

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII  
AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică  
Departamentul Energetică**

**Admis la susținere**

**Șef departament:**

**HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.**

**„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024**

**Integrarea surselor regenerabile de energie în rețelele  
electrice de distribuție ale S.A. RED-NORD**

**Teză de master**

**Masterand:** \_\_\_\_\_ **FENCOVSCHI Cristina**  
gr. EMD-22M

**Conducător:** \_\_\_\_\_ **GUȚU-CHETRUȘCA Corina**  
lect. univ., dr.

**Chișinău, 2024**

## ADNOTARE

**Autor** – Cristina FENCOVSCHI. **Titlul** – *Integrarea surselor regenerabile de energie în rețelele electrice de distribuție ale S.A. RED-NORD*

**Structura lucrării:** lucrarea conține introducere, patru capitole, concluzii, bibliografie, din 45 titluri, 1 anexă, 62 pagini, 22 figuri, 6 tabele

**Cuvinte-cheie:** consum de energie electrică, prosumatorii energetici, mixul energetic, parcuri eoliene, parcuri fotovoltaice.

**Scopul lucrării:** analiza posibilității de integrare a surselor regenerabile de energie în rețelele electrice de distribuție

**Obiectivele generale:** diversificarea mixului energetic cu sporirea securității energetice a țării.

**Rezultate obținute:** în urma proiectului de analiză am constatat un șir de probleme tehnice și de logistică care pot apărea în urma integrării surselor regenerabile de energie în rețelele electrice. Totodată, se necesită adoptarea măsurilor atât tehnice cât și legislative întru tranziția energetică.

## ABSTRACT

**Author** - Cristina FENCOVSCHI. **Title** - *Integration of Renewable Energy Sources into the Distribution Electrical Networks of S.A. RED-NORD.*

**Structure of the work:** the work contains an introduction, four chapters, conclusions, a bibliography of 45 titles, 1 appendix, 62 pages, 22 figures, and 6 tables.

**Keywords:** electric power consumption, energy prosumers, energy mix, wind farms, photovoltaic parks.

**Purpose of the work:** to analyze the possibility of integrating renewable energy sources into the distribution electrical networks.

**General objectives:** diversifying the energy mix with increased energy security of the country.

**Results obtained:** following the analysis project, a series of technical and logistical issues were identified that may arise from the integration of renewable energy sources into the electrical networks. Furthermore, both technical and legislative measures need to be adopted for the energy transition.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b> .....	11
<b>1. SURSE ȘI SISTEME DE ENERGIE REGENERABILĂ</b> .....	12
<b>1.1. Energia regenerabilă: sursa durabilă de energie</b> .....	12
1.1.1. Definiții și clasificări.....	12
1.1.2. Sursele finite de energie primară.....	13
1.1.3. Sursele regenerabile de energie primară.....	15
<b>1.2. Promovarea utilizării SER în sistemele electroenergetice</b> .....	18
1.2.1. Avantaje și dezavantaje utilizării surselor regenerabile de energie.....	18
1.2.2. Impactul social și economic al SER.....	21
1.2.3. Potențialul surselor regenerabile de energie.....	22
<b>1.3. Tehnologii și surse regenerabile de energie</b> .....	22
1.3.1 Energia solară - sursă inepuizabilă de energie.....	22
1.3.2. Valorificarea energiei eoliene ca sursă de energie.....	24
1.3.3. Alte tehnologii de producere a energiei electrice.....	25
<b>2. REȚELELE ELECTRICE DE DISTRIBUȚIE</b> .....	27
<b>2.1. Structura și caracteristici</b> .....	27
2.1.1. Utilizarea surselor regenerabile de energie în Republica Moldova.....	27
2.1.2. Definiția rețelelor electrice de distribuție.....	28
2.1.3. Soluții inteligente de gestionare a rețelelor electrice.....	29
<b>2.2. Probleme și provocări în rețelele de distribuție tradițională</b> .....	29
2.2.1. Pierderi de energie electrică în rețea.....	29
2.2.2. Stabilitatea de tensiune a sistemelor electroenergetice.....	32
2.2.3. Definiția prosumatorilor energetici și securitatea cibernetică.....	32
<b>2.3. Necesitatea integrării surselor regenerabile de energie</b> .....	34
2.3.1. Tranziția energetică a generării energiei electrice.....	34
2.3.2. Integrarea surselor regenerabile de energie în sistemul energetic.....	36
2.3.3. Utilizarea inteligenței artificiale în dirijarea sistemului energetic.....	37
<b>3. INTEGRAREA SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE ÎN REȚELELE DE DISTRIBUȚIE</b> .....	38
<b>3.1. Justificarea integrării surselor regenerabile de energie</b> .....	38
3.1.1 Potențialul Republicii Moldova privind sursele regenerabile de energie.....	38
3.1.2 Experiența stelelor membre UE privind utilizarea SER.....	39
<b>3.2. Sisteme de conversie și stocare a energiei regenerabile</b> .....	40
3.2.1. Conversia energiei electrice și modalitățile de stocare.....	40
3.2.2. Conversia energiei solare în energie electrică.....	43
3.2.3. Conversia energiei eoliene în energie electrică.....	44
<b>3.3. Impactul integrării surselor regenerabile asupra rețelelor de distribuție</b> .....	44
3.3.1. Promovarea dezvoltării economice durabile.....	44

