



Universitatea Tehnică a Moldovei

**METODE, TEHNOLOGII ȘI MATERIALE PENTRU CREȘTEREA CALITĂȚII
STRATURILOR RUTIERE**

**Student: Ceban Igor,
grupa DMMC-231 M**

**Conducător: Lepădatu Daniel
Conf. univ.dr. ing. abil.**

Chișinău – 2025

REZUMAT

Autor – Ceban Igor. **Titlul:** Metode, tehnologii și materiale pentru creșterea calității straturilor rutiere.

Structura lucrării – Lucrarea „Metode, tehnologii și materiale pentru creșterea calității straturilor rutiere” este compusă din introducere, 3 capitole cu 15 figuri, 5 tabele, concluzii și bibliografie.

Cuvinte-Cheie – Sisteme rutiere, Metoda, Tehnologie, Material, ALIZE LCPC, Micro-surfacing, Slurry seal, Beton cu proprietăți de auto-vindecare, Asfaltul epoxidic, Bitum, Agregate, Drumul asfaltic perpetuu, Structura drumului inversat

Scopul cercetării este identificarea și analiza metodelor, tehnologiilor și materialelor moderne și inovative pentru creșterea calității straturilor rutiere.

Obiectivele cercetării: studierea, analiza și exploatarea metodelor, tehnologiilor și materialelor moderne și inovative pentru creșterea calității straturilor rutiere; analiza eficacității metodelor, tehnologiilor și materialelor, precum și evaluarea performanțelor și a impactului strategic, economic, ecologic;

Rezultate obținute: Teza de masterat a fost realizată prin utilizarea unui ansamblu de mijloace și procedee teoretice, precum metoda istorică pentru a identifica evoluția și etapele dezvoltării metodelor, tehnologiilor și materialelor care sporesc calitatea straturilor rutiere, analiza sistemică a dezvoltării metodelor, tehnologiilor și materialelor inovative comparativ cu cele convenționale, aplicarea tehnicilor de generalizare, inducție și deducție pentru a sintetiza concluziile formulate. Pe lângă acestea, au fost aplicate metodele analizei și sintezei pentru evaluarea și structurarea informațiilor complexe, precum și metoda analogiei pentru a compara diverse metode, tehnologii, materiale care sporesc calitatea straturilor rutiere. Cercetarea a explorat metode, tehnologii, materiale care sporesc calitatea straturilor rutiere, axându-se pe îmbunătățirea și creșterea calității straturilor rutiere în diverse etape din ciclul de viață al drumului, cum ar fi îmbunătățirea proiectării, întreținerea preventivă, reabilitarea și reconstrucția drumurilor. În prezenta lucrare au fost studiate și analizate metoda inovativă de proiectare ALIZE LCPC, metode de reabilitare, precum micro surfacing și slurry seal, materiale inovative, cum ar fi asfaltul epoxidic, betonul cu mecanism de auto-vindecare, precum și tehnologiile avansate drumul perpetuu și drumul inversat, care ilustrează progresul semnificativ făcut în domeniul infrastructurii rutiere și relevanța acestora pentru îmbunătățirea calității straturilor rutiere.

ADNOTATION

Author – Ceban Igor

Title: Methods, Technologies, and Materials for Improving the Quality of Road Layers.

Structure of the Paper – The Paper "Methods, Technologies, and Materials for Improving the Quality of Road Layers" consists of an introduction, 3 chapters with 15 figures, 5 tables, conclusions, and bibliography.

Keywords – Road systems, Method, Technology, Material, ALIZE LCPC, Micro-surfacing, Slurry seal, Self-healing concrete, Epoxy asphalt, Bitumen, Aggregates, Perpetual pavement, Inverted pavement structure.

The purpose – The identification and analysis of modern and innovative methods, technologies, and materials for improving the quality of road layers.

Research Objectives: To study, analyze, and explore modern and innovative methods, technologies, and materials for improving the quality of road layers. To analyze the effectiveness of methods, technologies, and materials, as well as assess their performance and strategic, economic, and ecological impacts.

