SPECIFICAȚIE TEHNICĂ. CRITERII ȘI METODE PENTRU DETERMINAREA PRIN MĂSURĂTORI A TASĂRII CONSTRUCȚIILOR

INDICATIV ST 016-97

CUPRINS

	pag.
1.Generalităţi	79
2.Domeniul de aplicare	84
3.Repere de referinţă şi mărci de tasare	87
4.Efectuarea măsurătorilor	92
5.Înregistrarea, prelucrarea şi interpretarea observaţiilor	101
6.Dosarul deplasărilor construcţiilor	103
Anexa I - repere de referinţă	104
Anexa II - mărci de tasare	108
Anexa II a - repere de adâncime (mobile)	116
Anexa III - exemplu de calcul pentru verificarea stabilităţii reperelor	121
Anexa IV - tema privind elaborarea programului pentru măsurarea deformaţiilor	126
Anexa V - instrucţiuni privind completarea fişei „măsurarea tasărilor"	127
Anexa VI - instrucţiuni privind completarea „diagramei de evoluţie în timp a tasărilor" (diagrama de încărcare-tasare)	130
Anexa VII - instrucţiuni privind completarea „fişei sintetice"	132
Anexa VIII - raport asupra tasării construcţiilor	142

1. GENERALITĂŢI

1.1. Prezentele instrucţiuni tehnice stabilesc metodologia de determinare a deformaţiilor terenului de fundare a unor categorii de construcţii, în timpul execuţiei şi al exploatării acestora, prin metode topogeodezice.

Deformaţiile terenului de fundare sunt generate de starea de tensiuni provocată de încărcările transmise de construcţie.

Metodele de calcul nu fac obiectul prezentei specificaţii tehnice.

1.2. Deformaţiile terenului de fundare produc asupra construcţiilor:

- deplasări verticale - tasări şi ridicări - datorate în principal îndesării terenului sub acţiunea încărcărilor transmise de fundaţii;
- deplasări orizontale (lunecări);
- rotiri;
- înconvoiere relativă, exprimată prin raportul între săgeată şi lungimea părţii de construcţie care se înconvoaie.

COMENTARII

Măsurarea deformațiilor terenului de fundare a construcțiilor trebuie efectuată pe întreaga durată a perioadei de execuție și continuând pe parcursul exploatării, până la atingerea condiției de stabilizare a deformațiilor, prevăzută în proiectul de execuție sau de către benficiar.

Pentru construcțiile aflate în exploatare după perioada de stabilizare a deformațiilor, măsurători se impun:

- în cazul apariției unor fisuri, crăpături, etc.
  deplasări, denivelări, înclinări, etc.
- după anumite calamități naturale (seisme, inundații, alunecări de teren, etc.
- la modificări importante ale condițiilor de exploatare.

Deplasările pe verticală ale terenului de fundare (tasări), cât și tasările fundațiilor pot să producă în elementele de rezistență ale suprastructurii, când acestea sunt sisteme static nedeterminate, modificări esențiale în starea de solicitare. Totodată deformațiile pot fi însoțite de solicitări de compresiune, întindere, încovoiere, torsiune și forfecare.

Pe lângă tasări, deplasările verticale ale construcțiilor pot fi produse de numeroase alte cauze: contracții și umflări ale argilelor, lichefierea nisipurilor, mișcări seismice, alunecări de teren, goluri subterane (formate prin antrenarea pământului, prin dizolvarea unor roci solubile, prin excavații subterane, etc.), prăbușiri ale structurii pământurilor macroporice, sensibile la umezire ca urmare a saturării etc.

1.3. Principalele obiective ale urmăririi deformațiilor sunt:

a/ determinarea deplasărilor sau deformațiilor construcțiilor, generate de tasări ale terenului de fundare, ca de exemplu: tasarea absolută a fundațiilor izolate, tasarea medie, tasarea relativă, înclinări ale fundațiilor sau ale construcției în ansamblu, înconvoieri relative ale tălpilor continue de fundare s.a. și compararea acestora cu deplasările sau deformațiile calculate.

b/ determinarea prin calcul a eforturilor și deformațiilor suplimentare ale elementelor construcțiilor și obținerea de date necesare în clarificarea cauzelor unor degradări ale construcțiilor.

c/ stabilirea unor elemente pentru definitivarea programului de execuție și a regimului de exploatare a construcției.

d/ obținerea de date necesare îmbunătățirii metodelor de calcul a terenului de fundare.

Pe această bază se obțin elemente pentru perfecționarea metodelor de calcul precum și pentru stabilirea valorilor deplasărilor sau deformațiilor admisibile din punctul de vedere al structurii de rezistență sau din punct de vedere tehnologic. Totodată, prin interpretarea rezultatelor observațiilor asupra deplasărilor verticale pot fi stabilite valori ale unor caracteristici ale pământurilor și rocilor din cuprinsul terenului de fundare.

Asemenea deplasări pot fi datorate compresibilității mari și neuniforme a terenului de fundare, umezirii intense a terenului, influenței unor constructii noi executate în vecinătate, supraîncărcării terenului prin depozite plasate în apropiere, coborârii nivelului apei subterane, executării în zonă a unor foraje sau excavații, realizării lângă, sau sub construcție a unor lucrări subterane, etc.

Măsurarea tasărilor pe parcursul execuției permite prognozarea evoluției în timp a deformațiilor și a mărimii deformațiilor totale probabile ale construcției. În acest mod, se poate stabili momentul legăturii între tronsoane sau părți ale construcției, al racordării definitive între construcție și diverse rețele exterioare, al legăturii dintre ramblee și culeile de poduri, al realizării suprastructurii la căi de comunicație având ramblee așezate pe terenuri compresibile, etc. Măsurarea tasărilor în perioada primelor încărcări poate sta la baza deciziei de trecere la exploatarea curentă a unor construcții servind drept depozite cu diferite destinații (silozuri de cereale, rezervoare, etc.).

1.4. Metodele aplicate pentru calculul deplasărilor pe verticală (tasări) pot fi:

a/ Metode care conduc la obținerea directă a tasărilor prin aplicarea relațiilor oferite de teoria elasticității, relații cu aplicabilitate numai în domeniu de proporționalitate între eforturi și deformații.

Calculul deplasărilor pe verticală pe baza relațiilor teoriei elasticitătii presupun:

- semispațiul încărcat cu o forță concentrată;
- semiplanul încărcat cu o forță concentrată uniform distribuită;
- tasarea în cazul suprafețelor de încărcare cu contur închis.

b/ Metode care pornesc de la cunoașterea modului de distribuție a tensiunilor verticale în teren, sub acțiunea încărcărilor date de construcție, pe toată adâncimea zonei active.

- calculul tasării aplicând principiul îndesării;
- metoda însumării pe straturi elementare;
- calculul tasărilor cu ajutorul curbei de compresiune - tasare;
- metoda stratului echivalent;
- metoda disipării unghiulare a tensiunilor.

La baza metodelor pentru calculul tasărilor stau următoarele ipoteze:

- terenul de fundare se consideră un mediu liniar-deformabil, de aceea, pentru determinarea stării de tensiune în interiorul masivului de pământ se aplică relațiile din teoria elasticității;
- relațiile din teoria elasticității se pot aplica cu condiția ca presiunea pe talpa fundației să nu depășească valoarea care conduce la o extindere limitată a zonelor plastice sub fundație (de exemplu P_{pl} pentru $Z_{max}=B/4$).
- repartizarea presiunilor pe talpa fundației se admite a fi liniară.

Când terenul de fundare se compune din straturi de pământ de grosime finită, cu proprietăți de deformabilitate diferită, plecând de la cunoașterea modului de variație a tensiunilor verticalitatea din greutatea proprie a terenului și din încărcările date de construcție, se pot stabili metode mai convenabile pentru calculul deplasărilor pe verticală.

2. DOMENIUL DE APLICARE

2.1. Instrucțiuni tehnice se aplică pentru determinarea prin metode topogeodezice a deformațiilor terenurilor de fundare și a deplasărilor și deformațiilor construcțiilor civile și social-culturale, industriale, agrozootehnice, de tip industrial din cadrul amenajărilor hidrotehnice și lucrări de artă.

2.2. Construcțiile la care trebuie determinate deplasările și deformațiile datorate deformațiilor terenului de fundare se stabilesc de proiectant pentru construcții noi, sau de către un organ de specialitate pentru construcțiile existente, ținând seama de importanța construcției, de natura terenului de fundare și de conditiile de exploatare (conform STAS 3300/2-1985).

2.3. Determinarea (urmărirea deplasărilor și deformațiilor construcțiilor sau ale elementelor de construcții, se face ori de câte ori apar inconveniente în exploatarea construcțiilor (fisuri, crăpături, deplasări, înclinări, etc.) sau în cazurile în care, determinările de la punctul 2.2. de mai sus, conduc la valori egale cu 50% din valorile prevăzute în tabelul 20 - Anexa C din STAS 3300/2-85.

2.4. Pentru construcțiile noi, urmărirea deformațiilor se impune în multe cazuri, funcție de natura terenului de fundare, calculul la starea limită de deformații, sistemul de fundare, regimul de înălțime al construcției.

Instrucțiunile se pot aplica și la construcțiile de tip special: centrale nucleare, electrice și termice, rezervoare, castele de apă, silozuri, turnuri de răcire.

Urmărirea tasărilor construcțiilor prin metode topografice face parte integrantă din activitatea de urmărire a comportării construcțiilor desfășurată în baza prevederilor legale privind asigurarea durabilitătii, siguranței în exploatare, funcționalității și calității construcțiilor. Prin aceleași prevederi sunt stabilite răspunderile, care în activitatea de urmărire a comportării construcțiilor, atât în faza de execuție, cât și de exploatare revin beneficiarului de investiție, proiectantului, executantului și beneficiarului de dotație.

Obligativitatea urmăririi în anumite condiții a tasării construcțiilor rezultă și din STAS 2745-90, respectând prevederile STAS 10493-91.

a/ la construcțiile noi pentru care tasările anteevaluate prin calcul depășesc jumătate din valoarea admisibilă a tasării medii indicată în tabelul 7 din STAS 3300/1-85;

b/ la construcțiile noi pentru care valorile anteevaluate prin calcul ale diferențelor de tasare, înconvoierilor relative sau înclinărilor sunt apropiate de valorile maxime admisibile indicate în tabelul 7 din STAS 3300/1-85;

2.5. Decizia privind necesitatea determinărilor (urmăririi) de la pct.2.2. și 2.3. se ia de către proiectant (eventual prin consultarea - solicitarea unor experți de specialitate) atât pentru construcțiile noi, cât și existente. Pentru construcțiile existente este obligatorie solicitarea scrisă a proiectantului de către beneficiarul construcției, atunci când apar inconveniente în exploatare.

c/ la construcțiile noi ale căror fundații se execută pe pământuri cu caracteristici îmbunătățite (prin compactare, piloți de pământ, procedee chimice, etc.) sau pe pământuri de umplutură, realizate prin hidromecanizare sau alte metode;

d/ la construcțiile noi înalte (H>20 m), al căror raport H/B>3 (în care H este înălțimea construcției și B este dimensiunea minimă a construcției în plan orizontal);

e/ la construcțiile noi ce se execută pe pământuri cu proprietăți speciale (pământuri sensibile la umezire, pământuri contractile, pământuri organice, terenuri nestabile, etc.);

f/ la construcțiile noi importante, fundate pe piloți flotanți, chesoane și alte procedee speciale de fundare, sau ale căror fundații sunt calculate ca elemente rezemate pe mediu elastic;

g/ dacă în timpul execuției sau exploatării apar în elementele construcției crăpături, fisuri, sau deplasări ce pot fi atribuite deformației terenului de fundare.

a/ la construcțiile existente la care, datorită terenului de fundare, s-au produs înclinări față de verticală mai mari decât cele admisibile (4‰) sau au apărut denivelări sau deformații constatate vizual;

b/ când se prevede că în apropierea construcției pot să acționeze sarcini importante date de supraîncărcări ca: terasamente, halde, construcții înalte, etc. sau surse de trepidații cu caracter permanent;

c/ după anumite calamități naturale (seisme, inundații, alunecări de teren, etc.).

d/ la care se operează modificări structurale, ce aduc sporuri de încărcări pe fundații.

3. REPERE DE REFERINȚĂ ȘI MĂRCI DE TASARE

3.1. Instrumentarea construcției și terenului de fundare se va stabili funcție de tipul și alcătuirea structurii de rezistență, natura și distribuția încărcărilor, de condițiile geotehnice ale amplasamentului.

3.2. Pentru determinarea deplasărilor verticale prin măsurători topometrice se folosesc:

a/ repere de referință (repere fixe), amplasate în afara zonei de influențare a tasării construcțiilor;

b/ mărci de tasare (repere mobile), fixate pe construcții.

3.3. Reperele de referință (reperele fixe) pot fi:

- de suprafață;
- de adâncime.

