



Universitatea Tehnică a Moldovei

**EVALUAREA ȘI SINTEZA BUNELOR PRACTICI
INTERNAȚIONALE ÎN DEZVOLTAREA
TEHNOLOGIILOR PENTRU INFRASTRUCTURILE
RUTIERE, CU ACCENT PE SUSTENABILITATE**

Student:

Valeriu Cegorean

Conducător:

**Eugeniu Braguța
conf. univ., dr.**

Chișinău, 2025

Rezumat

Numele, prenumele autorului: Valeriu Cegorean

Titlul tezei de master: Evaluarea și sinteza bunelor practici internaționale în dezvoltarea tehnologiilor pentru infrastructurile rutiere, cu accent pe sustenabilitate.

Cuvinte cheie: sustenabilitate, infrastructuri rutiere, tehnologii inovatoare, reglementări, BIM.

Lucrarea este structurată în patru capitole principale, urmate de concluzii și recomandări finale, având un cuprins bine definit.

Această teză abordează problematica dezvoltării infrastructurilor rutiere în contextul provocărilor contemporane, precum schimbările climatice, urbanizarea rapidă și creșterea cererii pentru soluții sustenabile. Studiul analizează impactul tehnologiilor moderne asupra gestionării și întreținerii infrastructurilor rutiere, punând accent pe bunele practici internaționale care pot fi adaptate la specificul Republicii Moldova.

Obiectivul principal al lucrării constă în identificarea și evaluarea tehnologiilor și practicilor utilizate pe plan internațional pentru dezvoltarea infrastructurilor rutiere sustenabile, oferind recomandări concrete pentru implementarea acestora la nivel local. Lucrarea explorează cadrul de reglementare internațional, practicile tehnologice avansate, precum și metodele inovatoare aplicate în domeniul infrastructurilor rutiere.

Metodele utilizate în cercetare includ analiza literaturii de specialitate, compararea reglementărilor și politicilor internaționale, precum și studiul de caz privind implementarea tehnologiei BIM (Building Information Modeling) în Republica Moldova. Studiul de caz oferă o perspectivă aplicativă asupra utilizării tehnologiilor digitale în gestionarea proiectelor de infrastructură rutieră, ilustrând beneficiile și provocările asociate.

Rezultatele obținute demonstrează importanța integrării tehnologiilor moderne, precum utilizarea materialelor reciclabile, implementarea sistemelor inteligente de management al traficului și utilizarea energiei regenerabile, pentru reducerea impactului ecologic și creșterea eficienței economice. În cadrul studiului de caz, utilizarea tehnologiei BIM în proiectele rutiere din Republica Moldova a evidențiat o îmbunătățire semnificativă a proceselor de proiectare și execuție, precum și o optimizare a costurilor și a timpului de implementare.

Lucrarea concluzionează că adoptarea bunelor practici internaționale, a tehnologiilor inovatoare și a unui cadru legislativ bine structurat reprezintă pași esențiali pentru modernizarea infrastructurii rutiere din Republica Moldova, contribuind la atingerea obiectivelor de sustenabilitate și dezvoltare durabilă.

Summary

Last name, first name of the author: Valeriu Cegorean

Master,s Thesis Title: Evaluation and Synthesis of International Best Practices in the Development of Technologies for Road Infrastructure with a Focus on Sustainability.

Keywords: sustainability, road infrastructures, innovative technologies, regulations, BIM.

The thesis is structured into four main chapters, followed by conclusions and final recommendations, with a well-defined table of contents.

This study addresses the challenges of developing road infrastructures in the context of contemporary issues such as climate change, rapid urbanization, and the growing demand for sustainable solutions. It analyzes the impact of modern technologies on the management and maintenance of road infrastructures, emphasizing international best practices that can be adapted to the specifics of the Republic of Moldova.

The primary objective of this thesis is to identify and evaluate the technologies and practices employed internationally for the development of sustainable road infrastructures, providing concrete recommendations for their implementation at the local level. The research explores international regulatory frameworks, advanced technological practices, and innovative methods applied in the field of road infrastructure.

