

**NORMATIV
PRIVIND ÎMBUNĂȚIREA
TERENURILOR DE FUNDARE
SLABE PRIN PROCEDEE MECANICE**

Caietul VIII: Compactarea cu maiul foarte greu (între 5-20t)

CUPRINS

1. GENERALITĂȚI	188
2. DOMENIUL DE APLICARE	190
3. PREVEDERI GENERALE PRIVIND CONȚINUTUL PROIECTULUI DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A TERENULUI DE FUNDARE PRIN COMPACTARE CU MAIUL FOARTE GREU	191
4. EXECUTAREA COMPACTĂRII CU MAIUL FOARTE GREU	193
5. VERIFICAREA COMPACTĂRII CU MAIUL FOARTE GREU	195
6. ALTE PREVEDERI	196
Anexa 1. Verificări prin calcul dinamic a eficienței compactării cu maiul foarte greu	198
Anexa 2. Stabilirea elementelor tehnologice	204
Anexa 3. Utilaje de compactare cu maiul foarte greu	211
Anexa 4. Date privind lucrările de compactare experimentală cu maiul foarte greu	214
Anexa 5. Model privind conținutul işii tehnologice de execuție a compactării cu maiul foarte greu	220
Anexa 6. Fișe de înregistrare a execuției compactării cu maiul foarte greu	221
Anexa 7. Exemplu de calcul dinamic al compactării cu maiul foarte greu	223

1. GENERALITĂȚI

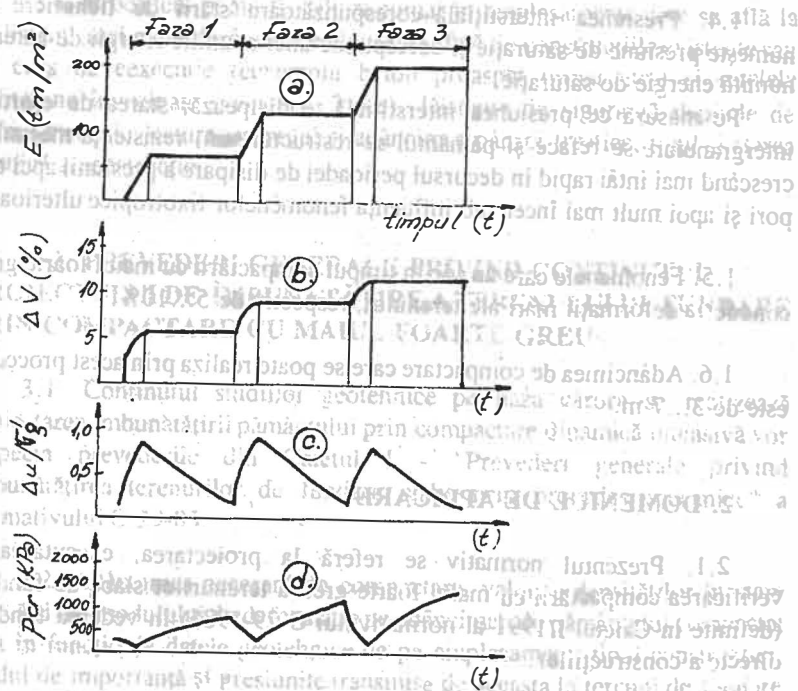
1.1. Compactarea cu maiul foarte greu este un procedeu folosit pentru sporirea capacității portante a terenurilor de fundare și pentru realizarea îndesării lor în adâncime, înainte de executarea construcțiilor pe aceste terenuri.

1.2. Compactarea cu maiul foarte greu constă în aplicarea de lovituri repetate pe aceeași amprență, cu un mai având uzual masa de 5...20 t, care cade de la înălțimi de 10...20 m (vezi Aneexa 1). Compactarea cu maiul supergreu (>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, înaintea fiecărei faze.

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.



Legendă:

- (a) Energia aplicată (E)
- (b) Variația de volum (ΔV)
- (c) Raportul dintre creșterea presiunii apei din pori și presiunea geologică efectivă. ($\Delta u / \sigma'g$)
- (d) Presiunea critică a terenului de fundare (p_{cr})

Fig. 1. Comportarea terenului de fundare în timpul compactării cu maiul foarte greu

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.

1.2. Compactarea cu maiul foarte greu constă în aplicarea de lovituri repetate pe aceeași amprentă, cu un mai având o greutate de 20 kg care cade de la înălțimea de 1 m.

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 I/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 $2 \mu\text{m}$): 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. Procedul 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.

3. PREVEDERI GENERALE PRIVIND CONȚINUTUL PROIECTULUI DE ÎMBUNĂȚIRE 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 poartă 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 lucrării (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 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. 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 tehnologici 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 execuție 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.

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 baterie - nodurile rețelei de baterie etc.);

- asigurarea mijloacelor de verificare după fiecare fază de compactare; stabilirea fluxului de baterie 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;

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 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 diferite 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 afănarea 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 apă pluvială se vor amenaja șanțuri sau drenuri de suprafață, perimetrice, 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 în domeniul compactării pământurilor.

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 zilnice și verificări pe amprentele stabilite de geotehnician.

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

b. Verificările pe amprentele 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 (h_{cnc}) 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 suplimentarea 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 deformare 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.

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 reazemă pe terenul compactat se poate face numai după avizul favorabil al comisiei care a efectuat recepția.

6.4. Măsuri de tehnică 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 maui supergreu se vor respecta prevederile din:

- Norme republicane de protecția muncii aprobate de Ministerul Sănătății și Ministerul 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 MCIInd. 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 mauiului 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 tăblițe avertizoare;
- Instruirea mecanicilor cu privire la înălțimea de ridicare, ritmul de batere, adâncimea de afundare a mauiului, 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.

VERIFICAREA PRIN CALCUL DINAMIC A EFICIENȚEI COMPACTĂRII CU MAIUL FOARTE GREU

Calculul dinamic al compactării cu maiul foarte greu se efectuează asemănător cu cel pentru maiul greu (Vezi normativul C 29/1-1991) și folosește la estimarea preliminară a eficienței procedeului compactării cu maiul foarte greu, înainte de a se deplasa utilajele pe teren. De asemenea aceste calcule se vor relua definitiv pe baza datelor rezultate din lucrările experimentale de la pct. 3.4 din normativ.

În continuare se vor folosi simbolurile: d - dinamic; s - static; c - compactare (solicitare); r - rezistență; M - datorat maiului.

Pentru utilajele de compactare prin baterie forța dinamică cu care acționează maiul asupra pământului este:

$$F_d = k \cdot F_s \quad (1/1)$$

respectiv efortul dinamic de compactare:

$$\sigma_{dM} = k \cdot \sigma_{sM} \quad (2/1)$$

unde: ρ este coeficientul de amplificarea dinamică care se ia:

$$\rho = 1 + \alpha \frac{H_M}{\Delta h_M} \quad (3/1)$$

H_M este înălțimea de cădere a maiului (în m);

Δh_M - tasarea terenului sub o lovitură (în cm);

α - coeficient care ține seama de masa de pământ antrenată de acțiunea maiului și se ia astfel:

$$d = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \quad (4/1)$$

unde m_1 este masa maiului, în tone;

$m_2 = 6.15 \cdot r \cdot R$ - masa pământ în interacțiunea cu maiul, în tone;

ρ - densitatea terenului înainte fiecărei lovituri, în t/m^3 ;

R - raza suprafeței bazei maiului, în m.

Valoarea lui Δh_M se stabilește experimental. Preliminar se pot folosi valorile din fig. 1/1.

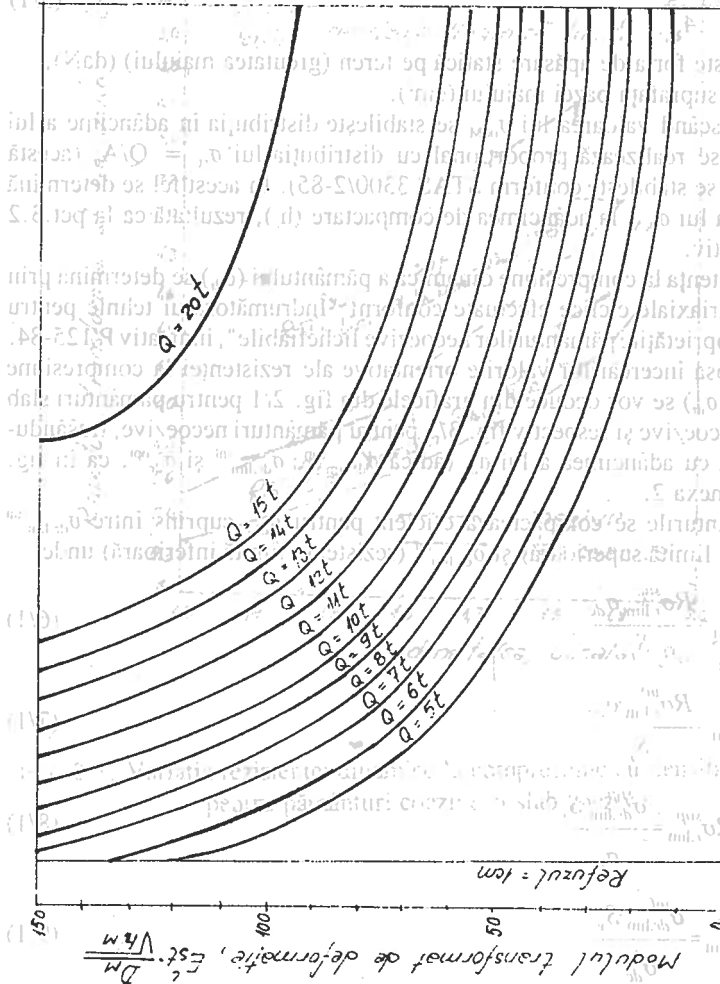


Fig. 1/1. Determinarea aproximativă a tasării terenului sub o lovitură cu maiul supergreu.

F_{si} - forța statică de acționare asupra terenului, în daN;
 σ_{siM} - efortul de compresiune dat de solicitarea statică, în kPa.
 Efortul dinamic maxim de compactare (σ_{dcM}^{max})

se va considera la suprafața terenului și se determină cu formula:

$$\sigma_{dcM}^{max} = \frac{f \cdot Q}{A_c} \quad (5/1)$$

unde: Q este forța de apăsare statică pe teren (greutatea maiului) (daN);
 A_c - suprafața bazei maiului (cm²).