3.3.1. Reperele de referință trebuie amplasate:

- în afara drumurilor, căilor ferate, comunicațiilor subterane, depozitelor și altor zone unde este posibilă distrugerea reperului sau modificarea poziției acestuia;
- în afara zonelor afectate de presiunile transmise de fundații terenului;
- în umpluturi recent executate, a căror consolidare nu este încheiată se utilizează repere coborâte cu baza pe o adâncime de minimum 1,5 m sub limita inferioară a umpluturii, în stratul în loc, incompresibil, protejate prin țevi;
- în pământuri sensibile la umezire, capătul inferior al reperului se va încastra sub talpa pământului sensibil la umezire pe o adâncime de cel puțin 1 m în pământuri nisipoase și de cel putin 2 m în pământuri argiloase, dar nu mai puțin de 5 m în cazul unei grosimi a stratului sensibil la umezire de peste 10 m;
- în afara limitelor de influență ale unor terasamente instabile, versanți alunecători, excavații subterane, goluri carstice și altor condiții geologice și hidrogeologice nefavorabile;

Reperele de referință și de adâncime sunt prezentate în anexa I.

La alegerea formei și alcătuirii constructive a reperelor de referință se vor respecta și prevederile din STAS 10493-91

- la distanțe care să excludă efectul vibrațiilor produse de mijloacele de transport, mașini mecanisme;
- la o depărtare de construcție egală cu de puțin 3 ori grosimea stratului de pământ sensibil la umezire;
- în locuri unde să se permită accesul la repere, pentru fixarea instrumentelor topografice pe întreaga durată a observațiilor.
- în pământuri cu umflări și contracții mari, capătul inferior al reperului se va încastra pe o adâncime de cel puțin 1 m sub talpa pământului contractil;

În cazul unei grosimi mari a pământului contractil, reperul trebuie amplasat la adâncimea la care presiunea geologică depășește presiunea de umflare;

- în pământuri turboase, se vor folosi drept repere de referință piloți sau piloți forați, coborâți până la un strat puțin deformabil.

3.3.2. Tipul reperului de referință se alege în funcție de precizia impusă măsurării.

- în cazul unor măsurări cu precizie foarte ridicată și ridicată, se vor utiliza repere de referință de adâncime, având baza încastrată în roci semistâncoase sau alte formațiuni geologice, practic incompresibile;
- piloții purtători pe vârf puși în operă, în zona pentru încercarea în teren sub solicitări axiale, al căror capăt superior ajunge la suprafața terenului, pot fi utilizați drept repere de referință de adâncime;
- în cazul unor măsurători se vor utiliza repere de referință de suprafață, având baza coborâtă sub adâncimea de îngheț sau repere de referință de suprafață fixate de perete pe construcții vechi, ale căror tasări se consideră a fi stabilizate.

3.3.3. Numărul reperelor de referință trebuie să fie de cel puțin trei, dispuse astfel, încât să acopere cât mai uniform zona înconjurătoare a construcției.

3.3.4. Distanța maximă la care se amplasează reperele nu trebuie să depășească 50-60 m față de construcție.

3.3.5. Pentru protejarea reperelor se vor executa împrejmuiri vopsite în culori de contrast.

3.3.6. După montarea reperului, trebuie să i se transmită cota de la cele mai apropiate puncte ale rețelei geodezice de stat sau locale .

3.3.7. Pe parcursul măsurării deplasărilor verticale trebuie controlată stabilitatea reperelor de referință la fiecare ciclu de observație și prin citiri încrucișate sau raportare la repere din rețeaua geodezică.

3.4. Mărci de tasare (repere mobile)

3.4.1. Mărcile de tasare sunt repere mobile de nivelment, care se alcătuiesc și se fixează în elementele de construcție, astfel, încât să fie asigurată conservarea lor în timp, pe întreaga durată a efectuării observațiilor și să permită efectuarea măsurătorilor atât în timpul execuției, cât și în timpul exploatării construcțiilor.

3.4.2. Mărcile de tasare se pot amplasa la partea inferioară a construcției, atât de-a lungul perimetrului, cât și în interior, dar în mod obligatoriu fixarea mărcilor de tasare se face:

- la colțurile construcției;
- de o parte și de alta a rosturilor de tasare sau de contracție;
- la punctele de joncțiune dintre pereții longitudinali și transversali ai clădirilor cu zidărie portantă;
- pe stâlpi aflați în zonele cu solicitări dinamice importante;
- în tronsoanele cu condiții geologice nefavorabile

Dacă punctele rețelei de stat sunt la distanță mai mare de 2 km de reperul de referință, se admite utilizarea unei rețele de sprijin.

Alcătuirea și dispunerea mărcilor de tasare se stabilesc de către unitatea care efectuează măsurătorile, de acord cu unitățile de proiectare, execuție și exploatare, ținând cont de precizia impusă măsurării, de particularitățile constructive (formă, dimensiuni, rigiditate) ale construcției, de tasarea estimată și de neuniformitatea acesteia, de condițiile geotehnice, geologice și hidrogeologice ale amplasamentului, de particularitățile de exploatare ale construcției, de asigurarea condițiilor cele mai favorabile de efectuare a observațiilor, cu metoda de nivelment aleasă.

Obligatoriu amplasarea mărcilor de tasare se face la construcții și de o parte și de alta a rosturilor de tasare sau de contracție.

3.4.3. Se recomandă ca montarea mărcilor în elementele de rezistență din interiorul construcției să se facă numai în cazul când nu se pot monta pe perimetrul exterior.

3.4.4. Mărcile de tasare se vor amplasa astfel încât să nu fie deteriorate sau acoperite de finisajele, care se vor executa ulterior.

3.4.5. Montarea mărcilor se va face imediat după executarea fundațiilor sau după ce construcția a depășit nivelul terenului cu 0,5 - 1,0 m

3.4.6. La construcțiile date în exploatare, la care apare necesitatea urmăririi tasărilor, amplasarea mărcilor, precum și măsurarea tasărilor se va face prin grija organului tehnic al titularului investiției.

3.4.7. Formele, dimensiunile și modul de încastrare ale mărcilor de tasare se pot realiza funcție de tipul și importanța construcției, conform anexei II.

Încastrarea mărcilor de tasare în elementele de rezistență se face în general prin executarea unor găuri, în care corpul mărcii se cimentează cu mortar. La construcțiile metalice, marca va fi fixată prin puncte de sudură.

De asemenea, se va ține seama ca locul de amplasare al mărcilor să dea posibilitatea așezării mirei în poziție verticală (așezarea mirei să nu fie împiedicată de cornișe, balcoane, etc.).

Cu această ocazie se va ține seama și de viitoarea cotă a nivelului trotuarelor sau platformei din jurul construcției, pentru a se evita eventuala acoperire a mărcilor de către acestea. Dacă, ulterior, aceste mărci de tasare devin inaccesibile, se vor înlocui cu alte mărci fixate în stâlpi sau pereți, după ce, în prealabil s-a stabilit diferența de cotă dintre mărcile fixate inițial și cele care li se substituie.

La alegerea formei și alcătuirii constructive ale mărcilor de tasare se vor respecta și prevederile STAS 10493-91.

În activitatea de urmărire a comportării construcțiilor atât în faza de execuție, cât și de exploatare, beneficiarul de investiție, proiectantul și executantul pot utiliza și alte tipuri de mărci de tasare decât cele prezentate în normativ, funcție de condițiile concrete din amplasamentul construcțiilor, natura și importanța acestora, care să asigure o precizie corespunzătoare.

4. EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR

4.1. Măsurarea deformațiilor

4.1.1. Urmărirea deformațiilor unei construcții datorate deformațiilor terenului de fundare, prin metode topografice constă în măsurarea modificării cotelor unor puncte izolate, materializate prin mărci de tasare fixate de construcție, prin raportarea la repere de referință din rețeaua geodezică.

4.1.2. Măsurătorile se vor programa astfel încât să coincidă pe cât posibil cu terminarea unei etape de lucru (un nivel al construcției, glisarea până la o cotă dată, etc.).

4.1.3. În timpul exploatării, măsurătorile se fac în corelare cu modul de realizare a încărcării utile, specific fiecărei construcții (silozuri, castele de apă, magazii, etc.), până la atingerea încărcării de regim. În continuare, măsurătorile se fac la intervale, astfel încât să se poată stabili evoluția în timp a tasărilor și continuă până la îndeplinirea condiției de amortizare a deformațiilor stabilite de proiectant

Nivelmentul inițial, pentru cotarea reperelor de referință trebuie executat cu atenție, în condiții atmosferice favorabile, în sens direct și invers, sau cu două orizonturi.

Acest nivelment este deosebit de important, căci erorile cotelor reperelor, de care, ulterior se vor lega toate observațiile efectuate asupra mărcilor, denaturează în mod sistematic valoarea tasărilor înregistrate.

Verificarea stabilității reperelor de referință se face conform exemplului dat în anexa III, astfel se pot constata eventualele erori produse la efectuarea nivelmentului inițial.

La un ritm uniform de construcție, este indicat să se efectueze cicluri de observații la cel puțin cca. 25, 50, 75 și 100% din încărcarea adusă de o construcție. Dacă în aplicarea încărcării intervin pauze, trebuie efectuate măsurători înainte și după aplicarea încărcării.

Intervalele de timp prestabilite, pentru efectuarea măsurătorilor pe parcursul exploatării pot fi modificate în cazurile, în care intervin acțiuni care influențează evoluția tasărilor, ca de exemplu: variația importantă a nivelului apei subterane, aplicarea unei încărcări în imediata vecinătate a construcțiilor, baterea de piloți sau alte surse de vibrații în apropiere, șocuri seismice, (aproximativ, intervale la 3 luni în primul an și la 6 luni în al doilea an și apoi din an în an, până la atenuarea deformațiilor). Toate acestea vor fi consemnate în caietul de sarcini.

4.1.4. Precizia necesară măsurării deplasărilor verticale și orizontale se stabilește în funcție de valoarea estimată a deformației, precizată în proiect.

4.1.5. În funcție de importanța construcției și de particularitățile alcătuirii constructive și ale condițiilor de exploatare, proiectantul poate stabili eroarea admisibilă de măsurare și cerințe corespunzătoare privind precizia, pe baza altor tipuri de deplasări sau deformații estimate (tasări relative, înconvoieri relative, înclinări, etc.). precipitații abundente

precum și în cazul înmuierii terenului de fundare la construcții fundate pe pământuri sensibile la umezire sau al apariției de fisuri.

Precizia măsurării deplasărilor verticale și orizontale este consemnată în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1.

Valoarea deformațiilor estimată în proiect (mm)	Eroarea admisibilă a deplasării		Clasa conv. de precizie
	verticale (mm)	orizontale (mm)	
sub 30	± 0,5	± 1,0	I
30 -100	± 1,0	± 2,0	II
100 - 500	± 3,0	± 6,0	III
peste 500	± 10,0	± 15,0	IV

În lipsa datelor privind valorile estimate ale deplasărilor, clasa convențională de precizie se poate determina, după cum urmează:

I - construcții din clasa I de importanță, stabilită conform STAS 10100/0-75, construcții aflate în exploatare de peste 50 ani, construcții fundate pe terenuri compresibile;

II - construcții fundate pe terenuri bune și de fundare, definite conform STAS 3300/2-85, cu excepția terenurilor stâncoase și semi-stâncoase;

III - construcții fundate pe terenuri dificile;

IV - construcții de pământ.

4.2. Metode pentru măsurarea deplasărilor verticale

Deplasările verticale ale terenului de fundare urmează a fi măsurate cu una din următoarele metode sau cu o combinație între acestea

- nivelment geometric;
- nivelment trigonometric;
- nivelment hidrostatic;
- metoda cu laser;
- fotogrametrie.

4.2.1. Nivelmentul geometric reprezintă metoda de bază pentru măsurarea deplasărilor verticale ale construcțiilor.

Sunt cunoscute metoda nivelmentului geometric de mijloc, în circuit închis, metoda rețelelor constrânse, pe reperele fixe ale rețelei de referință și nivelment geometric de înaltă precizie.

În funcție de mărimea și importanța construcției, operațiile de prelucrare a datelor se execută prin metode semiriguroase sau riguroase. Astfel s-au elaborat algoritmi de calcul (Anexa III), inclusiv de calcul direct al deformațiilor pe verticală, funcție de variațiile diferențelor de nivel, măsurate în fiecare ciclu, pe teren.

Diferitele metode de măsurare a deplasărilor verticale trebuie folosite în funcție de clasele de precizie a măsurătorii, indicate prin metoda dată, astfel:

- nivelment geometric clasele I-IV
- nivelment trigonometric clasele II-IV
- nivelment hidrostatic clasele I-IV
- fotogrametrie clasele II-IV

Principalele condiții tehnice pentru nivelmentul geometric, funcție de clasa convențională de precizie sunt date în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2

Caracteristica nivelmentului geometric	Condiții tehnice pentru nivelmentul geometric având clasa convențională de precizie			
	I	II	III	IV
Nr. stațiilor, cel mult	2	3	5	8
Viza, m, cel mult	25	40	50	100
Inegalitatea între portee (distanța de la aparat la mira) m, pe stație, cel mult	0,2	0,4	1,0	3,0
Inegalitatea cumulată a portelor la drumuirea închisă, m, cel mult	1,0	2,0	5,0	10,0
Neînchiderea admisibilă, la drumuirea închisă. n-nr. stații	$\pm 0{,}15\sqrt{n}$	$\pm 0{,}5\sqrt{n}$	$\pm 1{,}5\sqrt{n}$	$\pm 5\sqrt{n}$

Măsurătorile nivelitice se execută pe baza unui studiu anticipat, asigurându-se precizia măsurătorilor din rețeaua nivelmentului geometric de stat, de ordinul I, I și III. Operațiile de măsurare pe teren a diferențelor de nivel se face prin nivelment dublu, cu nivele de înaltă precizie (Zeiss, Koni 007, Ni 004, Ni 002, Salmoiraghi Mod 5190) și a mirelor cu bandă de invar de 1,75 m si 3,0 m.

