



UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
ȘCOALA DOCTORALĂ
DOMENIUL DE DOCTORAT: INGINERIE INDUSTRIALĂ

TEZĂ DE DOCTORAT

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT:
Prof. univ. dr. habil. ing. Petrilean Dan Codruț

STUDENT DOCTORAND:
Safta Gheorghe Eugen



UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI

ȘCOALA DOCTORALĂ

DOMENIUL DE DOCTORAT: INGINERIE INDUSTRIALĂ

**CERCETĂRI PRIVIND ANALIZA CRITICĂ
A STAȚIEI ELECTRICE SĂRDĂNEȘTI ÎN
CONTEXTUL ASIGURĂRII SECURITĂȚII
INDUSTRIALE A CONSUMATORILOR DIN
BAZINUL CARBONIFER OLTENIA**

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT:

Prof. univ. dr. habil. ing. Petrilean Dan Codruț

STUDENT DOCTORAND:

Safta Gheorghe Eugen

	<i>Membrii comisiei de îndrumare și integritate academică:</i>
1.	Prof.univ.dr.habil.ing. Marcu Marius Daniel
2.	Conf.univ.dr.ing. Păsculescu Dragoș
3.	Conf.univ.dr.ing. Popescu Florin Gabriel

CUPRINS

CUPRINS	1
BIBLIOGRAFIE	2
CONTEXTUL ȘI MOTIVAȚIA CERCETĂRII	11
Importanța temei	11
Necesitatea temei	12
Obiective generale	13
Obiective specifice	13
Structura tezei de doctorat	13
Gradul de noutate	15
Gradul de complexitate	16
CONCLUZII, CONTRIBUȚII ORIGINALE, LIMITE ALE STUDIULUI ȘI DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE	17
Concluzii	17
<i>Concluzii specifice</i>	17
<i>Concluzii generale</i>	21
Contribuții originale	22
<i>Din punct de vedere al cercetărilor bibliografice și analizei stadiului actual al temei abordate</i>	22
<i>Din punct de vedere al stabilirii obiectivelor de cercetare</i>	22
<i>Din punct de vedere al cercetării teoretice</i>	23
<i>Din punct de vedere al contribuțiilor practice și aplicative</i>	25
<i>Din punct de vedere al diseminării rezultatelor</i>	27
Limite ale studiului	28
Direcții de cercetare viitoare	28

BIBLIOGRAFIE

1	Adrian Mihai Șchiopu, Manuel C. Săvulescu, Florin Mureșan – Grecu, Gheorghe Eugen Safta , Emanuel Alin Cruceru, Nicolae Daniel Fiță	<i>Identification, definition and propagation of systemic elements of instability and insecurity within the national mining system</i> , University of Petrosani – Mining Revue, ISSN-L 1220-2053 / ISSN 2247-8590, vol. 30, issue 3 / 2024, pp. 106-110, DOI: 10.2478/minrv-2024-0031, 2024
2	Alin E. Cruceru, Florin G. Popescu, Daniel N. Fita, Marius D. Marcu, Razvan C. Olteanu, Adrian M. Schiopu, Gabriela Popescu	Current Approaches in Engineering Research and Technology, Vol. 10, <i>Chapter 4: Exploring the Dimensions of Energy Security in Relation to the National Power Grid</i> , Book Publisher International, India, ISBN 978-81-983173-4-6 (Print), ISBN 978-81-983173-0-8 (eBook), DOI: 10.9734/bpi/caert/v10/3282., 2024
3	Alexandrescu G., Văduva G.	<i>Infrastructuri critice. Pericole, amenințări la adresa acestora. Sisteme de protecție</i> , Centrul de Studii Strategice de Apărare și Securitate, Editura Universității Naționale de Apărare "Carol I", 2006
4	Abedi, A., Gaudard, L., Romerio, F.	<i>Review of major approaches to analyze vulnerability in power system</i> . Reliab. Eng. Syst. Saf, 183, 153–172, 2019
5	Alhelou, H.H.; Hamedani-Golshan, M.E.; Njenda, T.C.; Siano, P..	<i>A Survey on Power System Blackout and Cascading Event: Research Motivations and Challenges</i> . Energies 2019, 12, 682. https://doi.org/10.3390/en12040682 , 2019
6	Arroyo, J.M.; Galiana, F.D.	<i>On the Solution of the Bilevel Programming Formulation of the Terrorist Threat Problem</i> . IEEE Trans. Power Syst, 20, 789–797, 2005
7	Alhelou, H.H.	<i>An Overview of Wide Area Measurement System and Its Application in Modern Power Systems</i> . In Handbook of Research on Smart Power System Operation and Control; IGI Global: Hershey, PA, USA, pp. 289–307, 2019
8	Amini, S.; Pasqualetti, F.; Mohsenian-Rad, H.	<i>Dynamic load altering attacks against power system stability: Attack models and protection schemes</i> . IEEE Trans. Smart Grid, 9, 2862–2872, 2018
9	Andriciu, R.	<i>Managementul protecției infrastructurilor critice</i> , Editura Psihomedica, 2008
10	Anvari, M.; Lohmann, G.M.; Wächter, M.; Milan, P.; Lorenz, E.; Heinemann, D.; Tabar, M.R.R.; Peinke, J.	<i>Short term fluctuations of wind and solar power systems</i> . New J. Phys, 18, 063027, 2016
11	Akdeniz, E.; Bagriyanik, M.	<i>A New Approach for Terrorist Attack Vulnerability Evaluation of Power Transmission Lines</i> . In Proceedings of the 2015 9th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO), Bursa, Turkey, 26–28 November 2015; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2015; pp. 510–514, 2015
12	Arianos, S.; Bompard, E.; Carbone, A.; Xue, F.	<i>Power grid vulnerability: A complex network approach</i> . Chaos: Interdiscip. J. Nonlinear Sci, 19, 013119, 2009
13	Atwa, O.S.E.	<i>Substations. In Practical Power System and Protective Relays Commissioning</i> ; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 9–21. ISBN 978-0-12-816858-5, 2019
14	Badea, A., Chiuță, I., Vâlciu, A., Păun, G.	<i>Managementul infrastructurii critice a sistemelor electroenergetice</i> , București, Buletinul AGIR, Supliment 2/2012
15	Badea, D., Smaliukiene, R., Bucovetchi, O., Iancu, D.	<i>Connections between sustainable development and the protection of critical infrastructure</i> , Land Forces Academy Review 20 (3), 327, 2015
16	Badea, D., Oancea, R., Coman, M., Ionescu C.	<i>Opportunity and Utility in Applying Scenarios Method in the Critical Infrastructures Protection field</i> , Scientific Bulletin 20 (2), pp. 5-11, 2016
17	Băhnăreanu Cristian	<i>Energy Security</i> , Center for Strategic Defense and Security Studies, "Carol I" National Defense University Publishing House, 2008

