



Universitatea Tehnică a Moldovei

**STUDIUL ȘI ANALIZA STRUCTURILOR
RUTIERE RIGIDE DIN BETON DE CIMENT
FOTOCATALITIC ÎN CONDIȚIILE
REPUBLICII MOLDOVA.**

Student:

Pluta Marin

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 și analiza structurilor rutiere rigide din
beton de ciment fotocatalitic în condițiile
Republicii Moldova.**

Student:

Pluta Marin, IST-241 M

Conducător:

Lector universitar, dr. Buraga Andrei

Chișinău 2026

Rezumat

Numele, prenumele autorului: Pluta Marin

Titlul tezei de master: Studiul și analiza structurilor rutiere rigide din beton de ciment fotocatalitic în condițiile Republicii Moldova.

Prezenta teză de master abordează problematica dezvoltării infrastructurii rutiere durabile în Republica Moldova, în contextul degradării accelerate a rețelei de drumuri existente, al creșterii traficului rutier și al impactului negativ asupra mediului. Drumurile reprezintă un element esențial pentru dezvoltarea economică și socială a țării, însă utilizarea preponderentă a structurilor rutiere flexibile și a tehnologiilor tradiționale a condus, în timp, la apariția unor deficiențe structurale și la costuri ridicate de întreținere.

Scopul principal al cercetării constă în analizarea posibilității utilizării structurilor rutiere rigide din beton de ciment fotocatalitic ca soluție tehnică și ecologică modernă, adaptată condițiilor climatice, geotehnice și economice ale Republicii Moldova. În acest sens, lucrarea își propune să evidențieze avantajele betonului fotocatalitic în raport cu betonul obișnuit, atât din punct de vedere al performanței mecanice și al durabilității, cât și al impactului asupra mediului.

Metodologia cercetării se bazează pe analiza documentară a literaturii de specialitate naționale și internaționale, studierea normativelor și standardelor aplicabile, analiza comparativă a diferitelor tipuri de structuri rutiere, precum și evaluarea comportării betonului fotocatalitic în condiții reale de exploatare. Sunt analizate proprietățile fizico-mecanice și chimice ale materialului, procedeele tehnologice de preparare și punere în operă, metodele de control al calității și durabilității, precum și aspectele economice ale implementării acestuia.

Rezultatele obținute evidențiază faptul că betonul de ciment fotocatalitic prezintă o durabilitate superioară, o rezistență ridicată la solicitările de trafic și la acțiunea factorilor de mediu, precum și capacitatea de reducere a poluanților atmosferici, în special a oxizilor de azot (NO_x). Analiza comparativă arată că, deși costurile inițiale sunt mai ridicate, beneficiile pe termen lung, precum reducerea cheltuielilor de întreținere și îmbunătățirea calității aerului, justifică utilizarea acestui material în infrastructura rutieră.

Concluziile tezei susțin oportunitatea implementării betonului fotocatalitic în proiectele rutiere viitoare din Republica Moldova, ca parte a unei strategii de dezvoltare durabilă și de aliniere la standardele europene.

Cuvinte-cheie: beton fotocatalitic, structuri rutiere rigide, durabilitate, TiO₂, impact asupra mediului.

Summary

Author's name: Marin Pluta

Master's thesis title: Study and Analysis of Rigid Road Facilities Made of Photocatalytic Concrete under Conditions of the Republic of Moldova.

This master's thesis addresses the issue of sustainable road infrastructure development in the Republic of Moldova, considering the accelerated deterioration of the existing road network, the continuous increase in traffic volumes, and the growing environmental impact. Road infrastructure plays a key role in the economic and social development of the country; however, the extensive use of flexible pavements and traditional construction technologies has led to structural deficiencies and high maintenance costs.

