

INSTRUCTIUNI TEHNICE PENTRU FOLOSIREA PĂMÂNTURILOR STABILIZATE LA LUCRARILE DE FUNDATII

Indicativ C 196-86
Înlocuiește C 196-79

1. GENERALITATI

1.1. Prezentele instrucțiuni tehnice se referă la utilizarea pământului stabilizat în:

- terenul de fundație, pentru construcții civile, industriale și agrozootehnice;
- fundații pentru construcții agrozootehnice.

1.2. Prin denumirea de pământ stabilizat în accepțiunea acestor instrucțiuni tehnice se înțelege un pământ ale cărui proprietăți fizico-chimice și mecanice au fost îmbunătățite prin amestecarea sa cu un liant hidraulic sau (și) puzzolanic (ciment, var, cenușă de centrală termoelectrică, zgură granulată).

În funcție de natura pământului, cimentul și varul pot fi și materiale activante.

1.3. În cazul fundării construcțiilor pe teren stabilizat se poate adopta fie soluția executării unei perne de pământ stabilizat fie cea a coloanelor din pământ stabilizat, în funcție de:

- natura și importanța construcției;
- natura terenului;
- zona activă a fundațiilor;
- posibilitatea valorificării unor materiale locale;
- caracteristicile de rezistență și deformație ale pământului stabilizat.

1.4. Pentru lucrările care implică volume mari de pământ stabilizat, precum și în toate cazurile în care se consideră necesar, proiectantul de comun acord cu beneficiarul și executantul vor lua măsuri pentru realizarea unui poligon experimental.

1.5. Tipurile de pământ stabilizat prezentate în aceste instrucțiuni tehnice nu trebuie considerate limitative. Proiectanții pot aplica și alte tipuri de pământ stabilizat, bazate pe experimentări sau încercări de laborator și teren, care conduc la avantaje tehnico-economice și asigură condițiile de rezistență, stabilitate și durabilitate a construcției.

[\[top\]](#)

2. DOMENIUL DE APLICARE

2.1. Utilizarea pământului stabilizat pentru fundarea construcțiilor este indicată în următoarele cazuri:

- pentru terenuri slabe de fundare, având capacități portante mai mici de 75 kPa;
- când exista materiale locale avantajoase;
- pentru înlocuirea umpluturilor neconsolidate.

În acest sens se pot realiza după caz:

- perne din pământ stabilizat compactat;
- coloane din pământ stabilizat pentru consolidarea de adâncime;
- fundații propriu-zise din pământ stabilizat.

2.2. Pernele executate din pământ stabilizat se pot folosi în vederea înlocuirii unor straturi de fundare slabe astfel încât să conducă la dimensiuni mai reduse a lățimii fundațiilor, implicit a zonei active a acestora, evitându-se straturile compresibile de sub perna de pământ stabilizat, care ar duce la tasări excesive.

2.3. Coloanele din pământ stabilizat se pot folosi în cazul când este necesară realizarea consolidării terenurilor sensibile la umezire sau a unor terenuri slabe de fundare în vederea sporirii capacității portante a terenului cât și reducerea tasărilor.

2.4. Fundațiile executate din pământ stabilizat se pot folosi pentru construcțiile agrozootehnice ușoare, având încărcări reduse (mai mici de 200 kPa sub soclu).

[\[top\]](#)

3. MATERIALE

Pentru toate lucrările

3.1. Materialele folosite pentru realizarea pământurilor stabilizate sunt:

- pământuri necoezive, pământuri slab coezive, având un conținut de argilă mai mic de 30 %, alte materiale locale;
- lianți hidraulici (cimentul și varul);
- lianți puzzolanici (cenușă de centrală termoelectrică, zgură granu-lată).

Prin lianți puzzolanici se înțeleg materialele care în amestec cu un activant și în prezența apei capătă proprietăți hidraulice.

Amestecurile rezultate, aduse la umiditatea optimă de compactare, se aștern și se compactează.

3.2. Cenușa de centrală termoelectrică trebuie să fie captată de la electrofiltre și să îndeplinească condițiile prevăzute în STAS 8819/1-80 "Cenușa de centrale termoelectrice. Cenușa de lignit pentru ciment, beton, mortar".