The research methods include the analysis of specialized literature, the comparison of international regulations and policies, and a case study on the implementation of Building Information Modeling (BIM) technology in the Republic of Moldova. The case study provides an applied perspective on the use of digital technologies in managing road infrastructure projects, highlighting associated benefits and challenges.

The results demonstrate the importance of integrating modern technologies, such as the use of recyclable materials, the implementation of intelligent traffic management systems, and the use of renewable energy, to reduce environmental impact and increase economic efficiency. The case study on BIM technology in Moldova's road projects shows significant improvements in design and execution processes, as well as cost and time optimization.

The thesis concludes that adopting international best practices, innovative technologies, and a well-structured legislative framework are essential steps for modernizing Moldova's road infrastructure, contributing to the achievement of sustainability and sustainable development goals.

CUPRINS

INTRODUCERE	7
1 ACTUALITATEA ȘI IMPORTANȚA TEMEI ȘI CONTEXTUL INTERNAȚIONAL	8
1.1 Importanța infrastructurilor rutiere sustenabile	8
1.2 Provocările actuale în gestionarea infrastructurilor rutiere	13
1.3 Oportunități pentru implementarea tehnologiilor sustenabile	15
1.4 Concluzii	20
2 POLITICI ȘI REGLEMENTĂRI INTERNAȚIONALE PENTRU INFRASTRUCTURI RUTIERE SUSTENABILE	21
2.1 Rolul politicilor internaționale în dezvoltarea infrastructurilor sustenabile	21
2.2 Exemple de reglementări și inițiative internaționale	24
2.3 Directive și reglementări relevante adoptate de Republica Moldova	32
2.4 Concluzii	38
3 STUDIUL TEHNOLOGIILOR INTERNAȚIONALE PENTRU INFRASTRUCTURI RUTIERE SUSTENABILE	39
3.1 Materiale ecologice și tehnologii inovative	39
3.1.1 Materiale reciclabile și reutilizabile	40
3.1.2 Beton permeabil și asfalt ecologic	46
3.2 Practici eficiente în construcția și întreținerea drumurilor	49
3.2.1 Sisteme inteligente de management al traficului (ITS)	49
3.2.2 Metode de reducere a poluării sonore și atmosferice	54
3.3 Utilizarea energiei regenerabile în infrastructura rutieră	56
3.4 Concluzii	62
4 STUDIU DE CAZ. IMPLIMENTAREA TEHNOLOGIEI BIM ÎN REPUBLICA MOLDOVA	63
4.1 Istoria și evoluția BIM	63
4.2 Fundamentele tehnologiei BIM și relevanța sa în infrastructura rutieră	64
4.3 Reglementari și inițiativei privind BIM în România	68
4.4 Beneficiile implementării BIM în infrastructura rutieră din Republica Moldova	70
4.5 Prima implementare BIM în infrastructura rutieră din Republica Moldova	71
4.6 Provocări în adoptarea BIM în Republica Moldova	73
4.7 Concluzie	75
Concluzii și recomandări finale	77
Bibliografie	79

Cuvinte cheie:

*sustenabilitate,
infrastructuri rutiere,
tehnologii inovatoare,
reglementări, BIM.*

Introducere

În contextul global actual, marcat de schimbări climatice, urbanizare accelerată și resurse naturale limitate, infrastructura rutieră sustenabilă devine o necesitate stringentă. Impactul semnificativ al transportului rutier asupra mediului – prin emisiile de gaze cu efect de seră, poluarea fonică și consumul intensiv de resurse – subliniază importanța adoptării de tehnologii moderne și a unor politici orientate către sustenabilitate. În această lucrare, s-a urmărit analiza și sintetizarea bunelor practici internaționale în dezvoltarea tehnologiilor pentru infrastructuri rutiere, cu accent pe sustenabilitate, adaptând aceste soluții la specificul Republicii Moldova.

Obiectivul general al lucrării este identificarea celor mai avansate tehnologii și strategii pentru dezvoltarea infrastructurii rutiere sustenabile, propunând soluții practice care să răspundă provocărilor locale. Lucrarea își propune să sprijine procesul de modernizare a infrastructurii rutiere prin reducerea impactului asupra mediului, creșterea eficienței economice și îmbunătățirea calității vieții comunităților.

