

NORMATIV PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA TERENURILOR DE FUNDARE SLABE PRIN PROCEDEE MECANICE

Indicativ: NE-008-97
Înlocuiește C 29-77

► [Cuprins](#)

1. GENERALITĂȚI

1.1. Compactarea cu maiul foarte greu este un procedeu folosit pentru sporirea capacității portante a terenurilor de fundare și pentru realizarea îndesării lor în adâncime, înainte de executarea construcțiilor pe aceste terenuri.

1.2. Compactarea cu maiul foarte greu constă în aplicarea de lovituri repetate pe aceeași amprentă, cu un mai având uzual masa de 5...20 t, care cade la înălțimi de 10...20 m (vezi Anexa 1). Compactarea cu maiul super greu (>20 t) nu face obiectul prezentului normativ.

Executarea loviturilor se aplică în 3...6 faze pe o rețea de ochiuri (de regulă triunghiulară sau pătrată) trasată în prealabil pe teren, înainte de fiecare fază.

1.3. Procesele fizico-mecanice care au loc în terenul de fundare în timpul compactării cu maiul foarte greu sunt ([fig. 1](#)):

- introducerea unor energii mari în teren ([fig. 1.a](#)) și transmiterea unor forțe importante scheletului mineral ce produc distrugerea acestuia, precum și creșterea presiunii apei și aerului din pori;

- comprimarea terenului de fundare și reducerea volumului porilor ([fig. 1.b](#));

- creșterea presiunii apei și aerului din pori, uneori până la lichefierea terenului ([fig. 1.c](#));

- sporirea presiunii critice a terenului de fundare, în reechilibrări în timp a presiunii suplimentare din pori.

1.4. Presiunea interstițială corespunzătoare stării de lichefiere se numește presiune de saturație și corespunde unei anumite energii de batere, numită energie de saturație.

Pe măsură ce presiunea interstițială se disipează, starea de eforturi intergranulare se reface și pământul se restructurează, rezistența mecanică crescând mai întâi rapid în decursul perioadei de disipare a presiunii apei din pori și apoi mult mai încet sub influența fenomenelor tixotropice ulterioare.

1.5. Fenomenele care au loc în timpul compactării cu maiul foarte greu conduc la deformații mari ale terenului, respectiv de 5...10%.

1.6. Adâncimea de compactare care se poate realiza prin acest procedeu este de 3...7 m.

[\[top\]](#)

2. DOMENIUL DE APLICARE

2.1. Prezentul normativ se referă la proiectarea, executarea și verificarea compactării cu maiul foarte greu a terenurilor slabe de fundare (definite în Caietul 1/1991 al normativului C 29-1985) în vederea fundării directe a construcțiilor.

2.2. Compactarea cu maiul foarte greu poate fi utilizată pentru sporirea capacității portante a umpluturilor neconsolidate, și a pământurilor necoezive, slab coezive sau coezive, având în general caracteristicile fizice între următoarele limite:

- umiditate: 5-60%
- limita de plasticitate: 0-30%
- conținut de argilă (sub 2 μm): 5...40%
- densitate în stare uscată: $\rho_d = 0,8...1,5 \text{ g/cm}^3$.

Acest procedeu nu se aplică la pământuri saturate și foarte umede existente în zona activă a maiului.

2.3. Compactarea cu maiul foarte greu este avantajoasă atunci când este necesară o adâncime de compactare mai mare decât cea care poate fi obținută prin compactare cu maiul greu (vezi Caietul II/1985) sau prin perne de pământ (vezi Caietul VII/1994) cu efort financiar sporit.

2.4. Procedeu poate fi utilizat numai în amplasamente care se află la o distanță mai mare decât cea de siguranță, față de construcțiile existente sau în curs de execuție (exemplu beton proaspăt turnat etc.) și rețelele subterane învecinate (vezi pct. 3.6.e). Distanța de siguranță depinde de lucrul mecanic, natura terenului și adâncimea pânzei freatice, tipul și starea tehnică a construcției.

[\[top\]](#)

3. PREVEDERI GENERALE PRIVIND CONȚINUTUL PROIECTULUI ÎMBUNĂTĂȚIRE A TERENULUI DE FUNDARE PRIN COMPACTARE CU MAIUL FOARTE GREU

3.1. Conținutul studiilor geotehnice pe baza cărora se realizează proiectarea îmbunătățirii pământului prin compactare dinamică intensivă vor respecta prevederile din Caietul I - "Prevederi generale privind îmbunătățirea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice" a normativului C 29-85.