Cunoscând valoarea lui σ_{dcM} se stabilește distribuția în adâncime a lui σ_{dcM} care se realizează proporțional cu distribuția lui $\sigma_{si} = Q/A_c$ (această distribuție se stabilește conform STAS 3300/2-85). În acest fel se determină și valoarea lui σ_{dcM} la adâncimea de compactare (h_c), rezultată ca la pct.3.2 din normativ.

Rezistența la compresiune dinamică a pământului (σ_{dr}) se determină prin încercări triaxiale ciclice efectuate conform "Îndrumătorului tehnic pentru studiul proprietăților pământurilor necoezive lichefiabile", indicativ P 125-84.

În lipsa încercărilor valorile orientative ale rezistenței la compresiune dinamică (σ_{dr}) se vor deduce din graficele din fig. 2/1 pentru pământuri slab coezive și coezive și respectiv fig. 3/1 pentru pământuri necoezive, trasându-se variația cu adâncimea a lui σ_{dr} (adică $\sigma_{dr,lim}^{sup}$, $\sigma_{dr,lim}^{inf}$ și $\sigma_{dr,opi}$, ca în fig. 4/2 din Anexa 2.

Pământurile se compactează eficient pentru σ_{dcM} cuprins între $\sigma_{dr,lim}^{sup}$ (rezistența limită superioară) și $\sigma_{dr,lim}^{inf}$ (rezistența limită inferioară) unde:

$$\sigma_{dc,lim}^{sup} = \frac{R\sigma_{r,lim}^{sup} \cdot \sigma_{dc}'}{S_r} \quad (6/1)$$

$$\sigma_{dc,lim}^{inf} = \frac{R\sigma_{r,lim}^{inf} \cdot \sigma_{dc}'}{S_r} \quad (7/1)$$

în care: $R\sigma_{r,lim}^{sup} = \frac{\sigma_{dr,lim}^{sup} \cdot S_r}{\sigma_{dc}'}$ (8/1)

$$R\sigma_{r,lim}^{inf} = \frac{\sigma_{dr,lim}^{inf} \cdot S_r}{\sigma_{dc}'} \quad (9/1)$$

unde: σ_{dc}' - este efortul efectiv de compactare, în daN/cm²;
 S_r - gradul de umiditate inițial.

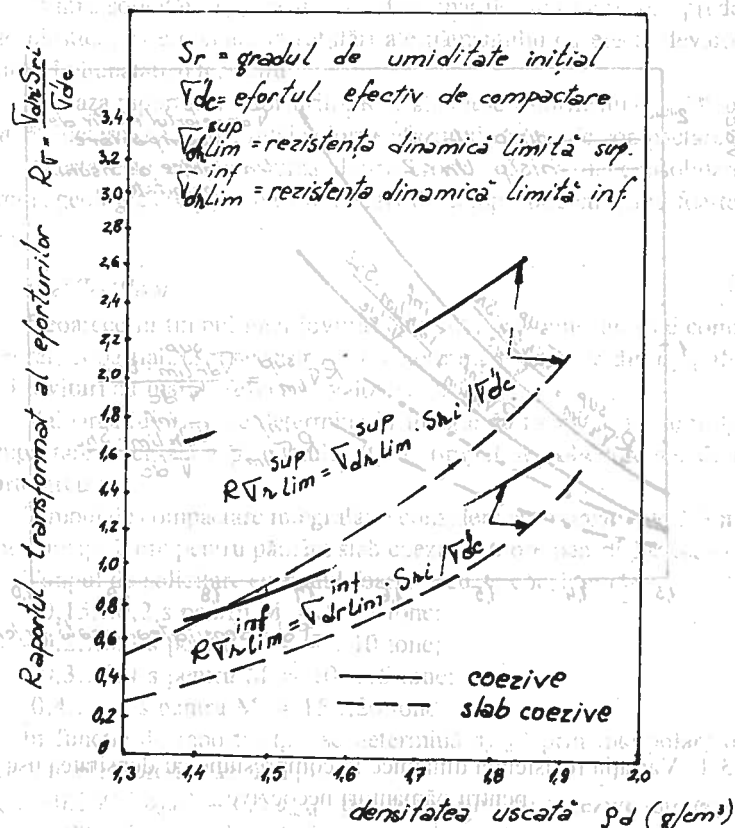


Fig. 2/1. Variația rezistenței dinamice la compresiune cu densitatea uscată pentru pământuri coezive și slab coezive

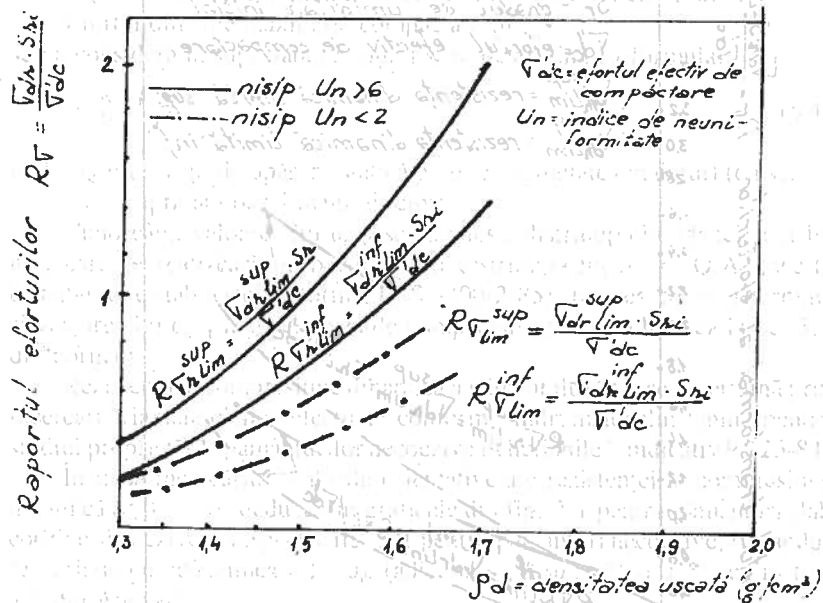


Fig. 3-1. Variația rezistenței dinamice la compresiune cu densitatea uscată pentru pământuri necoezive

În acest sens se repetă de câteva ori calculul cu formula (3-1) cu diferite valori ale lui h_{av} astfel ca pentru fiecare fază de compactare, pentru un strat de 2-3 m de deasupra adâncimii h_c diagrama de variație cu adâncimea a lui σ_{dcM} să se afle între diagramele lui $\sigma_{dr,lim}^{sup}$ și $v_{8.37}$

$\sigma_{dr,lim}^{mi}$ (ideal cât mai aproape de $\sigma_{dr,lim}^{sup}$ și $\sigma_{dr,lim}^{inf}$). Dacă utilajul ales

(respectiv maiul ales) nu permite îndeplinirea acestei condiții, se schimbă utilajul (maiul).

Pentru solicitări $\sigma_{dcM} < \sigma_{dr,lim}^{mi}$ deformațiile sunt nesemnificative și nu conduc la efecte importante de îmbunătățire.

Pentru solicitări $\sigma_{dcM} > \sigma_{dr,lim}^{sup}$ deformațiile sunt mari, dar predomină cele plastice, care conduc la refulări ale pământului cu efecte dezaforabile asupra îmbunătățirii terenului.

Pe baza raportului eforturilor R se stabilesc valorile lui $\sigma_{dr,lim}^{sup}$, $\sigma_{dr,lim}^{inf}$ și σ_{dr}^{opt} , determinând mai întâi valorile efortului efectiv de compactare (σ_{dc}').

Acesta este egal cu suma dintre efortul efectiv de consolidare sub sarcina geologică (σ_{cg}') și efortul efectiv de compactare cu maiul foarte greu (σ_{dcM}').

$$\sigma_{dc}' = \sigma_{cg}' + \sigma_{dcM}' \quad (10/1)$$

Deoarece în timpul unei lovituri cu maiul pământul nu este compactat integral, ci parțial, este necesar să se determine fracțiunea din σ_{dcM} aferentă unei lovituri cu maiul, respectiv valoarea lui σ_{dcM}' .

Valoarea lui σ_{dcM}' se determină în funcție de raportul dintre timpul de compactare integrală a pământului (t_c) și timpul de solicitare dat de maiul foarte greu (t_s).

Timpul de compactare integrală se consideră aproximativ de 2-3 minute pentru nisip, 2 ore pentru pământ slab coeziv și 6 ore pentru pământ coeziv.

Timpul de solicitare cu maiul foarte greu se consideră de:

- 0,15...0,2 s pentru $M = 5...7$ tone;
- 0,2...0,3 s pentru $M = 7...10$ tone;
- 0,3...0,4 s pentru $M = 10...15$ tone;
- 0,4...0,5 s pentru $M = 15...20$ tone/

În funcție de raportul t_c/t_s , se determină σ_{dcM}' prin interpolare liniară între limitele teoretice de mai jos:

$t_c/t_s = 10.000... \sigma_{dcM}' = 0,5 \sigma_{dcM}$ - pentru pământuri necoezive sau respectiv,

$t_c/t_s = 100.000... \sigma_{dcM}' = 0,5 \sigma_{dcM}$ - pentru pământuri slab coezive sau respectiv,

$t_c/t_s = 500.000... \sigma_{dcM}' = 0,5 \sigma_{dcM}$ - pentru pământuri coezive.

STABILIREA PELIMINARĂ A ELEMENTELOR TEHNOLOGICE

1. Determinarea energiei de compactare pentru o singură lovitură

Utilajul de compactare se alege potrivit datelor din Anexa 3 inclusiv masa maiului. Se pot alege și alte utilaje de compactat în spiritul prezentului normativ.

Adâncimea de compactare necesară se determină ca la pct. 3.2 din normativ.

Energia de compactare pentru o singură lovitură MH_M se stabilește (respectiv valoarea lui H_M^{max}), pornind de la adâncimea necesară de compactare, cu relația:

$$h_c^{nec} = k \sqrt{MH_M^{max}} \quad (1/2)$$

în care: h_c^{nec} - adâncimea de compactare necesară (m);

M - masa maiului (t) - vezi Anexa 3;

H_M^{max} - înălțimea maximă de ridicare a maiului (m);

k - coeficient al condițiilor de teren din amplasament care depinde de natura terenului, stratificație, grad de umiditate, porozitate, greutate volumică etc.

