

NORMATIV PRIVIND ÎMBUNĂȚĂȚIREA TERENURILOR DE FUNDARE SLABE PRIN PROCEDEE MECANICE

Indicativ C 29-85

Înlocuiește C 29-77

CAIET I: Prevederi generale privind îmbunătățirea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice

1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Prezentul normativ cuprinde principiile de bază și reguli practice pentru proiectarea, execuția și verificarea îmbunătățirii terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice, în vederea fundării directe a construcțiilor civile, industriale, hidrotehnice, drumuri și poduri etc.

În sensul prezentului normativ se încadrează în categoria terenurilor slabe de fundare cele pentru care fundarea directă a construcțiilor implică lucrări de îmbunătățiri a terenului.

1.2. Normativul cuprinde un caiet de prevederi generale și mai multe caiete dedicate fiecare câte unui procedeu mecanic de îmbunătățire a terenurilor slabe de fundare.

Lista acestor caiete este dată în anexa 1 a prezentului caiet și poate să schimbe (prin eliminare, adăugare sau revizuire a procedeelelor din fiecare caiet), fără ca normativul în ansamblul lui să fie revizuit.

În anexa 2 se dă lista orientativă a metodelor mecanice de îmbunătățire a terenurilor slabe de fundare aplicate sau în curs de experimentare în România.

Pe teritoriul României, tipurile de terenuri slabe de fundare întâlnite până în prezent frecvent în lucrările de construcții sunt:

- loessurile sensibile la umezire, cu posibilități de umezire;
- loessurile cu umiditate mare sau sub nivelul apei;
- nisipurile afânate;
- mărurile și argilele moi;
- umpluturile neorganizate.

În anexele 3 și 4 se dau listele orientative ale metodelor de îmbunătățire în funcție de natura construcției.

Adoptarea soluției de îmbunătățire se va face de către proiectant pe bază de studii comparative privind consumul de materiale și energie înglobată, folosirea de cariere locale și distanțe de transport minime etc.

1.3. Pentru proiectarea fundațiilor pe terenuri slabe îmbunătățite, vor fi efectuate în prealabil studii geotehnice mai amănunțite decât la proiectarea pe terenuri obișnuite, care să pună în evidență stratificația detaliată și caracteristicile fizico-mecanice ale fiecărui strat de pământ, situația hidrogeologică pe amplasament (nivelul apelor subterane și limitele de variație a acestuia) și posibilitățile de umezire a terenului de fundare.

Studiile geotehnice trebuie să identifice cauzele care determină caracterul slab al terenului de fundare și să determine parametrii geotehnici aferenți, necesari proiectării îmbunătățirii acestuia.

Studiile trebuie să aibă în vedere că terenul poate să prezinte caracteristici slabe încă înainte de executarea construcției (de ex. umidități și porozități mari ale unor terenuri argiloase sau prăfoase) sau aceste caracteristici să se manifeste numai ulterior realizării construcției, datorită ei sau unor cauze independente (de ex. umezirea unor terenuri leosoide și tasarea lor în zona activă a construcției, sau sub efectul sarcinii geologice, independent de construcție; tasarea terenului și construcției sub efectul depresionării apei subterane, necesară unor lucrări independente de construcția respectivă etc.).

Studiile geotehnice trebuie să indice care sunt parametrii geotehnici pe baza cărora proiectul lucrărilor de îmbunătățire și executantul lor să verifice obținerea efectului urmărit.

Studiul va prezenta date asupra materialelor locale și deșeurilor industriale posibile de utilizat pentru îmbunătățirea terenului de fundare din amplasamentul respectiv.

1.4. Procedul și intensitatea îmbunătățirii terenului slab de fundare depinde de destinația și soluția constructivă adoptată pentru construcția amplasată pe terenul respectiv. Efectul tehnico-economic optim poate fi obținut de la caz la caz, fie acționând numai prin îmbunătățirea terenului slab, fie numai prin măsuri de adaptare a construcției la comportarea terenului slab neîmbunătățit sau acționând asupra amândouă astfel încât să rezulte o conlucrare satisfăcătoare între ele pentru comportarea construcției în exploatare.

De aceea este necesar ca proiectul de îmbunătățire a terenului slab de fundare să fie în concordanță cu cel al construcției amplasate pe el.

1.5. Proiectul de execuție al construcțiilor fundate pe terenuri slabe îmbunătățite prin procedee mecanice va cuprinde:

- a. indicarea parametrilor geotehnici ai terenului îmbunătățit și justificarea valorilor limită ale acestora;
- b. caiet de sarcini.
- c. instrucțiuni de exploatare.

Caietul de sarcini conține fișa tehnologică de execuție a îmbunătățirii terenului, întocmită pe baza prevederilor din prezentul normativ, inclusiv încercările de verificare a calității lucrărilor de îmbunătățire pe care trebuie să le efectueze executantul pe parcursul execuției lucrărilor și cele necesare la recepția lor.

Instrucțiunile de exploatare vor conține:

- modul de urmărire a comportării în timp a tuturor construcțiilor fundate pe terenuri slabe îmbunătățite, conform "Instrucțiunilor tehnice pentru determinarea tasării construcțiilor de locuințe, social culturale și industriale prin metode topografice", indicativ C 61-74;

- acțiunile pe care trebuie să le întreprindă beneficiarul în cazul depășirii valorilor tasărilor calculate sau apariția unor semne de degradări ale construcțiilor, pentru asigurarea exploatării în bune condițiuni.

1.6. Îmbunătățirea terenurilor slabe în vederea fundării directe fiind o operație preliminară atacării lucrărilor de fundații, ea trebuie realizată, verificată și recepționată înaintea începerii lucrărilor de construcții montaj propriu-zise, potrivit fiecărui procedeu adoptat.

1.7. Organizațiile de construcții vor respecta cu strictețe toate condițiile tehnice de execuție stabilite prin proiectul de execuție în caietul de sarcini menționat la pct. 1.5. În acest scop, la întocmirea proiectului coordonator de organizare, executantul va menționa explicit toate lucrările de îmbunătățire prevăzute în proiectul de execuție, precum și necesarul de utilaje și mijloace de transport pentru realizarea acestor lucrări.

Fiecare șantier, va organiza, în cadrul CTC, efectuarea încercărilor de verificare prevăzute în caietul de sarcini.

În cazul când condițiile concrete de pe șantier nu corespund cu prevederile proiectului de execuție (referitor la stratificația terenului, apele subterane, accidente subterane etc.), eventualele modificări ale prevederilor caietului de sarcini se pot face de către executant, cu acordul proiectantului și beneficiarului.

[\[top\]](#)

ANEXA 1

LISTA CAIETELOR ÎN VIGOARE LA DATA APROBĂRII NORMATIVULUI C 29-85

1. Caietul I - Prevederi generale privind îmbunătățirea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice
2. Caietul II - Compactarea terenurilor cu maiul greu.
3. Caietul III - Compactarea de adâncime cu coloane de pământ.
4. Caietul IV - Compactarea de adâncime cu coloane de balast, nisip, piatră spartă și alte materiale locale.
5. Caietul V - Compactarea terenurilor cu vibromaiul.
6. Caietul VI - Compactarea terenurilor prin vibroînțepare.

[\[top\]](#)

ANEXA 2

FISA DE EVIDENTA PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA CU COLOANE DIN BALAST

- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| 1. Santierul | 6. Tehnician (maistru) |
| | |
| 2. Obiectul | 7. Adâncimea de compactare (m) |
| | |

3. Data

8. Coloanele executate*

4. Schimbul

9. Diametrul tubului de inventare (m)

5. Starea timpului

Nr. crt.	Indicativul coloanei	Durata de efectuare a coloanei (min)	Lungimea coloanei (m)	Diametrul coloanei (m)	Volumul de balast introdus în coloana (m ³)	Observatii
0	1	2	3	4	5	6

Sef lot
beneficiarului sau org. CTC

Maistru schimb

Delegatul

* se specifica daca coloanele se executa simplu, dublu sau multivibro presate.

[top]

ANEXA 3

DOMENII DE APLICARE ORIENTATIVE PENTRU SOLUȚIILE DE ÎMBUNĂȚIRE A TERENURILOR SLABE DE FUNDARE CONSTITUITE DIN PĂMÂNTURI SENSIBILE LA UMEZIRE (LOESSURI)

a) METODE DE COMPACTARE DE SUPRAFAȚĂ (pentru loessuri de categ. A, cu grosimi H = 3...8 m)

Tipuri de construcții	Metodele de compactare de suprafață recomandate					
	Compactare cu maiuri sau plăci grele	Perne de loess	Compactare cu mai greu și perna de loess	Compactare cu maiul greu de formă specială	Umezire dirijată simultan cu executarea construcției	Compactare maiul supergreu
0	1	2	3	4	5	6

1. Construcții industriale fără sarcini dinamice importante - Sarcini pe stâlp: $p \leq 1000$ kN - Sarcini pe stâlp: $P=1000...2000$ kN - Sarcini pe stâlp: $P=2000...3000$ kN	$h = 3...5$ m	$h = 5...6$ m	$h = 6...8$ m	$h = 3...5$ m	-	$h = 6...8$ m
	-	$h = 3...6$ m	$h = 5...6$ m	-	-	$h = 5...6$ m
	-	-	$h = 3...5$ m	-	-	$h = 3...5$ m
2. Construcții civile $P...P+2E$ $P+4E$ $P+10E$	$h = 5...7$ m	$h = 7...8$ m	-	$h = 5...7$ m	-	-
	$h = 3...5$ m	$h = 5...6$ m	$h = 6...8$ m	$h = 3...5$ m	$h \leq 8$ m	$h = 6...8$ m
	-	$h = 4...5$ m	$h = 5...6$ m	-	$h \leq 8$ m	$h = 5...6$ m
3. Construcții agrozootehnice - Fără procese tehnologice umede sau cu posibilități de umezire slabă a terenului de fundare - Cu proces tehnologic umed, uscare, sarcini pe stâlp: $p \leq 500$ kN - idem-mijlocii sarcini pe stâlp: $P = 500...1000$ kN	$h = 3...8$ m cu mai mecanic numai fundul săpăturii	-	-	-	-	-
	$h \leq 8$ m	$h \leq 8$ m	-	$h \leq 8$ m	-	-
	-	$h=4...6$ m	$h=6...8$ m	$h=4...6$ m	-	$h=4...6$ m
4. Construcții hidroedilitare ușoare (alimentări cu apă și canalizări) și construcții ușoare aferente sistemelor de irigații	$h=4...6$ m	$h=6...8$ m	-	-	-	-
5. Rezervoare și castele de apă	$h=4...5$ m	$h=5...6$ m	$h=6...8$ m	-	$h \leq 8$	$h=5...6$ m
6. Silozuri de cereale	-	$h=4...5$ m	$h=5...6$ m	-	$h \leq 8$ m	$h=5...6$ m

b) METODE DE COMPACTARE DE ADÂNCIME (pentru loessuri de categ. B, cu grosimi $H > 8$ m)

Tipuri de construcții	Metodele de compactare de adâncime recomandate		
	Coloane de pământ (loess)	Preumezire cu explozie și pernă de loess	Preumezire simplă și pernă de loess

0	1	2	3	4
<p>1. Construcții industriale fără sarcini dinamice importante-</p> <p>-Sarcini pe stâlp: $p \leq 1000$ kN</p> <p>- Sarcini pe stâlp: $P = 1000...2000$ kN</p> <p>- Sarcini pe stâlp: $P = 2000 ... 3000$ kN</p>	<p>$h = 8...12$ m</p> <p>$h = 6...12$ m</p> <p>$h = 5...12$ m</p>	<p>$h > 10...12$ m</p> <p>$h > 10...12$ m</p> <p>-</p>	<p>$h > 10...12$ m</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>
<p>2. Construcții civile</p> <p>- P...P+2 E</p> <p>- P+4 E</p> <p>- P+ 10 E</p>	<p>-</p> <p>$h=8...12$ m</p> <p>$h=6...20$ m</p> <p>lângă construcții existente</p>	<p>-</p> <p>$h > 10...12$ m</p> <p>$h > 10...12$ m</p>	<p>$h > 10...12$ m</p> <p>$h > 10...12$ m</p> <p>-</p>	<p>$h > 10...12$ m</p> <p>$h > 10...12$ m</p> <p>-</p>
<p>3. Construcții agrozootehnice</p> <p>- Fără proces tehnologic umed sau cu posibilități de umezire slabă a terenului.</p> <p>- Cu proces tehnologic umed; ușoare; sarcini pe stâlp: $P \leq 500$ kN</p> <p>- Idem ;mijlocii; sarcina pe stâlp: $P = 500...1000$ kN</p>	<p>Aceleași metode de compactare de suprafață ca la pct. a</p> <p>Aceleași metode de compactare de suprafață ca la pct. a</p> <p>$h > 10$ m $h > 10...12$ m (construcții la care nu se admit degradări)</p> <p>$h=8...12$ m $h > 10...12$ m $h > 10...12$ m -</p>			
<p>4. Construcții hidroedili-tare ușoare (alimentări cu apă și apă canalizări) și construcții ușoare aferente sistemelor de irigații</p>	<p>Aceleași metode de compactare de suprafață ca la pct. a</p> <p>$h > 10...12$ m</p> <p>(platforme sau cartiere noi)</p>			
<p>5. Rezervoare și castele de apă</p>	<p>$h > 8... 12$ m</p>	<p>$h > 10...12$ m</p>	<p>-</p>	<p>$h > 10...12$ m</p>
<p>6. Silozuri de cereale</p>	<p>$h > 6...12$ m</p>	<p>$h > 10...12$ m</p>	<p>$h > 10...12$ m</p>	<p>$h > 10...12$ m</p>

Notă explicativă:

1. h - reprezintă grosimea totală a pachetului de loess sensibil la umezire măsurată de la suprafața terenului.

2. În cazurile în care domeniile de aplicare ale metodelor de îmbunătățire se suprapun, alegerea soluției de îmbunătățire se va face pe baza analizei tehnico-economice comparative, ținând seama de natura construcției, mijloacele de care se dispune pentru execuția lucrărilor etc.
3. În anexa 3.b. pentru unele tipuri de construcții ușoare, se recomandă alegerea numai a metodelor de compactare de suprafață, ca în anexa 3.a., întrucât cele de adâncime sunt neeconomice, în raport cu tipul de construcție.
4. Coloanele de pământ din anexa 2.b. se pot aplica și pentru loessurile de categ. A., în cazul anumitor tipuri de construcții grele, la care metodele de compactare de suprafață nu pot asigura consolidarea loessului pe toată grosimea necesară.

