

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru
Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie

Admis la susținere
Șef departament ICG,
Taranenco A., conf. univ., dr.

„_____” _____ 2022

REDUCEREA RISCULUI DE INUNDAȚII PE RÂUL PRUT PRIN IMPLEMENTAREA SISTEMELOR POLDER

Teză de master

Masterand: David Liudmila,
IAPC-2004M

Conducător: Benchechi Mihai,
Conf. univ., dr.

Consultant: Mutaf Vitali,
Lector universitar

Chișinău, 2022

REZUMAT

Teza de master, intitulată “*Reducerea riscului de inundații pe râul Prut prin implementarea sistemelor polder*”, prezintă o lucrare în care au fost examinate problemele ce țin de domeniul inundațiilor ca fenomen periculos al naturii, precum și măsurile ce sunt utilizate pentru prevenirea inundațiilor și reducerea riscului de apariție a acestora. Această temă a fost aleasă ținând cont de faptul că inundațiile sunt cele mai frecvente situații excepționale de pe globul pământesc, iar apariția lor este strâns legată de efectele schimbărilor climatice.

Teza este compusă din introducere, patru capitole, concluzii generale și bibliografie, 72 pagini, 8 tabele și 47 figuri.

Cuvinte cheie: *inundații, măsuri de protecție contra inundațiilor, construcții hidrotehnice, reducerea riscului, sisteme polder*

În Introducere a fost descrisă actualitatea temei, definit obiectul studiului, scopul și obiectivele acestuia, precum și specificată metoda utilizată la evaluarea riscului de inundații în râul Prut.

În primul capitol al prezentei lucrări au fost studiate și analizate următoarele aspecte principale:

- contextul etimologic al inundațiilor și cauzele de apariție ale acestora;
- caracteristicile principale, tipurile și grupele de inundații;
- cele mai devastatoare inundații ce au avut loc în lume și în Republica Moldova.

În capitolul doi au fost examinate măsurile existente de protecție contra inundațiilor, precum și analizate diferite construcții hidrotehnice ce sunt utilizate pentru prevenirea și reducerea efectelor dezastruoase ale inundațiilor. În același timp, au fost cercetate și studiate așa-numitele Sisteme polder, având ca scop implementarea acestora ca o măsură de reducere a riscului de apariție a inundațiilor pe anumite sectoare ale râului Prut.

Capitolul trei conține analiza metodelor de calcul privind riscurile de inundații în raza corpurilor de apă, și în special, a celor ce pot avea loc pe râul Prut. Totodată au fost examinate și efectuate:

- calculul riscului ce poate fi utilizat la stabilirea impactului implementării sistemelor de poldere pe râul Prut;
- calculul valorii cantitative a riscului unei situații excepționale;
- prognoza și evaluarea consecințelor inundațiilor pe sectorul examinat.

În capitolul patru, bazându-se pe calculele efectuate, pe lângă examinarea construcțiilor hidrotehnice existente pe râul Prut au fost identificate zonele ce pot fi utilizate ca poldere și au fost efectuate calcule necesare.

În concluzii a fost descrisă oportunitatea de utilizare a sistemelor polder pentru reducerea riscului de apariție a inundațiilor.

SUMMARY

The master's thesis, entitled "**The reduction of the flood risk on the river Prut through the implementation of polder systems**", represents a paper work that examined the problems related to flooding as a dangerous phenomenon of nature, as well as the measures used to prevent floods and reduce the risk of their occurrence. This theme has been chosen taking into account the fact that floods are the most common exceptional situations on the globe, and their occurrence is closely linked to the effects of climate change.

The thesis consists of an introduction, four chapters, general conclusions and bibliography, 72 pages, 8 tables and 47 figures.

Keywords: *floods, flood protection measures, hydrotechnical constructions, risk reduction, polder systems*

The Introduction describes the topicality of the thesis, defines the object of the study, its purpose and objectives, as well as specifies the method used to assess the risk of flooding in the river Prut.