3.2. Adâncimea necesară de compactare, valorile densităților în stare uscată și ale modulului de deformație pe adâncime, ale pământului compactat sunt în funcție de datele geotehnice de pe amplasament, tipul construcției, gradul de importanță și presiunile transmise de aceasta la terenul de fundare și se stabilește conform calculelor de capacitate portantă și de tasare efectuate conform STAS 3300/1-2-1985 "Teren de fundare. Principii generale de calcul și calculul terenului de fundare în cazul fundării directe."

3.3. Suprafața compactată se va extinde lateral în jurul fiecărei fundații cu o lățime (zonă de gardă) egală cu 0,5 B pentru fundații continui și izolate și 0,2 B pentru radiere generală, unde B este lățimea fundației.

3.4. Adoptarea îmbunătățirii prin compactare cu maiul foarte greu se va face pe baza unor comparații tehnico-economice, consum de materiale principale (oțel, ciment, beton), energie, productivitate și timp, cu alte variante posibile de execuție a lucrărilor (coloane de pământ sau balast, perne de pământ, compactate cu maiul greu în două sau mai multe etape etc.).

3.5. Alegerea soluției de îmbunătățire a terenurilor slabe de fundare prin compactare cu maiul foarte greu se face pe bază de calcule preliminare efectuate conform Anexei 1 și Anexei 2 iar definitivarea acestei soluții se poate face pe bază de măsurători întreprinse în poligonul experimental al lucrării sau pe baza datelor din lucrări executate anterior.

Poligonul experimental se poate organiza direct pe amplasamentul viitoarei construcții, pentru un obiect singular realizat pe un teren pentru care există experiență în domeniul compactării cu maiul foarte greu și pe un amplasament separat pentru obiecte multiple sau pentru un teren pentru care nu s-a aplicat acest procedeu.

În cazurile în care există experiență locală și rezultate experimentale suficiente se poate renunța la poligonul experimental.

În anexa 4 se dau "Date privind lucrările de compactare experimentală cu maiul foarte greu".

3.6. La proiectarea îmbunătățirii terenului prin compactarea cu maiul foarte greu se vor mai avea în vedere și

următoarele elemente:

- asigurarea stabilității masivelor de pământ, construcțiilor, instalațiilor lucrărilor de artă etc. care pot fi afectate de efectele dinamice datorate șocurilor produse de utilajele de compactare;
- dotarea cu utilaje de compactare adecvate a executantului lucrărilor (vezi Anexa 3);
- posibilitățile de acces și condițiile de lucru ale utilajelor de compactare; asigurarea stabilității și securității acestora și a personalului de deservire.

3.7. Proiectul de execuție va cuprinde elementele prevăzute în C 29/1-1991 precum și:

- a. Planul de situație al amplasamentului și dimensiunile suprafețelor de compactat;
- b. Planul de compactare, distribuția amprentelor de compactare și precizarea celor la care se măsoară tasările (orientativ o amprentă la 1000 mp);
- c. Cota platformei de pe care se efectuează baterea;
- d. Amenajările necesare pentru accesul utilajului (așternerea unui strat de balast, piatră spartă, dale prefabricate etc.);
- e. Precizarea distanței de siguranță pentru protejarea construcțiilor și instalațiilor din apropierea zonei de compactat.

Distanța de siguranță se ia 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. Pentru construcții și instalații obișnuite această distanță este orientativ de 30...60 m.

Pentru reducerea distanței de siguranță se va avea în vedere posibilitatea executării unor măsuri de izolare a vibrațiilor (șanț de atenuare a vibrațiilor sau ecran).

f. Parametrii tehnologiei de compactare (vezi Anexa 2):

- energia de compactare a unei lovituri, a unei faze și totală;
- caracteristicile utilajului de execuție;
- caracteristicile maiului foarte greu;
- distanța dintre nodurile rețelei de compactare;
- numărul de faze de compactare și trasarea suprafeței terenului după ultima fază;
- înălțimea de cădere a maiului pentru fiecare fază;
- numărul de lovituri pentru fiecare fază;
- intervalul de timp între faze.

Aceste date se vor specifica sub formă de "NOTĂ" pe Planul de compactare.

În Anexa 5 se dă un model privind conținutul fișei tehnologice de executare a compactării cu maiul foarte greu.

g. Date estimative referitoare la creșterea capacității portante a terenului de fundare, a tasării realizate prin compactare și a evoluției tasărilor după terminarea compactării.

