

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL

REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Urbanism și Arhitectură

Departament Ingineria Infrastructurii Transporturilor

Admis la susținere

Șef departament: conf. dr. ing. Proaspăt Eduard

” _ ” _____ 2026

**ANALIZA BETONULUI ASFALTIC RECICLAT
CU UTILIZAREA DEȘEURILOR, LA
CONSTRUCȚIA ȘI REPARAȚIA DRUMURILOR**

Teză de master

Student:

COTICOVA Irina

IST-241M

Conducător:

CROITORU Gheorghe

Conf. univ. dr. ing.

Chișinău – 2026

REZUMAT

Această lucrare, elaborată de studenta **COTICOVA Irina**, din grupa **IST-241M**, reprezintă o teză de master cu caracter aplicativ, având ca temă „**Analiza betonului asfaltic reciclat cu utilizarea deșeurilor, la construcția și reparația drumurilor**”. Titlul tezei reflectă în mod sugestiv conținutul și direcția cercetării, axată pe valorificarea materialelor reciclate în domeniul infrastructurii rutiere. Lucrarea este structurată într-o introducere, cinci capitole, concluzii generale și bibliografie, fiecare capitol fiind organizat în subcapitole care asigură o prezentare coerentă și logică a temei abordate.

Cuvinte-cheie: beton asfaltic reciclat, asfalt frezat, fibre de rafie, beton din ciment, economie circulară, construcții rutiere.

Teza de master este consacrată analizei posibilităților de utilizare a materialelor reciclate în construcția și reparația drumurilor, cu accent pe betonul asfaltic reciclat și pe utilizarea fibrelor de rafie reciclate ca adaos în betonul asfaltic și în betonul din ciment. Tema se înscrie în contextul actual al promovării economiei circulare și al necesității reducerii impactului negativ asupra mediului, prin reutilizarea materialelor provenite din lucrări de întreținere, reabilitare și modernizare a infrastructurii rutiere.

Scopul principal al cercetării constă în evaluarea influenței asfaltului frezat și a fibrelor de rafie provenite din deșeuri plastice asupra proprietăților fizico-mecanice ale materialelor rutiere, în vederea identificării unor soluții tehnice viabile și sustenabile pentru aplicarea acestora în practică. Pentru atingerea obiectivelor propuse, au fost analizate surse bibliografice de specialitate, documente normative naționale și internaționale, precum și brevete de invenție relevante pentru domeniul cercetat.

Partea aplicativă a lucrării include un program experimental de laborator, în cadrul căruia au fost testate agregate naturale și agregate reciclate provenite din asfalt frezat, sortate pe fracțiuni granulometrice. Au fost elaborate mai multe compoziții de beton asfaltic și beton din ciment, pornind de la o rețetă de bază și continuând cu rețete modificate prin introducerea fibrelor de rafie și a diferitelor procente de agregat reciclat. Încercările experimentale au fost realizate în conformitate cu standardele în vigoare, asigurând comparabilitatea și corectitudinea rezultatelor obținute.

Rezultatele cercetării indică faptul că utilizarea asfaltului frezat în proporții controlate, precum și introducerea fibrelor de rafie în compoziția betonului, pot conduce la menținerea sau chiar la îmbunătățirea anumitor proprietăți mecanice, în special a comportării la solicitări de încovoiere. Concluziile lucrării evidențiază potențialul materialelor reciclate de a fi integrate eficient în structurile rutiere, contribuind la creșterea sustenabilității, durabilității și eficienței economice a sectorului construcțiilor rutiere.

ABSTRACT

This paper, prepared by student **COTICOVA Irina**, from group **IST-241M**, represents an applied master's thesis entitled “**Analysis of recycled asphalt concrete using waste materials in road construction and repair**”. The title accurately reflects the content and research direction of the thesis, which focuses on the valorization of recycled materials in the field of road infrastructure. The thesis is structured into an introduction, five chapters, general conclusions, and a bibliography, each chapter being organized into subchapters that ensure a coherent and logical presentation of the addressed topic.

Keywords: recycled asphalt concrete, reclaimed asphalt pavement, raffia fibers, cement concrete, circular economy, road construction.