The first chapter of this paper examined and analyzed the following main aspects:

- the etymological context of the floods and their causes;
- main characteristics, types and groups of floods;
- the most devastating floods that have occurred in the world and in the Republic of Moldova.

Chapter two examined the existing flood protection measures, as well as various hydrotechnical constructions that are used to prevent and reduce the disastrous effects of floods were analyzed. At the same time, research was carried out with regard to the so-called Polder Systems, with the aim of implementing them as a measure to reduce the risk of flooding in certain sectors of the river Prut.

Chapter three contains an analysis of the methods for calculating the risk of flooding within bodies of water, and in particular those that may occur on the river Prut. At the same time, the following aspects were examined and performed:

- calculation of the risk that can be used to establish the impact of the implementation of the polder systems on the river Prut;
- calculation of the quantitative value of the risk of an exceptional situation;
- forecasting and assessing the consequences of floods within the examined sector.

In Chapter Four, examination of the existing hydroelectric constructions on the river Prut, the areas that could be used as polders were identified and the necessary calculations were made. In conclusion, the opportunity to use polder systems for the purpose of reducing the risk of flooding was described.

Cuprins

INTRODUCERE	2
1. INUNDAȚII – FENOMEN PERICULOS AL NATURII: DESCRIERE ȘI CARACTERISTICI.....	Error! Bookmark not defined.
1.1. Contextul etimologic al inundației	Error! Bookmark not defined.
1.2. Cauzele ce duc la apariția inundațiilor	Error! Bookmark not defined.
1.3. Grupe și tipuri de inundații: descriere și caracteristici	Error! Bookmark not defined.
1.4. Exemple de inundații catastrofale în lume.....	Error! Bookmark not defined.
1.5. Inundații excepționale ce au avut loc în Republica Moldova	Error! Bookmark not defined.
2. MĂSURI EXISTENTE DE PROTECȚIE CONTRA INUNDAȚIILOR: ANALIZE ȘI APRECIERI	Error! Bookmark not defined.
2.1. Măsuri de protecție contra inundațiilor	Error! Bookmark not defined.
2.2. Diguri de protecție. Particularități de utilizare.....	Error! Bookmark not defined.
2.3. Construcții hidrotehnice complexe. Baraje și lacuri de acumulare	Error! Bookmark not defined.
2.4. Stațiile de pompare a apei – element al construcțiilor hidrotehnice	Error! Bookmark not defined.
2.5. Sisteme polder: abordări în context aplicativ.....	Error! Bookmark not defined.
3. ANALIZA METODELOR DE CALCUL PRIVIND CECRETAREA RISCURILOR DE INUNDAȚII ÎN RAZA CORPURILOR DE APĂ.....	Error! Bookmark not defined.
3.1. Examinarea metodelor de analiză și calcul a riscurilor ce pot fi utilizate la stabilirea impactului implementării polderelor pe sectorul râului Prut, raionul Ungheni	Error! Bookmark not defined.
3.2. Calculul valorii cantitative a riscului unei situații excepționale pe râul Prut	Error! Bookmark not defined.
3.3. Prognoza și evaluarea consecințelor inundațiilor și analiza riscului pe râul Prut	Error! Bookmark not defined.
4. IMPLEMENTAREA SISTEMELOR POLDER PENTRU REDUCEREA RISCULUI DE INUNDAȚII PE RÂUL PRUT.....	Error! Bookmark not defined.
4.1. Caracteristica generală a râului Prut. Construcțiile hidrotehnice existente și starea acestora.....	Error! Bookmark not defined.
4.2. Sisteme polder – soluție posibilă pentru reducerea riscului de inundații	Error! Bookmark not defined.
4.3. Identificarea zonelor ce pot fi utilizate ca sisteme polder. Efectuarea calculelor necesare.	Error! Bookmark not defined.
CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI.....	Error! Bookmark not defined.
BIBLIOGRAFIE.....	4