Nivelmentul geometric de înaltă precizie se execută de regulă cu două orizonturi ale aparatului, citirile efectuându-se pe ambele scale ale mirei cu bandă de invar.

4.2.2. Metoda nivelmentului trigonometric

Nivelul trigonometric urmează a se analiza pentru măsurarea deplasărilor verticale ale fundațiilor în condițiile unor variații bruște ale înălțimilor (terasamente înalte, excavații adânci, faleze, etc.).

OBS: Executantul nivelmentului geometric poate adopta și alte valori pentru diferitele caracteristici.

Tabelul 4.3. cuprinde caracteristicile tehnice și tolerante pentru nivelmentul geometric

Tabelul 4.3.

Condițiile nivelmentului geometric		Principalele caracteristici tehnice și toleranțe pentru nivelmentul geometric pentru clasele convenționale de precizie			
		I	II	III	IV
Nivele folosite		Ni-05 și echivalente Ni-007		Ni-03 și echivalente Ni-004	
Mire folosite		RN-05 (cu fir de invar)		PH-3	
Număr stații cel mult		2	3	5	8
Viza	Lungime m, cel mult	25	40	50	100
	Înălțimea deasupra obstacolului, cel puțin	1,0	0,8	0,5	0,3

Erorile admisibile la măsurarea distanțelor și unghiurilor verticale funcție de clasa de precizie aleasă nu trebuie să depășească valorile date în tabelul 4.4.

Măsurarea deplasărilor verticale cu metoda nivelmentului trigonometric trebuie efectuată cu vize scurte (până la 100 m), cu teodolite precise (T-2, T-3 și echivalente) și foarte precise (T-0,5,T-1 și echivalente).

4.2.3. Metoda nivelmentului hidrostatic

4.2.3.1. Nivelmentul hidrostatic este indicat în cazul în care trebuie efectuată măsurarea deplasărilor verticale relative ale unui număr mare de puncte, ceea ce ar prezenta dificultăți la utilizarea altor metode.

4.2.3.2. Utilizarea acestei metode nu este indicată în cazul unor construcții supuse unor acțiuni dinamice.

4.3. <u>Metode pentru măsurarea deplasărilor orizontale</u>

4.3.1. Deplasările orizontale ale fundațiilor clădirilor și construcțiilor se măsoară cu una din următoarele metode sau cu o combinație a acestora:

Tabelul 4.4.

Clasa de precizie a măsurătorii	Eroarea de măsură admisă			
	distanță, mm pentru o valoare a unghiurilor verticale, grade		unghiurile verticale, cu valori în grade	
	sub 10	de la 10 la 40	sub 10	de la 10 la 20
II	7	1	2,5	1,5
III	15	3	5,0	3,0
IV	35	8	12,0	10,0

Metoda nivelmentului hidrostatic se folosește atunci, când sunt de măsurat puncte în interiorul clădirii, spre care viza directă este împiedicată.

În funcție de clasele de precizie ale măsurătorilor, diferitele metode se folosesc după cum urmează:

- metoda vizelor încrucișate;
- metoda vizelor independente;
- triangulația;
- fotogrametrie.

4.4. Metode pentru măsurarea rotirilor

4.4.1. Rotirea fundațiilor (sau construcții în ansamblu) se măsoară cu una din următoarele metode sau cu o combinație a acestora;

- metoda proiecțiilor;
- metoda coordonatelor;
- măsurarea unghiurilor sau direcțiilor;
- metode mecanice de măsurare cu folosirea clinometrelor, nivelelor drepte și inverse.

4.5. Metoda fotogrametrică (stereofotogrametrie) se folosește pentru măsurarea tasărilor, deplasărilor orizontale, rotirilor și altor deformații în cazul unui număr nelimitat al punctelor de contracție așezate în locuri greu accesibile ale unor clădiri și construcții în exploatare.

4.5.1. Pentru măsurarea simultană prin stereofotogrametrie a deformațiilor pe trei axe de coordonate (x, y, z,) trebuie efectuată ridicarea cu fototeodolitul de pe două repere de sprijin, care reprezintă extremitățile bazei de fotografiere, nemodificând poziția și orientarea fototeodolitului în diferite cicluri de observații.

4.6. Programul privind măsurarea deformațiilor unei construcții trebuie să cuprindă informațiile cuprinse în anexa IV.

- metoda vizelor încrucișate clasele I-III;
- metoda vizelor independente clasele I-III;
- metoda triangulației clasele I-IV;
- metoda fotogrametriei clasele I-IV;
- trilaterația clasele I-IV;
- poligonometria clasele III-IV.

Erorile maxime la măsurarea rotirii nu trebuie să depășească următoarele valori, în mm, în funcție de înălțimea H a clădirii observate:

- la construcții civile 0,001 Hi
- construcții industriale, coșuri de fum, furnale, turnuri, etc. 0,0005 Hi
- fundații sub mașini și agregate 0,00001 Hi

Lungimea bazei de fotografiere se ia între 1/5-1/10 din distanța de la fototeodolit la obiectul sub observație. Eroarea de măsurare a lungimii bazei nu trebuie să depășească 1 mm.

Pentru măsurarea fotogrametriei într-un singur plan XZ, se efectuează ridicări cu fototeodolitul de pe un singur punct de sprijin, la diferite cicluri.

5. ÎNREGISTRAREA, PRELUCRAREA ȘI INTERPRETAREA OBSERVAȚIILOR

5.1. Valorile măsurate ale cotelor reperelor de referință și ale mărcilor de tasare se înregistrează în carnetul de nivelment.

5.2. Prelucrarea analitică a rezultatelor după fiecare ciclu de observații cuprinde: verificarea carnetelor de teren, verificarea stabilității reperelor de referință, calculul deplasărilor mărcilor de tasare, stabilirea preciziei măsurătorilor întreprinse, inclusiv compararea erorilor înregistrate cu cele admisibile, pentru clasa convențională de precizie impusă.

5.3. Datele privind tasările mărcilor se trec într-un formular „Fișa de măsurare a tasărilor".

5.4. Prelucrarea grafică a rezultatelor măsurătorilor cuprinde construirea pentru fiecare marcă de tasare și reper de referință a unei diagramei de evoluție în timp a tasării, în corelare cu evoluția în timp a încărcării transmise terenului de către construcție.

Se consemnează totodată de către executant și alte date necesare pentru prelucrarea și interpretarea ulterioară a rezultatelor, ca de exemplu: dispoziția în plan a construcției cu amplasarea reperelor de referință și a mărcilor de tasare, date asupra stadiului fizic atins de lucrare (numărul de nivele, cota cofrajului glisant, etc.)

În anexa V se prezintă cu caracter exemplificativ alcătuirea unei fișe de măsurare a tasărilor cât și instrucțiunile privind completarea acesteia.

Fișa se completează după fiecare măsurătoare pentru determinarea valorilor tasărilor, în baza datelor din carnetele de observații de teren. Fișa cuprinde și schița reperelor și mărcilor.

Formularul privind construirea diagramelor de evoluție în timp a tasărilor și a încărcării, numită „diagramă de încărcare-tasare" este prezentată exemplificativ în anexa VI.

Rezultatele măsurătorilor de tasare se înscriu și în „fișa sintetică ", prezentată în anexa VII.

5.5. Pe baza tasărilor mărcilor individuale se calculează tasarea medie a construcției, a cărei evoluție în timp se poate reprezenta în același tip de formular.

5.6. În cazul în care s-au efectuat citiri asupra unor mărci de tasare plasate atât pe conturul construcției, cât și interior, se pot construi din ficare ciclu de observații curbe de egală tasare.

5.7. Rezultatele măsurătorilor de tasare se transmit, după fiecare ciclu de observații, proiectantului care pe baza interpretării lor avizează asupra menținerii modificării sau sistării programului de observații.

6. DOSARUL DEPLASĂRILOR CONSTRUCȚIILOR

6.1. În baza rezultatelor măsurării tasărilor, proiectantul întocmește, în colaborare cu unitatea care a întreprins măsurările, pentru fiecare obiect de construcție aflat sub urmărire, un raport tehnic asupra tasării construcțiilor.

6.2. Pe măsura desfășurării măsurătorilor, beneficiarul va atașa la dosar fișele de măsurări ale tasărilor, diagramele cu variația în timp a încărcării și mișcării construcției, fișele sintetice, etc.

6.3. În cazul apariției unor fisuri sau crăpături ce pot fi atribuite deformației terenului de fundare, beneficiarul va atașa la dosar procesele verbale de constatare a degradărilor, data aparițiilor fisurilor sau crăpăturilor, forma și deschiderea lor, schițe și eventual fotografii, cât și evoluția lor în timp (datele măsurărilor privind deschiderea și lungimea lor, etc.).

6.4. Dosarul deplasărilor construcției se va păstra de beneficiar pe toată durata existenței construcției, pentru a fi folosit atunci când este cazul la expertizarea stării construcției.

Fiecare construcție la care se urmărește tasarea va avea un dosar întocmit special în acest scop, ce va face parte din cartea construcției. Anexa VIII cuprinde piese obligatorii ale dosarului alcătuit.

ANEXA I

REPERE DE REFERINȚĂ

Instrumentarea terenului de fundare prin intermediul reperelor de referință (repere fixe) are drept scop determinarea cotei părți din tasarea totală aferentă diferitelor straturi din cuprinsul terenului de fundare. Se deosebesc:

- repere fixe (repere de referință) de suprafață;
- repere fixe (repere de referință) de adâncime.

1. Repere de referință de suprafață

Sunt concepute funcție de posibilitățile de amplasare în poziție verticală sau orizontală.

Reperul de referință de suprafață din fig.I.1. este conceput pentru fixarea lui în borne din beton care se amplasează în afara zonei de influență a constrcțiilor. Este de construcție simplă și asigură precizie, la măsurători. Protecția capului sferic al reperului se realizează prin intermediul unui capac metalic fixat pe o garnitură din cauciuc.

2. Repere de referință de adâncime

Aceste tipuri de repere pot fi utilizate ca reperi geodezici când sunt montați cu baza într-un strat incompresibil sau ca reper de adâncime când se urmărește tasarea straturilor de adâncime, caz în care reperul este oprit în stratul afectat de tasare.

2.1. Repere de adâncime de tip tell-tale

Alcătuirea constructivă și operațiunile de montare sunt descrise în STAS 10493-91 (fig.8. a,b,c,d).

2.2. Repere de adâncime cu con. Reperele de adâncime cu con sau penetrometrice prezintă următoarele caracteristici:

- placa reper - de bază este alcătuită dintr-un vârf conic similar celor de la penetrometrie statice și dinamice.
- montarea în teren a ansamblului format din țeava de protecție și tije cu vârf conic se face prin presare sau batere, după cum se dispune de un echipament de penetrare statică sau dinamică

Reperul constă dintr-un con (vârf) cu diametrul bazei 38 mm și înălțimea 52mm, ce se continuă cu o tijă metalică, (∅ este 28 mm), alcătuită din tronsoane de 1,0 m lungime, îmbinate prin intermediul unor manșoane.

Tija centrală culisează în interiorul unei țevi (∅ exterior este de 45 mm) în așa fel, încât, odată cu tasarea conului, tija centrală să culiseze liber, fără frecare laterală (Fig. I.2.)

Între con și prima teavă (mantaua) se află o piesă intermediară numită port vârf, prevăzută cu un locaș pentru fixarea unei garnituri care împiedică pătrunderea apei în interiorul țevii.

Când reperul a ajuns la cotă, prin ansamblul cap - presare - tijă, conul înaintează încă 10 cm. În felul acesta, conul urmărește tasarea stratului respectiv.

Piloții bătuți sau turnați pe loc se pot utiliza ca reperi de adâncime.

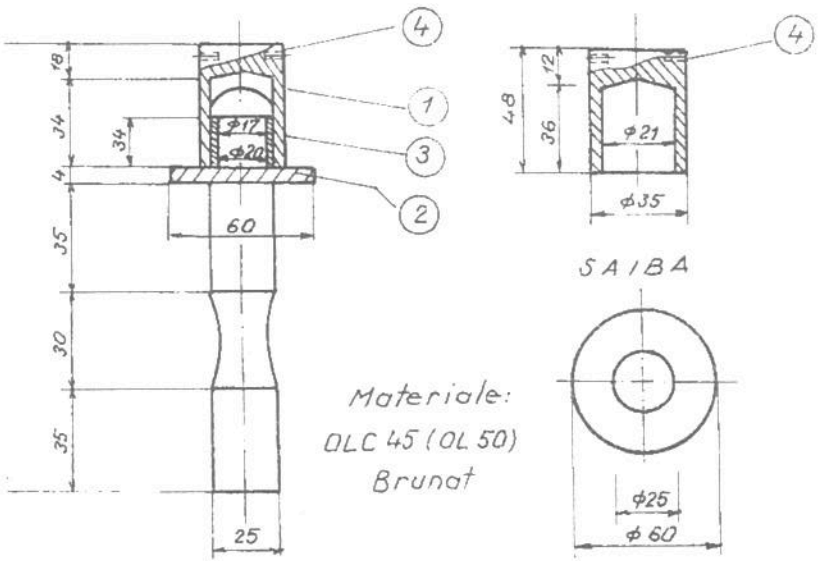


Fig. I.1.

