



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**TEHNOLOGIA, ECHIPAMENTUL ȘI  
VERIFICAREA CALITĂȚII TERENURILOR DE  
FUNDARE COMPACTE PRIN VIBRARE**

**Student:**

**Cecan Vitalie**

**Conducător:**

**gr. DMMC – 211**

**Dobrescu Cornelia**

**conf. univ., dr.**

**Chișinău, 2023**

## REZUMAT

Autor – Cecan Vitalie. Titlul - Tehnologia, echipamentul și verificarea calității terenurilor de fundare compactare prin vibrație.

Structura lucrării: lucrarea conține o introducere, șase capitole, concluzii, bibliografie, 72 pagini, 10 figuri, 42 tabele, 1 anexa.

Cuvinte- cheie: stabilizare, compactare prin vibrație, modernizare și întreținerea drumurilor, pământuri stabilizați.

Scopul lucrării: Cercetarea și studiul procesului de compactare în condiții de laborator a pământurilor stabilizare, studiu de caz.

Obiectivele generale: Dezvoltarea volumului lucrărilor de construcții și a suprafețelor destinate acestora impune realizarea unora dintre aceste construcții pe terenuri dificile de fundare, cu rezistențe mecanice reduse, ce conduce la adoptarea unor soluții de fundare complexe și costisitoare. Rezultate obținute: Simulările experimentate realizate în cadrul lucrării, în funcție de metodologia de compactare mecanică în condiții de laborator și echipamentele de lucru pentru diferite tipuri de pământuri coezive stabilizate cu var și pământuri necoezive stabilizate cu ciment, reprezintă instrumente utile și aplicabile pentru asigurarea calității lucrărilor de compactare, bazate pe cuantificarea și analiza parametrică a parametrilor tehnologici.

## **ABSTRACT**

Author - Cecan Vitalie. Title - Technology, equipment, and quality control of vibratory compaction foundation sites.

Structure of the paper: the paper contains an introduction, six chapters, conclusions, a bibliography, 72 pages, 10 figures, 42 tables, and 1 appendix.

Keywords: stabilization, vibratory compaction, road upgrading and maintenance, stabilized soils.

Aim of the paper: research and study of the compaction process under laboratory conditions of stabilized soils, case study.

General objectives: The development of the volume of construction works and the areas destined for them requires the realization of some of these constructions on difficult foundation soils with low mechanical resistance, which leads to the adoption of complex and costly foundation solutions. Obtained results : The experimental simulations carried out in the work, based on the methodology of mechanical compaction under laboratory conditions and the working equipment for different types of lime-stabilized cohesive soils and cement-stabilized non-cohesive soils, represent useful and applicable tools for ensuring the quality of compaction works, based on the quantification and parametric analysis of technological parameters.

# CUPRINS

<b>1.CONCEPTUL DE ÎMBUNĂȚĂȚIRE A TERENULUI DE FUNDARE</b>	<b>2</b>
<b>2.EXECUȚIA UMPLUTURILOR CONTROLATE</b>	<b>5</b>
2.1.Tipuri de materiale cu rol stabilizator	5
2.1.1 Amestecuri de pământ-pământ	5
2.1.2 Stabilizarea pământurilor cu lianți minerali	5
<b>3. STABILIREA CARACTERISTICILOR DE COMPACTARE PRIN METODE DE LABORATOR</b>	<b>9</b>
<b>4. TEHNOLOGII PENTRU COMPACTAREA TERENULUI IN SITU</b>	<b>15</b>
4.1. Tehnologii de compactare pe teren prin procedee mecanice	15
4.1.1. Compactarea prin rulare (statica)	18
4.1.2. Compactarea prin batere (dinamica)	18
4.1.3. Compactarea prin vibrare	23
4.2. Verificarea calității lucrărilor de compactare	24
4.2.1 Raportarea rezultatelor și recepția lucrărilor	27
<b>5. SIMULĂRI EXPERIMENTALE ALE PROCESULUI DE COMPACTARE ÎN CONDIȚII DE LABORATOR A PĂMÂNTURILOR STABILIZATE</b>	<b>28</b>
5.1. Cerințe tehnice privind procesul de compactare în laborator	28
5.2. Metodologia aplicata și analiza corelării parametrilor tehnologici cu caracteristicile de compactare	30
5.3. Concluzii	44
<b>6. STUDIU DE CAZ - ANALIZA UNEI PORTIUNI DE DRUM AMPLASATE G-100 R33-SOFIA-CĂRPINENI-MINGIR-R34, km 0.0- 3.0</b>	<b>47</b>
6.1 Caracterizarea generala a amplasamentului din punct de vedere geografic, geomorfologic, climatic, seismic, hidrogeologic, geologică	48
6.2 Investigațiile de teren efectuate pentru caracterizarea geotehnica a pământului (foraje/ foraj pana la cca -5,00m) cu recoltare de probe tulburate și netulburate	49
6.3 Prezentarea încercărilor de laborator pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice	51
6.4 Caracteristicile de compactare obținute din laborator prin încercarea Proctor	57
6.5 Echipamentele utilizate la compactare	60
6.6 Verificarea calității lucrărilor de compactare – încercarea cu placa - Lucas	62
6.7 Concluzii	65
<b>ANEXA 1 - poze la execuția studiului de caz</b>	<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAFIE</b>	<b>72</b>