INTRODUCERE

Actualitatea temei este determinată de necesitatea studierii aprofundate a problemelor provocate de inundații, a riscurilor specifice acestora, precum și a măsurilor tehnico-ingenerești, menite să reducă riscul apariției inundațiilor și să micșoreze volumele consecințelor acestora. Datorită schimbărilor climatice a crescut frecvența apariției diferitor calamități naturale, iar inundațiile sunt unele din cele mai devastatoare, cauzând nu doar prejudicii materiale considerabile, ci și pierderi de vieți omenești. Inundațiile din Republica Moldova nu fac o excepție, iar lecțiile învățate ne-au demonstrat cât de necesară este pregătirea prealabilă. Această pregătire, presupune în primul rând identificarea riscurilor, apoi planificarea măsurilor specifice, necesare pentru prevenirea și gestionarea riscurilor. Astfel, rolul măsurilor organizatorice și tehnico-ingenerești de prevenire și reducere a riscului de apariție a inundațiilor este unul foarte important.

Ca *obiect* de cercetare a lucrării respective a fost propusă examinarea posibilității de creare a zonelor polder pentru reducerea riscului de inundații pe anumite sectoare ale râului Prut, și anume protejarea orașului Ungheni.

Scopul de bază a lucrării constă în analiza funcționării sistemelor polder, precum și determinarea oportunității de implementare a sistemelor polder pe râul Prut pentru reducerea riscului de inundații.

Obiectivele principale sunt:

- analiza inundațiilor istorice și cauzelor de apariție ale acestora;
- examinarea zonei în aval de barajul lacului Costești-Stânca;
- analiza funcționării sistemelor polder;
- evaluarea riscului de apariție a inundațiilor în râul Prut;
- evaluarea oportunității de implementare a sistemelor polder pe anumite sectoare ale râului Prut pentru reducerea riscului de inundații.

Ipotezele înaintate. Ideea de bază a lucrării în cauză constă în faptul că odată cu implementarea sistemelor polder se va ridica nivelul de securitate față de fenomenul inundațiilor, se va reduce riscul de apariție a inundațiilor și se vor micșora prejudiciile.

Pentru analiza calculului riscului de apariție a inundațiilor au fost examinate și descrise cele mai utilizate *metode de calcul al riscului*, și în special *metoda statistică*. Pentru calcularea volumelor polderelor a fost utilizată *metoda matematică elementară*. Iar raționalitatea creării și utilizării sistemelor polder, precum și preferința acesteia față de

celelalte opțiuni de prevenire a inundațiilor, în această teză de master este fundamentată prin utilizarea “Metodei de analiză a ierarhilor”.

Inovația științifică constă în aplicarea metodologiilor noi de protecție contra inundațiilor, cum ar fi sistemele polder.

Problema științifică importantă soluționată. În teza de master a fost analizat problematica riscului privind inundațiile care apar în or. Ungheni, și anume în zona râului Delia care face legătura cu lacul Delia a orașului Ungheni. Sistemul de poldere propus crește timpul de ridicare a apei pe cursul râului Delia și revărsarea acestuia în albia sa cu inundarea a gospodăriilor din apropiere. Creșterea timpului conduce la reducerea riscului social (pierderea de bunuri materiale și a vieților omenești).

Valoarea teoretică. Lucrarea are o valoare teoretică ridicată deoarece s-au evaluat și descris trei tipuri de riscuri și s-a propus o formulă unică de calcul a riscului adaptată pentru Republica Moldova. Aceasta a demonstrat că din nu întotdeauna riscul colectiv poate fi utilizat la calculele situațiilor excepționale, iar implicarea riscului natural conduce la indicarea problemelor în alte zone și indică pierderile de vieți omenești care pot apărea în afara situațiilor excepționale (accidente sau incidente pe apă).

Valoarea aplicativă a lucrării. Teza elaborată se propune drept soluție de reducere a riscului de inundații în zone cel mai des inundabile cu utilizarea a două poldere în care se descriu suprafețele și digurile naturale și artificiale precum și amenajarea acestora conform cotelor reale topografice. Totodată, se propune o soluție reală privind dirijarea cu inundațiile în aval de barajul de acumulare Costești-Stânca. Pentru documentarea metodelor de protecție contra inundațiilor, analiza riscurilor și amenajarea polderelor s-au făcut deplasări de serviciu în următoarele țări: Japonia (de-a lungul coastei Pacificului de la insula Hokaido până la insula Shikoku), Italia (lacul de acumulare Corbara, regiunea Umbria), Republica Cehă (de-a lungul râului Vltava).