Results: The work of the master thesis was developed using a set of tools and theoretical procedures, such as the historical method to identify the evolution and stages of development of methods, technologies, and materials that improve the quality of road layers, systemic analysis of the development of innovative methods, technologies, and materials compared to conventional ones, and the application of generalization, induction, and deduction techniques to synthesize the conclusions drawn. Additionally, methods of analysis and synthesis were applied to evaluate and structure complex information, as well as the analogy method to compare different methods, technologies, and materials that improve the quality of road layers. The research explored methods, technologies, and materials aimed at improving the quality of road layers, focusing on enhancing and increasing the quality of road layers at various stages of the road's lifecycle, such as design improvement, preventive maintenance, rehabilitation, and road reconstruction. The work studied and analyzed the innovative ALIZE LCPC design method, rehabilitation methods such as micro-surfacing and slurry seal, innovative materials like epoxy asphalt and self-healing concrete, as well as advanced technologies such as the perpetual road and inverted road, which illustrate the significant progress made in road infrastructure and their relevance for improving the quality of road layers.

CUPRINS

Introducere	10
Capitolul I: METODE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA ȘI CREȘTEREA CALITĂȚII STRATURILOR RUTIERE.....	13
1.1. Îmbunătățirea proiectării: ALIZE LCPC	13
1.2. Întreținerea preventivă: Micro-surfacing, Slurry seal	16
Concluzie capitolul I.....	23
Capitolul II. MATERIALE INOVATIVE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA ȘI CREȘTEREA CALITĂȚII STRATURILOR RUTIERE	24
2.1. Asfaltul epoxidic	25
2.2. Betonul cu mecanism de auto-vindecare	30
2.2.1. Evaluarea mecanismului și a capacității de auto-vindecare a betonului	35
2.2.2. Betonul cu mecanism de auto-vindecare autogenă	39
2.2.3. Betonul cu mecanismul de auto - vindecare autonomă	41
Concluzie capitolul II.....	52
Capitolul III. TEHNOLOGII INOVATIVE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA ȘI CREȘTEREA CALITĂȚII STRATURILOR RUTIERE	56
3.1. Drum asfaltic perpetuu	57
3.2. Drum inversat	66
Concluzie capitolul III.....	74
CONCLUZII GENERALE	75
BIBLIOGRAFIE	77

INTRODUCERE

Actualitatea temei

Infrastructura rutieră este o componentă fundamentală a dezvoltării socio-economice a societății moderne și are un impact direct asupra calității și sustenabilității dezvoltării societății. Proprietățile și starea infrastructurii rutiere influențează toate aspectele vieții, de la siguranța rutieră și confortul de deplasare al utilizatorilor drumurilor până la impactul asupra mediului și a consumului de energie al vehiculelor în timpul circulației pe străzi.

Creșterea calității straturilor rutiere nu se limitează doar la îmbunătățirea caracteristicilor mecanice ale materialelor, ci presupune o abordare integrală ce implică utilizarea de soluții inovative și sustenabile. În ultimele decenii, cercetările și dezvoltările tehnologice din domeniul construcțiilor rutiere au dus la apariția unor noi metode de execuție, utilizarea materialelor reciclate și introducerea unor tehnologii de monitorizare avansate care permit o gestionare mai eficientă a resurselor și reducerea impactului asupra mediului.

Calitatea și proprietățile suprafeței rutiere este determinată, printre altele, de metodele, tehnologiile și materialele utilizate pentru construcția și întreținerea drumurilor. Progresele tehnologice au contribuit semnificativ la îmbunătățirea calității și durabilității drumurilor, precum și la înțelegerea necesității promovării ecologiei drumurilor și stimularea evoluției construcției inteligente a drumurilor, astfel încât durabilitatea acestora să fie cât mai mare și să fie sustenabile inclusiv din punct de vedere economic pe termen lung.

Pe parcursul anilor, datorită studiilor și cercetărilor în domeniu constante, au apărut noi materiale, structuri, echipamente și tehnologii care măresc performanța structurii rutiere și care pot prelungi ciclul de viață al unui drum, precum și a micșora intervențiile de mentenanță a acestora.

În prezenta lucrare sunt analizate oportunități tehnologice, dar și limite în ceea ce privește optimizarea și performanța proprietăților suprafețelor rutiere prin utilizarea unor noi metode, tehnologii și materiale de construcție.