[[top](#)]

ANEXA 4

DOMENII DE APLICARE ORIENTATIVE PENTRU PROCEDEELE DE ÎMBUNĂȚIRE A TERENURILOR SLABE DE FUNDARE (cu excepția celor constituite din pământurile sensibile la umezire)

a) METODE DE ÎMBUNĂȚIRE DE SUPRAFAȚĂ (pentru terenuri cu grosimi h=3...8 m)

Tipuri de construcții	Metodele de îmbunătățire recomandate				
	Compactarea cu plăci sau maiuri grele (numai la nisipuri)	Perne de balast sau piatră spartă (cu pat de nisip)	Compactarea cu maiul greu și perne de balast sau piatră spartă (cu pat de nisip)	Vibroîntețparea (numai la nisipuri afânate)	Compactarea cu vibromaiul
1	2	3	4	5	6
1. Construcții industriale fără sarcini dinamice importante- -Sarcini pe stâlp: $p \leq 1000$ kN - Sarcini pe stâlp: P = 1000...2000 kN - Sarcini pe stâlp: P = 2000 ... 3000 kN	h=3...4m	h=4...5 m	h=5...6 m	h=4...6 m	-
	-	h=3...4 m	h=4...5 m	-	-
	-	-	h=3...4 m	-	h<8 m

2. Construcții civile - P...P+2 E - P+4 E - P+10 E	$h \leq 8$ m - -	- $h \leq 8$ m h=3...5 m	- - h=5...8 m	- - h=4...6 m -	- $h \leq 8$ m $h \leq 8$ m
3. Construcții agrozootehnice - Sarcini pe stâlpi: $p \leq 500$ kN - Sarcini pe stâlpi: P=500...1000 kN	$h \leq 8$ m -	$h \leq 8$ m h=5...6 m	- h=6...8 m	- h=4...6 m	- -
4. Construcții hidroedili-tare ușoare (alimentări cu apă și canalizări) și construcții ușoare aferente sistemelor de irigații	$h \leq 5$ m	$h \leq 8$ m	-	-	-
5. Rezervoare și castele de apă	h=3...4 m	h=4...5 m	h=5...6 m	-	$h \leq 8$ m
6. Silozuri de cereale	$h \leq 3$ m	h=3...4 m	h=4...5 m	-	$h \leq 8$ m

b) METODE DE ÎMBUNĂTĂȚIRE DE ADÂNCIME (pentru terenuri cu grosimi $h > 8$ m)

Tipuri de construcții	Metode de îmbunătățiri recomandate			
	Coloane de balast nisip sau piatră spartă	Vibroflotația	Consolidarea cu maiuri supergrele	Compactarea nisipurilor afânate prin explozii de adâncime
1	2	3	4	5
1. Construcții industriale fără sarcini dinamice importante - Sarcini pe stâlp: $p \leq 1000$ kN - Sarcini pe stâlp: P = 1000... 2000 kN - Sarcini pe stâlp: P=2000...3000 kN	h=6...12 m h=5...12 m h=4...12 m	- h>10 m h>10 m	- h>10 m h>10 + m	- h=8...12 m h=8...12 m
2. Construcții civile - P...P+2 E - P+4 E	Aceleași metode de compactare de suprafață ca în anexa 4 pct. a Aceleași metode de compactare de suprafață ca în anexa 4 pct. a h=8...12 m h>10 m h>10 m h=8...12 m			

- P+10 E				
3. Construcții agrozootehnice - Sarcini pe stâlpi: $p \leq 500$ kN - Sarcini pe stâlpi: P=500...1000 kN	Aceleași metode de compactare de suprafață ca în anexa 4 h=6...12 m - - -			
4. Construcții hidroedilitare ușoare (alimentări cu apă și canalizari) și construcții ușoare aferente sistemelor de irigații	Aceleași metode de compactare de suprafață ca în anexa 4			
5. Rezervoare și castele de apă	h = 6...12 m	-	-	h = 8...12 m
6. Silozuri de cereale	h = 5...12 m	h>10 m	h>10 m	h = 8...12 m

Notă explicativă:

1. Coloanele de balast sau nisip din anexa 4b, se pot aplica și pentru terenuri slabe cu grosimi $h < 8$ m, în cazul anumitor tipuri de construcții grele, la care metodele de compactare de suprafață nu pot asigura îmbunătățirea terenului slab pe toată grosimea necesara.

[\[top\]](#)

CAIET II: Compactarea terenurilor cu maiul greu

Indicativ C 29/II-85

1. PREVEDERI GENERALE ȘI CONDIȚII TEHNICE DE BAZĂ

1.1. Compactarea cu maiul greu se aplică în scopul sporirii capacității portante a terenurilor slabe de fundare alcătuite din nisipuri afânate, argile nisipoase sau pământuri sensibile la umezire.

La compactarea terenurilor slabe de fundare cu maiul greu se vor respecta toate prevederile din caietul 1 "Prevederi generale privind îmbunătățirea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice" indicativ C. 29.1-84.

1.2. Umiditatea pământului ce se compactează trebuie să fie cât mai apropiată de umiditatea de compactare. Abaterea maximă ce se admite, față de umiditatea optimă de compactare, este de $\pm 3\%$ (ca valoare absolută).

Umiditatea optimă de compactare (w_{opt}) se determină conform STAS 1913/13-63 "Determinarea caracteristicilor de compactare. Încercarea Proctor" și poate fi aproximată cu formula:

$$w_{opt} = w_p + (1...3)\% \quad (1.1)$$

în care:

w_p - limita inferioară de plasticitate a pământului, determinată conform STAS 1913/4-76 "Determinarea limitelor de plasticitate".

Dacă $w < w_{opt}$, compactarea devine cu atât mai dificilă cu cât pământul este mai argilos și mai uscat.

Dacă $w > w_{opt}$, compactarea rămâne insuficientă.

Dacă $(w_{opt} - w) > 3\%$, aducerea masei de pământ la umiditatea optimă se poate face adăugându-i o cantitate de apă $r_w(m^3)$ calculată cu formula:

$$\Delta W = \eta \frac{\rho_d (w_{opt} - w)}{100 \cdot \rho_w} \cdot V \quad (m^3) \quad (3.2)$$

în care:

η = coeficient pentru compensarea pierderilor de apă (prin evaporare etc.) a cărui valoare se ia de 1.1...1.25, în funcție de anotimp.

ρ_d = densitatea pământului în stare uscată (g/cm^3)

ρ_w = densitatea apei ($r_w = 1$)

w_{opt} = umiditatea optimă de compactare

w = umiditatea pământului ce trebuie compactat

V = volumul de pământ ce intervine în compactare (m^3)

1.3. Umezirea terenului de compactat cu cantitatea suplimentară de apă r_w se va face numai prin stropire, în reprize succesive, pe măsură ce apa se infiltrează în teren, pe toată grosimea stratului de pământ ce trebuie compactat. Compactarea va putea fi executată, de regulă, după trecerea a câteva ore de la infiltrarea apei în pământ, în funcție de natura pământului și de starea atmosferică existentă.

1.4. Dacă, din cauza precipitațiilor atmosferice, umiditatea pământului ce trebuie compactat este mai mare decât cea optimă, se amână compactarea până ce umiditatea scade la valoarea cerută, luându-se totodată măsuri de evacuarea apelor de precipitații din groapa de fundație și de împiedicarea unui nou aport de apă.

1.5. Nu se execută compactări prin batere pe timp friguros, când există pericolul scăderii temperaturii sub $0^\circ C$, sau când pământul este înghețat.

1.6. Utilajele folosite la compactarea cu maiul greu lucrează prin impact.

Prin sporirea treptată a înălțimii de cădere a maiului greu se realizează o îndesare preliminară, mărindu-se astfel efectul de compactare în adâncime.

[\[top\]](#)

2. DOMENII DE APLICARE

2.1. Compactarea cu maiul greu se utilizează în următoarele cazuri:

- când este necesară îmbunătățirea terenului de la suprafață pe o adâncime de 2...3 m;
- suprafețele de compactat au dimensiunea minimă de cel puțin 3,0 m;
- la pământurile sensibile la umezire:

când adâncimea relativ redusă de compactare (0,7...1,5 m) ce se poate realiza cu maiul greu, este totuși suficientă pentru a elimina tasarea suplimentară prin umezire, în limitele întregii zone de deformație a fundațiilor

când este necesară realizarea prin compactare a unei cruste superficiale greu permeabile, de protecție împotriva infiltrațiilor și înnozirii terenului de fundație (ex. fundul săpăturilor).

[\[top\]](#)

3. PROIECTAREA COMPACTĂRII CU MAIUL GREU

3.1. Proiectarea compactării se va face pe baza următoarelor date:

- studiul geotehnic;
- datele privind construcția (structura, sistem de fundare, încărcări etc.),
- condițiile de exploatare a construcției (existența proceselor umede, a elementelor purtătoare de lichide etc.).

3.2. Proiectul compactării trebuie să cuprindă următoarele piese:

- memoriul justificativ,
- calculul tehnico-economic, în variante,
- planul general de amenajare,
- planul compactării,
- secțiuni prin terenul compactat,

- încercările necesare, de teren și laborator.

3.3. Când compactarea cu maiul greu se face în imediata apropiere de construcții, căi de comunicație subterane etc. existente, distanța de securitate pentru executarea lucrărilor se ia în funcție de condițiile și experiența locală și de utilajul folosit. În zonele unde nu există această experiență se vor face determinări adecvate, cu concursul unui institut de specialitate.

3.4. Capacitatea portantă a terenului de fundare compactat cu maiul greu se va calcula conform STAS 3300-85; în cazul PSU se vor respecta și prevederile speciale din Normativul P 7-85 (cap. 1).

3.5. Compactarea cu maiul greu se realizează în două cicluri.

Într-un ciclu de bătătorire, urmele maiului vor fi tangente. Urmele celui de al doilea ciclu vor fi decalate cu o jumătate de diametru față de ale ciclului precedent (fig. II.1).

3.6. Proiectul compactării cu maiul greu va cuprinde următoarele date:

- masa (M) maiului;
- înălțimea de cădere (H) a maiului,
- umiditatea optimă de compactare (w_{opt}),
- numerele de lovituri, N1 și N2 ale maiului stabilite experimental, pentru o urmă din primul ciclu, respectiv din al doilea ciclu,
- coborârea (D_h) a suprafeței terenului după terminarea celor două cicluri de batere,
- adâncimea de compactare (h_c), măsurată de la nivelul 1 final al platformei de batere,
- cota de batere, în raport cu adâncimea de compactare și cota de fundare.

Aceste date, care se specifică sub formă de NOTĂ pe "Planul de execuție a compactării, se stabilesc pe baza lucrărilor preliminare de experimentare executate conform Anexei 2, pe șantier în amplasamentul viitoarei construcții.

3.7. Pentru determinarea datelor de proiectare, se va utiliza un mai metalic sau din beton armat care va respecta următoarele condiții:

- suprafața de batere a maiului să fie circulară,
- diametrul suprafeței de batere să fie între 1,20 și 1,60 m.

Orientativ presiunea statică pe teren a maiului va fi de 15...20 KPa; pentru aceasta, masa maiului trebuie să se înscrie în valorile din tabelul 1.

Tabelul 1

Diametrul d (m)	Aria urmei	Masa maiului: M (tone)
-----------------	------------	------------------------

	maiului (A) (m ²)	pentru presiunea statică pe teren: p (KPa).	
		15	20
1.2	1.13	1.70	2.26
1.4	1.54	2.31	3.08
1.6	2.03	3.00	4.06

În anexa 1 (fig. II.1.1) se dă un exemplu de realizare a unui mai greu de beton armat.

3.8. Elementele de proiectare trebuie să respecte următoarele condiții:

a) Înălțimea de cădere a maiului se va lua între 2,0 și 4,0 m. Pentru primul ciclu înălțimea de cădere se va lua către valoarea minimă a intervalului, iar pentru al doilea ciclu către valoarea maximă.

b) Adâncimea de compactare (h_c) se consideră aceea în limitele căreia se obține un grad mediu de compactare (D), indicat în funcție de tipul lucrării în tabelul 3 (pct. 5.3.) și stabilit pe baza încercării Proctor efectuată conform STAS 1913/13-73.

Datele de la b) și c) se stabilesc pe baza lucrărilor preliminare de experimentare executate pe șantier, conform Anexei 2 pe amplasamentul viitoarei construcții.

3.9. Suprafața compactată se va extinde lateral în jurul fiecărei fundații, pe o lățime minimă egală cu adâncimea de compactare.

[top]

4. EXECUTAREA COMPACTĂRII

4.1. Lucrările de amenajare a terenului de fundare se vor realiza înainte de începerea lucrărilor de compactare propriu-zise, conform prevederilor de la pct. 1.11. din Normativul P7-85.

4.2. Compactarea cu maiul greu, cu utilajele menționate în anexa 1, se face la parametri stabiliți prin proiect și constă în următoarele:

- aducerea terenului la umiditatea optimă de compactare,

- trasarea și marcarea axelor de lucru ale utilajului,

- executarea pe rând a celor două cicluri de compactare cu numerele de lovituri N1 și N2 stabilite experimental,

- nivelarea finală a suprafeței compactate.

Aducerea terenului la w_{opt} se face conform punctelor 1.2...1.4.

Trasarea și marcarea axelor de lucru ale utilajului se face în funcție de raza de acțiune a utilajului, astfel încât să se acopere întreaga suprafață de compactat.

Trasarea axelor de lucru se face prin raportare la axele fundațiilor.

Pe fiecare ciclu de compactare, urmele vor fi conform fig. 1.

Este foarte important să se respecte numărul de lovituri și înălțimile de cădere determinate experimental. Micșorarea lucrului mecanic stabilit conduce la o compactare insuficientă, iar prin mărirea sa se afânează terenul în special în suprafață.

Denivelările rămase după terminarea compactării se vor nivela, de preferință prin cilindrare. În lipsa utilajului pentru acest scop, se poate realiza nivelarea prin compactare suplimentară cu căderi de înălțime redusă ale maiului, sau prin răzuire.

4.3. Dacă fundul săpăturii are cote diferite, se vor excava întâi orizonturile superioare, se va executa compactarea și apoi se vor săpa și compacta orizonturile inferioare.

4.4. În cazul terenurilor nisipoase, în special cele cu granulație uniformă, după compactarea în cele două cicluri, rămâne în suprafață o zonă de 40...50 cm mai afânată. Pentru îndesarea acesteia, se va adopta fie o compactare în ciclul 3 cu lucru mecanic redus (în special înălțimea mică de cădere a maiului), fie o cilindrare. În unele cazuri, în funcție de cota de fundare, stratul slab compactat se poate înlătura.

4.5. La terenurile nisipoase, umiditatea optimă de compactare (w_{opt}) se va lua cu 3...5% mai mare, deoarece în timpul baterii cu maiul greu are loc o drenare rapidă a apei; pentru aceste terenuri umiditatea optimă se va verifica zilnic.

4.6. Umpluturile de nisip realizate prin hidromecanizare și care prezintă în suprafață o îndesare mai slabă, se vor compacta cu maiul greu.

4.7. Pentru compactarea pământurilor argiloase, se pot adopta pentru ciclul 2 înălțimi mai mari de batere decât cele indicate la pct. 3.8.

[\[top\]](#)

5. VERIFICAREA COMPACTĂRII

5.1. Verificarea lucrărilor de compactare are ca scop constatarea calității execuției și uniformității compactării.

Modul de verificare a calității lucrărilor de compactare atât pe parcursul execuției cât și în vederea recepției lor ca lucrări ascunse, se va face conform cu prevederile din Anexa 4.

5.2. Verificarea lucrărilor de compactare prin diferitele metode arătate în Anexa 4, se face în puncte situate în nodurile unei rețele cu ochiuri regulate, astfel încât să existe cel puțin o verificare la 100 m².

Numărul determinărilor efectuate pentru verificarea terenului compactat se poate spori de către proiectant în funcție de volumul lucrării și neuniformitatea terenului îmbunătățit.

Pentru definitivarea capacității portante a terenului îmbunătățit se pot efectua și încercări de probă pe placă executate conform STAS 8942/3-84 "Determinarea modului de deformare liniară prin încercări pe teren cu placa" numărul lor fiind în funcție de importanța și volumul lucrării.

5.3. În cazul PSU valorile gradului de compactare (D) ce trebuie să fie realizat sunt cele din tabelul 2.

Pentru verificările de adâncime, el reprezintă media aritmetică a tuturor valorilor măsurate pe verticala punctului.

Tabelul 2

Nr. crt.	Lucrări executate prin compactarea pământurilor sensibile la umezire	Gradul de compactare $D(\%)(\rho_d, t/m^3)$	
		Mediu	minim
1.	Lucrările de compactare pentru fundarea clădirilor de locuit și social-culturale	95 (1.65)	92 (1.60)
2.	Lucrările de compactare necesare pentru fundarea obiectivelor industriale cu procese de fabricație umede	98 (1.70)	95 (1.65)

Valorile din paranteze sunt orientative în ceea ce privește ordinul de mărime al densității și întrucât corespund loessurilor din țara noastră, pot fi folosite la lucrările de mică importanță fără a se mai efectua încercarea Proctor.

5.4. Verificarea lucrărilor, pentru fiecare din procedeele de compactare de suprafață se va face prin compararea valorilor ρ_d sau R_d obținute pe probe de pământ, din lucrare, respectiv din sondaje radiometrice sau de penetrare statică, cu valorile obținute în cadrul lucrărilor de compactare experimentală, la întocmirea diagramelor etalon.

[\[top\]](#)

ANEXA 1

UTILAJE DE COMPACTARE CU MAIUL GREU

1. Pentru ridicarea maiurilor, folosite în compactarea terenurilor, utilajele ([fig. II.1.1](#)) trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- capacitatea de ridicare să fie de 2,5...3 ori masa maiului,

- maiul să poată fi ridicat la 3,5...4 m înălțime,

- să se poată deplasa și roti

2. Pentru o compactare uniformă, unghiul de rotire a brațului trebuie să fie limitat la 40-60° în fiecare sens. În cazul unui astfel de unghi, fâșiile compactate își vor păstra paralelismul.