Așadar, lucrarea se va propune în cadrul proiectului „Rețele integrate de management a riscului de hazard – HAZARM” (cod proiect EMS –ENI: 2SOFT/4.2/77), a cărui partener este și Universitatea Tehnică a Moldovei.

Lucrarea este structurată în patru capitole, conține introducere, conținutul de bază, concluzii și recomandări, sursele bibliografice.

BIBLIOGRAFIE

1. Blăgoi O., Trofin F. Barajele hidrotehnice și schimbările climatice: Siguranță și risc. București. ePublishers, 2012, pag. 287. Disponibil: https://books.google.md/books/about/Barajele_hidrotehnice_%C5%9Fi_schimb%C4%83rile_c.html?hl=ro&id=WzrcDwAAQBAJ&redir_esc=y, (accesat la 20.09.2021).
2. Справочник спасателя. Книга 4. Спасательные работы при ликвидации последствий наводнений, затоплений и цунами. Москва: ВНИИ ГОЧС, 1995 г. 148 стр.
3. <https://dexonline.ro/definitie/inundație> (accesat la 20.09.2021).
4. Glosarul Internațional de Hidrologie al Organizației Mondiale a Mediului (WMO), UNESCO, 1992.
5. Instrucțiuni privind identificarea localităților afectate de procesele geologice periculoase. NCM E.01.03 – 2005. ICȘC Incercom. DCDT ord. 32 din 04.09.2006.
6. Legea apelor Nr. 272 din 23.12.2011. Publicat: 26-04-2012 în Monitorul Oficial Nr. 81 art. 264.
7. Шойгу С. К. и др. Учебник спасателя. Под общей редакцией Ю.Л. Воробьева Издание второе переработанное и дополненное //Москва. – 2012.
8. https://www.academia.edu/11453364/VIITURI_SI_INUNDATII_1_Definirea_termenilor_de_viitura_si_inundatie, (accesat la 22.09.2021).
9. <https://sportivistet.descult.com/wp-content/uploads/2010/02/lectie-liceu.pdf>, (accesat la 22.09.2021).
10. Romanescu G., Stoleriu C. Causes and effects of the catastrophic flooding on the Siret River (Romania) in July–August 2008 //Natural hazards. – 2013. – T. 69. – №. 3. – C. 1351-1367.
11. <https://mchs-orel.ru/navodnenie/>, (accesat la 22.09.2021).
12. <http://old.meteo.md/hazard/inundatii.htm>, (accesat la 22.09.2021).
13. https://studbooks.net/1484280/bzhd/klassifikatsiya_navodneniy, (accesat la 22.09.2021).
14. <http://masters.domntu.org/2006/fvti/popov/library/articles/art05.htm>, (accesat la 23.09.2021).
15. <https://nat-geo.ru/travel/shest-samykh-strashnykh-v-mire-navodneniy/>, (accesat la 25.09.2021).
16. <https://tnrt.ru/ro/landshaftnyjj-dizajjn/the-most-powerful-flood-in-china-the-biggest-floods-in-the-world/>, (accesat la 25.09.2021).
17. <https://www.ecoindustry.ru/didyouknow/view/408.html>, (accesat la 25.09.2021).
18. <https://goaravetisyan.ru/ro/shest-samyh-strashnyh-navodnenii-v-istorii-samyeh-izvestnyeh/>, (accesat la 25.09.2021).
19. Analiza impactului la proiectul Planurilor de gestionare a riscului de inundații, Disponibil: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiQ46_25-L0AhWEM-wKHTqeBR0QFnoECAIQAAQ&url=https%3A%2F%2Fmadr.gov.md%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FDocumente%2520atasate%2520Advance%2520Pages%2FAnaliza%2520Impactului.docx&usg=AOvVaw3Ub-TVPz0fdCqctN53M6Wm, (accesat la 25.09.2021).