## INTRODUCERE

Dezvoltarea volumului lucrărilor de construcții și a suprafețelor destinate acestora impune realizarea unora dintre aceste construcții pe terenuri dificile de fundare, cu rezistențe mecanice reduse, ce conduce la adoptarea unor soluții de fundare complexe și costisitoare. Terenurile dificile de fundare pot fi puternic compresibile, pământuri cu rezistența la forfecare redusă, cu un grad de umiditate ridicat sau sensibile la umezire, dintre care se pot menționa argilele și prafurile slab consolidate, malurile, nisipurile fine în stare afânată, loessurile, pământurile cu umflări și contracții mari, terenurile sensibile la lichefiere, etc. În cazurile în care calculele de deformații și de capacitate portanta indică faptul că fundarea directă, de suprafața pe un anumit strat nu este posibilă, una dintre soluțiile ce poate fi adoptată o constituie îmbunătățirea caracteristicilor pământului din stratul respectiv, astfel încât să se îndeplinească condițiile unui teren bun de fundare. Principalele modificări care se urmăresc prin aplicarea diferitelor procedee de îmbunătățire a pământurilor sunt reducerea compresibilității, creșterea rezistenței la forfecare, micșorarea permeabilității, a potențialului de contractie-umflare etc.

Pentru îmbunătățirea caracteristicilor terenurilor cu capacitate portanta redusă se pot folosi mai multe soluții tehnice care urmăresc:

- creșterea indicelui porilor și implicit reducerea porozității pământurilor prin utilizarea de procedee mecanice de îmbunătățire prin compactare;
- reducerea umidității pământului ce conduce la creșterea valorilor parametrilor la forfecare;
- modificarea structurii pământului, în special în cazul pământurilor cu umflări și contracții mari, în scopul reducerii sau eliminării potențialului de umflare – contractie;
- realizarea de amestecuri de pământuri sau din pământ cu alte materiale cu rol stabilizator care, prin modificarea structurii acestuia, conduce la creșterea rezistenței la forfecare, reducerea compresibilității și reducerea potențialului de umflare-contractie.
- înlocuirea terenului foarte compresibil sau cu umiditate crescută pe toată grosimea acestuia sau numai pe o anumită zonă cu un pământ bun de fundare, obținându-se o pernă de pământ.

