



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**STUDIU PRIVIND DEZVOLTAREA  
INOVAȚIONALĂ A ELECTROENERGETICII  
PE BAZA DE SMART GRID**

**Student:**

**TOFAN Felicia**

EE-20M

**Conducător:**

**STRATAN Ion**

prof. univ., dr.

**Chișinău, 2021**

## ADNOTARE

**Autor** – TOFAN Felicia. **Titlul** – *Studiu privind dezvoltarea inovațională a electroenergeticii pe bază de Smart Grid*

**Structura lucrării:** lucrarea conține o introducere, patru capitole, concluzii, bibliografie din 16 titluri și 6 link-uri utilizate, 90 pagini, 12 figuri, 8 tabele.

**Cuvinte-cheie:** smart grid, rețele inteligente, smart city, surse regenerabile, energie verde, tehnologii inovaționale.

**Scopul lucrării:** formarea conceptului de Smart Grid, determinarea premiselor pentru dezvoltare a acestuia, analiza bazei tehnologice și modalităților de implementare în străinătate.

**Obiectivele generale:** determinarea perspectivelor și oportunităților de dezvoltare a conceptului de Smart Grid în Republica Moldova.

**Rezultate obținute:** în urma studiului s-au determinat prioritățile și etapele de dezvoltare și implementare a conceptului de Smart Grid; s-au analizat barierele de implementare a acestui concept și măsurile de prevenire.

## ABSTRACT

**Author** – TOFAN Felicia. **Title** – *Study on innovative development of power system based on Smart Grid*

**Thesis structure:** The work comprises an introduction, four chapters, conclusions, 16 references and 6 links used, 90 pages, 12 figures, 8 tables.

**Keywords:** smart grid, smart city, renewable sources, clean energy, innovative technologies.

**The scope of the work:** to form the Smart Grid concept, to determine the premises for its development, to analyze the technological base and the ways of implementation abroad.

**General objectives:** to determine the perspectives and opportunities for the development of the Smart Grid concept in Republic of Moldova.

**Result obtained:** following the study, the priorities and stages of development and implementation of the Smart Grid concept were determined; the barriers to the implementation of this concept and the prevention measures were analyzed.

## CUPRINS

Pag.

<b>INTRODUCERE</b> .....	8
<b>1. GENERALITĂȚI ȘI CONCEPTUL DE BAZĂ SMART GRID</b> .....	11
1.1. Principalele premise pentru formarea unui concept inovator de dezvoltare a electroenergeticii.....	13
1.2. Principiile dezvoltării conceptului de rețea inteligentă în străinătate.....	20
1.3. Valorile cheie ale electroenergeticii inovative.....	23
1.4. Proprietățile funcționale ale sistemului de alimentare bazat pe conceptul Smart Grid.....	26
1.5. Impactul economic al rețelelor inteligente.....	32
<b>2. BAZA TEHNOLOGICĂ A CONCEPTULUI SMART GRID</b> .....	40
2.1. Tehnologii inovatoare și componente ale sistemului de energie electrică.....	42
2.2. Instrumente și dispozitive de măsurare .....	47
2.3. Metode de control modernizate .....	51
<b>3. ORGANIZAREA ȘI GESTIONAREA DEZVOLTĂRII ȘI IMPLEMENTĂRII CONCEPTULUI DE SMART GRID ÎN STRĂINĂTATE</b> .....	62
3.1. Priorități și etape de dezvoltare și implementare a conceptului de Smart Grid în străinătate.....	62
3.2. Barierele de implementare a conceptului Smart Grid în străinătate.....	66
3.3. Măsuri de depășire ale barierelor .....	72
<b>4. PERSPECTIVE ȘI OPORTUNITĂȚI DE DEZVOLTARE A CONCEPTULUI DE SMART GRID ÎN MOLDOVA</b> .....	73
4.1. Evaluarea nivelului de dezvoltare a conceptului de Smart Grid în Republica Moldova .....	73
4.2. Smart City ca element Smart Grid .....	74
4.3. Orașul „inteligent” Chișinău .....	80
<b>CONCLUZII</b> .....	87
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	88

