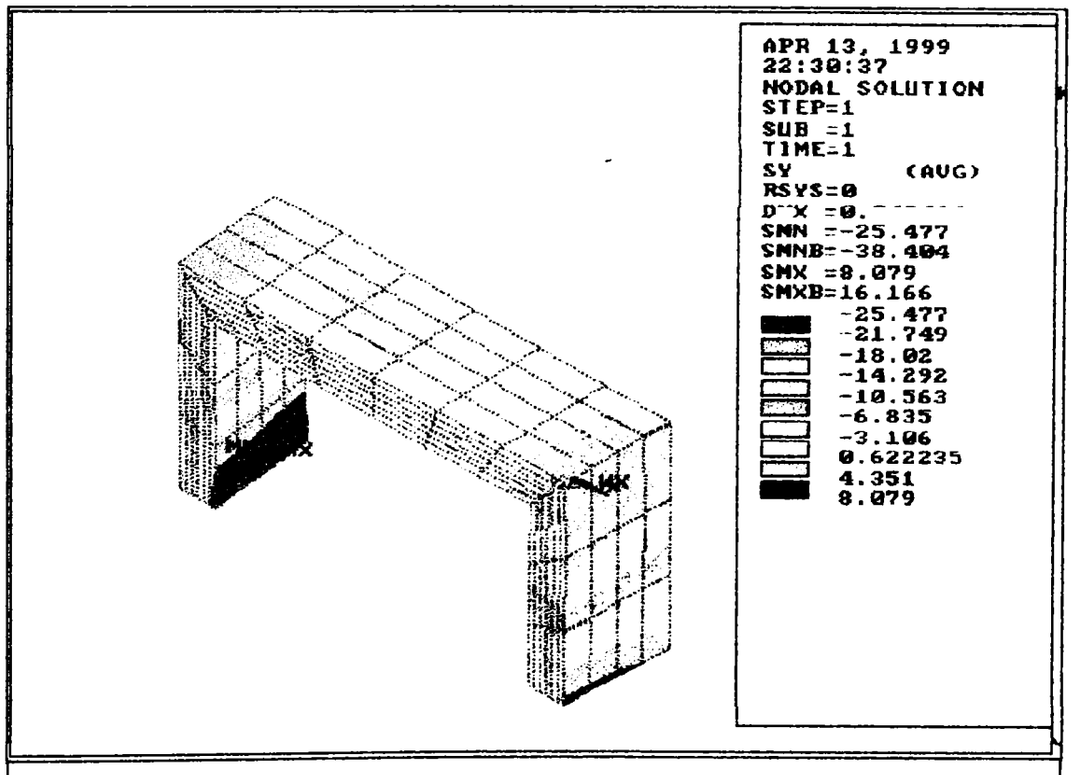


Figure 96- σ_y Detalii zonă superioară cheson

BUPT

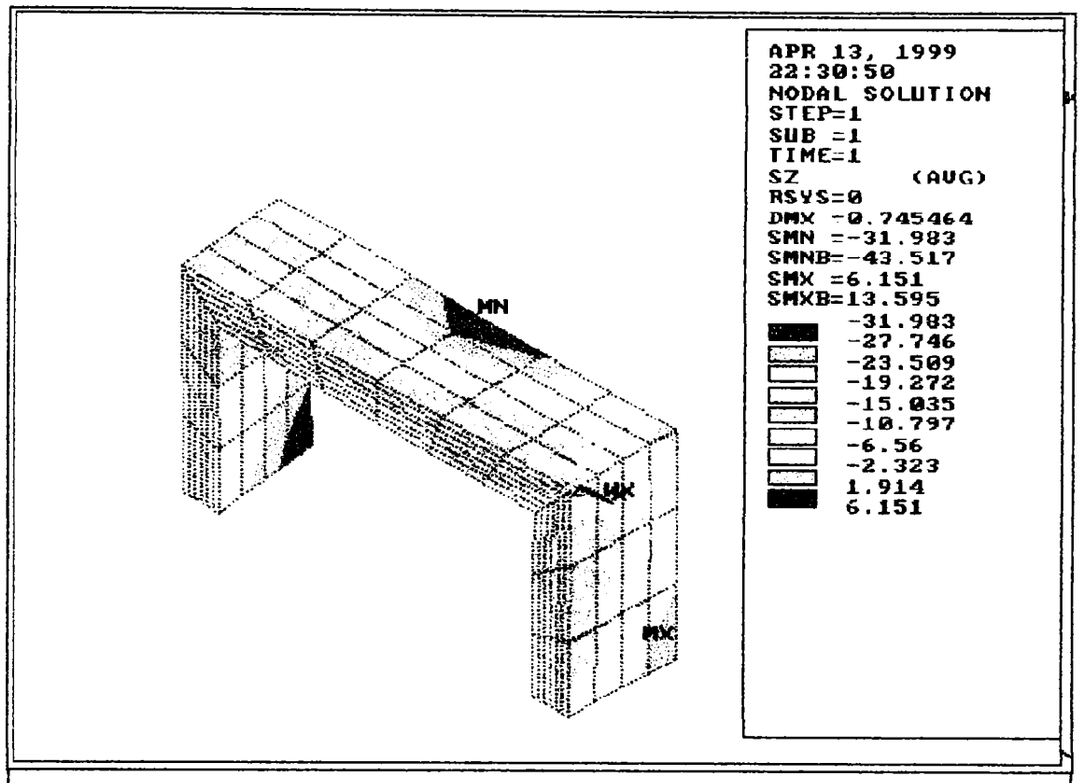


Figure 97- σ_z Detalii zonă superioară cheson

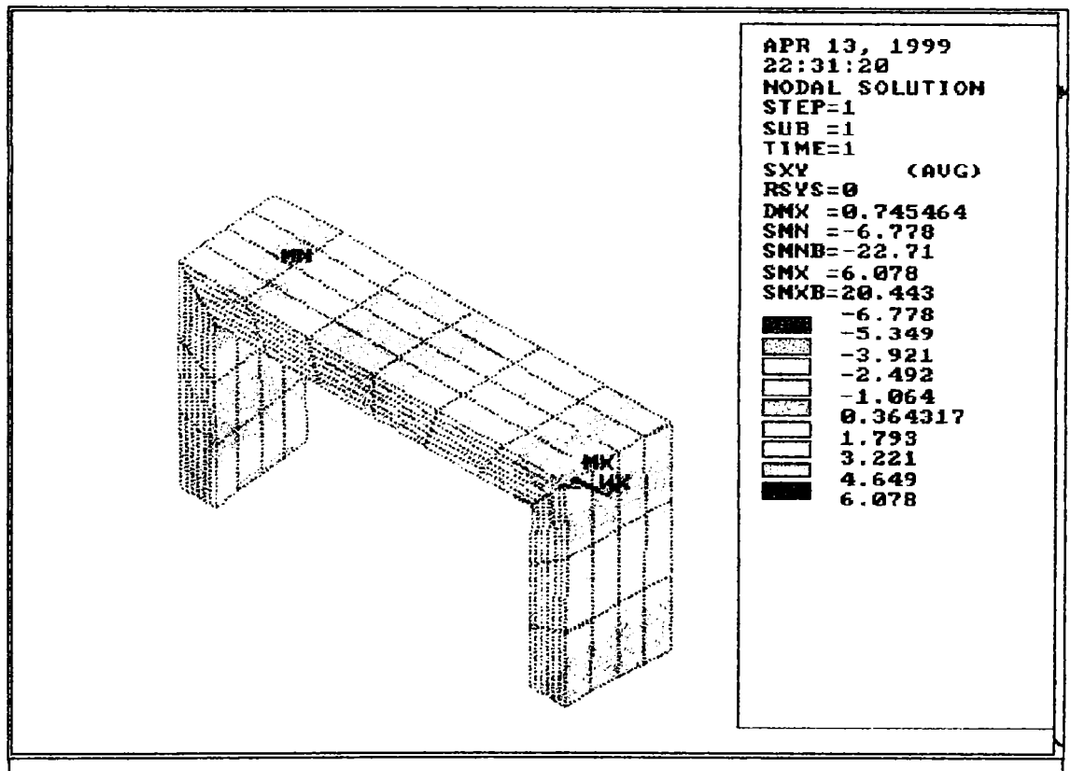


Figure 98- σ_{xy} Detalii zona superioară cheson

BUPT

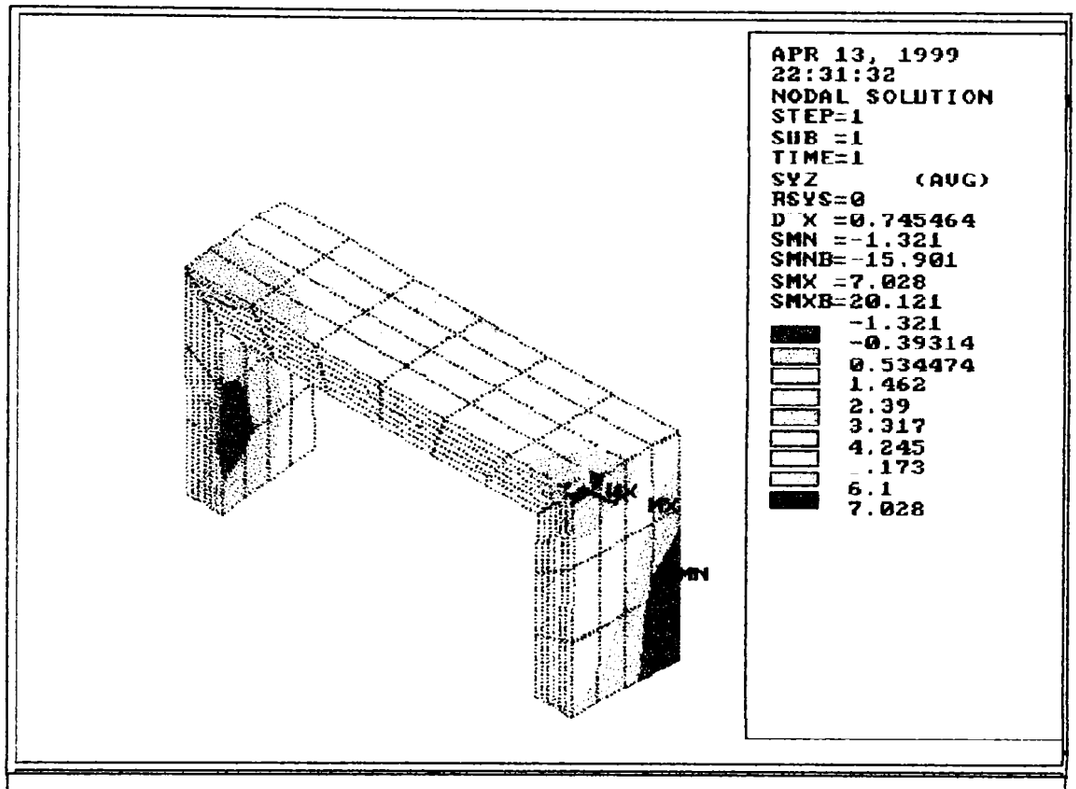


Figure 99- σ_{yz} Detalii zona superioară cheson

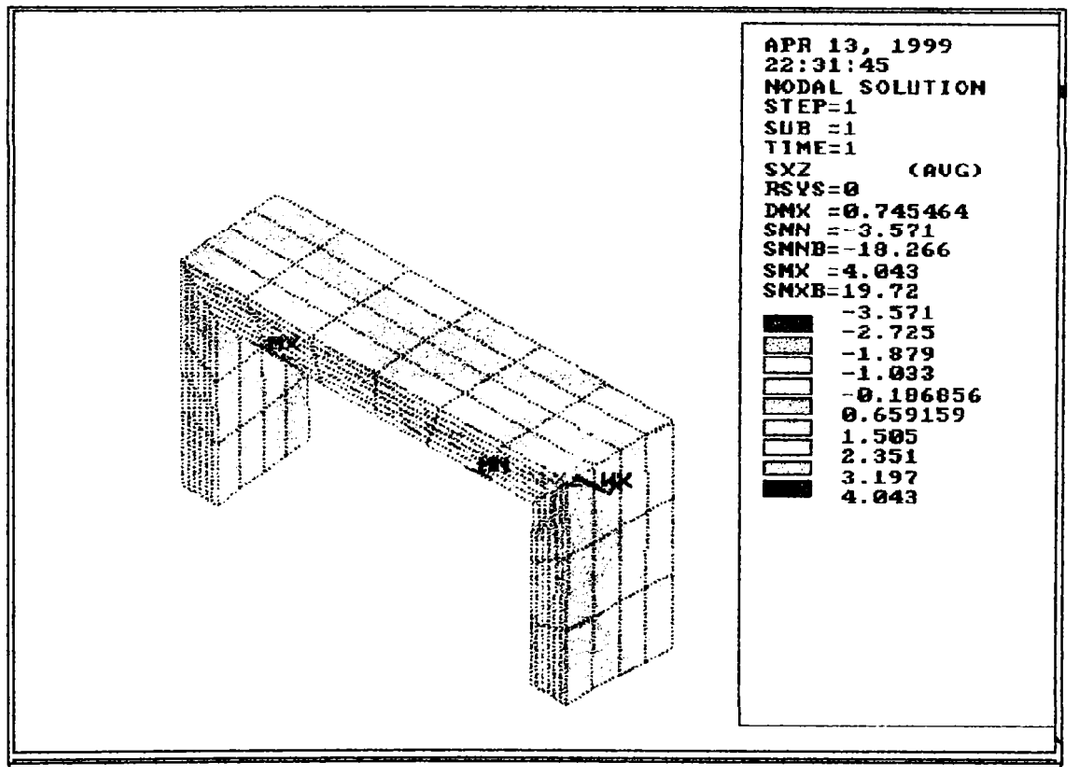


Figure 100- σ_{xz} Detalii zona superioară cheson

BUPT

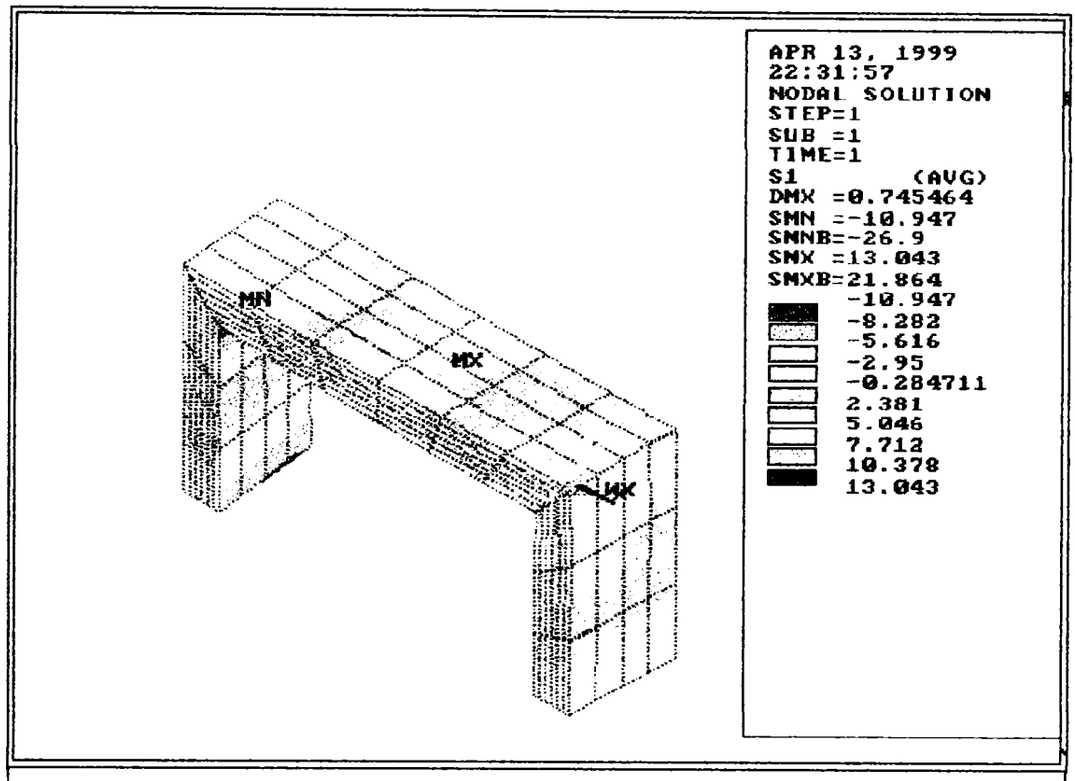


Figure 101- σ_1 Detalii zona superioară cheson

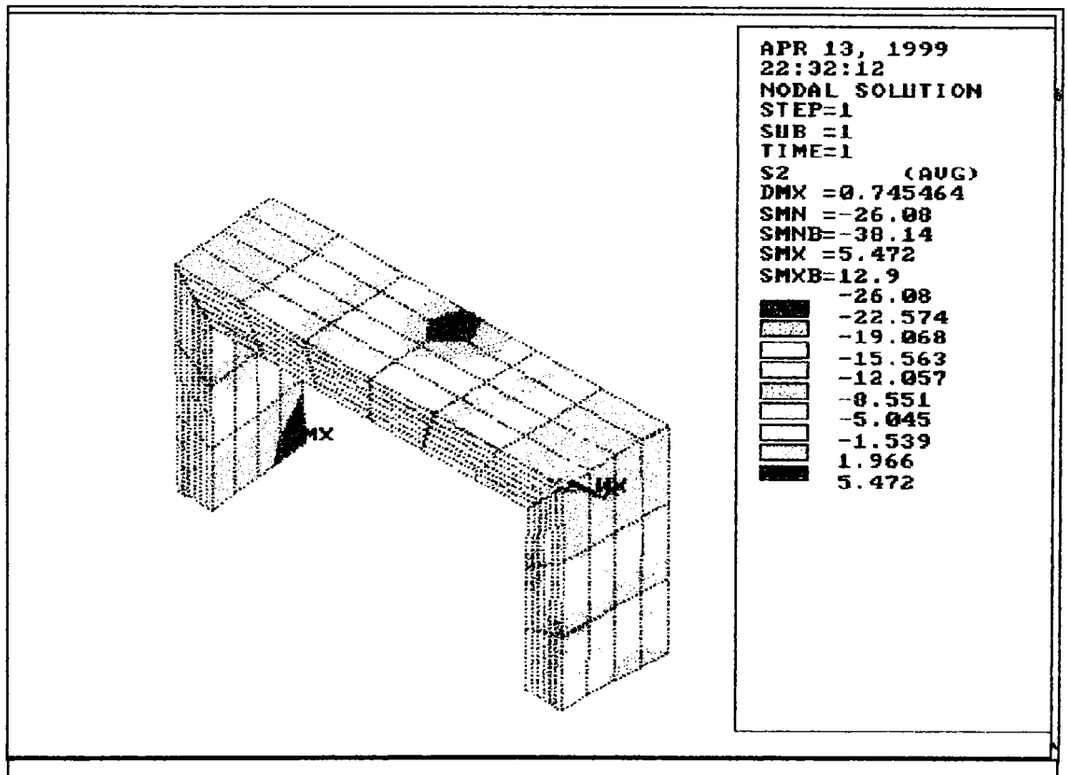


Figure 102- σ_2 Detalii zona superioară cheson

BUPT

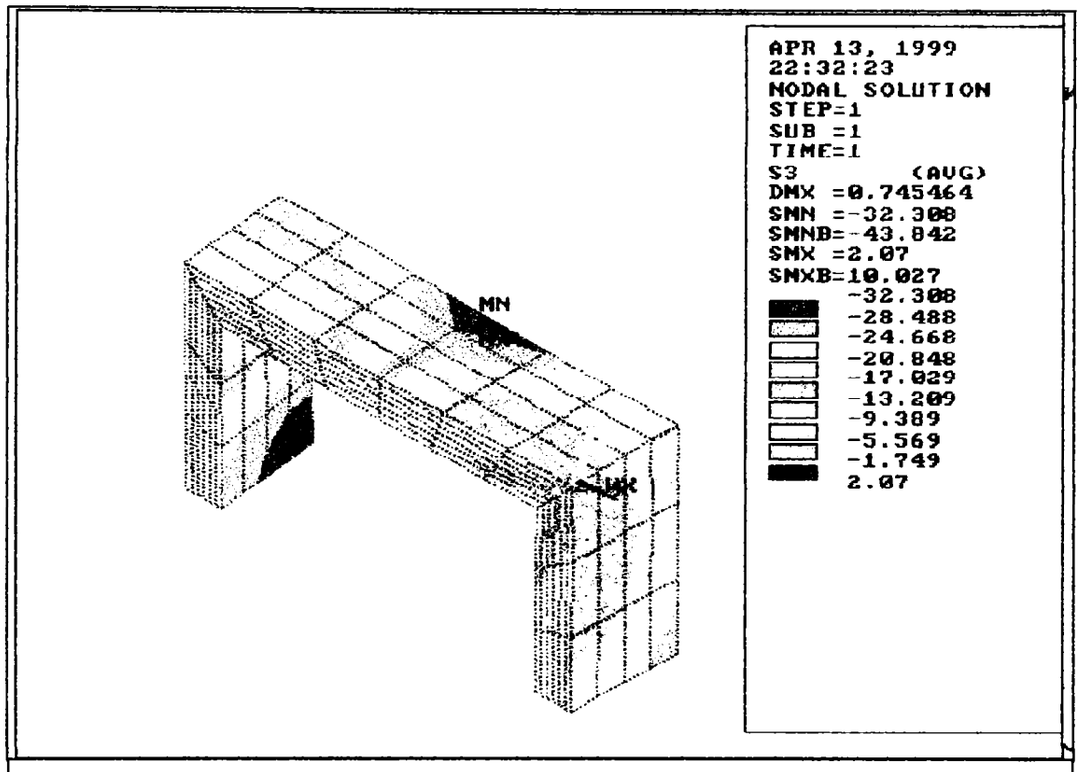


Figure 103- σ_3 Detalii zona superioară cheson

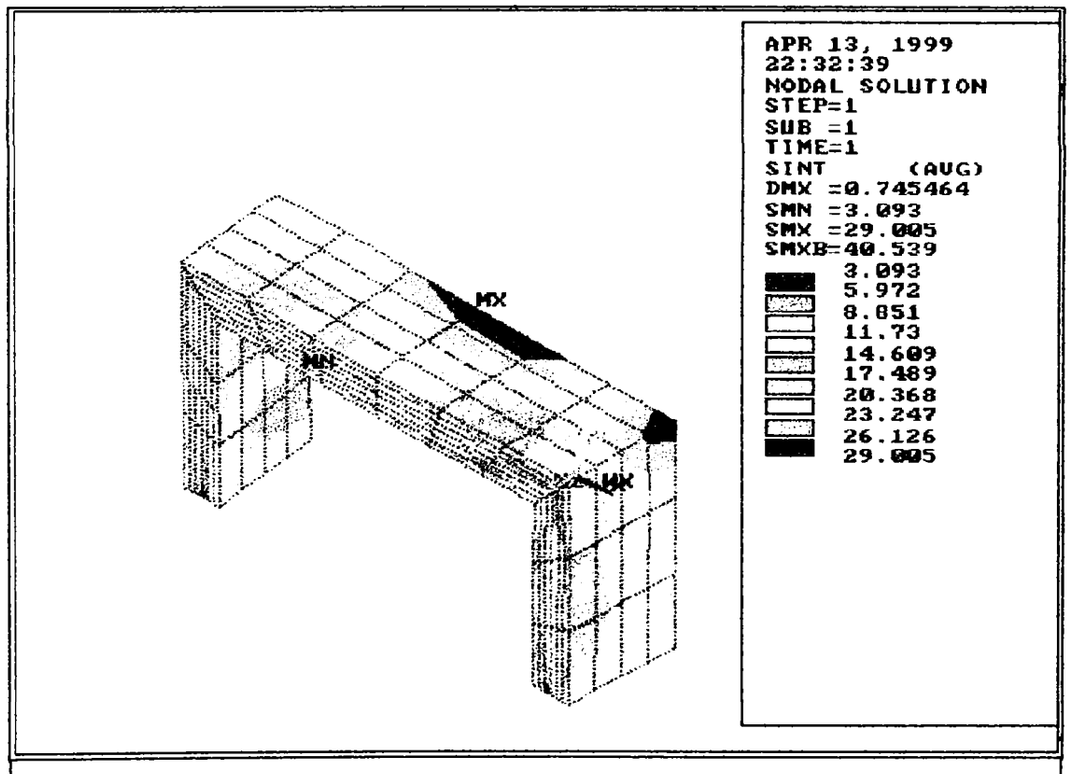


Figure 104- $\sigma_{int.}$ Detalii zona superioară cheson

BUPT

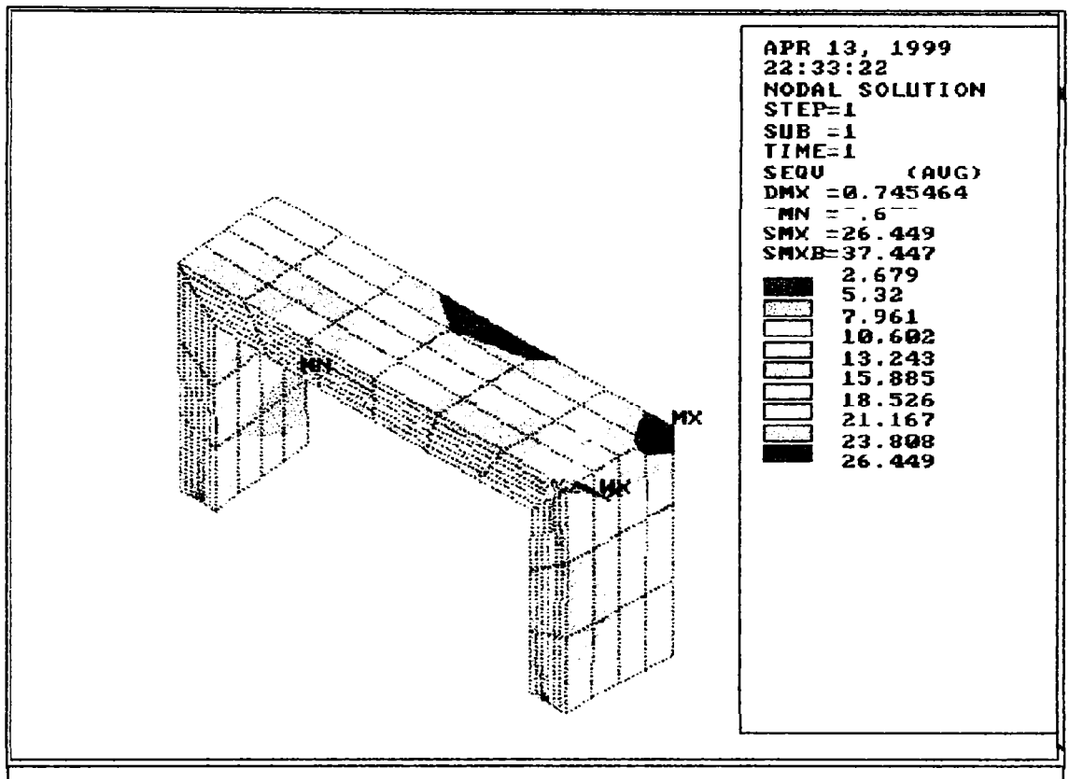


Figure 105- σ_{equ} Detalii zona superioară cheson

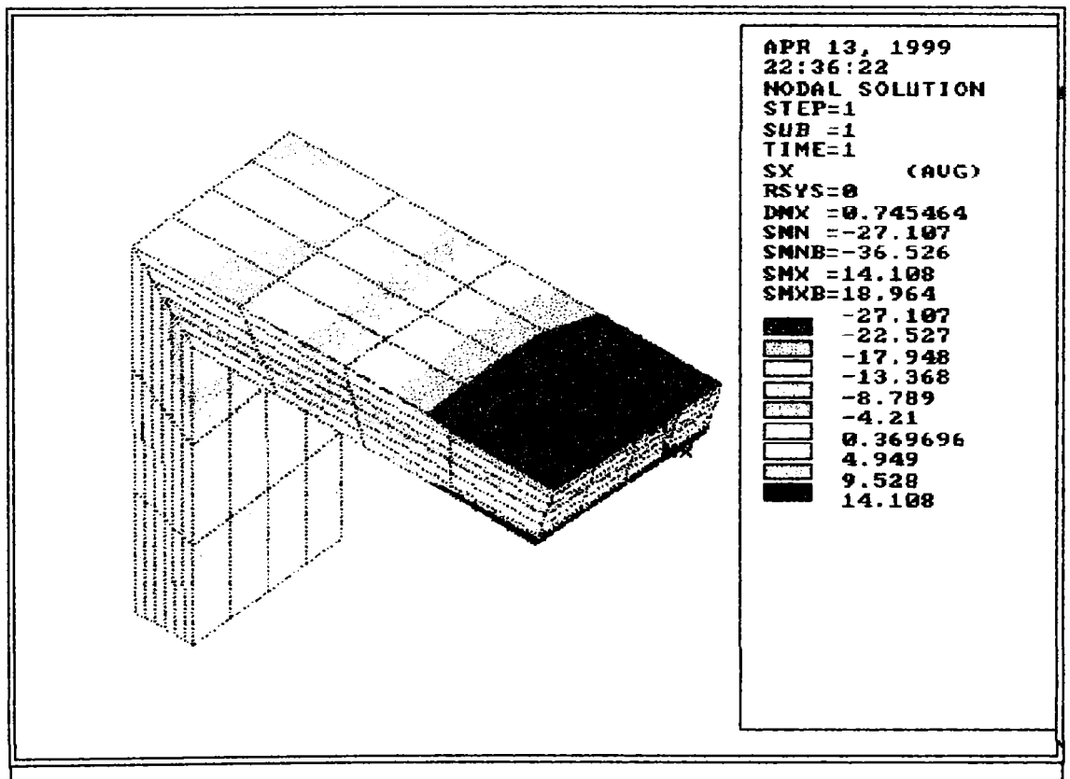


Figure 106 - σ_x Detalii prefabricat L