3.3.2. Soluții tehnice și tehnologii pentru integrarea surselor regenerabile.....	46
<b>4. STUDIUL DE FEZABILITATE A INTEGRĂRII SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE ÎN REȚELELE ELECTRICE DE DISTRIBUȚIE ALE S.A. RED-NORD.....</b>	<b>48</b>
4.1. <b>Întreprinderea de furnizare a energiei electrice în parte de nord a RM.....</b>	<b>48</b>
4.1.1. Prezentarea companiei S.A. RED-Nord.....	48
4.1.2. Analiza tehnică și economică a situației actuale a rețelelor electrice de distribuție ale S.A. RED-Nord.....	49
<b>4.2. Studiul potențialului surselor regenerabile în regiunea de Nord a Republicii Moldova.....</b>	<b>51</b>
4.2.1. Evaluarea potențialului fotovoltaic.....	51
4.2.2. Evaluarea potențialului eolian.....	52
<b>4.3. Impactul integrării surselor regenerabile asupra rețelei S.A. RED-Nord.....</b>	<b>55</b>
4.3.1. Impactul tehnic și variațiile de sarcină.....	55
4.3.2. Impactul economic și financiar.....	56
<b>4.4. Propuneri și recomandări pentru integrarea surselor regenerabile în rețelele S.A. RED-Nord.....</b>	<b>58</b>
4.4.1. Strategii de optimizare a rețelei electrice de distribuție.....	58
4.4.2. Recomandări pentru dezvoltarea infrastructurii și tehnologiilor de rețea.....	59
<b>CONCLUZII.....</b>	<b>60</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXE.....</b>	<b>64</b>
A 1. Planul de investiții S.A. RED-Nord 2024-2025.....	64

## INTRODUCERE

Dezvoltarea unui sector energetic puternic este condiționată de existența unor surse de energie primară care să se caracterizeze prin: diversitate, accesibilitate, siguranță, prețuri stabile, asigurarea necesităților de energie electrică pe o perioadă de timp cât mai mare. Întru satisfacerea nevoilor energetice, utilizarea pe larg a surselor regenerabile de energie și integrarea acestora în rețelele electrice de distribuție devine o provocare atât pentru întreprinderile de generare a energiei cât și pentru companii precum S.A. RED-Nord. Reieșind din îngrijorările legate de mediul înconjurător și epuizarea resurselor energetice, precum și din cauza creșterii costurilor la energie reieșind din situațiile geo-politice cu necesitatea de a reduce dependența de combustibilii fosili, utilizarea surselor regenerabile de energie cum ar fi energia eoliană și solară, în rețelele electrice de distribuție, prezintă numeroase avantaje, printre care se enumeră reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, consolidarea securității energetice și stimularea creării de noi locuri de muncă în sectoarele energetice. Nu în ultimul rând acest proces poate fi însoțit de provocări tehnice și economice, întru costurile inițiale de proiectare, achiziționare și montare ridicate, producerea variabilă a energiei electrice, necesitatea unei infrastructuri complexe precum variabilitatea producției de energie regenerabilă, adaptarea infrastructurii existente și complexitatea proiectelor, sunt necesare de întreprins un șir de acțiuni care includ în sine analiza amplă a beneficiilor și a fezabilității economice. Această analiză constă în evaluarea stării actuale a infrastructurii a rețelei electrice și capacitatea acesteia de a susține integrarea surselor regenerabile de energie, inclusiv o evaluare a capacității de transport și distribuție a energiei, precum și a necesarului de stocare a energiei de rezervă pentru a menține stabilitatea rețelei și necesarului de consum. Totodată această tehnologie va permite diversificarea mixului energetic care în sine reprezintă în sine proporția și combinația diferitelor surse de energie utilizate pentru a satisface cererea de energie a unei țări sau a unei regiuni într-un anumit moment sau într-un anumit interval de timp.