3. Maiurile trebuie să fie cu centrul de greutate cât mai jos, spre a asigura - o cădere verticală (se poate recurge eventual la lestarea părții inferioare a maiului).

în [figura II.1.2](#) se dă un exemplu de realizare a unui mai greu de beton armat.

4. Dacă utilajul are ambreiaj cu fricțiune, maiul se prinde direct de cablu (dacă se folosesc troliul cu șnec, prinderea maiului se face cu un cârlig special [fig. II.1.3](#)).

[\[top\]](#)

ANEXA 2

DATE PRIVIND LUCRĂRILE DE COMPACTARE EXPERIMENTALĂ CU AJUTORUL MAIULUI GREU

1. Cu maiul greu și înălțimea de cădere alese (v. condițiile punctelor 3.7. și 3.8 din normativ) se determină datele pentru proiectare.

2. Pentru determinarea numărului de lovituri N1 se execută o baterie de probă dându-se o serie de lovituri de mai, cu măsurarea de fiecare dată a adâncirii produse. Baterea se efectuează până la atingerea refuzului. Acesta se considera atins dacă la 3 lovituri succesive se obțin valori ale adâncirii care nu diferă cu mai mult de 5 mm. Numărul de lovituri N1 este cel mai mic la care s-a obținut această diferență.

3. Cu numărul de lovituri N1 astfel determinat, se efectuează primul ciclu de batere ([fig. II.1](#)) după care se trece la ciclul doi. Numărul de lovituri N2 din acest ciclu, se determină în același mod ca N1, cu respectarea condiției de la pct. 3.8.a din normativ.

4. După terminarea celui de al doilea ciclu de batere se determină prin măsurători directe coborârea (D_h) a suprafeței terenului.

5. În terenul astfel compactat, cât și în terenul natural de pe amplasament se execută câte un sondaj deschis, având dimensiunile în plan de 0,80x1,00 metri, recoltându-se la fiecare 0,25 metri adâncime, câte 3 probe la ștanță. Probele de pământ recoltate în ștanță conform STAS 1913/3-76, sunt necesare determinărilor de laborator a densității pământului în stare uscată, porozității și umidității, efectuate conform STAS 1913/3-76 și 1913/1-73.

6. Pentru fiecare nivel de recoltare a probelor se va calcula valoarea ρ_d

Adâncimea de compactare (h_c), care se măsoară de la cota finală de batere, se determină din condițiile punctelor 3.8.b și 3.8.c

7. Cota de batere se determină în funcție de mărimea valorilor h_c , D_h și de cota de fundare și se materializează topometric pe teren, prin repere.

8. Pe adâncimea ($h_c+0,5$ m) se vor executa:

- 3 penetrări statice (conform STAS 1242/2-76) sau încercări radiometrice (conform STAS 1242/9-76) în terenul natural din imediata vecinătate a pistei experimentale.
- 3 penetrări statice sau încercări radiometrice în terenul compactat.

Pe baza acestora se întocmesc diagramele - etalon (anexa 3) necesare pentru verificarea lucrărilor de pe amplasamentul construcției.

[\[top\]](#)

ANEXA 3

ÎNTOCMIREA DIAGramei-ETALON

1. Pe baza penetrărilor statice sau încercărilor radiometrice prevăzute în Anexa 2 pct. 8 se vor calcula:

- a - Valorile medii (R_p sau ρ_{dm}) pe orizonturi de 0,20 respectiv 0,25 m grosime, pentru terenul natural, precum și pentru cel compactat.
- b - Abaterile medii pătratice (s) pentru fiecare orizont.

2. Pe baza elementelor de la pct. 1 se întocmesc diagramele etalon de penetrare statică sau încercarea radiometrică, care se vor corela cu datele privind indicii de structură și umiditate determinați pe probele recoltate din sondajele deschise prevăzute în Anexa 2 pct. 5.

Prin aceasta se va stabili în ce măsură valorile diagramei-etalon pentru terenul compactat reflectă realizarea unei compactări corespunzătoare.

[\[top\]](#)

ANEXA 4

METODE DE VERIFICARE A LUCRĂRILOR DE COMPACTARE

Verificarea lucrărilor de compactare executate cu maiul greu se face prin una din metodele indicate mai jos.

a) Verificarea prin cântărire

Pentru verificarea compactării prin cântărire se execută sondaje deschise de prelevare a probelor de laborator, de dimensiuni în plan 0,80x1,00 m și de o adâncime egală cu grosimea compactată prescrisă, plus 0,5 m.

Numărul sondajelor deschise ce trebuie executate se stabilește având în vedere condițiile arătate la pct.

5.3. Probele se prelevează din 25 în 25 cm; prima probă se ia la suprafață. După prelevarea tuturor

probelor, sondajul se astupă; compactarea succesivă a straturilor de 25 cm grosime se face cu maini manual.

Cu valorile densității pământului în stare uscată, determinate pe probele prelevate, se întocmesc diagramele de variație în adâncime a acestei mărimi.

În paralel cu diagramele întocmite se trec pentru comparație și diagramele aceleiași mărimi obținute din sondajele deschise executate în terenul natural și cel compactat, cu ocazia lucrărilor de compactare experimentală (pct. 5 Anexa 2).

Pentru caracterizarea cantitativă a compactării zonei aferente unui sondaj deschis, se calculează media aritmetică (ρ_d mediu) a valorilor densității pământului în stare uscată (ρ_d) obținute pe probe, pe adâncimea de compactare prescrisă (fără sperul de adâncime de 0,50 m).

Cu această valoare medie se calculează gradul de compactare (D) conform relației:

$$D = \rho_d / \rho_d (1/4)$$

Compactarea se consideră bună când gradul de compactare realizat (D) corespunde valorilor indicate la pct. 5.3. în tabelul 2 din normativ.

Zonele în care nu s-a realizat gradul de compactare prescrise vor fi compactate suplimentar.

După recompactare zonele respective vor fi verificate din nou.

b) Verificarea prin sondaje radiometrice

În cazul verificării compactării prin metoda radiometrică de adâncime numărul de sondaje (foraje) se stabilește conform prevederilor de la pct. 5.2.

Adâncimea forajului radiometric este egală cu grosimea compactată plus 0,5 m; determinările de umiditate și densitate se fac din 25 în 25 cm

Cu datele obținute se întocmesc diagramele de variație în adâncime a densității pământului în stare uscată; în paralel se trec diagramele aceleiași mărimi, pentru terenul natural și cel compactat, obținute în cadrul lucrărilor de compactare experimentală (pct. 8. Anexa 2).

Pentru zona aferentă unui sondaj radiometric, compactarea terenului se consideră bine executată, dacă diagrama ρ_d obținută se înscrie cel puțin în intervalul de siguranță ($\rho_{dm}(-s)$), al diagramei etalon.

Caracterizarea cantitativă a compactării într-o zonă aferentă unui sondaj radiometric, pe adâncimea de compactare proiectată, se face prin gradul de compactare (D) care, în cazul unei compactări bune, corespunde valorilor indicate în tabelul 2 de la pct. 5.3 din prezentul caiet. În cazul în care gradul de compactare este necorespunzător zona respectivă se compactează suplimentar.

c) Verificarea prin sondaje de penetrare statică

Numărul sondajelor de penetrare statică se stabilește pe baza criteriilor de la punctul 5.2 din prezentul caiet.

Sondajul de penetrare statică se efectuează pe o adâncime egală cu grosimea de compactare proiectată plus 0,5 m.

Determinarea rezistenței la penetrare pe con (R_p) se face din 20 în 20 cm.

Cu datele obținute din sondaj se întocmește diagrama de penetrare statică.

Pentru zona aferentă fiecărei diagrame de penetrare statică, compactarea terenului se va considera bine executată dacă diagrama obținută se va înscrie în intervalul de siguranță (R_p-s).

Valorile mai mari decât valoarea medie, reflectă o compactare foarte bună iar valorile mai mici decât (R_p-s) indică zonele ce vor fi compactate suplimentar.

[\[top\]](#)

CAIET III: Compactarea de adâncime cu coloane de pământ

Indicativ C 29/III-85

1. GENERALITĂȚI ȘI DOMENIUL DE APLICARE

1.1. Compactarea de adâncime cu coloane de pământ se aplică pământurilor sensibile la umezire (PSU) în scopul eliminării sensibilității la umezire și sporirii capacității portante a terenului.

1.2. La compactarea de adâncime cu coloane de pământ se vor respecta prevederile din caietul 1, indicativ C29/1-85.

1.3. Coloanele de pământ se utilizează de regulă pentru PSU la care zona sensibilă la umezire are grosimea mai mare de 8 m, ce nu poate fi compactată suficient prin procedee de suprafață din cauza dificultăților mari de execuție și a costului ridicat.

Pentru unele tipuri de construcții (menționate în tabelul din Anexa 3 a caietului I) este recomandabilă utilizarea coloanelor de pământ și pentru PSU de grosimi mai mici ($h=5...6$ m).

1.4. Nu se pot executa coloane de pământ sub nivelul hidrostatic și nici în terenuri a căror umiditate naturală depășește limita inferioară de plasticitate a pământului (cu D_w 3- 5%).

[\[top\]](#)

2. PROIECTAREA COMPACTĂRII CU COLOANE DE PĂMÂNT

2.1. La proiectarea compactării cu coloane de pământ, se vor avea în vedere recomandările din caietul I "Prevederi generale privind îmbunătățirea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice".

2.2. Capacitatea portantă a terenului de fundare compactat cu coloane de pământ se va stabili conform STAS 3300-85, cu respectarea prevederilor speciale din capitolul 1 al Normativului P7-85.

2.3. Proiectarea compactării cu coloane de pământ include stabilirea următoarelor date:

- diametrul coloanei de pământ (d_c);
- adâncimea de compactare (h_c);
- distanța dintre centrele (axele) coloanelor (l); determinată experimental:
 - lățimea zonei de gardă;
- cantitatea de pământ (G) necesară pentru umplerea găurii coloanei, determinată experimental;
- numărul de lovituri (N) necesar pentru compactarea unei porții de pământ; valoarea sa să se determine experimental conform Anexei 3;
- cariera de aprovizionare cu pământ și caracteristicile geotehnice ale acestuia.

Aceste date se vor specifica sub formă de NOTĂ pe "Planul de execuție a compactării" (fig. III.1 și fig. III.2).

a) Diametrul coloanei depinde de diametrul berbecului folosit la executarea prin percuție a găurii.

Pentru tipurile de utilaje folosite în prezent în România, descrise în Anexa 1, diametrul de proiectare al coloanei se ia $d=0,42$ m.

b) De regulă adâncimea de compactare cu coloane de pământ (h_c) se va lua egală cu grosimea depozitului de PSU; reducerea acesteia se va putea face numai în condițiile pct. 1.13 b din normativul P7-85;

c) Orientativ, distanța dintre centrele (axele) coloanelor de pământ se stabilește punând condiția realizării pe întreg masivul consolidat, a unei densități medii a pământului în stare uscată $r_{dm} = 1,65$ t/m³.

Distanța l în m, dintre centrele coloanelor de pământ se determină pe baza formulei:

$$l = 0,95d_c \sqrt{\frac{\rho d_m}{\rho d_m - \rho_d}} \quad (2.1)$$

Orientativ, în tabelul 1 sunt date distanțele l în funcție de caracteristicile terenului natural, valori ce trebuie verificate experimental.

Tabelul 1

Densitatea medie în stare uscată a pământului compactat	Distanțele l dintre centrele coloanelor de pământ pentru valori ale lui n , e sau r_d					
$r_{dm} = 1.65$ t/m	n (%) e	52 1.083	50 1.0	48	46	44

	$r_d(t/m^3)$	13.0	13.5	0,9202	0.85	0.785
				14,0	14.8	15.2
	l	$2.1d_c$	$2.2d_c$	$2.4 d_c$	$3.0 d_c$	$3.4 d_c$

unde: n este porozitatea medie a terenului natural;

e - indicele porilor;

r_d - densitatea medie în stare uscată pentru terenul natural

d) Dimensiunile suprafeței compactate cu coloane de pământ vor depăși în plan dimensiunile tălpii fiecărei fundații cu o lățime (zona de gardă) egală cu cea mai mare dintre valorile:

- Bh unde B este latura fundației, iar h un coeficient ce se ia 0,50 pentru fundații continue și izolate și 0,35 pentru radier;

- $\frac{h_c - 3B}{6}$ unde h_c este adâncimea îmbunătățită măsurată de la talpa fundației.

Pentru loessurile din grupa B lățimea zonei de gardă atât în jurul fundațiilor, cât și în jurul conturului exterior al construcției (fundațiilor) nu va fi mai mică decât 1/3 din grosimea pachetului de loess sensibil la umezire, măsurată de la nivelul tălpii fundațiilor.

În toate cazurile lățimea zonei de gardă va fi cel puțin egală cu 1,5 m.

e) Cantitatea de pământ compactat necesară pentru umplerea unui metru liniar de coloană se stabilește cu formula:

$$G = K \cdot A \cdot r_{dc} \cdot (1 + w/100) \cdot KN \quad (2.2)$$

în care: A este secțiunea coloanei de diametru d_c ;

K - coeficient având de regulă următoarele valori:

1,1 - pentru loessuri argiloase

1,4 - pentru loessuri prăfoase și nisipoase

Aceste valori trebuie verificate experimental, conform anexei 2 pct. 3 d.

Pentru r_{dc} (densitatea medie a pământului în stare uscată din coloană) se va lua valoarea $1,9 t/m^3$.

Pentru d_c se va lua valoarea de 0,42 m.

În cazul când există studii și experimentări care pot furniza date certe, specifice terenului ce se compactează, cantitatea de pământ se va determina pe baza acestor date.

2.4. Coloanele de pământ se dispun în plan după o rețea regulată cu ochiuri în formă de triunghi echilateral cu latura egală cu distanța l determinată conform pct. 2.3.c. Acestei dispoziții îi corespunde

distanța de $0,5 l$, după o direcție, respectiv - $\frac{\sqrt{3}}{2} l = 0,87l$, după cealaltă direcție.

2.5. La stabilirea nivelului platformei de baterie se va ține seama că, în general, la suprafață nu se obține o bună compactare, din cauza refulării pământului la execuția coloanelor. Grosimea acestei zone este aproximativ egală cu de 3 ori diametrul coloanei (circa 1,20 m).

Pentru evitarea fundării directe pe zona slab compactată se va adopta fie compactarea de suprafață, fie îndepărtarea stratului respectiv prin executarea unei săpături generale. În fiecare din cele două cazuri trebuie ca sub talpa fundației, pe toată zona activă, să fie îndeplinită condiția

$$\rho_{dm} \leq 1,65 \text{ t/m}^3$$

2.6. Soluția de compactare cu coloane de pământ proiectată trebuie confirmată experimental, înainte de începerea lucrării, pentru evitarea eventualelor nepotriviri dintre:

- datele geotehnice folosite în proiect și datele reale ale terenului;
- valorile datelor de proiectare rezultate din calcul și valorile sale.

Se realizează astfel ajustarea condițiilor de execuție.

2.7. În funcție de numărul coloanelor de executat sunt necesare:

- a) organizarea unui poligon experimental în imediata vecinătate a amplasamentului pentru lucrări cu mai mult de 5000 coloane.
- b) experimentarea direct pe amplasament, folosind coloanele din lucrare pentru obiecte de mai mică importanță și cu mai puțin de 5000 coloane.

Modul de efectuare a acestor lucrări de compactare experimentală este arătat în Anexa 3.

2.8. Compactarea experimentală se consideră satisfăcătoare și proiectul poate fi definitivat dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:

- a. toate coloanele au fost executate până la cota proiectată.
- b. valorile densităților r'_{dm} și r''_{dm} , calculate conform pct. 3.a și 3.b din Anexa 3 nu diferă cu mai mult de $0,03 \text{ t/m}^3$ de valoarea r_{dm} din proiect, decât pentru cel mult 20% din valori;
- c. valoarea densității pământului în stare uscată pentru fiecare din cele 6 probe recoltate de la jumătatea distanței dintre coloane (probele 3, 4, 9, 10, 15, 16 din fig. 4/3, Anexa 3) nu este sub $1,5 \text{ t/m}^3$;
- d. rezultatele încercărilor de penetrare statică sau radiometrice, executate conform anexei 3 pct. 2.b. și 3 concordă cu rezultatele de la subpunctele a, b și c.