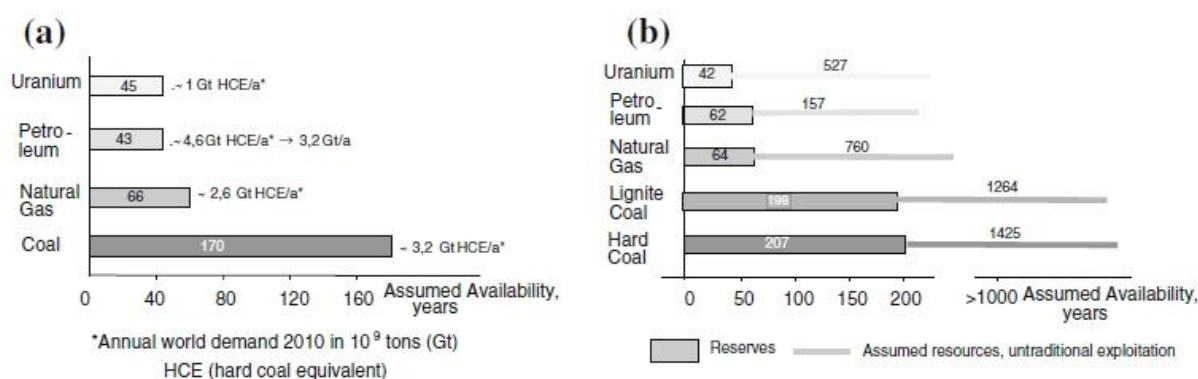
## INTRODUCERE

Transmiterea și distribuția eficientă a energiei electrice este o cerință fundamentală pentru dezvoltarea durabilă și prosperitate în întreaga lume. Cu toate acestea, lumea va trebui să se confrunte cu mari provocări în acest domeniu în secolul XXI.

Principalele provocări care trebuie rezolvate în Uniunea Europeană sunt [1]:

- scăderea disponibilității surselor de energie primară (SEP) fosilă și nucleară
- în consecință, creșterea rapidă a prețurilor pentru acestea
- dependența de 70% a Europei de surse de energie primară importate
- impactul crescător al emisiilor și efectului de seră asupra mediului.

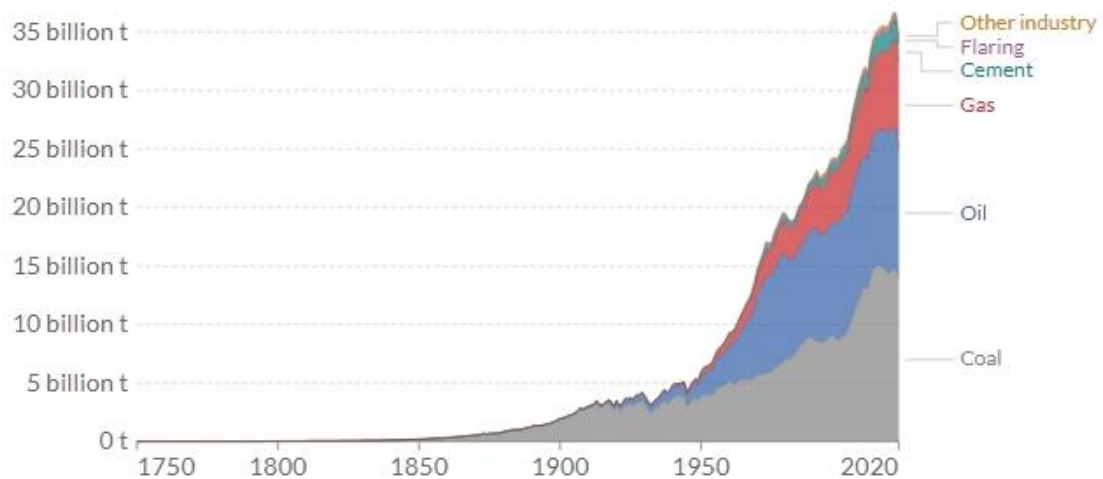
Așteptările cu privire la termenul pentru care în sol mai sunt surse de energie primară fosilă și nucleară sunt prezentate în figura 1. Aceste date se bazează pe cunoștințele actuale despre locurile de producție geologică și pe cererea actuală la nivel mondial. Se poate observa că declarațiile din două surse diferite privind rezervele exploatabile la locațiile cunoscute sunt similare. Principala diferență în cifre constă în diferențierea dintre rezervele cunoscute și creșterea preconizată a resurselor care ar putea fi exploatate de tehnologii netradiționale (de exemplu, fracturarea hidraulică a rocii pentru exploatarea gazelor).



**Figura 1.** Așteptările privind rezervele de energie primară și cererea anuală mondială [2].

Cu toate acestea, ambele referințe subliniază că amploarea surselor de energie primară nucleară și fosilă este limitată. Se așteaptă ca cererea de SEP să crească semnificativ până în 2050 (în special în funcție de creșterea economică rapidă a țărilor din Asia și America de Sud), ceea ce va determina o disponibilitate mai redusă a surselor tradiționale de energie. Este clar că atât combustibilii fosili, cât și uraniul sunt surse de energie neregenerabile, iar aprovizionarea lor scade rapid.