BUPT

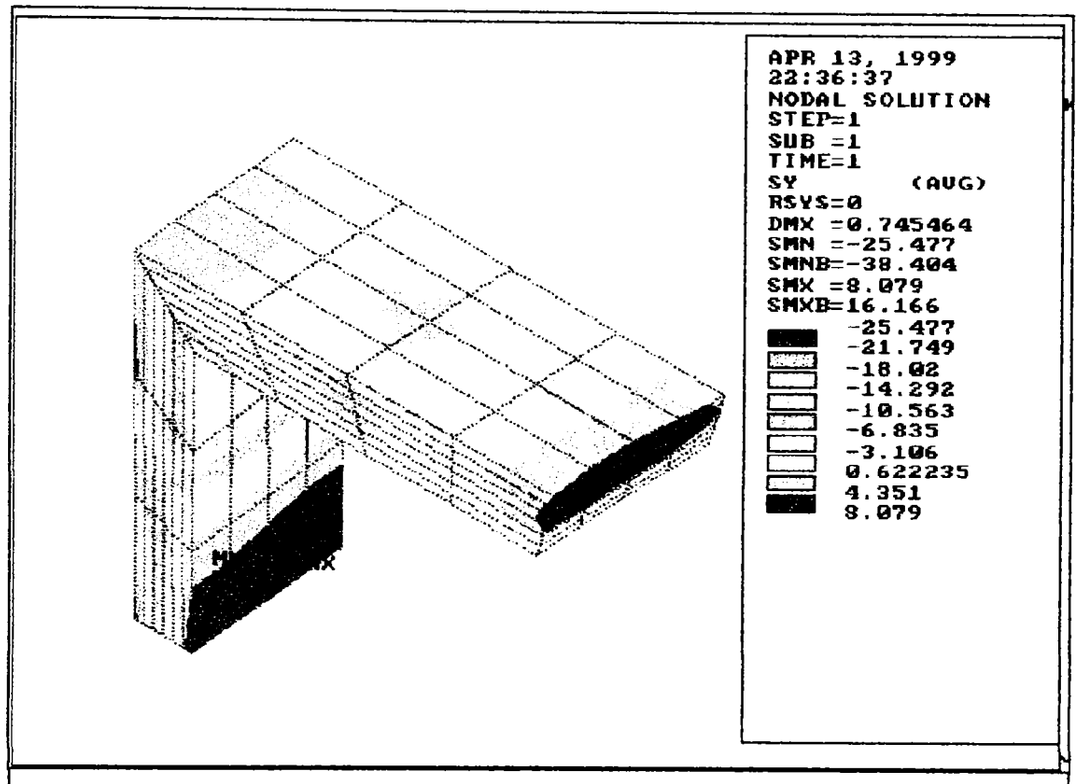


Figure 107- σ_y Detalii prefabricat L

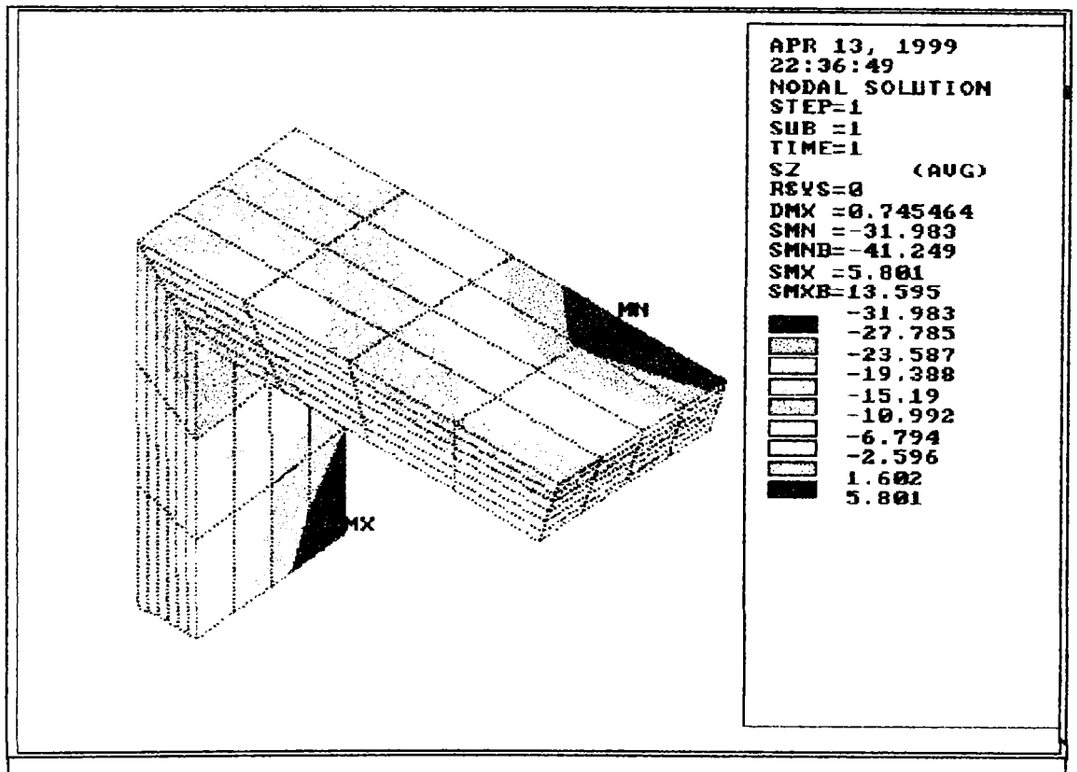


Figure 108- σ_z Detalii prefabricat L

BUPT

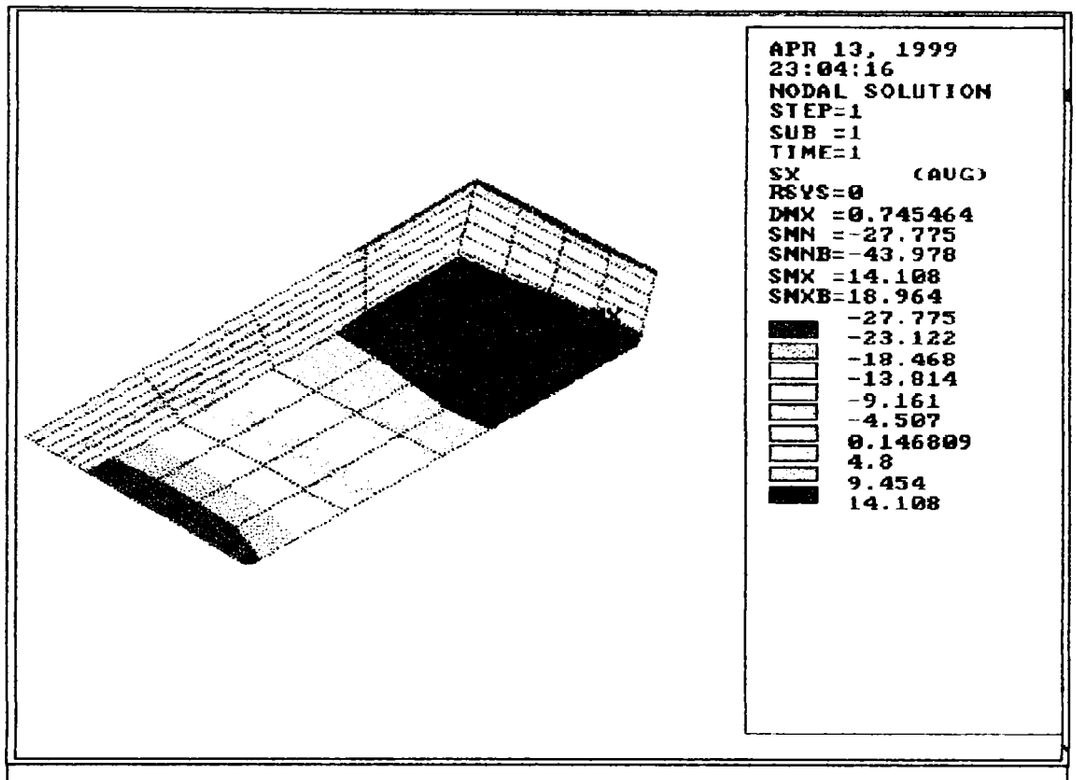


Figure 109- σ_x Detalii prefabricat placă

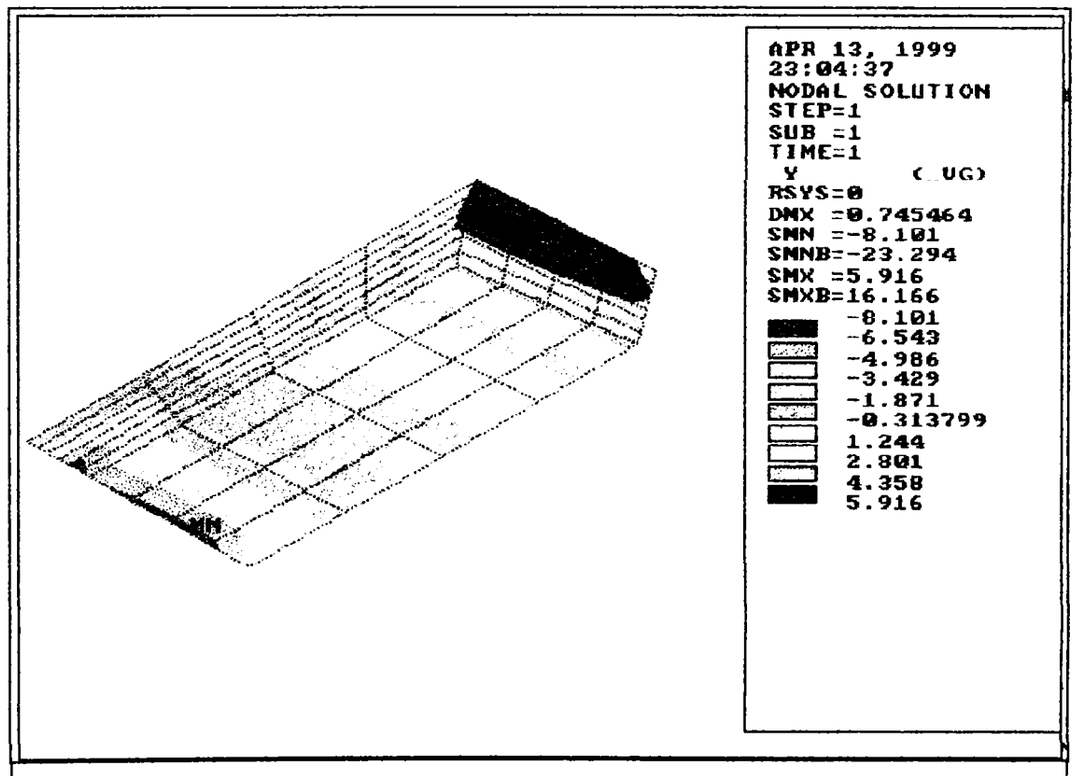


Figure 110- σ_y Detalii prefabricat placă

BUPT

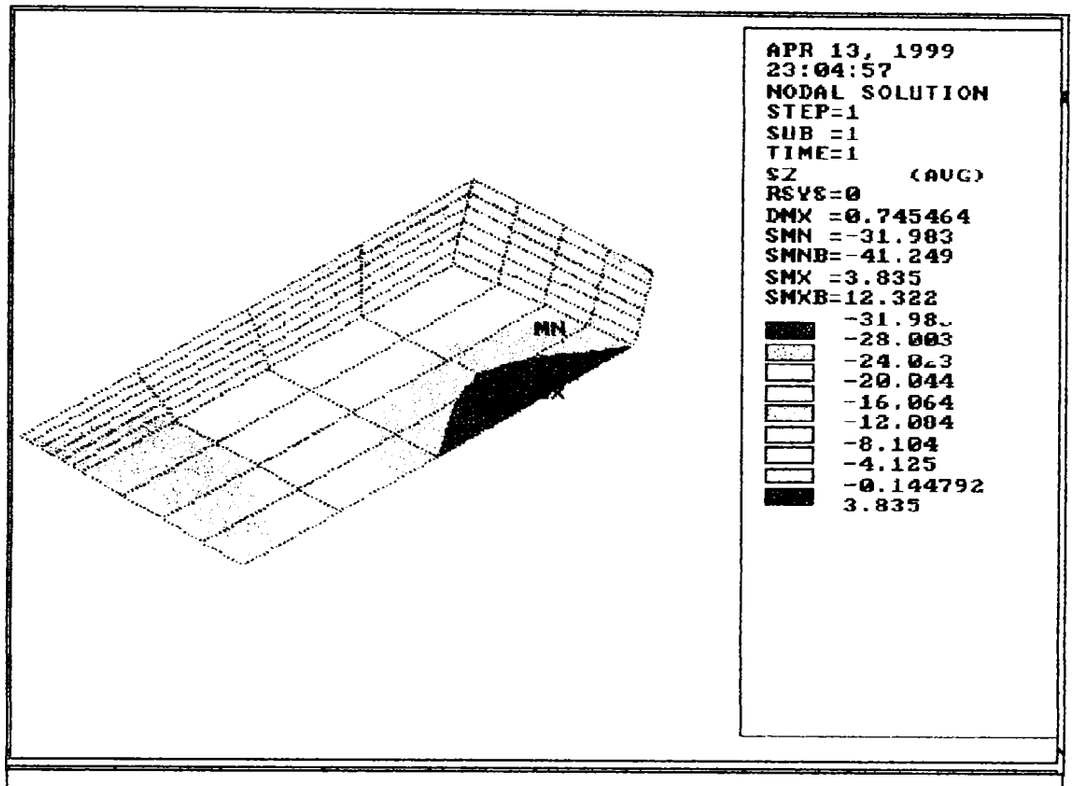


Figure 111- σ_z Detalii prefabricat placă

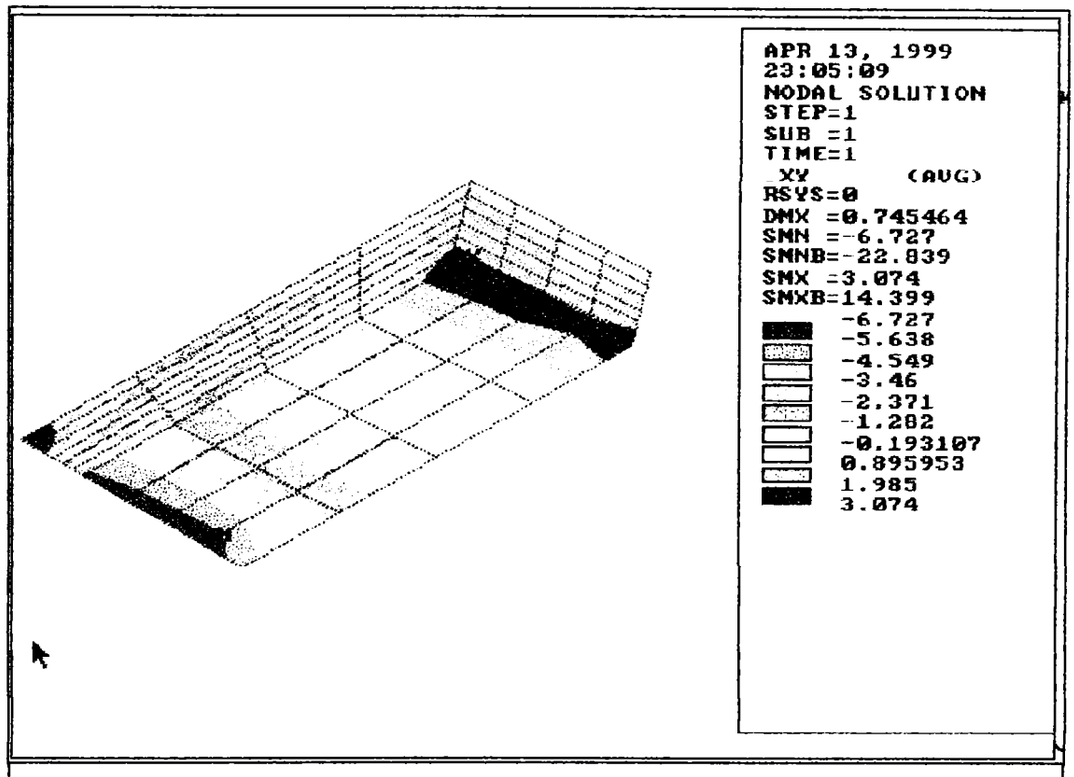


Figure 112- σ_{xy} Detalii prefabricat placă

BUPT

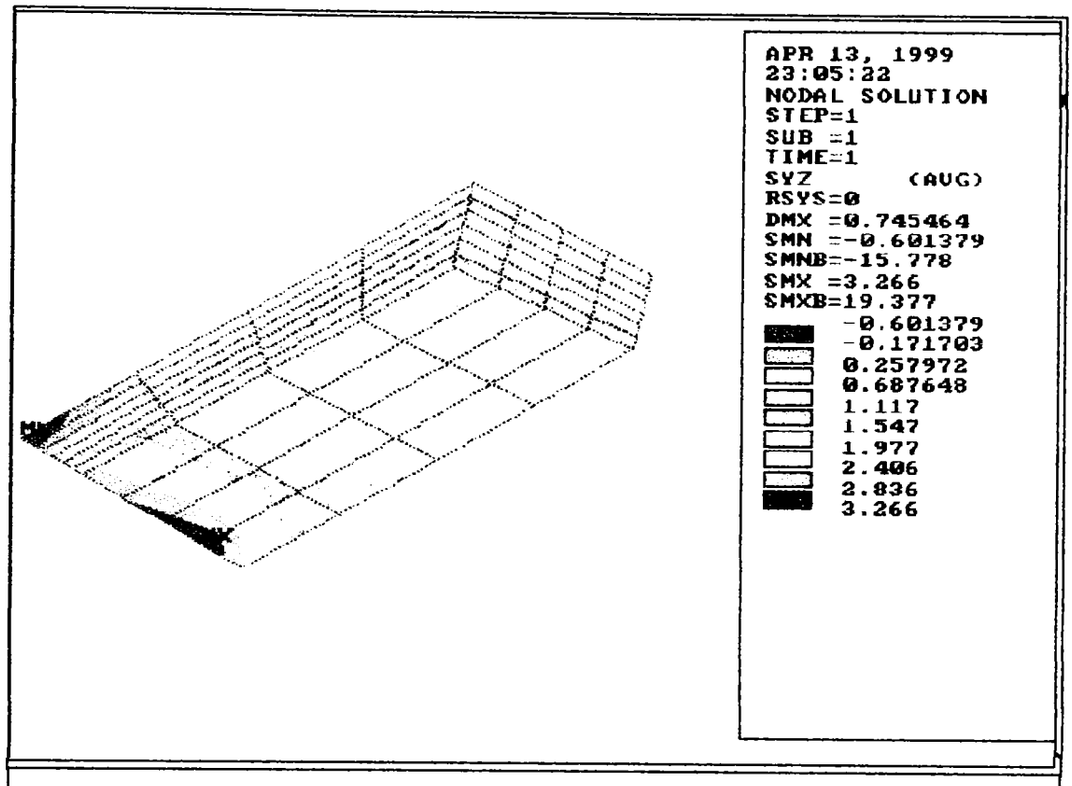


Figure 113- σ_{yz} Detalii prefabricat placă

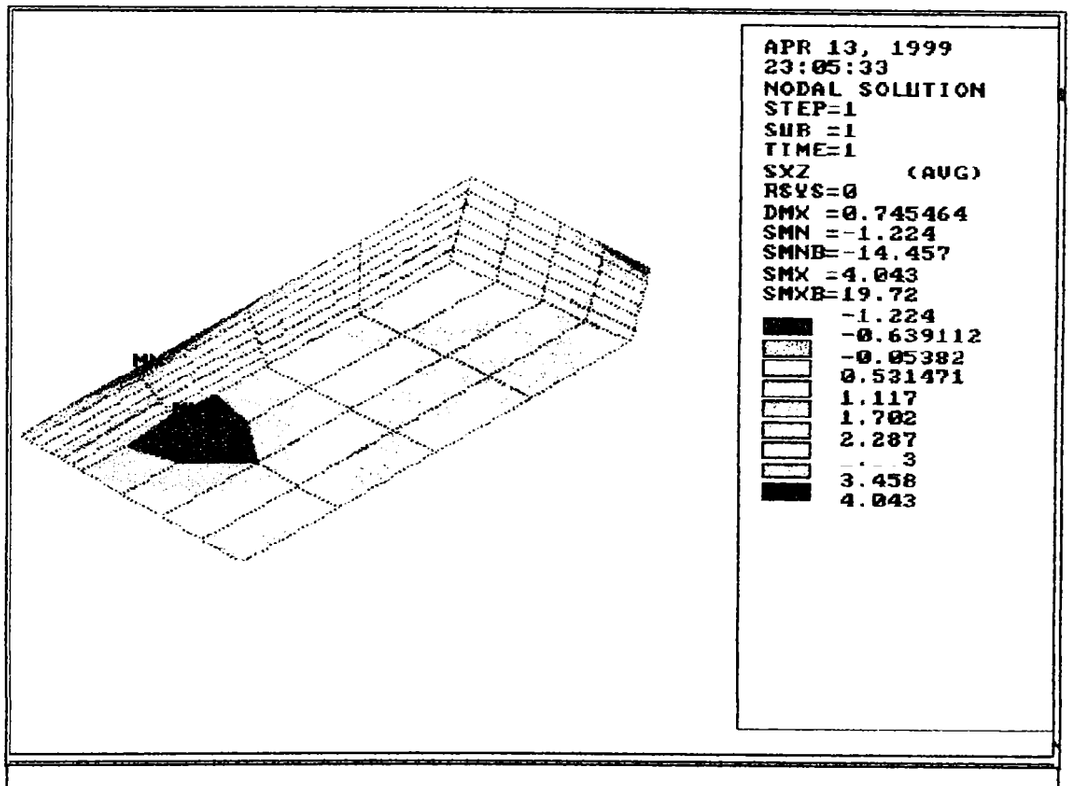


Figure 114- σ_{xz} Detalii prefabricat placă

BUPT

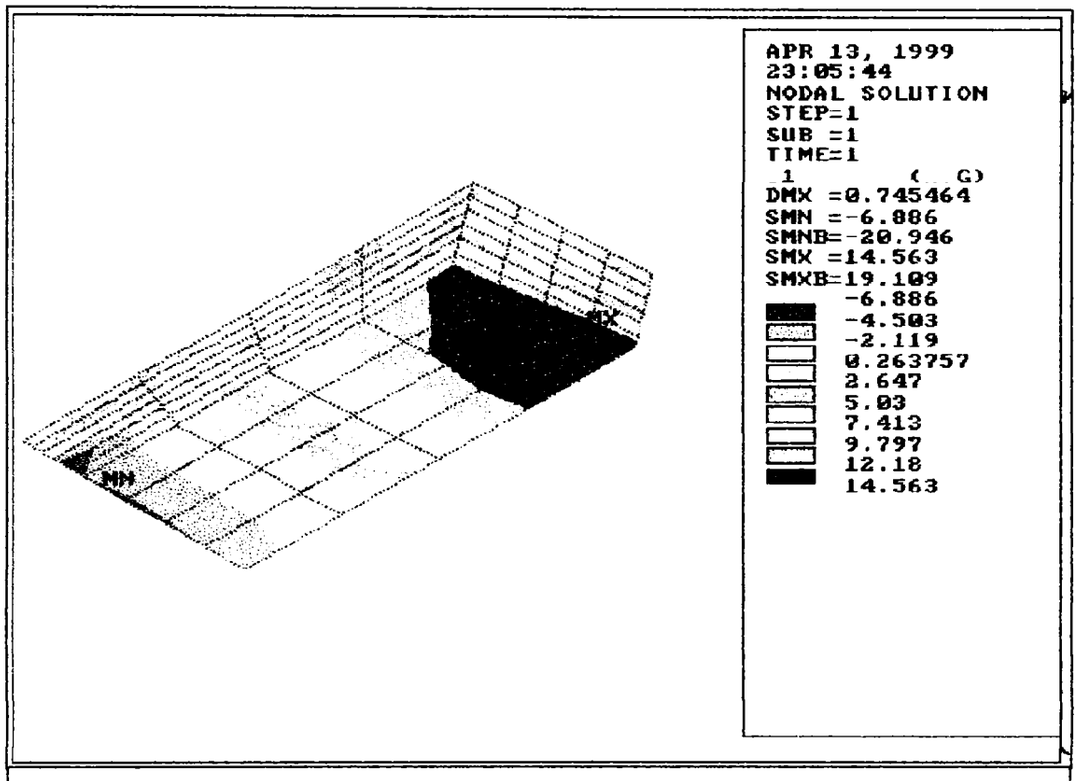


Figure 115- σ_1 Detalii prefabricat placă

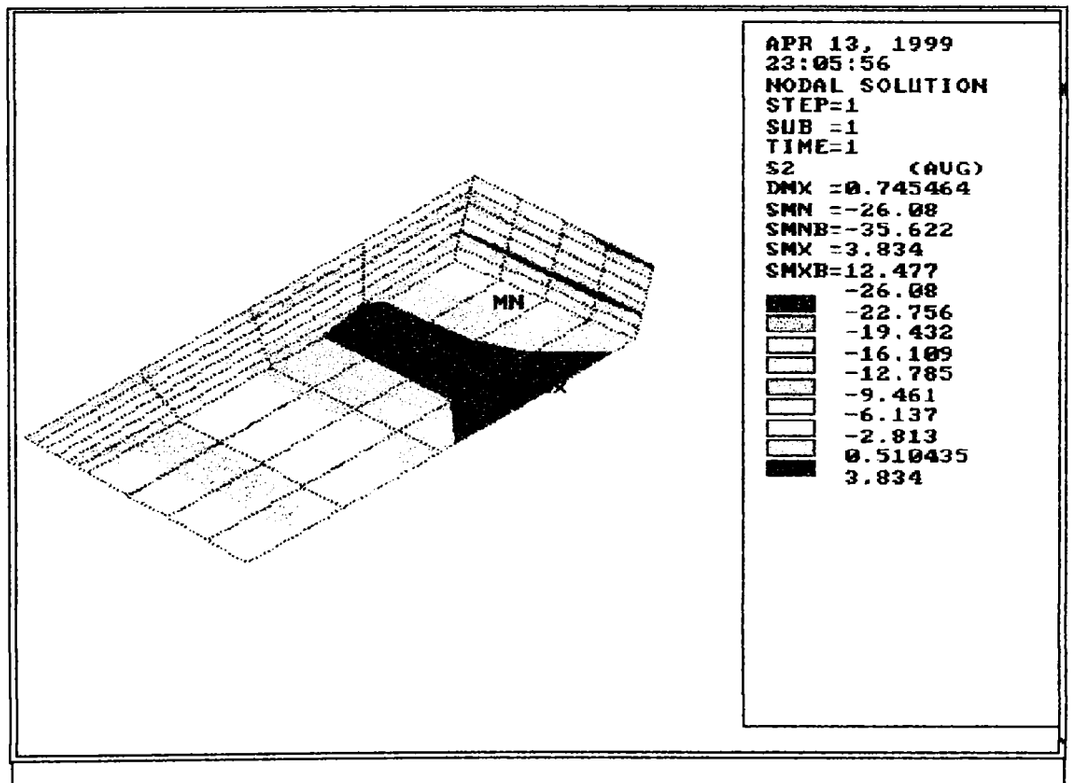


Figure 116- σ_2 Detalii prefabricat placă

BUPT

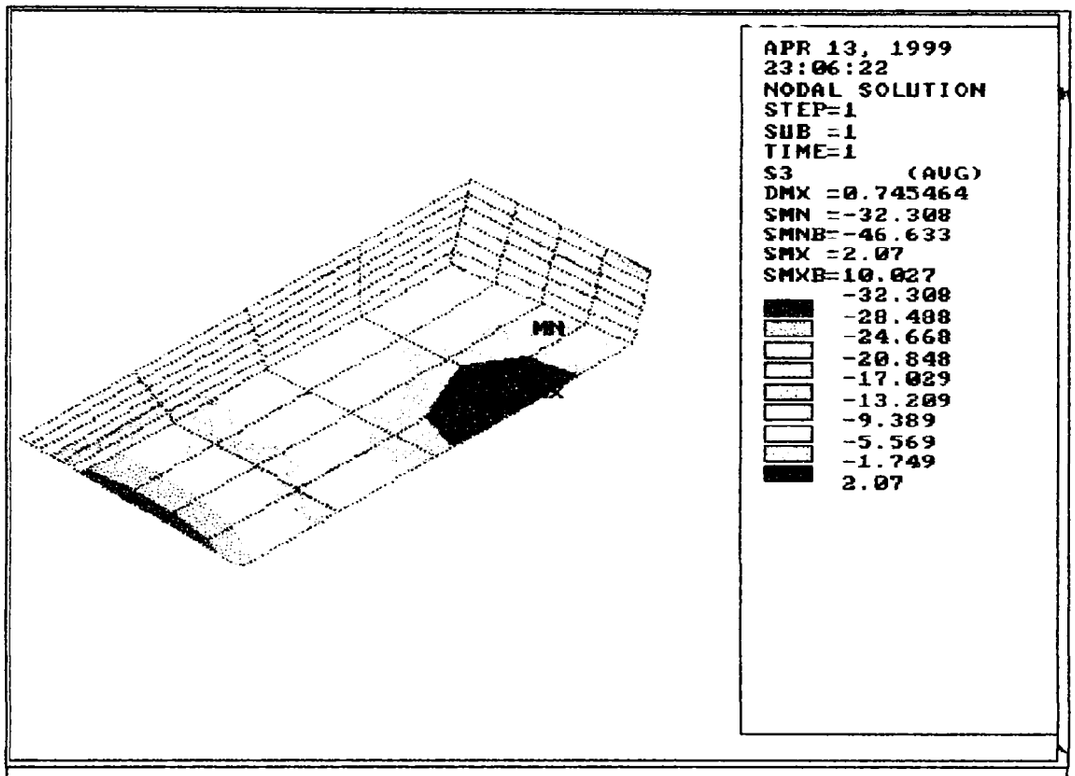


Figure 117- σ_3 Detalii prefabricat placă

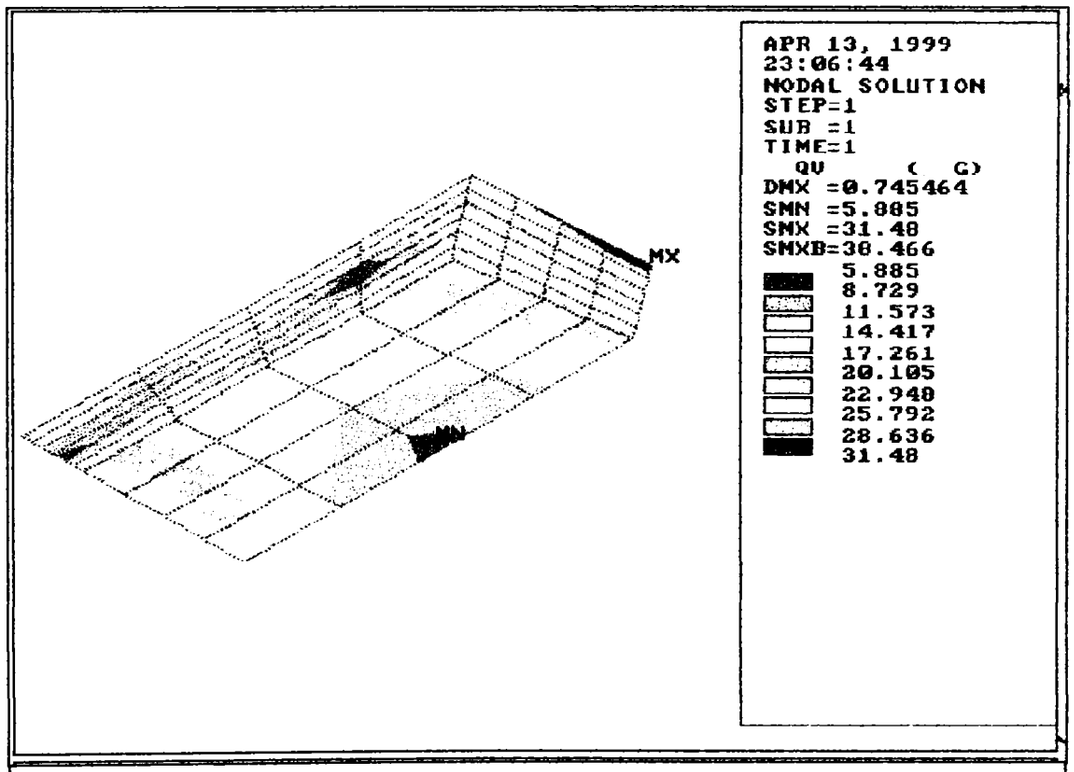


