



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**STUDIUL SISTEMELOR AUTOMATIZATE DE  
PROIECTARE ȘI CONSTRUCȚIE A PODURILOR**

**Student:**

**Grigore IONAȘCU**

**Conducător:**

**Sergiu BEJAN  
conf. univ ., dr.**

**Chișinău, 2026**

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Facultatea Urbanism și Arhitectură**  
**Departamentul Ingineria Infrastructurii Transporturilor**

**Admis la susținere**  
**Șef departament:**  
**Proaspăt Eduard, dr., conf. univ.**

---

”\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2026

**Studiul sistemelor automatizate de proiectare**  
**și construcție a podurilor**

**Teză de master**

<b>Student:</b>	<b>Grigore IONAȘCU,</b> <b>grupa IST-241M</b>
<b>Conducător:</b>	<b>Sergiu BEJAN,</b> <b>conf. univ. dr.</b>
<b>Consultant:</b>	<b>Sergiu BEJAN,</b> <b>conf. univ. dr.</b>

**Chișinău, 2026**

## Rezumat

**Numele, prenumele autorului:** Ionașcu Grigore

**Titlul tezei de master:** Studiul sistemelor automatizate de proiectare și construcție a podurilor.

**Cuvinte cheie:** pod din beton armat, modelare 3D, analiză structurală, BIM( Building Information Modelling), dezvoltare, precizie.

Scopul tezei este definit clar – analiza și evaluarea sistemelor automate de proiectare și implementarea BIM în proiectarea și calculul structural al podurilor din beton armat, evidențiind avantajele acestor tehnologii în creșterea preciziei, eficienței și durabilității procesului de proiectare.

Obiectivele specifice ale tezei includ:

1. Analizarea evoluției sistemelor de proiectare a podurilor, de la metodele tradiționale 2D la modelarea 3D și implementarea BIM.
2. Studiarea și aplicarea calculului structural pentru podurile din beton armat, inclusiv verificarea elementelor principale.
3. Realizarea unui studiu de caz pentru proiectarea unui pod în Allplan Civil, evidențiind avantajele și limitările sistemelor automate.
4. Evaluarea impactului tehnologiilor digitale asupra preciziei proiectării, optimizării resurselor și durabilității structurilor rutiere.

Teza de master abordează digitalizarea și automatizarea în proiectarea podurilor, evidențiind tranziția de la metodele tradiționale 2D la instrumente moderne 3D și BIM. Primele capitole tratează actualitatea și relevanța temei, clasificarea podurilor, cerințele tehnice și etapele generale de proiectare, precum și evoluția proiectării asistate de calculator și rolul automatizării în creșterea eficienței și reducerea erorilor.

Ulterior, lucrarea prezintă principalele instrumente software utilizate în ingineria podurilor, calculul structural asistat de calculator și modelarea informațională (BIM), evidențiind avantajele integrării acestor tehnologii în procesul de proiectare. Studiul de caz privind proiectarea automatizată a unui pod rutier în Allplan Civil ilustrează aplicarea practică a modelării 3D, generării documentației tehnice și verificării structurale.

Teza analizează, de asemenea, avantajele și limitările sistemelor automate, precum și tendințele moderne în domeniu, inclusiv inteligența artificială, gemenii digitali și automatizarea verificării conformității cu normativele.

Astfel, teza demonstrează aplicabilitatea și relevanța tehnologiilor digitale în ingineria civilă, evidențiind beneficiile implementării BIM și calculului structural automatizat în optimizarea proceselor de proiectare și creșterea durabilității structurilor de pod.

## Summary

**Author's name:** Ionașcu Grigore

**Title of the master thesis:** Study of Automated Design and Construction Systems for Bridges

**Keywords:** reinforced concrete bridge, 3D modeling, structural analysis, BIM (Building Information Modeling), development, precision.

The aim of the thesis is clearly defined – to analyze and evaluate automated design systems and the implementation of BIM in the design and structural calculation of reinforced concrete bridges, highlighting the advantages of these technologies in increasing design accuracy, efficiency, and durability.