Metodele, tehnologiile și materialele care pot fi folosite pentru îmbunătățirea și creșterea calității straturilor rutiere sunt diverse și pot fi implementate diferit și în diverse etape din ciclul de viață al drumului, cum ar fi:

Îmbunătățirea proiectării: Se bazează pe o combinație între inovațiile materiale, analiza geotehnică avansată, folosirea tehnologiilor moderne de monitorizare și întreținere, precum și simulările numerice avansate. Este imperioasă folosirea tehnicilor avansate de proiectare pentru a calcula exact cerințele structurale ale drumului, inclusiv sarcina de trafic și condițiile climaterice.

Întreținerea preventivă: Aplicarea măsurilor necesare de întreținere în mod regulat, efectuarea inspecției regulate și reparații minore executate în timp util, astfel încât să fie prevenită și evitată degradarea straturilor rutiere.

Reabilitarea și reconstrucția: Înlocuirea sau repararea straturilor deteriorate prin tehnici de reciclare sau reconstrucție pentru a prelungi durata de viață a drumului. Aceste procese sunt esențiale pentru menținerea unei infrastructuri rutiere durabile și sigure. Deși reabilitarea este o opțiune mai economică și mai rapidă, reconstrucția este necesară în cazurile în care structura drumului a ajuns într-o stare avansată de deteriorare. Tehnologiile moderne, precum utilizarea materialelor reciclate, a asfaltului cu polimeri și a geosinteticelor, contribuie semnificativ la creșterea eficienței acestor procese. Prin alegerea și aplicarea corectă a metodelor de reabilitare și reconstrucție, se pot reduce costurile de întreținere pe termen lung și se poate asigura o infrastructură rutieră mai durabilă și mai prietenoasă cu mediul.

Obiectivele generale ale lucrării sunt :

Studierea metodelor inovative utilizate în construcția și întreținerea straturilor rutiere, și anume cu un accent deosebit pe soluțiile de economisire a resurselor și eficientizare a procesului de execuție.

Analiza materialelor avansate utilizate la construcția și reconstrucția drumurilor, precum și evaluarea performanțelor acestor materiale inovative și a altor soluții ecologice.

Analiza și explorarea tehnologiilor inovative care sporesc calitatea straturilor rutiere.

Evaluarea impactului ecologic al soluțiilor inovative și identificarea avantajelor, precum și a provocărilor în folosirea metodelor, tehnologiilor și materialelor inovative.

Pentru atingerea obiectivelor propuse, metodologia de cercetare a fost efectuată pe mai multe direcții complementare, precum revizuirea și analiza studiilor și cercetărilor științifice anterioare, recente cu scopul identificării tendințelor actuale și a soluțiilor inovative aplicate în domeniul infrastructurii rutiere. Analiza unor studii de caz, analiza și evaluarea impactului utilizării,

metodelor, tehnologiilor și materialelor avansate, precum și identificarea avantajelor folosirii acestora și elaborarea unor recomandări în vederea îmbunătățirii straturilor rutiere, optimizării costurilor, reducerii impactului ecologic și creșterii performanței pe termen lung.

În concluzie, această temă are scopul de a explora cele mai recente metode, tehnologii și materiale pentru îmbunătățirea calității straturilor rutiere. Prin utilizarea unor soluții inovative și a unor tehnologii avansate de monitorizare, analiză și întreținere, se pot obține drumuri mai durabile, sigure și mai eficiente din punct de vedere ecologic. Cercetarea va contribui la identificarea unor bune practici și soluții tehnice, care pot fi aplicate în proiectarea și întreținerea straturilor rutiere, și care pot avea un impact pozitiv asupra infrastructurii rutiere pe termen lung.