Figure 118- σ_{equ} Detalii prefabricat placă

BUPT

2.5.3.2. Consideraţii finale

Pentru structurile de rezistenţă luate în studiu – elemente prefabricate tip "U", tip "L" şi liniare -, cu ajutorul pachetului de programe ANSYS5.0 se poate analiza în mod grafic starea de deformaţie şi eforturi unitare.

Se poate determina starea de deformaţie în sistemul general de axe, respectiv deplasările u_x, u_y, u_z.

Se poate determina starea de eforturi unitare:

- axiale: S_x, S_y, S_z;
- de forfecare: S_{xy}, S_{xz}, S_{yz};
- principale: S_1, S_2, S_3;
- de echivalenţă: - intensitatea efortului unitar S_{int};
  - von Mises S_{eqv}.

Studiul se poate realiza pe structură nedeformată, structură deformată şi cu detalii în diferite zone ale chesonului.

BUPT

3. TRANSPORTUL ŞI TEHNOLOGIILE DE LANSARE

3.1. Elemente geometrice

În funcție de dimensiunile chesoanelor propuse, respectiv dimensiunile interioare ale infrastructurii, prefabricatele sunt în formă de "U", în formă de "L" sau liniare.

Determinant în stabilirea geometriei elementelor prefabricate este dotarea de care dispune constructorul, astfel că greutatea fiecărui element, secționat pe verticală şi pe orizontală, să nu depăşească 15 t.

În fig.29 este prezentat un cheson prefabricat cu h = 8,40 m, care este împărțit în două tronsoane:

- **tronsonul I** are 3,40 m, fiind compus din 4 nivele: primele 2 cu înălțimea de 0,70 m fiecare şi următoarele două cu înălțimea de câte 1,0 m. Grosimea pereților este variabilă – de la 0,20 m în zona cuțitului până la 0,45 m în partea superioară.

În varianta clasică, cu turnare la fața locului, grosimea pereților chesonului pe acelaşi tronson ar fi fost 0.80 m, de aici rezultând un important volum de beton economisit.

Nivelul I reprezintă cuțitul chesonului prefabricat.

- **tronsonul II** are înălțimea de 5,0 m, fiind compus din 5 nivele cu înălțimea de 1,0 m fiecare, grosimea pereților este constantă şi are 0,40 m.

Rezultă astfel 18 elemente distincte care se transportă şi se montează separat fiecare.