The master's thesis is dedicated to the analysis of the possibilities of using recycled materials in road construction and rehabilitation, with particular emphasis on recycled asphalt concrete and the use of recycled raffia fibers as additives in both asphalt concrete and cement concrete. The research topic is framed within the current context of promoting the circular economy and reducing environmental impact through the reuse of materials resulting from maintenance, rehabilitation, and modernization works of road infrastructure.

The main objective of the research is to evaluate the influence of reclaimed asphalt pavement and raffia fibers derived from plastic waste on the physico-mechanical properties of road materials, in order to identify viable and sustainable technical solutions for their practical application. To achieve the proposed objectives, specialized scientific literature, national and international regulatory documents, as well as relevant invention patents in the investigated field were analyzed.

The applied part of the thesis includes a laboratory experimental program in which natural aggregates and recycled aggregates obtained from reclaimed asphalt pavement, sorted into granulometric fractions, were tested. Several compositions of asphalt concrete and cement concrete were developed, starting from a reference mix and continuing with modified mixes incorporating raffia fibers and different percentages of recycled aggregates. The experimental tests were conducted in accordance with the applicable standards, ensuring the comparability and reliability of the obtained results.

The research results indicate that the use of reclaimed asphalt pavement in controlled proportions, as well as the incorporation of raffia fibers into the concrete composition, can lead to the preservation or even improvement of certain mechanical properties, particularly flexural behavior. The conclusions of the thesis highlight the potential of recycled materials to be efficiently integrated into road structures, contributing to increased sustainability, durability, and economic efficiency in the road construction sector.

CUPRINS

INTRODUCERE	6
1 CONTEXTUL ȘI STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR	8
1.1 Generalități.....	9
1.2 Importanța infrastructurii rutiere și problemele de sustenabilitate.....	14
1.3 Deșeuri generate din activități de construcție și întreținerea infrastructurii rutiere.....	15
1.4 Economia circulară în construcția rutieră.....	17
2.BAZE TERORETICE PRIVIND MATERIALELE UTILIZATE ÎN STRUCTURA RUTIERĂ	22
2.1 Beton asfaltic utilizate în construcțiile rutiere.....	23
2.1.1 Compoziția și parametrii funcționali ai betonului asfaltic.....	24
2.2 Beton pentru infrastructura rutieră.....	26
2.2.1 Compoziția, proprietățile mecanice și de durabilitate.....	28
2.2.2 Structuri rutiere rigide și compoziții.....	29
2.3 Materialele reciclate utilizate în construcțiile rutiere.....	30
2.3.1 Asfalt reciclat – caracteristicile și domeniul de utilizare.....	30
2.3.2 Fibra utilizată în beton și beton asfaltic.....	32
2.3.3 Integrarea materialelor reciclate în beton și mixturi asfaltice.....	35
3.PROGRAMUL EXPERIMENTAL ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE	37
3.1.Concepția și organizarea programului experimental.....	37
3.2 Materiale și compoziția programelor experimentale.....	38
4 REZUTATELE CERCETĂRII EXPERIMENTALE ȘI INTEPRETAREA ACESTORA	60
4.1 Rezultate obținute pentru betonul asfaltic.....	60
4.2 Rezultate obținute pentru beton.....	67
5. CONCLUZIA GENERALĂ	70
BIBLIOGRAFIE	71

INTRODUCERE

Moto:

„Nimic nu trebuie să se arunce, totul trebuie să fie reciclat”

Diana Răileanu

Este cunoscut faptul că construcția drumurilor a fost și este în continuare un domeniu esențial în dezvoltarea infrastructurii a unei țări. Utilizarea betonului asfaltic reciclat cu utilizarea deșeurilor joacă un rol important în construcția și reparația drumurilor, prin reducerea impactului asupra mediului, creșterea durabilității și reducerea costurilor pe termen lung.

Creșterea precum și menținerea infrastructurilor rutiere reprezintă un rol foarte important din punct de vedere economic în special susținerea deplasării oamenilor precum și activităților de zi cu zi. Totodată acesta domeniu reprezintă o problemă imensă, deoarece necesită un consum foarte ridicat de resurse naturale și poate avea o influență mare asupra mediului. Utilizarea la scară largă agregatelor naturale a cimentului precum și a lianților bituminoși ca urmare conduc la generarea unor cantități foarte mari de deșeurii din activitățile de construcție, reabilitarea drumurilor prin urmare la societatea actuală este obligată la identificarea, stabilirea, adoptarea unor soluții mai ecologice și mai eficiente în domeniul construcțiilor rutiere.

