



Universitatea Tehnică a Moldovei

**Studiul caracteristicilor de performanță a mixturilor
asfaltice cu utilizarea compușilor polimerici pentru
modificarea bitumului în condițiile din Republica Moldova.**

Student:

Ichim Pavel

Conducător:

Lector universitar, dr. Buraga Andrei

Chișinău 2026

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Urbanism și Arhitectură

Departamentul Ingineria Infrastructurii Transporturilor

Programul de masterat „Infrastructuri sustenabile pentru transporturi”

Admis la susținere

Șef Departament IIT:

Proaspăt Eduard

”_____” _____ 2026

Teză de master

**Studiul caracteristicilor de performanță a mixturilor
asfaltice cu utilizarea compușilor polimerici pentru
modificarea bitumului în condițiile din Republica Moldova.**

Student:

Ichim Pavel, IST-241 M

Conducător:

Lector universitar, dr. Buraga Andrei

Chișinău 2026

Rezumat

Numele, prenumele autorului: Ichim Pavel

Titlul tezei de master: *Studiul caracteristicilor de performanță a mixturilor asfaltice cu utilizarea compușilor polimerici pentru modificarea bitumului în condițiile din Republica Moldova.*

Lucrarea de față analizează utilizarea bitumului modificat cu polimeri Superplast în realizarea mixturilor asfaltice, în contextul infrastructurii rutiere din Republica Moldova, cu scopul de a îmbunătăți durabilitatea și performanța îmbrăcăminților asfaltice. Problematika studiului constă în identificarea limitărilor bitumului nemodificat și evaluarea impactului polimerilor asupra proprietăților fizico-mecanice și reologice ale mixturilor asfaltice.

Obiectivele cercetării au fost stabilirea necesității modificării bitumului cu polimeri superplast, determinarea proprietăților tehnice ale mixturilor asfaltice modificate și analiza comportării acestora în condiții climatice și de trafic specifice Republicii Moldova. În realizarea cercetării au fost aplicate metode experimentale în laborator, inclusiv prepararea și dozarea mixturilor asfaltice, confecționarea epruvetelor, determinarea densității, absorbției de apă, testele Marshall, precum și evaluarea sensibilității la apă. De asemenea, au fost consultate standarde internaționale, ghiduri tehnice, articole de specialitate și rapoarte publice privind utilizarea bitumului modificat cu polimeri superplast.

Capitolul III al tezei a avut un caracter practic, fiind efectuate experimente în laborator, care au permis obținerea datelor privind comportarea mixturilor asfaltice modificate, comparativ cu cele clasice, și analiza influenței polimerilor asupra rezistenței la deformări permanente și fisurare. Rezultatele obținute demonstrează o creștere semnificativă a durabilității mixturilor asfaltice cu bitum modificat și reducerea riscului de deformări longitudinale și fisurare. De asemenea, analiza comparativă indică faptul că aceste mixturi prezintă un comportament mai stabil în timp, ceea ce poate reduce costurile de întreținere și reparații pe termen lung.

Prin urmare, lucrarea contribuie la înțelegerea mecanismelor de modificare a bitumului, oferă recomandări tehnice pentru utilizarea polimerilor în mixturile asfaltice și sugerează direcții viitoare de cercetare privind implementarea acestor soluții în practica rutieră din Republica Moldova.

Cuvinte-cheie: bitum modificat, polimeri superplast, mixturi asfaltice, deformări permanente, durabilitate.

Summary

Author's name: Ichim Pavel

Master's thesis title: *Study of the performance characteristics of asphalt mixtures with the use of polymer compounds for bitumen modification in the conditions of the Republic of Moldova.*

This thesis investigates the use of polymer-modified bitumen in asphalt mixtures, aiming to enhance the durability and performance of road pavements in the context of Moldova's road infrastructure. The study addresses the limitations of unmodified bitumen and evaluates the effect of polymers on the physical, mechanical, and rheological properties of asphalt mixtures.

The objectives of the research were to establish the need for bitumen modification with polymers superplastic, determine the technical properties of polymer-modified asphalt mixtures, and analyze their behavior under climate and traffic conditions specific to the Republic of Moldova. Experimental laboratory methods were applied, including mixture preparation and dosing, specimen fabrication, density and water absorption determination, Marshall tests, and water sensitivity evaluation. International standards, technical guidelines, scientific articles, and public reports on polymer-modified bitumen were also consulted.

Chapter III of the thesis was practically oriented, with laboratory experiments providing data on the behavior of polymer-modified asphalt mixtures compared to conventional ones, and analyzing the influence of polymers on permanent deformation and cracking resistance. The results demonstrate a significant increase in the durability of polymer-modified mixtures, reducing the risk of rutting and cracking. Comparative analysis indicates a more stable long-term performance, which can reduce maintenance and repair costs.