1- capac de protecție; 2- șaibă sudată;
3 - garnitură de cauciuc; 4- gaură ϕ 5.

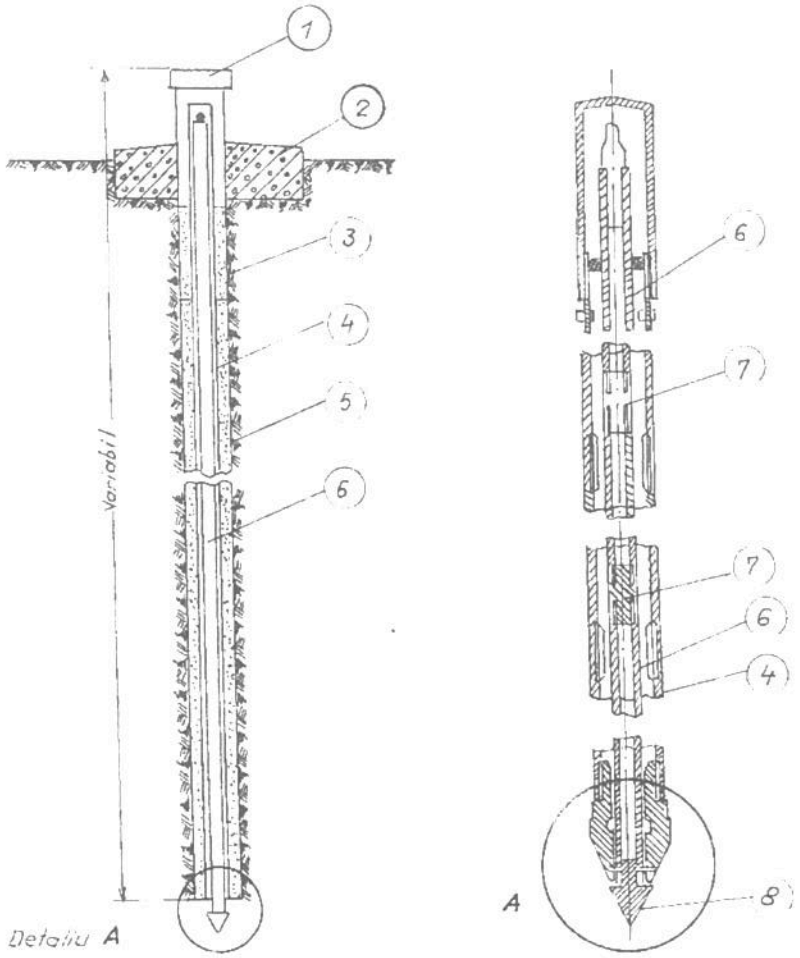


Fig. I.2

1- capac protector; 2- placă beton (1 x 1 x 0,60m).
3- inel argilă; 4- țeavă protecție (ϕ 8 5/8);
5- foraj 10 3/4"; 6- reper metalic. 7- mufă,
8- con de străpungere.

MĂRCI DE TASARE

Mărcile de tasare (reperele mobile) sunt repere mobile de nivelment, care se alcătuiesc și se fixează în elementele de construcții, astfel, încât să fie asigurată conservarea lor în timp, pe întreaga durată a efectuării observațiilor și să se permită efectuarea măsurătorilor atât în timpul execuției cât și în timpul exploatării construcțiilor.

1. Mărci de tasare pentru nivelment geometric

1.1. Încastrate vertical sau orizontal cu bolț detașabil conform STAS 10493-91 (Fig. 3.a. și 3.b.). Se amplasează în poziție verticală sau orizontală în elementele de construcții din zidărie de cărămidă sau beton simplu și beton armat, cu posibilitatea de protejare prin înșurubarea bolțului cu cap sferic, pe care se așează mira, în poziția inversă în corpul mărcii.

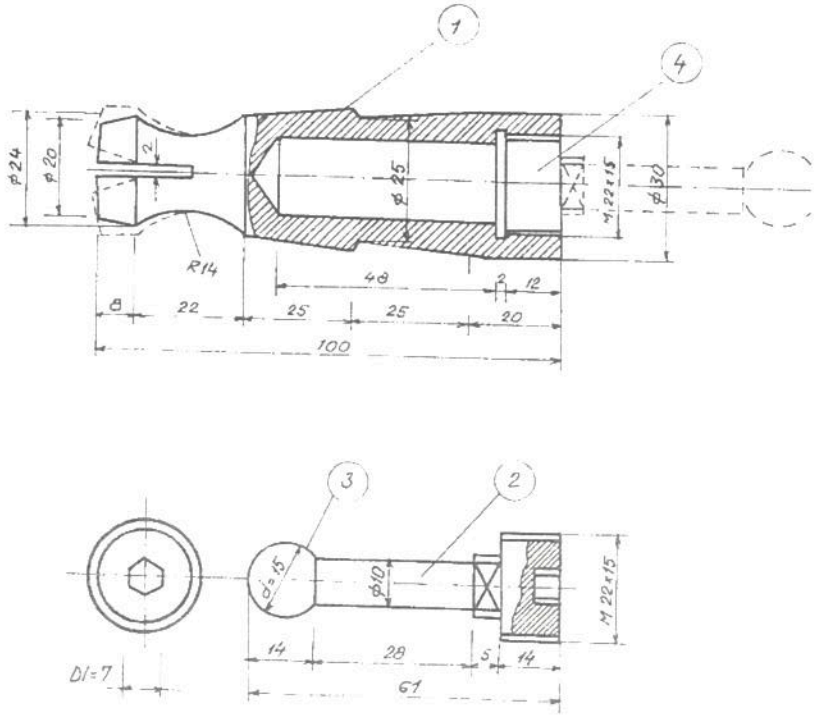
Utilizarea mărcilor alcătuite din două părti - o teacă înglobată în elementul de construcție și un bolț detașabil, este permisă numai în cazul unor măsurători cu precizie medie sau redusă.

1.2. Încastrate orizontal în elementele de construcție (fundații, radiere, stâlpi, etc.).

Mărcile de tasare (Fig.II.1) sunt concepute tot pentru montarea în poziție orizontală, prevăzute tot cu un bolț sferic pentru așezarea mirei din care, datorită faptului că este de dimensiune mică nu mai permite înșurubarea bolțului în poziție inversă, pentru protejare.

Bolțul de la acest tip de marcă poate fi purtat în trusa aparatului de măsurare a tasărilor, devenind universal pentru această marcă.

În figura II.2. este conceput un tip de marcă de tasare, realizată din două piese: teaca mărcii prevăzută cu două praguri (din inox) și dispozitivul pentru așezarea mirei.



Materiale.
OLC 45 (OL 50)
Brunat

Fig. II.1

1- corp marcă; 2 - bolț, 3 - sferă;
4 - gol pentru încastrare bolț.

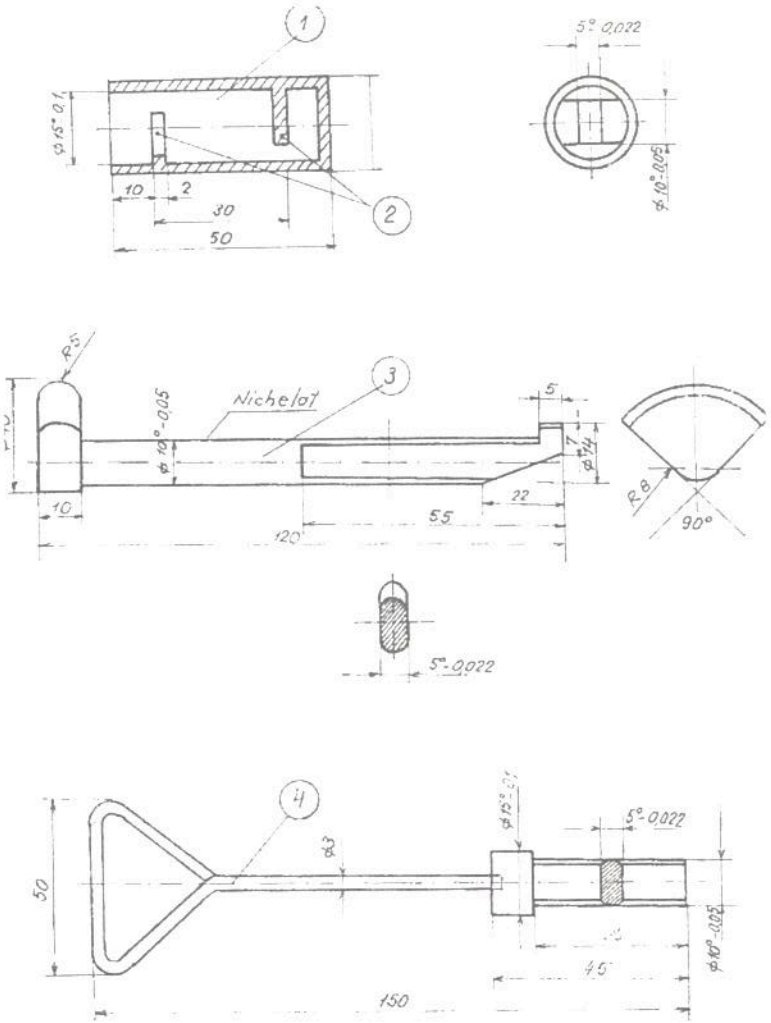


Fig. II.2

1- teacă reper; 2- proguri inox, 3- suport mira,
4- dispozitiv pentru montaj

2. Mărci de tasare pentru elemente de dimensiuni reduse

Pentru instrumentarea halelor industriale din industria ușoară s-a conceput marca de tasare din figura II.3., de dimensiuni reduse, realizată din două piese din care corpul propriu-zis al mărcii înglobate în elementul de beton și piesa portabilă pe care se așează mira, piesa portabilă, care în timpul măsurătorilor se înșurubează în golul din beton.

3. Mărci de tasare pentru barajele de anrocamente, montate pe borne din beton turnate în masa de anrocamente. Modul de alcătuire și montare este prezentat în figura II.4.

4. Mărci de tasare pentru industria metalurgică

Construcția mărcilor de tasare cât și amplasarea lor se face identic cu celelalte tipuri de mărci de tasare. În figurile II.5. și II.6. sunt prezentate mărci încastrate în stâlpii din beton ai halelor industriale (Fig. II.5.) protejate prin intermediul capacelor de protecție sau buloane din oțel cu cap semisferic sudate pe stâlpii metalici (Fig.II.6.).

5. Mărci de tasare pentru centrale nucleare

În figurile II.7., II.8. și II.9. sunt cuprinse, prin concepție și realizare, câteva tipuri de mărci de tasare pentru echiparea centralelor, în vederea urmăririi comportării acestora atât în perioada de execuție, cât și în mod special în perioada de exploatare.

Astfel au fost realizate:

- marcă de tasare montată pe suprafața orizontală din beton armat, prevăzută cu capac de protecție (Fig.II.7.);
- marcă de tasare montată pe suprafața verticală, la elementele din beton armat și metal (Fig.II.8.);
- marcă de tasare montată pe suprafețe verticale sau orizontale la elemente din beton simplu sau zidărie (Fig.II.9.).

OBSERVAȚII: Pot fi utilizate și alte tipuri de mărci de tasare ca forme și alcătuire constructivă, cu condiția să asigure o precizie corespunzătoare.

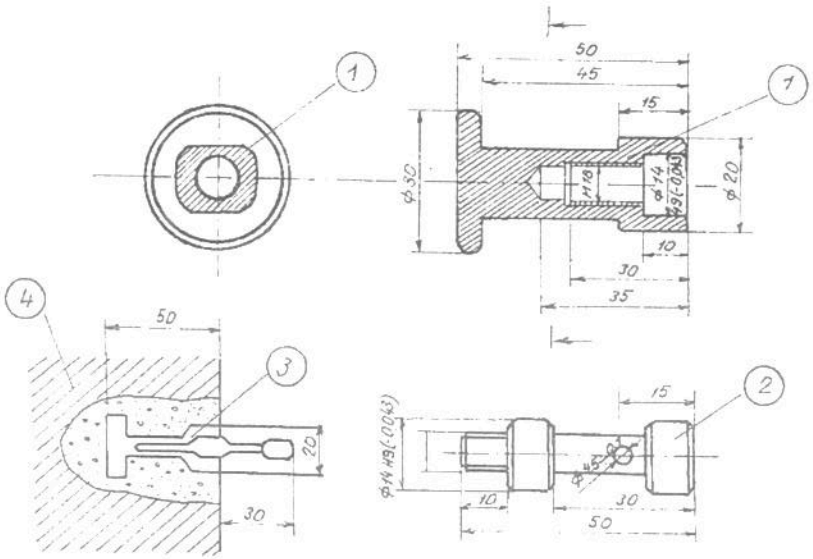


Fig. II.3

1- corp reper; 2- piesă portabilă;
3- gol în elementul de construcție
pentru montaj; 4- element beton.