[\[top\]](#)

4. EXECUTAREA COMPACTĂRII CU MAIUL FOARTE GREU

4.1. Compactarea cu maiul foarte greu se face în următoarele faze de lucru:

- pregătirea terenului și organizarea executării lucrărilor (degajare, decapare, strat vegetal, executarea platformei de lucru, trasarea și marcarea axelor de lucru ale utilajului, trasarea și pichetarea centrelor amprentelor de batere-nodurile rețelei de batere etc.);
- asigurarea mijloacelor de verificare după fiecare fază de compactare;
- stabilirea fluxului de batere în funcție de raza de acțiune a utilajului și distribuția în plan a amprentelor;
- executarea fiecărei faze de compactare cu respectarea intervalului de timp dintre faze și umplerea găurilor cu material de aport sau tăierea stratului superficial cu buldozerul, după caz;
- nivelarea suprafeței terenului și măsurarea tasării medii.

După încheierea lucrărilor de compactare se fac măsurători topometrice de nivelment care se vor repeta, pentru punerea în evidență a eventualelor ridicări ale pământului compactat (prin relaxare). Turnarea betoanelor se va face după consumarea timpului de relaxare.

4.2. Pentru aprecierea orientativă a tasărilor în timpul baterii se recomandă ca maiul să fie marcat pe generatoare cu benzi alb-roșu din 10 în 10 cm.

4.3. Pentru un număr limitat de amprente, care se stabilește (vezi pct. 3.7 b) în funcție de caracteristicile terenului, se vor întocmi Fișele nr.1 și nr. 2 din Anexa 6, pe baza înregistrării tasărilor prin metode topografice, aceste amprente se vor marca pe teren în mod diferit de celelalte.

4.4. Se vor respecta cu strictețe tipul de utilaj stabilit, prin proiect (caracteristicile macaralei și ale maiului foarte greu) și tehnologia de lucru (înălțimi de batere, distanța dintre amprente și număr de lovituri pentru fiecare fază de compactare, precum și intervalul de timp dintre faze și numărul de faze de compactare).

Nerespectarea acestora poate conduce la o compactare insuficientă sau la producerea fenomenului de supracompactare însoțit de afânarea stratului deja compactat.

4.5. Nu se va trece la următoarea fază de compactare înainte de trecerea intervalului de timp dintre fazele respective (vezi Anexa 2 pct. 5).

4.6. Se vor respecta cu strictețe distanțele de siguranță stabilite prin proiect, față de construcțiile și rețelele învecinate.

4.7. În cazul terenurilor care pot colecta ape pluviale se vor amenaja șanțuri sau drenuri de suprafață, perimetrare, pentru preluarea apei. De asemenea apa care se colectează în gropile de batere se va evacua prin pompare.

4.8. La executarea compactării cu maiul foarte greu se vor respecta prevederile referitoare la exploatarea utilajelor din Anexa 3.

4.9. Conducerea lucrărilor de compactare cu maiul foarte greu va fi încredințată unui cadru tehnic competent cu experiență domeniul compactării pământurilor.

[\[top\]](#)

5. VERIFICAREA COMPACTĂRII

5.1. Verificările lucrărilor de compactare cu maiul foarte greu au ca scop constatarea calității execuției și

uniformității compactării și se fac atât pe parcursul execuției, pentru fiecare fază și între faze precum și în final în vederea recepției lor ca lucrări ascunse. Toate verificările vor fi consemnate în registrul de lucrări ascunse.

5.2. Verificarea lucrărilor se va face de către personal atestat aparținând unei instituții, laborator, agent economic etc. conform "Normei metodologice privind autorizarea laboratoarelor de încercări în construcții - din Buletinul Construcțiilor nr. 1/1989, autorizat pentru profilul Geotehnică și teren de fundare (GTF).

Verificarea pe parcursul execuției

5.3. Verificările pe parcursul execuției compactării constau în verificări periodice, cel puțin zilnic și verificări pe amprente stabilite de geotehnician.

a. Verificările periodice constau în asigurarea prevederilor din proiect referitoare la parametrii tehnologiei de compactare.

b. Verificările pe amprente stabilite de geotehnician constau în efectuarea măsurătorilor pentru întocmirea fișelor nr. 1 și 2 din Anexa 5 și analizarea rezultatelor acestora.

Verificări în vederea recepției

5.4. Verificarea finală în vederea recepției se face, după nivelarea și compactarea suprafeței cu mijloace rutiere, pe adâncimea necesară de compactare ($b_{e\ nec}$) plus 1,0 m, în puncte stabilite de geotehnician, astfel încât să existe cel puțin o astfel de verificare la 100 m²; geotehnicianul poate decide suplimentare numărului de puncte verificate în cazul în care rezultatele sunt neconcludente.

