



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Studiul efectelor îngheț-dezghețului și traficului rutier  
asupra degradării drumurilor**

**Student:**

**Iurie Javgurean**

**Coordonator:**

**Anatolie Cadociniov  
conf. univ., dr.**

**Chișinău – 2025**

## Rezumat

**Scopul tezei** este de a studia efectele combinate ale fenomenului de îngheț-dezghet și ale traficului rutier asupra degradării drumurilor, cu accent pe identificarea cauzelor fundamentale, evaluarea mecanismelor de deteriorare și propunerea unor soluții tehnice eficiente pentru prevenirea și remedierea acestor fenomene distructive.

### **Obiectivele specifice ale tezei includ:**

- Analiza efectelor fenomenului de îngheț-dezghet asupra drumurilor, prin identificarea mecanismelor de deteriorare și a zonelor vulnerabile.
- Studiul regimului termic și al factorilor climatici prin determinarea adâncimii de îngheț și a influenței umidității asupra stabilității drumurilor.
- Evaluarea impactului traficului rutier, prin investigarea efectelor sarcinilor repetate asupra drumurilor în perioadele de dezghet.
- Propunerea unor soluții practice pentru prevenirea degradării drumurilor, inclusiv utilizarea substraturilor termoizolatoare și a materialelor moderne pentru terasamente.
- Contribuția la dezvoltarea unor ghiduri și metode eficiente pentru monitorizarea, întreținerea și reabilitarea drumurilor afectate de îngheț-dezghet.

Teza de master cuprinde trei capitole. **Capitolul 1** reflectă actualitatea temei, subliniind necesitatea studierii efectelor combinate ale fenomenului de îngheț-dezghet și ale traficului rutier asupra drumurilor. Acest capitol evidențiază condițiile specifice de construcție și exploatare a drumurilor, identificând principalele mecanisme de degradare și relevanța adoptării unor soluții științifice pentru prevenirea acestora.

**Capitolul 2** se concentrează pe analiza factorilor geo-climatici și a regimului termic din corpul drumurilor, abordând aspecte precum adâncimea de îngheț, propagarea temperaturilor și influența umidității asupra terenurilor de fundație. Totodată, capitolul prezintă metode de calcul și soluții analitice pentru determinarea parametrilor critici care afectează stabilitatea drumurilor.

**Capitolul 3** propune soluții practice pentru prevenirea și remedierea degradării drumurilor cauzate de îngheț-dezghet. Sunt detaliate măsuri precum utilizarea substraturilor termoizolatoare, îmbunătățirea condițiilor hidrologice și reducerea gelivității materialelor din terasamente. Capitolul subliniază necesitatea implementării unor tehnologii moderne pentru a spori durabilitatea infrastructurii rutiere.

Prin aplicarea măsurilor propuse, lucrarea își propune să contribuie la dezvoltarea unor drumuri mai rezistente în condițiile climatice și de trafic actuale din Republica Moldova.

## Summary

The purpose of this thesis is to study the combined effects of the freeze-thaw phenomenon and road traffic on pavement degradation, focusing on identifying fundamental causes, evaluating deterioration mechanisms, and proposing efficient technical solutions for preventing and mitigating these destructive phenomena.

The specific objectives of the thesis include:

- Analyzing the effects of the freeze-thaw phenomenon on roads by identifying deterioration mechanisms and vulnerable areas.
- Studying the thermal regime and climatic factors by determining the depth of frost penetration and the influence of moisture on road stability.
- Evaluating the impact of road traffic by investigating the effects of repeated loads on roads during thaw periods.
- Proposing practical solutions for preventing road degradation, including the use of thermal insulation layers and modern materials for embankments.
- Contributing to the development of efficient guidelines and methods for monitoring, maintaining, and rehabilitating roads affected by the freeze-thaw phenomenon.

The master's thesis comprises three chapters.