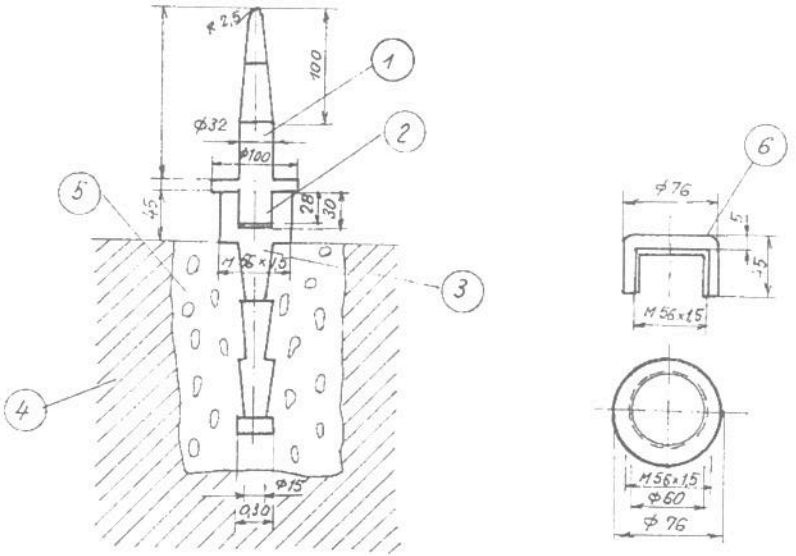


Fig. II.4

1- bolț; 2- corp reper; 3- suport pentru reper fixat în bornă;
4- bornă; 5- beton pentru montarea reperului; 5- capac
de protecție

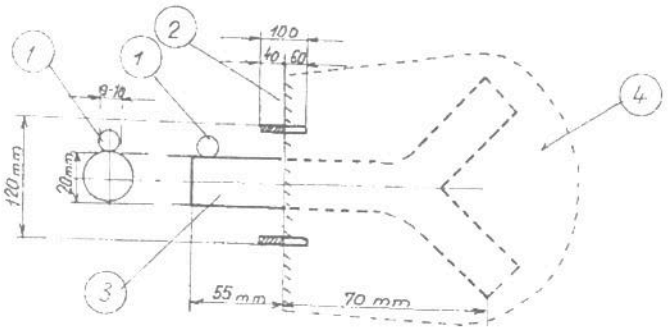


Fig. II.5

1- bilă rulment; 2- stâlp b.a. sau perete; 3- bară OL cu
secțiune rotundă; 4- mortar de ciment

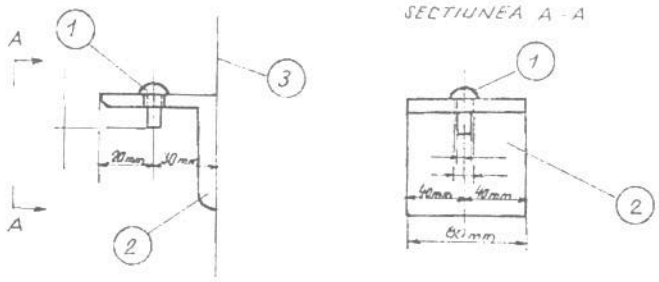


Fig. II.6

1- marcă - bulon otel cu cap semisferic;
2- cornier; 3 - stâlp metalic

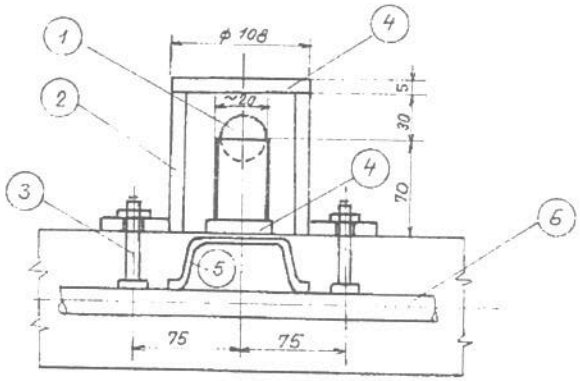


Fig. II.7

1- bilă de rulment; 2 - teavă ϕ 108; 3 - bulon;
4-otel lat; 5- bară de otel beton; 6 - armătură existentă.

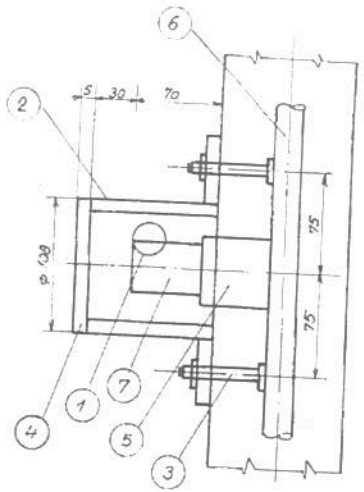


Fig. II.8

1- bilă de rulment; 2 - teavă ϕ 108, 3-bulon; 4 - otel lat,
5- bară de otel; 6 - armătură existentă; 7- otel pătrat

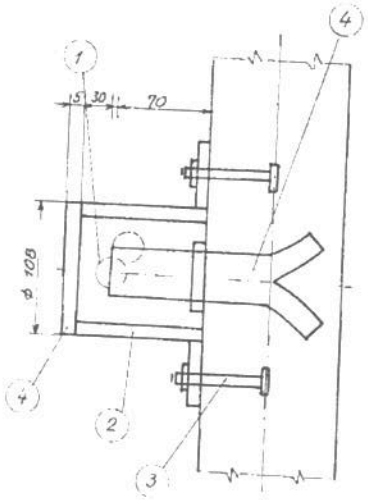


Fig. II.9

1- bilă de rulment pe suprafață verticală sau orizontală,
2 - teavă ϕ 108; 3 - bulon; 4 - otel lat

ANEXA II/A

REPERE DE ADÂNCIME (MOBILE)

Când se urmărește tasarea straturilor de adâncime se utilizează repere de adâncime mobile.

2.1. Repere de adâncime de tip tell-tale

Alcătuirea constructivă și operațiunile de montare sunt descrise în STAS 10493-91 (Fig.8 a,b,c,d).

2.2. Repere de adâncime cu con (vezi ANEXA I)

2.3. Reperi inelari cu lamele

Se folosesc pentru măsurarea deplasărilor verticale de tip tasare sau decomprimare (Fig.II/A.1.).

Reperul inelar se montează în foraje executate în prealabil pe toată adâncimea de investigație stabilită. Montarea reperilor se face la adâncimile dorite, începând de la baza forajului spre suprafață.

Pentru montare, reperul se coboară la adâncimea respectivă cu ajutorul unui tren de tije subțiri de foraj, manevrate de la suprafață.

La adâncimea dorită, prin rotirea tijelor, lamelele reperului se înfig în peretele forajului și tijele împreună cu capul de montare a reperului se scot. Operația se repetă pentru fiecare reper în parte. În final, forajul se tubează cu o coloană de plastic cu diametrul minim 50 mm care pătrunde prin interiorul tuturor reperilor.

Măsurătorile de tasare se fac cu sonda electroinductivă TRAPED ce cuprinde dispozitivul de ruletă ce se montează pe capul tubajului (tubulatorii) și lanțul de măsură inductiv alcătuit din traductorul inductiv, cablul și miliampermetrul pe măsură.

2.4. Coloana de reperi de deformație cu tub riflat

Coloanele cu tub riflat servesc pentru măsurarea deformațiilor verticale, de tip tasare sau decomprimare în masivele de pământ.

Alcătuirea constructivă a acestor coloane este prezentată în figura II/A.2.

Reperul este alcătuit din două coloane, cea exterioară din tub de plastic riflat cu diametrul de 40 mm, în varianta 1 și 70 mm în varianta 2, cea interioară cu diametrul de 32 mm, în varianta 1 și 50 mm sau 63 mm în varianta 2. Se observă, că diferența dintre cele două variante de repere se referă numai la diametrul coloanei, determinat de diametrul tubului riflat.

Reperii propriu-ziși sunt inele din sârmă de 1 mm grosime ce se fixează pe tubul riflat la intervale dorite (1,0-5,0 m).

Montarea coloanelor cu tub riflat se poate face în foraje executate în prealabil sau, numai pentru varianta 1, fără foraj, utilizând instalația de înfigere hidraulică prin presare.

În cazul în care montarea coloanelor cu tub riflat se face în foraj, spațiul dintre coloană și peretele forajului se burează cu nisip sau se umple cu un amestec autoîntăritor de bentonită-ciment sau argilă-ciment.

Măsurătorile se efectuează cu un traductor TRADIN, de tip electroinductiv.

2.5. Reperi radiometrici (radioactivi)

Reperii radiometrici sunt utilizați pentru măsurarea deplasărilor verticale în masive naturale. Principiul de echipare și măsură este prezentat în figura II/A.3. Introducerea reperilor prin împușcare, în peretele forajului face posibilă montarea acestora în terenuri relativ tari și la adâncimi mari. Reperi radiometrici au fost plantați în marne, până la 40 m adâncime.

Precizia măsurătorilor este de 1,0 mm.

Dificultățile reperilor radiometrici sunt determinate de măsurile necesare de protecție a muncii și manipularea surselor radioactive.

2.6. Rockmetre

Alcătuirea rockmetrelor pentru măsurarea decomprimării rocilor, prin realizarea unor săpături adânci este prezentată în fig.II/A.4.

Tija rockmetrelor este realizată din țeavă de 3/4" diametru și 2,0 m lungime. Îmbinarea țevilor, ce alcătuiesc tija rockmetrelor se face cu ajutorul niplurilor.

Tubulatura de plastic din jurul tijelor metalice este de 40 mm diametru, îmbinarea acesteia făcându-se prin mufare la cald.

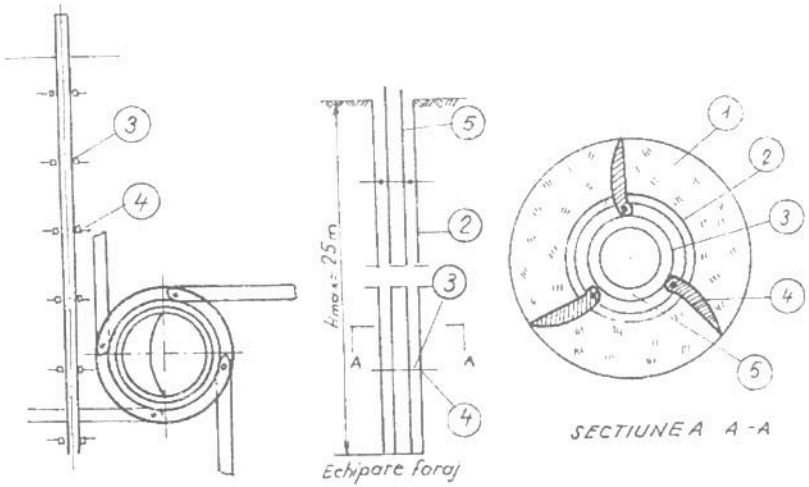


Fig. II.A.1

1-pământ natural; 2-perete foraj; 3-corpul inelar al reperului cu fante-locaș pentru lamelele mobile ϕ 90 cm, 4-lamele mobile L=6 cm; 5-tub PVC ϕ 63 unde culisează sonda de detecție

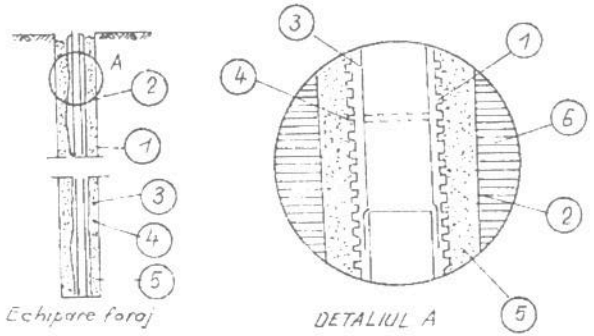


Fig. II.A.2

1-tub riflat ϕ_1=40 mm sau ϕ_2=63 mm, 2-perete foraj; 3-tub plastic rigid îmbinat prin riflare cu ϕ_1=3 mm sau ϕ_2=55 mm; 4-reper metalic inelar din sârmă zincată de 1,5 mm grosime în 2-4 spire; 5-buraj; 6-pământ natural.

După coborârea rockmetrelor în foraj, la cotele stabilite, forajul este cimentat, conform detaliului din figură.

Valorile absolute ale tasărilor se determină prin nivelment topografic al capetelor superioare ale tijelor.

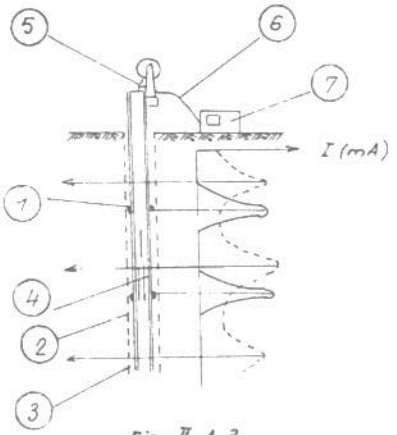


Fig. II.A.3

1- reper radioactiv; 2- foraj 3/4 in ; 3 - tub PVC ; 4 - sursă radioactivă; 5 - bandă metalică gradată; 6 - cablu electric; 7- miliampermetru.