Valorile "k" se adoptă prin comparare cu lucrări executate în condiții similare.

În lipsa acestor elemente, orientativ, se pot adopta pentru "k" următoarele valori inițiale (pe baza cărora se determină valoarea lui h_c^{nec} și

respectiv $\epsilon = \frac{\Delta h_M}{h_c^{nec}}$):

- argile, umpluturi recente argiloase $k = 0,8$
- deșeuri de carieră $k = 0,7-0,8$
- alternanțe de argile cu nisipuri $k = 0,65-0,7$
- loess $k = 0,30-0,5$
- nisip fin și mijlociu $k = 0,5$.

Valoarea acestui coeficient se va adopta potrivit figurii 1/2 pe baza fracțiunii din amortizarea critică D_h , care se poate obține din graficele figura 2/2 în funcție de valoarea lui ϵ de mai sus.

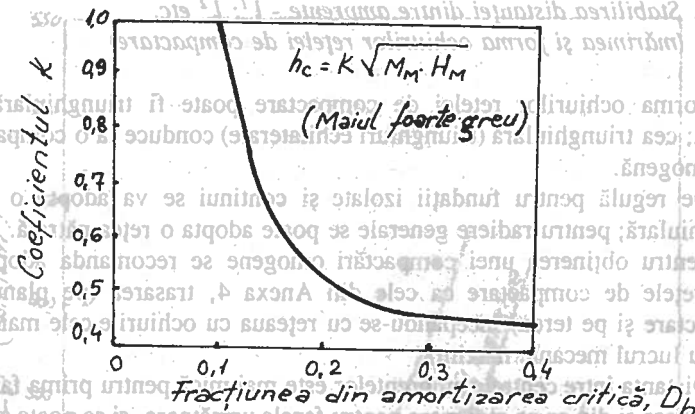


Fig. 2/2. Variația fracțiunii din amortizarea critică cu deformația ϵ pentru pământuri

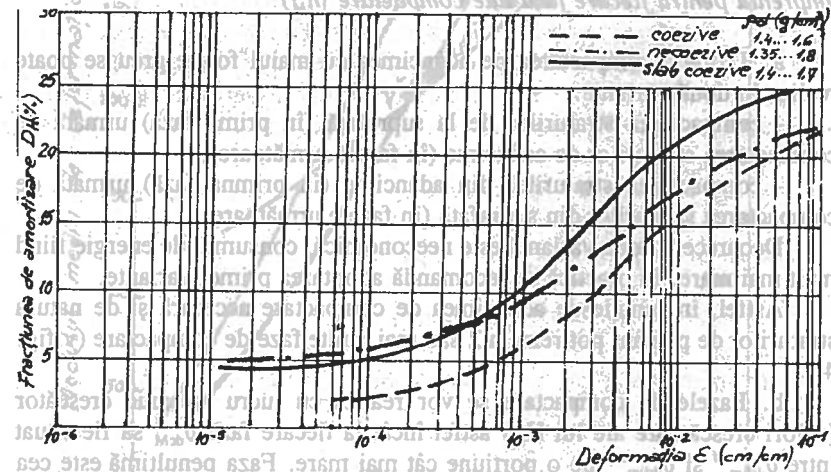


Fig. 3/2. Variația distanței dintre nodurile rețelei dde battere cu maiul foarte greu cu lucrul mecanic

2. Stabilirea distanței dintre amprente - l_1^1 ; l_1^2 etc.
(mărimea și forma ochiurilor rețelei de compactare)

Forma ochiurilor rețelei de compactare poate fi triunghiulară sau pătrată; cea triunghiulară (triunghiuri echilaterale) conduce la o compactare mai omogenă.

De regulă pentru fundații izolate și continui se va adopta o rețea triunghiulară; pentru radiere generale se poate adopta o rețea pătrată.

Pentru obținerea unei compactări omogene se recomandă adoptarea unor rețele de compactare ca cele din Anexa 4, trasarea (pe planul de compactare și pe teren) începându-se cu rețeaua cu ochiurile cele mai mari (pentru lucrul mecanic maxim).

Distanța între centrele amprentelor este mai mică pentru prima fază de compactare și din ce ce mai mare pentru fazele următoare, și se poate estima prin analogie cu lucrări executate în condiții similare. De asemenea această distanță se poate stabili orientativ pe baza curbei din figura 3/2.

3. Numărul de faze de compactare (i) și numărul de lovituri pe aceeași amprentă pentru fiecare fază de compactare (n_{if})

a. Teoretic compactarea pe adâncimea cu maiul foarte greu se poate realiza în două variante:

- compactarea straturilor de la suprafață (în prima fază) urmată de compactarea straturilor de adâncime (în fazele următoare);
- compactarea straturilor din adâncime (în prima fază) urmată de compactarea straturilor din suprafață (în fazele următoare).

Deoarece a doua variantă este neeconomică, consumul de energie fiind mult mai mare, în practică se recomandă adoptarea primei variante.

Astfel, în funcție de adâncimea de compactare necesară și de natura straturilor de pământ pot rezulta 2 sau mai multe faze de compactare (v. fig. 4/2).

b. Fazele de compactare se vor realiza cu lucru mecanic crescător (valori crescătoare ale lui H_M) astfel încât la fiecare fază σ_{dcM} să fie situat între σ_{drim}^{inf} și σ_{drim}^{sup} pe o porțiune cât mai mare. Faza penultimă este cea la care s-a obținut adâncimea de compactare necesară (respectiv pentru care h_c, h_{cnc} - vezi fig. 4/2).

Pentru fiecare fază de compactare se va stabili valoarea σ_{di} , care este valoarea de la adâncimea corespunzătoare lui σ_{dcM}^{med} (vezi fig. 4/2) în funcție de care se stabilește numărul de lovituri ca mai jos.

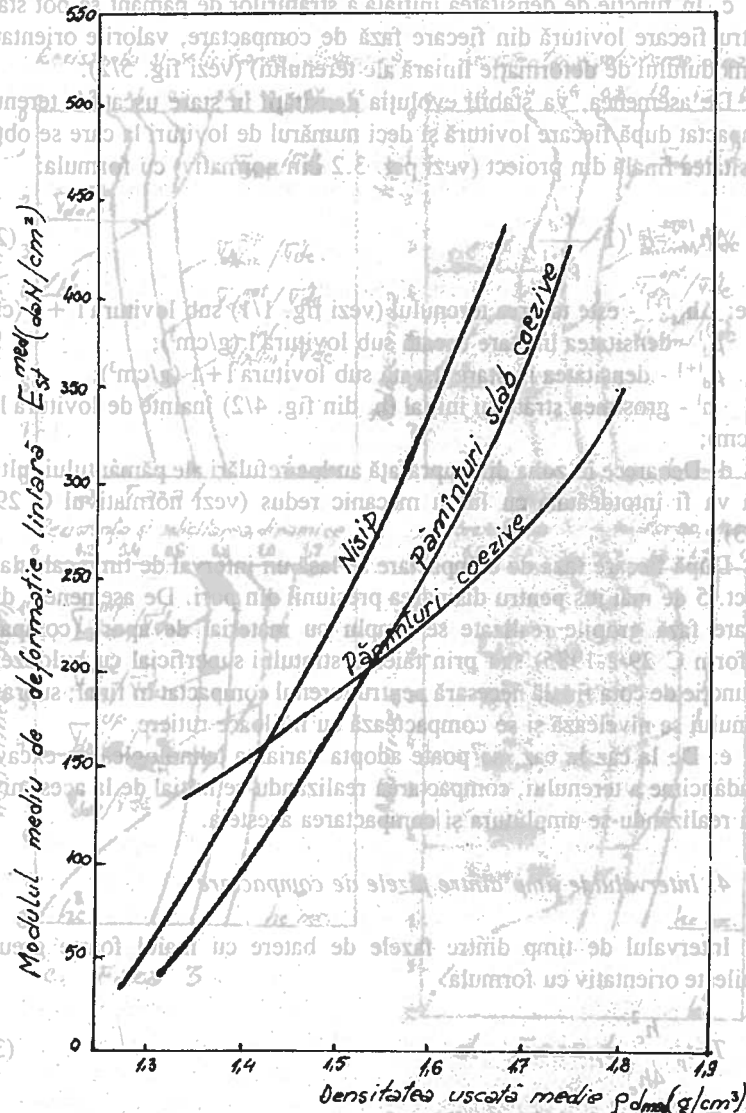


Fig. 5/2. Variația orientativă a modulusului de deformare liniară cu densitatea uscată medie pentru pământuri

c. În funcție de densitatea inițială a straturilor de pământ se pot stabili pentru fiecare lovitură din fiecare fază de compactare, valorile orientative ale modulului de deformare liniară ale terenului (vezi fig. 5/2).

De asemenea, va stabili evoluția densității în stare uscată a terenului compactat după fiecare lovitură și deci numărul de lovituri la care se obține densitatea finală din proiect (vezi pct. 3.2 din normativ) cu formula:

$$\Delta h_M^{l+1} = h^l \left(1 - \frac{f_d}{f_d'}\right) \quad (2/2)$$

unde: Δh_M^{l+1} - este tasarea terenului (vezi fig. 1/1) sub lovitura l + 1 (cm);

ρ_d^l - densitatea în stare uscată sub lovitura l (g/cm^3);

ρ_d^{l+1} - densitatea în stare uscată sub lovitura l+1 (g/cm^3);

h^l - grosimea stratului inițial (h_c din fig. 4/2) înainte de lovitura l + 1 (în cm);

d. Deoarece în zona din suprafață au loc refulări ale pământului ultima fază va fi întotdeauna cu lucru mecanic redus (vezi normativul C 29/2-1983).

După fiecare fază de compactare se lasă un interval de timp calculat ca la pct. 5 de mai jos pentru disiparea presiunii din pori. De asemenea, după fiecare fază gropile realizate se umplu cu material de aport (compactat conform C 29/2-1985) sau prin tăierea stratului superficial cu buldozerul, în funcție de cota finală necesară pentru terenul compactat în final; suprafața terenului se nivelează și se compactează cu mijloace rutiere.

e. De la caz la caz, se poate adopta varianta tehnologică de excavare pe adâncime a terenului, compactarea realizându-se inițial de la acest nivel, apoi realizându-se umplutura și compactarea acesteia.