BIBLIOGRAPHIE:

1. Andrew, R. M. Global CO2 emissions from cement production. *Earth Syst. Sci. Data*, 2018, 10, 195–217.
2. Guerre, P., & Roussely, J.-F. (1999). ALIZE: A tool for long-term analysis of flexible pavement behavior. *International Journal of Pavement Engineering*, 1(1), 37-47.
3. LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées). (2000). Méthodes ALIZE pour l'analyse de la longévité des infrastructures routières. Paris, France.
4. Guerre, P., Roussely, J.-F., & Mézières, D. (2001). Modeling of pavement performance with ALIZE: A tool for infrastructure management. *Proceedings of the International Conference on Pavement Management*, 47-55.
5. Ahmed, S., & El-Shafie, A. (2018). "Innovative Materials for Improving the Durability and Performance of Pavement Structures." *Materials*, 11(12), 2563.
6. Huang, B., & Shu, X. (2009). "Evaluation of the Performance of Micro-Surfacing as a Pavement Preservation Technique." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2116(1), 67-74. <https://doi.org/10.3141/2116-09>
7. American Society of Civil Engineers (ASCE) (2004). "Micro-Surfacing: Design, Construction, and Maintenance." National Cooperative Highway Research Program Report 391. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
8. Zhou, L., & Zhang, Y. (2015). "Research on Pavement Performance and Evaluation Methodology." *Construction and Building Materials*, 94, 229-238. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.023>
9. Peters, J., & Hayes, D. (2022). "AI for Predictive Maintenance in Civil Infrastructure." *Journal of Artificial Intelligence in Civil Engineering*, 17(1), 48-65.
10. Li, Z., & Zhang, Y. (2021). "Smart Road Technologies: A Review of Intelligent Monitoring and Maintenance Techniques." *Roads and Transportation Technology*, 23(2), 58-73.
11. Douglas D. Gransberg, *Micro-surfacing, a synthesis of highway practice*, NCHRP Synthesis 411, Project (2010).
12. *Journal of Road Engineering* 3 (2023) 370–468.
13. M.R. Watson. "Pavement Preservation: Slurry Seal and Micro-Surfacing Techniques." *Transportation Research Board*, 2020.
14. Kovács, J., & Csendes, P. (2013). *Pavement Performance and Evaluation: Methods and Technologies*. Springer.

15. Madan, A., & Rattan, S. (2018). *Innovative Materials and Technologies for Road Construction*. Wiley-Blackwell.
16. Gabr, M. A., & Huang, B. (2007). *Pavement Rehabilitation and Maintenance*. CRC Press.
17. Pronk, A. J., & Van de Ven, M. (2016). *Innovative Pavement Design and Materials*. Elsevier.
18. Khan, M., & Rahman, M. (2021). "Performance and Durability of Epoxy-Modified Asphalt Mixes." *International Journal of Pavement Engineering*, 22(12), 1524-1532.
19. Sadeghi, M., & Shahsavari, M. (2022). "Sustainable Pavement Materials: Epoxy-Modified Asphalt." *Materials Science and Engineering: A*, 797, 139885.
20. Toader, Panfil Tudor (2023). "Beton cu mecanism de auto-vindecare utilizat în infrastructura de transport".
21. De Belie, N., & Van Tittelboom, K. (2014). Self-healing concrete: A solution for sustainable construction. *Journal of Cement and Concrete Composites*, 51, 1-12.
22. Huseien, G.F.; Nehdi, M.L.; Faridmehr, I.; Ghoshal, S.K.; Hamzah, H.K.; Benjeddou, O.; Alrshoudi, F. Smart Bio-Agents-Activated Sustainable Self-Healing Cementitious Materials: An All-Inclusive Overview on Progress, Benefits and Challenges *Sustainability* 2022, 14, 1980.
23. Coppola, L.; Beretta, S.; Bignozzi, M.C.; Bolzoni, F.; Brenna, A.; Cabrini, M.; Candamano, S.; Caputo, D.; Carsana, M.; Cioffi, R.; et al. The Improvement of Durability of Reinforced Concretes for Sustainable Structures: A Review on Different Approaches. *Materials* 2022, 15, 2728.
24. Coppola, L.; Bellezze, T.; Belli, A.; Bignozzi, M.C.; Bolzoni, F.; Brenna, A.; Cabrini, M.; Candamano, S.; Cappai, M.; Caputo, D.; et al. Binders alternative to Portland cement and waste management for sustainable construction—Part 1. *J. Appl. Biomater. Funct. Mater.* 2018, 16, 186–202.
25. Aldea, C.-M.; Shah, S.; Karr, A. Permeability of cracked concrete. *Mater. Struct.* 1999, 32, 370–376.
26. Roig-Flores, M.; Formagini, S.; Serna, P. Self-healing concrete-What Is it Good For?. *Mater. Construcc.* 2021, 71 [341], e237.
27. Van Tittelboom, K.; De Belie, N. Self-healing in cementitious materials-A review. *Materials* 2013, 6 [6], 2182-2217.
28. Souradeep, G.; Kua, H.W. Encapsulation technology and techniques in self-healing concrete. *J. Mater. Civ. Eng.* 2016.