20. Baza de date statistice a Inspectoratului General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne.
21. <http://old.meteo.md/hazard/inundatii.htm>, (accesat la 25.09.2021).
22. Arhiva foto a Inspectoratului General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne.
23. <http://old.meteo.md/newsait/floods/floods1.htm>, (accesat la 25.09.2021).
24. <https://www.timpul.md/articol/scuarul-garii-din-chisinau-inundat-noaptea-trecuta-12678.html>, (accesat la 25.09.2021).
25. Arhiva foto personală a colonelului serviciului intern în rezervă Vitali Mutaf, șef Secție protecție inginerescă a Inspectoratului General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne, în perioada anilor 2009-2019.
26. Мельничук, О.Н. Паводки и наводнения на реках Молдовы. Кишинэу: FCP “Primex-Com” SRL, 2012. 233 стр. ISBN 978-9975-4299-3-1.
27. Jelearov A. Studiul viiturilor pluviale în contextul impactului antropic asupra mediului. Chișinău: Tipografia “Impressum”, 2020. 254 pag. ISBN 978-9975-3482-5-6.
28. Мельничук, О., Гудумак Ю. Жёсткие и мягкие стратегии адаптации рек Молдовы к наводнениям в условиях ожидаемого изменения климата. Сборник научных статей Трансграничное сотрудничество в адаптации бассейна Днестра к изменению климата, 2011. 82-97 стр.
29. <https://www.scrigroup.com/geografie/hidrologie/INUNDTIILE-SI-GESTIONAREA-INUN83937.php>, (accesat la 05.10.2021).
30. Construcții hidrotehnice. Reguli de bază. NCM D.01.03-2007. UASM. ACDT ord. 75 din 09.07.2007.
31. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Dig#Istoric>, (accesat la 08.10.2021).
32. Hotărârea Guvernului pentru aprobarea Regulamentului privind digurile de protecție contra inundațiilor, Nr. 433 din 18.06.2012. Publicat: 26-06-2012 în Monitorul Oficial Nr. 130 art. 477.
33. <https://quizizz.com/admin/quiz/606428d89de4d0001bf87502/digurile-rolul-digurilor>, (accesat la 08.10.2021).
34. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Desecare>, (accesat la 08.10.2021).
35. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Stăvilă>, (accesat la 08.10.2021).
36. <https://mapio.net/pic/p-25119745/>, (accesat la 10.10.2021).
37. СНиП 2.06.05-84 Плотины из грунтовых материалов.
38. СНиП 2.06.06-85 Плотины бетонные и железобетонные.
39. <https://www.creeza.com/referate/geografie/geologie/INDIGUIRI-DE-APARARE-CONTRA-IN454.php>, (accesat la 10.10.2021).
40. <http://www.morvesti.ru/analitika/1690/26594/>, (accesat la 14.10.2021).
41. <https://www.giz.ro/stiinta/cele-mai-mari-baraje-37317/>, (accesat la 14.10.2021).
42. Trofin F. – Cercetări privind evaluarea siguranței și a riscului în exploatarea construcțiilor hidrotehnice, în caz de dezastre naturale provocate de schimbările climatice – Teză de doctorat, Academia Tehnică Militară, București, 2017.
43. ICOLD – Register of Dams – 2016, Disponibil: http://www.icold-cib.org/GB/world_register/general_synthesis.asp, (accesat la 14.10.2021).