4. Intervalul de timp dintre fazele de compactare

Intervalul de timp dintre fazele de batere cu maiul foarte greu se stabilește orientativ cu formula:

$$T = t_p \cdot \frac{h_c^2}{4h_e^2} \cdot c \quad (3/2)$$

unde T este numărul de zile dintre faze; va stabili valoarea σ_{cr} care este

valoarea t_p - timpul de consolidare primară a pământului încercat în edometru

1 (ore); de care se va stabili valoarea σ_{cr} care este

Fig. 4/2. Stabilirea numărului de faze pentru compactarea cu maiul foarte greu

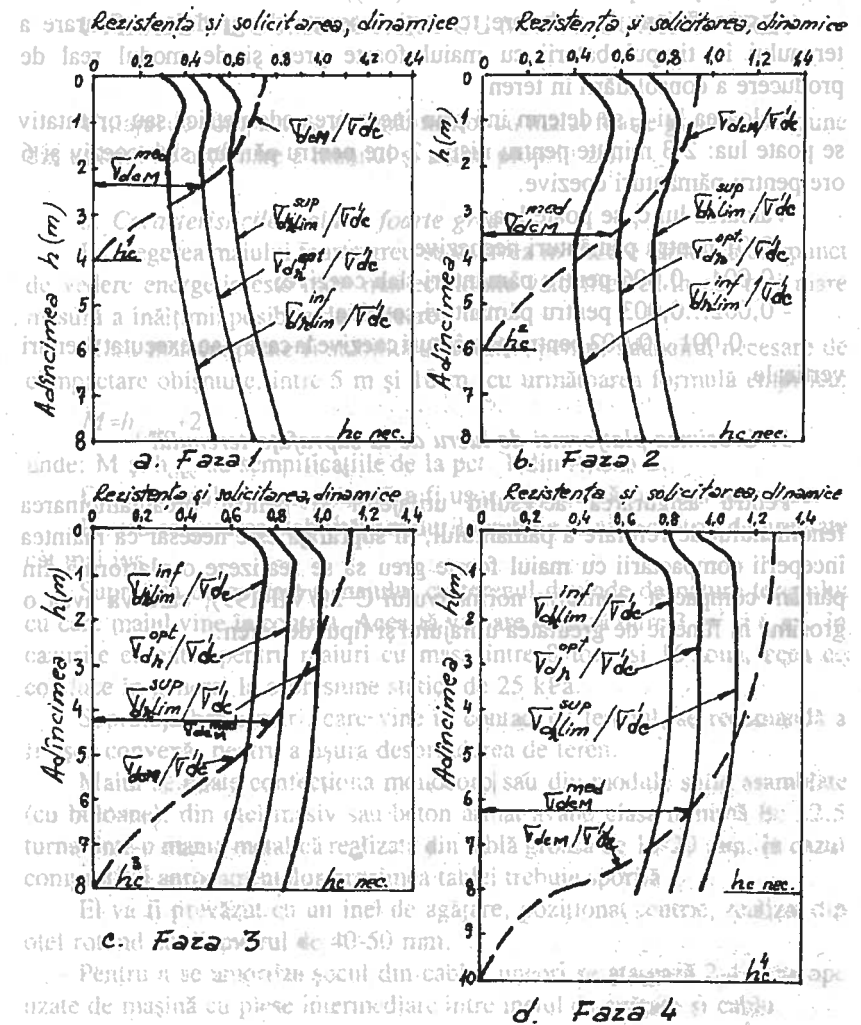


Fig. 4/2. Stabilirea numărului de faze pentru compactarea cu maiul foarte greu

h_c - adâncimea de compactare corespunzătoare fazei (cm) (vezi fig. 4/2)

h_e - înălțimea probei din edometru (cm);

c_p - coeficient de reducere, care ține seama de gradul de fisurare a terenului în timpul baterii cu maiul foarte greu și de modul real de producere a consolidării în teren.

Valoarea lui t_p se determină prin încercarea edometrică sau orientativ se poate lua: 2-3 minute pentru nisip, 2 ore pentru pământ slab coeziv și 6 ore pentru pământuri coezive.

Valoarea lui c , se poate lua:

- 0,01 pentru pământuri necoezive

- 0,004...0,006 pentru pământuri slab coezive;

- 0,002...0,003 pentru pământuri coezive;

- 0,001...0,002 pentru pământuri coezive la care s-au executat drenuri verticale.

5. Grosimea platformei de lucru de la suprafața terenului

Pentru asigurarea accesului utilajelor și pentru preântâmpinarea fenomenului de refluxare a pământului, în suprafață este necesar ca înaintea începerii compactării cu maiul foarte greu să se realizeze o platformă din pământ compactat (conform normativului C 29/VII-199), care va avea o grosime în funcție de greutatea utilajului și tipul de teren.

e. De la început se poate adopta varianta de realizare pe adâncime a terenului, compactându-se realizându-se în același timp, apoi realizându-se amplasarea și compactarea acestuia.

Intervali de timp dintre fazele de baterii cu maiul foarte greu se stabilesc orientativ cu formula:

unde T este numărul de zile dintre faze:

(ore):

UTILAJE DE COMPACTARE CU MAIUL FOARTE GREU

Utilajul de compactare a pământurilor cu maiul foarte greu se compune din utilajul de acționare a maiului și maiul propriu-zis.

a. Caracteristicile maiului foarte greu

La alegerea maiului foarte greu se va avea în vedere faptul că din punct de vedere energetic este mult mai economic valorificarea în cât mai mare măsură a înălțimii posibile de ridicare.

Masa maiului poate fi stabilită orientativ, pentru adâncimi necesare de compactare obișnuite, între 5 m și 10 m, cu următoarea formulă empirică:

$$M = h_{c, nec} + 2$$

unde: M și $h_{c, nec}$ au semnificațiile de la pct. 1 din Anexa 2.

Forma maiului se recomandă a fi ușor tronconică cu baza mare jos.

Pentru asigurarea stabilității maiurii trebuie să aibă centrul de greutate cât mai jos.

Suprafața de contact a maiului cu terenul depinde de natura terenului cu care maiul vine în contact. Această valoare variază între 3 m² și 6 m², în cazurile curente, pentru maiuri cu masa între 8 tone și 16 tone, ceea ce conduce în general la o presiune statică de 25 kPa.

Suprafața bazei mari, care vine în contact cu terenul, se recomandă a fi ușor convexă, pentru a ușura desprinderea de teren.

Maiul se poate confecționa monocorp sau din module solid asamblate (cu buloane), din oțel masiv sau beton armat având clasa minimă Bc 22,5 turnat într-o manta metalică realizată din tablă groasă de 15-20 mm; în cazul compactării anrocamentelor grosimea tablei trebuie sporită.

El va fi prevăzut cu un inel de agățare, poziționat centric, realizat din oțel rotund cu diametrul de 40-50 mm.

Pentru a se amortiza șocul din cablu, uneori se atașează 2-4 anvelope uzate de mașină cu piese intermediare între inelul de agățare și cablu.

b. Caracteristicile utilajului de acționare

Pentru acționarea maiului foarte greu se folosesc utilaje de ridicare de uz general (macarale, excavatoare utilizate pentru ridicare) sau special concepute.

Între energia de compactare pentru o singură lovitură și lucrul mecanic în regim dinamic al macaralei trebuie să existe relația;

$$L_{din} \geq (MH_M)_{necesar} \quad (1/3)$$

Pentru aprecierea lucrului mecanic în regim dinamic L_{din} , în funcție de lucrul mecanic în regim static L_{st} , caracteristic macaralelor, se va folosi relația empirică:

$$L_{din} = (0,12 \dots 0,15)L_{st} \quad (2/3)$$

Acestea trebuie să prezinte următoarele caracteristici:

- să aibe ambreiajul troluiului cu fricțiune, pentru a permite eliberarea instantanee a maiului asigurându-se căderea liberă; pentru reducerea solicitărilor utilajului este posibilă și folosirea unor dispozitive speciale pentru decuplare manuală sau automată a mâiului la înălțimea de batere stabilită;

- să aibe posibilitatea ridicării pe un singur fir, iar cablul să fie de tip antigratoriu;

- înălțimea de ridicare maximă să fie de peste 10 m;

- viteza de ridicare să fie mare, pentru scurtarea ciclului de batere (să se asigure 2-3 lovituri/minut);

- să asigure o bună manevrabilitate și mobilitate;

- brațul utilajului folosit trebuie să aibă lungimea suficientă pentru ca la înălțimea de batere maximă să fie asigurată zona de gardă (de influență) pentru stabilitatea utilajului;

- masa utilajului folosit să fie suficient de mare pentru a fi stabil în timpul acționării maiului foarte greu.

c. Exemple de utilaje folosite până în prezent în România

- Draglină Zomag, adaptată cu macara cu sarcină maximă de 20 t; s-a ridicat un mai de 10 t la 5-6 m înălțime; s-a folosit la pasajul de pe D.N. 22 B la Midia și la Hala de reparații a bazei tehnice din portul Constanța.

- Macara Zomag cu sarcina maximă de 16 t; s-a ridicat un mai de 10 t la 8 m înălțime; s-a folosit la Estacada pentru benzi transportoare în portul Constanța.

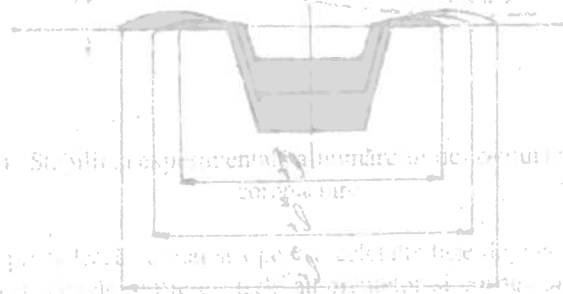
- Macara pe șenile tip Zomag cu sarcina maximă de 40 t; s-a ridicat un mai de 10 t la 15 m înălțime; s-a folosit la platforma calei de reparații de la Atelierul Naval Sulina.

- Macara F 2508 cu sarcina maximă de 60 t echipată cu un mai de 10t,

înălțimea de cădere fiind de 22-25 m; s-a folosit la Combinatul Chimic Giurgiu, Întreprinderea Textilă Galați SN Hârșova, CIC Năvodari, Fabrica de Zahăr Năvodari și Babadag etc.