18	Bahnareanu Cristian	<i>Energy resources, crises, conflicts</i> , Military Publishing House, Bucharest, 2008
19	Bahrani, M.; Fotuhi-Firuzabad, M.; Farzin, H.	<i>Reliability Evaluation of Power Grids Considering Integrity Attacks Against Substation Protective IEDs</i> . IEEE Trans. Ind. Inform., 16, 1035–1044, 2020
20	Baumann F.	<i>Energy Security as multidimensional concept</i> , CAP Policy Analysis, no. 1 March, pp. 4-5, 2008
21	Beyza, J.; Garcia-Paricio, E.; Ruiz, H.F.; Yusta, J.M.	<i>Geodesic Vulnerability Approach for Identification of Critical Buses in Power Systems</i> . J. Mod. Power Syst. Clean Energy 2021, 9, 37–45, 2021
22	Bucovețchi, O.	<i>Noi abordări în protecția infrastructurilor critice</i> , Editura Printech, București, 2018
23	Cadini, F.; Agliardi, G.L.; Zio, E.	<i>A modeling and simulation framework for the reliability/availability assessment of a power transmission grid subject to cascading failures under extreme weather conditions</i> . Appl. Energy, 185, 267–279, 2017
24	Carolyn, R.	<i>Copper Theft at Substation Leads to Power Outage on P.E.I.'s North Shore</i> ; CBC News: Ottawa, ON, Canada, 2024
25	Carlsson, F.; Demeke, E.; Martinsson, P.; Tesemma, T.	<i>Cost of Power Outages for Manufacturing Firms in Ethiopia: A Stated Preference Study</i> , Energy Econ. 2020, 88, 104753, 2020
26	Chen, X.; Sun, K.; Cao, Y.; Wang, S.	<i>Identification of Vulnerable Lines in Power Grid Based on Complex Network Theory</i> . In Proceedings of the 2007 IEEE Power Engineering Society General Meeting, Tampa, FL, USA, 23 July 2007; pp. 1–6, 2007
27	Che, L.; Liu, X.; Li, Z.	<i>Screening Hidden N-k Line Contingencies in Smart Grids Using a Multi-Stage Model</i> . IEEE Trans. Smart Grid 2019, 10, 1280–1289, 2019
28	Comănescu, G., Costinaș, S., Iordache, M.	<i>Partea electrică a centralelor și stațiilor, Seria Cursuri Universitare</i> , Facultatea de Energetică, Universitatea Politehnică București, 2005
29	Cohen, L.	<i>Another North Carolina Power Substation Damaged by Apparent Gunfire Weeks After Grid Attacks Left Thousands without Power</i> ; CBS News: New York, NY, USA, 2023
30	CNTEE Transelectrica SA	www.transelectrica.ro , 2025
31	Cuadra, L.; Salcedo-Sanz, S.; Del Ser, J.; Jiménez-Fernández, S.; Geem, Z.W.; Cuadra, L.; Salcedo-Sanz, S.; Del Ser, J.; Jiménez-Fernández, S.; Geem, Z.W.	<i>A Critical Review of Robustness in Power Grids Using Complex Networks Concepts</i> . Energies, 8, 9211–9265, 2015
32	Cziker, A, Cziker, A, C.	<i>Exploatarea stațiilor electrice și a posturilor de transformare</i> , Editura Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, 2003
33	Dan Codruț Petrilean, Nicolae Daniel Fiță, Gabriel Dragoș Vasilescu, Mila Ilieva-Obretenova, Dorin Tataru, Emanuel Alin Cruceru, Ciprian Ionuț Mateiu, Aurelian Nicola, Doru-Costin Darabont, Alin-Marian Cazac, and et al.	<i>Sustainability Management Through the Assessment of Instability and Insecurity Risk Scenarios in Romania's Energy Critical Infrastructures</i> , MDPI – Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Sustainability 17, no. 7: 2932. https://doi.org/10.3390/su17072932 (Q2), 2025
34	Daniel Yergin	<i>Energy Security and Markets</i> , în Jan H. Kalicki and David L. Goldwyn (eds.), Energy and Security: Toward a New Foreign Policy Strategy, Woodrow Wilson Press, Johns Hopkins University Press (co-publisher), 2005
35	Da Silva, A.M.L.; Violin, A.; Ferreira, C.; Machado, Z.S.	<i>Probabilistic Evaluation of Substation Criticality Based on Static and Dynamic System Performances</i> , IEEE Trans. Power Syst, 29, 1410–1418, 2014
36	Daniel Nicolae Fiță, Mila Ilieva Obretenova, Sorina	<i>Advances and Challenges in Science and Technology, Vol. 3, Chapter 5: Using the Strategic Energetic Resources or Electrical</i>