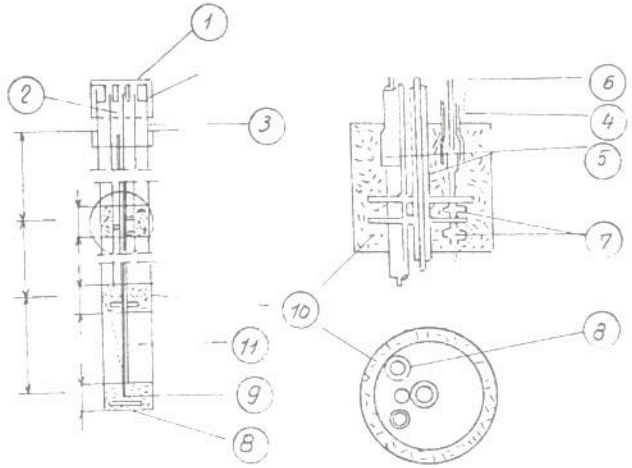


Fig. II. A .4

1- capac protecție; 2 - tijă de referință; 3- cilindru de încastrare; 4- țevi metalice; 5- tuburi PVC ; 6 - cablu de lansare; 7- bride; 8- foraj; 9 - stuf de injectare; 10 - zonă umplută cu lapte de ciment; 11 - zonă umplută cu bentonită - ciment

EXEMPLE DE CALCUL PENTRU VERIFICAREA STABILITĂȚII REPERELOR

Pentru verificarea stabilității reperelor se dă mai jos un exemplu de calcul la reperii R_1, R_2, R_3 și R_4 de la extinderea silozului Constantin David din județul Teleorman.

Datele privind închiderile de poligoane și de diferențele de cotă au fost extrase din carnetele de teren și trecute în tabelele III.1. și III.2.

CALCULUL PRECIZIEI NIVELMENTULUI DIN NEÎNCHIDERILE PE POLIGOANE

Tabelul III.1

Numărul poligonului	Eroarea de închidere în poligon (mm/km)	Lungimea poligonului L (km)	Ponderea $p = \frac{1}{L} \cdot 10^3$	p.v.v.	Data efectuării nivelmentului	Observații
1	2	3	4	5	6	7
I	+65	0,289	3	12,675	Nivelmentul I la 14.06.1989	$M_1 = \sqrt{\frac{\Sigma(p \cdot vv)}{r}} =$
II	-75	0,585	2	11,250		$= \sqrt{\frac{23 \cdot 925}{2}} =$
				$\Sigma = 23,925$		$= \pm 109 \frac{mm}{100}/Km =$
I	-45	0,289	3	6,075	Nivelmentul II la 20.07.1989	$M_2 = \sqrt{\frac{8,525}{2}} =$
II	+35	0,585	2	2,450		$= \pm 65 \frac{mm}{100}/Km =$
				$\Sigma = 8,525$		$= \pm 0,65$ mm/Km

Notă: r este numărul de poligoane (r=2)

Poziția reperelor, distanțele între ele și poligoanele formate sunt arătate în schița din coloana 7 a tabelei III.2.

Măsurătorile au fost efectuate cu nivela Zeiss Ni 004 și mirã cu bandă de invar.

Criteriul de verificare a stabilității reperelor

Eroarea celor două nivelmente, după datele din tabelul III.1. este:

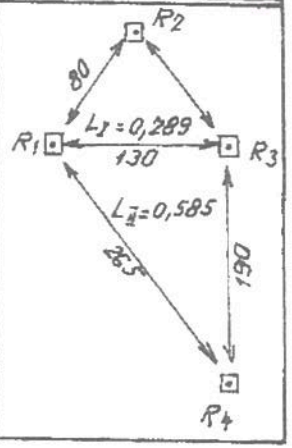
$\mu = \sqrt{\mu_1^2 + \mu_2^2} = \sqrt{1,09^2 + 0,65^2} = 128$ mm/km

Eroarea maximă, corespunzătoare erorii date de formula de mai sus, este: $K = 2\mu = \pm 2,56$ mm/km.

CALCULUL STABILITATII REPERELOR

Tabelul III.2

Nr. reperului	Distanța la reperul de origine D (km)	Diferența de cotă $\Delta = H_2 - H_1$ (mm/km)	Toleranța mărimii $T\Delta = K\sqrt{D}$ (mm/km)	Depășirea lui $T\Delta$ (mm/km)	Procentul de eroare $\Delta/T\Delta \times 100$ (%)	Schița reperelor
1	2	3	4	5	6	7
R_1	0	0	0	-	-	
R_2	0,080	- 65	72	-	90	
R_3	0,159	- 86	702	-	84	
R_4	0,349	- 42	92	-	46	



Pentru un tronson de lungime Di, în km, măsurat de la reperul R_1 luat ca origine, până la fiecare reper (R_2, R_3, R_4), se obține maximul erorii de nivelment ($T\Delta i$), cu relația:

$$T\Delta i = K\sqrt{Di} \qquad \text{(în mm)}$$

calculate în coloana 4 a tabelului III.2.

Dacă diferențele de altitudine $\Delta = H_1 - H_2$, din coloana 3 a tabelului III.2. (în care H_1 este altitudinea reperului în nivelmentul 1, respectiv H_2 în nivelmentul 2) sunt mai mari decât valorile toleranței $T\Delta$ din coloana 4, atunci, diferențele $\Delta - T\Delta$ reprezintă tasări sau ridicări ale reperelor respective.

Din tabelul III.2. rezultă că, pentru toți reperii, diferența de altitudine Δ, între cele două etape de nivelment este mai mică decât toleranța mărimii $\Delta(T\Delta)$. Deci, reperii au o stabilitate bună și corespund scopului pentru care au fost construiți.

ANEXA IV

TEMA
PRIVIND ELABORAREA PROGRAMULUI PENTRU MĂSURAREA DEFORMAȚIILOR

1. Denumirea obiectului _____
2. Beneficiar _____ (denumirea unității)
3. Proiectant _____ (denumirea unității)
4. Executant _____ (denumirea unității)
5. Adresa obiectului _____
6. Date asupra destinației și tipului construcției, asupra alcătuirii constructive, asupra principalilor parametri tehnologici (inclusiv pentru părțile subterane) _____
7. Date asupra alcătuirii constructive, dimensiunilor în plan și adâncimii fundațiilor _____
8. Date asupra condițiilor geologice, hidrogeologice și geotehnice pe amplasament _____
9. Date asupra măsurătorilor de deformații întreprinse anterior pe amplasament _____
10. Părțile de construcție supuse observațiilor _____
11. Periodicitatea observațiilor:
   - în faza de execuție
   - în exploatare
12. Tasări calculate _____
13. Precizia necesară măsurărilor topografice _____
14. Alte cerințe _____

Anexe la temă

a/ planurile fundațiilor cu indicarea locurilor propuse pentru amplasarea mărcilor de tasare;

b/ secțiuni cotate (longitudinală, transversală) prin construcție;

c/ plan de situație al construcțiilor și rețelelor inginerești pe amplasament;

d/ planul amplasării reperelor și mărcilor de pe construcție cu indicarea numărului de ordine.

Elaborarea temei _____ (denumirea unității de proiectare)

Data Semnătură

ANEXA V

INSTRUCȚIUNI
privind completarea fișei „măsurarea tasărilor"

1. Fișa se completează după fiecare măsurare pentru determinarea tasărilor, pe baza datelor din carnetele de observații pe teren.

2. În colțul din stânga sus se completează denumirea instituției ce efectuează măsurătorile, iar în colțul din dreapta sus se trece numărul fișei în ordinea efectuării măsurătorilor.

3. Sub titlul fișei se completează:

- destinația și categoria construcției, eventual denumirea precum și localitatea unde este amplasată;
- date când s-a făcut citirea;
- presiunea efectivă pe teren.

La primele fișe, care se întocmesc în timpul executării construcției, presiunea efectivă pe teren se calculează ținându-se seama de încercările reale, ce acționează fundațiile clădirii la data citirii după darea în exploatare a construcției, presiunea efectivă pe teren se calculează ținându-se seama de încercările reale provenite din greutatea permanentă (stabilite pe parcurs) și de încercările temporare de lungă durată existente la data citirii.

4. În coloana 1 se trec întâi simbolurile și numerele reperelor (R_1, R_2 ... R_n) și apoi simbolurile și numerele mărcilor (M_1, M_2 ... M_n).

5. În coloana 2 se trec cotele stabilite la prima măsurare (în fișa întocmită la prima măsurare, coloanele 3-8 rămân necompletate).

6. Coloana 3 nu se completează la o a doua măsurare: această coloană se completează începând cu a treia măsurare și în ea se trec cotele de la măsurarea precedentă, (de exemplu, la fișa nr.7, în coloana 3 se trec cotele din coloana 4, din fișa 6).

7. În coloana 4 se trec cotele rezultate de la măsurarea făcută la data respectivă.

8. Tasările din coloana 5 rezultă din scăderea cotelor din coloana 4 din cotele din coloana 2.

9. În coloana 6 se trece numărul de zile scurse de la măsurarea inițială, până la data când s-a făcut măsurarea respectivă.

10.Tasările din coloana 7 rezultă din scăderea cotelor din coloana 4 din cotele din coloana 3.

11.În coloana 8 se trece numărul de zile scurse de la măsurarea precedentă datei întocmirii fișei respective.

12.Coloana 9 este rezervată întocmirii unei schițe a construcției cu amplasamentul mărcilor și reperelor.

Nota1: La fișa nr. V.1. (prima măsurare) se va executa o schiță suplimentară cu reperajul bornelor, cu reperele de suprafață și de adâncime, notându-se distanțele față de obiective stabile, colțuri de clădiri, etc. Se va nota și data montării reperelor.

Nota 2: La fiecare fișă întocmită se va specifica stadiul execuției construcției (la cele noi) sau starea construcției, eventual degradării (la cele vechi). Se dă în continuare un exemplu de felul cum s-au completat fișele „măsurarea tasărilor", pentru construcția a căror rezultate obținute sunt date în modelul de fișă sintetică din anexa VII.

INCERC-Buc. Fisa nr. V

FISA DE MASURAREA TASARILOR

La construcția (obiectul) _____

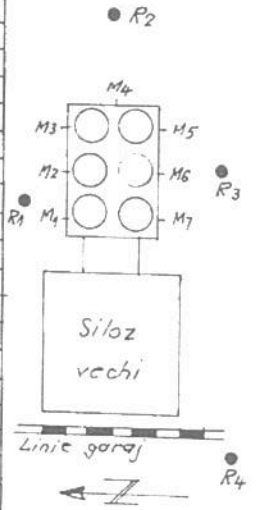
din cadrul localității _____

Data când s-a făcut măsurătoarea _____

Încărcarea pe talpa fundației la data măsurării _____ daN/cm²

Reperi și mărci	Prima citire la ------	Precedentă citire la ------	La data citirii	Tasarea efectivă (mm)	Nr. de zile de la prima citire	Tasarea față de citirea precedentă	Nr. de zile față de citirea precedentă
1	2	3	4	5	6	7	8
R_1	12.000	12.000	12.000				
R_2	11.487	11.486	11.486				
R_3	11.538	11.538	11.538				
R_4	11.025	11.024	11.024				
M1	12.504	12.501	12.500	4	36	1	14
M2	12.553	12.551	12.550	3	36	1	14
M3	12.506	12.503	12.503	3	36	0	14
M4	12.658	12.665	12.655	3	36	0	14
M5	12.648	12.646	12.646	2	36	0	14
M6	12.588	12.586	12.586	2	36	0	14
M7	12.635	12.634	12.633	2	36	0	14

Schița reperilor și mărcilor



Întocmit. _____

Semnătura _____

INSTRUCȚIUNI
privind completarea „diagramei de evoluție în timp a tasărilor" (diagrama de încărcare-tasare)

1. Graficul tasărilor se completează de regulă pentru fiecare marcă în parte.

Se admite completarea cu tasările mărcilor de pe o latură sau tronson al construcției, pentru maximum 4 mărci, în cazul când încărcările fundațiilor aferente mărcilor sunt identice și reprezentarea grafică a desfășurării în timp a tasărilor mărcilor respective nu dă loc la confuzii. În acest caz, reprezentarea grafică a tasărilor fiecărei mărci se va face cu simboluri diferite.

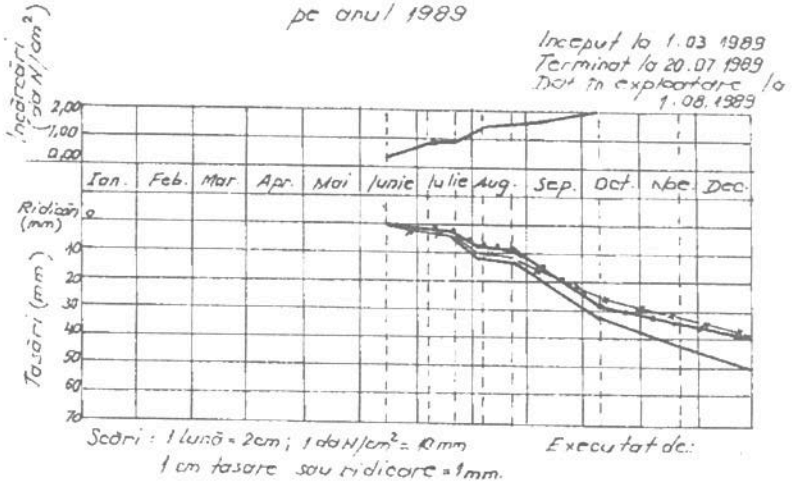
2. Graficul tasărilor se completează pentru un an calendaristic. După numărul mărcii se trece numărul filei, în ordinea cronologică a anilor, când s-au efectuat măsurătorile de tasare.

3. Scările, la care se reprezintă tasările sau ridicările și încercările se vor lua în funcție de valorile maxime calculate și se vor nota pe grafic, în stânga jos. Se recomandă a se utiliza numai scări normate (de exemplu: un milimetru = 1 KPa, până la 10 mm = 100 KPa pentru încărcări, respectiv 1 mm = 20 mm, până la 1mm = 0,2 mm pentru tasări sau ridicări).

