



Universitatea Tehnică a Moldovei

**DEZVOLTAREA UNOR LUCRĂRI DE
TERASAMENTE ECO-SUSTENABILE CU ADAOSURI
DE SUBPRODUSE INDUSTRIALE**

Student:

Coceaș Sergiu

DMMC 201

Conducător:

Dobrescu Cornelia-Florentina

Conferențiar universitar,

Doctor inginer

Chișinău, 2022

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Urbanism și Arhitectură
Departamentul Ingineria Infrastructurii Transporturilor**

**Admis la susținere
Șef departament:
RUSLAN BORDOS, Lector universitar, doctor în construcții**

”_____” _____ 2021

**DEZVOLTAREA UNOR LUCRĂRI DE
TERASAMENTE ECO-SUSTENABILE CU
ADAOSURI DE SUBPRODUSE INDUSTRIALE**

Teză de master

Student: Coceaș Sergiu, DMMC 2020
Conducător: Dobrescu Cornelia-Florentina,
Conferențiar universitar,
Doctor inginer

Chișinău, 2022

REZUMAT

În secolul XXI, problema protecției mediului este tot mai actuală. Creșterea cantității deșeurilor din cauza dezvoltării industriei, aduce în vizor necesitatea de a Recicla și a reutiliza deșeurile și subprodusele industriale. În construcții această problemă este deosebită, pentru că sunt mai multe lucrări în care pot fi utilizate deșeurile reciclate și prelucrate, în calitate de materiale de construcție primare.

Ca exemplu sunt lucrările pentru stabilizarea mecanică a pământurilor și anume pentru lucrările de terasament la pământuri coezive cu utilizarea subproduselor industriale. Lucrările de terasament necesită a fi asigurate de un grad de compactare și capacitatea portantă a terasamentelor pe faze de execuție, ca și lucrările de terasament realizate cu lianți obișnuiți. Proprietățile pământurilor coezive, stabilizate cu subproduse industriale, utilizate pentru infrastructura drumului impune proiectarea și dimensionarea unei structuri rutiere optime.

Scopul acestei cercetări a fost să găsim un liant durabil care să înlocuiască liantul actual, cimentul Portland, care nu este ecologic, pentru îmbunătățirea pământului, utilizând metoda de amestecarea în adâncime. Un alt obiectiv al acestei cercetări a fost depistarea unei soluții cu aplicabilitate practică privind valorificarea subproduselor industriale în aplicațiile din ingineria geotehnică.

Pentru a atinge scopul propus în cadrul acestei lucrări am evaluat, prin încercări de laborator, variația rezistenței la compresiune a argilei prăfoase, plastic moale, în amestec cu subproduse industriale de tip cenușă zburătoare și zgură, activate cu 3 lianți alcalini lichizi diferiți.

În urma mai multor încercări, am obținut rezultate care au relevat că tipul de liant utilizat pentru activare are o mare influență în creșterea rezistenței la compresiune a pământului îmbunătățit cu subproduse industriale.

SUMMARY

In the 21st century, the issue of environmental protection is becoming more and more relevant. The increase in the amount of waste due to the development of the industry, brings to the fore the need to recycle and reuse industrial waste and by-products. In construction, this problem is special, because there are several works in which recycled and processed waste can be used as primary construction materials.

An example is the works for the mechanical stabilization of the lands, namely for the earthworks for cohesive soils with the use of industrial by-products. Excavation works need to be ensured by a degree of compaction and load-bearing capacity of the excavations in execution phases, as well as the excavation works carried out with ordinary binders. The properties of cohesive soils, stabilized with industrial by-products, used for road infrastructure require the design and sizing of an optimal road structure.

The aim of this research was to find a sustainable binder to replace the current binder, Portland cement, which is not environmentally friendly, to improve the soil, using the method of deep mixing. Another objective of this research was to find a solution with practical applicability on the use of industrial by-products in geotechnical engineering applications.

In order to achieve the purpose proposed in this paper, we evaluated, through laboratory tests, the variation of the compressive strength of dusty clay, soft plastic, mixed with industrial by-products such as flying ash and slag, activated with 3 different liquid alkaline binders.

After several tests, we obtained results that revealed that the type of binder used for activation has a great influence in increasing the compressive strength of the soil improved with industrial by-products.