5.5. Verificarea finală în vederea recepției se face obligatoriu prin metoda stabilită în poligonul experimental sau în cadrul lucrărilor anterioare și care poate fi:

- metoda sondajelor de penetrare statică executată conform STAS 1242/6-76 "Cercetarea terenului prin penetrare statică";

- metoda măsurătorilor radiometrice efectuate în foraje, conform STAS 1242/9-76 "Cercetarea geofizică a terenului prin metode radiometrice";

- metoda forajelor cu prelevare de probe netulburate, conf. STAS 1242/4-85 "Cercetări prin foraje executate în pământuri".

Rezultatele obținute se compară cu cele din diagramele etalon obținute în poligonul experimental sau prin lucrările anterioare. Dacă acestea nu se încadrează în diagrama etalon se suplimentează compactarea pe zone, lucrul mecanic stabilindu-se în funcție de adâncimea la care compactarea a fost găsită necorespunzătoare.

În cazul umpluturilor din anrocamente verificarea finală se face prin încercări pe placă efectuate conform STAS 8942/3-84 "Determinarea modulului de deformație liniară prin încercări pe teren cu placa pentru această încercare geotehnicianul poate decide reducerea numărului de încercări de la caz la caz; de asemenea poate decide folosirea suplimentară (cel puțin o încercare) a acestui tip de verificare și în cazul folosirii celorlalte metode de verificare.

5.6. Tasarea finală medie a terenului compactat se compară cu cea stabilită prin proiect. Neconcordanța dintre cele două valori se interpretează de către comisia de recepție în corelație cu celelalte verificări.

[\[top\]](#)

6. ALTE PREVEDERI

6.1. Recepția compactării se face la fața locului de către reprezentanții beneficiarului, executantului și proiectantului (geotehnicianul) pe baza rezultatelor tuturor verificărilor efectuate, care vor întocmi un act ce se atașează la cartea construcției.

6.2. Calitatea compactării se va putea considera corespunzătoare dacă pentru fiecare punct verificat de pe suprafața compactată cel puțin 75% din valorile pe adâncime se încadrează în diagrama etalon, iar pentru restul de 25% nu sunt abateri în minus față de valoarea minimă necesară mai mari de 2%.

6.3. Betonarea fundațiilor care reazema pe terenul compactat se poate face numai după avizul favorabil al comisiei care a efectuat recepția.

6.4. Măsuri de tehnica securității

La executarea lucrărilor se vor respecta prevederile generale și cele specifice din normativele republicane de protecția muncii în lucrările de construcții montaj.

La executarea lucrărilor de compactare cu maiul supergreu se vor respecta prevederile din:

- Norme republicane de protecția muncii aprobate de Ministerul Sănătății și Ministerului Muncii cu ordinul nr. 60 și 34/75, inclusiv modificările aduse prin Ordinul 110/1977 al M.M. și 30/77-M.S.

- Norme de protecția muncii în activitatea de construcții montaj aprobată de MCInd, cu Ordinul nr. 1233/D din 29.12.1980.

În cazuri speciale geotehnicianul împreună cu executantul lucrării vor stabili de comun acord măsuri specifice corespunzătoare în vederea asigurării condițiilor de protecția muncii, cum sunt:

- Asigurarea protecției contra materialelor ce se dislocă la impactul maiului cu terenul (pietre, bulgări etc.) prin măsuri luate la cabina utilajului (montare de plase de sârmă la geamuri) și interzicerea accesului în zona de compactare prin marcarea perimetrului de lucru cu plăci avertizoare;

- Instruirea mecanicilor cu privire la înălțimea de ridicare, ritmul de batere, adâncimea de afundare a maiului, prin executarea unor probe demonstrative pentru verificarea bunei funcționări a utilajului;

- Verificarea periodică a stării echipamentului de ridicare (cablu, amortizoare de cauciuc, inel de agățare, troliu etc.) și înlocuirea la timp a elementelor uzate;

- În cazul în care în zona compactării sunt construcții se va urmări comportarea acestora în timpul executării probei demonstrative. De regulă trebuie păstrată o distanță de 40...60 m față de construcțiile existente. Această distanță depinde de tipul construcțiilor și starea lor și poate fi determinată prin măsurători seismice pe teren efectuate de un institut de specialitate;

- De asemenea, executantul va lua toate măsurile de siguranță prevăzute în normele în vigoare special pentru lucrări de terasamente și pentru mașini de ridicat folosite pe șantierele de construcții-montaj.

[\[top\]](#)