2.9. În cazul când se constată un grad de compactare inferior celui cerut, aceasta se datorează următoarelor cauze, care pot fi în parte concomitente;

- distanța "l" este prea mare;
- diametrul efectiv al coloanei este mai mic decât cel proiectat;
- lucrul mecanic este inferior celui necesar pentru obținerea unei bune compactări;
- umiditatea terenului natural, sau a materialului de umplere a găurilor, diferă mai mult față de w_{opt} .

După stabilirea cauzelor, se vor lua măsuri corespunzătoare de remediere, refăcându-se experimentarea conform pct. 2.7.b.

[\[top\]](#)

3. EXECUȚIA COMPACTĂRII CU COLOANE DE PĂMÂNT

3.1. Lucrările de amenajare a terenului de fundare se vor realiza conform punctului 1.11 din Normativul P7-85.

3.2. Executarea coloanelor de pământ se face cu utilajele arătate în anexa 1 și comportă următoarele operații:

a) Fixarea berbecului pe punct, care constă din următoarele faze:

- utilajul se deplasează pe punctul de lucru, în așa fel încât vârful berbecului să coincidă cu centrul coloanei, marcat prin țărș
- se controlează orizontalitatea utilajului după două direcții cu ajutorul unei nivele cu bula de aer;
- fixarea utilajului se face cu ajutorul vinciurilor sau a unor traverse de lemn; în cazul fixării cu ajutorul vinciurilor se obține o protejare a trenului motor de șocurile produse în timpul lucrului și se realizează corecții privind orizontalitatea utilajului
- după orizontalizarea și fixarea instalației, se verifică poziția berbecului față de țărș;

b) Executarea găurii, care se face prin căderea berbecului ce străpunge terenul și îl îndeasă lateral.

Executarea găurii se începe prin lovituri rare (7...8 lov/min) ale berbecului, care este lăsat să cadă liber de la înălțimi ce la început sunt de ordinul a 1 m; pe măsura creșterii adâncimii, aceste înălțimi se pot mări. Loviturile rare se continuă până ce gaura a ajuns la o adâncime de 1,0...1,5 m

Se va respecta cu strictețe proiectul definitivat experimental, conținând valorile de control, conform pct. 2.8. Abaterea admisă la distanța dintre coloane (l) este de ± 5 cm.

După ce gaura astfel formată asigură ghidarea în teren a berbecului, se continuă realizarea ei prin batere cu frecvența de 55 lovituri pe minut.

Pe măsura adâncirii găurii se slăbește cablul, asigurându-se astfel avansarea ușoară a berbecului. Trebuie evitată slăbirea prea mare a cablului, întrucât duce la smucituri și provoacă degradarea prematură a utilajului și ruperea cablului.

Executarea găurii se face fără adaos de apă. Umezirea locală a terenului provoacă o îndesare foarte neuniformă în jurul coloanei și de aceea este interzisă.

Pentru străpungerea unor orizonturi argiloase de consistență ridicată și greu de perforat, se poate recurge totuși la umezirea găurii cu cca. 5...6 litri apă, însă numai sub controlul strict al organului de supraveghere.

În caz că accidental, umiditatea loessului este local mai mare (depășește limita inferioară de plasticitate) și din această cauză gaura nu poate fi realizată (are tendința de deformare și de închidere) se va proceda astfel:

- dacă orizontul umed este ușor accesibil (la 3...4 m adâncime) prin săpare, se va disloca și înlocui cu loess compact;
- dacă orizontul umed este situat în adâncime și nu depășește 3,0 m grosime, străpungerea acestuia se va realiza cu adaos de loess uscat, ciment sau praf de var, în continuare coloanele executându-se după tehnologia obișnuită.

Avansarea apreciabilă a berbecului sub greutatea proprie așezat pe teren sau datorită unui număr redus de bătăi, denotă existența unor accidente subterane ca: hrube, beciuri, haznale etc. sau zone puternic umezite.

Umpluturile astfel executate se îmbunătățesc cu coloane de pământ, la fel ca și terenul natural.

c) Executarea corpului coloanei, care comportă ridicarea berbecului deasupra terenului și turnarea în gaura de foraj a unor cantități dozate (porții) de pământ și îndesarea lor prin aplicarea unor serii de lovituri de berbec conform proiectului. Operația se repetă până când corpul coloanei astfel executate ajunge la nivelul platformei de baterie.

La executarea coloanelor de pământ se pot utiliza numai materiale stabilite prin proiect. Compactarea trebuie să se efectueze la umiditatea optimă de compactare (w_{opt}) a acestor materiale. Materialul poate proveni din săpăturile de fundații din cariere sau din orice fel de debleu, dacă are caracteristicile și umiditatea naturală corespunzătoare. Umiditatea devine necorespunzătoare în urma insolării îndelungate sau datorită unei surse puternice de umezire. În primul caz umiditatea va fi corectată prin umezire (stropire) până la atingerea valorii optime, cu condiția unei bune uniformizări a umidității în masa de pământ. În al doilea caz, pământul umezit va fi adus la umiditatea optimă prin uscare naturală.

Cantitatea de pământ care se toarnă în gaură de fiecare dată se măsoară cu ajutorul unui buncăr al cărui volum este de $0,06 \text{ m}^3$.

Compactarea cu coloane de pământ se poate face în orice anotimp, cu respectarea condițiilor de umiditate. În perioada ploioasă și pe timp de iarnă trebuie acordată o atenție deosebită umidității loessului utilizat la realizarea coloanelor de pământ, preferându-se, locurile neexpuse intemperiilor.

3.3. Conducerea lucrărilor va fi încredințată unui organ tehnic competent cu experiență în lucrările de compactare cu coloane de pământ.

3.4. Execuția efectivă a lucrărilor va fi încredințată unui tehnician sau maestru, care va verifica respectarea numărului de lovituri stabilit prin proiect, va înregistra numărul de buncăre de pământ introduse în coloană, lungimea coloanei și timpul efectiv de execuție a coloanei (pentru gaură și umplere); de asemenea va însemna pe planul de amplasare a coloanelor, execuția fiecărei coloane, indicativul utilajului, precum și numărul schimbului.

3.5. Pentru identificarea ulterioară a coloanelor, după ultima porție de pământ compactat în coloană, se înfige un țăruiș cu indicativul coloanei, conform planului de amplasare. În același scop se poate folosi cu bune rezultate colorarea ultimelor porții de pământ compactat, cu adaos de praf de cărămidă, cărbune, etc.

3.6. Pentru fiecare schimb se vor specifica în registrul de evidență a lucrărilor, sub formă de raport de lucru, toate observațiile referitoare la lucrările executate. Fiecare raport de lucru va fi semnat de șeful de schimb (maistru, tehnician) și vizat de șeful de lucrare. De asemenea, pentru fiecare schimb, se vor întocmi fișele de evidență a lucrărilor de compactare (anexa 2).

Registrul de evidență a lucrărilor, împreună cu dosarul fișelor de evidență, care va fi șnuruuit, parafat și sigilat și cu planul compactării completat ca la punctul 3.4. se vor prezenta la recepția lucrărilor de compactare și la recepția obiectului.

[\[top\]](#)

4. VERIFICAREA COMPACTĂRII CU COLOANE DE PĂMÂNT

4.1. La compactarea cu coloane de pământ se va verifica respectarea prevederilor proiectului în timpul execuției, iar în final se va stabili gradul de compactare realizat în lucrare, prin una din următoarele metode:

- metoda de cântarire,
- metoda radiometrică de adâncime,
- metoda sondajelor de penetrare statică

4.2. Metoda prin cântărire se aplică:

- la verificarea densității medii a pământului în stare uscată, la nivelul tălpii de fundare;
- în cadrul lucrărilor de compactare experimentală la verificarea densității (r_d) pe întreaga adâncime îmbunătățită cu coloane de pământ, în vederea întocmirii diagramei etalon pentru sondajele de penetrare statică sau radiometrice.

4.3. Metoda radiometrică de adâncime și metoda sondajelor de penetrare statică se aplică la verificarea finală a compactării, pe întreaga adâncime a coloanelor.

4.4. Verificarea gradului de compactare realizat în lucrare se va face prin compararea valorilor r_d sau R_p obținute din sondaje radiometrice, respectiv sondaje de penetrare statică cu valorile obținute în cadrul lucrărilor de compactare experimentală, la întocmirea diagramelor etalon (anexa 5).

4.5. Numărul minim al punctelor de verificare de pe amplasament este dat în anexa 5. Acest număr poate fi mărit de către proiectant când există nesiguranța asupra calității compactării.

[\[top\]](#)

ANEXA 1

UTILAJE DE COMPACTARE PENTRU COLOANE DE PĂMÂNT

1. În vederea realizării coloanelor de pământ pentru compactarea în adâncime a terenurilor sensibile la umezire se folosesc în prezent utilaje tip Galați, sau excavatoare dotate cu echipament special pentru executarea coloanelor de pământ.
2. Utilajul tip "Galați" ale cărui caracteristici rezultă din figura 1/1 se alimentează de la o rețea electrică trifazică de 220/380 V, având un motor asincron de 30 kW (fig. III.1.1.).
3. Berbecul, format dintr-o tijă grea, este dispozitivul care execută gaura și compactarea corpului coloanei de pământ. Față de capacitatea utilajului "Galați" masa berbecului este limitată la 1500-1600 kg.

Pentru asigurarea ghidării și verticalității la execuția găurii, lungimea berbecului este de 8...10 m, putând fi formată dintr-o singură piesă forjată, sau două piese distincte asamblate prin înfiletare. Datorită tendinței de desșurubare în timpul baterii este de preferat prima variantă.

Vârful berbecului are lungimea totală de cca. 614 mm (inclusiv gâtul), diametrul exterior de 340...350 mm și un unghi la vârf de 30° (fig. III.1.2).
4. Excavatoarele pot fi dotate și cu un echipament special arătat în fig. III.1.3. în vederea folosirii lor la executarea coloanelor de pământ.

CARACTERISTICI TEHNICE FOREZA "GALAȚI"			
Greutatea totală	13 500 kg	Personal de serviciu	2 pers.
Număr lov./minut	52-56	Excentricitate maxima	680 mm
Puterea motorului	30 kw	Excentricitate minima	152 mm
Viteza de propulsie	0.9 km/ora	Viteza de ridicare berbec	2-12 m/s
Lungimea mașinii	5.71 m	Tensiunea curentului 3x220	380 V
Lățimea mașinii	2.70 m	Presiunea pe senile la sol	0.580 kg/cm2
Înălțimea montantului	12.10 m	Puterea de ridicare maxima	1620 kg
Înălțimea mașinii	3,49 m	Turatia motorului	1000 rot/min

[top]

ANEXA 3

LUCRĂRI DE COMPACTARE EXPERIMENTALĂ PENTRU COLOANE DE PĂMÂNT

Verificări pe poligonul experimental

1. Numărul de lovituri (N) necesar pentru compactarea coloanelor de pământ se stabilește experimental. Pentru aceasta, se realizează o coloană pentru care, la compactarea fiecărei porții de pământ se aplică o

serie de lovituri, măsurând de fiecare dată avansarea berbecului. Compactarea se efectuează până la atingerea refuzului.

Acesta se consideră atins dacă la 3 lovituri succesive se obțin valori ale avansării berbecului care nu diferă cu mai mult de 1 cm. Numărul de lovituri (N) este cel mai mic număr la care s-a obținut această diferență. Determinarea se repetă pentru toate porțiile care se introduc în coloană, mai puțin cele de pe ultimii 2 metri de la suprafață.

Numărul N de lovituri este media aritmetică a numerelor obținute pentru fiecare porție.

2. Cu numărul de lovituri astfel determinat se execută următoarele lucrări:

a. Un număr de 31 coloane de pământ (fig. III.3.1) executate sub o strictă supraveghere, cu completarea datelor din fișele de evidență conform anexei 2.

Dacă începând cu al doilea șir de coloane se constată (anexa 5 pct. 1c) o înclinare a găurilor realizate, se va opri lucrarea, începând o nouă executare a celor 31 coloane, în ordinea indicată în fig. III.3.2.; pentru coloanele 1...16 se vor utiliza la compactarea porțiilor $2/3 \times N$ lovituri, iar pentru coloanele 17...31 se vor utiliza $3/4 \times N$ lovituri, numărul N fiind cel determinat ca la pct. 1.

Dispoziția în plan și numărul coloanelor sunt determinate de numărul minim de penetrări statice sau sondaje radiometrice necesare obținerii de date pentru întocmirea diagramei-etalon (Anexa 4) folosită la verificarea compactării de adâncime în final, la recepția lucrărilor pe amplasamentul fiecărui obiectiv în parte.

b. Penetrări statice sau sondaje radiometrice dispuse în plan conform figurii III.3.1. (sau III.3.2.) pentru cazul de la pct. 2.7.a. (cap. 2), respectiv conform figurii III.3.3. pentru cazul de la pct. 2.7.b. (cap. 2).

c. Executarea unui sondaj deschis pe întreaga adâncime compactată, pentru verificarea compactării prin metode clasice, cu recoltare de probe la ștanțe pe fiecare metru de adâncime. Probele de pământ, recoltate în ștanțe conform STAS 1913/3-76, sunt necesare pentru determinarea în laborator a densității pământului în stare uscată, a porozității și umidității, conform standardelor în vigoare.

Dimensiunile sondajului în plan trebuie să asigure deschiderea unei suprafețe ce cuprinde 3 coloane, care să permită recoltarea probelor de pe suprafața orizontală de la fundul sondajului în puncte marcate pe fig. III.3.4.

La terminarea lucrărilor, sondajul deschis se va umple cu pământ foarte bine compactat.

3. În vederea definitivării proiectului de execuție a îmbunătățirii pe baza lucrărilor de la punctul 2 se vor calcula următoarele date:

a. Valorile densității medii a pământului în stare uscată (ρ'_{dm}) calculate pentru fiecare metru de adâncime al sondajului deschis, ca medii aritmetice ale densității pământului în stare uscată pentru probele recoltate conform punctului 2, c. și fig. III.3.4.

b. Valoarea densității medii globale a pământului în stare uscată (ρ''_{dm}) pentru o prismă elementară din masivul îmbunătățit, care însumează densitatea medie în stare uscată a terenului natural (ρ_d) cu aportul de densitate al materialului compactat în corpul coloanelor ($\Delta\rho$): $\rho''_{dm} = \rho_d + \Delta\rho$

sau:

$$\rho''_{dm} = \frac{\rho d_1 h_1 + \rho d_2 h_2 + \dots + \rho d_n h_n}{h_c} + 2 \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3\sqrt{3}d^2 h_c \left(1 + \frac{w}{100}\right)} \quad [t/m^3] \quad (3.1)$$

unde: $\rho d_1, \rho d_2, \dots, \rho d_n$ sunt densitățile în stare uscată ale terenului natural (t/m^3) determinate pe stratele de pământ de grosime h_1, h_2, \dots respectiv h_n (m);

$h_c = Sh_i$ - adâncimea de consolidare (m);

w - umiditatea pământului compactat în corpul coloanei (%)

d - distanța dintre axele coloanelor, în metri;

m_1, m_2, m_3 - cantitățile de pământ (conform coloanei 6 din fișa de evidență) consumate pentru umplerea a trei coloane ce formează o zonă elementară compactată, în tone;

c. Diagramele etalon de penetrare statică sau de sondaj radiometric (anexa 4).

d. Valoarea coeficientului empiric K , ce reprezintă raportul dintre diametrul efectiv al coloanei și diametrul considerat la proiectare.

Verificări pe amplasamentul construcției

4. Numărul de lovituri (N) se determină ca la pct. 1.

5. Verificarea proiectului de execuție pentru lucrări de mică importanță și un număr redus de coloane ($n < 5000$) se va face direct pe amplasamentul construcției, după executarea primelor 10 coloane dispuse în plan conform schiței din figura III.3.3. Executarea coloanelor se va face sub o strictă supraveghere conform indicațiilor de la pct. 2.a.

6. Verificarea gradului de compactare se va face prin executarea unui sondaj deschis, până la nivelul cotei de fundare, sau cel puțin 1,50 m sub nivelul săpăturii generale prevăzute la pct. 2.5. din normativ. Din sondaj se vor recolta probe la ștanțe pentru efectuarea determinărilor de la pct. 2.c. din prezenta anexă.

7. În vederea definitivării proiectului se vor calcula datele conform indicațiilor de la pct. 3.