3.3. Zgura granulată trebuie să îndeplinească condițiile prevăzute pentru zgura granulată clasa A în STAS 648-74, "Zgura granulată de furnal pentru industria lianților"

3.4. Cimentul trebuie să îndeplinească condițiile tehnice prevăzute de STAS 1500-78. "Lianți hidraulici. Cimenturi cu adaosuri". Se recomandă utilizarea cimenturilor cu adaosuri de zgură sau cenușă de centrală termoelectrică F 25 sau M 30.

3.5. Varul hidratat în pulbere trebuie să îndeplinească condițiile tehnice prevăzute pentru var de calitate superioară sau calitatea întâia în STAS 9201-80 "Var hidratat în pulbere".

3.6. Pământul sau materialele locale folosite nu trebuie să conțină materii organice în proporție mai mare de 4 %.

3.7. Apa necesară reacției liantului puzzolanic cu activanul și compactării amestecului de pământ trebuie să îndeplinească condițiile tehnice conform STAS 790-84 "Apă pentru mortare și betoane".

Pentru fundații

3.8. Pământurile slab coezive stabilizate cu ciment trebuie să aibă un conținut de argilă mai mic de 20 %.

Dacă conținutul de argilă este mai mare de 20 % el se va reduce prin adăugarea unei cantități corespunzătoare de nisip, cantitate ce se va stabili de laborator.

3.9. Indicele de plasticitate I_p , determinat conform STAS 1913/4-76 va fi mai mic de 20 %.

3.10. Nisipul utilizat se va încadra în curba granulometrică din STAS 1667-76, fig.3.

[\[top\]](#)

4. STABILIREA COMPOZITIEI AMESTECULUI

4.1. Stabilirea compoziției amestecului de pământ, liant hidraulic și (sau) puzzolanic se realizează prin încercări de către un laborator de specialitate.

4.2. În [tabelul 1](#) sunt date orientativ dozajele, raportate la masa pământului uscat, pentru materialele componente ale diverselor tipuri de pământuri stabilizate.

4.3. Caracteristicile de compactare ale pământului stabilizat se determină prin încercarea Proctor modificată conform STAS 1913/13-83 "Determinarea caracteristicilor de compactare. Încercarea Proctor".

4.4. Caracteristicile de rezistență ale pământului stabilizat se determină conform STAS 10473/2-86, "Straturi rutiere din pământuri stabilizate cu ciment. Metode de încercare".

4.5. În [tabelul 1](#) se dau orientativ caracteristicile de compactare și rezistență în funcție de natura pământului, pentru diferite compoziții de pământ stabilizat.

[\[top\]](#)

5. PROIECTAREA LUCRARILOR

5.1. Adoptarea soluției de utilizare a pământului stabilizat pentru îmbunătățirea terenului de fundare sau pentru realizarea fundațiilor se va face de către proiectant prin analizarea datelor de la pct. 1.3.

5.2. În cazurile de la pct. 1.4. sau când este necesară obținerea de date suplimentare necunoscute (indici fizici, capacități portante etc.) se va realiza un poligon experimental, după metodologia din Normativ privind consolidarea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice indicativ C 29-85, Caietul II (Anexa 2) și Caietul III (Anexa 3).

5.3. La proiectarea lucrărilor din pământ stabilizat se vor folosi amestecurile orientative din [tabelul 1](#), dar cu prevederea dozajelor minime. Utilizarea unor dozaje mai mari decât cele minime se va face în mod temeinic justificat, pe baza rezultatelor unor încercări de laborator sau de teren realizate pentru amplasamentul studiat.

5.4. Pentru pământurile sensibile la umezire se vor respecta prevederile din "Normativ privind proiectarea și executarea construcțiilor fundate pe pământuri sensibile la umezire", indicativ P 7-86, capitolul 2 (vezi anexa 3 din prezenta lucrare), iar pentru cele cu umflături și contracții mari se vor avea în vedere prevederile date în instrucțiunile tehnice pentru proiectarea și executarea construcțiilor fundate pe pământuri cu umflături și contracții mari (P.U.C.M.) P 70-79, capitolul 4.

5.5. Pentru terenurile cu agresivitate chimică, amestecul de pământ stabilizat se va stabili cu concursul unui institut de specialitate.

Perne de pământ stabilizat

5.6. Pentru adoptarea soluției cu pământ stabilizat se va face un calcul tehnico-economic comparativ cu soluția fără pământ stabilizat din care să rezulte:

- sporul de capacitate portantă,
- costul pe m² de arie construită,
- consumul de oțel beton, ciment și energie în infrastructură.