Pe lângă aceasta nu în ultimul rând în contextul energetic o are sustenabilitatea care reprezintă în sine capacitatea de a asigura populația cu resurse energetice necesare fără a afecta generațiile viitoare în contextul epuizării surselor tradiționale de energie Scopul principal al acestei lucrări este de a identifica și evalua modalitățile optime de integrare a surselor regenerabile de energie în infrastructura existentă a rețelelor electrice de distribuție, cu scopul de a optimiza eficiența și sustenabilitatea acestui sistem, totodată în această lucrare ne propunem să analizăm posibilitatea integrării surselor regenerabile de energie în rețelele electrice de distribuție, cu accent pe contextul specific al S.A. RED-Nord. Rezultatele obținute vor fi aplicabile nu doar acestei companii, dar și altor „actori” implicați în tranziția către o energie durabilă.

## BIBLIOGRAFIE

1. Producerea Energiei Electrice si Termice (curs), *facultatea de energetică, Universitatea POLITEHNICĂ din București*. conf. dr. ing. Cora Gheorghe
2. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Combustibil\\_fosil](https://ro.wikipedia.org/wiki/Combustibil_fosil)
3. <https://www.shutterstock.com/ro/search/combustibil-fosil>
4. <https://brainly.ro/tema/1837541>
5. <https://www.golabz.eu/user/1129>
6. <http://www.tti.ieeia.tuiasi.ro/materiale/rce/curs/Cap%203%20-%20Combustibili%20fosili.pdf>
7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421518306499>
8. *Renewable energy source integration into power networks, research trends and policy implications: A bibliometric and stakeholders survey analysis* Emmanuel Hache, Angélique Palle
9. Chiminform Data S.A., *Surse regenerabile de energie*, Editura CHIMINFORM DATA, Bucuresti, 2004
10. <https://stratos.ro/blog-resurse-regenerabile-definitie-tipuri-beneficii/>
11. <https://zonetecsolar.ro/blog/post/24-de-lucruri-pe-care-nu-le-stii-despre-energia-solara>
12. <https://www.linkedin.com/pulse/japans-power-market-news-2023w51-dan-shulman-ytq7c>
13. PLANUL NAȚIONAL DE ACȚIUNI ÎN DOMENIUL EFICIENȚEI ENERGETICE
14. <https://electroterminstal.ro/retele-electrice/>
15. <https://www.bransamente-instalatii-electrice.ro/scheme-retele-electrice/>
16. <https://curentulelectric.ro/efectul-corona/108/>
17. <https://www.rasfoiesc.com/inginerie/electronica/STABILITATEA-DE-TENSIUNE94.php>
18. <https://www.wago.com/ro/inginerie-electric%C4%83>
19. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/ro/policies/cybersecurity-policies>
20. <https://economie.hotnews.ro/stiri-telecom-24488195-noua-strategie-securitate-cibernetica-reducerea-expunerii-fata-furnizorii-5g-grad-ridicat-risc-scut-bazat-inteligenta-artificiala-rolul-centrului-bucuresti.htm>
21. <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/how-grid-operators-can-integrate-the-coming-wave-of-renewable-energy>
22. INTEGRAREA SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE ÎN SISTEMELE ELECTROENERGETICE ACTUALE Teză destinată obținerii titlului științific de doctor inginer la Universitatea “Politehnica” din Timișoara în domeniul Inginerie Energetică de către Ing. Dan JIGORIA-OPREA