BUPT

VEDERE LATERALĂ CHESON DUBLU CELULAR

scara. **1:50**

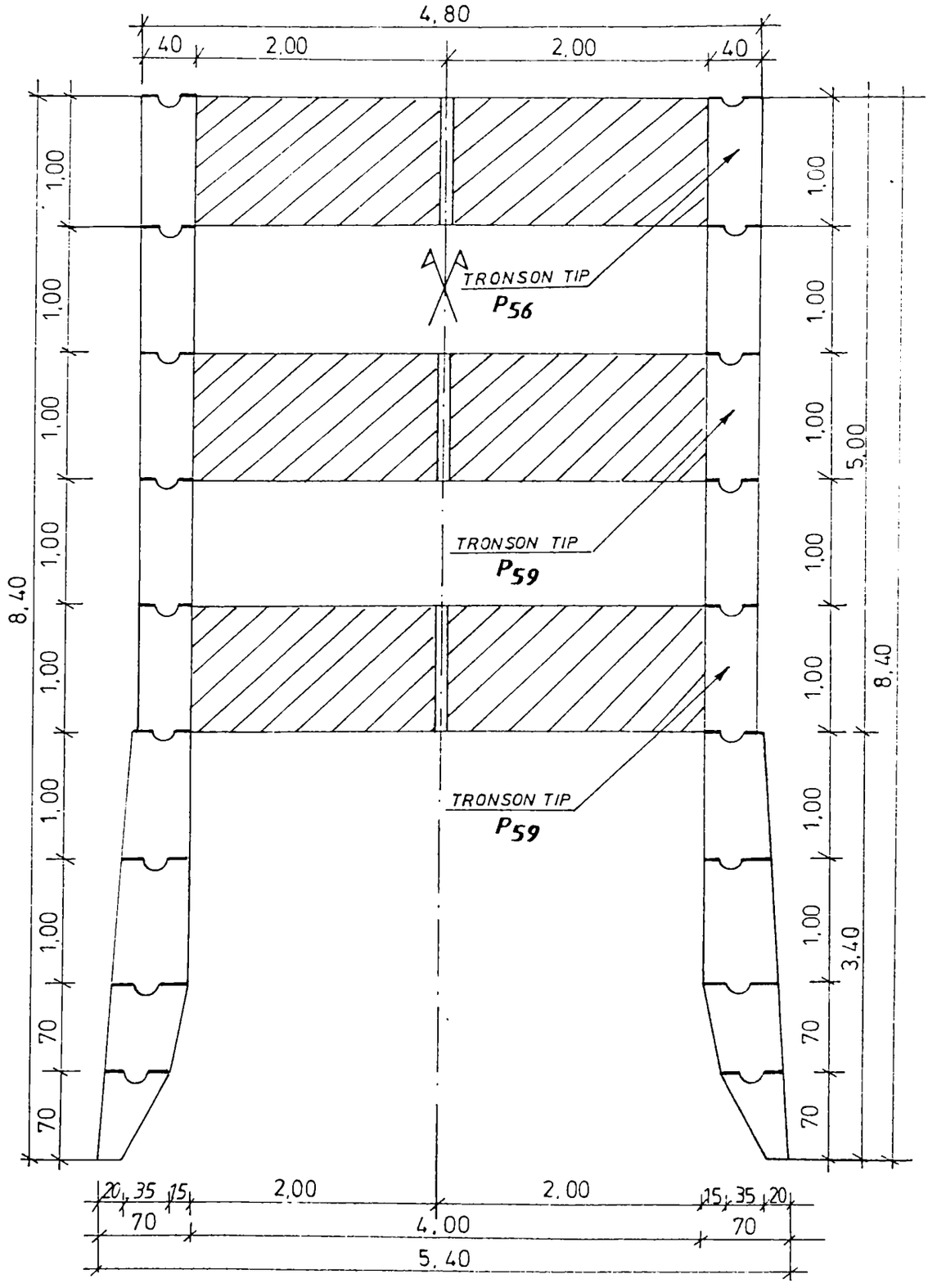


FIG. 29

BUPT

3.2. Detalii de execuție

3.2.1. Geometria în plan vertical

Pentru îmbinarea pe verticală a elementelor se realizează geometria suprafețelor de contact prevăzute cu jgheab central în fața superioară şi cu nervură armată în fața inferioară (fig.30 şi foto 1 şi 2).

3.2.2. Îmbinarea elementelor

În cadrul unui nivel, îmbinarea elementelor se realizează prin intermediul armăturilor prevăzute în acest sens, care se sudează şi se monolitizează între ele cu un beton superior ($B_c22,5$) turnat pe loc.

Îmbinarea nivelelor între ele se realizează prin geometria la suprafața de contact.

Nervura armată din suprafața de jos se suprapune pe jgheabul central din suprafața superioară a elementului inferior, nervura înglobându-se în perimetrul jgheabului.

Pentru monolitizare suprafețele se tratează cu lapte de ciment şi mortar de pozare. În acest mod se asigură atât stabilitatea cât şi etanşarea unui nivel în raport cu celălalt (fig.31).

3.2.3. Transmiterea eforturilor verticale

Pentru transmiterea eforturilor verticale, elementele unui nivel se prind de elementele nivelelor de contact prin intermediul unor piese metalice, special înglobate în fiecare element, care se leagă între ele pe verticală cu ajutorul unei platbande sudate pe contur (fig.32).

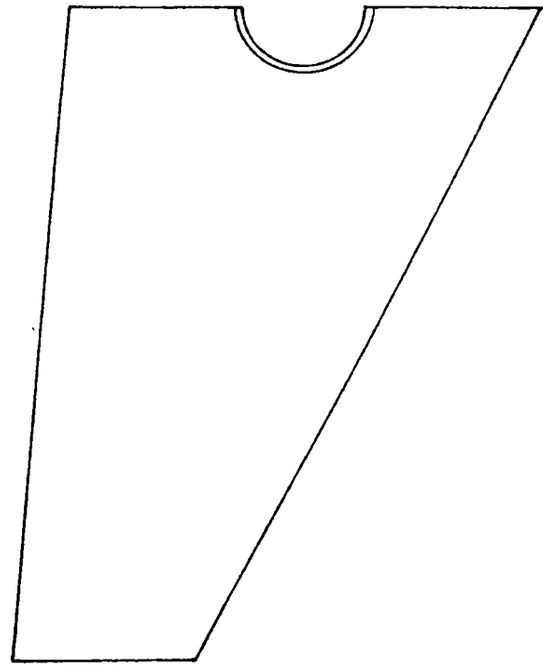
3.2.4. Alte elemente prefabricate

Pentru că s-au proiectat şi chesoane duble prefabricate, peretele despărțitor se realizează prefabricat, pe nivele de câte 1 m, suprapuse.

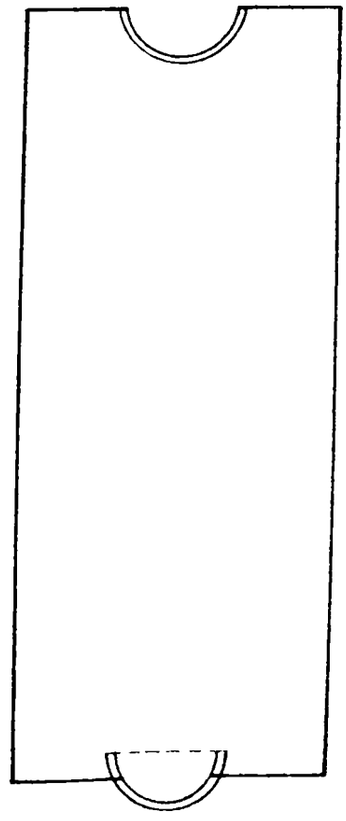
Pereții de dirijare hidraulică se fixează pe pereții chesonului prin intermediul armăturilor prevăzute în acest sens şi sunt tot prefabricați.

BUPT

DETALIU CUȚIT CHESON PREFABRICAT



SECȚIUNE CHESON PREFABRICAT



BUPT

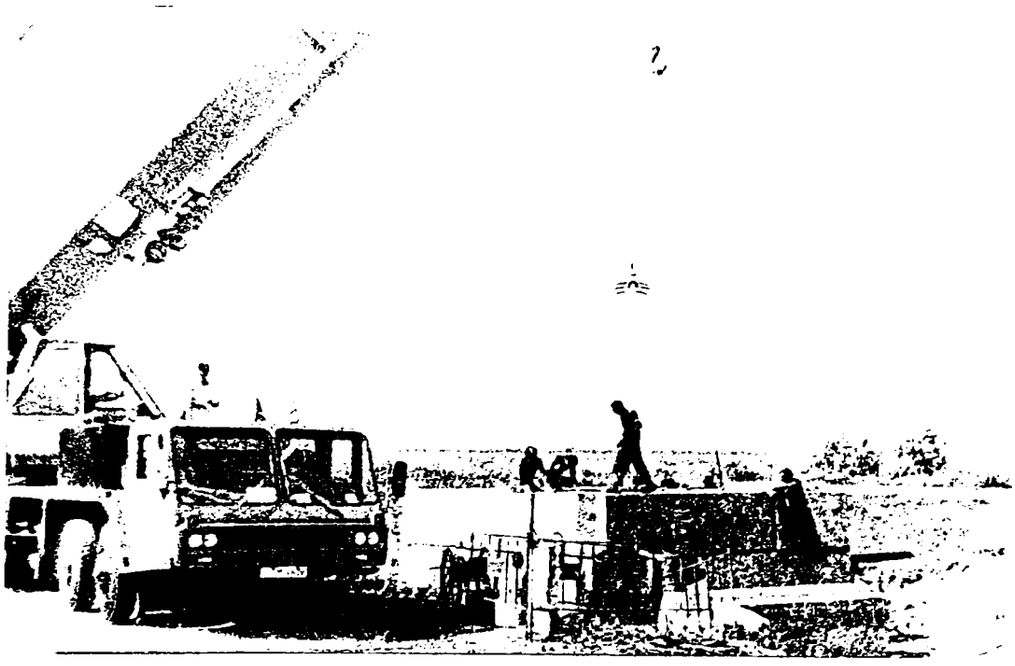


FOTO. 1

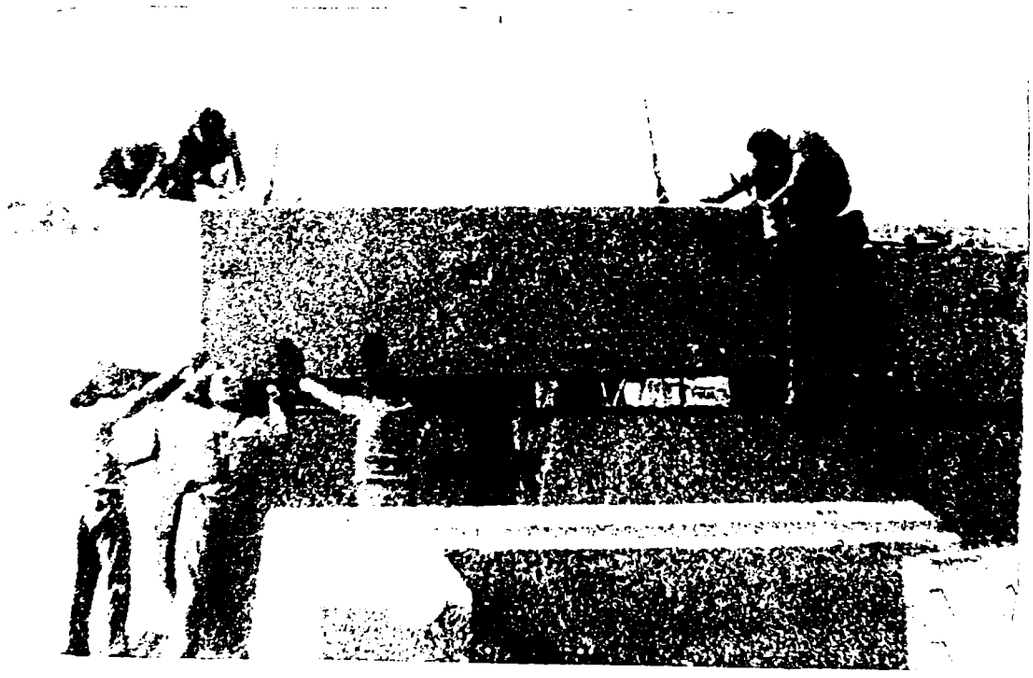
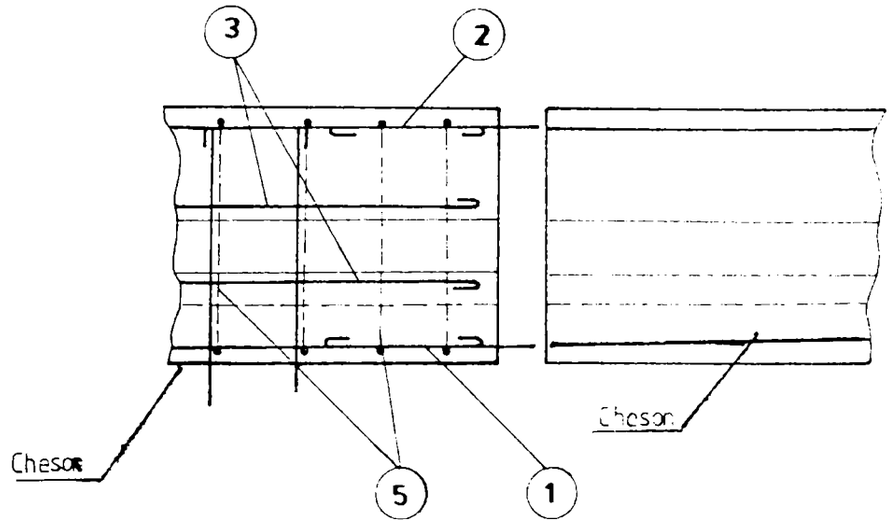