**Chapter 1** reflects the relevance of the topic, emphasizing the need to study the combined effects of the freeze-thaw phenomenon and road traffic on pavement degradation. This chapter highlights the specific conditions for road construction and operation, identifying the main mechanisms of deterioration and the importance of adopting scientific solutions to prevent these issues.

**Chapter 2** focuses on the analysis of geo-climatic factors and the thermal regime within road structures, addressing aspects such as frost depth, temperature propagation, and the influence of moisture on foundation soils. Additionally, the chapter presents calculation methods and analytical solutions for determining critical parameters that affect road stability.

**Chapter 3** proposes practical solutions for preventing and mitigating road degradation caused by the freeze-thaw phenomenon. It details measures such as the use of thermal insulation layers, improving hydrological conditions, and reducing soil frost susceptibility. The chapter emphasizes the necessity of implementing modern technologies to enhance the durability of road infrastructure.

By applying the proposed measures, this thesis aims to contribute to the development of more resilient roads under current climatic and traffic conditions in the Republic of Moldova.

# CUPRINS

## INTRODUCERE

- 1. Aspecte caracteristice ale degradării drumurilor sub acțiunea combinată a îngheț-dezghețului și a traficului rutier**
  - 1.1. Condiții specifice de construcție și exploatare a drumurilor
  - 1.2. Stare de solicitare din corpul drumului sub acțiunea factorului termic și a traficului rutier
  - 1.3. Degradări cauzate drumurilor de acțiunea îngheț-dezghețului
  
- 2. Factorii climatologici: Caracteristici și influențe asupra indicelui de îngheț la suprafața îmbrăcămintei drumurilor**
  - 2.1. Regimul de solicitare termică din corpul drumurilor pe timp friguros: adâncimea la îngheț
  - 2.2. Regimul de umiditate din corpul terasamentelor rutiere în anotimpul rece
  - 2.3. Mecanismul de formare și de dezvoltare a lentilelor de gheață în pământurile gelive din terenul de fundație a drumurilor
  
- 3. Prevenirea și remedierea degradării drumurilor cauzată de acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț**
  - 3.1. Măsuri pentru combaterea gelivității pământurilor
  - 3.2. Măsuri pentru îmbunătățirea condițiilor hidrologice
  - 3.3. Măsuri de protecție împotriva acțiunii îngheț-dezghețului în corpul drumurilor, utilizând substraturi termoizolatoare

## CONCLUZII

## BIBLIOGRAFIE

## INTRODUCERE

Ritmul accelerat de modernizare și reabilitare a rețelei de drumuri, precum și executarea unor autostrăzi în țara noastră, reprezintă acțiuni menite să asigure condiții tot mai bune desfășurării traficului auto, cu respectarea normelor de circulație interne și internaționale.

Satisfacerea exigențelor în ceea ce privește viteza, promptitudinea, siguranța și confortul transporturilor auto, necesitatea îmbunătățirii calității execuției drumurilor, creșterea durabilității acestora, asigurarea unei viabilități permanente, în deplină concordanță cu exigențele transportului modern, precum și practicarea unor costuri minime constituie sarcini de mare răspundere ce revin tuturor factorilor implicați în domeniile cercetării, proiectării, construcției și administrației drumurilor.

Evoluția mijloacelor teoretice și tehnice de cercetare și de calcul în domeniul drumurilor moderne și, în primul rând, a celor reclamate de dimensionarea structurilor rutiere aduce în prim-plan utilizarea cât mai largă a cuceririlor științei și tehnicii rutiere moderne ca singura măsură acceptabilă a sistemului concurențial, pentru a impune soluții de înaltă eficiență tehnică și economică.

O problemă importantă care preocupă în prezent specialiștii din domeniul tehnicii rutiere o constituie dimensionarea structurilor rutiere, cu elaborarea unor soluții rigurose fundamentate, bazate pe cunoașterea științifică a factorilor care determină stările de eforturi și de deformații din cuprinsul structurilor rutiere.