The main objective of the research is to analyze the feasibility of using rigid pavement structures made of photocatalytic cement concrete as a modern technical and ecological solution adapted to the climatic, geotechnical, and economic conditions of the Republic of Moldova. The study aims to highlight the advantages of photocatalytic concrete compared to conventional concrete in terms of mechanical performance, durability, and environmental impact.

The research methodology is based on a comprehensive review of national and international scientific literature, analysis of applicable standards and regulations, comparative evaluation of different pavement structures, and assessment of the behavior of photocatalytic concrete under real service conditions. The physical-mechanical and chemical properties of the material, technological processes of production and placement, quality control and durability assessment methods, as well as economic aspects related to implementation are examined.

The obtained results demonstrate that photocatalytic cement concrete exhibits superior durability, high resistance to traffic loads and environmental factors, and the ability to reduce atmospheric pollutants, particularly nitrogen oxides (NO_x). The comparative analysis indicates that although initial costs are higher, long-term benefits such as reduced maintenance expenses and improved air quality justify the use of this material in road infrastructure.

The conclusions support the opportunity to implement photocatalytic concrete in future road projects in the Republic of Moldova as part of a sustainable development strategy and alignment with European standards.

Keywords: photocatalytic concrete, rigid pavements, durability, TiO₂, environmental impact.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	7
CAPITOLUL I. ACTUALITATEA ȘI NECESITATEA PROBLEMEI DE CERCETARE.....	9
1.1. Actualitatea temei și necesitatea cercetării.....	9
1.2. Importanța structurilor rutiere rigide în contextul Republicii Moldova.....	10
1.3. Impactul ecologic și potențialul utilizării betonului de ciment fotocatalitic.....	12
1.4. Scopul, obiectivele și metodologia generală a cercetării.....	14
CAPITOLUL II. STRUCTURILE RUTIERE RIGIDE DIN BETON DE CIMENT: PRINCIPII, TIPOLOGII ȘI DOMENII DE UTILIZARE ÎN REPUBLICA MOLDOVA.....	16
2.1. Clasificarea structurilor rutiere rigide și compararea cu cele flexibile.....	16
2.2. Caracteristicile generale ale betonului de ciment utilizat în structurile rutiere.....	18
2.3. Situația actuală a aplicării structurilor rutiere rigide în Republica Moldova.....	22
2.4. Experiența internațională privind drumurile din beton de ciment.....	24
2.5. Posibilități de adaptare la condițiile climatice și geotehnice locale.....	27
CAPITOLUL III. BETONUL DE CIMENT FOTOCATALITIC: SPECIFICAȚII, PROPRIETĂȚI TEHNOLOGIE DE FABRICAȚIE ȘI APLICAȚII INTERNAȚIONALE.....	30
3.1. Definierea betonului fotocatalitic și principiul de funcționare al fotocatalizei.....	30
3.2. Materiale utilizate: cimenturi, aditivi, agregate și fotocatalizatori.....	33
3.3. Proprietăți fizico-mecanice și chimice ale betonului fotocatalitic.....	35
3.4. Procedee tehnologice de preparare și punere în operă a betonului fotocatalitic.....	39
3.5. Metode de control al calității și durabilității betonului fotocatalitic.....	41
3.6. Compararea betonului simplu cu betonul fotocatalitic din punct de vedere al performanțelor mecanice, durabilității și impactului de mediu.....	44
3.7. Costuri și aspecte economice privind implementarea.....	47
3.8. Exemple internaționale de aplicare a betonului fotocatalitic.....	50