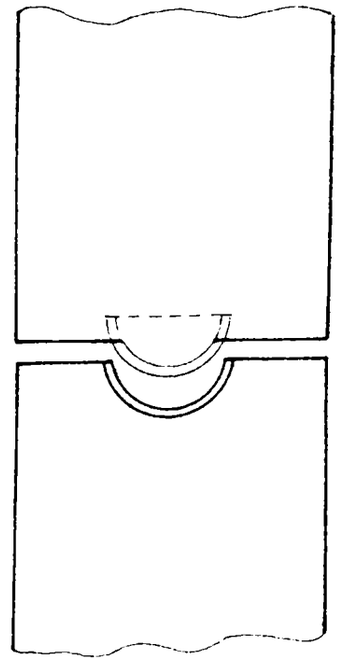
FOTO. 2

BUPT

DETALIU CHESON DUBLU



DETALIU ÎMBINARE



BUPT

CHESON PREFABRICAT DETALIU DE TRASMITERE A FORȚELOR VERTICALE

SCARA 1:50

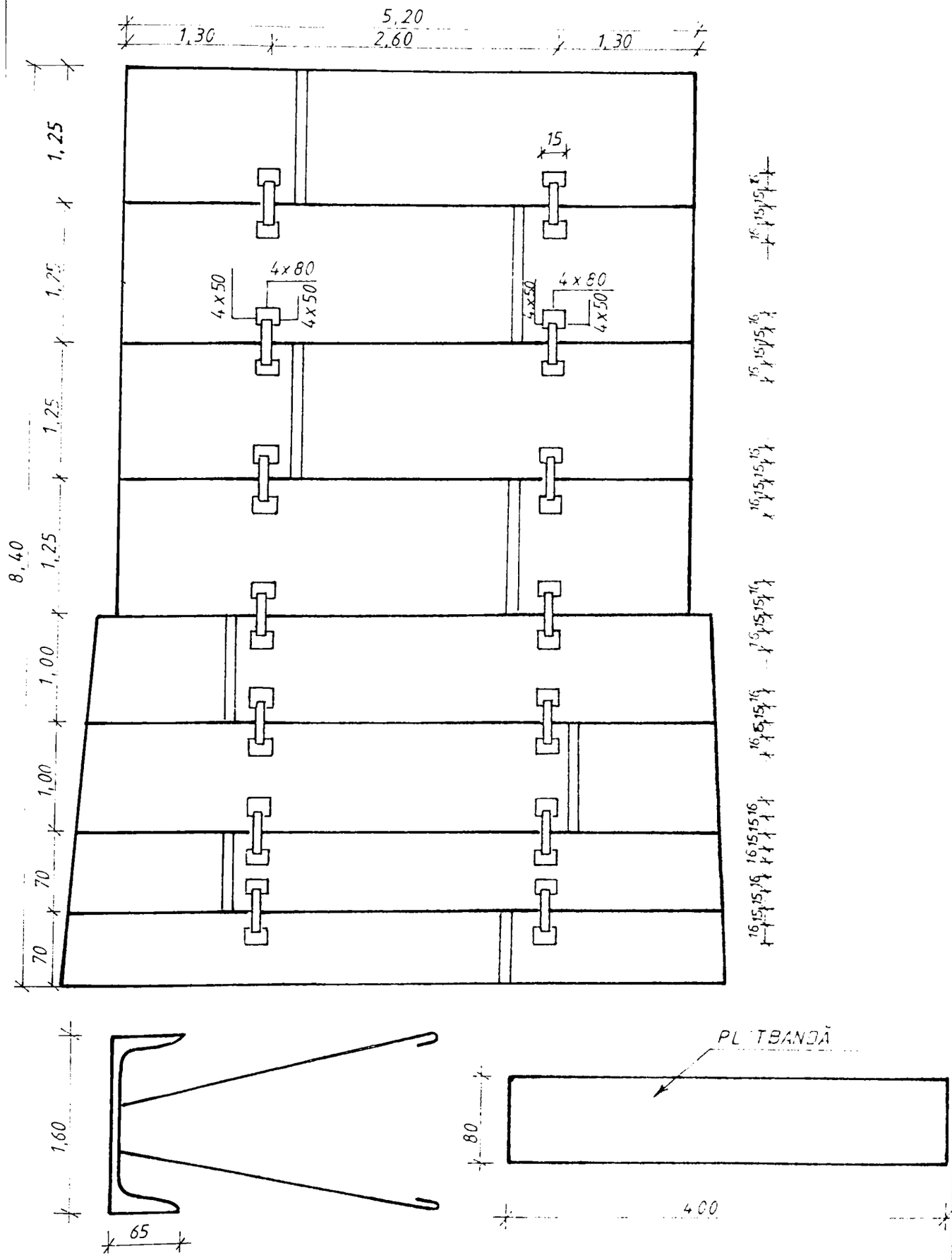


FIG. 32

BUPT

DETALIU REZEMARE PLANȘEU

SCARA 1 : 10

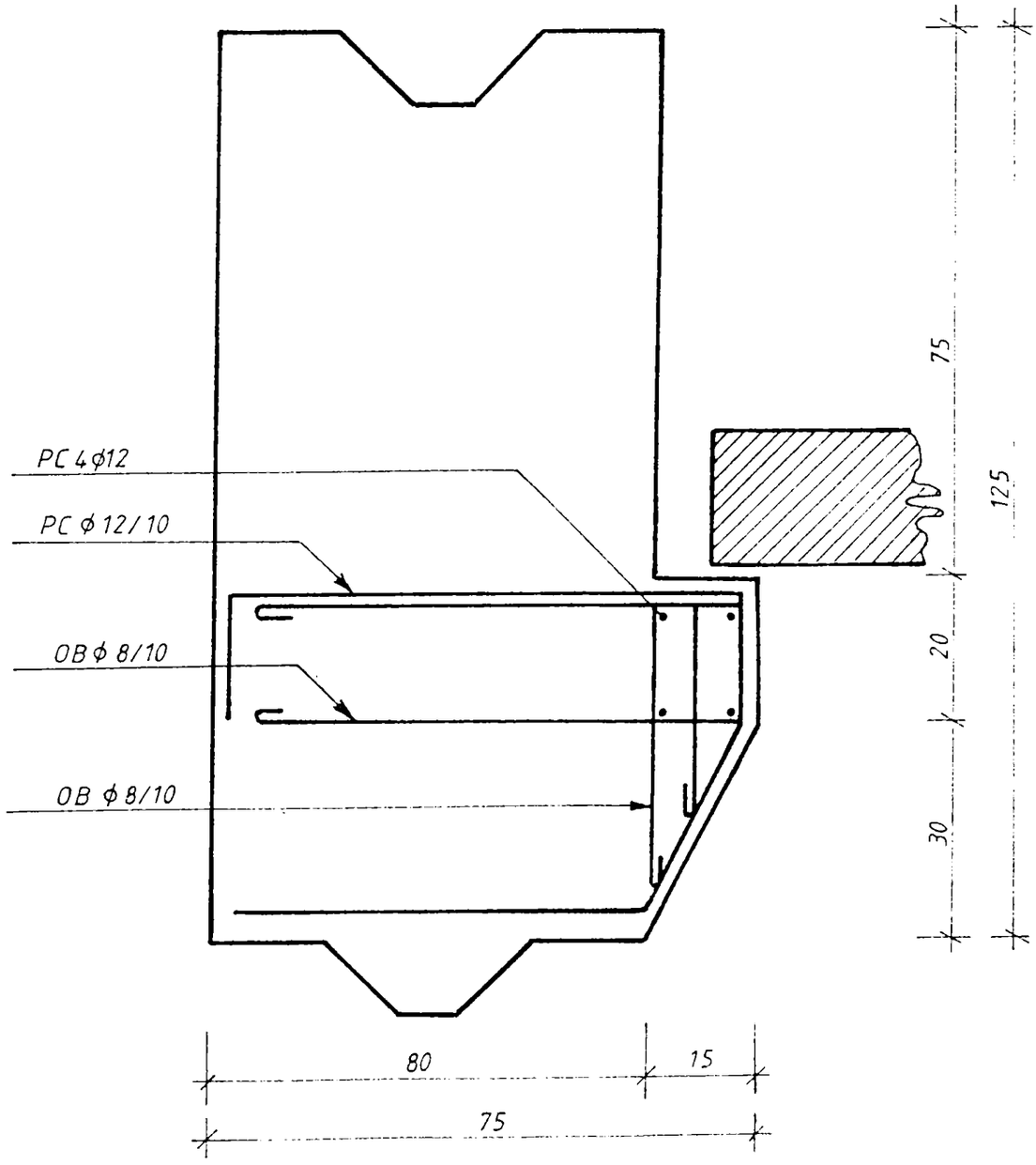


FIG. 33

BUPT

Şi planşeul de serviciu (de manevră) se realizează prefabricat, cu rezemare pe umerii pereţilor chesonului (fig.33).

BUPT

3.3. Transportul elementelor prefabricate

Elementele prefabricate ale chesoanelor se execută în poligoane de prefabricate; ele se încarcă cu automacarale pe trailer (autospecială) pentru a fi transportate la amplasamentele viitoarelor stații de pompare, unde se descarcă tot cu ajutorul automacaralelor. Fiecare element având sub 15 t, încărcarea, descărcarea şi transportul se realizează cu utilaje de gabarit corespunzător, cu o rezervă de 20-30% față de sarcina de ridicat.

Pentru a nu se deteriora, pe timpul transportului se folosesc piese de fixare şi rastele.

3.4. Tehnologii de lansare

Montarea şi îmbinarea elementelor prefabricate ale chesoanelor constituie un complex de operațiuni de importanță primordială pentru funcționalitatea stațiilor de pompare executate prin această metodă.

Pe lângă asigurarea stabilității şi rezistenței stației de pompare trebuie să i se asigure şi gradul de etanşeitate corespunzător.

3.4.1. Lansarea chesonului

După predarea amplasamentului şi a bornelor de nivel se materializează axele, colțurile chesonului şi reperul de nivel.

Se decopertează stratul vegetal, se execută săpătura de 50 cm grosime şi se aşterne stratul de balast pe care se fixează traversele de cale ferată. Urmează montarea elementelor din primul nivel al primului tronson, care este cuțitul chesonului. Îmbinarea acestor elemente se realizează cu sudură electrică cu îndoirea la cald a armăturilor şi tăierea oxiacetilenică în caz că armăturile au suferit deformații în timpul transportului sau manevrelor.

Etapa următoare este cofrarea şi turnarea betonului de monolitizare al zonei de îmbinare ($B_c22,5$), continuată de aşternerea mortarului de poză pe toată suprafața superioară a nivelului montat inclusiv în jgheab în grosime de 1,5-2 cm. Se

BUPT

montează elementele nivelului următor şi se repetă aceleaşi operaţiuni în vederea obţinerii primului tronson al chesonului prefabricat.

La fiecare nivel se execută legăturile pe verticală prin sudarea platbandei pe contur de piesele metalice din elemente.

După montarea fiecărui nivel se verifică sudurile, monolitizarea şi orizontabilitatea cu nivela pe tot conturul.

Când se termină montajul tuturor nivelelor din primul tronson se încep săpăturile (cu draglina cu cupa greifer) pentru lansarea acestui tronson până când partea sa superioară ajunge la 50 cm deasupra platformei. În permanenţă trebuie să se verifice orizontabilitatea pe tot conturul

Pentru protecţia cuţitului chesonului şi o mai bună penetrare, cuţitul se prevede în vârf cu un profil "L" (fig.34).

Etapa următoare este montarea şi monolitizarea nivelelor tronsonului II, realizându-se şi lansarea la cota de fundare. În permanenţă se verifică pe tot conturul orizontabilitatea chesonului.

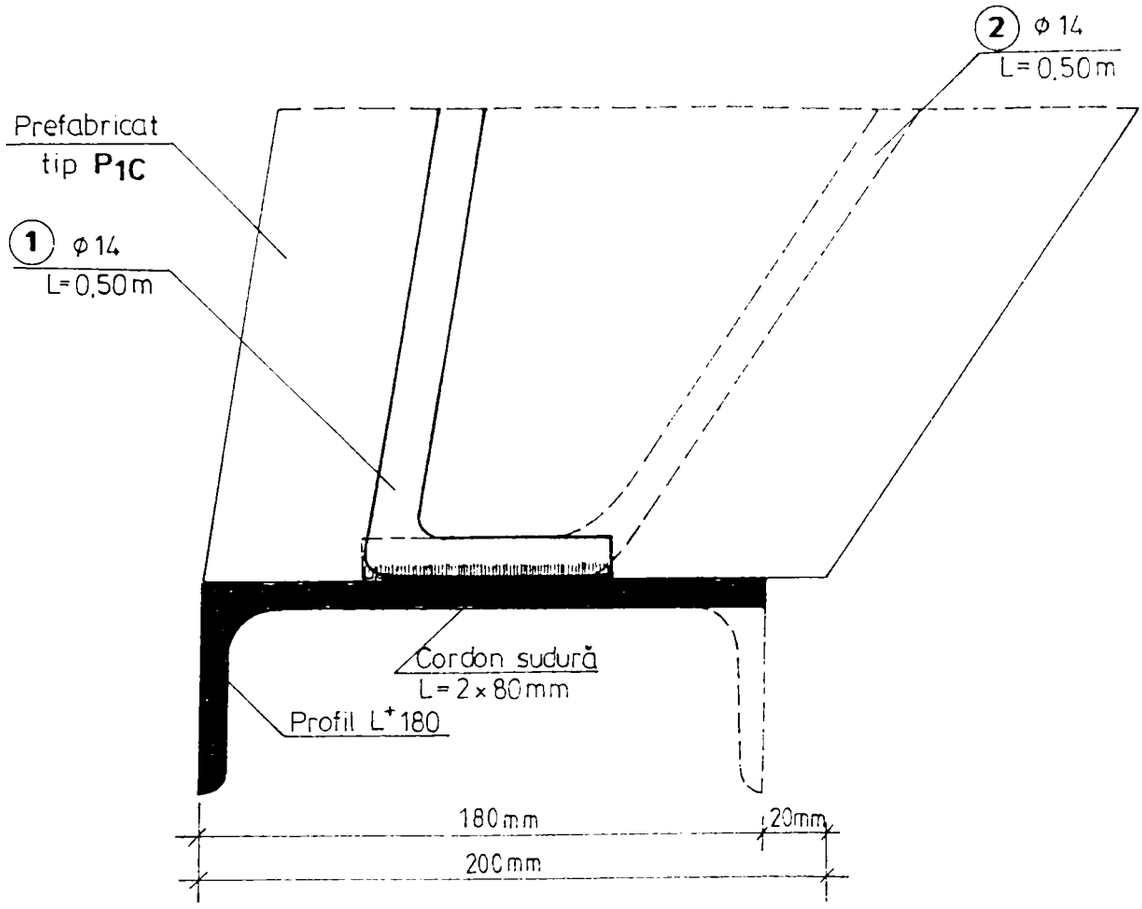
La atingerea cotei de fundare – cu însuşirea naturii terenului de fundare – se toarnă salteaua de beton B_c10 sub apă, cu ajutorul tubului fix şi a platformei metalice de lucru.

3.4.2. Finalizarea închiderii chesonului

După 10-12 zile se evacuează apa din cheson, se montează peretele despărţitor (dacă e cazul), se montează şi se monolitizează pereţii de dirijare hidraulică, se toarnă radierul urmând ca în etapa următoare să se monteze planşeul intermediar.

BUPT

DETALIU PRINDERE PROFIL PREFABRICAT TIP



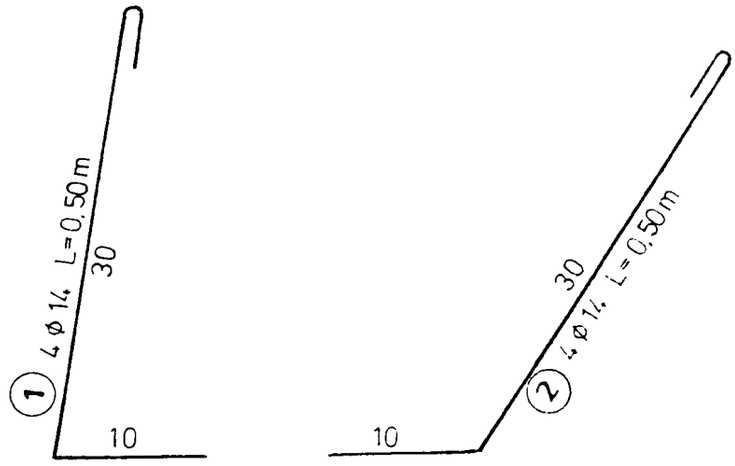


FIG. 34

BUPT

4. OPTIMIZAREA EXECUȚIEI PREFABRICATE

4.1. Costul sistemelor clasice. Timp de execuție

În lucrările de îmbunătățiri funciare, chesoanele realizate în varianta clasică, monolit, se execută pe amplasamentul lor definitiv, cu cofrare şi turnare la fața locului. Aceasta implică existența organizării de şantier în imediata vecinătate pentru depozitarea materialelor necesare procesului tehnologic: armături, panouri de cofraj, bile, manele.

Transportul betonului proaspăt cu frecvența necesară este un element determinant, care creşte costurile de producție. Adesea drumurile de acces sunt impracticabile, ştiindu-se că amplasamentele stațiilor de pompare tip cheson se situează în luncile cursurilor de apă sau, în general, în zone mai greu accesibile.

Turnarea la fața locului se poate realiza numai în condiții de timp favorabil, iar în perioadele nefavorabile lucrările se întrerup.

Chesoanele tip monolit se execută pe tronsoane, fiecare tronson având înălțimi variabile, în funcție de adâncimea la care se găseşte roca de bază. Realizarea cofrajului, montarea armăturilor, verificarea fiecărei etape de turnare a betonului se desfăşoară în condiții destul de dificile fiind cunoscute zonele în care se amplasează acest tip de chesoane.

Pentru lansarea primului tronson, la cotă, se deplasează utilaje de săpat, care până la întărirea betonului tronsonului următor - minim de 30 de zile - sunt în perioadă de stagnare.

Pentru a nu imobiliza utilajul de săpat acesta este transportat la altă lucrare urmând a fi readus şi reechipat la lansarea tronsonului II.

Toate aceste deplasări şi reveniri ale utilajelor de la o lucrare la alta implică costuri de transport sau timpi morți, dacă utilajul stagnează.

BUPT

Dacă betonul proaspăt nu poate fi transportat datorită drumurilor impracticabile, el se realizează în incinta organizării de şantier. În acest caz, există riscul unor rebuturi de beton sau chiar al unor betoane de calitate inferioară celor prescrise prin proiect.

Nu se pot asigura întotdeauna parametrii optimi în perioada de priză şi întărire a betonului şi nici la supravegherea şi controlul punerii în operă.

Numărul muncitorilor care lucrează pe şantier este relativ mare pentru că procesele mecanizate moderne de producție nu reprezintă un procent preponderent.

4.2. Costul sistemelor prefabricate. Avantaje

În cadrul lucrărilor hidrotehnice speciale introducerea prefabricării chesoanelor reprezintă un factor de dinamizare al acestui tip de lucrări.

Transformarea şantierului din "loc de execuție" a elementelor chesonului în "loc de montaj" al elementelor prefabricate ale chesonului este un pas foarte important în "industrializarea" lucrărilor de construcții hidrotehnice speciale.

Elementele prefabricate se execută într-un poligon de prefabricate dotat cu utilaje pentru realizarea unor betoane de calitate superioară.

Execuția lucrărilor în poligonul de prefabricate se realizează în orice perioadă a anului, nefiind influențată de anotimp sau starea vremii.

Controlul tehnic de calitate se realizează în condiții mult mai bune decât pe şantier: se poate exercita pe faze tehnologice. Se verifică tiparele, precizia dimensiunilor, mărimea unghiurilor. Pe parcurs se verifică armăturile, piesele înglobate, petrecerea sau înnădirea armăturilor.

Calitatea betoanelor este superioară ca şi modul de punere în operă, vibrarea şi finisarea fețelor elementelor prefabricate.

Transportul de materiale se elimină şi scad cheltuielile cu organizarea de şantier.

Productivitatea muncii creşte de 10 ori ca urmare a realizării mecanizate a tuturor fazelor de producție şi reducere a timpului de execuție propriu-zisă a chesonului.

BUPT

Se reduce numărul de muncitori aferenți, ei putând fi folosiți în alte etape sau la alte puncte de lucru ale investiției.

Prin prefabricare se reduce timpul de lansare al unui cheson la 10 zile cu transport, asamblare, monolitizare, față de 70-75 zile în varianta monolită.

Geometria prefabricatelor, în cadrul dimensionării, ține cont de capacitatea utilajelor de ridicat care pot intra la amplasamentul stației precum şi de gabaritul şi capacitatea utilajelor de transport şi de montaj de care dispune constructorul.

Prefabricarea asigură tipizarea unor elemente care, fiind executate în serie, avantajează realizarea concomitentă a mai multor stații de pompare, crescând productivitatea pe lucrare.

Volumele de beton pot să scadă cu până la 25% față de varianta monolită, scăzând proporțional şi cantitatea de ciment.

Elementele lemnoase, bile şi manele sunt necesare în volume mai mici şi se obțin economii şi la acest capitol.