Importanța adoptării unor criterii științifice în calculele de dimensionare este subliniată, în primul rând, de consecințele economice la care conduc atât subdimensionarea, cât și supradimensionarea grosimii structurilor rutiere.

Din această categorie de preocupări ale cercetării științifice aplicative face parte și studiul factorilor geo-hidro-climatici, precum și modul de asigurare a portanței drumurilor în condiții complexe de solicitare la acțiunea fenomenului de îngheț-dezghet și a traficului rutier.

Astfel, în ultimii 15-20 de ani, în majoritatea țărilor cu o economie dezvoltată, creșterea traficului rutier, precum și folosirea unor mijloace moderne pentru dezăpezirea drumurilor au evidențiat producerea unor acumulări de ordin cantitativ și calitativ privind acțiunea distructivă a acestui fenomen, precum și necesitatea cheltuirii unor fonduri importante pentru refacerea rețelei de drumuri. Astfel de situații au început să afecteze tot mai mult și rețeaua de drumuri din țara noastră, dovedind faptul că acest fenomen complex nu este încă suficient de bine cunoscut de către toți factorii decizionali privind proiectarea, executarea și exploatarea rețelei de drumuri afectate de îngheț-dezghet.

Experiența acumulată până în prezent, precum și observațiile efectuate timp îndelungat asupra comportării rețelei de drumuri la acțiunea combinată a celor doi factori, a îngheț-dezghetului și a

traficului rutier, arată că măsurile constructive prevăzute în normativele existente nu satisfac condițiile minime necesare ce se impun pentru prevenirea și combaterea acestui fenomen. În acest sens, comunicările științifice ale unor specialiști din domeniul tehnicii rutiere, cât și referatele prezentate la ultimele congrese internaționale, au scos în evidență preocuparea fundamentării științifice a modului de producere a fenomenului, precum și efectuarea unor studii sistematice pe tronsoane experimentale și în laboratoare, în scopul găsirii și aplicării de soluții constructive raționale care să pună la adăpost sigur rețeaua de drumuri împotriva acțiunii îngheț-dezghețului.

La această problemă de fond privind dimensionarea și protecția drumurilor la îngheț-dezgheț, specialiștii din domeniul tehnicii rutiere românești trebuie să ia în considerare și condițiile vitrege pe care rețeaua noastră de drumuri le-a preluat din trecut. Aceste condiții se referă, în mod deosebit, la existența unei rețele de drumuri subdimensionate ca portanță la traficul actual, la existența unor fundații infestate cu material geliv, la neprotejarea acestora prin dimensionare și aplicarea unor măsuri constructive paliative împotriva acțiunii distructive a fenomenului de îngheț-dezgheț.

De aceea, cerințele tehnice ale rețelei de drumuri modernizate sau cu îmbrăcăminți asfaltice ușoare impun o serioasă reconsiderare a sistemului actual de prevenire și de protecție împotriva acțiunii îngheț-dezghețului. Întrucât aceste măsuri se răsfrâng direct asupra rezistenței drumurilor, ele trebuie abordate cu prioritate în tematica programelor de reabilitare a drumurilor din țara noastră.

Un rol deosebit de important în stabilirea influenței factorilor determinanți privind producerea acestui fenomen și, în egală măsură, elaborarea unor soluții constructive raționale și eficiente îi revine proiectantului. În același timp, inexistența unor normative și instrucțiuni tehnice, ale căror prevederi trebuie să reflecte rodul unor cercetări fundamentale și aplicative, trebuie să constituie un semnal de alarmă pentru toți factorii de răspundere din sectorul de drumuri din țara noastră.

Aceasta deoarece o mare parte din datele informaționale de care dispunem în prezent sunt preluate de la stațiile meteo sau de la alte unități de cercetare, al căror scop și conținut diferă de cel al cercetărilor rutiere.