În plus, producția și utilizarea combustibililor fosili ridică îngrijorări de mediu cu privire la emisiile de carbon, așa cum se arată în figura 2. O mișcare globală către generarea de energie regenerabilă este, prin urmare, modalitatea optimă de a satisface nevoile crescute de energie ale viitorului.



**Figura 2.** Emisiile anuale globale de carbon pe tipuri de combustibil [3].

În consecință, Uniunea Europeană și-a stabilit obiective ambițioase pentru anul 2020:

- consum redus de energie cu 20% prin eficiență sporită a consumului de energie
- reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub> cu 20%
- asigurarea că 20% din energia primară este generată din surse regenerabile de energie (SRE).

Prin urmare, reducerea emisiilor de carbon și introducerea producătorilor de energie din surse regenerabile în sistemul energetic sunt doar două din numeroasele scopuri propuse pentru implementare la nivel mondial.

Rezultatele studiului ar putea ajuta la formularea unui plan de acțiuni, în cadrul căruia Smart Grid se propune a fi înțeles ca un concept, adică un sistem de vederi asupra viitorului industriei energetice, principiilor de funcționare și tehnologiile căreia suferă modificări semnificative pentru energetica contemporană. Prin urmare, lucrarea acordă o mare atenție problemelor ideologice și conceptual-metodologice, al căror studiu ar putea contribui la formarea în Republica Moldova a unei baze pentru dezvoltarea în continuare a sectorului energetic pe baza de Smart Grid.

Totodată, orașele lumii parcurg un moment de cotitură în dezvoltarea lor, iar Chișinăul nu se poate izola de toată lumea. Cerințele tot mai sofisticate ale locuitorilor lor în materie de servicii de bază și servicii digitale schimbă în mod fundamental tipul de management care poate governa spațiile urbane și ex-urbane. Astăzi, orașele găzduiesc cea mai mare parte a populației lumii. Inovațiile și noile tehnologii se nasc în aglomerările urbane, acolo unde se găsesc și actorii care contribuie decisiv la natura progresului social și economic (universitățile, clusterelor industriale, hub-urile IT și ICT, noile ramuri ale economiei digitale, despre care nici nu se bănuia că vor exista cu 10 ani în urmă). Anume orașele și, mai puțin, spațiul rural, produs cea mai mare parte din PIB-ul global, aceleași tendințe fiind reflectate și în structura economiilor naționale. Peste 70% din populația

statelor UE locuiește la oraș, astfel încât tot ce se întâmplă în marile aglomerări urbane sau în micile așezări ex-urbane comportă consecințe uriașe asupra fericirii sau nefericirii locuitorilor de pe întregul continent. Și orașele din Republica Moldova nu sunt o excepție.

## BIBLIOGRAFIE

1. Green Paper - Towards a European strategy for security of energy supply, European Communities, 2001
2. BUCHHOLZ, M. Bernd, STYCZYNSKI, ZBIGNIEW. *Smart Grids – Fundamentals and Technologies in Electricity Networks*. London – Springer. ISBN 978-3-642-45120-1.
3. *Our World in Data* [online]. Disponibil: <https://ourworldindata.org/grapher/co2-by-source>
4. European Commission Directorate-General for Research Information and Communication Unit European Communities: «*European Technology Platform Smart Grids, Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the future*», European Communities, 2006.
5. «*Grids 2030*». *A National Vision for Electricity's Second 100 years*. Office of Electric Transmission and Distribution of USA Department of Energy, 2003.
6. European Commission Directorate-General for Research Information and Communication Unit European Communities [online]. Disponibil: <http://europa.eu.int>.
7. *Интеллектуальные сети (Smart Grid) и энергоэффективность*, Conferința General Electric. — Moscova, 11 februarie 2010.
8. *Mold-Street* [online]. Disponibil: <https://www.mold-street.com/?go=news&n=3300>
9. HOTĂRÎRE Nr. 102 din 05-02-2013 cu privire la Strategia energetică a Republicii Moldova pînă în anul 2030.
10. *Smart Power Grids — Talking about a Revolution*. IEEE Emerging Technology Portal, 2009.
11. АСЭ-Росатом. Disponibil: [http://www.atomstroyexport.ru/nuclear\\_market/business\\_climate](http://www.atomstroyexport.ru/nuclear_market/business_climate).
12. Agora. Disponibil: <https://agora.md/stiri/61909/moldovenii-incep-sa-prinda-gustul-autoturismelor-electrice--cate-masini-electrice-sunt-in-republica-moldova>
13. *World Energy Outlook 2009*. International Energy Agency (IEA), Paris. — 2009. — 691 pp.
14. Raportul comisiei europene «Tendințele dezvoltării energeticii și transportului pînă în anul 2030», din 2007.
15. European Technology Platform Smart Grids. Strategic Deployment Document for Europe's Electricity Networks of the Future. April, 2010.
16. *Smart Grid System Report*. U. S. Department of Energy. July 2009.
17. The National Energy Technology Laboratory: «*A vision for the Modern Grid*», March 2007.
18. *Путь к созданию «Интеллектуальных сетей»*. Взгляд Accenture. 2009.