Costul unui cheson prefabricat este mai mare, în valoare absolută, decât a unuia executat monolit pentru că numărul de elemente care se execută este relativ mic, nu se toarnă în serii mari.

Cu toate acestea, eficiența şi creşterea productivității rezultă din modul de execuție şi perioada de timp necesară punerii în amplasament a chesonului.

4.3. Analiza comparativă a variantei prefabricate cu varianta monolită de cheson

La lucrarea "Completarea lucrărilor de desecare în valea ierului, județul Bihor" s-au proiectat 16 stații de pompare în varianta cheson monolit, dar datorită condițiilor grele de execuție s-a luat în studiu şi varianta prefabricată a chesoanelor, care s-a şi executat.

În condițiile redimensionării infrastructurii stației de pompare, de la varianta cheson monolit la varianta cheson din elemente prefabricate, scade volumul de beton de la 263 mc la 195,5 mc (-67,5 mc beton).

BUPT

Implicit, scade şi cantitatea de ciment cu 11095 kg, iar volumul de material lemnos folosit este cu 66 mc mai puțin. Agregatele de balastieră şi carieră sunt cu 101 mc mai puține în varianta prefabricată.

Prin realizarea chesonului din elemente prefabricate în baza de producție, cu personal specializat şi condiții optime de execuție, în 10 zile acesta a fost transportat asamblat, lansat la cotă.

În condiții de execuție a infrastructurii la fața locului ar fi fost necesară o perioadă de 2 luni şi jumătate pentru execuția şi lansarea la cota proiectată a chesonului.

Fiind vorba de 16 stații de pompare tip cheson prefabricat, productivitatea muncii a crescut de 10 ori, s-a redus considerabil timpul de execuție ca şi cantitatea de materiale înglobată.

BUPT

5. EXEMPLE DE CONSTRUCȚII EXECUTATE

Chesoanele, ca lucrări hidrotehnice speciale, reprezintă infrastructura multor tipuri de construcții de la pilele podurilor, prize de apă, stații de pompare, cheiuri.

Pentru extinderea docului Tilbury din portul Londrei, s-a recurs la chesoane monolit.

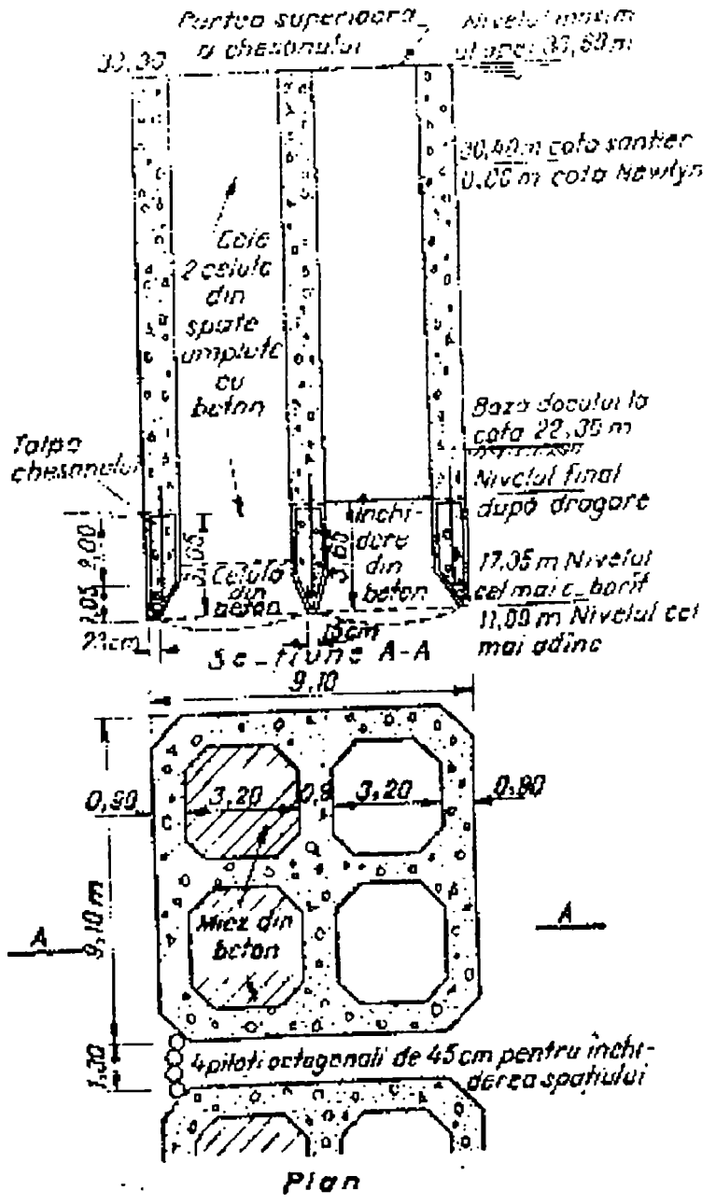


Fig. 35. Cheson monolit la extinderea docului Tilbury din portul Londrei

BUPT

S-au executat 30 de chesoane din beton de formă pătrată cu latura de 9,10 m şi distanţa de 1,30 m între ele. Pereţii interiori, ca şi cei exteriori au grosimea de 0,90 m. Golurile dintre chesoane au fost închise cu 4 piloţi octogonali de 45 cm. Lansarea chesoanelor s-a făcut alternativ, pentru controlul verticalităţii.

O importanţă deosebită în lansarea la cotă a fost greutatea lestului care, împreună cu greutatea proprie a chesoanelor, au realizat forţa de coborâre necesară.

După un proiect aproape identic s-au executat chesoane pentru extinderea danelor de la Tilbury, dar la un interval de 10 ani (1966). Firma constructoare "Jon Howard and Cp." A folosit un noroi cu 7% bentonită pentru a unge spaţiul dintre pereţii chesonului şi teren. Timpul de lansare s-a redus cu 32% faţă de prima lucrare. Dacă la prima lucrare s-au folosit lesturi de până la 100.000 KN, în cazul lubrifierii s-au folosit lesturi de până la 1000 KN.

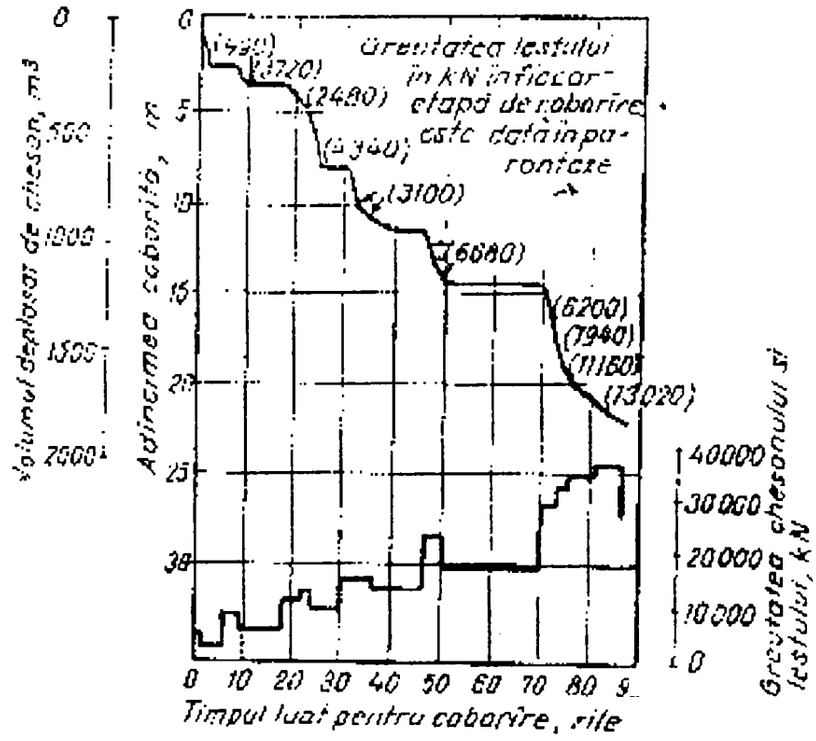


Fig.36. Diagrama de coborâre a chesonului monolit fundat pe cretă la docul Tilbury

Staţia de pompare a apelor uzate de pe platforma Giurgiu-Vest este un cheson deschis din beton armat cu diametrul exterior 20,20 m, diametrul interior de 18,0 m, grosimea pereţilor de 1,10 m, iar grosimea cuţitului de 1,30 m. Înălţimea chesonului

BUPT

este 15,75 m. S-a ales soluția în cheson deschis pentru că nivelul apei subterane este ≅ 4 m şi terenul este alcătuit din diferite straturi inclusiv nisipuri curgătoare. În aceste condiții nu se putea executa săpătura deschisă.

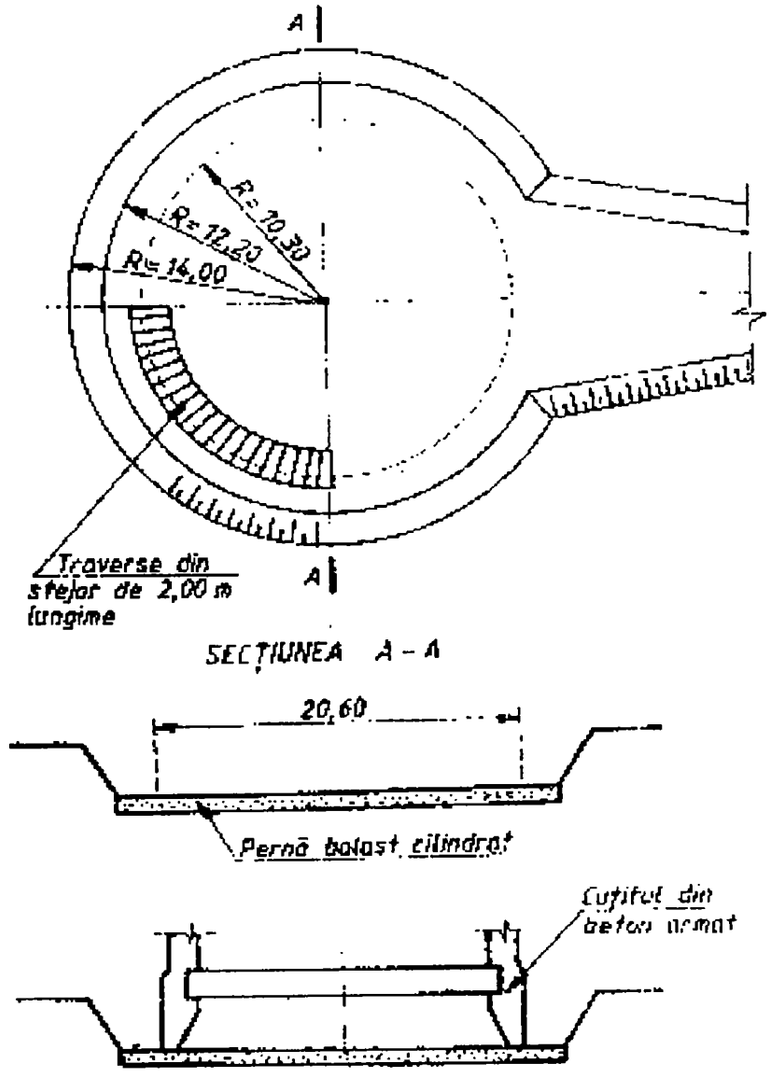


Fig.37. Execuția platformei şi a cuțitului

BUPT

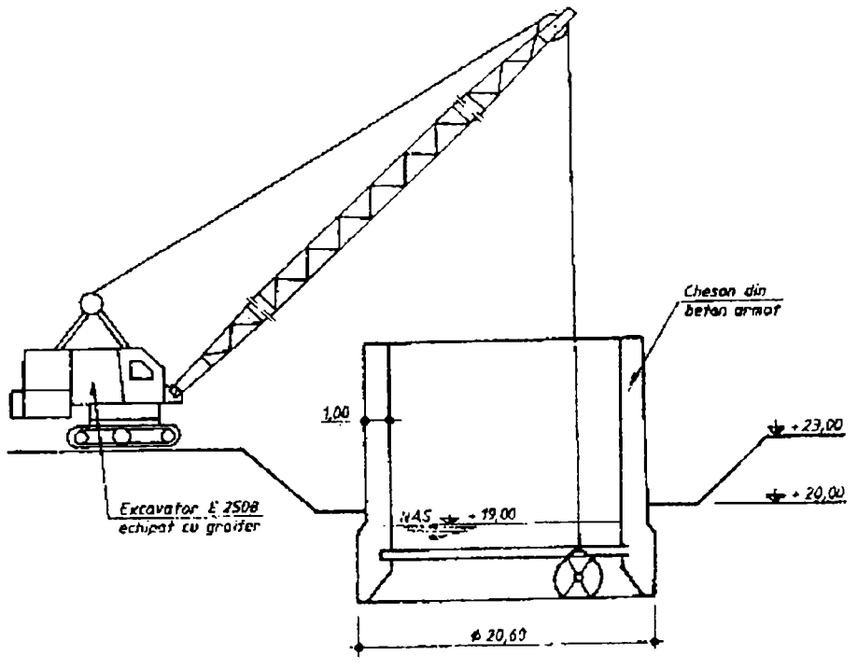


Fig. 38. Tehnologia de execuție a pereților chesonului

BUPT

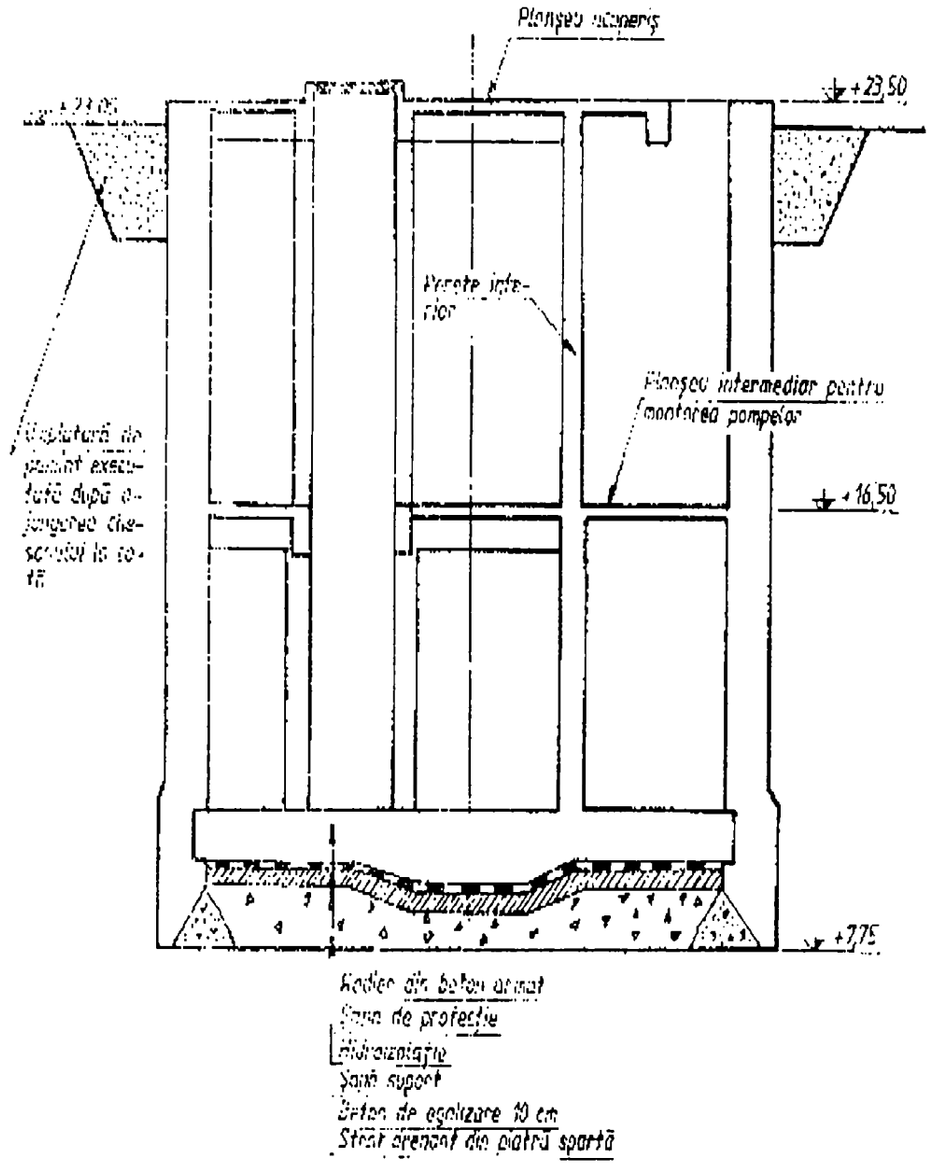


Fig.39. Executarea radierului şi structurii chesonului

Lucrarea a fost executată în perioada 1982-1983.