The specific objectives of the thesis include:

1. Analyzing the evolution of bridge design systems, from traditional 2D methods to 3D modeling and BIM implementation.
2. Studying and applying structural analysis for reinforced concrete bridges, including the verification of main elements.
3. Conducting a case study for the design of a bridge in Allplan Civil, highlighting the advantages and limitations of automated systems.
4. Evaluating the impact of digital technologies on design accuracy, resource optimization, and the durability of transport structures.

The master's thesis addresses digitalization and automation in bridge design, emphasizing the transition from traditional 2D methods to modern 3D tools and BIM. The initial chapters discuss the relevance and significance of the topic, bridge classification, technical requirements, and general stages of bridge design, as well as the evolution of computer-aided design and the role of automation in improving efficiency and reducing errors.

Subsequently, the thesis presents the main software tools used in bridge engineering, computer-assisted structural analysis, and information modeling (BIM), highlighting the advantages of integrating these technologies into the design process. The case study on the automated design of a road bridge in Allplan Civil demonstrates the practical application of 3D modeling, automatic generation of technical documentation, and structural verification.

The thesis also analyzes the advantages and limitations of automated systems, as well as modern trends in the field, including artificial intelligence, digital twins, and automated compliance verification.

Thus, the thesis demonstrates the applicability and relevance of digital technologies in civil engineering, emphasizing the benefits of implementing BIM and automated structural analysis in optimizing the design process and enhancing the durability of bridge structures.

## CUVINTE CHEIE

1	Pod din beton armat	Reinforced concrete bridge
2	Proiectare structurală	Structural design
3	Modelare 3D	3D modelling
4	Analiză structurală	Structural analysis
5	BIM (Building Information Modelling)	BIM (Building Information Modelling)
6	Allplan Civil	Allplan Civil
7	Metoda elementelor finite	Finite element method
8	Combinatii de încărcări	Load combinations
9	Stări limită ultime	Ultimate limit states
10	Stări limită de exploatare	Serviceability limit states
11	Armare longitudinală	Longitudinal reinforcement
12	Armare transversală	Transverse reinforcement
13	Suprastructura podului	Bridge superstructure
14	Infrastructura podului	Bridge infrastructure
15	Durabilitatea betonului	Concrete durability
16	Norme europene de proiectare	European design standards
17	Verificări conform Eurocodurilor	Eurocode-based verifications
18	Dezvoltare digitală	Digital development
19	Precizie în proiectare	Design accuracy
20	Proiectare optimizată	Design optimization

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE.....</b>	<b>9</b>
<b>1 ACTUALITATEA ȘI IMPORTANȚA TEMEI CERCETATE.....</b>	<b>10</b>
1.1 Actualitatea temei.....	10
1.2 Clasificarea podurilor.....	11
1.3 Etapele generale ale proiectării unui pod rutier. ....	16
1.4 Cerințe tehnice și normative (Coduri practice, Eurocoduri, ISO).....	19
<b>2 DIGITALIZAREA ȘI AUTOMATIZAREA ÎN INGINERIA CIVILĂ.....</b>	<b>22</b>
2.1 Evoluția de la proiectarea manuală la cea asistată de calculator.....	22
2.2 Conceptul de CAD și BIM (Building Information Modeling).....	23
2.3 Rolul automatizării în creșterea eficienței și reducerii erorilor.....	27
<b>3 INSTRUMENTE SOFTWARE MODERNE UTILIZATE ÎN PROIECTAREA PODURILOR.....</b>	<b>30</b>
3.1 AutoCAD / Civil 3D – proiectarea geometrică.....	30
3.2 SAP2000 / Midas Civil – analiză structurală.....	32
3.3 Revit / Allplan / Tekla Structures – modelare BIM.....	35
3.4 Alte aplicații specializate (SOFiSTiK, RM Bridge, LUSAS Bridge, SCIA Engineer).....	41
<b>4 CALCULUL STRUCTURAL ASISTAT DE CALCULATOR.....</b>	<b>45</b>
4.1 Modele de calcul: liniare, neliniare, dinamice.....	45
4.2 Analiza tensiunilor și deformărilor.....	51
4.3 Verificări conform normativelor EUROPENE (Eurocoduri).....	53
<b>5 MODELARE INFORMAȚIONALĂ A PODURILOR (Bridge Information Modeling - BIM).....</b>	<b>57</b>
5.1 Definierea și principiile conceptului BIM.....	57
5.2 Integrarea informațiilor de proiectare, construcție și mentenanță.....	58
5.3 Fluxuri de lucru BIM în proiectarea și construcția podurilor.....	60
<b>6 STUDIU DE CAZ: PROIECTAREA AUTOMATIZATĂ A UNUI POD RUTIER ÎN ALLPLAN.....</b>	<b>65</b>
6.1 Alegerea tipului de pod și justificarea soluției.....	65
6.2 Etapele modelării și simulării automate.....	66
6.3 Generarea documentației tehnice (planșe, memorii de calcul, extrase de materiale).....	72
<b>7 ANALIZA AVANTAJELOR ȘI LIMITĂRILOR SISTEMELOR AUTOMATIZATE ...</b>	<b>74</b>
7.1 Eficiență, precizie, colaborare interdisciplinară.....	74
7.2 Costuri, instruire și riscuri de eroare software.....	75
<b>8 TENDINȚE MODERNE ȘI DIRECȚII VIITOARE ÎN PROIECTAREA PODURILOR.....</b>	<b>77</b>