5.7. Pernele din pământ stabilizat se vor proiecta după metodologia din Normativul C 29-85 caietul VII.

5.8. Pentru prepararea pământului stabilizat în vederea executării de perne se va adopta, de regulă, procedeul amestecării pe loc (cap. 6).

Coloane din pământ stabilizat

5.9. Coloanele din pământ stabilizat se vor proiecta după metodologia din Normativul C 29-85, caietele III sau IV, după caz.

5.10. Pentru prepararea pământului stabilizat în vederea executării coloanelor se va adopta procedeul amestecării în stații fixe (cap. 6).

Fundații din pământ stabilizat

5.11. La întocmirea proiectului fundațiilor se va ține seama de datele cercetării geotehnice și hidrogeologice urmărindu-se în mod special variația nivelului apei subterane din zona amplasamentului fundațiilor.

Folosirea fundațiilor din pământ stabilizat este interzisă atunci când talpa fundației este situată în zona de ascensiune capilară ce se dezvoltă deasupra nivelului maxim al apelor subterane, precum și în terenuri mlăștinoase sau cele cu umpluturi slabe sau organice.

5.12. Fundațiile din pământ stabilizat se vor realiza numai prin compactarea în straturi a amestecului turnat direct în groapa de fundație.

5.13. Adoptarea fundațiilor din pământ stabilizat se va face ținând seama de resursele locale și de calculul economic comparativ între fundația din pământ stabilizat și cele de zidărie de piatră sau beton ciclopian prevăzute în "Normativul privind proiectarea și executarea lucrărilor de fundații directe la construcții P 10-77" (cap. 3) (vezi anexa 2 din prezenta lucrare).

Unghiul α de repartiție (v. normativ P 10-77 cap. 6 și 7) se va lua mai mic de 55° .

[\[top\]](#)

6. EXECUTAREA LUCRARILOR

6.1. Materialele necesare vor fi aprovizionate în funcție de volumul lucrărilor și de perioada de realizare a acestora. La începerea lucrărilor se vor stabili:

- cantitățile necesare pentru fiecare amplasament;
- perioada de aprovizionare;
- modul de transport și de aprovizionare;
- locul de depozitare.

6.2. Aprovizionarea cu cenușă de centrală termoelectrică se va face de la centrale termoelectrice care sunt prevăzute cu posibilități de captare uscată de la electrofiltre și depozitare în silozuri.

6.3. Transportul cenușei de centrală termoelectrică captată uscat se va face cu vehicule autocisternă tip ciment, containere speciale adaptate pentru transport feroviar sau auto, vagoane-cisterna tip buncar cu sistem gravitațional de descărcare.

6.4. Depozitarea cenușei de centrală termoelectrică se va face în silozuri, magazii sau depozite acoperite.

6.5. Depozitarea zgurei granulate se va face în depozite deschise, separate de agregate naturale sau pământ prin pereți despărțitori. Depozitul de zgură trebuie să aibă platforma betonată pentru a feri zgura granulată de amestecarea cu pământul din platformă.

Durata de depozitare a zgurei nu trebuie să depășească 6 luni.

6.6. Depozitarea varului hidratat în pulbere și a cimentului se va face în spații închise, magazii sau silozuri metalice, în funcție de dotarea șantierului și de modul de preparare.

6.7. În general amestecul pentru executarea pernelor se realizează prin procedeul amestecării pe loc, iar cel pentru executarea coloanelor de pământ și fundațiilor prin procedeul amestecării în stații fixe. Dacă pe aceeași platformă se execută și coloane și perne, atunci se pot folosi pentru perne stațiile fixe existente.

6.8. Procedeul amestecării pe loc.

Pământul ce urmează a fi amestecat în vederea realizării unei perne, se transportă și se așază în gramezi pe amplasamentul pernei, astfel încât după împrăștierea lui să se obțină pe fiecare unitate de suprafață o cantitate calculată cu relația:

$$M_1 = \rho_{d_{\max}} \cdot h \cdot \frac{P_1}{100} \cdot \left(1 + \frac{W_1}{100}\right) \quad (\text{kg/m}^2)$$

în care:

$\rho_{d_{\max}}$ - reprezintă densitatea în stare uscată, maximă, a pământului compactat, conform pct. 4.3 în kg/m^3 ;

h - grosimea stratului după compactare, conform Normativ C 29-85, în m;

P_1 - reprezintă proporția de pământ în amestecul uscat, conform pct. 4.5, în procente;

W_1 - reprezintă umiditatea pământului, în procente.