## 6. BIBLIOGRAFIE

- Anjaneyappa, Amarnath M. S. (2013), *Influence of compaction energy on soil stabilized with chemical stabilizer*, International Journal of Research in Engineering and Technology, 211-215.
- Barden L., Sides G.R. (1970), *Engineering Behavior and Structure of Compacted Clay*, Journal of Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, 96 (SM4): 1171-1200.
- Basherr L. (2001), *Empirical modeling of the compaction curve of cohesive soils*, Canadian Geotechnical Journal, 38 (1): 29-45.
- Batey T. (2009), *Soil Compaction and Soil Management-A Review*, Soil Use and Manage, 25: 335-345.
- Coduto D.P., Yeung M.R., Kitch W.A. (2011), *Geotechnical Engineering: Principles and Practices*, 2nd ed., Pearson Higher Education Inc., Upper Saddle River, NJ.
- Das B. M. (2002), *Principles of Geotechnical Engineering*, Fifth Edition, pp.83-108, 664-668.
- Håkansson, I., Lipiec, J. (2000), *A Review of the Usefulness of Relative Bulk Density Values in Studies of Soil Structure and Compaction*, Soil and Tillage Research, 53: 71-85.
- Hausmann M. R. (1990), *Engineering Principles of Ground Modification*, McGraw-Hill, New York.
- Johnston M.M. (1973), *Laboratory Studies of Maximum and Minimum Dry Densities of Cohesionless Soils, Evaluation of Relative Density and its Role in Geotechnical Projects Involving Cohesionless Soils*, ASTM, STP 523, pp. 133-140.
- Lambe T.W. (1958), *The Structure of Compacted Clay*, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Divisions, ASCE, 84 (SM2): 1654-1 to 1654-34.
- Masoud T. , Alsharie H., Qasaimeh A. (2015), *Energy Analysis for the Compaction of Jerash Cohesive Soil*, Computational Water, Energy and Environmental Engineering, 4: 1-4.
- Mosaddeghi M., Hajabbasi M., Hemmat A., Afyuni M. (2000), *Soil Compatibility as Affected by Soil Moisture Content and Farmyard Manure in Central Iran*, Soil and Tillage Research, 55: 87-97.
- Olson R.E. (1963), *Effective stress theory of soil compaction*, Journal of the Soil Mechanics & Foundations Division, ASCE, 89 (SM2): 27-45.
- Până G.D. (2007), *Contribuții la studiul sistemelor de mașini cu acțiune vibrantă și a tehnologiilor folosite pentru lucrări de fundații*, Teză de doctorat. Editura Politehnică Timișoara.
- Păunescu M. (1982), *Îmbunătățirea terenurilor slabe în vederea fundării directe*, Editura Tehnică București.
- Păunescu M., Vâță I., Scordaliu I. (1990), *Mecanizarea lucrărilor de îmbunătățire a terenurilor de fundare*, Editura Tehnică, București.

Pinard M.I. (1999), *Innovative developments in compaction technology using high energy impact compactors*, Proceedings, 8th Australia New Zealand Conference on Geomechanics, Hobart, Australian Geomechanics Society, 2: 775-781.

Proctor R.R. (1933), *Design and Construction of Rolled Earth Dams*, Engineering News record, 3: 245-248, 286-289, 348-351, 372-376.

Ramiah B., Viswanath V., Krishnamurthy H. (1970), *Interrelationship of compaction and index properties*, Proc. 2nd Southeast Asian Conf. on soil Engrg., A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, 577-587.

Smith C.W., Johnston M.A., Lorentz, S. (1997), *Assessing the Compaction Susceptibility of South African Forestry Soils. The Effect of Soil Type, Water Content and Applied Pressure on Uniaxial Compaction*. Soil and Tillage Research, 41: 53-73.

Townsend F. C., Anderson J. B. (2004), *A compendium of ground modification techniques*, report submitted to Florida Department of Transportation, 350 pp.

Vorobieff G. (2000), *A new Approach to Laboratory Testing of Stabilized Materials*, Australian Stabilization Industry, 22nd ARRB Conference.

\*\*\* ASTM D698-12e2, Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>))

\*\*\* ASTM D1557 - 12e1, Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))

\*\*\* C 29-85, Normativ privind îmbunătățirea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice” (Buletinul Construcțiilor, nr. 8/1986)

\*\*\* C 169-88, Normativ privind executarea lucrărilor de terasamente pentru realizarea fundațiilor construcțiilor civile și industriale” (Buletinul Construcțiilor nr.5/1988)

\*\*\* NE 008-97, Normativ Privind Imbunatatirea Terenurilor de Fundare Slabe Prin Procedee Mecanice

\*\*\* STAS 1913/13-83, Teren de fundare. Determinarea caracteristicilor de compactare. Incercarea Proctor.