8.1 Inteligența artificială și generative design.....	77
8.2 Gemeni digitali (Digital Twins – ISO 23247) pentru structuri de poduri.....	78
8.3 Automatizarea verificării conformității cu normativele.....	80
<b>CONCLUZII FINALE ȘI RECOMANDĂRI .....</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>83</b>

## INTRODUCERE

Dezvoltarea infrastructurii rutiere și a podurilor joacă un rol strategic în creșterea economică și socială a unui stat, asigurând conectivitate, mobilitate și siguranță în transportul de persoane și mărfuri. Podurile, ca elemente critice ale rețelelor de transport, sunt supuse unor solicitări complexe, inclusiv încărcări dinamice, variații climatice și evenimente extreme precum cutremure, ceea ce face ca proiectarea și execuția lor să necesite atenție sporită și rigurozitate tehnică.

În contextul actual, caracterizat de creșterea complexității structurilor și a cerințelor pentru durabilitate și performanță, implementarea tehnologiilor moderne de proiectare devine o necesitate. Tranziția de la metodele tradiționale de proiectare 2D către sistemele 3D parametrice și modelarea informațională a construcțiilor (BIM) reprezintă un pas esențial în modernizarea ingineriei civile. Această abordare permite integrarea tuturor etapelor procesului de proiectare, analiză și execuție într-un cadru coerent și optimizat, reducând riscul erorilor umane, optimizând consumul de materiale și asigurând evaluarea performanței structurale încă din faza de proiectare. Prin utilizarea BIM și a instrumentelor digitale, inginerii pot modela comportamentul global al podului și pot analiza efectele solicitărilor seismice, de trafic sau climatice, contribuind astfel la proiectarea unor structuri sigure și durabile.

Metodologia acestei teze combină analiza teoretică a literaturii de specialitate cu studiul aplicat al unui pod din beton armat, realizat în programul Allplan Civil. Studiul de caz permite evaluarea avantajelor și limitărilor sistemelor automate de proiectare, precum și verificarea aplicabilității BIM și a instrumentelor de calcul structural automatizat în contextul proiectării unui pod modern. Analiza integrată oferă posibilitatea de a examina modul în care tehnologiile digitale influențează atât precizia și eficiența proiectării, cât și performanțele structurale în condiții reale de solicitare.

Scopul principal al tezei este analiza și implementarea sistemelor automate de proiectare și BIM în proiectarea și calculul structural al podurilor din beton armat, evidențiind beneficiile acestora în creșterea preciziei, eficienței și durabilității procesului de proiectare. Obiectivele urmăresc investigarea evoluției sistemelor de proiectare, aplicarea calculului structural asistat de calculator, realizarea studiului de caz în Allplan Civil și evaluarea impactului tehnologiilor digitale asupra eficienței și siguranței structurale.

Teza de față își propune să ofere soluții pentru provocările actuale din proiectarea și execuția podurilor în Republica Moldova, reprezentând totodată un prim pas în direcția implementării tehnologiilor BIM și a calculului structural automatizat.