23. <https://www.smart.md/the-role-of-artificial-intelligence-in-energy-grid-management>
24. <https://www.tineret.dev.itsec.md/ro/content/starea-actuala-domeniului-energiei-regenerabile-republica-moldova-potential-provocari-si>
25. <https://gazetadechisinau.md/2020/05/13/o-treime-din-consumul-de-energie-electrica-din-europa-provine-din-surse-regenerabile-ce-are-de-invatat-republica-moldova/>
26. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240227-2>
27. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Pil%C4%83\\_de\\_combustie\\_cu\\_membran%C4%83\\_schimb%C4%83toare\\_de\\_protoni](https://ro.wikipedia.org/wiki/Pil%C4%83_de_combustie_cu_membran%C4%83_schimb%C4%83toare_de_protoni)
28. <https://www.linkedin.com/pulse/innovations-sustainable-energy-conversion-storage-via-michelotti>
29. <https://solarnipaneli.energy/ro/cele-mai-bune-moduri-de-a-incarca-o-baterie-cu-litiu-folosind-energia-solara/>
30. <https://ro.china-vet.com/5kw-30kwh-vanadium-flow-battery-system-manufacturer.html>
31. [https://users.utcluj.ro/~cteodor/AN3SNE/Curs%204%20En.%20solara\\_electric.pdf](https://users.utcluj.ro/~cteodor/AN3SNE/Curs%204%20En.%20solara_electric.pdf)
32. <https://www.studocu.com/ro/document/universitatea-din-craiova/energetica-general-a-si-conversia-energiei/009-curs-9-egce-conversia-energiei-eoliene/3866663>
33. ИНТЕГРАЦИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ СЕТЬ: КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ, May 2018
34. <https://electricalschool.info/main/elsnabg/2757-что-такое-распределенная-генерация.html>
35. [https://www.festo.com/ro/ro/efformare-tehnica/concepte-educationale/repere-importante/competente-pentru-ecologizare/productia-de-energie-regenerabila-id\\_1629678/](https://www.festo.com/ro/ro/efformare-tehnica/concepte-educationale/repere-importante/competente-pentru-ecologizare/productia-de-energie-regenerabila-id_1629678/)
36. <https://www.rednord.md/index.php/ro/prezentare-general-a>
37. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=750587793663557&set=a.750587760330227>
38. <https://rednord.md/doc/indication/Indicatorii%20tehnico-economici%20privind%20activitatea%20operatorului%20retelelor%20de%20distributie%202023.pdf>
39. EVALUAREA GRADULUI DE PREGĂTIRE PRIVIND VALORIFICAREA ENERGIEI REGENERABILE, IRENA, 2019
40. <http://adrnord.md/taboneview.php?l=ro&idc=542&id=4613&t=/Regiunea-de-Dezvoltare-Nord/Regiunea-de-Dezvoltare-Nord/Harta/>
41. POTENȚIALUL REGIONAL AL REPUBLICII MOLDOVA DIN PUNCTUL DE VEDERE AL SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ. Veronica BUTNARU,

lector universitar, Academia de Administrare Publică Dinu MANOLE, masterand,  
Academia de Administrare Publică

42. EVALUAREA POTENȚIALULUI ENERGETIC EOLIAN AL REPUBLICII MOLDOVA. Răchier Vasile, Chișinău 2016
43. CAISÎN, S., ȘVETȚ, A., Surse de energie regenerabilă : Suport didactic pentru studierea disciplinelor opționale în instituțiile de învățământ, Chișinău, 2014.
44. Distributed Generation and Renewable Energy Integration into the Grid: Prerequisites, Push Factors, Practical Options, Issues and Merits, by Chu Donatus, Samuel Gyamfi.