8. Rezultatele tuturor lucrărilor experimentale inclusiv diagramele etalon se prezintă sub formă de referat, ce se anexează la proiectul de execuție al lucrării.

[\[top\]](#)

ANEXA 4

ÎNTOCMIREA DIAGramei ETALON PENTRU TEREN COMPACTAT CU COLOANE DE PĂMÂNT

Diagrama etalon obținută prin încercări de penetrare statică

1. Pentru obținerea datelor necesare la stabilirea diagramei etalon pentru terenul compactat cu coloane de pământ se vor executa:

- 10 penetrări statice în cadrul poligonului experimental (amplasate conform fig. III.3.1 sau 2/3 din anexa 3) sau
- 3 penetrări statice executate pe amplasamentul construcției (conform fig. III.3.3 din anexa 3), în funcție de modul de verificare conform punctului 2.7. din normativ.

2. Pe baza acestor date se vor calcula:

a) Diagrama medie de penetrare cu valori medii (R_p) pe orizonturi de 0,20 m grosime (diagrama-etalon).

b) Abaterea medie pătratică (s) pentru fiecare orizont.

3. Valorile rezistenței la penetrare din "diagrama etalon" se vor corela cu datele privind indicii de structură și umiditate determinați pe probele recoltate din sondaje deschise.

Acest lucru va stabili în ce măsură diagrama etalon reflectă realizarea unei compactări corespunzătoare pentru masivul consolidat.

Pe graficul diagramei de penetrare etalon, se va trece și diagrama de penetrare medie a terenului natural, determinată pe baza a cel puțin trei penetrări statice executate în apropiere de coloanele de pământ.

În figura III.4.1 este exemplificat un astfel de grafic pentru diagrama etalon.

4. Pentru un obiectiv la care compactarea terenului se începe pe baza datelor obținute pe un poligon experimental, se vor avea în vedere următoarele:

- primele 6 coloane dispuse în plan conform fig. III.4.2., se vor executa sub o strictă supraveghere;
- se va executa, pe întreaga adâncime compactată, o încercare de penetrare statică în terenul compactat ca în figura III.4.2. și una în terenul natural alăturat.

În cazul când cele două diagrame nu prezintă diferențe semnificative față de diagramele etalon, se va continua execuția coloanelor de pământ conform proiectului de execuție verificat și diagrama etalon poate servi ca metodă de control a compactării.

Diagrama etalon obținută prin încercări radiometrice

5. Pentru obținerea datelor necesare la stabilirea diagramei etalon, în terenul compactat, se vor executa:

- 10 încercări radiometrice în cadrul poligonului experimental (amplasate conform fig. III.3.1 din Anexa 3);
- 3 încercări radiometrice executate pe amplasamentul construcției (conform fig. III.3.3 din Anexa 3); în funcție de soluția adoptată pentru definitivarea proiectului consolidării conform punctului 2.7. din normativ.

6. Pe baza acestor date se vor calcula:

a) Diagrama medie de încercare radiometrică cu valori medii (ρ_{dm}) pe orizonturi de 0,25 m grosime (diagrama etalon).

b) Abaterea medie pătratică (s) pentru fiecare etalon.

7. Valorile "diagramei etalon de sondaj radiometric" se vor corela cu datele privind indicii de structură și umiditate determinați pe probele recoltate din sondaj deschis.

Acest lucru va stabili în ce măsură valorile diagramei etalon reflectă realizarea unei compactări corespunzătoare pentru masivul consolidat.

Pe graficul diagramei de încercare radiometrică-etalon, se va trece și diagrama de încercare radiometrică medie a terenului natural, determinată pe cel puțin 3 sonde radiometrice executate în vecinătatea coloanelor de pământ.

8. Pentru un obiectiv la care proiectul s-a definitivat pe baza datelor obținute pe un poligon experimental, se vor respecta prevederile punctului 4 din prezenta anexă, penetrarea statică fiind însă înlocuită cu sondajul radiometric.

[top]

ANEXA 5

VERIFICAREA LUCRĂRILOR DE COMPACTARE CU COLOANE DE PĂMÂNT

Verificarea lucrărilor de compactare cu coloane de pământ se face în două faze: verificarea în timpul execuției și verificarea finală.

1) Verificarea în timpul execuției

a) Pe tot parcursul executării compactării se va verifica zilnic umiditatea pământului utilizat pentru umplerea coloanelor. Pentru aceasta se va folosi metoda rapidă de șantier indicată în STAS 1913/1-73.

b) Verificarea greutateii materialului din buncăr se va face periodic, prin cântărire (o dată pe săptămâna) și în mod obligatoriu după fiecare modificare mai importantă a condițiilor meteorologice (ploi, secetă) sau la schimbarea carierei de aprovizionare cu pământ.

c) Verificarea verticalității găurilor executate pentru coloanele de pământ, înainte de umplerea lor, se poate face:

- calitativ (cu oglindă, fir cu plumb sau prin însăși poziția tijei berbecului utilajului de compactare);

- cantitativ, cu înclinometrul tip ZIPTER.

d) Într-un registru special, se vor trece următoarele elemente ce vor fi vizate și de organul tehnic responsabil cu lucrările de compactare (șeful de lot):

- data fiecărei verificări periodice,

- rezultatele verificării,

- măsurile luate în cazul constatării unor diferențe importante ale acestor elemente față de datele proiectului de execuție definitivat.

e) Punctele 9 și 11 din fișa de evidență a compactării vor fi completate zilnic de maestrul (tehnicianul) de supraveghere, în funcție de datele din acest registru.

2. Verificarea finală

a) Pentru a se putea efectua verificarea finală a compactării, se curăță și nivelează mai întâi suprafața compactată, cu lama buldozerului.

Verificarea finală a compactării cu coloane de pământ constă în:

- verificarea compactării în adâncime, pe toată lungimea coloanelor de pământ, prin sondaje de penetrare statică sau sondaje radiometrice, conform indicațiilor de la pct. b și c de mai jos;

- verificarea densității pământului în stare uscată (ρ_{dm}) la nivelul planului (talpii) de fundare, prin determinări de laborator geotehnic, conform indicațiilor de la pct. d de mai jos.

b) Verificarea compactării în adâncime, prin sondaje de penetrare statică

- Pentru controlul compactării în adâncime, se va efectua cel puțin un sondaj de penetrare statică, în centrul triunghiului format din trei coloane pentru 75 m² (circa 100 coloane).

- Pentru zona aferentă unui sondaj de penetrare statică, compactarea terenului se consideră bine executată, dacă diagrama de penetrare obținută astfel se înscrie în intervalul de siguranță (R_p -s) al diagramei-etalon. Valorile mai mari decât valoarea medie (R_p), sunt considerate ca reflectând o compactare foarte bună a zonei respective.

- Dacă diagrama de penetrare obținută are valori inferioare intervalului de siguranță (R_p -s) se va efectua câte un sondaj suplimentar de penetrare statică și în două triunghiuri alăturate precedentului.

- Cele două sondaje de penetrare suplimentare, împreună cu sondajul inițial, pot conduce la următoarele situații:

- două diagrame din trei satisfac condițiile de la pct. b); zona se consideră suficient compactată;

- două diagrame din trei nu satisfac condițiile de la pct. b); zona se consideră insuficient compactată.

În această situație se verifică în fișele de evidență a compactării și registrul de evidență a lucrărilor de compactare, datele de executare ale coloanelor, din care trebuie să rezulte cauzele insuficienței compactării (coloane deviate, pământ prea umed și insuficient compactat etc.).

- În cazurile în care nu se elucidează cauzele insuficienței compactării, se va executa un foraj pentru verificarea umidității;

- dacă umiditatea este comparabilă celei din zona în care a fost făcută diagrama-etalon, compactarea insuficientă se datorește nerespectării condițiilor de lucru;

- dacă se constata o creștere semnificativă a umidității față de zona diagramei-etalon, înseamnă că diagrama-etalon nu mai poate fi folosită pentru aprecierea calității compactării terenului și zona respectivă urmează a fi verificată prin sondaje radiometrice sau foraje cu prelevarea de probe netulburate;

- dacă rezultatele slabe se datoresc unor eventuale anomalii în teren (conducte vechi, goluri, pungi de apă etc.), semnalate prin sondaje executate, zona suspectă se va cerceta printr-un sondaj deschis, dus

în adâncime până la zona semnalată. După înlăturarea anomaliei, sondajul se va umple cu pământ la fel de bine compactat ca și cel neafectat de anomalii.

- După efectuarea verificării de adâncime pe întregul amplasament, zonele insuficient compactate vor fi recompactate.

Numărul și poziția coloanelor suplimentare necesare recompactării se vor stabili de către proiectant.

După recompactare, zonele respective vor fi verificate din nou.

c) Verificarea compactării în adâncime prin sondaje radiometrice.

Această verificare se face după principiile descrise la pct. 2.b. referitor la verificarea prin sondaje de penetrare statică cu precizarea că, de data aceasta, intervalul de siguranță este ($\rho_{dm}-s$).

Pentru o mai bună analiză a compactării realizate, în special pe adâncime, se recomandă prelucrarea statistică a valorilor r_d pe grupe de valori și intervale pe adâncimi, conform STAS 1242/9-76.

Zonele puse în evidență, ca fiind insuficient compactate, vor fi tratate așa cum s-a arătat la pct. 2.b. de mai sus.

d) Verificarea densității pământului în stare uscată ρ_{dm} la nivelul planului (tălpii) de fundare.

Această verificare constă în determinarea mărimii ρ_{dm} ca medie aritmetică pentru probele prelevate cu ștanța din punctele marcate în figura 4/3.

O asemenea verificare este obligatorie pentru fiecare 300 m² de suprafață compactată. Nu se vor executa mai puțin de două verificări pentru amplasamentul unei construcții.

Dacă cel mult 20% din valorile ρ_{dm} sunt tot mai mici decât valoarea densității în stare uscată prevăzută în proiect, cu mai mult de 0,03 t/m³, compactarea se poate considera bună la acest nivel.

Aceste valori nu trebuie însă să se întâlnească grupate într-o anumită zonă a suprafeței compactate; în caz contrar zona se recompactează.

[\[top\]](#)

CAIET IV: Îmbunătățirea cu coloane din balast, nisip, piatră spartă și alte materiale locale executate prin vibrație sau batere

Indicativ C 29/IV-85

1. GENERALITĂȚI

1.1. Prezentul normativ se referă la principiile de bază privind proiectarea, execuția și verificarea îmbunătățirii terenurilor slabe cu coloane din balast, realizate prin vibrație sau batere, în vederea fundării directe a construcțiilor civile, industriale, agrozootehnice cât și la lucrările de căi de comunicații terestre.

În cele ce urmează se vor respecta prevederile generale prevăzute în caietul I al normativului C.29-85 intitulat "Prevederi generale privind îmbunătățirea terenurilor slabe prin procedee mecanice."

1.2. Datele relevate în prezentul normativ sunt valabile și în cazul îmbunătățirii cu coloane de nisip, piatra sparta sau alte materiale locale.

1.3. Scopul îmbunătățirii cu coloane din balast a terenurilor de fundare slabe este de a mari capacitatea portanta a acestora prin îmbunătățirea caracteristicilor fizico-mecanice.

1.4. Îmbunătățirea terenurilor slabe de fundare cu coloane din balast, executate prin vibrare, se realizează prin:

- efectul de îndesare laterală a terenului, ca urmare a înfigerii prin vibrare a tubului închis la partea inferioară;
- introducerea în teren, prin interiorul tubului metalic, a unei cantități de balast, îndesate prin vibrare, concomitent cu extragerea tubului metalic.

1.5. Îmbunătățirea terenurilor slabe de fundare, cu coloane din balast, prin batere se realizează prin:

- efectul de îndesare laterală a terenului, ca urmare a înfigerii coloanei metalice prin batere;
- introducerea în teren, prin interiorul coloanei, a unei cantități de balast sub formă de porții, îndesat prin batere, concomitent cu extragerea coloanei metalice.

1.6. Îmbunătățirea terenului cu coloane din balast, realizate prin vibrare sau batere are drept efect sporirea densității medii a masivului de pământ astfel tratat.

1.7. Ori de câte ori condițiile locale permit utilizarea unor deșeuri industriale în locul balastului, sau nisipului, se va studia posibilitatea aplicării acestei soluții, avantajoase din punct de vedere economic.

1.8. La realizarea coloanelor din cenuși, zguri, deșeuri industriale etc., se va avea în vedere efectul pe care aceste materiale îl pot avea în timp asupra chimismului apelor subterane, a elementelor de construcție, precum și de modificările pe care materialele utilizate la realizarea coloanelor le pot suferi în timp sub acțiunea apei subterane, recomandându-se în acest scop efectuarea de încercări de laborator și teren.

[\[top\]](#)

2. DOMENIUL DE APLICARE

2.1. Soluția de îmbunătățire cu coloane din balast se poate aplica la terenurile de fundații alcătuite din: nisip mijlociu, curat sau cu rar pietriș, nisip fin prăfos, nisip argilos-prăfos, nisip argilos, în stare afânată etc, situate deasupra sau sub nivelul apelor subterane.

2.2. Soluția de îmbunătățire cu coloane din balast se poate aplica atât pentru construcții civile, industriale, agrozootehnice etc. cât și pentru lucrări de drumuri.

2.3. Adâncimea pe care se realizează îmbunătățirea cu coloane din balast depinde de grosimea pachetului de straturi slabe și de parametrii utilajelor vibratoare sau de batere. Se recomandă ca vârful coloanei din balast să patrundă cel puțin 30 cm în stratul bun de fundare.

[\[top\]](#)

3. PROIECTAREA ÎMBUNĂȚĂȚIRII TERENULUI CU COLOANE DIN BALAST

3.1. Îmbunătățirea terenurilor slabe de fundare cu coloane din balast se execută după un proiect care trebuie să cuprindă:

a) Studiul geotehnic, cu stratificația terenului, rezultatele încercărilor de laborator (îndeosebi densitatea pământului, porozitatea, umiditatea și gradul de îndesare), și diagramele de penetrare dinamică sau statică, executate în terenul natural.

b) Planul rețelelor subterane

c) Planul fundațiilor și planul de distribuție a coloanelor din balast din care să rezulte diametrul acestora, distanțele între axele lor și între șirurile de coloane, precum și numerotarea lor, care de regulă trebuie să corespundă cu ordinea de execuție.

d) Fișa tehnologică de execuție a coloanelor din balast

e) Schema de organizare a lucrărilor care va cuprinde planul lucrărilor pregătitoare, descrierea utilajului, succesiunea și termenele de execuție pentru diferite zone ale suprafeței de îmbunătățit.

f) Memoriul tehnic care va cuprinde principalele caracteristici de calcul.

3.2. Dispoziția în plan a coloanelor din balast se face după o rețea în formă de triunghi echilateral cu latura egală cu distanța (l) dintre axele coloanelor. Dimensiunile laturilor suprafeței de îmbunătățit vor depăși în plan dimensiunile tălpii fiecărei fundații cu o mărime (zona de gardă) egală cu $L \cdot \eta$ unde L este latura fundației, iar η un coeficient ce se ia 0,50 pentru fundații continue și izolate, și 0,35 pentru radier.

3.3. Pentru nisipuri și alte pământuri în stare nesaturată calculul distanței dintre axele coloanelor se face pe baza relației:

$$l = d_c \sqrt{\frac{100 - n_f}{n_i - n_f}} \quad (1.)$$

în care

l este distanța între axele coloanelor, în m;

d_c - diametrul proiectat al coloanelor din balast, în m;

n_f - porozitatea finală, în %;

n_i - porozitatea inițială, în %;

Porozitatea inițială (n_i) este porozitatea medie a terenului natural și se dă prin studiul geotehnic.

Porozitatea finală (n_f) este porozitatea minimă ce se poate obține pentru pământul respectiv și se determină prin încercări de laborator.

În cazul în care natura terenului nu permite recoltarea de probe netulburate pentru determinarea porozității, aceasta se va determina pe baza valorilor medii ale rezistențelor la penetrare, conform "Instrucțiunilor tehnice pentru executarea încercării de penetrare statică și interpretarea rezultatelor în vederea stabilirii condițiilor de fundare a construcțiilor", indicativ C 159-73.

Diametrul proiectat al coloanei din balast este funcție de utilaj și de diametrul maxim exterior (d) al tubului de inventar folosit la executarea coloanelor care este de regulă cuprins între 219 și 508 mm. Diametrul coloanelor din balast prevăzute a se executa este $d_c=(1,1...1,2)d$.