29. Van Tittelboom, K.; De Belie, N.; De Muynck, W.; Verstraete, W. Use of bacteria to repair cracks in concrete. *Cem. Concr. Res.* 2010.
30. Danish, A.; Ali Mosaberpanah, A. M.; Salim, U. M. Past and present techniques of self-healing in cementitious materials: A critical review on efficiency of implemented treatments. *J. Mater. Res. Technol.* 2020, 9(3):6883-6899.
31. De Rooij, M.; Van Tittelboom, K.; De Belie, N.; Schlangen, E. Self-healing phenomena in cement-based materials: state-of-the-art report of RILEM technical committee 221-SHC: Self-Healing phenomena in cement-Based materials, Springer 2013, vol. 11.
32. Wu, M.; Johannesson, B.; Geiker, M. A review: self-healing in cementitious materials and engineered cementitious composite as a self-healing material. *Constr. Build. Mater.* 2012; 28:571–83.
33. Demo, P.; Preucil, F.; Prošek, Z.; Tichá, P.; Domonkos, M. Self- Healing of Cementitious Materials via Bacteria: A Theoretical Study, *Crystals*, 2022, 12, 920.
34. Tang, C.-S.; Yin, L.; Jiang, N.; Zhu, C.; Zeng, H.; Li, H.; Shi, B. Factors Affecting the Performance of Microbial-Induced Carbonate Precipitation (MICP) Treated Soil: A Review. *Environ. Earth Sci.* 2020, 79, 94.
35. Jonkers, H. M., & Schlangen, E. (2017). Self-healing concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 131, 1-11
36. Mechtcherine, V., & Schneider, M. (2016). Self-healing materials for sustainable concrete structures. *RILEM State-of-the-Art Reports*, 4, 45-58.
37. Newcomb, D. E. 2002. *Perpetual Pavements: A Synthesis*. Publicația nr. APA 101. Asphalt Pavement Alliance, Lanham, MD.
38. Newcomb, D. E., și K. R. Hansen. 2006. "Mix Type Selection for Perpetual Pavements." *Proceedings, International Conference on Perpetual Pavements*, Columbus, OH.
39. Vieira, J. A., & Brito, J. (2012). *Sustainable Construction Materials and Technologies*. Woodhead Publishing.
40. Huang, B., & Shu, X. (2012). "Use of Modified Asphalt for Sustainable Pavement Design." *Journal of Materials in Civil Engineering*, 24(7), 833-841.
41. Williams, R. C., & Fwa, T. F. (2009). *Modified Asphalt for Pavement Applications*. Springer.
42. Khan, M., & Khatri, A. (2011). *Innovative Asphalt Technologies for Pavement Applications*. Elsevier.