4. Se vor menționa pe grafic datele începerii, terminării și dării în exploatare a construcției.

Se dă în continuare un exemplu de felul cum se completează „graficul tasărilor", pentru construcția a căror rezultate obținute din măsurători sunt date în modelul de fișă sintetică, din anexa VII / 1.

DIAGRAMA DE EVOLUTIE
IN TIMP A TASARILOR
mărci nr. 1, 2, 3 fila nr. 1
pe anul 1989



ANEXA VII

INSTRUCȚIUNI
privind completarea „fișei sintetice"

1. Fișa sintetică trebuie să conțină următoarele desene și grafice:

a/ Schema secțiunii transversale a construcției, din care să rezulte toate cotele și dimensiunile principale ale elementelor de rezistență, ale suprastructurii și fundației.

b/ Schema planului construcției, din care să rezulte toate dimensiunile principale ale fundațiilor, precum și amplasarea mărcilor prin măsurarea tasărilor.

c/ Bloc-diagrama tasărilor, la terminarea măsurătorilor, adică reprezentarea în spațiu, prin proiecție ortogonală, a valorilor tasărilor finale ale mărcilor.

d/ Diagrama stratificației medii a terenului de fundare, dată prin semne convenționale standardizate și nivelul apei subterane.

e/ Diagrama de compresiune-tasare, pentru fiecare strat de pământ compresibil, numerotat corespunzător cu diagrama stratificației terenului.

f/ Graficul de desfășurarea tasărilor în timp, completat pentru fiecare marcă, inclusiv valorile încărcărilor pe fundație la datele când s-au efectuat măsurătorile de tasare. Dacă numărul mărcilor este prea mare (peste 8-10 mărci), se vor face grafice separate pe laturi sau tronsoane ale construcției respective.

În funcție de necesități, în fișa sintetică mai pot fi date și alte desene sau grafice, ca de exemplu: schema secțiunii longitudinale a construcției, diverse scheme de secțiuni transversale, detalii semnificative ale fundațiilor, diagrame de penetrare obținute din încercarea terenului de fundare cu penetrometre statice sau dinamice, etc.

Dacă stratificația terenului este neuniformă pe amplasamentul construcției, se vor da mai multe diagrame ale stratificației terenului sau bloc-diagrama stratificației. În acest caz, pe schema planului construcției se vor amplasa și sondajele respective, corespunzătoare cu diagramele sau bloc-diagrama stratificației.

2. În fișa sintetică trebuie trecute, de asemenea, următoarele date:

a/ În partea de sus:

- numele instituției care a efectuat măsurătorile de tasare;
- localitatea, eventual, județul și denumirea construcției;
- numărul fișei sintetice (numărul de ordine în cadrul unității întocmitoare).

b/ Legenda simbolurilor cu care au fost trasate curbele de desfășurare a tasărilor în timp, pentru fiecare marcă în parte.

3. Se recomandă ca fișa sintetică să fie întocmită pe un format standardizat. În cazurile curente, când forma în plan a construcției este simplă (dreptunghiulară) și numărul mărcilor nu este mai mare de 8-10 bucăți, fișa sintetică se poate întocmi pe un format A4. Dacă este necesar să se întocmească mai multe grafice de desfășurare a tasărilor în timp (pe laturi sau tronsoane ale construcției), se va alege un format mai mare (de exemplu A3).

4. Poziția diverselor desene și grafice va fi, pe cât posibil, cea din planșă. În orice caz, este necesar ca schemele pe secțiuni și plan ale construcției să fie așezate în partea de sus a foii, sub ele fiind desenate diagrama stratificației, diagrama compresiune-tasare și bloc-diagrama tasărilor, iar în partea de jos a foii urmând să se deseneze graficul sau graficele desfășurării tasărilor în timp.

5. Pentru o mai bună înțelegere a fișei sintetice, precum și pentru a se arăta și alte date ce nu pot fi redate prin scheme, diagrame și grafice se recomandă ca la fiecare fișă sintetică să se întocmească în anexă, o piesă scrisă (pe o pagină format A4), care să conțină:

a/ Descrierea caracteristicilor principale ale construcției (structura de rezistență a suprastructurii și fundației, materiale utilizate, sistem de construcție, etc.), destinația ei sau procesul tehnologic (la construcțiile industriale sau cu caracter special) și încărcările efective pe fundații (din greutate proprie și sarcina utilă, dacă transmit vibrații, etc.).

b/ Descrierea stratificației terenului și precizarea nivelului apelor subterane, cu o succintă caracterizare a diverselor straturi de pământ, pe baza încercărilor de laborator geotehnic și a încercărilor pe teren, inclusiv recomandările studiului geotehnic cu privire la presiunile admisibile pe teren și măsurile constructive necesare.

c/ Rezultatele obținute din calculul tasărilor efectuate la proiectare, în diverse ipoteze de încărcare și cu diverse formule de calcul și compararea acestor valori, cu valorile tasărilor măsurate.

d/ Observații făcute pe parcursul execuției și exploatării construcției, semnalându-se eventualele degradări observate, cauzele lor și măsurile de remediere luate și eficiența lor.

INSTRUCȚIUNI
PRIVIND COMPLETAREA FIȘEI SINTETICE

Exemplu de completare a fișei sintetice care cuprinde:

A/ Caracteristicile principale ale construcției

Silozul este alcătuit din 6 celule cilindrice circulare de beton armat, executate cu cofraje de inventar, având diametrul interior de 10,00 m, înălțimea totală de 40 m și grosimea pereților de 20 cm. Fundarea s-a efectuat pe inele joantive de beton armat, la adâncimea de -7,55 m și cu lățimea de 2,00 m.

Presiunea efectivă totală pe teren este de 270 kPa.

B/ Descrierea stratificației terenului și apelor subterane

0,00 - 1,10 m = Pământ vegetal negru și de umplutură

1,10 - 7,50 m = Lut argilos cafeniu, plastic vârtos, cu compresibilitate mijlocie (E_{1-2} = 5000-7000 kPa spre bază, sensibil la înmuiere (i_s = 3 cm/m).

7,50 - 18,60 m = Argilă cafenie, cu zone și pungi nisipoase cenușii, plastic - vârtoasă, cu compresibilitate mică sau mijlocie (E 1-2 = 8000-10000 kPa); stratul continuă.

Determinarea valorilor caracteristicilor fizice se obține, pe lângă determinările de laborator și cu ajutorul reprezentării grafice a amprentei (Fig. VII.1.a și b) și a diagramei de stare, pentru pământul interceptat pe amplasamentul construcției (Fig.VII.2.a. si b.).

Apa subterană a fost întâlnită în foraje la adâncimea de 15,50 m, sub formă de infiltrație.

Presiune convențională la 7,50 m adâncime este 300 kPa.

C/ Rezultatele calculelor de tasare

Prin metoda STAS 3300/1-85 s-a calculat o trasare totală de 8 cm (pentru fundarea la 7,55 m adâncime), față de tasările reale măsurate de 4,0-4,5 cm. O explicație a acestei necorespondente este faptul că, urmărirea tasărilor a început atunci, când celulele erau executate până la cota +33,45 m, astfel încât nu s-a înregistrat cea mai mare parte a tasării din greutatea proprie a silozului.

D/ Observații făcute în timpul execuției și exploatării construcției

În timpul execuției și în primul an de exploatare al silozului nu s-au semnalat nici un fel de deficiențe datorate tasării construcției.

NOTA:

Deoarece comportarea pământurilor ce alcătuiesc terenul de fundare sub acțiunea solicitărilor mecanice și hidraulice depinde de natura lor și starea de umiditate și îndesare este necesar ca să fie stabilite aceste elemente.

Astfel, pentru caracterizarea naturii se folosește amprenta A construită pe baza compoziției granulometrice și a plasticității (W_L, I_p - fig.1.). Pentru urmărirea stării pământului și a eventualelor sale modificări (tasări-umflări, umeziri-uscări) se folosește diagrama de stare, ce are umiditatea w (%) în abscisă și volumul specific corespunzător la 100,0 de fază solidă, V (cm^3/100) = 100/ρd (ρd-densitatea uscată), în ordonată. Modul de construire a amprentei A și a reprezentării în diagrama de stare este prezentat în detaliu, în „Codul de proiectare și execuție pentru construcțiile fundate pe pământuri cu umflări și contracții mari" P 70-79 anexele III și IV. În anexa V a aceluiași cod se indică un criteriu pentru similitudinea dintre pământuri, bazat pe compararea ariilor relative a amprentelor.

Aplicarea acestui criteriu este utilă atunci, când se face interpretarea rezultatelor măsurătorilor de tasare și prognozarea acestor deformații, în alte amplasamente cu pământuri similare.

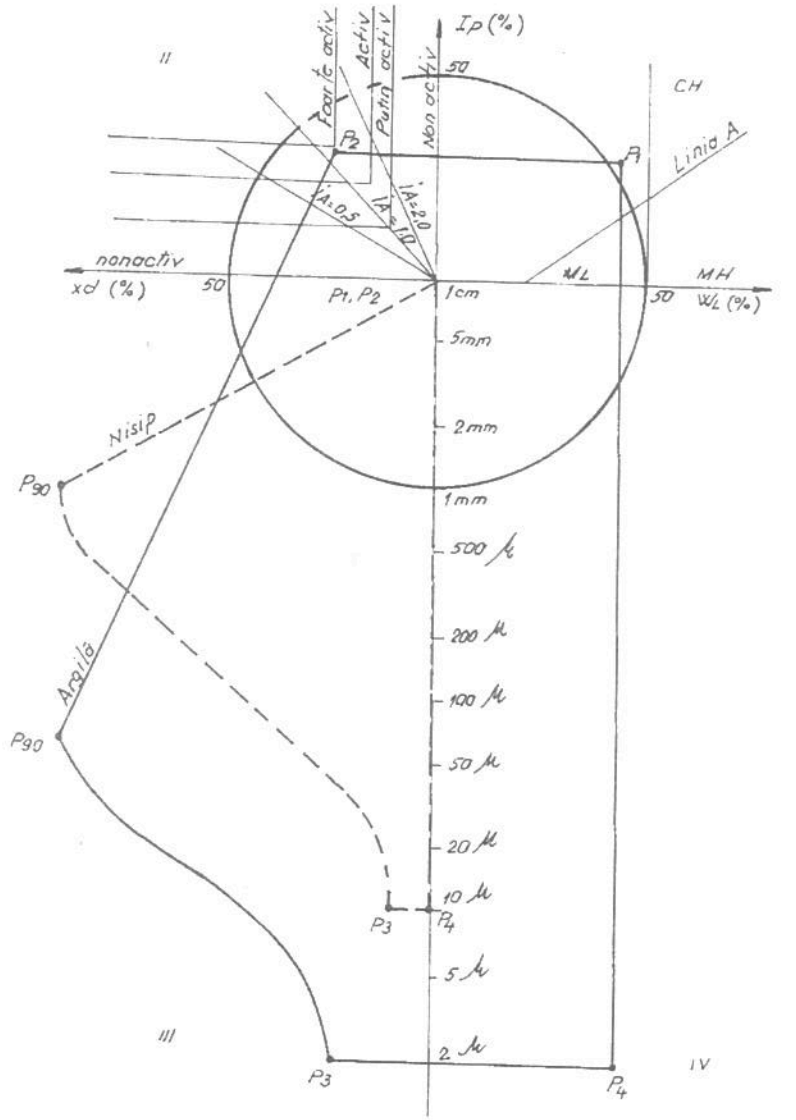


Fig. VII. 1. a

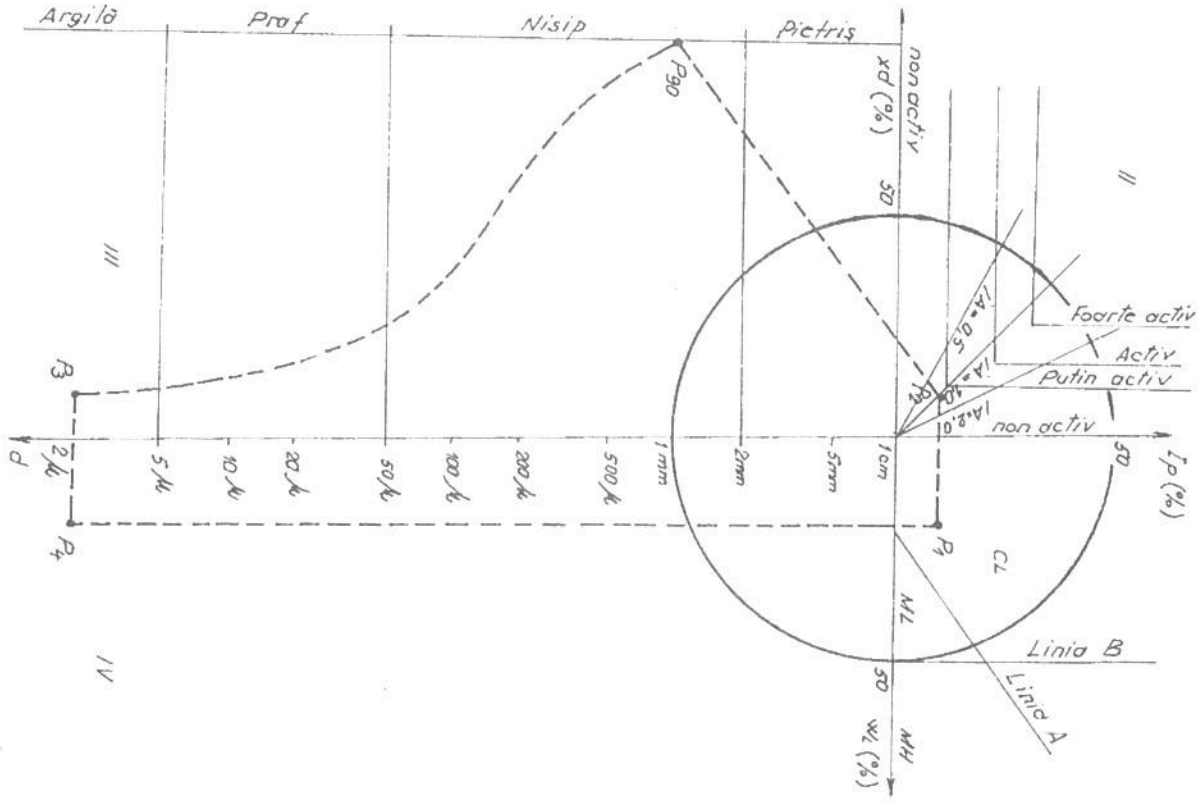


Fig. VII. 1. b.