Ca urmare reutilizarea asfaltului frezat (Reclaimed Asphalt Pavemen -RAP) rezultă din urma lucrărilor de întreținere și reabilitarea drumurilor precum și folosirea a polipropilenă reciclată sub formă de fire obținute din saci de rafie. Asfaltul frezat precum și fibrele polipropilenă reciclat va fi introdus în beton asfaltic BA 16 și în beton C 20/25, ca rezultat la contribuirea și la reducerea utilizării resurselor naturale și la reducerea deșeurilor depozitate. Studiile de specialitate indică posibilitatea de utilizare a RAP-ului că poate să aducă îmbunătățiri unor caracteristici ale materialelor precum poate influența asupra proprietăților mecanice a produsului finit și anume poate influența asupra rezistenței la compresiune și asupra modului de elasticitate.

Pentru a micșora efectele negative asupra caracteristicilor mecanice precum și a modului de elasticitate cercetătorii au optimizat compoziția prin utilizarea adausurilor minerale precum aditivi și fibre. Studiile au demonstrat că introducerea fibrelor în compoziția au o influență pozitivă din punct de vedere a creșterii ductilități și la îndepărtarea post-fisurarea a materialelor. Totodată utilizarea necorespunzătoare a deșeurilor de masă plastică de exemplu: saci, gențile de rafie

(polipropilenă) care sunt aruncate împreună cu alte deșeuri menajere, reprezintă o problemă foarte gravă asupra mediului.

Folosirea acestor fibre în compoziția mixturilor asfaltice și a betonului care oferă o soluție modernă cu efecte pozitive din punct de vedere tehnic cât și din punct de vedere economic.

Gestionarea deșeurilor din masă plastică reprezintă cele mai mari provocări ecologice ale secolului XXI. O soluție inovatoare pentru reducerea poluării și crearea unei infrastructuri durabile este utilizarea acestora în compoziția materialelor de construcție.

Scopul lucrării efectuarea unei cercetări teoretice și practice analiza betonului asfaltic reciclat cu utilizarea deșeurilor, la construcția și reparația drumurilor. Studiarea și determinarea posibilităților betonului asfaltic reciclat în beton și mixturi asfaltice cu adaosuri de masă plastică reciclată utilizată ca fibră în beton și ca aditivi pentru mixturi asfaltice.

Această lucrare are ca scop să studieze și să demonstreze că materialele reciclate de mixturi asfaltice frezat precum și fibrele obținute din sacii de rafie reciclați, pot reprezenta o soluție eficientă pentru a obține noi soluții din punct de vedere tehnic, ecologic și economic, aplicabile în construcția drumurilor cât și construcții civile.

Obiectivele propuse, pentru realizarea lucrării date sunt:

- Cercetarea din punct de vedere teoretic și practic a subiectului abordat;
- Comentariile noțiunilor propuse;
- Analizarea rezultatelor, schemelor, diagramei, graficelor obținute în cadrul lucrării;
- Proiectarea compozițiilor mixturi asfaltice și betoane;
- Observarea elementelor definatorii;
- Compararea rezultatelor obținute;
- Formarea unei concluzii finale.

BIBLIOGRAFIE

Standarde, normative și documente oficiale

1. **SM EN 12390-5:2019**. Încercări pe beton. Partea 5: Determinarea rezistenței la încovoiere. Chișinău: Institutul de Standardizare din Moldova, 2019.
2. **SM EN 206:2013 + A2:2021**. Beton. Specificație, performanță, producere și conformitate. Chișinău: ISM, 2021.
3. **SM EN 206:2016**. Beton. Specificație, performanță, producere și conformitate. București: ASRO, 2016.
4. **CP D.02.21:2015**. Utilizarea materialelor geosintetice pentru construcția drumurilor. Chișinău: Ministerul Transporturilor, 2015.
5. **CP D.02.25:2021**. Drumuri și poduri. Mixturi asfaltice executate la cald. Condiții tehnice de proiectare, preparare și punere în operă a mixturilor asfaltice. Chișinău, 2021.
6. **CP D.04.04:2018**. Beton. Specificație, performanță, producere și conformitate. Chișinău, 2018.
7. **EN 14889-2:2006**. Fibres for concrete – Part 2: Polymer fibres. Brussels: CEN, 2006.
8. **DMRB CD 374**. The use of recycled aggregates in structural concrete for highway structures. London: Highways England, 2020.