În zona de vest a României, în Câmpia de Vest sunt suprafeţe întinse cu exces de umiditate, provenit din apa freatică şi precipitaţii, conform studiilor pedologice şi agrochimice realizate de instituţiile de specialitate.

Pentru ameliorarea acestor terenuri s-au elaborat numeroase proiecte. Unul dintre acestea a avut ca obiect "Completarea lucrărilor de desecare în valea Ierului, judeţul Bihor".

BUPT

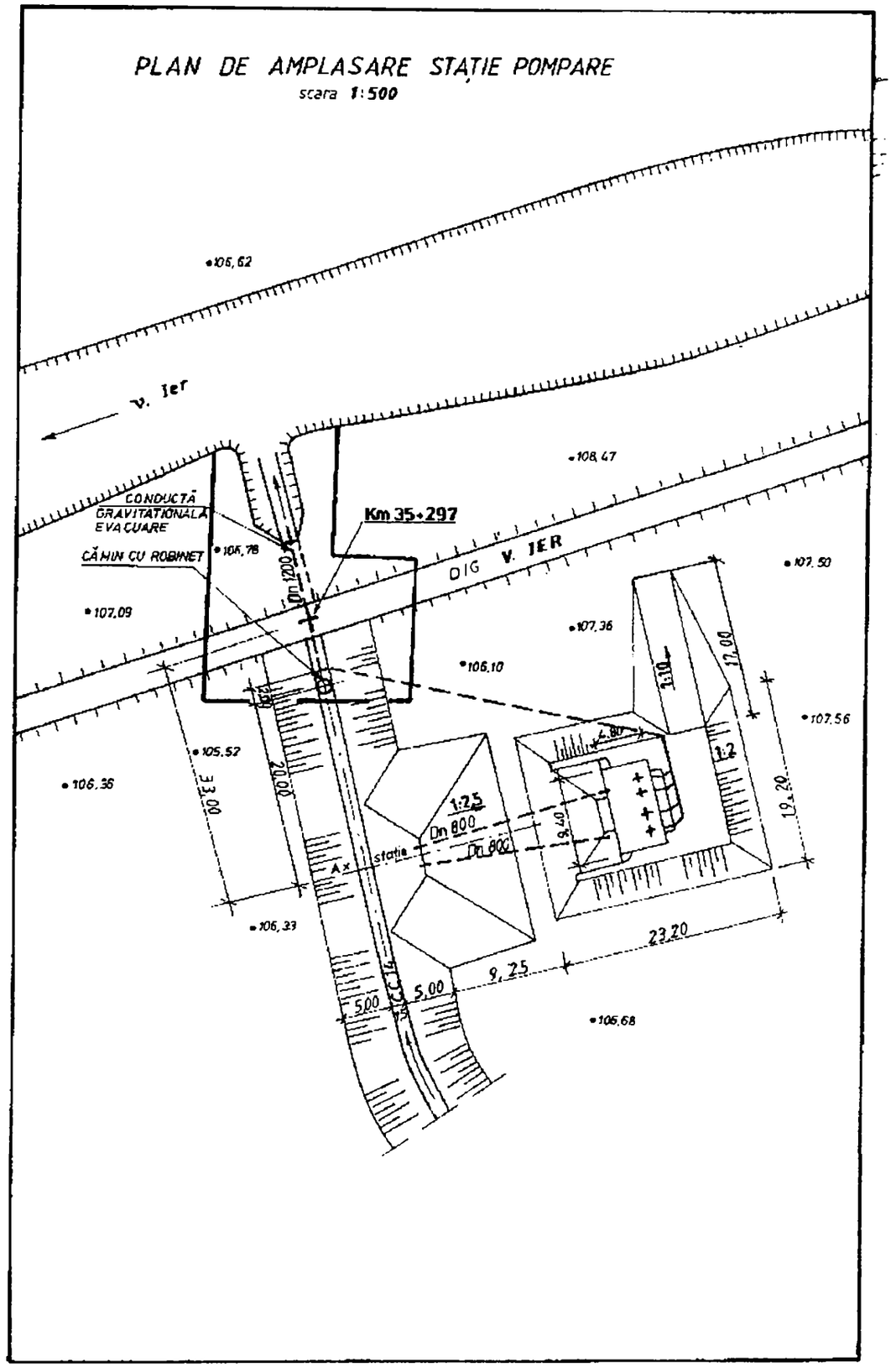

PLAN DE AMPLASARE STAȚIE POMPARE
scara 1:500
106,62
v. Ier
108,47
CONDUCTĂ GRAVITAȚIONALĂ EVACUARE
CĂMIN CU ROBINET
105,78
Km 35+297
DIG V. IER
107,50
107,09
107,36
106,10
107,56
105,52
106,36
33,00
20,00
1:25
Dn 800
Dn 800
9,40
1:10
17,00
1:2
19,20
Axă statie
106,33
23,20
9,25
5,00
5,00
106,68

Fig. 40.

BUPT

Spre deosebire de lucrările prezentate anterior, la proiectul "Completarea lucrărilor de desecare în valea Ierului, județul Bihor", stațiile de pompare tip cheson au fost realizate din elemente prefabricate executate la baza de producție a firmei constructoare.

Varianta adoptată a permis realizarea celor 16 stații de pompare din elemente prefabricate. Au fost folosite profile "U", profile "L" şi elemente liniare care, prin geometrie au răspuns foarte bine cerințelor, stațiile neavând aceleaşi dimensiuni în plan.

Lucrarea a fost executată în perioada 1989-1990.

Infrastructura tip cheson prefabricat s-a dovedit viabilă; ea răspunde cerințelor impuse de condițiile în care lucrează – amplasament, forțe care acționează asupra sa - şi, poate fi folosită şi la alte tipuri de lucrări.

BUPT

7. CONCLUZII

Teza de doctorat cuprinde studii într-o direcție nouă de aplicare a elementelor prefabricate: infrastructuri ale unor construcții hidrotehnice speciale, respectiv chesoane din elemente prefabricate pentru stații de pompare.

Industrializarea lucrărilor de construcții este un proces în continuă evoluție.

Construcțiile hidrotehnice speciale reprezintă un domeniu în care mai este loc pentru "nou", pentru aplicarea prefabricării, chiar dacă este vorba de elemente de serie redusă.

Prefabricarea elementelor pentru chesoane are unele limite:

- Limita materială privind realizarea unor investiții unde să se regăsească aceste elemente, cât şi efortul de dotare, transport şi punere în operă a firmei constructoare.
- Limita tehnică determinată de capacitatea mijloacelor de transport.
- Limita de ordin funcțional care se referă la obținerea unor forme şi funcțiuni variate pornind de la secțiunile geometrice ale prefabricatelor studiate.

Față de lucrările de execuție a chesoanelor monolit clasice, tehnologiile prin care se realizează infrastructuri cheson din elemente prefabricate deschid un nou mod de abordare al acestui tip de lucrări hidrotehnice speciale.

Principalele probleme abordate în teză, prezentate într-o succesiune firească se pot sintetiza în următoarele idei:

- Introducerea metodelor de execuție a chesoanelor prefabricate reprezintă metode rapide de realizare în flux continuu a elementelor proiectate.
- Prin prefabricarea elementelor componente ale chesoanelor se confecționează pereți mai subțiri din oțeluri şi betoane de clase superioare, mai ieftine şi mai durabile decât la varianta clasică de cheson monolit.

BUPT

- Prin reducerea greutății chesonului, care este compus dintr-un număr de elemente prefabricate, creşte eficiența economică la procesele de transport, încărcare-descărcare, monolitizarea şi lansare la cotă.
- Se reduce volumul de muncă pe şantier.
- Prefabricatele ce compun un cheson au un grad de finisare mai complet şi mult mai ridicat decât în variantă monolită.
- Controlul calității materialelor şi a modului de punere în operă se realizează în condiții mult mai bune în raport cu cele de şantier.
- Realizarea elementelor chesonului în poligonul de prefabricate se poate face în orice anotimp în condiții de lucru favorabile şi comode.
- Se reduce perioada de execuție prin evitarea pauzelor tehnologice impuse de întărirea betonului, asigurându-se parametrii optimi de priză şi întărire a acestuia.
- Prin reducerea grosimii pereților chesonului prefabricat, raportat la varianta monolit, se realizează economii la beton, ciment, material lemnos.
- Prefabricarea asigură tipizarea unor elemente care avantajează execuția unor infrastructuri, stații de pompare tip cheson, de diferite dimensiuni în funcție de cerințe, cu caracteristici variate.
- Productivitatea muncii este de 10 ori mai mare la varianta prefabricată, ca urmare a mecanizării fazelor de producție.
- Intervalul de timp în care se execută o stație de pompare tip cheson prefabricat este de 10-12 zile față de 70-75 zile în varianta cheson monolit.

Consider că cele prezentate mai sus pot constitui un argument convingător pentru implementarea acestui tip de lucrări cât şi o preocupare în vederea extinderii acestora.

BUPT

BIBLIOGRAFIE

1. **Bâlă M., Popa Gh., Ion M., 1981** - Construcții hidrotehnice subterane. Ed. Tehnică, București.
2. **Blidaru V., Wehry A., Pricop G., 1997** - Amenajări de irigații și drenaje. Ed. Interprint, București.
3. **Buda C., Alexandrescu O., Tartacan C., 1968** - Mașini de forță și stații de pompare. Ed. Didactică și pedagogică, București.
4. **Caracostea A., 1977** - Manual pentru calculul construcțiilor, vol. I. Ed. Tehnică, București.
5. **Dron A., 1974** - Lucrări de îmbunătățiri funciare și construcții hidrotehnice pe loessuri și pământuri loessoide. Ed. Ceres, București.
6. **Dron A., 1979** - Pământurile de fundație nestâncoase în practica lucrărilor de îmbunătățiri funciare și construcții hidrotehnice. Ed. Ceres, București.
7. **E. L. Wilson, A. Habibullah, SAP90, 1978-1988** - A Serier of Computer Programs for the Static and Dynamic Finite Element Analysis of Structures – Users Manual, Berkley, California.
8. **E. L. Wilson, K. J. Bathe, F.E.Petereson, 1983** - Manual de utilizare a programului SAP05 – Analiză liniară, statică și dinamică a structurilor prin Metoda Elementului Finit.
9. **E.L. Wilson SAP80, 1984** - Un Programma di Analisi Structturale Mediante Elementi Finiti su Personal/Micro Computer, ver.85.03., Berkley, California.
10. **Filep Gy., Blaskó L., 1996** - The role of amelioration in agricultural land use. International Seminar, Debrecen.
11. **Ghiorghiu I.M., 1964** - Îmbunătățiri funciare. Ed. Didactică și pedagogică, București.
12. **Haida V., Gruia A., 1996** - Fundații directe – Îndrumător de proiectare. Universitatea "Politehnica" Timișoara.
13. **Haida V., Marin M., 1994** - Geotehnica. Universitatea Tehnică din Timișoara.
14. **I.S.P.H., 1986** - Accidente în construcții hidrotehnice, București.
15. **Ioan N.G., Iga N.G., 1963** - Construcții hidrotehnice în lucrări hidroameliorative. Ed. Agro-Silvică, București.
16. **Ioan N.G., Ioan A.N., 1983** - Îndrumător pentru dimensionarea construcțiilor hidrotehnice. Ed. Ceres, București.

BUPT

17. **Ionescu I., Ispas Tr., 1986** - Practica actuală a betoanelor. Ed. Tehnică, Bucureşti.
18. **M. Lashkari, Ph. D., COSMOS/M, 1990** - User Guide, Stress, Vibration, Buckling, Dynamics, Fluid, Electromagnetics and Heat Transfer Analysis, release ver. 1.6., Santa Monica, California.
19. **Maior N., Păunescu M., 1973** - Geotehnică şi fundaţii. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
20. **Manoliu I., 1977** - Fundaţii şi procedee de fundare. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
21. **Mazilu St., Banică P., Manea I., 1987** - Execuţia prefabricatelor în poligon – Trustul de Antrepriză Generală de Construcţii Hidroenergetice, Bucureşti, Secţia de proiectare.
22. **Michael Ion, 1982** - Calculul structurilor. Institutul Politehnic "Tr. Vuia", Timişoara.
23. **Negru R., Bogdan N., Tomşa F., Eliade D., Şleahtenea D., Tcaciuc O., 1964** - Tehnologia lucrărilor de construcţii. Ed. tehnică, Bucureşti.
24. **Nicolau C., Marinescu V., 1977** - Tehnologia lucrărilor de îmbunătăţiri funciare. Ed. Ceres, Bucureşti.
25. **Nicolau C., Găzdaru A., 1981** - Mecanizarea şi tehnologia lucrărilor de îmbunătăţiri funciare. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
26. **Nicolau C., Găzdaru A., Kellner P., Mantz N., 1980** - Executarea construcţiilor hodrotehnice pentru lucrări de îmbunătăţiri funciare, vol. I, II, III. Ed. Ceres, Bucureşti.
27. **Nicolau C., Vaisman I., Pleşa I., Ceauşu N., Mureşan D., Popescu I., 1970** - Îmbunătăţiri funciare. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
28. **Păunescu M., Pop V., Silion T., 1982** - Geotehnică şi fundaţii. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
29. **Pleşa I., Burchiu V., 1986** - Exploatarea amenajărilor de îmbunătăţiri funciare. Ed. Ceres, Bucureşti.
30. **Pop S., Tologea S., Puicea I., 1981** - Îndrumătorul constructorului. Ed. tehnică, Bucureşti.
31. **Pop V., Popa A., 1987** - Proiectarea fundaţiilor. Institutul Politehnic, Cluj-Napoca.
32. **Popescu Hr., Elenbogen M., 1979** - Parametrii de proiectare pentru betonul armat. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
33. **Popescu HR., 1990** - Calculul secţiunilor elementelor din beton armat. Ed. Academiei Române, Bucureşti.
34. **Popescu M., Chirică A., 1989** - Fundaţii şi procedee de fundare. Institutul de Construcţii, Bucureşti.
35. **Popescu V.,** - Calitatea şi siguranţa construcţiilor. Ed. tehnică,

BUPT

	Patrîniche N., Chesaru E., 1983	Bucureşti.
36.	**Preluschek E., 1996**	- Tehnologia lucrărilor de construcţii hidrotehnice, vol. III. Universitatea "Politehnica" Timişoara.
37.	**Santău I., Burchiu V., Alexandrescu O., 1982**	- Instalaţii de pompare. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
38.	**Siseşti D.I., 1965**	- Prize şi staţii de pompare pentru irigaţii. Ed. Agro-Silvică, Bucureşti.
39.	**Stănculescu I., 1960**	- Curs de geotehnică şi fundaţii. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
40.	**Stematiu D., 1988**	- Calculul structurilor hidrotehnice prin metoda elementelor finite. Ed. Tehnică, Bucureşti.
41.	**Ştefan V., Tomiţă O., Bechet Şt., Titz L., 1981**	- Îmbunătăţiri funciare. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
42.	**Terţea I., Oneţ Tr., Beuran M., Păcurar V., 1975**	- Proiectarea betonului armat. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
43.	**Tologea S., Pop S., 1987**	- Execuţia lucrărilor de construcţii – Îndrumar. Ed. Tehnică, Bucureşti.
44.	**Tomlinson M.J., 1974**	- Proiectarea şi executarea fundaţiilor (traducere din l. engleză). Ed. Tehnică, Bucureşti.
45.	**Treplea Antonie, 1980**	- Tehnologia lucrărilor de construcţii. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
46.	**Várallyay Gy., 1996**	- Sustainable development – a challenge for rational land use and soil management. International Seminar, Debrecen.
47.	**Vladimirescu I., 1974**	- Maşini hidraulice şi staţii de pompare. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
48.	**Wilson E.L., SOLID-SAP, 1970**	- A general structural analysis program. U.C. Berkley, SESM Rep. 70-20.
49.	**Zienkiewics O. C., 1972**	- The Finit Element Method in Engineering Science McGrow-Hill, London.
50.	**Zienkiewics O. C., 1979**	- La methode des elements finits. McGrow-Hill, Paris.
51.	**Zienkiewics O. C., Mayer P., Cheung Y., 1966**	- Solution of Anizotropic Seepage by Finite Elements. J. of the Engineering Mechanics Division, Proc. ASCE, febr.
52.	*** * * - 1987**	- Normative pentru executarea lucrărilor din beton şi beton armat C140-86 – Colecţie de normative şi instrucţiuni.
53.	*** * * - 1999**	- Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat şi beton precomprimat

BUPT

NE012-99. Buletinul construcţiilor, vol. 8-9.

54. * * *, **COSMOS/M, 1990** - Geostar User Guide by Structural Research and Analysis Corporation, Second Edition, ver.1.6., Santa Monica, California.

Universitatea tehnică
TIMIŞOARA
Bibliteca centrală

BUPT