44. <http://www.topclimat.ru/publications/chto-takoe-nasosnaya-stancia.html>, (accesat la 14.10.2021).
45. <https://www.facebook.com/Mosvodokanal/posts/2572079262848105/>, (accesat la 14.10.2021).
46. https://ru.wikipedia.org/wiki/Насосная_станция, (accesat la 14.10.2021).
47. СНиП 2.06.15-85 Инженерная защита территорий от затопления и подтопления
48. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Polder>, (accesat la 16.10.2021).
49. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Польдер>, (accesat la 16.10.2021).
50. https://library.wur.nl/ebooks/drainage/drainage_cd/1.5%20precha.html, (accesat la 16.10.2021).
51. https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geo/6917/польдеры, (accesat la 16.10.2021).
52. https://www.researchgate.net/figure/Dike-and-polder-drainage-and-irrigation-system-Reclaimed-drained-lowland-polder-is_fig4_324893223, (accesat la 16.10.2021).
53. http://lib.itenas.ac.id/kti/wp-content/uploads/2013/12/Microsoft-Word-SIBE-Juarni-Anita-2013_noPW.pdf, (accesat la 16.10.2021).
54. <https://www.semanticscholar.org/paper/An-Integrated-Approach-For-The-Banger-Polder-Budinetto-Fatchan/e100e8c42530aedc935f8c26fd7bb3b6bac952d5>, (accesat la 16.10.2021).
55. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/4898/33%20hal%20219-%20225.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, (accesat la 16.10.2021).
56. <https://www.morethangreen.es/en/polder-cup-football-pitches-in-the-dutch-polders/>, (accesat la 16.10.2021).
57. Hotărârea Guvernului cu privire la clasificarea situațiilor excepționale și la modul de acumulare și prezentare a informațiilor în domeniul protecției populației și teritoriului în caz de situații excepționale, Nr. 1076 din 16.11.2010. Publicat: 19-11-2010 în Monitorul Oficial Nr. 227-230 art. 1191.
58. Hotărârea Guvernului cu privire la aprobarea Planurilor de gestionare a riscului de inundații, Nr. 562 din 31.07.2020. Publicat: 21-08-2020 în Monitorul Oficial Nr. 212-220 art. 744.
59. Schema de protecție împotriva inundațiilor a localităților din Republica Moldova, aprobată prin Hotărârea Guvernului Nr. 1030 din 13.10.2000. Publicat: 26.10.2000 în Monitorul Oficial Nr. 133-136 art. 1140.
60. https://ro.wikipedia.org/wiki/Barajul_Stâncă_-_Costești, (accesat la 24.10.2021).
61. <https://localitati.casata.md/index.php?action=viewlocalitate&id=9266>, (accesat la 07.11.2021).
62. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них. Учебник для вузов. Под редакцией Михайлова Л.А. СПб.: Питер, 2009. 240 стр. ISBN 978-5-91180-720-7.
63. «Управление риском трансграничных наводнений: опыт региона ЕЭК ООН», материалы Практического семинара по управлению рисками трансграничных наводнений, организованном ЕЭК ООН, Женева, 22 – 23 апреля 2009 г.

64. ГОСТР 22.2.06-2016. МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ. Оценка риска чрезвычайных ситуаций при разработке паспорта безопасности критически важного объекта и потенциально опасного объекта.
65. <https://www.batkat.tomsk.ru> Расчетно-пояснительная записка к паспорту безопасности территории муниципального образования «баткатское сельское поселени.
66. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. – М.: Деловой экспресс, 2004. – 352 с.
67. Атлас природных и техногенных опасностей в Российской Федерации/ Под общей редакцией С.К. Шойгу. – М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2005. – 273 с.
68. Безопасность и предупреждение чрезвычайных ситуаций. Основы государственного регулирования деятельности в области промышленной безопасности, защиты населения и окружающей среды. Каталог-справочник. – М.: Институт риска и безопасности, 1999. – 213 с.
69. Буланенков С.А., Воронов С.И., Губченко П.П. и др. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. – Калуга: ГУП «Облиздат», 2001. – 480 с.
70. Владимиров В.А., Измалков В.И., Измалков А.В. Оценка риска и управление техногенной безопасностью. Монография. – М.: ФИД «Деловой экспресс», 2002 – 184 с.
71. Состояние геологической среды (недр) на территории Томской области в 2005 г.: Информационный бюллетень. – Вып. 11. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», 2006 г. – 118 с.
72. Экономические механизмы управления рисками чрезвычайных ситуаций / МЧС России. – М.: ИПП «Куна», 2004. – 312 с.