43. Williams, S. E., & Marasteanu, M. O. (2010). "A Study on the Design and Performance of Reversed Pavement Structures." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2185, 44-50
44. Huang, B., & Wang, Z. (2019). "Design, Construction, and Evaluation of Perpetual and Reversed Pavements." *Transportation Research Board Annual Meeting*. Washington, D.C.
45. Fwa, T. F., & Li, Y. (2016). "Innovative Pavement Structure Design: Reversed Pavement for Traffic Sustainability." *Proceedings of the 7th International Conference on Road and Airfield Pavement Technology*. American Society of Civil Engineers.
46. Daniel LEPADATU, Loredana JUDELE, Eduard PROASPAT, Ion RUSU, Dana Roxana BUCUR, Albina ELETCHIH, Pavel CIUBARCA, Luca FLORIN, Technologies avancées en génie civil. Des progresses récentes dans le domaine des nanomatériaux et perspectives d'avenir, 3eme Symposium de la recherche scientifique francophone en Europe centrale et orientale Les 16 et 17 décembre 2024 Université de Médecine et Pharmacie (UMF) de Cluj-Napoca (Roumanie), Lucrarile vor fi publicate in <https://www.ieee.org/conferences/publishing/templates.html> (in curs)
47. Loredana JUDELE, **Daniel LEPADATU**, Eduard PROASPAT, Ion RUSU, Dana Roxana BUCUR, Albina ELETCHIH, Pavel CIUBARCA, Luca FLORIN, Béton avec des agregats recyclés à partir de déchets de démolition : performance, durabilité et sustainabilité, 3^{eme} Symposium de la recherche scientifique francophone en Europe centrale et orientale Les 16 et 17 décembre 2024 Université de Médecine et Pharmacie (UMF) de Cluj-Napoca (Roumanie), Lucrarile vor fi publicate in <https://www.ieee.org/conferences/publishing/templates.html> (in curs)
48. Ion RUSU, Loredana JUDELE, Daniel LEPADATU, Polymeric coating for the insulation, protection and surfaces finishing of the reinforced buildings concrete exposed to corrosive environments, XXIVth International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying, Geology and Mining, Ecology and Management – SGEM 2024. 29 Jun - 8 Jul, 2024, Albena Bulgaria, SCOPUS (in press), <https://plu.mx/plum/a/?doi=10.5593/sgem2024/6.1/s26.42> . https://epslibrary.at/sgem_jresearch_publication_view.php?page=view&editid1=9808
49. Loredana JUDELE, Ion RUSU, Gabriel SANDULACHE, Daniel LEPADATU, Artificial neural networks predicted model and mechanical characteristics optimization of sustainable local hemp concrete, 9th International Conference on Mathematics and Computers in Sciences and Industry (MCSI), Rhodes Island (Rodos Island), Greece, August 22-24, 2024, SCOPUS (in evaluate). (IEE -

- <https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?newsearch=true&queryText=lepadatu> – link catre publicatia de anl trecut la aceeasi conf)
50. Daniel LEPADATU, Loredana JUDELE, Ion RUSU, Eduard PROASPAT, Pavel CIUBARCA, Nanomatériaux, méthodes de dispersion et la compatibilité avec la recette du béton, PROBLEME ACTUALE ÎN URBANISM ȘI ARHITECTURĂ” CONFERINȚA INTERNAȚIONALĂ, Ediția XII-a, 15 noiembrie 2024, Chișinău, pag 45
 51. Igor CEBAN, Eduard PROASPAT, Pavel CIUBARCA, and Daniel LEPADATU, Innovative methods, technologies, and materials for advancing the performance of pavement layers, „PROBLEME ACTUALE ÎN URBANISM ȘI ARHITECTURĂ” CONFERINȚA INTERNAȚIONALĂ, Ediția XII-a, 15 noiembrie 2024, Chișinău, pag 36
 52. Loredana Judele, Ana Raluca Rosu, Eduard Proaspat, Gabriel Sandulache and Daniel Lepadatu, Thermal Conductivities Determination of Synthetic Wood with Recyclable Waste Using Advanced Experimental Method and Numerical Simulation Proceedings of 2023 International Conference on Applied Mathematics & Computer Science (ICAMCS), pp 184-189, 2023, IEEE DOI 10.1109/ICAMCS59110.2023.00037
 53. Daniel Lepadatu, Loredana Judele, Proaspăt Eduard et Gabriel Sandulache, Optimisation des caractéristiques mécaniques du béton polymérique avec du cendre volante utilisant les plans d’expériences numériques, Conférence scientifique et technique internationale Formation structurelle et destruction des matériaux de construction composites et structures. 27 - 28 avril 2023, Odessa, Ukraine
 54. <https://www.sciencedirect.com>
 55. https://www.researchgate.net/figure/Calculations-using-ALIZE-LCPC-of-horizontal-strains-at-the-bottom-of-the-Surface-layer_fig1_303708748
 56. <https://www.chemcosystems.com/images/Epoxy-new1-slider.png>
 57. <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S221450952400367X-gr6.jpg>
 58. <https://www.suresealpavement.com/what-is-perpetual-pavement/>
 59. CROITORU, G., PROASPĂT, E. (2024). Proiectarea întreprinderilor de producere a materialelor de construcții: indicații metodice privind elaborarea proiectului de an. (Universitatea Tehnică a Moldovei)