Studii efectuate relativ recent scot în evidență faptul că aceste date sunt doar informative și că, pentru a fi utilizabile, sunt necesare corecții importante, uneori nejustificat de mari. În zonele subcarpatice și intramontane, unde rețeaua de drumuri este cea mai solicitată din partea factorilor geo-hidro-climatici, datele necesare privind proiectarea măsurilor constructive de combatere și de prevenire a fenomenului de îngheț-dezgheț lipsesc în totalitate, existând doar recomandarea ca în aceste cazuri să se facă studii speciale.

## Bibliografie

1. **Atanasiu, D.** (1970). Orientarea cercetărilor în domeniul dimensionării sistemelor rutiere. *Revista Construcții în Transporturi*, XX.
2. **Andrei, S.** (1967). *Apa în pământuri nesaturate*. București: Editura Tehnică.
3. **Andrei, S.** (1971). Concepții moderne asupra stării de umiditate și rezistență a pământurilor. *Revista Construcții în Transporturi. Drumuri*, vol. XXV.
4. **Aquire-Puente, I., Dupas, A., Philippe, A.** (1973). Méthodes expérimentales du classement de sols selon leur degré de gélivité. *Buletinul I.C.P.C.*, București, iulie-august.
5. **Antonescu, I., Blidaru, M.** (1968). Experimentarea inițială a tratării electrochimice pe traseul Vatra-Dornei – Câmpulung, km 181+030. *I.C.P.I.F.P.*, București.
6. **Apostolo, P.Ch.** (1973). Expériences théoriques et pratiques avec couches d'isolation thermiques, Styropov expansé. *Symposium Oslo, Rapports II*.
7. **Boicu, M.** (1978). Sectorul de drumuri publice în etapa actuală și în perspectivă. *Ref. Sinteză, V-a Consfătuire a lucrătorilor de drumuri și poduri*, Timișoara.
8. **Chiriță, C.** (1955). *Pedologie generală*. București: Editura Pedagogică.
9. **Constantin, A.** (1966). Studii privind comportamentul drumurilor gelive la acțiunea combinată a îngheț-dezghețului și a traficului. Referat, Sesiunea Științifică a Institutului de Construcții, București.
10. **Constantin, A.** (1970). Aspecte caracteristice ale degradării rețelei de drumuri în perioada de îngheț-dezgheț. Referat, Sesiunea Științifică a I.P. Iași.
11. **Constantin, A.** (1969). Factorii climatologici, caracteristici, măsurători și influențe asupra indicelui de îngheț la suprafața îmbrăcăminții drumurilor. Referat, Catedra de Drumuri din I.P. Iași.
12. **Constantin, A.** (1971). Regimul de solicitare termică în corpul drumurilor pe timp de îngheț. Referat, Catedra de Drumuri, I.P. Iași.
13. **Constantin, A.** (1973). Particularitățile regimului hidrotermic din corpul drumurilor pe timp friguros. Referat, Catedra de Drumuri, I.P. Iași.
14. **Constantin, A.** (1975). Experimentarea substraturilor termoizolatoare împotriva acțiunii înghețului în corpul terasamentelor rutiere. Referat, Catedra de Drumuri, I.P. Iași.
15. **Donciu, G.** (1969). Contribuții la caracterizarea climei R.S.R. *Revista Meteorologie și Hidrologie*, nr. 2 și nr. 3.
16. **Dorobanțu, Șt., Jercan, Șt.** (1980). *Drumuri*. București: Editura Tehnică.
17. **Dorobanțu, Șt.** (1971). Aspecte privind comportarea patului și substraturilor de fundație la drumuri. *Revista Construcții în Transporturi*, vol. XXIV.

18. **Philippe, M.** (1976). Quelques recherches effectuées en France sur le domaine de l'action du gel sur les routes. *Strasse und Verker*, 9.
19. **Fodor, G., Andrei, S.** (1973). Metodologia de studiu a regimului de umiditate a terasamentelor. *Revista Transporturi. Drumuri*, nr. 5.
20. **Fodor, G.** (1975). Contribuții privind influența factorilor proprii regimului climatic asupra deformabilității sistemelor rutiere rigide. Teză de doctorat, I.C., București.