- Macara de 30,5 t echipată cu mai de 8 t ridicat la 10-15 m, folosită la C.S. Călărași.

- Macara F 1252 cu sarcina maximă de 20 t, lăsat liber să cadă de la 15 m înălțime; s-a folosit la blocuri de locuințe în orașul Călărași.



ANEXA 4

**DATE PRIVIND LUCRĂRILE DE COMPACTARE
EXPERIMENTALĂ CU MAIUL FOARTE GREU**

1. Amplasamentul poligonului experimental se alege în condițiile pct. 3.5 din normativ, iar utilajul se alege potrivit calculelor preliminare efectuate conform Anexei 1 și Anexei 2.

2. Lucrări experimentale efectuate pe un amplasament separat

Aceste lucrări se efectuează pentru un teren pentru care nu s-au mai executat compactări cu maiul foarte greu, sau, deși s-au executat, urmează a se realiza obiecte multiple și se desfășoară astfel:

a. Pe terenul decapat și pregătit pentru experimentări se execută o amprentă de probă pentru stabilirea distanței dintre centrele amprentelor (dimensiunea ochiurilor rețelei de compactare - vezi fig. 1/4) astfel:

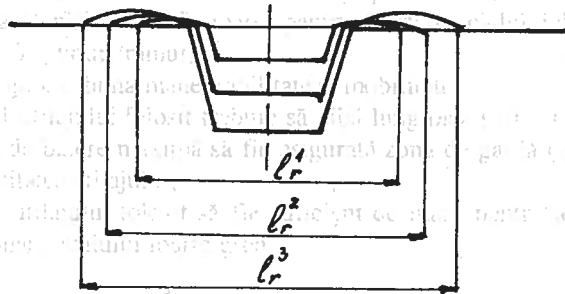


Fig. 1/4. Stabilirea experimentală a distanței dintre ochiurile rețelei (l_r) pe faze de compactare

- cu lucrul mecanic calculat pentru prima fază se măsoară topometric, la 3-5 lovituri, atât tasarea centrului amprenteii cât și umflarea terenului din jurul acesteia, pe plăcuțe - reperi montate din 25 în 25 cm distanță față de marginile amprenteii cât și din 25 în 25 cm distanță față de marginile amprenteii, până la obținerea refuzului, care se consideră de 1 cm pentru tasare.

b. După obținerea refuzului se trasează diagrama din fig. 2/4 și se stabilește numărul de lovituri pentru prima fază:

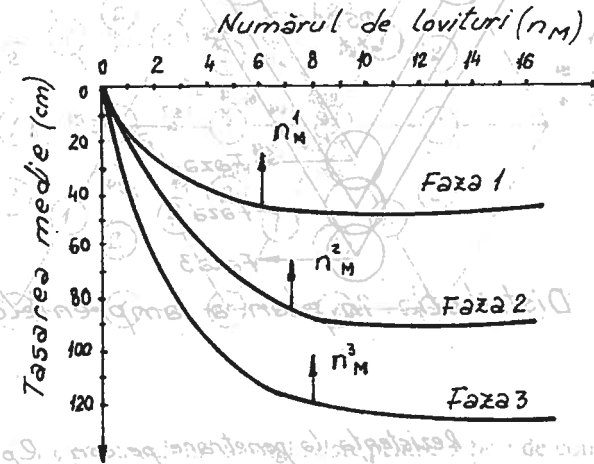
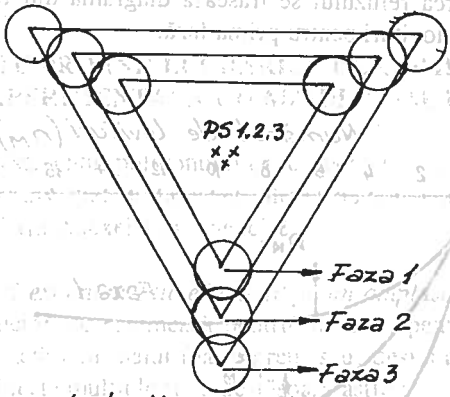


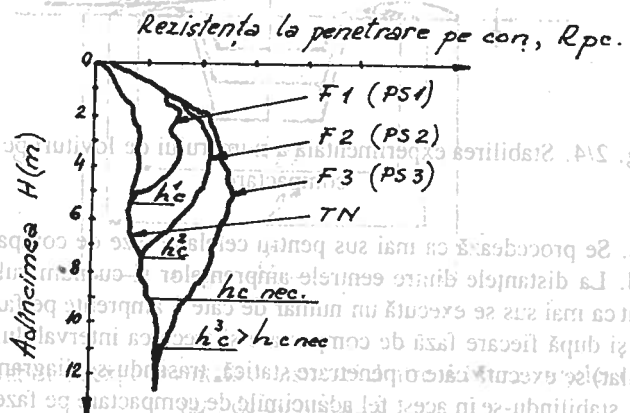
Fig. 2/4. Stabilirea experimentală a numărului de lovituri pe faze de compactare

c. Se procedează ca mai sus pentru celelalte faze de compactare.

d. La distanțele dintre centrele amprentelor și cu numărul de lovituri stabilit ca mai sus se execută un număr de câte 3 amprente pe fază (vezi fig. 3a/4) și după fiecare fază de compactare și trecerea intervalului dintre faze (calculat) se execută câte o penetrare statică, trasându-se diagramele din fig. 3 b/4, stabilindu-se în acest fel adâncimile de compactare pe faze și numărul de faze.



a. Distribuția în plan a amprentelor.



b. Stabilirea numărului de faze.

Fig. 3/4. Stabilirea adâncimilor de compactare pe faze și a numărului de faze
 e. Se trasează în continuare o parcelă experimentală ca cea din fig. 4 a/4 sau 4 b/4 sau 4 c/4, după caz și se montează piezometrele Pz 1 și Pz 2;

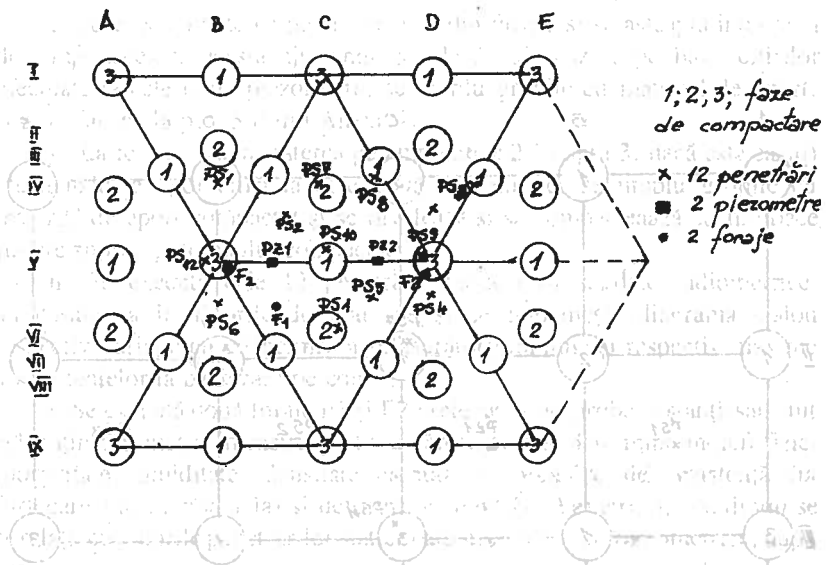


Fig. 4a/4. Rețea cu ochiuri triunghiulare pentru 3 faze de compactare cu maiul foarte greu

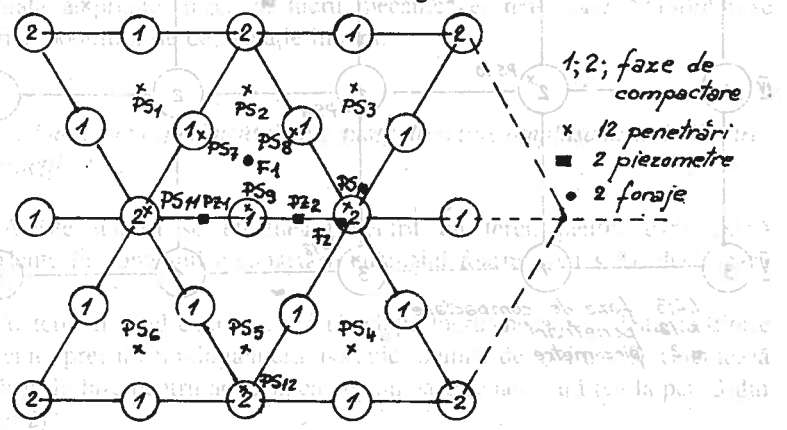


Fig. 4b/4. Rețea cu ochiuri triunghiulare pentru 2 faze de compactare cu maiul foarte greu

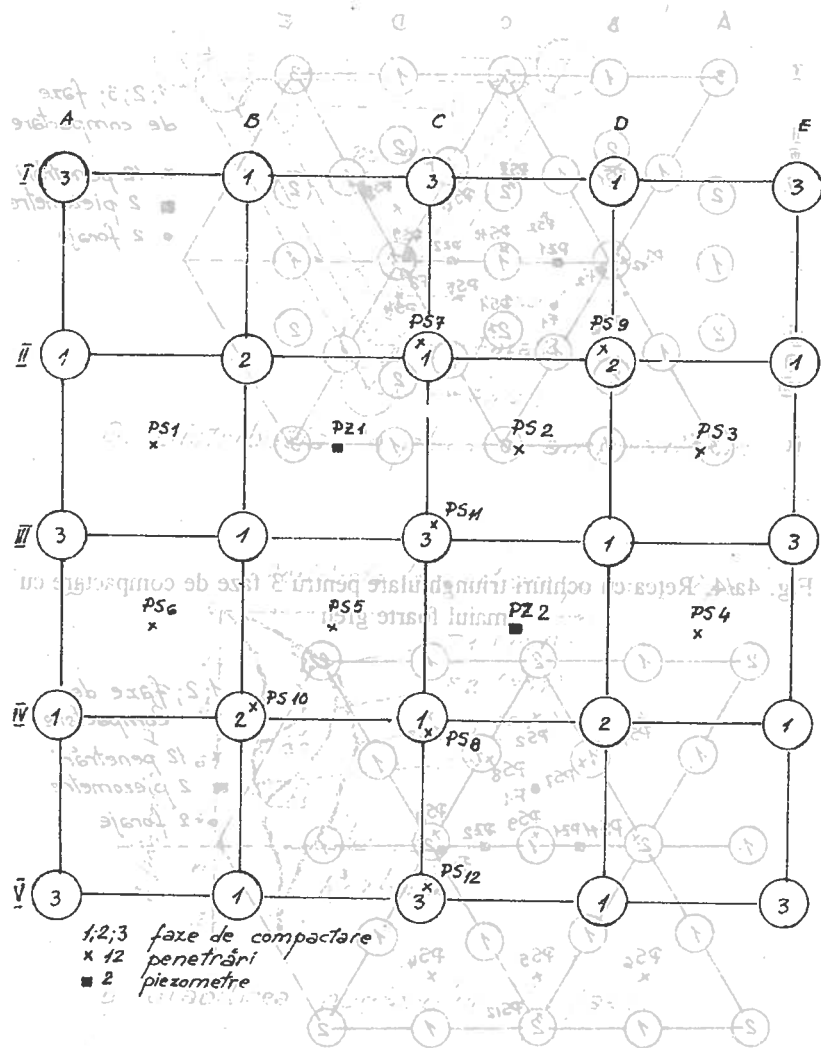


Fig. 4c/4. Rețea cu ochiuri pătrate pentru 3 faze de compactare cu maulul foarte greu