19. GABRIEL M. A. *Visions for a sustainable energy future*. — Lilburn, GA: FairmontPress, 2008. P. 211.
20. STANDISH, Tom. *Visions of the Smart Grid: Deconstructing the traditional utility to build the virtual utility*/Washington DC: U. S. Department of Energy 2008 SmartGrid Implementation Workshop, June 19, 2008, Keynote address.
21. Electric Power Research Institute, *Electricity Sector Framework for the Future Volume I: Achieving the 21st Century Transformation*/Washington, DC: ElectricPower Research Institute, 2003.
22. National Renewable Energy Laboratory, *Projected Benefits of Federal Energy Efficiency and Renewable Energy Programs — FY 2008 Budget Request*, 2007.
23. Smart Energy. Disponibil: <https://www.smart-energy.com/regional-news/north-america/smart-grid-real-economic-and-environmental-benefits-demonstrated/>
24. BIGERNA, Simona, BOLLINO, Carlo Andrea, MICHELI, Silvia. *Overview of Socio-Economic Issues for Smart Grids Development*. Disponibil: <https://www.scitepress.org/Papers/2015/54774/54774.pdf>
25. *Xcel Energy Smart Grid: A White Paper*/Minneapolis, MN: Xcel Energy, 2008, website: <http://birdcam.xcelenergy.com>.
26. ABB, *Pathway for Transmission & Distribution Sector*, a report submitted to the Business Roundtable Energy Task Force, 2006.
27. Energy Insights, *2008 National Residential Online Panel Real-Time Pricing (RTP) Survey*. Framingham, MA: IDC, 2008.
28. Energy Insights, *National Residential Online Panel In-Home Display Survey*. Framingham, MA: IDC, 2007.
29. Galvin Electricity Initiative. *Fact Sheet: The Electric Power System is Unreliable*. 2008, Disponibil: <http://galvinpower.org>.
30. *Smart Grid: Enabler of the New Energy Economy*, a report by The Electricity Advisory Committee, 2008. Disponibil: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/final-smart-grid-report.pdf>
31. *Electric Distribution Utility Roadmap/CEATI Report*. — January 2008.33.
32. Smart Grid Market – Forecasts from 2021 to 2026 [https://www.researchandmarkets.com/reports/5317973/smart-grid-market-forecasts-from-2021-to-2026?utm\\_source=GNOM&utm\\_medium=PressRelease&utm\\_code=vbmtmj&utm\\_campaign=1534676+-](https://www.researchandmarkets.com/reports/5317973/smart-grid-market-forecasts-from-2021-to-2026?utm_source=GNOM&utm_medium=PressRelease&utm_code=vbmtmj&utm_campaign=1534676+-)



+The+Global+Smart+Grid+Market+is+Expected+to+Reach+%2492%2b+Billion+by+2026  
&utm\_exec=jamu273prd

33. Advanced control methods, conducted by the National Energy Technology Laboratory for the U.S. Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, March 2007
34. Smart Grid Innovation Challenge Country Report 2019, MI Smart Grids. Disponibil: [https://www.mi-ic1smartgrids.net/wp-content/plugins/dms/pages/file\\_retrieve.php?obj\\_id=154](https://www.mi-ic1smartgrids.net/wp-content/plugins/dms/pages/file_retrieve.php?obj_id=154)
35. REKOVA, Natalia. *Innovative Energy Development Based on the Intelligent Networks of Smart Grid Concept*, Journal of life Economics
36. Electric Power Research Institute [online].Disponibil:<http://epri.com>.
37. Planul de dezvoltare a rețelele electrice de transport în perioada anilor 2018-2027, Î.S. Moldelectrica, Chișinău 2017
38. Cotidianul. Disponibil: <https://cotidianul.md/2018/10/29/igor-munteanu-de-la-smart-city-la-smart-nation/>
39. MOGOREANU, Nicolae, APARATU, Sergiu. Iluminatul public în municipiul Chișinău. Institutul pentru Dezvoltare și Inițiative Sociale (IDIS) „Viitorul”. Chișinău: Logos. ISBN 978-9975-4193-3-8.
40. Smart Street Lighting: Economical and effective outdoor lighting solutions. Disponibil: [inels.com/ssl](http://inels.com/ssl).