3.4. Adâncimea de îmbunătățire (h_c =lungimea coloanei) se va stabili din condițiile de capacitate portantă și de deformație pe baza prevederilor din STAS 8316-77, ținând seama de caracteristicile de rezistență și de deformație ale terenului îmbunătățit și a celui de sub zona îmbunătățită, stabilite prin încercări de laborator și de teren (pct. 3.8.).

3.5. În funcție de numărul de coloane stabilit pentru îmbunătățirea terenului de fundare (N), lungimea acestora (h_c) și suprafața îmbunătățită (A_c), se determină densitatea aparentă în stare uscată (ρ_d) a terenului îmbunătățit și se calculează porozitatea medie (n_m) cu relația:

$$n_m = \frac{V_c - V'_s}{V_c} \quad (2.)$$

în care:

V_c este volumul terenului de fundare îmbunătățit dat cu relația:

$$V_c = A_c \cdot h_c \quad (3.)$$

V'_s - volumul părții solide a terenului ținând cont de aportul materialului din coloane.

3.6. În funcție de porozitatea medie (n_m) respectiv al indicelui porilor corespunzător se pot stabili (conform pct. 2.6. din STAS - 8316-85) parametrii rezistenței la forfecare Φ și C , după care se efectuează calculul terenului de fundare, îmbunătățit conform STAS - 8316-85.

3.7. Stabilirea prealabilă a datelor necesare îmbunătățirii se poate face și prin folosirea diagramei de calcul rapid a parametrilor îmbunătățirii terenurilor slabe prin coloane din balast (anexa III) astfel:

- a) În funcție de porozitatea medie a terenului care trebuie îmbunătățit și de necesitatea asigurării unei porozități finale se determină pe grafic distanța între axele coloanelor.
- b) În funcție de distanța (l) dintre coloane și diametrul (d) al tubului se determină numărul de coloane pe un metru pătrat de teren și volumul de balast suplimentar pentru un volum de metru cub de pământ necesar a fi îmbunătățit.
- c) În diagramă, la stabilirea volumului necesar de balast s-a considerat că, se folosește un balast cu porozitatea de cca 45% care prin vibrație trebuie îndesat așa încât porozitatea lui să ajungă la cca 35%.

d) Față de volumul total al coloanelor, volumul balastului necesar realizării acestora se va majora cu până la 30%.

e) În cazul coloanelor executate prin vibrație, dublu sau triplu vibropresate, cantitățile determinate conform punctului d vor fi majorate cu un coeficient suplimentar $\alpha = 1,80$ respectiv 2,6.

3.8. Proiectul de execuție se va definitiva pe baza datelor rezultate din experimentările tehnologice și încercările de probă efectuate după modele indicate în paragraful 7 și anexa 1.

Rezultatele tuturor încercărilor experimentale se vor întocmi sub formă de referat ce se anexează proiectului de execuție al consolidării.

[\[top\]](#)

4. PREGĂTIREA TERENULUI, TRASAREA ȘI PICHETAREA COLOANELOR DIN BALAST

4.1. Lucrările de amenajare a terenului se vor realiza după cum urmează:

- se excavează cu mijloace mecanice groapa de fundare sau se execută umplutura până la cota de fundare;
- în cazul în care terenul este slab la suprafață, pe platformă se așterne un strat de balast de circa 50 cm grosime; de la această cotă se vor executa coloanele de balast; acest strat servește ca suprasarcină ce se opune refulării la suprafață a terenului în timpul execuției coloanelor;
- pentru a permite deplasarea utilajelor, dimensiunile în plan ale fundului săpăturii vor depăși cu 1,0 m șirurile extreme de coloane executate prin vibrație, respectiv cu 1,5 m la cele executate prin batere;
- la execuția săpăturii se va asigura orizontalitatea platformei de lucru, ceea ce permite așezarea corectă a utilajului și înfigerea verticală a tubului.

4.2. Pe platforma astfel pregătită se face trasarea axelor și pichetarea coloanelor, care constă din următoarele operațiuni:

- trasarea axelor principale ale construcției;
- trasarea axelor rândurilor de coloane conform planului de amplasare a acestora;
- materializarea pe teren, prin țărugi, a axului fiecărei coloane din balast.

4.3. La marcarea coloanelor se va ține seama de următoarele:

- abaterile la trasarea rândurilor de coloane și a poziției fiecărei coloane nu vor fi mai mari de 20 mm;
- țărugii pentru marcarea coloanelor trebuie să aibe o lungime de 40 cm ca să asigure înfigerea lor stabilă în teren;
- capetele țărugilor vor rămâne cel mult 2...3 cm deasupra suprafeței terenului;

- țărșul se îndepărtează în momentul începerii execuției coloanei respective;

4.4. Înainte de începerea execuției coloanelor se aprovizionează cantitatea de balast necesară execuției lucrării.

[\[top\]](#)

5. TEHNOLOGIA DE EXECUȚIE A ÎMBUNĂȚĂȚIRII CU COLOANE DIN BALAST EXECUTATE PRIN VIBRARE

5.1. Unul din utilajele folosite pentru îmbunătățirea cu coloane din balast executate prin vibraare este descris în anexa IV ([fig. 1.](#)).

5.2. tubul de inventar ([fig. 2.](#)) trebuie fixat rigid de vibrogeneratorul agregatului AVP-1. Executarea coloanelor se desfășoară în două sau mai multe faze, constând din operațiile descrise mai jos.

5.3. Executarea coloanelor din balast prin vibraare se face astfel:

a) se deplasează agregatul și se așează tubul cu clapetele închise în poziție verticală deasupra țărșului de marcaj; se introduce tubul în teren sub acțiunea vibrațiilor și a greutatei proprii, se oprește vibrogeneratorul și prin fereastra de alimentare a tubului de inventar se umple tubul cu cantitatea de balast prevăzută în proiect pentru o singură înfigere ([fig. 3a](#));

b) se începe extragerea tubului, vibrogeneratorul fiind în funcțiune, timp în care clapetele se deschid și balastul umple gaura creată prin înfigerea tubului. După extragerea tubului cu cca 50 cm, se oprește ridicarea lui, lăsând vibratorul în funcțiune timp de 10...15 sec., după care se procedează la completarea tubului cu balast până la nivelul ferestrei de alimentare și se continuă extragerea până la suprafață cu o viteză uniformă. După aceasta se măsoară cantitatea de balast în exces sau în deficit, calculându-se și notându-se cantitatea de balast efectiv intrată în coloană.

5.4. La executarea coloanei din balast, cu o singură vibropresare se repetă operațiile descrise la coloana executată prin vibraare prin închiderea clapetelor și reintroducerea tubului ([fig. 3.c. d](#)) până la refuz sau până la adâncimea atinsă la prima înfigere, în masa de balast introdusă anterior. umplerea cu balast ([fig. 3 e](#)) se face, după caz, prin fereastra de alimentare superioară sau inferioară.

5.5. În cazul când este necesar, operațiunile de vibropresare se vor relua obținându-se coloane dublu, triplu sau multivibropresate. Coloana executată cu o singură vibropresare se vede în [fig. 3.f.](#)

5.6. Durata de execuție, pe metru liniar de coloană, variază între 2' și 6' în funcție de tipul utilajului, natura terenului, diametrul tubului și lungimea coloanei.

5.7. Formația de lucru este alcătuită dintr-un mecanic utilaj, un ajutor mecanic utilaj, pentru manevrarea și întreținerea utilajului și 3 muncitori necalificați pentru manipularea balastului.

5.8. După terminarea lucrărilor de realizare a coloanelor din balast se trece la compactarea stratului superficial afânat, datorită fenomenului de refulare ce se manifestă la înfigerea în teren a tuburilor metalice. Compactarea se va face printr-un procedeu capabil să aducă terenul superficial la o densitate egală cu densitatea terenului îmbunătățit, aducându-se totodată terenul la cota de fundare prescrisă.

5.9. Executarea îmbunătățirii se poate face în toate anotimpurile.

5.10. Lucrarea de îmbunătățire se va executa sub supravegherea unui conducător tehnic competent (tehnician, maistru), care va urmări respectarea întocmai a tehnologiei de execuție impusă condițiilor concrete de teren.

5.11. Toate observațiile vor fi notate în registrul de evidență precum și într-o "Fișă de evidență" (anexa II) încheiată pe fiecare schimb, care va fi păstrată atât de executant cât și de beneficiar. Pentru fiecare schimb se va întocmi în registru de evidență, un raport detaliat de lucru care va fi semnat de șeful de echipă, schimb (maistru, tehnician), și mecanicul utilajului.

[\[top\]](#)

6. TEHNOLOGIA DE EXECUȚIE A ÎMBUNĂȚĂȚIRII CU COLOANE DIN BALAST EXECUTATE PRIN BATERE

6.1. Executarea coloanelor din balast, prin baterie, se face cu utilajul franki (kpf 22) și comportă următoarele operații ([fig. 4](#)):

- a) aducerea coloanei metalice (Φ 508 mm) pe punctul de lucru, turnarea betonului uscat (circa 200 dm³) necesar pentru formarea dopului ($h_{\text{dop}} = 1,20$ m); îndesarea dopului se realizează prin lovituri ale berbecului de la înălțimea de 1...2 m.
- b) înfigerea coloanei metalice în teren prin lovituri de berbec de la înălțimea de 7...10 m, aplicate dopului care antrenează coloana metalică. Introducerea coloanei este terminată în momentul în care se atinge cota "h_c" stabilită prin proiectul de execuție.
- c) scoaterea dopului prin baterie (lovituri de berbec, scurte, coloana fiind suspendată de cabluri de extracție), până ce betonul din dop mai rămâne în coloană pe o grosime de 0,20...0,30 m.
- d) formarea bulbului coloanei din balast, introducând în coloana metalică o cantitate de balast (volumul containerului: 100 dm³) ce se îndeasă prin baterie cu berbecul, cu lovituri date de la înălțimea de 2...3 m;
- volumul de balast necesar formării bulbului se determină experimental fiind în funcție de capacitatea de îndesare a terenului.
- e) realizarea corpului coloanei din balast prin turnarea în coloana metalică a unor porții de balast ce se îndeasă fiecare prin lovituri de berbec de la 2...3 m; operațiunea se execută concomitent cu extragerea coloanei pe H=25...30 cm; în tot timpul realizării coloanei din balast, după îndesarea fiecărei porții, în coloană trebuie să rămână un volum de balast de siguranță, de 20-30 cm înălțime. Acest lucru se urmărește și se verifică cu ajutorul semnului de pe cablul berbecului. Operația de formare a corpului coloanei continuă până la suprafața terenului, coloana metalică fiind complet extrasă din teren.

[\[top\]](#)

7. CONDIȚII TEHNICE DE CALITATE ȘI VERIFICAREA LUCRĂRILOR

7.1. Calitatea lucrărilor de îmbunătățire în adâncime cu coloane din balast executate prin vibrație sau baterie se evidențiază prin, continuitatea coloanei, calitatea și cantitatea balastului folosit, și se verifică prin încercări pe terenul îmbunătățit.

7.2. Se consideră că o coloană din balast este continuă atunci când cantitatea de balast pus în operă corespunde celei calculate și verificate experimental.

7.3. La îmbunătățirea terenurilor slabe cu coloane din balast se va verifica în primul rând modul în care au fost respectate prevederile tehnologiei de execuție, iar în final se va stabili gradul de îmbunătățire realizat prin următoarele încercări:

- încercări de penetrare statică sau dinamică efectuate în corpul coloanelor și între coloane;

- încercări prin încărcare directă, a terenului îmbunătățit, cu plăci rigide.

a. Încercările prin penetrare statică se execută conform STAS 1242/6-76. Se trasează diagramele de variație ale lui R_{pc} și R_{pm} din examinarea cărora se pot determina caracteristicile geotehnice și condițiile de fundare conform cu instrucțiunile tehnice C 159-73. De asemenea, diagramele de penetrare statică se compară cu "diagrama etalon" întocmită după metodologia din Anexa I.

b. Încercările prin penetrare dinamică cu con se efectuează în terenul natural, înainte de îmbunătățire (câte o penetrare pentru fiecare 100 m^2), cât mai răspândite pe amplasamentul construcției. Pe baza rezultatelor obținute se întocmește un grafic de variație al numărului de lovituri pentru o pătrundere de la 10 cm a conului înainte de îmbunătățire, conform instrucțiunilor tehnice C 176-84.

La fiecare 100 m^2 de teren îmbunătățit se fac încercări de penetrare dinamică, câte una în corpul coloanei și câte două între coloane. Cu rezultatele obținute se alcătuiește graficul de variație al numărului mediu de lovituri pentru o pătrundere de 10 cm a conului.

Terenul se consideră bun pentru fundare dacă numărul de lovituri variază între 10 și 15 pentru o pătrundere de 10 cm, în cazul încercărilor cu penetrometrul dinamic ușor, presiunea de calcul corespunzătoare fiind de 180...200 KPa.

Numărul de lovituri peste 15, pentru o pătrundere de 10 cm a conului penetrometrului, indică un teren foarte bun pentru fundare.

c. Încercările prin încărcarea statică cu placa constituie o metodă sigură pentru verificarea calității îmbunătățirii terenului.

Deoarece această metodă necesită un timp îndelungat și este destul de costisitoare, se aplică numai în cazul unor încărcări mari aplicate pe terenul îmbunătățit și în funcție de sensibilitatea construcției la tasări neuniforme.

7.4. La recepționarea lucrărilor se vor respecta prevederile generale din "Normativul pentru executarea lucrărilor de terasamente pentru realizarea fundațiilor construcțiilor civile și industriale" indicativ C 169-83.

7.5. Recepția îmbunătățirii constă din următoarele lucrări:

- examinarea vizuală a terenului de fundare îmbunătățit;

- cercetarea fișelor de evidență (anexa II) a execuției îmbunătățirii și a valorilor densității medii calculate de proiectant;

- compararea cantității de balast prevăzute de proiectant pentru realizarea îmbunătățirii, cu cantitatea efectiv pusă în operă și recalcularea parametrilor îmbunătățirii;

- examinarea rezultatelor încercărilor de control a îmbunătățirii și compararea acestora cu cele din referatul de experimentare (pct. 3.8.).

7.6. În cazul în care îmbunătățirea realizată este nesatisfăcătoare, se vor intercala între coloanele executate alte coloane de balast de lungime atât cât permite terenul îmbunătățit, iar în urma acestei intervenții suplimentare se vor efectua încercările enumerate la pct. 7.3.

[\[top\]](#)

ANEXA I

ÎNTOCMIREA DIAGramei ETALON PENTRU TEREN ÎMBUNĂTĂȚIT CU COLOANE DIN BALAST

Diagrama etalon obținută prin încercări de penetrare statică.

1. Pentru obținerea datelor necesare la stabilirea diagramei etalon pentru terenul îmbunătățit cu coloane din balast se vor executa:

- 10 penetrări statice în cadrul poligonului experimental (amplasate conform [fig. 3/1](#) sau [4/1](#));
- 3 penetrări statice executate pe amplasamentul construcției (conform [fig. 5/1](#)), în funcție de modul de verificare conform punctului 6.9 din normativ.

2. Pe baza acestor date se vor calcula:

- a) Diagrama medie de penetrare cu valori medii (R_p) pe orizonturi de 0,20 m grosime (diagrama-etalon).
- b) Abaterea medie pătratică (s) pentru fiecare orizont.

3. Valorile rezistenței la penetrare din "diagrama etalon" se vor corela cu datele privind indicii de structură și umiditate determinați pe probele recoltate din sondaj deschis.

Acest lucru va stabili în ce măsură diagrama etalon reflectă realizarea unei compactări corespunzătoare pentru masivul consolidat.

Pe graficul diagramei de penetrare etalon, se va trece și diagrama de penetrare medie a terenului natural, determinată pe baza a cel puțin trei penetrări statice executate în vecinătatea coloanelor din balast.

În [figura 1/1](#), este exemplificat un astfel de grafic pentru diagrama etalon.

4. Pentru un obiectiv la care îmbunătățirea terenului se începe pe baza datelor obținute pe un poligon experimental se vor avea în vedere următoarele:

- primele 6 coloane dispuse în plan conform [fig. 2/1](#) se vor executa sub o strictă supraveghere;
- se va executa, pe întreaga adâncime compactată, o încercare de penetrare statică în terenul compactat ca în [figura 2/1](#) și una în terenul natural alăturat.