f. Se execută baterea pe amprente din faza 1 și se așteaptă intervalul de timp necesar, acesta ajustându-se, dacă este cazul, pe baza citirilor efectuate la cele două piezometre; se umplu gropile cu material de aport, compactat, ca la pct. 3 d din Anexa 2.

g. La fel se execută baterea pe amprente 2 (și apoi 3, dacă este cazul) efectuându-se apoi citiri la cele două piezometre; se umplu gropile cu material de aport compactat și se nivelează și se compactează cu mijloace rutiere suprafața terenului compactat;

h. Se execută cele 12 penetrări statice (sau sondaje radiometrice) amplasate ca în figurile de mai sus și se întocmește diagrama etalon respectiv variația cu adâncimea a înfășurătorii minime și respectiv maxime a rezistențelor la penetrare pe con.

i. Se execută două foraje F1 și F2 prelevându-se probe la ștanță sau ștuț cel puțin din metru în metru pe baza cărora se vor determina indicii fizici (porozitate, umiditate, densitate uscată) și mecanice de rezistență (la forfecare sau monoaxială) și deformație (moduli edometrici), stabilindu-se corelații cu valorile penetrărilor statice (sau măsurătorilor radiometrice, după caz).

j. Se realizează două încărcări pe placă, una între amprente și una pe suprafața amprente fazei cu lucru mecanic cel mai mare, stabilindu-se valorile modulilor de deformație liniară.

3. Lucrările experimentale efectuate direct pe amplasamentul viitoarei construcții

Aceste lucrări se efectuează pentru un teren pentru care există experiențe în domeniul compactării cu maulul foarte greu și se desfășoară astfel:

a. terenul fiind cunoscut există relația lucru mecanic - distanță dintre amprente, precum și relația lucru mecanic - număr de lovituri. Se calculează numărul de faze pentru adâncimea de compactare necesară (ca la pct. 3 din Anexa 2);

b. se trasează direct pe amplasamentul construcției o parcelă experimentală ca cea din fig. 4 a/4 sau 4 b/4, după caz și se montează piezometrele Pz 1 și Pz 2;

c. în continuare se efectuează lucrările ca la pct. 2 d - 2 j.

**MODEL
PRIVIND CONȚINUTUL FIȘEI TEHNOLOGICE DE EXECUTARE
A COMPACTĂRII CU MAIUL FOARTE GREU**

Fișa tehnologică de execuție a compactării cu maiul foarte greu. (vezi normativul C 291-1991 pct. 1.5) trebuie să conțină adaptarea prevederilor din normativ la lucrarea concretă care trebuie executată în funcție de condițiile specifice de realizare, precizând și detaliind datele tehnice și tehnologice.

Ea trebuie să conțină următoarele capitole:

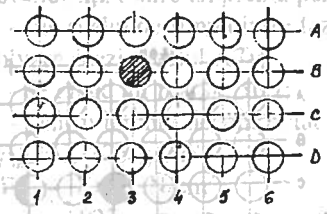
1. Definierea și domeniul de utilizare al compactării cu maiul foarte greu;
2. Descrierea lucrărilor pregătitoare și a caracteristicilor geotehnice ale terenului de fundare;
3. Precizarea și descrierea utilajelor de execuție;
4. Descrierea detaliată a fazelor tehnologice în ordinea lor cronologică;
5. Precizarea metodelor de verificare și recepție a lucrărilor, a aparatului și instalațiilor folosite și a punctelor din teren;
6. Indicatorii tehnico-economici (formații de lucru, productivități, costuri materiale).

**FIȘA DE ÎNREGISTRAREA COMPACTĂRII CU MAIUL FOARTE GREU
PENTRU AMPRENTA NR.**

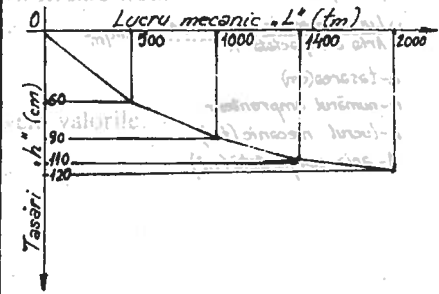
La construcția *Atelier de reparat nave*
din localitatea *Sulina*
Utilajul folosit *Zemag*
Greutatea maiului *7-10 tf*
Cota reperului *5,00*... Data compactării *10.VIII.1981*

Faza Înălțimea de cădere "H" (m)	Numărul de lovituri pe amprență			Cota fondului gropii	Tasarea (cm)		Lucrul mecanic L [*] (tm)		Observații
	simple	cumulate	5		6	7	8		
								2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
-	-	-	4,20	-	-	-	-	-	Cota teren natural
10,0	5	5	3,60	60	60	500	500		
10,0	5	10	3,30	30	30	500	1000		
8,0	5	15	3,10	20	110	400	1400		
10,0	6	21	3,00	10	120	600	2000		

schită cu amplasamentul amprenței



Diagramă tasare-lucru mecanic



Anexa 6
Fișa nr. 2

Proiectant.....
Executant.....

TASAREA MEDIE PE AMPRENTĂ ȘI LUCRUL MECANIC/M²
ARIE COMPACTATĂ.....

La construcția: *Atelier de reparat nave*
din localitatea: *Sulina*

Amprentă	Tasarea (cm)	Lucrul mecanic (tm)	Amprentă	Tasarea (cm)	Lucrul mecanic (tm)	Amprentă	Tasarea (cm)	Lucrul mecanic (tm)
A ₁	140	3000	B ₅	105	2500	D ₃	90	3000
A ₂	120	2500	B ₆	115	2550	D ₄	110	3050
A ₃	130	2800	C ₁	115	2800	D ₅	140	3350
A ₄	100	2700	C ₂	130	3200	D ₆	110	3100
A ₅	120	3500	C ₃	120	3250			
A ₆	100	2200	C ₄	105	3000			
B ₁	80	1900	C ₅	140	3300			
B ₂	100	2050	C ₆	100	2800			
B ₃	120	2000	D ₁	110	2750			
B ₄	140	3050	D ₂	120	3250			
TOTAL Σ							2760	68050

a) Tasarea medie $\frac{\Sigma h}{n} = \frac{114}{n}$ cm

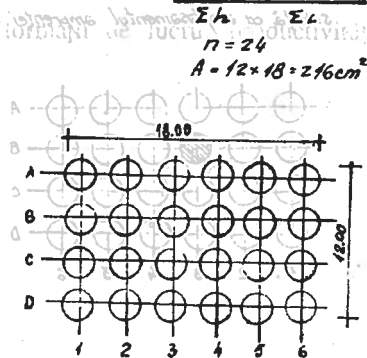
b) Lucrul mecanic $\frac{\Sigma L}{A} = \frac{314}{A}$ tm/m²

h - tasarea (cm)

n - numărul amprentelor

L - lucrul mecanic (tm)

A - aria compactată (m²)



EXEMPLU DE CALCUL DINAMIC AL COMPACTĂRII CU
MAIUL FOARTE GREU

- Se dau:

- materialul de compactat: nisip hidromecanizat de Năvodari:

$$F_{st}^i = 100 \text{ daN/cm}^2$$

$$\rho_{di} = 1,375 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_s = 2,65 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{dmax} = 1,66 \text{ g/cm}^3$$

$$e_i = \frac{\rho_s}{\rho_{di}} - 1 = \frac{2,65}{1,375} - 1 = 0,927$$

$$\omega = 0,08 \text{ (la 0 m); } 0,10 \text{ (la 3,0 m); } 0,14 \text{ (la 4,5 m); } 0,14 \text{ (la 6,0 m);}$$

$$\rho_i = \rho_{di}(1 + \omega) = 1,485 \text{ g/cm}^3$$

- Se impune prin proiect:

$$\rho_{dmed}^f = 1,55 \text{ g/cm}^3; F_{stmed}^f = 250 \text{ daN/cm}^2; D_{fmed} = 93\%; h_{cnc} = 6 \text{ m}$$

- Se cer:

- greutatea maiului;

- numărul de faze de compactare pentru atingerea lui h_{cnc} ;

- înălțimea de cădere și numărul de lovituri ale maiului pentru fiecare fază de compactare;

- distanța dintre amprentă pentru fiecare fază;

- intervalul de timp dintre faze.

Rezolvare (vezi tabelul A7):

- se alege un mai de 10 t;

- pentru terenul necompactat avem valorile:

$$15) \rho_{di} = 1,375 \text{ g/cm}^3$$

$$16) F_{st}^i = 100 \text{ daN/cm}^2$$

$$17) e_i = 0,927$$

$$18) w = 0,08$$

$$19) \rho_i = 1,485 \text{ g/cm}^3$$

20) $D_i = 0,828$

21) Se determină înălțimea de cădere a maiului pentru a se obține $h_{cnc} = 6m$.