Liantul puzzolan (cenușa sau zgura granulată) necesar pe unitatea de suprafață și care trebuie să satisfacă condiția de dozaj se calculează cu relația:

$$M_2 = \rho_{d_{\max}} \cdot h \cdot \frac{P_2}{100} \cdot \left(1 + \frac{W_2}{100}\right) \quad (\text{kg/m}^2)$$

în care:

$\rho_{d_{\max}}$ - densitatea maximă în stare uscată a amestecului în kg/m^3 ;

h - grosimea stratului stabilizat, după compactare, în m;

P_2 - proporția de liant puzzolan în amestec, în procente;

W_2 - umiditatea naturală a liantului puzzolan în procente.

Cantitatea de liant hidraulic (var, ciment) necesar pe unitatea de suprafață de strat din pământ stabilizat se determină cu relația:

$$M_3 = \rho d_{max} \cdot h \cdot \frac{P_3}{100} \quad (\text{kg/m}^2)$$

ρd_{max} - și h au aceleași semnificații ca mai sus;

P_3 - proporția de liant hidraulic în amestec, în procente.

Lianții hidraulici și puzzolanici se vor repartiza uniform pe suprafața stratului de pământ initial împrăștiat. Aceste materiale se aseză în grămezi la distanțe prestabilite prin calcul. Ele se vor împrăștia și amesteca uniform cu ajutorul autogrederului prin scarificare și aducerea pământului în sul continuu cu lama și apoi se vor reîmprăștia; aceste operații se repeta până la obținerea unui aspect uniform al amestecului.

Se adaugă apa prin stropire cu ajutorul cisternei, în reprize, pentru a nu se pierde cantități importante de apă și pentru a nu se produce băltirea acesteia.

Cantitatea de apă necesară se stabilește în funcție de umiditatea optimă de compactare, conform pct. 4.2., ținându-se seama și de pierderile de apă prin evaporare, până la definitivarea compactării stratului.

6.9. Procedul amestecării în stații fixe

Prepararea amestecului în stații fixe este exemplificată în [figura 1](#).

Buncărele predozatorului sunt alimentate cu ajutorul cupei încărcătorului, evitându-se amestecarea diferitelor componente.

Cantitatea de apă ce se introduce în amestec se stabilește în funcție de umiditatea naturală a materialelor componente, ținându-se seama de condițiile climatice existente, astfel încât la așternere să se asigure umiditatea optimă de compactare a materialului stabilizat, conform 4.2.

Se recomandă ca la malaxare să se introducă mai întâi pământul și apoi liantul hidraulic sau puzzolanic, se execută amestecarea uscată până la omogenizare și în continuare se introduce apă corespunzător cantității calculate. Amestecarea umedă se execută până când amestecul prezintă un aspect mat și o culoare uniformă.

Instalația de preparare a amestecului va fi dotată cu un buncar de stocare a materialului.

Transportul amestecului de la stația de preparare la locul de punere în operă se face cu autobasculante.

Perne de pământ stabilizat

6.10. Compactarea stratelor succesive ale pernei se face respectând prevederile normativului C 29-85 Caiet VII.

6.11. Pentru compactare se indică compactorul cu pneuri sau compactorul vibrator. Nu se recomandă utilizarea compactoarelor cu rulouri netede.

6.12. Stratul alcătuit din pământ stabilizat va fi acoperit cu un alt strat cât mai repede posibil.

Pe perioada dintre realizarea stratului stabilizat și acoperirea cu stratul următor, suprafața stratului stabilizat se va stropi cu apă în vederea menținerii umidității.

6.13. În cazul ploilor abundente se va întrerupe execuția pernei de pământ stabilizat luându-se măsuri de protejare a stratului deja executat. În caz de deteriorare (spălare) a ultimului strat, acesta se va reface.

6.14. În cazul în care din motive justificate, stratul din pământ stabilizat nu poate fi acoperit cu un nou strat un timp mai îndelungat, acesta se va acoperi cu un strat de nisip, care prin stropire se va mentine umed.

6.15. Pe timp friguros se vor respecta prevederile "Normativului pentru realizarea pe timp friguros a lucrărilor de construcții și a instalațiilor aferente", indicativ C 16-85, respectiv măsurile generale precum și cele specifice lucrărilor de pământ.

Coloane din pământ stabilizat

6.16. Pentru punerea în operă a amestecului în scopul realizării îmbunătățirii de adâncime a terenurilor slabe de fundare se vor adopta prevederile din Normativul C 29-85 Caietele III respectiv IV.