## Bibliografie

1. RĂCĂNEL, I. R. *Căi de comunicații: Poduri*. Editura Conspress, București, 2007. 295 p.
2. ALBERT, Á., NAGY, A., BEJAN, M. *Poduri de diferite construcții*. Editura AGIR, București, 2011. p. 0-131.
3. DARABAN, M. *Căi de comunicații. Poduri*. Material didactic.
4. Hotărâre HG Nr. 684 din 29.09.2022 pentru aprobarea *Regulamentului cu privire la proiectele de investiții capitale publice*.
5. COD Nr. 434 din 28.12.2023 URBANISMULUI ȘI CONSTRUCȚIILOR
6. Brandywine Cad Design, Inc. *The evolution of drafting*. 2022. [citât 05.11.2025]. Disponibil: [www.bcad.com/the-evolution-of-drafting/](http://www.bcad.com/the-evolution-of-drafting/)
7. USCADD Systems Philippines Inc. *Evolution of Computer-Aided Design*. 2021. [citât 10.11.2025]. Disponibil: [www.uscadd.com/evolution-of-computer-aided-design/](http://www.uscadd.com/evolution-of-computer-aided-design/)
8. Rare Historical Photos. *Life Before the Invention of AutoCAD*. [citât 10.11.2025]. Disponibil: [www.rarehistoricalphotos.com/life-before-autocad-1950-1980/](http://www.rarehistoricalphotos.com/life-before-autocad-1950-1980/)
9. QeCAD Your CAD handyman. *How CAD enhances civil engineering design and execution?* [citât 15.11.2025]. Disponibil: [www.qecad.com/cadblog/how-cad-enhances-civil-engineering-design-and-execution/](http://www.qecad.com/cadblog/how-cad-enhances-civil-engineering-design-and-execution/)
10. BIMcBIM vs CAD: *Exploring the key differences*. 2024. [citât 15.11.2025]. Disponibil: [www.bimcollab.com/en/resources/blog/bim-vs-cad-comparison/](http://www.bimcollab.com/en/resources/blog/bim-vs-cad-comparison/)
11. ALLPLAN A Nemetschek Company. *Precast Girder Bridge*. [citât 21.11.2025]. Disponibil: [www.allplan.com/ap\\_en/workflows/precast-girder-bridge/](http://www.allplan.com/ap_en/workflows/precast-girder-bridge/)
12. ALLPLAN A Nemetschek Company. *Increasing bridge design efficiency with digital workflows*. [citât 21.11.2025]. Disponibil: [www.allplan.com/blog/increasing-bridge-design-efficiency-with-digital-workflows/](http://www.allplan.com/blog/increasing-bridge-design-efficiency-with-digital-workflows/)
13. SNYDER & Associates. *Computer aided design. Bringing efficiencies to the civil engineering profession*. [citât 21.11.2025]. Disponibil: [www.snyder-associates.com/computer-aided-design-bringing-efficiencies-to-the-civil-engineering-profession/](http://www.snyder-associates.com/computer-aided-design-bringing-efficiencies-to-the-civil-engineering-profession/)
14. CIVIL Outsourcing. *3D design and drafting services*. [citât 23.11.2025]. Disponibil: [www.civiloutsourcing.com/outsourcing-civil-3d-design-and-drafting-services/](http://www.civiloutsourcing.com/outsourcing-civil-3d-design-and-drafting-services/)
15. AUTODESK. *Structural bridge design*. [citât 25.11.2025]. Disponibil: [www.autodesk.com/products/structural-bridge-design/](http://www.autodesk.com/products/structural-bridge-design/)
16. SLIDESHARE. *Basics of SAP2000*. 2021. [citât 25.11.2025]. Disponibil: [www.slideshare.net/slideshow/basics-of-sap2000/](http://www.slideshare.net/slideshow/basics-of-sap2000/)
17. ALLPLAN A Nemetschek Company. *Industry solutions. Bridge engineering software*. [citât 27.11.2025]. Disponibil: [www.allplan.com/industry-solutions/bridge-engineering-software/](http://www.allplan.com/industry-solutions/bridge-engineering-software/)
18. TRIMBLE US. *The most comprehensive BrIM solution. For bridges and other civil*