Thus, this work contributes to understanding bitumen modification mechanisms, provides technical recommendations for polymer use in asphalt mixtures, and suggests future research directions for implementing these solutions in Moldovan road practice.

Keywords: polymer-modified bitumen, polymers superplastic, asphalt mixtures, permanent deformations, durability.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	7
------------------	---

CAPITOLUL I. MIXTURILE ASFALTICE ȘI NEVOIA UTILIZĂRII POLIMERILOR ÎN MODIFICAREA BITUMULUI.....	8
--	---

1.1 Importanța mixturilor asfaltice și contextul infrastructurii rutiere din Republica Moldova.....	8
1.2. Proprietățile fundamentale ale bitumului și limitările bitumului nemodificat.....	11
1.3. Necesitatea modificării bitumului cu compuși polimerici.....	15
1.4. Importanța materialelor bituminoase moderne și rolul lor în îmbunătățirea performanțelor structurilor rutiere.....	18
1.5. Evoluția standardelor internaționale privind utilizarea bitumului modificat și impactul acestora asupra proiectării drumurilor moderne.....	20

CAPITOLUL II. MECANISMELE FIZICO-CHIMICE, PROPRIETĂȚILE ȘI TEHNOLOGIILE MODERNE DE PRODUCERE A BITUMULUI MODIFICAT CU POLIMERI.....	23
---	----

2.1. Mecanismele fizico-chimice ale modificării bitumului cu polimeri	23
2.2. Tehnologii și metode de producere a bitumului modificat (Superplast)	26
2.3. Proprietățile reologice, termice și mecanice ale bitumului modificat (Superplast).....	29
2.4. Influența bitumului modificat asupra comportării mixturilor asfaltice în condițiile Republicii Moldova	32
2.5. Metode moderne de testare și evaluare a performanței mixturilor asfaltice cu Superplast	35

CAPITOLUL III. PROPRIETĂȚILE FIZICO-MECANICE ALE MIXTURII ASFALTICE MODIFICATE CU POLIMER TIP SUPERPLAST.....	37
--	----

3.1 Dozajele compoziționale a mixturii asfaltice.....	37
3.2 Prelevarea mixturii asfaltice și confecționarea epruvetelor bituminoase.....	39
Determinarea densității aparente și absorbției de apă a epruvetelor bituminoase.....	40
3.4 Încercările Marshall.....	44
3.5 Sensibilitatea la apă.....	46
3.6 Date obținute de la uzina de producere a mixturii asfaltice.....	49

CAPITOLUL IV. ANALIZA COMPORTĂRII ÎN EXPLOATAREA ȘI EVALUAREA PERFORMANȚEI PE TERMEN LUNG A MIXTURILOR ASFALTICE CU BITUM MODIFICAT CU POLIMERI ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA.....

50

4.1. Factori determinanți ai comportării mixturilor asfaltice cu bitum modificat în exploatare.....	50
4.2. Fenomene principale de degradare ale îmbrăcăminților asfaltice realizate cu bitum nemodificat.....	52
4.3. Influența compușilor polimerici asupra rezistenței la deformări permanente și fisurare.....	55
4.4. Analiza comparativă între mixturile asfaltice clasice și cele cu bitum modificat cu polimeri.....	57
4.5. Considerații privind durabilitatea și costurile pe ciclul de viață ale mixturilor asfaltice.....	59
4.6. Posibilități de implementare a mixturilor asfaltice modificate cu polimeri în practica rutieră din Republica Moldova.....	60

CAPITOLUL V. CONCLUZII ȘI DIRECȚII DE DEZVOLTARE ULTERIOARĂ.....

63

5.1. Concluzii generale privind utilizarea bitumului modificat cu polimeri în mixturile asfaltice.....	63
5.2. Limitări ale studiului și observații privind aplicabilitatea rezultatelor.....	64
5.3. Recomandări tehnice și direcții de cercetare viitoare.....	65

BIBLIOGRAFIE.....

68

INTRODUCERE.

Infrastructura rutieră reprezintă un element important pentru dezvoltarea economică și socială a Republicii Moldova, asigurând mobilitatea populației, transportul mărfurilor și integrarea rețelei naționale în coridoarele internaționale de transport. În ultimele decenii, rețeaua de drumuri este supusă unor solicitări tot mai intense, generate de creșterea traficului, de sporirea încărcărilor pe osie și de influența condițiilor climatice specifice zonei, caracterizate prin variații mari de temperatură, cicluri repetate de îngheț–dezgheț și perioade prelungite de temperaturi ridicate.

