



Universitatea Tehnică a Moldovei

DETERMINAREA ZONELOR POTRIVITE PENTRU AMPLASAREA PARCURILOR FOTOVOLTAICE ÎN RAIONUL DROCHIA

Student: Ojovanu Maxim

**Coordonator: Pantaz Alexandru
lector universitar**

Chișinău, 2026

ADNOTARE

la teza de licență cu tema „DETERMINAREA ZONELOR POTRIVITE PENTRU POZIȚIONAREA PARCURILOR FOTOVOLTAICE ÎN RAIONUL DROCHIA”, autor Ojovanu Maxim.

Teza de licență abordează o problemă actuală a tranziției energetice naționale, prin propunerea unei metodologii GIS reproductibile pentru identificarea amplasamentelor optime ale parcurilor fotovoltaice la nivel raional.

Cuvinte-cheie: Sisteme Informaționale Geografice (GIS), parcuri fotovoltaice, energie regenerabilă, analiză multicriterială, Weighted Overlay, Model Builder, ArcGIS Pro, MOLDREF99, raionul Drochia, Experience Builder, pretabilitate teritorială, WMS Cadastru.

Scopul lucrării: determinarea zonelor potrivite pentru poziționarea parcurilor fotovoltaice în raionul Drochia, prin construirea unui model GIS multicriterial care integrează factori naturali, tehnici, economici și legislativi într-o evaluare unitară a pretabilității teritoriale. Aplicația web dezvoltată poate servi ca suport în etapele preliminare ale studiilor de fezabilitate, oferind un cadru metodologic replicabil, aliniat cu Strategia Energetică a Republicii Moldova până în 2050 și cu cadrul european INSPIRE.

Obiectivele: fundamentarea teoretică și normativă a temei, organizarea unei baze de date spațiale coerente, derivarea și integrarea criteriilor relevante prin metode GIS și analiză multicriterială, valorificarea rezultatelor printr-o aplicație web decizională.

Structura lucrării:

Capitolul 1 – „Cadru teoretic și normativ privind GIS și parcurile fotovoltaice” – tratează aspectele teoretice și legislative privind energia verde, conversia fotovoltaică, factorii de amplasare a parcurilor fotovoltaice, evoluția GIS și cadrul normativ național și internațional.

Capitolul 2 – „Software, structură și metode de lucru în GIS” – prezintă mediul software ArcGIS Pro și ecosistemul Esri (Portal for ArcGIS, Experience Builder), metodologia analizei GIS și a evaluării multicriteriale, tipologia datelor și structura geobazei pentru raionul Drochia.

Capitolul 3 – „Determinarea zonelor potrivite pentru poziționarea parcurilor fotovoltaice în raionul Drochia” – descrie pas cu pas fluxul GIS aplicat: caracterizarea zonei de studiu, organizarea geobazei, reproiectarea în MOLDREF99, construirea Mask Data, derivarea criteriilor, agregarea prin Weighted Overlay și publicarea aplicației web decizionale.

ABSTRACT

of the bachelor's thesis "DETERMINING SUITABLE AREAS FOR THE LOCATION OF PHOTOVOLTAIC PARKS IN DROCHIA DISTRICT", author Maxim Ojovanu.

The bachelor's thesis addresses a current issue of the national energy transition by proposing a reproducible GIS methodology for identifying optimal sites for photovoltaic parks at the district level.

Keywords: Geographic Information Systems (GIS), photovoltaic parks, renewable energy, multi-criteria analysis, Weighted Overlay, Model Builder, ArcGIS Pro, MOLDFEF99, Drochia district, Experience Builder, territorial suitability, WMS Cadastre.

Purpose of the paper: to identify suitable areas for the location of photovoltaic parks within the Drochia district by building a multi-criteria GIS model that integrates natural, technical, economic and regulatory factors into a unified assessment of territorial suitability. The developed web application supports the preliminary stages of feasibility studies, providing a replicable methodological framework aligned with the Energy Strategy of the Republic of Moldova up to 2050 and with the European INSPIRE framework.

Objectives: establishing the theoretical and regulatory foundation of the topic, organising a coherent spatial database, deriving and integrating the relevant criteria through GIS methods and multi-criteria analysis, and delivering the results through a decision-support web application.

Structure of the paper:

Chapter 1 – "Theoretical and regulatory framework regarding GIS and photovoltaic parks" – addresses the theoretical and legislative aspects of green energy, photovoltaic conversion, the siting factors of photovoltaic parks, the evolution of GIS and the national and international regulatory framework.