CAPITOLUL IV. STUDIUL ȘI ANALIZA STRUCTURILOR RIGIDE DIN BETON DE CIMENT FOTOCATALITIC ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA.....	53
4.1. Condițiile climatice, geotehnice și de trafic specifice Republicii Moldova.....	53
4.2. Calculul eforturilor și al deformațiilor în plăcile de beton.....	56
4.3. Analiza comportării la îngheț-dezghet, fisurare și acțiunea sărurilor.....	60
4.4. Evaluarea efectului fotocatalitic în reducerea poluanților din aer.....	63
4.5. Analiză comparativă între structura rutieră din beton obișnuit și cea din beton fotocatalitic – comportare, întreținere și eficiență economică.....	66
4.6. Studiu de caz: aplicarea betonului fotocatalitic pe un sector experimental de drum.....	70
 CAPITOLUL V. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI PRACTICE.....	 74
5.1. Concluzii generale privind performanța structurilor rigide din beton fotocatalitic.....	74
5.2. Recomandări pentru aplicarea în infrastructura rutieră din Republica Moldova.....	75
5.3. Direcții viitoare de cercetare și posibile optimizări tehnologice.....	77
 BIBLIOGRAFIE.....	 79

INTRODUCERE.

Infrastructura rutieră reprezintă unul dintre pilonii fundamentali ai dezvoltării economice și sociale, având o importanță esențială în asigurarea mobilității populației, a transportului de mărfuri și a conectivității teritoriale. În Republica Moldova, drumurile naționale și regionale constituie elementul principal al sistemului de transport, susținând atât circulația internă, cât și legăturile cu spațiul regional și european. Cu toate acestea, o parte semnificativă a rețelei rutiere existente se confruntă cu probleme de degradare structurală, capacitate portantă limitată și necesar ridicat de întreținere, cauzate de creșterea traficului, influența factorilor climatici și utilizarea preponderentă a unor soluții constructive tradiționale.

În acest context, este necesară analizarea unor soluții tehnice capabile să ofere o durată de exploatare mai mare, performanțe structurale stabile și costuri reduse de întreținere pe termen lung. Structurile rutiere rigide din beton de ciment reprezintă o alternativă viabilă în raport cu structurile rutiere flexibile, fiind recunoscute pentru rezistența lor la solicitări repetate, comportarea favorabilă în condiții de trafic greu și stabilitatea geometrică în timp. Totodată, experiența internațională demonstrează că aceste structuri pot funcționa eficient pe perioade de lungă durată, cu intervenții minime de reabilitare, aspect deosebit de important pentru o infrastructură rutieră durabilă.

Pe lângă cerințele tehnice, în ultimii ani a crescut semnificativ importanța dimensiunii ecologice în proiectarea și realizarea infrastructurii rutiere. Transportul rutier constituie una dintre principalele surse de poluare atmosferică, în special prin emisiile de oxizi de azot și particule fine, cu efecte directe asupra sănătății populației și mediului. În acest sens, dezvoltarea și aplicarea unor materiale de construcție cu proprietăți ecologice îmbunătățite devin o direcție prioritară de cercetare.

Betonul de ciment fotocatalitic, realizat prin integrarea dioxidului de titan (TiO_2) în compoziția materialului, reprezintă una dintre cele mai promițătoare inovații din domeniul construcțiilor rutiere moderne. Sub acțiunea radiației solare, acesta este capabil să inițieze reacții fotocatalitice care conduc la transformarea poluanților atmosferici în compuși mai puțin nocivi, contribuind astfel la îmbunătățirea calității aerului în zonele cu trafic intens. În același timp, proprietățile de auto-curățare ale suprafeței pot reduce acumularea de murdărie și microorganisme, influențând pozitiv durabilitatea și aspectul stratului rutier.

În condițiile Republicii Moldova, aplicarea betonului fotocatalitic în structurile rutiere rigide trebuie analizată cu prudență și rigoare științifică, având în vedere particularitățile climatice, geotehnice și de trafic. Ciclurile frecvente de îngheț-dezghet, variațiile semnificative de

temperatură, caracteristicile terenului de fundare și intensitatea traficului pot influența atât comportarea mecanică a plăcilor din beton, cât și eficiența pe termen lung a efectului fotocatalitic. În prezent, lipsa unor aplicații extinse la nivel național impune realizarea unor studii analitice și experimentale care să fundamenteze posibilitatea implementării acestei tehnologii în viitoarele proiecte rutiere.