În aceste condiții, mixturile asfaltice tradiționale, realizate cu bitum nemodificat, nu mai pot răspunde în mod satisfăcător cerințelor moderne de durabilitate și performanță. Fenomene precum deformarea permanentă, fisurarea la temperaturi scăzute, sensibilitatea la apă și pierderea proprietăților mecanice conduc la reducerea duratei de exploatare a îmbrăcăminților rutiere și la creșterea costurilor de întreținere și reabilitare. Astfel, devine necesară identificarea unor soluții tehnice eficiente pentru îmbunătățirea comportării în exploatare a mixturilor asfaltice.

Una dintre direcțiile moderne de cercetare și aplicare în ingineria rutieră o constituie utilizarea bitumului modificat cu compuși polimerici. Modificarea bitumului cu polimeri permite îmbunătățirea proprietăților reologice, termice și mecanice ale liantului, conducând la obținerea unor mixturi asfaltice cu performanțe superioare în raport cu solicitările de trafic și condițiile climatice. La nivel internațional, utilizarea bitumului modificat cu polimeri este susținută de numeroase studii și reglementări tehnice, fiind aplicată cu succes în construcția drumurilor cu trafic intens și în zonele cu condiții climatice severe.

În Republica Moldova, aplicarea pe scară largă a mixturilor asfaltice cu bitum modificat este încă limitată, fiind necesare studii adaptate condițiilor locale de climă, trafic și materiale disponibile. În acest context, prezenta teză are ca scop să analizeze caracteristicile de performanță ale mixturilor asfaltice realizate cu utilizarea compușilor polimerici pentru modificarea bitumului, cu accent pe comportarea acestora în condițiile specifice Republicii Moldova.

Lucrarea combină analiza teoretică a mecanismelor de modificare a bitumului și a influenței polimerilor asupra proprietăților mixturilor asfaltice cu un studiu experimental practic, realizat în laborator, privind determinarea principalelor caracteristici fizico-mecanice ale unei mixturi asfaltice modificate cu polimer. Rezultatele obținute permit formularea unor concluzii și recomandări tehnice privind oportunitatea și eficiența utilizării bitumului modificat cu polimeri în practica rutieră națională, contribuind astfel la creșterea durabilității și sustenabilității infrastructurii rutiere.

Bibliografie.

1. Bahia, H.U. *Modeling of Asphalt Concrete*. ASCE Press, New York, 2018.
2. Petersen, J.C. *Performance Graded Asphalt Binder and Mix Design*. NCHRP Report, 2017.
3. Read, J., Whiteoak, D. *The Shell Bitumen Handbook*, 6th Edition. Thomas Telford, 2003.
4. Masri, K.A., Ferdaus, R., Ramadhansyah, P.J. *Sustainable Use of Polymer in Asphalt Mixture: A Review*. Construction, Vol. 2, No. 2, 2022.
5. Emtiaz, M., Imtiyaz, M.N., Majumder, M., et al. *A Comprehensive Literature Review on Polymer-Modified Asphalt Binder*. CivilEng, 4(3):901-932, 2023.
6. *Evaluation and Comparison of Mechanical Properties of Polymer-Modified Asphalt Mixtures*. Polymers, 13(14):2282, 2025.
7. Shafabakhsh, G.A., Sadeghnejad, M., Alizadeh, S. *Engineering the Effect of Nanomaterials on Bitumen and Asphalt Mixture Properties. A Review*. Baltic J. of Road & Bridge Eng., 18(2), 2023.
8. Qingguo Yang et al. *A Review of Polymer-Modified Asphalt Binder: Modification Mechanisms and Mechanical Properties*. Innovative Infrastructure Solutions, 2025.
9. Gunka, V., Astakhova, O., Hrynychuk, Y., et al. *A Review of Road Bitumen Modification Methods. Part I – Physical Modification*. JCCT, 2024.
10. SR EN 12697-1:2002 – Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 1: Conținutul de bitum solubil.
11. SR EN 12697-11:2012 – Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru determinarea afinității dintre agregate și bitum.
12. SR EN 13108-2:2016 – Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 2: Betoane asfaltice pentru straturi foarte subțiri.
13. Ordin nr. 1114/2023 – Reglementări privind parametrii fizico-mecanici și specificațiile pentru mixturi asfaltice din Republica Moldova.
14. Ghidul Bitumurilor – Orlen Asphalt, 2013.
15. BitumExpres – *Bitum rutier și produse bituminoase*.
16. Achiziții publice / E-licitatie.md – contracte pentru mixturi asfaltice PMB în Republica Moldova.
17. FHWA (Federal Highway Administration) *Hot Mix Asphalt Paving Handbook*, 2012.
18. National Asphalt Pavement Association (NAPA) – *Asphalt Mix Design Guide*, 2020.
19. Road Materials Testing Laboratory – *Polymer Modified Bitumen Testing Methods* (roadlab.com).
20. Asphalt Institute – *MSCR, DSR, BBR Testing Procedures* (asphaltinstitute.org).