- cu formula (1/2) din Anexa 2 avem:

$$h_c^{nec} = k \sqrt{M \cdot H_M^{max}}$$

$$H_M^{max} = \frac{0,36}{0,5^2 \cdot 10} = 14,4 \text{ m}$$

Din fig. 1/1 (Anexa 1):

$$F_{st}^i \frac{D_M}{\sqrt{H_M}} = 100 \frac{2,25}{\sqrt{14,4}} = 59,3 \quad \text{fig. 1/1} \quad \Delta h_M = 9,9 \text{ cm}$$

$$\epsilon = \frac{9,9}{600} = 0,0165 = 1,65 \cdot 10^{-2} \quad \text{fig. 2/2} \quad Dh = 18\% = 0,18$$

$$\text{fig. 1/2} \rightarrow k = 0,54 \rightarrow H_M^{max} = \frac{36}{0,54^2 \cdot 10} = 12,3 \text{ m} \approx 12 \text{ m}$$

Se adoptă $H_M^{max} = 12 \text{ m}$ și se verifică dacă se poate face compactarea:

Faza 1:

- pentru prima lovitură cu maiul avem (formula 3/1):

$$1. \psi = 1 + \sqrt{1 + \frac{2d \cdot H_M}{\Delta h_M}}$$

$$F_{st}^i \frac{D_M}{\sqrt{H_M}} = 100 \frac{2,25}{\sqrt{12}} = 65 \quad \text{fig. 1/1} \quad \Delta h_M = 8,2 \text{ cm}$$

$$\alpha = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{10}{10 + 13} = 0,435$$

$$m_2 = 6,15 \cdot 1,485 \cdot 1,125^3 = 13 \text{ t}$$

$$\psi = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 0,435 \cdot 1200}{8,2}} = 11,7$$

2. $\psi Q = 11,7 \cdot 10000 = 117000 \text{ daN}$

3. $F' = 65 \text{ daN/cm}^2$

4. $\Delta h_M = 8,2 \text{ cm}$

5. $\epsilon = \frac{\Delta h_M}{h_c} = \frac{8,2}{600} = 0,0137 = 1,37 \cdot 10^{-2}$	(m)
6. $S_n = \frac{f_s \cdot w}{l} = 0,22$ (la 0 m)	
$= 0,285$ (la 1,5 m)	
$= 0,343$ (la 3,0 m)	
$= 0,4$ (la 4,5 m)	
$= 0,4$ (la 6,0 m)	
7. $H_M = 1200 \text{ cm}$	
8. $\sigma_{dcM}^{max} = \frac{\psi Q}{A_c} = \frac{11,7 \cdot 10000}{3,14 \cdot 225^2} = 2,94 \text{ daN/cm}^2$	

9. $t_s = 0,3$ (Anexa 1); $t_c = 2,5 \text{ min} = 150 \text{ s}$ (Anexa 1)

10. $t_c/t_s = 150/0,3 = 500$

11. $t_c/t_s = 1 \dots \sigma_{dcM} = 1 \sigma_{dcM}$

$t_c/t_s = 500 \dots \sigma_{dcM}' = x \sigma_{dcM} = 0,975 \sigma_{dcM}$

$t_c/t_s = 10000 \dots \sigma_{dcM}' = 0,5 \sigma_{dcM}$

$\sigma_{dcM}' = 0,975 \times 2,94 = 2,87 \text{ daN/cm}^2$

Avem:

Din sarcina statică a maiului (vezi STAS 3300/2-1985):

$$\sigma_{st}^{max} = \frac{10000}{3,14 \cdot 225^2} = 0,25 \text{ daN/cm}^2$$

static ($h_c = 3,0 \text{ m}$)

Dinamic ($h_c = 6,0 \text{ m}$)

$0 \cdot h_c \rightarrow \sigma_{st}' = 0,25 \dots$

$\sigma_{dcM} = 2,94 \quad \sigma_{dcM}' = 2,87$

$\frac{1}{4} h_c \rightarrow \sigma_{st}' = 0,24 \dots$

$x = 2,82 \quad \sigma_{dcM}' = 2,755$

$\frac{1}{2} h_c \rightarrow \sigma_{st}' = 0,16 \dots$

$x = 1,88 \quad \sigma_{dcM}' = 1,84$

$\frac{3}{4} h_c \rightarrow \sigma_{st}' = 0,07 \dots$

$x = 0,82 \quad \sigma_{dcM}' = 0,8$

H(m)	$\sigma'_g = \gamma H$	$\sigma'_{dc} = \sigma'_g + \sigma'_{dcM}$	$\frac{\sigma'_{dcM}}{\sigma'_{dc}}$	$\frac{\sigma'_{dr.lim}^{sup}}{\sigma'^{klc}}$	$\frac{\sigma'_{dr.lim}^{inf}}{\sigma'^{klc}}$	s_r
0	0	2,87	1,02	1,36	0,91	0,22
1,5	0,23	2,985	0,95	1,05	0,70	0,285
3,0	0,45	2,29	0,825	0,875	0,583	0,343
4,5	0,68	1,48	0,56	0,75	0,5	0,4
6,0	0,90	0,90	0,5	0,75	0,5	0,4

(11) (13) (13')

12. fig. 3/1

$$R\sigma_M^{sup} = 0,3 \quad R\sigma_r^{inf} = 0,2$$

$$\rho_d = 1,375$$

Deci se verifică condiția: $\frac{\sigma'_{dr.lim}^{inf}}{\sigma'^{klc}} < \frac{\sigma'_{dcM}}{\sigma'^{klc}} < \frac{\sigma'_{dr.lim}^{sup}}{\sigma'^{klc}}$

$$14. \Delta h_M^1 = h_c \left(1 - \frac{f_{dl}}{f_{di}}\right)$$

$$8,2 = 600 \left(1 - \frac{1,375}{f_{dl}}\right) \rightarrow f_{dl} = 1,395 \text{ g/cm}^3$$

15. fig. 5/2 $E_{st} = 110 \text{ daN/cm}^2$

$$16. \rho_{dl} = 1,395 \quad e = \frac{2,65}{1,395} - 1 = 0,9$$

17. $w = 0,08; 0,10; 0,12; 0,14; 0,14$ (pe adâncime);

$$18. f = f_{dl}(1+w) = 1,507$$

$$1,535$$

$$1,562$$

$$1,59$$

$$1,59$$

$$19. D = 1,395/1,66 = 0,84$$

$$20. h_c = 600 \text{ cm}$$

Se observă că procesul de compactare avansează foarte greu și se trece la faza 2 de compactare mărindu-se înălțimea de cădere a maiului la 15 m, calculul efectuându-se ca mai sus (vezi tabelul A 7.2).

Și în acest caz procesul de compactare avansează greu fiind necesar un număr mare de lovituri, în dauna productivității.

- Se alege un mai de 15 t:

$$14. \rho_{di} = 1,375 \text{ g/cm}^3$$

$$15. E_{st} = 100 \text{ daN/cm}^2$$

$$16. e_i = 0,927$$

$$17. w = 0,08; 0,10; 0,12; 0,14; 0,14$$

$$18. \rho_i = 1,485 \text{ g/cm}^3$$

$$19. \Delta i_{inc} = 0,828$$

$$20. h_c = k \sqrt{M H_M^{max}} = 6 \text{ m}; \quad H_M^{max} = \frac{36}{0,5^2 \cdot 15} = 9,6 \text{ m} \approx 10 \text{ m}$$

Din fig. 1/1 (Anexa 1):

$$E_{st}^i = \frac{D_M}{\sqrt{H_M}} = 100 \frac{2,25}{\sqrt{10}} = 71,15 \quad \text{fig. 1/1} \quad \Delta h_M = 13,8 \text{ cm}$$

$$\epsilon = \frac{13,8}{600} = 0,023 = 2,3 \cdot 10^{-2} \quad \text{fig. 2/2} \quad D_h = 0,19$$

$$\text{fig. 1/2} \Rightarrow k = 0,52 \quad H_M = \frac{36}{0,52^2 \cdot 15} = 9 \text{ m}$$

Se adoptă $H_M = 9 \text{ m}$ (pentru faza 1):

Faza 1:

Pentru prima lovitură cu maiul avem (vezi tabelul A 7.2)

$$1. \psi = 1 + \sqrt{1 + \frac{2\alpha H_M}{\Delta h_M}}$$

$$F = F_{st}^i \frac{M}{\sqrt{H_M}} = 100 \frac{2,25}{\sqrt{9}} = 75 \quad \text{fig. 1/1} \quad \Delta h_M = 14 \text{ cm}$$

$$\alpha = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{15}{15 + 13} = 0,536$$

$$m_2 = 6,15 \times 1,485 \times 1,125^3 = 13 \text{ t}$$

$$\psi = 1 + \sqrt{1 + \frac{20,536 \cdot 900}{14}} = 9,36$$

2. $\varphi; Q = 9,36 \times 15000 = 140400 \text{ daN}$

3. $F' = 75 \text{ daN/cm}^2$

4. $\Delta h_M = 14 \text{ cm}$

5. $\epsilon = \frac{\Delta h_M}{h_c} = \frac{14}{600} = 2,3 \cdot 10^{-2}$

6. $S_{\pi} = \frac{f_s w}{e} = 0,22 \text{ (la } 0 \text{ mm)}$

0,285 (la 1,5 m)

0,343 (la 3,0 m)

0,4 (la 4,5 m)

0,4 (la 6,0 m)

7. $H_M = 900 \text{ cm}$

8. $\sigma_{dcM}^{\max} = \frac{\psi \cdot Q}{A_c} = \frac{9,36 \cdot 15000}{3,14 \cdot 225^2} = 3,53$

9. $t_s = 0,4 \text{ s (Anexa 1)}$ $t_c = 2,5 \text{ min} = 150 \text{ s}$

10. $t_c/t_s = 150/0,4 = 375$

11. $t_c/t_s = 1 \dots \sigma_{dcM}' = 1 \cdot \sigma_{dcM}$

$t_c/t_s = 375 \dots \sigma_{dcM}' = x \cdot \sigma_{dcM} = 0,981 \sigma_{dcM}$

$t_c/t_s = 10000 \dots \sigma_{dcM}' = 0,5 \sigma_{dcM}$

$\sigma_{dcM} = 0,981 \times 3,53 = 3,46$

Avem:

Din sarcina statică a mării (vezi STAS 3300/2-1985):

$$\sigma_{st}^{\max} = \frac{15000}{3,14 \cdot 225^2} = 0,377 \text{ daN/cm}^2$$

Static ($h_c \approx 3,0 \text{ m}$)