În cazul când cele două diagrame nu prezintă diferențe semnificative față de diagrama etalon, se va continua execuția coloanelor din balast conform proiectului de execuție verificat și diagrama etalon poate servi ca metodă de control a compactării.

[\[top\]](#)

ANEXA III

EXEMPLU DE FOLOSIRE A DIAGramei DIN ANEXA III

Dacă terenul de fundare are o porozitate de $n_i = 53\%$, amplasând coloanele, la distanța de 2,5 d se obține din diagrama $n_f = 44\%$ iar prin a doua vibropresare (considerând deci 44% ca porozitate inițială) se ajunge la porozitate finală 33,4% și indicele porilor $e = 0,49$.

Pentru distanța 2,5 d între axele coloanelor rezultă 1,04 buc/m³ coloane cu d = 419 mm; 1,75 buc/m² coloane de d = 324 mm pentru o consolidare de 1 m² și de 1 m adâncime rezultă un volum de balast necesar de 0,180 m³ la coloanele simplu vibropresate sau de 0,360 m³ la coloanele dublu vibropresate.

[Diagrama](#)

[\[top\]](#)

ANEXA IV

DESCRIEREA UTILAJULUI PENTRU EXECUȚIA PRIN VIBRARE A COLOANELOR DIN BALAST

1. Pentru executarea coloanelor din balast se utilizează o instalație formată din:

- agregatul de vibropresare AVP-1 sau alt utilaj echipat cu un vibrator;
- tubul de inventar-metalic

a) Agregatul de vibropresare AVP-1 se caracterizează prin aceea că are autonomie energetică și de deplasare fiind dotat cu un generator electric ce este pus în funcțiune de motorul termic al tractorului pe șenile. Generatorul de vibrații este pus în funcțiune de un electromotor ce poate fi alimentat de la sursa proprie de energie a agregatului de vibropresare sau de la rețea.

Agregatul de vibropresare AVP-1 are următoarele caracteristici tehnice:

- forța maximă de presare	110kN
- viteza de înfigere	1.8-3.2 m/min
- presiunea statică asupra pământului (pe șenile)	0.59 daN/cm ²
- viteza de deplasare a agregatului	2.36-5.4 km/ora
- puterea motorului	100 CP

- adâncimea de înfigere	7-9 m
-------------------------	-------

b) Pe lumânarea de ghidaj (1) culisează generatorul de vibrații (3) manevrat de un troliu mecanic (2).

c) Pentru realizarea coloanei se fixează la agregat un tub de inventar (fig. 2) cu clapete.

- Tubul de inventar este confecționat din țevă de oțel cu diametru exterior de 219 mm, 324 mm sau 419 mm și grosimea peretelui de 10 mm, având lungimea variabilă în funcție de adâncimea de compactare.
- La partea superioară a tubului se găsește o flanșă (5) prevăzută cu 16 găuri $\phi = 22$ mm pentru fixarea la vibrator.
- La partea inferioară tubul este prevăzut cu două clapete (2) "cioc de rață" (fig. 2) articulate prin intermediul unor balamale (4) și cu limitatoare de deschidere a acestora (3).

Această formă a vârfului tubului satisface următoarele principii:

- asigură pătrunderea ușoară și rapidă a tubului în teren;
- împiedică intrarea pământului în tub;
- asigură deschiderea ușoară lăsând balastul să curgă cu ușurința în golul format la extragerea tubului;
- Pentru alimentarea tubului cu balast este prevăzută lateral o fereastră de 200x300 mm (6), care poate fi cu pâlnie de încărcare. Pentru a ușura execuția fazei de 2-a se poate prevedea și o fereastră inferioară de încărcare cu balast.

[top]

□

CAIET V: Îmbunătățirea terenurilor cu vibromaiul

Indicativ C 29/V-85

1. GENERALITĂȚI

1.1. Presentul normativ "Îmbunătățirea terenurilor cu vibromaiul: caietul V" se încadrează în "Normativ privind îmbunătățirea terenurilor slabe prin procedee mecanice" indicativ C29-85. Prevederile generale cuprinse în caietul I sunt valabile și în cazul îmbunătățirii terenurilor cu vibromaiul.

1.2. Procedeele de "Îmbunătățire a terenurilor cu vibromaiul" are elemente similare cu caietul VI - "Compactarea prin vibroînțepare" și caietul IV - "Îmbunătățirea cu coloane din balast, nisip, piatră spartă și alte materiale locale, executate prin vibrație sau bătăre" prin faptul că folosește aceleași utilaje (agregatul de vibropresare AVP-1), verificarea calității lucrărilor și măsurile de protecția muncii se face în principiu după aceleași criterii.

1.3. Normativul de față cuprinde principiile de bază și regulile practice pentru proiectarea și executarea îmbunătățirii cu vibromaiul a terenurilor slabe de fundare (mărirea capacității portante), în vederea fundării directe a construcțiilor.

1.4. Testarea calității terenului îmbunătățit se va face prin studii geotehnice amănunțite, care să pună în evidență caracteristicile medii fizico-mecanice, obținute după îmbunătățire, situația hidrogeologică etc.

1.5. Întreprinderile de construcții vor respecta cu strictețe toate condițiile tehnice stabilite prin proiectul de execuție, întocmit conform normativului de față și menționate în caietul de sarcini.

Fiecare șantier va organiza, în cadrul CTC, efectuarea încercărilor de verificare prevăzute în caietul de sarcini.

[\[top\]](#)

2. ÎMBUNĂȚĂȚIREA TERENURILOR CU VIBROMAIUL

2.1. Prevederi generale privind aplicarea metodei

2.1.1. Asemănător celorlalte procedee, scopul îmbunătățirii cu vibromaiul a terenurilor de fundare slabe este de a mări starea de îndesare sau de a contribui prin drenare la grăbirea procesului de consolidare, crescând astfel capacitatea portantă a pământurilor slabe.

2.1.2. Îmbunătățirea terenurilor cu vibromaiul constă în executarea de ploturi (coloane cu diametrul peste 1 m), din balast nisip, zgură etc., prin vibropresare. Realizarea ploturilor se face prin:

- vibroștanțarea unui spațiu, ca urmare a înfîngerii în terenul slab a vibromaiului, acesta contribuind și la îndesarea pământului natural prin efectul de vibropresare în masă;
- umplerea spațiului format cu nisip, balast, zgură, etc. și îndesarea materialului de adaos tot cu vibromaiul.

2.1.3. Adăugarea unei cantități de material granular (balast, nisip, zgură, etc.) compactat prin vibropresare, are drept efect sporirea densității medii a masivului de pământ astfel tratat, și în consecință creșterea capacității portante.

2.1.4. Utilizarea unor materiale locale (zgură, steril de mină, etc.) în locul balastului sau nisipului se va studia atât din punct de vedere tehnic cât și economic.

2.2. Domeniul de aplicare

2.2.1. Îmbunătățirea cu vibromaiul se aplică în scopul măririi capacității portante a terenurilor slabe de fundare alcătuite din: nisip fin prăfos, nisip mijlociu aflat în stare afânată, nisip argilos, argilă nisipoasă, nisip argilos-prăfos, umpluturi neomogene, loessuri, umezite, etc ([fig. 1](#)).

În cazul mâlurilor și argilelor saturate, ploturilor din materiale granulare, produc o înlocuire importantă din pământul slab (elemente cu suprafață de peste 1 mp) și joacă rol de dren vertical, fiind recomandate numai pentru construcții ușoare.

2.2.2. Soluția de îmbunătățire cu vibromaiul se aplică atât pentru construcții civile, industriale, agrozootehnice etc. cât și pentru lucrările de drumuri, aeroporturi etc.

2.2.3. Adâncimea pe care se realizează îmbunătățirea terenurilor slabe de fundare depinde de grosimea și natura straturilor și de parametrii utilajelor vibratoare. În cazul nisipurilor argiloase, nisipurilor prăfoase,

argilelor nisipoase și umpluturilor se compactează grosimi de 6-8 m, iar în cazul pământurilor necoezive grosime de cca. 10 m.

2.3. Proiectarea îmbunătățirii terenurilor cu vibromaiul

2.3.1. Îmbunătățirea terenurilor cu vibromaiul se execută după un proiect care cuprinde:

- a) Studiul geotehnic detaliat al amplasamentului;
- b) Planul de fundații și planul de distribuție al ploturilor cu distanțele între axele acestora. Numerotarea ploturilor se va face conform ordinei de execuție;
- c) Memoriu tehnic;
- d) Caietul de sarcini.

2.3.2. În cazul unei îmbunătățiri generale, dispoziția în plan a ploturilor se face după o rețea în formă de triunghi echilateral cu latura egală cu distanța "1" între axele ploturilor, după ce s-a executat săpătura generală sau umpluturi până în jurul cotei de fundare (fig. 2). Dacă nivelul apei subterane este ridicat, cota săpăturii generale se va opri deasupra apei.

În cazul nisipurilor și al altor pământuri aflate în starea nesaturată, calculul distanței dintre axele ploturilor se face cu relația:

$$l = c \sqrt{\frac{V \cdot (1 - n_f)}{h_i \cdot (n_i - n_f)}} \quad (1)$$

în care:

$$c = \sqrt{\frac{2m}{\sqrt{3}}} \quad (2)$$

$m = 1; 1,5; 2; 2,5 \dots$ coeficient în funcție de cantitatea de material adăugat comparativ cu volumul V al vibromaiului.

Ex. pt. $m = 1, c = 1,1; m = 2, c = 1,5.$

n_f - este porozitatea medie finală a terenului îmbunătățit;

n_i - porozitatea medie inițială a terenului natural; (înainte de îmbunătățire);

V - Volumul vibromaiului introdus în pământ;

h_i - grosimea stratului îmbunătățit. Pentru nisipuri curate $h_i = h = 4D_m$, iar pentru nisipuri argiloase, nisipuri prăfoase, umpluturi, etc $h_i = h + 2D_m$.

În cazul că vârful vibromaiului ajunge în teren rezistent $h_i = h$.

D_m - diametrul mediu echivalent al vibromaiului;

h - înălțimea vibromaiului introdus în teren.

Porozitatea inițială (n_i) se menționează prin studiul geotehnic.

Porozitatea finală (n_f) se determină în laborator prin realizarea de compactări de probă netulburate.

În cazul că nu se pot recolta probe netulburate pentru determinarea porozității, acesta se va determina pe baza valorilor medii ale rezistențelor la penetrare, conform "Instrucțiunilor tehnice pentru executarea încercării de penetrare statică și interpretarea rezultatelor în vederea stabilirii condițiilor de fundare a construcțiilor" indicativ C 159-73.

Pentru pământurile necoezive se recomandă utilizarea penetrării dinamice cu con conform instrucțiunilor tehnice C 176-84.

Se recomandă ca distanța "1" dintre ploturi să nu depășească $3D_m$.

2.3.3. Adâncimea zonei îmbunătățite se va stabili din condițiile de capacitate portantă și de deformație ale terenului, pe baza prevederilor din STAS 8316-77, ținând seama de caracteristicile de rezistență și deformație ale terenului îmbunătățit și a celui de sub zona îmbunătățită.

2.3.4. Pentru suprafața (A_c) și adâncimea (h_i) se determină densitatea aparentă în stare uscată (ρ_d) a terenului îmbunătățit și se calculează porozitatea medie (n_m) cu relația:

$$n_m = \frac{V_c - V_s}{V_c} \quad (3)$$

în care:

V_c - reprezintă volumul terenului de fundare îmbunătățit, dat de relația:

$$V_c = A_c \cdot h_i \quad (4)$$

V_s - volumul părții solide a terenului ținând cont de materialul adăugat în ploturi.

2.3.5. În funcție de porozitatea medie (n_m) se stabilesc caracteristicile de rezistență Φ și c , după care se efectuează calculul capacității portante a terenului compactat, conform STAS 8316-77.

2.3.6. Asigurarea zonei de gardă, formată din teren îmbunătățit se realizează prin executarea unui șir suplimentar de ploturi în afara conturului fundațiilor (continue, izolate, radier general).

2.3.7. Proiectul de execuție se va definitiva pe baza datelor rezultate din experimentările și încercările de probă efectuate pe terenul îmbunătățit.

Cu rezultatele tuturor încercărilor experimentale se va întocmi un referat ce se anexează proiectului de execuție al îmbunătățirii.

2.4. Fazele de execuție a îmbunătățirii cu vibromaiul

2.4.1. Pregătirea terenului (executarea săpăturii generale sau a umpluturilor) trasarea și pichetarea ploturilor se face conform proiectului de execuție.

2.4.2. Desfășurarea lucrărilor pe amplasament cuprinde următoarele faze (fig. 3):

- a) pregătirea platformei de lucru, nivelarea și pichetarea (fig. 3.a);
- b) deplasarea agregatului și axarea vibromaiului în poziție verticală deasupra țărșului de marcaj; se introduce vibromaiul în teren realizându-se îndesarea terenului slab și un spațiu de forma echipamentului (fig. 3.b);
- c) umplerea spațiului cu material de adaos și îndesarea acestuia prin reluarea procesului de vibropresare din faza b (fig. 3.c);
- d) spațiul creat în faza anterioară care se formează după îndesarea materialului de adaos se umple cu balast realizându-se în final un plot (fig. 3. d), element cu diametrul mai mare de 1 m;
- e) în cazul în care spațiul format în faza anterioară se umple cu beton simplu sau nisip stabilizat se obține un plot din balast cu sâmbure din beton simplu, respectiv nisip stabilizat (fig. 3.c).

2.4.3. În cazul terenurilor foarte slabe (nisipoase fine saturate, nisipuri prăfoase, etc.), după executarea săpăturii generale se realizează o platformă de lucru din balast cu grosimea de 50-80 cm sau argilă aflată la umiditatea optimă de compactare.

2.4.4. Dacă este necesar (pentru terenuri foarte slabe) procesul de umplere și îndesare a materialului de adaos se poate relua de mai multe ori.

2.4.5. Durata de execuție a unui plot variază între 15-50 min. în funcție de natura terenului și dimensiunile vibromaiului

2.4.6. Formația de lucru este alcătuită dintr-un mecanic utilaj, pentru manevrarea și întreținerea utilajului și 3 muncitori necalificați pentru manipularea balastului.

2.4.7. Pentru definitivarea cotei de fundare se așterne și compactează un strat din balast cu grosimea de 5-20 cm.

2.4.8. Îmbunătățirea cu vibromaiul se poate face în toate anotimpurile anului.

2.4.9. Lucrarea de îmbunătățire cu vibromaiul se va executa sub supravegherea unui conducător tehnic competent (tehnician, maistru). Toate observațiile vor fi notate într-o "Fișă de evidență încheiată pe fiecare schimb, care va fi păstrată atât de executant cât și de beneficiar.

2.5. Verificarea calității terenului îmbunătățit cu vibromaiul

2.5.1. Verificarea calității terenului îmbunătățit cu vibromaiul se face în două faze:

- verificarea în timpul execuției

- verificarea finală

a) Verificarea în timpul execuției

2.5.2. Pe tot parcursul execuției ploturilor va fi verificată calitatea materialului de adaos (nisip, balast, zgură, etc.), care trebuie să se înscrie în condițiile precizate prin proiectare în caietul de sarcini.

2.5.3. Se consideră că plotul din balast este corespunzător dacă vibromaiul a pătruns în teren până la cota prevăzută și cantitatea de material de adaos (nisip, balast, zgură, etc.), pus în operă corespunde celei calculate și verificate experimental.

b) Verificarea finală

2.5.4. În vederea testării finale se fac încercări pentru:

- verificarea compactării în adâncime în ploturi și între ploturi, pe toată grosimea stratului îmbunătățit, prin sondaje de penetrare dinamică și statică;
- verificarea densității pământului în stare uscată (ρ_d);
- în cazurile deosebite, încercarea prin încărcări cu placa.

2.5.5. Încercările de penetrare dinamică se efectuează în terenul natural înainte de realizarea ploturilor (câte o penetrare pentru fiecare 100 m²), cât mai răspândite pe amplasamentul construcției. Cu rezultatele obținute se întocmește graficul de variație a numărului de lovituri pentru o adâncime de 10 cm a conului (N_{10}) înainte de îmbunătățire, conform instrucțiunilor tehnice C176-84.