Articole științifice și lucrări academice

9. **CROITORU, Gheorghe**. Studies and research work on the reinforcement steel and concrete surface corrosion protection methods. *Urbanism. Arhitectură. Construcții*, 2013, vol. 4, nr. 2, p. 75–80. ISSN 2069-6469.
10. **CROITORU, Gheorghe**. Studiul inițierii și dezvoltării fisurilor în construcțiile din beton armat și specificul coroziunii armăturii în aceste zone. *Buletinul Institutului de Cercetări Științifice în Construcție*, 2014, nr. 5-CN.
11. **CROITORU, Gheorghe**. Application of the Methods Based on the Performance of Durability for Establishing the Domains of Using the Concretes Produced with Component Materials from Republica Moldova, 2017.
12. **FRATERNALI, F.; SPADEA, S.; BERARDI, V. P.** Recycled PET fibers for reinforcing concrete. *Construction and Building Materials*, 2014.
13. **LEE, Yoon-Si**. Waste/Recycled Plastics in Concrete. *Journal of Cleaner Production*, 2019.
14. **MA, Y.; ZHOU, H.; JIANG, X.; POLACZYK, P.; XIAO, R.; ZHANG, M.; HUANG, B.** The utilization of waste plastics in asphalt pavements: A review. *Journal of Cleaner Production*, 2021.

Rapoarte și publicații instituționale

15. **EAPA**. Asphalt in Figures 2023. Brussels: European Asphalt Pavement Association, 2023. Disponibil la: <https://eapa.org>
16. **NAPA**. 14th Annual Asphalt Pavement Industry Survey on Recycled Materials and Warm-Mix Asphalt Usage. USA, 2023.
17. **OECD**. Waste Management and Circular Economy in Eastern Partnership Countries. Paris: OECD Publishing, 2022.
18. **Ministerul Mediului al Republicii Moldova**. Raport privind gestionarea deșeurilor. Chișinău, 2023.
19. **Rijkswaterstaat**. On-site asphalt recycling using the Asphalt Recycling Train. Comunicat oficial, Olanda, 25 martie 2025.

Brevete de invenție

20. **US 5702199 A**. Process for recycling asphalt pavement. Disponibil la:
<https://patents.google.com/patent/US5702199A>
21. **US 20130195552 A1**. Asphalt composition containing recycled materials. Disponibil la:
<https://patents.google.com/patent/US20130195552A1>
22. **KR 100975361 B1**. Recycled asphalt mixture technology. Disponibil la:
<https://patents.google.com/patent/KR100975361B1>
23. **WO 2017179759 A1**. Recycling of asphalt materials. Disponibil la:
<https://patents.google.com/patent/WO2017179759A1>
24. **US 20230082445 A1**. Asphalt mixtures with recycled polymers. Disponibil la:
<https://patents.google.com/patent/US20230082445A1>

Pagini web și resurse online

25. **STRABAG**. Reciclarea asfaltului. Disponibil la:
<https://work-on-progress.strabag.com/ro/materiale-si-economie-circulara/reciclarea-materialelor-de-constructii/reciclarea-asfaltului>
26. **European Commission**. Circular Economy Strategy. Disponibil la:
https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy_en
27. **Wikipedia**. Asphalt concrete. Disponibil la:
https://en.wikipedia.org/wiki/Asphalt_concrete
28. **Wikipedia**. Circular economy. Disponibil la:
https://en.wikipedia.org/wiki/Circular_economy
29. **FHWA**. Pavement recycling. Disponibil la:
<https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/>
30. **ScienceDirect**. Recycled plastics in construction materials. Disponibil la:
<https://www.sciencedirect.com>