Pentru realizarea acestei cercetări, au fost utilizate metode precum analiza comparativă a reglementărilor internaționale și naționale, studiul literaturii de specialitate și analiza de studii de caz. În special, un studiu detaliat al implementării tehnologiei BIM (Building Information Modeling) în Republica Moldova a permis explorarea potențialului acesteia de a optimiza procesele de planificare, execuție și întreținere a drumurilor.

Lucrarea este structurată în patru capitole. Primul capitol explorează actualitatea și importanța temei, oferind o înțelegere a contextului internațional și local. Al doilea capitol analizează politicile și reglementările relevante, evidențiind bunele practici aplicate în alte state. Al treilea capitol se concentrează pe tehnologiile inovatoare, precum utilizarea materialelor reciclabile, a energiilor regenerabile și a sistemelor inteligente de transport (ITS). Capitolul al patrulea prezintă un studiu de caz privind implementarea BIM în infrastructura rutieră din Republica Moldova, subliniind beneficiile și provocările asociate.

Rezultatele cercetării evidențiază că implementarea tehnologiilor moderne și adaptarea bunelor practici internaționale pot transforma infrastructura rutieră din Republica Moldova. Soluții precum reciclarea materialelor, utilizarea asfaltului ecologic sau integrarea ITS contribuie la reducerea impactului asupra mediului și la eficientizarea proceselor. Totodată, studiul de caz pe BIM demonstrează cum digitalizarea poate optimiza costurile și durata proiectelor, îmbunătățind transparența și calitatea execuției.

Această lucrare oferă o abordare integrată asupra dezvoltării infrastructurilor rutiere sustenabile. Prin adoptarea unor politici progresive și a tehnologiilor avansate, Republica Moldova poate face pași importanți către un sistem rutier modern și sustenabil.

Bibliografie

1. Zeppelin. Betoane permeabile. Soluția pentru intervenții blânde în oraș și peisaj. Disponibil: <https://e-zeppelin.ro/a-betoane-permeabile-solutia-pentru-interventii-blande-in-oras-si-peisaj/>
2. Building Information Modeling (BIM). Disponibil: <https://www.manandmachine.ro/building-information-modeling-bim/>
3. Autotehnica. Sisteme inteligente de transport. Disponibil: <https://autotehnica.com/sisteme-inteligente-de-transport/>
4. Convenției Internaționale privind Circulația Rutieră din 1926. Disponibil: <https://treaties.fcdo.gov.uk/awweb/pdfopener?md=1&did=64295>
5. Convenția de la Geneva privind Traficul Rutier. Disponibil: https://treaties.un.org/doc/Treaties/1952/03/19520326%2003-36%20PM/Ch_XI_B_1_2_3.pdf
6. UNECE - History of International Road Transport Development. Disponibil: <https://unece.org/history-0>
7. Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 5-16 June 1972. Disponibil: <https://digitallibrary.un.org/record/523249?utm=&v=pdf>
8. Consiliul European. Pactul verde european. Disponibil: <https://www.consilium.europa.eu/ro/policies/green-deal/>
9. Comisia Europeană. O transformare fundamentală a transporturilor. Disponibil: https://romania.representation.ec.europa.eu/news/o-transformare-fundamentala-transporturilor-comisia-isi-prezinta-planul-pentru-o-mobilitate_ro
10. European Union. Protocolul de la Kyoto. Disponibil: <https://eur-lex.europa.eu/RO/legal-content/glossary/kyoto-protocol.html>
11. World Bank Group. Disponibil: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2014/04/24/tanzania-world-bank-rail-transport-infrastructure-trade-neighbors>
12. Parlamentul Republicii Moldova. LEGE privind gestionarea siguranței infrastructurii rutiere. Disponibil: https://gov.md/sites/default/files/document/attachments/subiect-03-nu-443-midr-2023_1.pdf
13. Legea drumurilor (Legea nr. 509 din 22-06-1995). Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=137550&lang=ro
14. Blewett J., Woodward P. K. (2000), Some geotechnical properties of waste glass, Ground Engineering.
15. Su N., Chen J.S. (2002), Engineering properties of asphalt concrete made with recycled glass, Resources, Conservation and Recycling.
16. Corinaldesi V., Gnappi G., Moriconi G., Montenero A. (2005), Reuse of ground waste glass as aggregates for mortars, Waste Management.
17. Topcu I.B., Canbaz M. (2004), Properties of concrete Containing Waste Glass, Cement and Concrete Research, 34: 267-274 Topcu I.B., Canbaz M. (2004), Properties of concrete Containing Waste Glass, Cement and Concrete Research.
18. Tuncan M., Karasu B., Yalcin M.(2001), The suitability for using glass and fly ash in Portland cement concrete, Proc. 17th International Offshore and Polar Engineering Conf., Norway.
19. DOBRESU, Cornelia-Florentina, BRAGUȚA, Eugeniu, BURAGA, Andrei. Cercetări privind folosirea deșeurilor reciclabile pentru îmbunătățirea capacității mecanice și a stabilizării pământurilor argiloase. In: Probleme actuale ale urbanismului și amenajării