În terenul îmbunătățit, la fiecare 100 m² se fac câte două încercări de penetrare dinamică în corpul ploturilor și alte două între ploturi. Cu rezultatele obținute se alcătuiește graficul de variație a numărului mediu de lovituri pentru o pătrundere de 10 cm a conului (N_{10}).

Terenul se consideră bun de fundare, dacă numărul de lovituri (media diagramelor din plot și a celor dintre ploturi) variază între 10 și 15 pentru o pătrundere de 10 cm, în cazul încercărilor cu penetrometrul dinamic ușor, presiunea de calcul corespunzătoare fiind de 1,8-2,0 daN/cm². Dacă N_{10} depășește 15 lovituri, terenul îmbunătățit se poate considera foarte bun pentru fundare directă (estimându-se o capacitate portantă de cel puțin 2,4 daN/cm²).

2.5.6. Prin sondaje de penetrare statică se determină valorile rezistenței la penetrare pe con (R_p) în terenul îmbunătățit cu vibromaiul, pe toată grosimea lui, în aceleași condiții ca și penetrarea dinamică.

Executarea sondajelor de penetrare statică se face conform STAS 1242/6-76 "Terenul de fundare. Cercetarea terenului prin penetrare statică" și "Instrucțiuni tehnice pentru efectuarea încercării de penetrare statică și interpretarea rezultatelor, în vederea stabilirii condițiilor de fundare a construcțiilor", Indicativ C 159-73.

2.5.7. Verificarea densității terenului îmbunătățit în stare uscată (ρ_d), se face conform STAS 1915/3-76, pe probe de pământ prelevate cu ștanța. Pentru aceasta se execută sondaje deschise cu dimensiunile în plan de 0,8x1,00 m și cu adâncimea egală cu cel puțin 2 m de la cota de fundare. Pentru o suprafață de 300 m² este necesar să se execute cel puțin un sondaj deschis. Probele se prelevă din 25x25 cm. După prelevarea probelor, sondajul se astupă prin straturi succesive de 25 cm compactate cu maiul manual.

Pe baza valorilor obținute pentru ρ_d se întocmesc diagramele de variație în adâncime ale acestei mărimi, care împreună cu diagramele de penetrare statică și dinamică vor servi la interpretarea rezultatelor.

2.5.8. Încercările statice pe placă constituie o metodă sigură pentru verificarea calității îmbunătățirii terenului cu vibromaiul.

Întrucât această metodă necesită un timp îndelungat și este destul de costisitoare, se va aplica numai în cazul unor încercări mari aplicate pe terenul îmbunătățit și în funcție de sensibilitatea construcției la tasări neuniforme.

Încărcarea de probă de placă și interpretarea rezultatelor se va face conform STAS 8942/3-84 "Terenul de fundare. Determinarea modulului de deformare liniară prin încercări pe teren, cu placa".

2.5.9. La recepționarea lucrărilor se vor respecta prevederile generale din "Normativul pentru executarea lucrărilor de terasamente pentru realizarea fundațiilor construcțiilor civile și industriale", indicativ C 169-83.

2.5.10. Recepția lucrărilor de îmbunătățire cu vibromaiul constă din următoarele lucrări:

- examinarea vizuală a terenului de fundare îmbunătățit;
- cercetarea fișelor de evidență a execuției îmbunătățirii, a diagramelor de penetrare, densităților obținute medii și eventual a încărcărilor de probă pe placă;
- compararea cantităților de balast prevăzute de proiectant pentru rezolvarea îmbunătățirii, cu cantitatea efectivă pusă în operă și recalcularea parametrilor în funcție de noile condiții;
- unde este cazul, analiza atentă a încărcărilor pe placă și determinarea capacității portante de calcul, corelată și cu celelalte date.

2.5.11. În cazul în care îmbunătățirea realizată este nesatisfăcătoare se vor intercala între ploturile existente alte ploturi, până la adâncimea permisă de terenul îmbunătățit, iar în urma acestei compactări suplimentare se vor efectua încercările prezentate anterior.

[\[top\]](#)

3. MĂSURI DE TEHNICA SECURITĂȚII MUNCII

3.1. În timpul realizării lucrărilor se vor respecta următoarele norme și prescripții:

- Norme republicane de protecție a muncii aprobate de Ministerul Muncii și Ministerul Sănătății cu nr. 34/1975 și 60/1975;
- Norme de protecție a muncii în activitatea de construcții montaj aprobate de M.C. Ind. cu ordinul nr. 1233/D-1980.

3.2. Unitatea executantă va adopta normele de protecție a muncii la condițiile specifice fiecărei lucrări.

3.3. Pe lângă măsurile generale de protecția muncii, obligatorie pe șantier, se mai impun următoarele:

- personalul de deservire a instalațiilor tehnice să cunoască tehnologia de execuție a ploturilor și instrucțiunilor cuprinse în cartea tehnică a utilajului, privind montajul, exploatarea și întreținerea acestuia;
- se vor controla principalele legături ale instalației și funcționarea lor, starea cablurilor și trolieilor, a tuturor mecanismelor aflate în mișcare, a siguranțelor corespunzătoare și a apărătorilor de protecție;
- înainte de începerea lucrărilor se va controla dacă toate mecanismele în mișcare sunt prevăzute cu apărători;

- instalația electrică a utilajelor se va controla numai de personal calificat;
- zona de lucru a utilajului va fi marcată în mod corespunzător;
- în locurile periculoase de muncă pe șantier, sau în zona de lucru a utilajului se vor pune tăblițe avertizoare;
- personalul ajutător (muncitori care manipulează materialul de adaos) nu trebuie să staționeze în preajma utilajului în timpul manevrelor efectuate pentru deplasarea și poziționarea deasupra țăruiului de marcaj;
- responsabilul cu protecția muncii va ține lunar instructaj cu întregul personal al echipei și va verifica respectarea acestuia pe întreg parcursul executării lucrării.

[top]

ANEXA

DATE TEHNICE REFERITOARE LA UTILAJ ȘI ECHIPAMENT

Instalația pentru îmbunătățirea terenurilor slabe cu vibromaiul este formată din:

- agregatul de vibropresare AVP-1 sau AVP-2, ambele de fabricație românească sau VVPS/20/11 de producție rusească;
- echipamentul vibromai de formă specială.

Agregatele AVP-1, AVP-2 și VVPS 20/11 sunt autodeplasabile fiind montate pe tractor cu șenile.
Agregatul AVP-1 are următoarele caracteristici (valori orientative):

- forța maximă de presare, 120 kN;
- viteza de înfigere a vibromaiului 1,3-3 m/min;
- presiunea statică asupra pământului (pe șenile); 0,68 daN/cm²
- puterea motorului, 100 CP;
- adâncimea de înfigere a vibromaiului, 5-6 m.

Agregatul AVP-2 are parametrii dubli față de AVP-1.

Pe lumânarea de ghidaj (1) (fig. 4) culisează generatorul de vibrații (3) manevrat de un troliu mecanic (2).

- a) Pentru realizarea ploturilor se fixează la agregat un echipament sub forma unui trunchi de con sau trunchi de piramidă alungit, numit vibromai (fig. 4, fig. 5).

- b) Echipamentul vibromai este confecționat din beton armat sau din tablă groasă de oțel, având lungimea variabilă (2-6 m) în funcție de adâncimea de compactare. Din motive tehnologice, la partea superioară vibromaiul are forma dreptunghiulară de 70x80 cm, iar la vârf are forma de pătrat cu latura de 25-40 cm.
- c) La partea superioară se găsește o flanșă (3) (fig. 5) prevăzută cu 16 găuri Φ 22 mm, pentru fixarea la vibrator.
- d) Echipamentul de vibromai (fig. 5) se poate fixa la vibroagregatele AVP-1, AVP-2, VVPS 20/11, VUB etc., servind la realizarea ploturilor după tehnologia prezentată.

[\[top\]](#)

CAIETUL VI: Compactare prin vibroînțepare

Indicativ: C 29/VI-85

1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Vibroînțeparea este o metodă eficace de compactare a nisipurilor afânate, naturale sau din umpluturi. Grosimea stratului de nisip ce poate fi compactat prin vibroînțepare este relativ mică: $H \leq 6$ m.

Compactarea nisipurilor prin vibroînțepare se realizează prin fluidizarea unei părți a masei de nisip saturat, situație în care, prin reducerea accentuată a forțelor de frecare dintre fragmentele componente se produce reaşezarea acestora într-o nouă poziție, mai îndesată.

1.2. Prin metoda vibroînțepării se poate obține o creștere medie a gradului de îndesare a nisipurilor cu 20...30%.

1.3. Metoda vibroînțepării se poate aplica la îmbunătățirea terenurilor de fundare slabe alcătuite din nisipuri fine afânate și saturate, în vederea fundării directe a diferitelor construcții (blocuri de locuințe, clădiri industriale etc.). De asemenea, metoda poate fi folosită la compactarea umpluturilor necoezive saturate, realizate în spatele unor construcții de sprijin (cheiuri).

[\[top\]](#)

2. PROIECTAREA LUCRĂRILOR DE COMPACTARE PRIN VIBROÎNȚEPARE

2.1. Compactarea prin vibroînțepare a nisipurilor se realizează pe baza unui proiect de execuție, care trebuie să cuprindă:

- studiul geotehnic, cu stratificația terenului, rezultatele încercărilor de laborator (îndeosebi densitatea pământului, porozitatea, umiditatea, gradul de îndesare) și diagramele de penetrare executate în terenul natural;

- planul rețelelor subterane;

- planul de distribuție a vibroînțepărilor, din care trebuie să rezulte distanțele dintre punctele de vibroînțepare, numerotarea acestora (care de regulă corespunde cu ordinea de execuție) precum și conturul fundațiilor;

- fișa tehnologică a vibroînțepărilor;

- schema de organizare a lucrărilor, care cuprinde planul lucrărilor pregătitoare și al lucrărilor experimentale de testare, descrierea utilajului folosit, succesiunea și termenele de execuție a compactării terenului în diferitele zone ale amplasamentului.

2.2. Vibroînțepările se prevăd a se executa în nodurile unei rețele formată din triunghiuri echilaterale. La stabilirea distanței dintre vibroînțepări (adică latura triunghiului echilateral), se are în vedere ca raza de acțiune a dispozitivului de vibroînțepare este de până la 6 ori lungimea barelor orizontale ale acestuia.

Pentru dispozitivul de vibroînțepare prezentat în fig. 1., distanța dintre vibroînțepări se poate lua de 1,8...2,0 m.

2.3. Distanța dintre vibroînțepări, adoptată în proiect, se verifică prin testări experimentale, care trebuie executate pe amplasament înainte de începerea lucrărilor de execuție a compactării prin vibroînțepare.

De asemenea, prin încercările experimentale de testare, se întocmește "diagrama etalon" pentru penetrarea statică sau dinamică, care urmează a fi folosită la verificarea calității compactării realizate prin vibroînțepare. Pentru întocmirea diagramelor etalon, se execută penetrări statice sau dinamice atât în terenul natural compactat cât și în cel compactat, de pe un poligon experimental sau de pe amplasamentul construcției.

[\[top\]](#)

3. EXECUȚIA LUCRĂRILOR DE COMPACTARE PRIN VIBROÎNȚEPARE

3.1. Pentru executarea lucrărilor de compactare prin vibroînțepare este necesar să se execute în prealabil următoarele lucrări pregătitoare:

- nivelarea suprafeței terenului, care se execută la o cotă situată cu 50 cm deasupra cotei de fundare; acest strat se va elimina după executarea compactării în adâncime prin vibroînțepare;
- pichetarea punctelor în care urmează să se execute vibroînțepările, conform proiectului de execuție.

3.2. Tehnologia de execuție a vibroînțepărilor constă în următoarele faze:

- introducerea prin vibrație în masa de nisip a dispozitivului de vibroînțepare, cu o viteză medie de 1 m/min;
- menținerea dispozitivului de vibroînțepare la adâncimea la care a fost introdus și continuarea vibrației timp de circa 2 minute;
- extragerea din teren a dispozitivului de vibroînțepare, cu viteza de cel mult 50 cm/min, având vibratorul utilajului în funcțiune.

Pe toată durata ciclului de operații pe care le comportă realizarea unei vibroînțepări este necesar ca turația maselor excentrice în rotație ale vibratorului să fie cel puțin 1000 rot/min.

3.3. dispozitivul de vibroînțepare (fig. 1) este o carcasă metalică, spațială alcătuită dintr-o tijă cilindrică cu lungimea de până la 6 m (funcție de adâncimea necesară de compactare) pe care sunt dispuse, la distanțe egale, câte 4 bare orizontale, așezate în cruce. La partea superioară dispozitivul de vibroînțepare are o placă metalică, prin intermediul căreia se face prinderea la vibratorul utilajului folosit.

3.4. Ca utilaj vibrator, pentru realizarea lucrărilor de compactare prin vibroînțepare, se folosește agregatul AVP-1, care are următoarele caracteristici tehnice principale:

- forța de presare maximă: 120 KN
- viteza de înfigere maximă: 1,3-3 m/min
- presiunea statică pe șenile: 0,68 daN/cm²
- adâncimea de înfigere: 5-6 m.

Prezentarea în detaliu a agregatului AVP-1 este făcută în caietul 4 a normativului C 29-85.

[\[top\]](#)

4. VERIFICAREA CALITĂȚII LUCRĂRILOR DE COMPACTARE PRIN VIBROÎNȚEPARE

4.1. Verificarea calității compactării obținută prin vibroînțepare se poate face prin:

- încercări de încărcare statică cu placa, în vederea determinării modulului de deformație, respectiv a tasării specifice;
- încercări de penetrare statică sau penetrare dinamică, pentru caracterizarea stării de îndesare a terenului;

4.2. Încercările de încărcare statică cu placa se execută conform STAS 8942/3-75 "Teren de fundare. Determinarea modulului de deformare liniară pe teren prin încercări cu placa".

4.3. Încercările de penetrare statică se execută conform STAS 1242/6-76, trasându-se diagramele de variație pe adâncime ale rezistenței de penetrare pe vârf și pe manta, pe baza cărora se pot determina mărimile unor caracteristici geotehnice, necesare aprecierii stării de îndesare a terenului compactat.

4.4. Încercările de penetrare dinamică se execută în conformitate cu "Instrucțiuni tehnice pentru cercetarea terenului de fundare prin penetrare dinamică cu con", indicativ C.176-84. Prin analizarea diagramei de variație a numărului de lovituri pentru o pătrundere de 10 cm, se apreciază starea de îndesare rezultată în urma compactării prin vibroînțepare.

4.5. Pentru verificarea calității lucrărilor de compactare, atât diagramele de penetrare statică cât și cele de penetrare dinamică se compară cu "diagramele etalon" stabilite în cadrul încercărilor experimentale de testare.

4.6. Numărul punctelor de verificare pe amplasament se ia cel puțin unu la 100 m² suprafață compactată.

[\[top\]](#)

5. MĂSURI DE TEHNICA SECURITĂȚII MUNCII

5.1. La realizarea lucrărilor de compactare prin vibroînțepare se vor respecta următoarele norme și prescripții:

- Normele republicane de protecție a muncii aprobate de Ministerul Muncii și Ministerul Sănătății cu nr. 34/1975 și 60/1975.
- Normele de protecție a muncii în activitatea de construcții montaj aprobate de M.C. Ind. cu ordinul nr. 1233/D-1980.

5.2. Unitatea executantă va adopta și concretiza normele generale de protecția muncii la condițiile specifice fiecărei lucrări.

5.3. Pe lângă măsurile generale de protecția muncii, obligatorii pe șantier, se mai impun următoarele:

- personalul de deservire a instalațiilor tehnice să cunoască tehnologia de execuție a vibroînțepărilor și instrucțiunile cuprinse în cartea tehnică a utilajului folosit, privind montajul, exploatarea și întreținerea acestuia;
- se vor controla principalele legături ale instalației și funcționarea lor, starea cablurilor și a trolilor, a tuturor mecanismelor aflate în mișcare, a siguranțelor corespunzătoare și a apărătorilor de protecție;
- înainte de începerea lucrărilor se va controla dacă toate mecanismele în mișcare sunt prevăzute cu apărători;
 - instalația electrică a utilajului se va controla numai de către personal calificat;
 - zona de lucru a utilajului va fi marcată în mod corespunzător prin plăci avertizoare;
- responsabilul cu protecția muncii va ține lunar instructaj cu întregul personal al echipei și va verifica respectarea acestuia pe întreg parcursul executării lucrării.

[\[top\]](#)