CUPRINS

CUPRINS.....	6
INTRODUCEREA	9
1. GENERALITĂȚI	
2. TIPURILE DE SUBPRODUSE INDUSTRIALE ȘI MODALITĂȚI DE VALORIFICARE	
3. EXEMPLIFICAREA BUNELOR PRACTICI PRIVIND VALORIFICAREA A SUBPRODUSELOR INDUSTRIALE ÎN SECTORUL CONSTRUCȚIILOR RUTIERE ..	
3.1. Utilizarea deșeurilor industriale ca înlocuitor al fierului utilizat uzual în mixturile asfaltice.....	
3.2. Influența adaosurilor minerale asupra proprietăților fizico-mecanice ale betoanelor.	
4. SOLUȚII PRACTICE PRIVIND UTILIZAREA SUBPRODUSELOR INDUSTRIALE LA EXECUTAREA SISTEMELOR RUTIERE SUSTENABILE	
4.1. Materiale folosite la realizarea straturilor de forma	
4.2. Execuția stratului de forma	
4.2.1. Pregătirea stratului suport	
4.2.2. Execuția stratului de forma din pământuri necoezive	
4.2.3. Execuția stratului de forma din împietruirea existentă	
4.2.4. Execuția stratului de formă din pământ coeziv, stabilizat mecanic	
4.2.5. Execuția stratului de formă din pământ coeziv tratat cu var	
4.3. Controlul calității execuției	
4.3.1. Operațiunile de verificare a calității lucrărilor.....	
4.3.2. Verificarea capacității portante la nivelul straturilor de forma și a uniformității execuției acestora	
4.3.3. Toate operațiunile efectuate zilnic de laborator	
4.4. Măsuri după execuția stratului de forma	
4.4.1. Straturile de forma se dau circulației de șantier	
4.4.2. În cazul în care prin circulație se produc denivelări accentuate ale stratului de forma.....	
4.4.3. În perioadele de timp nefavorabile	
4.4.4. În cazul straturilor de forma din pământ tratat cu var	
5. SINTEZA CERCETĂRIILOR EXPERIMENTALE PRIVIND UTILIZAREA SUBPRODUSELOR INDUSTRIALE LA REALIZARE STRUCTURILOR RUTIERE ...	
5.1. Aplicații experimentale	
5.2. Etape program experimental	
6. EVALUAREA CARACTERISTICILOR STRUCTURILOR OBȚINUTE CU ADAOSURI DE SUBPRODUSE INDUSTRIALE PE BAZA ÎNCERCĂRIILOR EXPERIMENTALE DE LABORATOR	
6.1. Caracterizarea pământului natural ...	
6.2. Caracterizarea materialelor stabilizatoare	
6.3. Metoda de lucru	
7. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	
8. BIBLIOGRAFIE	
9. ANEXE	
10. LISTA TABELELOR,	
11. LISTA FIGURILOR, GRAFICELOR, DIAGRAMELOR ȘI SCHEMELOR,	
12. LISTA ABREVIERILOR (OPȚIONAL), aceste pagini se includ în cuprins și intră în numărul total de pagini.....	

INTRODUCEREA

Odată cu dezvoltarea tot mai rapidă a tehnologiilor, a industriei și a creșterii consumului de produse, duce la majorarea cantităților de deșeuri și a subproduselor industriale. Acestea dăunează mediului pentru că nu sunt depozitate corect, nu sunt reciclate și astfel aduc daune solului, apei și aerului.

O parte din deșeuri provin din construcție și pot fi reciclate și reutilizate. Aceste deșeuri provin din procesul de realizare a construcțiilor noi, din reparații curente sau capitale sau din demolări. De asemenea o cantitate impunătoare de deșeuri provin din producerea materialelor de construcție sau din extracții miniere.

După reciclarea și prelucrarea acestor deșeuri și subproduse industriale, se pot reutiliza pentru înlocuirea materialelor de construcție. Un exemplu de bune practici ar fi în cazul preparării betoanelor, mixturilor asfaltice sau pentru stabilizarea mecanică a pământului în cazul executării sistemelor rutiere sustenabile.

Pentru stabilizarea mecanică se vor utiliza pentru lucrările de terasament la pământuri coezive subproduse industriale care se aplica de regula la drumurile de clasa tehnica I și II. Lucrările de terasament necesită a fi asigurate de un grad de compactare și capacitatea portantă a terasamentelor pe faze de execuție, ca și lucrările respective realizate cu lianți obișnuiți. Proprietățile pământurilor coezive, stabilizate cu subproduse industriale, utilizate pentru infrastructura drumului impune proiectarea și dimensionarea unei structuri rutiere optime fără a diminua din calitatea acestuia.

Scopul acestei cercetări a fost să găsim un liant durabil care să înlocuiască liantul actual, cimentul Portland, care nu este ecologic, pentru îmbunătățirea pământului, utilizând metoda de amestecarea în adâncime. Un alt obiectiv al acestei cercetări a fost depistarea unei soluții cu aplicabilitate practică privind valorificarea subprodusele industriale în aplicațiile din ingineria geotehnică.

Pentru a atinge scopul propus în cadrul acestei lucrări am evaluat, prin încercări de laborator, variația rezistenței la compresiune a argilei prăfoase, plastic moale, în amestec cu subproduse industriale de tip cenușă zburătoare și zgură, activate cu 3 lianți alcalini lichizi diferiți.

În urma mai multor încercări, am obținut rezultate care au relevat că tipul de liant utilizat pentru activare are o mare influență în creșterea rezistenței la compresiune a pământului îmbunătățit cu subproduse industriale.