Chapter 2 – "Software, structure and working methods in GIS" – presents the ArcGIS Pro software environment and the Esri ecosystem (Portal for ArcGIS, Experience Builder), the methodology of GIS analysis and multi-criteria evaluation, the data typology and the structure of the geodatabase built for the Drochia district.

Chapter 3 – "Identifying suitable sites for photovoltaic parks in the Drochia district" – describes step by step the applied GIS workflow: characterisation of the study area, organisation of the geodatabase, reprojection to MOLDFEF99, construction of the Mask Data, derivation of criteria, aggregation through Weighted Overlay and publication of the decision-support web application.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	11
1 CADRU TEORETIC ȘI NORMATIV PRIVIND GIS ȘI PARCURILE FOTOVOLTAICE	12
1.1 Fundamente teoretice și legislative ale energiei verzi	12
1.1.1 Definierea și clasificarea energiei verzi	12
1.1.2 Importanța și rolul energiei verzi în dezvoltarea durabilă.....	13
1.1.3 Avantaje și limite ale utilizării surselor regenerabile.....	14
1.2 Energia solară. Principii, utilizare și rol energetic	16
1.2.1 Definierea energiei solare și caracteristici generale.....	16
1.2.2 Avantajele utilizării energiei solare.....	16
1.2.3. Conversia energiei fotovoltaice și aplicații	17
1.3 Parcurile fotovoltaice. Caracteristici generale, factori de amplasare și repere legislative	18
1.3.1. Definiția și rolul parcurilor fotovoltaice.....	18
1.3.2. Factori de amplasare a parcurilor fotovoltaice	19
1.3.4 Importanța analizei spațiale în alegerea amplasamentelor parcurilor fotovoltaice	20
1.4 Noțiuni generale despre GIS și rolul în analiza teritorială	21
1.4.1 Definiția și evoluția GIS.....	21
1.4.2 Funcțiile GIS în analiza teritorială	22
1.5. Cadru normativ al geoinformaticii și GIS. Relevanța lor pentru selectarea amplasamentelor ...	23
1.5.1. Cadru normativ de bază în domeniul GIS și geoinformaticii.....	23
1.5.2. Relevanța GIS pentru alegerea amplasamentelor parcurilor fotovoltaice.....	25
2 SOFTWARE, STRUCTURĂ ȘI METODE DE LUCRU ÎN GIS	27
2.1 Mediul software utilizat în studiu	27
2.1.1 Platforma ArcGIS Pro ca mediu Principal de lucru	27
2.1.2 ArcGIS Portal și Experience Builder în contextul valorificării rezultatelor	28
2.1.3 Instrumente și funcționalități.....	29

UTM 0731.2 015 ME				
<i>Mod.</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. doc.</i>	<i>Semnăt.</i>	<i>Data</i>
<i>Elaborat</i>		<i>Ojovanu M.</i>		
<i>Coordonator</i>		<i>Pantaz A.</i>		
<i>Consultant</i>				
<i>Verificat</i>		<i>Ovdii M.</i>		
<i>Aprobat</i>		<i>Taranenco A.</i>		
<i>Determinarea zonelor potrivite pentru amplasarea parcurilor fotovoltaice în raionul Drochia</i>				
		<i>Faza</i>	<i>Coala</i>	<i>Coli</i>
		L	9	83
<i>UTM FCGC IGC-2203</i>				

2.2	Cadru metodologic al analizei GIS și evaluării multicriteriale	31
2.2.1	Rolul analizei GIS în evaluarea teritorială	31
2.2.2	Geoprosesarea și pregătirea criteriilor de analiză	32
2.2.3	Analiza multicriterială și integrarea criteriilor în modelul de adecvare.....	33
2.3	Date utilizate. Structura bazei de date.....	34
2.3.1	Rolul datelor în procesul de lucru GIS.....	34
2.3.2	Tipologia datelor utilizate în studiul GIS	35
2.3.3	Sursele datelor utilizate	36
2.3.4	Date brute, date derivate și structura bazei de date	37
3	DETERMINAREA ZONELOR POTRIVITE PENTRU POZIȚIONAREA PARCURILOR FOTOVOLTAICE ÎN RAIONUL DROCHIA	40
3.1	Caracterizarea zonei de lucru	40
3.1.1	Poziția geografică și limitele administrative ale raionului Drochia	40
3.1.2	Caracteristici generale ale cadrului natural	41
3.1.3	Argumentarea alegerii zonei de studiu.....	44
3.2	Schema generală a fluxului de lucru GIS.....	45
3.2.1	Prezentarea fluxului de lucru și a etapelor principale	45
3.2.2	Organizarea geobazei Pretabilitate_Terenuri	47
3.2.3	Reproiectarea datelor brute în sistemul de referință MOLDREF99	49
3.2.4	Construirea Mask Data și aplicarea succesivă a măștilor	55
3.3	Derivarea criteriilor de analiză	61
3.3.1	Derivarea pantei și expoziției din DEM.....	61
3.3.2	Calcularea criteriilor de proximitate	65
3.3.3	Modelarea riscului de alunecări de teren prin Weighted Overlay.....	68
3.4	Sinteza multicriterială și publicarea rezultatelor	71
3.4.1	Reclasificarea, ponderarea și agregarea criteriilor prin Weighted Overlay	71
3.4.2	Dezvoltarea aplicației decizionale pe ArcGIS Online.....	74
	CONCLUZII	78
	BIBLIOGRAFIE	80