- structures*. 2025. [citată 27.11.2025]. Disponibil: [www.trimble.com/blog/construction/en-US/article/the-most-comprehensive-brim-solution-bridge-information-modeling-for-bridges-and-other-civil-structures](http://www.trimble.com/blog/construction/en-US/article/the-most-comprehensive-brim-solution-bridge-information-modeling-for-bridges-and-other-civil-structures)
19. SOFiSTiCK Solutions. *Bridge modeler. General information*. 2024. [citată 05.12.2025]. Disponibil: [www.sofistik.com/2024/en/bridge\\_modeler/general\\_information/](http://www.sofistik.com/2024/en/bridge_modeler/general_information/)
  20. LUSAS Bridge analysis, design, assesment. *Software Tour. Lusas Bridge/bridge plus*. [citată 05.12.2025]. Disponibil: [www.lusas.com/products/bridge\\_tour\\_overview/](http://www.lusas.com/products/bridge_tour_overview/)
  21. SCIA by ALLPLAN. *Bridge over Rhine river*. [citată 05.12.2025]. Disponibil: [www.scia.net/en/user-stories/bridge-over-rhine-river/](http://www.scia.net/en/user-stories/bridge-over-rhine-river/)
  22. PREPRINTS. *Bridge Design Using Finite Element Method (FEM) Software*. 2025. [citată 07.12.2025]. Disponibil: [www.preprints.org/manuscript/202504.2346#Introduction](http://www.preprints.org/manuscript/202504.2346#Introduction)
  23. SCRIBD. *Linear Vs Non-Linear Analysis*. 2024. [citată 07.12.2025]. Disponibil: [www.scribd.com/document/706473312/Linear-vs-Non-linear-Analysis](http://www.scribd.com/document/706473312/Linear-vs-Non-linear-Analysis)
  24. MIDAS. *Bridge dynamic analysis*. [citată 11.12.2025]. Disponibil: [www.resource.midasuser.com/en/solution/dynamic-analysis](http://www.resource.midasuser.com/en/solution/dynamic-analysis)
  25. COD PRACTIC ÎN CONSTRUCȚII. CP D.02.05:2017 *Drumuri și poduri. Proiectarea podurilor de șosea în zone seismice. Aprobata prin ordinul Ministrul Economiei și Infrastructurii*.
  26. DIMOFTE, A., IONIȚĂ, B. *Rezistența materialelor*. Editura Univ. „Dunărea de Jos“, Galați, 2009. 102 p.
  27. ȚURCAN, V. *Analiza eficienței implementării Eurocodurilor în Republica Moldova: teză de doctorat*. Iași, 2024.
  28. TRIMBLE US. *Bridge information modeling brings bridge engineering to the modern era*. 2025. [citată 15.12.2025]. Disponibil: [www.trimble.com/blog/construction/en-US/article/bridge-information-modeling-brim-brings-bridge-engineering-to-the-modern-era](http://www.trimble.com/blog/construction/en-US/article/bridge-information-modeling-brim-brings-bridge-engineering-to-the-modern-era)
  29. ZIGURAT Institute of technology. *BrIM: six uses practical applications*. 2021. [citată 15.12.2025]. Disponibil: [www.e-zigurat.com/en/blog/bridge-information-modeling-six-uses-practical-applications/](http://www.e-zigurat.com/en/blog/bridge-information-modeling-six-uses-practical-applications/)
  30. The European Union. *EN 1990 – Eurocode 0. Basis of structural design*.
  31. ALLPLAN A Nemetschek Company. *Bridge engineering software*. [citată 20.12.2025]. Disponibil: [www.allplan.com/industry-solutions/bridge-engineering-software/](http://www.allplan.com/industry-solutions/bridge-engineering-software/)
  32. PONTECH. *AI in structural design – reality or just a trend?* [citată 29.12.2025]. Disponibil: [www.pontech.vn/ai-in-structural-design/](http://www.pontech.vn/ai-in-structural-design/)
  33. BibLus. *Bridge digital twin technology*. [citată 06.01.2026]. Disponibil: [www.biblus.accasoftware.com/en/bridge-digital-twin/](http://www.biblus.accasoftware.com/en/bridge-digital-twin/)