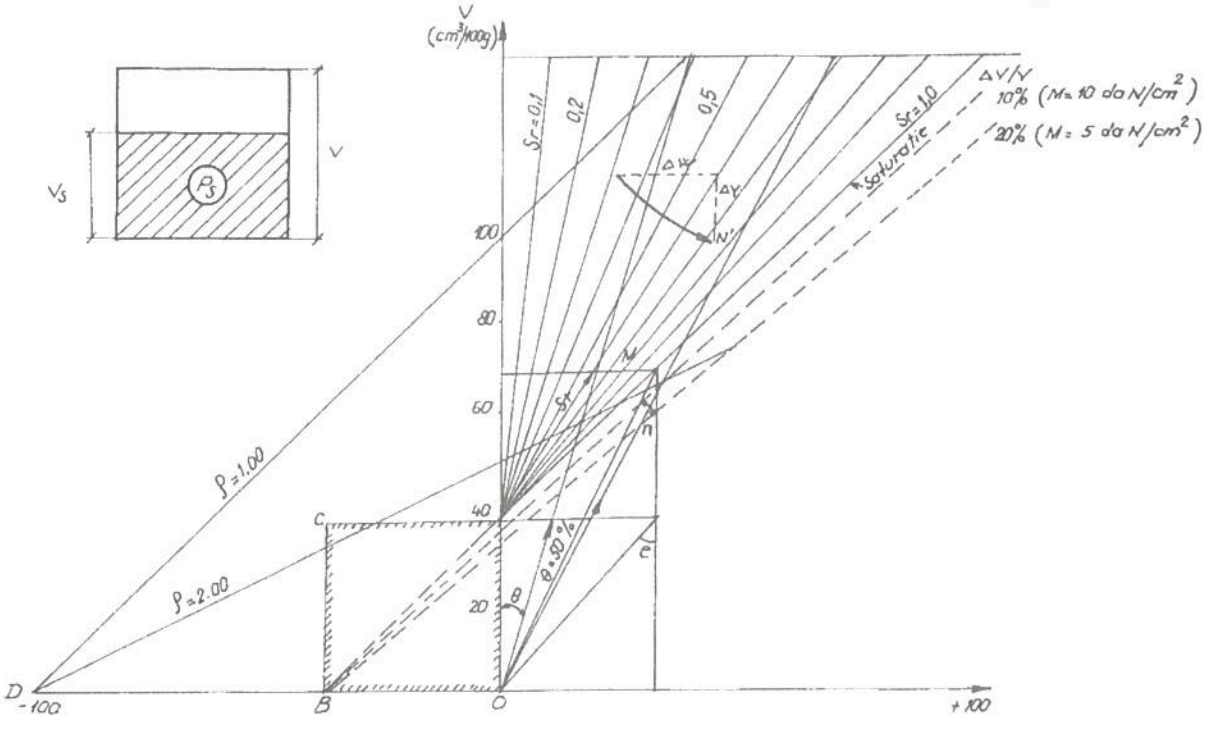


Fig. VII.2a

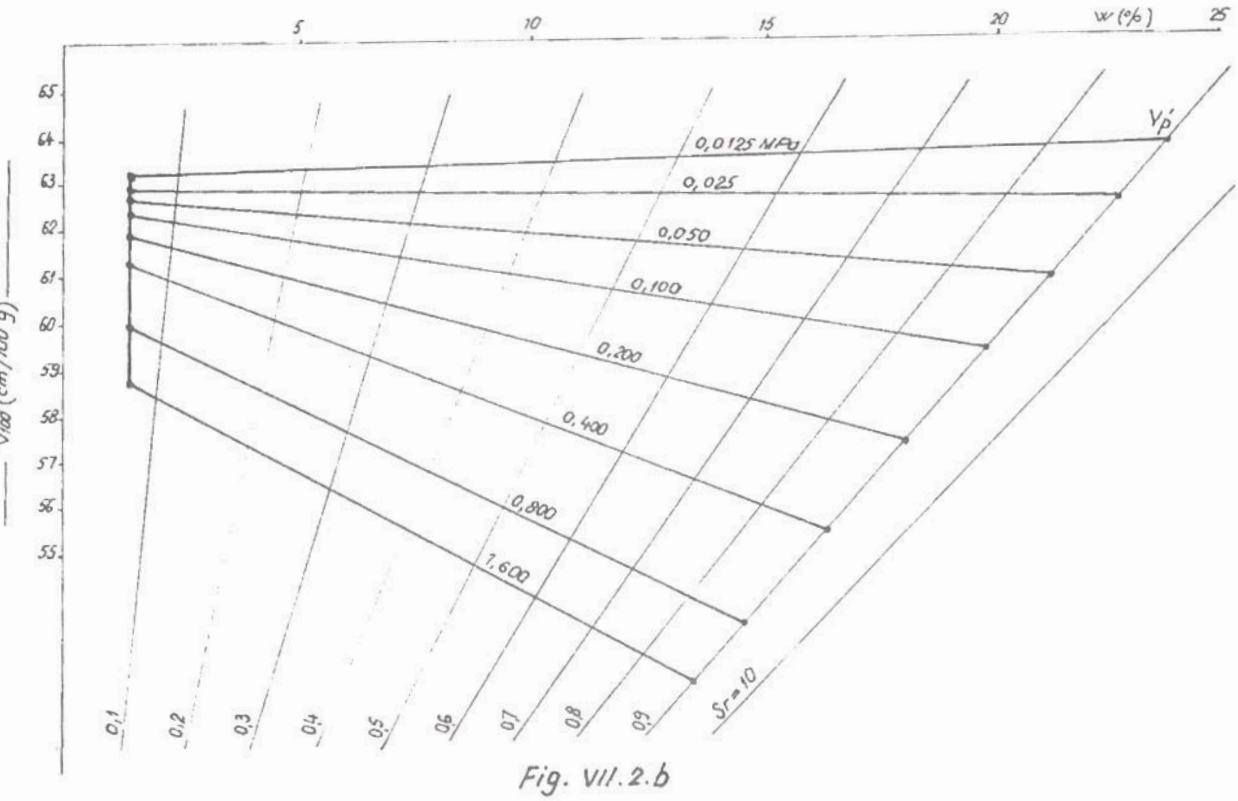
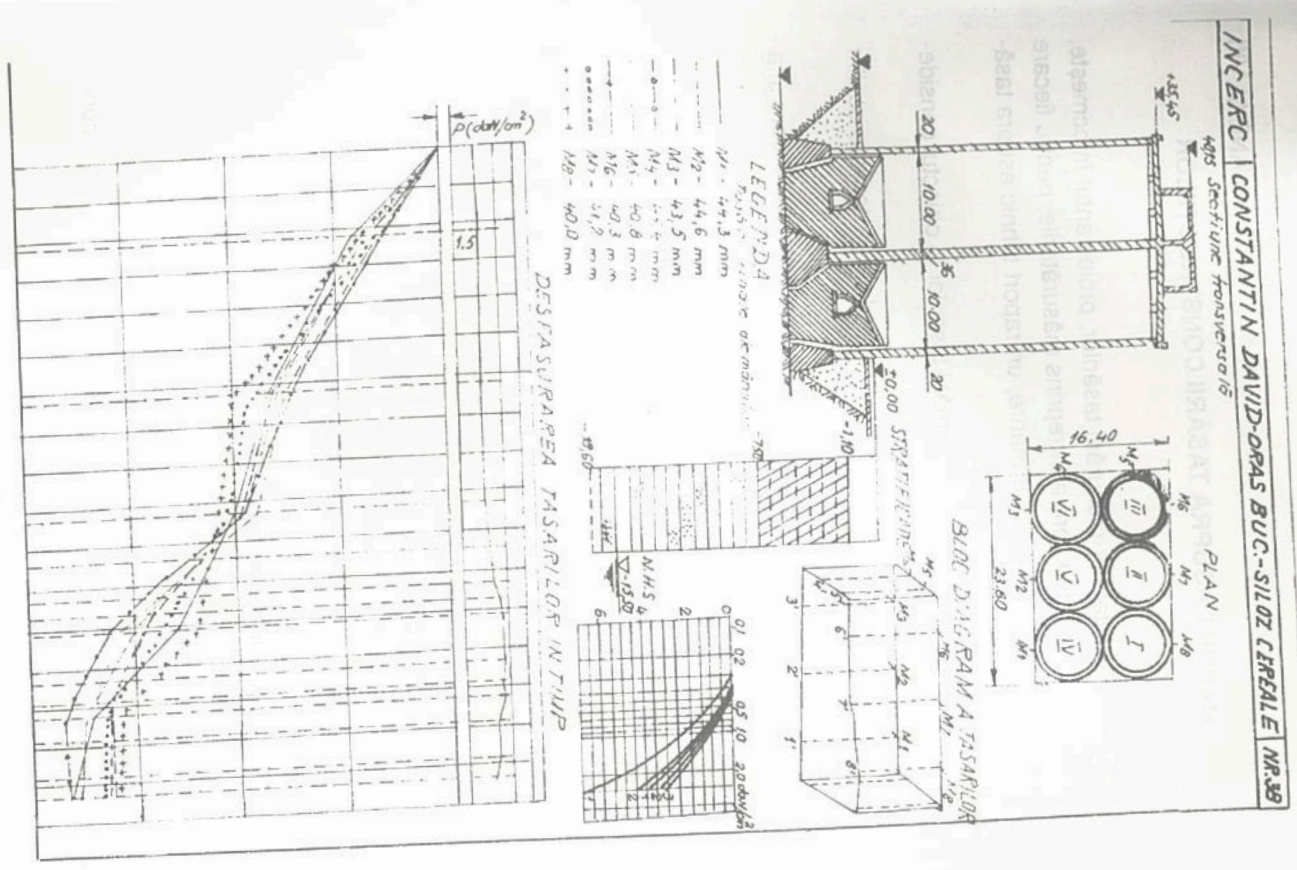

w (%)
5
10
15
20
25
V100 (cm³/100 g)
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
0,0125 MPa
0,025
0,050
0,100
0,200
0,400
0,800
1,600
Vp'
Sr=10
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9

Fig. VII.2.b


INCERC
CONSTANTIN DAVID-DRAS BUC.-SILOZ CEREALE
NR.38
Sectiune transversală
PLAN
16,40
23,60
BLOC DIAGRAMA TASARILOR
LEGENDA
M1 - 44,3 mm
M2 - 44,6 mm
M3 - 43,5 mm
M4 - 40,8 mm
M5 - 40,3 mm
M6 - 40,0 mm
STRATIFICARE
N.H.S.
DESFASURAREA TASARILOR IN TIMP
p (daN/cm²)
1,5

ANEXA VIII

RAPORT ASUPRA TASĂRII CONSTRUCȚIILOR

Pe baza rezultatelor măsurării tasărilor, proiectantul întocmeşte, în colaborare cu unitatea care a întreprins măsurătorile, pentru fiecare obiect de construcție aflat sub urmărire, un raport tehnic asupra tasărilor construcției, care va cuprinde:

- descrierea sumară a scopurilor urmării tasărilor la obiectul considerat;
- coloane stratigrafice pe amplasament, cu indicarea caracteristicilor fizice şi mecanice ale pământurilor;
- schița în plan a construcției cu dispunerea mărcilor de tasare şi a reperelor de referință;
- secțiuni verticale prin fundații;
- alcătuirea şi dimensiunile caracteristicile ale mărcilor de tasare şi reperelor de referință;
- dispunerea şi descrierea dispozitivelor pentru măsurarea deschiderii fisurilor;
- metoda de nivelment folosită cu indicarea aparatelor şi instrumentelor;
- enumerarea factorilor care au contribuit la producerea deformațiilor;
- descrierea, fotografierea sau reprezentarea grafică a unor eventuale deteriorări, produse de tasări;
- fişa de urmărire a tasărilor, cu consemnarea deplasărilor înregistrate la fiecare ciclu de observații;
- diagramele de variație în timp a tasărilor şi a încărcării;
- fişa sintetică;
- concluzii asupra rezultatelor măsurătorilor.

Raportul tehnic asupra tasărilor se include în cartea tehnică a construcției.