Dinamic ($h_c = 6,0 \text{ m}$)

0 $h_c \sigma_{st}' = 0,25 \dots$

1/4 $h_c \sigma_{st}' = 0,24 \dots$

1 $h_c \sigma_{st}' = 0,16 \dots$

3/4 $h_c \sigma_{st}' = 0,07 \dots$

1 $h_c \sigma_{st}' = 0 \dots$

$\sigma_{dcM} = 3,53$ $\sigma_{dcM}' = 3,46$

$x = 3,39$ $\approx 3,3$

$x = 2,26$ $\approx 2,2$

$x \approx 0,99$ $\approx 0,96$

$x = 0$ $= 0$

H(m)	$\sigma'_g = \gamma H$	$\sigma_{dc} = \sigma'_g + \sigma_{dcM}$	$\frac{\sigma_{drim}^{sup}}{\sigma_{dc}}$	$\frac{\sigma_{drim}^{sup}}{\sigma_{dc}}$	$\frac{\sigma_{drim}^{inf}}{\sigma_{dc}}$	S_r
0	0	3,46	1,02	1,36	0,91	0,22
1,5	0,23	3,53	0,96	1,05	0,70	0,285
3,0	0,45	2,65	0,85	0,875	0,583	0,343
4,5	0,68	1,64	0,60	0,75	0,5	0,4
6,0	0,90	0,90	0	0,75	0,5	0,4

(11)

(13)

(13')

12. fig. 3/1 $R\sigma_r^{sup} = 0,3$ $R\sigma_r^{inf} = 0,2$

Deci se verifică condiția: $\frac{\sigma_{drim}^{inf}}{\sigma_{dc}} < \frac{\sigma_{dcM}}{\sigma_{dc}} < \frac{\sigma_{drim}^{sup}}{\sigma_{dc}}$

14. $\Delta h_m^1 = h_c \left(1 - \frac{f_{dl}}{f_{dl}}\right)$

$14 = 600 \left(1 - \frac{1,375}{f_{dl}}\right) \rightarrow f_{dl} = 1,408 \text{ g/cm}^3$

15. fig. 5/2 $E_{st} = 150 \text{ daN/cm}^2$

16. $\rho_{dl} = 1,408$ $e = \frac{2,65}{1,408} - 1 = 0,882$

17. $W = 0,8; 0,10; 0,12; 0,14; 0,14$ (pe adâncime)

18. $\rho = \rho_{dl} (1 + w) = 1,521$

$= 1,549$

$= 1,577$

$= 1,605$

$= 1,605$

19. $D = 1,408/1,66 = 0,848$

20. $h_c = 600 \text{ cm}$

În continuarea calcului se efectuează similar (vezi tabelul A 7.2) pentru 2,3...n lovituri.

Se limitează faza 1 la 6 lovituri deoarece, dacă continuă compactarea acest număr crește prea mult, în dauna productivității (vezi tabelul 7.2).

- Se trece la fază 2: Mai de 15t cu $H_M = 15$ m.

14. $\rho_{d1} = 1,492$ g/cm³

15. $F_{st} = 215$ daN/cm²

16. $e_i = 0,776$

17. $w = 0,08; 0,10; 0,12; 0,14; 0,14$ (pe adâncime)

18. $\rho_i = \rho_{d1} (1 + w) = 1,611$

19. $D_1 = 0,899$

20. $h_c = 0,52 \sqrt{15 \cdot 15} = 7,8$ m

Pentru prima lovitură din faza 2 avem:

1. $\psi = 1 + \sqrt{1 + \frac{20,507 \cdot 15000}{7}} = 15,8$

$F = F_{st} \frac{D_M}{H_M} = 215 \frac{2,25}{\sqrt{15}} = 125$ fig. 1/1

$\Delta h_M = 7$ cm.

$\alpha = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{15}{15 + 14,6} = 0,507$

$m_2 = 6,15 \times 1,671 \times 1,125^3 = 14,6$

2. $\varphi \times Q = 15,8 \times 15000 = 237000$ daN

3. $F' = 125$

4. $\Delta h_M = 7$ cm

5. $\epsilon = 7/780 = 9 \times 10^{-3}$

6. $S_n = \frac{f_s \cdot w}{e} = 0,273$ (la 0 m)

0,341 (la 1,5 m)

0,41 (la 3,0 m)

0,48 (la 4,5 m)

0,48 (la 6,0 m)

7. $H_M = 15$ m

8. $\sigma_{dcM}^{max} = \frac{\psi Q}{A_c} = \frac{15,8 \cdot 15000}{3,14 \cdot 225^2} = 5,96$ daN/cm²

9. $t_c = 0,4$ s $t_c = 180$ s

10. $t_c/t_s = 180/0,4 = 450$

11. $\sigma'_{dcM} = 0,9775 \times \sigma_{dcM} = 5,82$ daN/cm²

Avem:

Static ($h_c = 3,0$ m)

Dinamic ($h_c = 6,0$ m)

0 x h_c	$\sigma'_{st} = 0,25$	$\sigma_{dcM} = 5,96$	$\sigma'_{dcM} = 5,82$
1/4 x h_c	= 0,24	x = 5,72	= 5,58
1/2 x h_c	= 0,16	x = 3,81	= 3,72
3/4 x h_c	= 0,07	x = 0,85	= 0,81

H(m)	$\sigma_g = \gamma H$	$= \sigma_g + \sigma_{d1}$	$\frac{\sigma_{dcM}}{\sigma'_{dc}}$	$\frac{\sigma_{dlim}^{sup}}{\sigma'_{dc}}$	$\frac{\sigma_{dlim}^{inf}}{\sigma'_{dc}}$	S_r
0	0	5,82	1,02	1,83	1,28	0,273
1,5	0,23	5,81	0,98	1,47	1,03	0,341
3,0	0,45	4,17	0,91	1,22	0,85	0,41
4,5	0,68	2,30	0,72	1,04	0,73	0,48
6,0	0,90	1,71	0,49	1,04	0,73	0,48

(11) (13) (13')

12. fig. 3/1 $\rho_d = 1,492$ R $\sigma_r^{sup} = 0,50$ R $\sigma_r^{inf} = 0,35$

14. $\Delta h_M^1 = h_c (1 - \rho_{d1} / \rho_{d1})$

f_{d1} (faza 2) = $\frac{1,492}{7} = 1,51$ g/cm³

$1 - \frac{600}{600}$

15. fig. 5/2 $F_{st} = 225 \text{ daN/cm}^2$
16. $e_1 = 0,755$
17. $w = 0,08; 0,10; 0,12; 0,14; 0,14$
18. $\rho = \rho_{d1} (1 + w) = 1,631$
 $= 1,661$
 $= 1,691$
 $= 1,721$
 $= 1,721$

19. $D = 1,51/1,66 = 0,91$
20. $h_c = 7,8 \text{ m}$

În continuare se efectuează calculul pentru celelalte lovituri până la atingerea condițiilor impuse.

Deci tehnologia necesară este:

- cu mai de 15 tone se dau:
- 6 lovituri cu $H_M = 9 \text{ m}$ (faza 1)
- 4 lovituri cu $H_M = 15 \text{ m}$ (faza 2)

Din figura 3/2 (Anexa 2) rezultă distanțele dintre nodurile rețelei de batere:

- pentru faza 1: = 9,0 m
- pentru faza 2: = 11,0 m.

Intervalul de timp dintre cele două faze este (vezi formula 3/2 - Anexa 2):

$$T = 2 \frac{600^2}{4 \cdot 2^2} \cdot 0,01 = 450 \text{ min} = 7,5 \text{ ore}$$

Deci practic, după ce se termină faza 1, a doua zi se poate efectua faza 2.

0,48	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98
0,48	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98
0,48	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98
0,48	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98
0,48	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98
0,48	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98

Date geotehnice initiale	$\rho'_d = 1,375 \text{ g/cm}^3$		$E_{st} = 100 \text{ daN/cm}^2$		$w_i = 0,08; 0,1; 0,12; 0,14$		$e_i = \frac{\rho_s}{\rho'_d}$		$\rho_{d \max} = 1,66 \text{ g/cm}^3$		$\rho_c = 1,485$										
	ψ	q_0 (kN)	E' (kN/cm 2)	Δh_M (cm)	H_M (m)	τ_s (s)	τ_c (s)	$\frac{V_{dc}}{V_{dc}(\text{sup})}$	$\frac{V_{dc}}{V_{dc}(\text{inf})}$	$\frac{\rho_d}{\rho'_d}$	$\frac{Est}{Est_0}$	$\frac{Est}{Est_0}$									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	11,7	1170	65	8,2	10 $^{-2}$	0,23	0,25	1200	2,94	0,3	500	0,95	0,2	1,05	0,70	0,08	0,10	1,507			
2	12,9	1290	71,4	7,2	10 $^{-2}$	0,25	0,25	1200	3,25	0,3	500	0,82	1,0	0,78	0,53	0,08	0,12	1,553			
3	15,2	1520	90,9	5,0	10 $^{-3}$	0,23	0,25	1200	3,82	0,3	500	0,56	0,8	0,57	0,08	0,14	1,59	0,85	1,623		
1	16,6	1660	93	5,15	10 $^{-3}$	0,23	0,25	1500	4,2	0,3	500	0,62	0,8	0,57	0,08	0,14	1,61	0,85	1,623		
2	17,0	1700	98,8	4,9	10 $^{-3}$	0,23	0,25	1500	4,28	0,3	500	0,62	0,8	0,57	0,08	0,14	1,61	0,85	1,623		

Tabel A7.1

$\rho_s = 1.375 \text{ g/cm}^3$ $E_{st} = 100 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha_c = \frac{\rho_s}{\rho_c} - 1 = 0.927$ $\rho_c = 1.485$
 $\rho_s = 2.65 \text{ g/cm}^3$ $W_L = 0.08; 0.1; 0.12; 0.18$ $\rho_{dmax} = 166 \text{ g/cm}^3$ $U_n = 1.8$
 $\rho_s = 1.55 \text{ g/cm}^3$ $E_{st} = 250 \text{ daN/cm}^2$ $D_{st} = 93\%$

Date geotechnice inițiale	Date impuse		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Tabel A7.2

Date geotechnice inițiale	Date impuse		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul		Date calcul	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

continuare Tabel A7.2