Dezvoltarea și aplicarea unor tehnici de valorificare a deșeurilor industriale în domeniul construcțiilor sustenabile constituie instrumente cheie care susțin acțiunile pentru atingerea țintelor propuse prin strategia națională de dezvoltare durabilă și implicit a Agendei 2030 și obiectivelor de dezvoltare durabilă a economiei.

1. BIBLIOGRAFIE

1. Blogul roads. PREGATIREA PATULUI DRUMULUI ȘI STRATUL DE FORMA. [citat 28.01.2014] Disponibil: <http://roadsro.blogspot.com/2014/01/pregatirea-patului-drumului-stratul-de.html>
2. ANEXA 10 LA CONTRACT NR. 24N/2019 CONTRACTOR: INCD URBAN-INCERC COD FISCAL : RO26752660 (ANEXA LA PROCESUL-VERBAL DE AVIZARE INTERNĂ NR.22/31.07.2020) *RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI. Faza 8: Valorificarea deșeurilor în industria materialelor de construcții și analize economice de tip LCA. Elaborarea de sisteme multistrat din produse de finisare/protecție cu adaos de deșeuri agricole, vegetale și/sau animale, cu testarea proprietăților termoizolatoare* Publicat 31.07.2020. Disponibil: <https://www.incd.ro/wp-content/uploads/2020/12/PN-19.33.04.02-FAZA-8.pdf>
3. LIXANDRU, Cătălina, DICU, Mihai, GRÎȘÎC, Georgeta, BOGDAN, Andrei. "UTILIZAREA DEȘEURILOR INDUSTRIALE CA ÎNLOCUIITOR AL FILERULUI UTILIZAT UZUAL ÎN MIXTURILE ASFALTICE.", <http://www.apdpmoldova.ro/> , Publicat 10.2018. Disponibil: <http://www.apdpmoldova.ro/apdpm/wp-content/uploads/2018/10/332.pdf>.
4. Buletin tehnic rutier Anul VIII, nr. 6-7/2012. *Publicație lunară editată de Compania Națională de Autostrăzi și Drumuri Naționale din România SA* <http://cnadnr.ro/sites/default/files/Reglementari-tehnice/AND%20530-2012.pdf>
5. Образование отходов и обращение с ними. 2018. Окружающая среда Европы. https://www.eea.europa.eu/ru/publications/environmental_assessment_report_2003_10_ru_07_0.pdf/view
6. Anexă la Hotărîrea Guvernului nr. 248 din 10 aprilie 2013," STRATEGIA DE GESTIONARE A DEȘEURILOR ÎN REPUBLICA MOLDOVA PENTRU ANII 2013-2027. 2013. In Hotărîrea Guvernului nr. 248/2013.
7. CHINDRIȘ, Larisa C. 2019. TEZĂ DE DOCTORAT. Petroșani: n.p. <https://www.upet.ro/doctorat/resource/doc/sustineri/2019%2003%2025/Rezumat.pdf>.
8. LIXANDRU, Cătălina, Mihai Dicu, Georgeta Grîșîc, and Bogdan Andrei. 2018. "UTILIZAREA DEȘEURILOR INDUSTRIALE CA ÎNLOCUIITOR AL FILERULUI UTILIZAT UZUAL ÎN MIXTURILE ASFALTICE." (10). <http://www.apdpmoldova.ro/apdpm/wp-content/uploads/2018/10/332.pdf>.
9. Planul Național de Gestionare a Deșeurilor. 2017. 5th ed. România: n.p. <http://www.anpm.ro/documents/16755/42624324/Planul+National+de+Gestionare+a+De+seurilor.pdf/49fb72f1-81e2-4892-b0a9-669c74ce95e4>.
10. CUIBUȘ, Alexandrina, ZOLTAN Kiss, and MARIA Gorea. 2014. "Influența adaosurilor minerale asupra proprietăților fizico-mecanice ale betoanelor." *Revista Română de Materiale*, no. 44.

11. Deșeurile din construcții și exemple de bune practici. 2020. e-circular.org. <https://e-circular.org/managementul-deseurilor/deseurile-din-construcții-si-exemple-de-bune-practici/>.
12. Monitorul oficial al României. 2018. http://www.mmediu.ro/app/webroot/uploads/files/2018-01-10_MO_11_bis.pdf.
13. Planul Național de Gestionare a Deșeurilor. 2017. 5th ed. România: n.p. <http://www.anpm.ro/documents/16755/42624324/Planul+National+de+Gestionare+a+De+seurilor.pdf/49fb72f1-81e2-4892-b0a9-669c74ce95e4>.
14. RMGC. 2020. Raport la studiul de evaluare a impactului asupra mediului. Vol. Capitol 3 Deșeuri. https://www.rmgc.ro/Content/uploads/uploads_eia/deseuri/03-Deseuri.pdf.
15. DOBRESCU C.F., Assessment of non-hazardous industrial by-products as sustainable materials in engineering applications, Constructii, Vol. 1, 2020.