					<i>UTM 0731.2 - 015 ME</i>	Coala
<i>Mod.</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. doc.</i>	<i>Semnătura</i>	<i>Data</i>		10

INTRODUCERE

În contextul tranziției energetice globale și al obiectivelor europene de neutralitate climatică, dezvoltarea surselor regenerabile de energie a devenit o prioritate strategică pentru toate statele aflate în proces de aliniere la cadrul Uniunii Europene. Republica Moldova, prin Strategia Energetică până în anul 2050, urmărește creșterea ponderii energiei verzi în mixul energetic național, iar energia solară fotovoltaică reprezintă una dintre cele mai promițătoare direcții de dezvoltare, datorită potențialului mediu anual de 1200–1400 kWh/m² caracteristic teritoriului țării. Implementarea acestor obiective presupune însă identificarea coerentă a amplasamentelor optime pentru parcuri fotovoltaice, proces care necesită instrumente analitice capabile să integreze simultan multipli factori naturali, tehnici, economici și legislativi.

Selectarea amplasamentelor pentru parcuri fotovoltaice constituie o decizie spațială complexă, condiționată de o multitudine de factori interdependenți: potențialul radiației solare, panta și expoziția terenului, accesibilitatea rutieră și energetică, riscurile geomorfologice, calitatea solurilor și restricțiile juridice și de mediu. Analiza izolată a acestor factori nu permite o evaluare obiectivă, fiind necesară o abordare integrată, multicriterială, capabilă să producă un rezultat sintetic și replicabil. În acest sens, Sistemele Informaționale Geografice oferă cadrul metodologic potrivit de analiză simultană a acestor factori.

Scopul prezentei lucrări constă în determinarea zonelor potrivite pentru poziționarea parcurilor fotovoltaice pe teritoriul raionului Drochia, prin aplicarea unei analize multicriteriale GIS. Realizarea acestui scop a presupus parcurgerea unei succesiuni logice de etape, începând cu fundamentarea teoretică și normativă a temei, prin sinteza cadrului legislativ național și european privind energia regenerabilă și sistemele informaționale geografice. Pe această bază a fost construită o geobază coerentă, alimentată cu date spațiale colectate din surse oficiale, reproiectate la sistemul național MOLDREF99 și organizate într-o structură unitară. Plecând de la aceste date, au fost derivate criteriile de analiză prin instrumente specifice de geoprosesare, urmate de modelarea riscului de alunecări de teren ca factor independent al pretabilității. În etapa finală, criteriile au fost agregate prin metoda Weighted Overlay într-un raster sintetic de pretabilitate, iar rezultatele obținute au fost publicate pe ArcGIS Online și integrate într-o aplicație web decizională, dezvoltată în Experience Builder, care suprapune analiza GIS cu serviciul WMS al cadastrului național.

Cercetarea se desfășoară pe teritoriul raionului Drochia, situat în nordul Republicii Moldova, în Podișul Moldovei de Nord. Alegerea acestei zone este justificată de combinația favorabilă dintre potențialul solar ridicat, predominanța terenurilor agricole și relieful relativ moderat, dar și de provocările specifice legate de prezența unor versanți cu risc geomorfologic și de necesitatea echilibrării utilizării terenurilor între producția agricolă tradițională și noile investiții energetice.