Fundații din pământ stabilizat ([fig. 2](#))

6.17. Lucrările pregătitoare pentru executarea fundațiilor de pământ stabilizat se vor executa conform Normativului P 10-77, cap. 10.

6.18. În cazul terenurilor de fundare cu porozitate ridicată (pământuri macroporice, umpluturi recente), fundul șantului de fundație se va compacta astfel încât să se obțină pe o adâncime de cel puțin 20 cm, porozități sub 40 %, sau un grad de realizare a compactării conform proiectului.

Se recomandă ca operațiunile de compactare să se execute cu maiuri mecanice.

6.19. În cazul fundațiilor amestecul se pune în lucrare în straturi de minim 10 cm și maxim 20 cm grosime.

6.20. Intervalul de timp de la prepararea amestecului până la punerea în lucrare nu va depăși 1,5 ore.

6.21. Pentru evitarea pierderii prin evaporare a apei din amestec, suprafața superioară a fundației se va proteja imediat după execuție cu materiale izolante sau deșeuri vegetale.

[\[top\]](#)

7. VERIFICAREA SI RECEPTIA LUCRARILOR

7.1. Verificarea lucrărilor din pământ stabilizat se va realiza pe parcursul execuției lucrărilor precum și în final în vederea recepției lucrărilor.

7.2. Pentru pământurile slab coezive se va verifica gradul de frământare al pământului conform STAS 10473/2-84.

7.3. Verificarea și recepția pernelor din pământ stabilizat se vor efectua după metodologia din normativul C 29-85 Caietul VII.

7.4. Verificarea și recepția lucrărilor de îmbunătățire a terenului cu coloane din pământ stabilizat se vor efectua după metodologia din Normativul C 29-85 Caietele III, respectiv IV.

7.5. Verificarea și recepția fundațiilor din pământ stabilizat se va efectua după metodologia din Normativul P 10-77 cap.10.

7.6. În plus, față de verificările de mai sus, se mai efectuează și verificarea rezistenței la compresiune a epruvetelor de pământ stabilizat recoltate direct din lucrare și după păstrarea lor în atmosferă umedă timp de 14 și 28 de zile. Frecvența recoltării acestor epruvete și numărul lor se va stabili după metodologia din Normativele de la pct. 7.3. ... 7.5.

7.7. Rezultatele determinărilor efectuate de laboratorul de șantier se înscriu zilnic într-un registru de laborator.

7.8. La recepția lucrărilor la care s-a realizat un poligon experimental se vor avea în vedere și rezultatele obținute pe acesta comparativ cu cele din lucrare.

[\[top\]](#)

8. MASURI DE TEHNICA SECURITATII MUNCII

8.1. În procesul de execuție a lucrărilor de fundații se vor respecta următoarele prevederi în vigoare:

- "Norme republicane de protecție a muncii" aprobate de Ministrul Muncii și Ministerul Sănătății cu Ordinul nr.34 și 60/1975, inclusiv modificările aduse prin Ordinul 110/1977 al Ministrului Muncii și 39/1977 al Ministerului Sănătății.

- "Norme de protecție a muncii în activitatea de construcții montaj" aprobate de M.C.Ind. cu Ordinul nr.1233/D din 29.12.1980.

- "Norme de protecția muncii specifice activității de construcții-montaj" din 1982, aprobate de M.T.Tc. (cap.6).

8.2. În vederea asigurării protecției muncii la utilizarea varului hidratat în pulbere se admite descărcarea și manipularea acestuia numai prin metode pneumatice. În cazul în care șantierul nu dispune de instalații adecvate manipulării pneumatice, se admite utilizarea varului numai ambalat în saci. În acest scop se va solicita la întreprinderea furnizoare livrarea varului ambalat în saci, iar certificatul de calitate să fie însoțit de instrucțiunile de protecție ce trebuie respectate la operațiile de descărcare-manipulare, în conformitate cu prevederile normelor republicane de protecție a muncii, ediție 1975.

În scopul înlăturării acțiunii nocive a varului, la prepararea amestecului se va folosi echipament special compus din ochelari de protecție, masca de protecție și mănuși de cauciuc.

8.3. În cazuri speciale proiectantul împreună cu executantul lucrării vor stabili de comun acord măsuri speciale corespunzătoare în vederea asigurării condițiilor de protecția muncii.

[\[top\]](#)