- teritoriului, Ed. 10, 27 noiembrie 2020, Chișinău. Chișinău: Casa Editorial-Poligrafică „Bons Offices”, 2021, Ediția 10, pp. 392-398. ISBN 978-9975-87-779-4.
20. Highmotor. Industrie. Disponibil: <https://www.highmotor.com/ro/holanda-plastico-reciclado-carreteras.html>
 21. Ecology. Disponibil: <https://ecology.md/md/page/rotterdam-planuieshte-sa-shi-paveze-strazile-cu-sticle-de-plastic-reciclate>
 22. EAPA. . Innovation. Asphalt plant. / Asphalt. Warm Mix Asphalt. / Publications. Press Release – Asphalt in Figures 2020. Disponibil: <https://epa.org/>
 23. MDPI. Recycling Tire Rubber in Asphalt Pavements: State of the Art. Disponibil: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/21/9076>
 24. COLECTOARE DEȘEURI.RO. Stăzile viitorului sunt făcute din anvelope uzate reciclate. Disponibil: https://www.colectaredeseuri.ro/stazile-viitorului-sunt-facute-din-anvelope-uzate-reciclate/#google_vignette
 25. Gramasfaltări.ro. Tehnologii și materiale în asfaltare. Disponibil: <https://gamasfaltari.ro/materiale-refolosibile-si-reciclate-in-industria-asfaltului>
 26. SCATS. AN INTELLIGENT, ADAPTIVE TRAFFIC CONTROL SYSTEM. Disponibil: <https://www.scats.nsw.gov.au/home>
 27. ISA LYS. Wattway – World’s First Solar. Road – In France. Disponibil: <https://www.isalys.be/2017/02/15/firstsolarroadinfrance>
 28. RenovablesVerdes. Drum solar în Normandia: inovație și provocări ale proiectului Wattway. Disponibil: <https://ro.renovablesverdes.com/calzada-solar-de-un-kilometro-de-longitud-en-normandia>
 29. Spațiul Construit. Disponibil: <https://www.spatiuconstruit.ro/articol/ce-s-a-intamplat-cu-drumul-cu-panouri-solare-inaugurat-in-franta-acum-trei-ani/23193>
 30. Unica.md. Disponibil: <https://unica.md/monden/parc-iluminat-cu-ajutorul-energiei-solare-intr-un-sat-din-moldova-circa-trei-mii-de-oameni-beneficiaza-de-confort-si-siguranta-cu-zero-lei-in-factura/>
 31. News.ungheni.org. Disponibil: <https://news.ungheni.org/welcome-to-busila/>
 32. EU4Moldova. Disponibil: <https://eu4caul.md/proiecte/renovarea-sitemului-de-iluminat-public-stradal-si-constructia-unei-retele-integente-in-mun-caul-zona-centru/>
 33. TVRMoldova. Disponibil: <https://tvrmdova.md/article/808869ee92229828/16-localitati-beneficiaza-de-iluminat-public-modern-in-cadrul-programului-satul-european.html>
 34. ALLBIM.net. Moldova în era digitală. Disponibil: <https://model.allbim.net/primul-proiect-bim-de-infrastructura-in-moldova/>