					<i>UTM 0731.2 - 015 ME</i>	<i>Coala</i>
						11
<i>Mod.</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. doc.</i>	<i>Semnătura</i>	<i>Data</i>		

BIBLIOGRAFIE

1. PARLAMENTUL EUROPEAN ȘI CONSILIUL UNIUNII EUROPENE. *Directiva (UE) 2018/2001 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile (reformare)*. Versiune consolidată din 20.11.2023. Bruxelles: Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2023. Disponibil: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A02018L2001-20231120> [accesat 2026-03-04]
2. PARLAMENTUL REPUBLICII MOLDOVA. *Lege privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile: nr. 10 din 26.02.2016*. *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2016, nr. 69-77, art. 117. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=151418&lang=ro [accesat 2026-03-04]
3. MINISTERUL ENERGIEI AL REPUBLICII MOLDOVA. *Strategia Energetică a Republicii Moldova până în anul 2050 (SEM 2050)*. Chișinău: Ministerul Energiei, 2024. Disponibil: https://energie.gov.md/sites/default/files/concept_strategia_energetica_act._-clean_1.pdf [accesat 2026-03-05]
4. MINISTERUL ENERGIEI AL REPUBLICII MOLDOVA. *Energie regenerabilă*. Site web. Disponibil: <https://energie.gov.md/ro/content/energie-regenerabila> [accesat 2026-03-05]
5. VASILACHE, Ana și Diane BUNYAN. *Planificarea strategică în comunitate*. Chișinău: FPM, 2002. Disponibil: https://descentralizare.gov.md/public/publications/942268_md_strategic_plann.pdf [accesat 2026-03-08]
6. MINISTERUL ENERGIEI AL REPUBLICII MOLDOVA. *Securitate energetică*. Site web. Disponibil: <https://energie.gov.md/ro/content/securitate-energetica> [accesat 2026-03-08]
7. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector*. Paris: IEA, 2021. Disponibil: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> [accesat 2026-03-10]
8. WORLD BANK GROUP; ENERGY SECTOR MANAGEMENT ASSISTANCE PROGRAM (ESMAP); SOLARGIS. *Solar Photovoltaic Power Potential by Country*. Washington DC: World Bank, 2020. Disponibil: <https://www.worldbank.org/en/topic/energy/publication/solar-photovoltaic-power-potential-by-country> [accesat 2026-03-11]
9. U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. *Climate and Air Quality Benefits of Wind and Solar Power in the United States*. Site web. Disponibil: <https://www.energy.gov/cmei/articles/climate-and-air-quality-benefits-wind-and-solar-power-united-states> [accesat 2026-03-11]

					UTM 0731.2 - 015 ME	Coala
Mod.	Coala	Nr. doc.	Semnătura	Data		80

10. INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). *Renewable Power Generation Costs in 2022. Summary*. Abu Dhabi: IRENA, 2023. Disponibil: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2022_SUMMARY.pdf [accesat 2026-03-12]
11. MINISTERUL ENERGIEI AL REPUBLICII MOLDOVA. *Ordin nr. OME78/2025 din 28.11.2025 privind aprobarea condițiilor tehnice pentru centralele electrice fotovoltaice*. Chișinău: Ministerul Energiei, 2025.
12. ESRI. *How Weighted Overlay works*. ArcGIS Pro Documentation. Disponibil: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-weighted-overlay-works.htm> [accesat 2026-03-22]
13. PARLAMENTUL REPUBLICII MOLDOVA. *Lege cu privire la geodezie, cartografie și geoinformatică: nr. 778-XV din 27.12.2001*. Monitorul Oficial al Republicii Moldova. 2002, nr. 29-31, art. 162.
14. SÎRBU, Rodica. *Sisteme Informaționale Geografice. Ghid metodologic*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2024. Disponibil: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/32954/S%C3%A0Erbu%20R.Ghid%20metodologic.pdf?isAllowed=y&sequence=1> [accesat 2026-03-18]
15. VLASENCO, Ana și Alexandru PANTAZ. *Cartografie digitală. Îndrumar metodic pentru proiectul de an*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2022. Disponibil: https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/19986/Cartografie-digitala-Indr-metod-proiect-an_DS.pdf?sequence=1&isAllowed=y [accesat 2026-03-19]
16. NISTOR-LOPATENCO, Livia; Rodica SÎRBU și Maria OVDII. *Tranziția de la GIS tradițional la Web GIS și Cloud GIS*. *Journal of the Romanian Society of Cadastre, Geodesy and Cartography (RevCAD)*. 2025, vol. 39, pp. 67-74. Disponibil: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/33928/Journal-RevCad-Vol-39-2025-p67-74.pdf> [accesat 2026-03-20]
17. ESRI. *Spatial analysis in ArcGIS Pro*. ArcGIS Pro Documentation. Disponibil: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/introduction/spatial-analysis-in-arcgis-pro.htm> [accesat 2026-03-23]
18. SÎRBU, Rodica. *Aplicații WebGIS Open Source. Îndrumar metodic pentru lucrări de laborator*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2024. Disponibil:

<https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/32438/PBL-Aplicatii-webGIS-Open-source-Indr-metod-lucrari-lab.pdf?isAllowed=y&sequence=4> [accesat 2026-03-23]

19. PARLAMENTUL REPUBLICII MOLDOVA. *Lege cu privire la infrastructura națională de date spațiale: nr. 254 din 17.11.2016. Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2017, nr. 30-39, art. 73. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=120848&lang=ro [accesat 2026-03-25]
20. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics*. Site web. Disponibil: <https://www.iso.org/committee/54904.html> [accesat 2026-03-26]
21. AGENȚIA RELAȚII FUNCIARE ȘI CADASTRU. *Concept și Regulament privind infrastructura națională de date spațiale*. Disponibil: https://www.agcc.gov.md/sites/default/files/document/attachments/HG_Anexa_1-Concept_Anexa_2-Regulament.pdf [accesat 2026-03-26]
22. ESRI. *Site suitability analysis*. ArcGIS Imagery Workflows. Disponibil: <https://doc.arcgis.com/en/imagery/workflows/resources/site-suitability-analysis.htm> [accesat 2026-03-27]
23. AKKAS, O. P.; M. Y. ERTEN; E. CAM and N. INANC. Optimal site selection for a solar power plant in the Central Anatolian Region of Turkey. *Renewable Energy*. 2022. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148122000970> [accesat 2026-04-25]
24. ESRI. *Get started with ArcGIS Pro*. ArcGIS Pro Documentation. Disponibil: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/get-started/get-started.htm> [accesat 2026-03-22]
25. ESRI. *What is ArcGIS Experience Builder?*. ArcGIS Experience Builder Documentation. Disponibil: <https://doc.arcgis.com/en/experience-builder/11.4/get-started/what-is-arcgis-experience-builder.htm> [accesat 2026-05-04]
26. ESRI. *An overview of the Data Management toolbox*. ArcGIS Pro Documentation. Disponibil: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.4/tool-reference/data-management/an-overview-of-the-data-management-toolbox.htm> [accesat 2026-05-02]
27. ESRI. *How Weighted Overlay works*. ArcGIS Pro 3.4 Documentation. Disponibil: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.4/tool-reference/spatial-analyst/how-weighted-overlay-works.htm> [accesat 2026-05-03]
28. GRAMA, Vasile. Sisteme Informaționale Geografice și aplicații. In: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*. Universitatea Tehnică a Moldovei. Chișinău, 2017, vol. 2, pp. 221-224. Disponibil:

					<i>UTM 0731.2 - 015 ME</i>	Coala
Mod.	Coala	Nr. doc.	Semnătura	Data		82

https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/578/Conf_UTM_2017_II_pg221-224.pdf
[accesat 2026-03-29]

29. STEPAN, Vasian. *Aplicarea metodelor de analiză multicriterială în GIS pentru evaluarea teritorială*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2024. Disponibil: <https://repository.utm.md/handle/5014/32171> [accesat 2026-03-29]
30. INSTITUTUL DE STUDII ARTISTICE ȘI MULTIMEDIA (ISAM). *Caietul de cercetare nr. 5*. Chișinău: ISAM, 2023. Disponibil: https://www.isam.fd.md/caiet_site/caiet_nr5.pdf [accesat 2026-03-30]
31. FARIMA, Alexandru. *Teză de licență*. Programul de studiu Inginerie Geodezică și Cadastru. Universitatea Tehnică a Moldovei. Chișinău, 2024. Disponibil: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/27489/Farima-Alexandru-FCGC-IGC-2024.pdf> [accesat 2026-03-30]
32. VLASENCO, Ana. *Proiecții cartografice și transformări de datum în Republica Moldova*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2024. Disponibil: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/34101/Proiectii-cartografice-transformari-datum-RMoldova.pdf> [accesat 2026-04-08]
33. PARLAMENTUL REPUBLICII MOLDOVA. *Lege privind fondul ariilor naturale protejate de stat: nr. 1538 din 25.02.1998. Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. Versiune actualizată. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=154107&lang=ro [accesat 2026-04-15]
34. HOU, Guolin; Hasi EERDUN; Junjie DAI; Qing FU; Yong WAN et al. Suitability evaluation of mountain photovoltaic power station based on multi-criteria decision analysis. *Applied Sciences*. 2021, vol. 11, no. 9, art. 3748. ISSN 2076-3417. Disponibil: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/9/3748> [accesat 2026-04-22]

					<i>UTM 0731.2 - 015 ME</i>	Coala
						83
<i>Mod.</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. doc.</i>	<i>Semnătura</i>	<i>Data</i>		