Tema tezei are ca scop să răspundă acestor necesități actuale. Lucrarea abordează, într-o manieră integrată, aspecte legate de clasificarea și caracteristicile structurilor rutiere rigide, proprietățile fizico-mecanice și chimice ale betonului fotocatalitic, procedeele tehnologice de realizare, precum și evaluarea comportării acestora sub acțiunea factorilor climatici și de exploatare.

De asemenea, teza include o analiză comparativă între structurile rutiere realizate din beton obișnuit și cele din beton fotocatalitic, având ca obiectiv evidențierea diferențelor privind performanța structurală, durabilitatea, necesarul de întreținere și impactul asupra mediului. Prin evaluarea efectului fotocatalitic în reducerea poluanților din aer și prin analiza eficienței economice pe termen lung, se creează o bază argumentată pentru aprecierea potențialului acestei soluții constructive.

Prin corelarea rezultatelor analitice cu condițiile specifice Republicii Moldova, lucrarea are ca scop formularea unor concluzii și recomandări practice privind utilizarea betonului de ciment fotocatalitic în infrastructura rutieră. Astfel, cercetarea contribuie la dezvoltarea cunoștințelor în domeniul construcțiilor rutiere și oferă suport tehnic pentru adoptarea unor soluții moderne, durabile și orientate spre protecția mediului.

BIBLIOGRAFIE.

1. Neville A.M., *Properties of Concrete*, Pearson Education, London, 2012.
2. Mehta P.K., Monteiro P.J.M., *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*, McGraw-Hill, 2014.
3. Huang Y.H., *Pavement Analysis and Design*, Pearson Prentice Hall, 2004.
4. Fujishima A., Hashimoto K., Honda K., "TiO₂ photocatalysis", *Nature*, 1972.
5. Chen J., Poon C.S., "Photocatalytic cementitious materials", *Building and Environment*.
6. Ballari M.M., Brouwers H.J.H., "Air-purifying concrete pavements", *Journal of Hazardous Materials*, 2013.
7. Diamanti M.V., Del Curto B., Pedferri M., "Self-cleaning and depolluting concrete", *Cement and Concrete Research*, 2013.
8. Ballari M.M., *Self-cleaning and depolluting pavements*, PhD Thesis, Eindhoven University of Technology, 2011.
9. Beeldens A., *Air purification by road materials*, Belgian Road Research Centre, 2008.
10. EN 206, *Concrete – Specification, performance, production and conformity*.
11. EN 197-1, *Cement – Composition and conformity*.
12. CEN/TR 17345:2019, *Photocatalytic materials – Air purification*.
13. Administrația de Stat a Drumurilor, *Starea tehnică a drumurilor publice din RM*, Chișinău.
14. Ministerul Infrastructurii și Dezvoltării Regionale, *Norme tehnice pentru proiectarea drumurilor*, RM.
15. Institutul de Proiectări Auto, *Structuri rutiere rigide*, Chișinău.
16. Italcementi Group – *TX Active Photocatalytic Cement*.
17. CEMBUREAU – *Concrete Roads and Sustainability*.
18. PIARC – *Rigid Pavement Design and Performance*.
19. ScienceDirect – articole despre photocatalytic concrete.
20. ResearchGate – studii comparative beton clasic vs fotocatalitic.
21. Pacheco-Torgal F., Jalali S., *Eco-efficient Construction and Building Materials*, Woodhead Publishing, 2011.
22. Hassan M.M., Dylla H., Mohammad L.N., Rupnow T., "Evaluation of the durability of photocatalytic concrete", *Construction and Building Materials*, 2010.
23. European Commission, *Best Environmental Practices in Road Construction*, Brussels.
24. Gagg C.R., *Cement and Concrete Materials: Science, Engineering and Applications*.
25. World Road Association (PIARC), *Concrete Pavements – Design, Construction and Performance*, Technical Report.