	Daniela Stănilă, Adriana Zamora, Safta Gheorghe Eugen , Florin Grecu–Mureșan	<i>Energy as a Possible Pressure Tool</i> , Book Publisher International, India, ISBN (print): 978-81-19761-49-4, eBook ISBN: 978-81-19761-05-0, DOI: 10.9734/bpi/acst/v3/6395B, 2023
37	Daniel Nicolae Fiță, Mila Ilieva Obretenova, Sorina Daniela Stănilă, Adriana Zamora, Safta Gheorghe Eugen , Florin Grecu–Mureșan	<i>Advances and Challenges in Science and Technology, Vol. 3, Chapter 6: Assessment of Critical Infrastructures within the National Mining Subsector</i> , Book Publisher International, India, ISBN (print): 978-81-19761-49-4, eBook ISBN: 978-81-19761-05-0, DOI: 10.9734/bpi/acst/v3/6402B, 2023
38	Daniel Nicolae Fiță, Mila Ilieva Obretenova, Sorina Daniela Stănilă, Adriana Zamora, Safta Gheorghe Eugen , Florin Grecu–Mureșan	<i>Advances and Challenges in Science and Technology, Vol. 3, Chapter 7: Using Coal as a Pressure Instrument</i> , Book Publisher International, India, ISBN (print): 978-81-19761-49-4, eBook ISBN: 978-81-19761-05-0, DOI: 10.9734/bpi/acst/v3/6403B, 2023
39	Darabont, D.C., Moraru, R.I., Antonov, A.E., Bejinariu, C.	<i>Managing new and emerging risks in the context of ISO 45001 standard</i> , Quality - Access to Success, Volume 18, Supplement 1, pp. 11-14, 2017
40	Darie, S., Vădan, I.	<i>Producerea, transportul și distribuția energiei electrice – instalații pentru transportul și distribuția energiei electrice</i> , Editura UT Pres, Cluj Napoca, 2003
41	Diao, X.; Zhao, Y.; Smidts, C.; Vaddi, P.K.; Li, R.; Lei, H.; Chakhchoukh, Y.; Johnson, B.; Blanc, K.L.	<i>Dynamic Probabilistic Risk Assessment for Electric Grid Cybersecurity</i> . Reliab. Eng. Syst. Saf, 241, 109699, 2024
42	Emanuel Alin Alin, Ioan Sima, Gabriel Ioan Ilcea	<i>Retechologization and optimization of Energy Infrastructures – Power Substations</i> , LAP – Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-8-44438-9, 2025.
43	European Network of Transmission System Operators for Electricity - ENTSO-E.	www.entsoe.eu , 2025
44	Faramarzi, F.; Niknam, T.; Aghaei, J.; Rashidi, M.	<i>Resiliency Enhancement of Power System against Intentional Attacks</i> , IET Renew. Power Gen, 16, 3544–3558, 2022
45	Fayaz, F.; Pahuja, G.L.	<i>Reliability Modeling and Criticality Ranking of Power Substation</i> . In Proceedings of the 2019 3rd International conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA), Coimbatore, India, 12–14 June 2019; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2019; pp. 1141–1145, 2019
46	Fiță Nicolae Daniel, Păsculescu Dragoș, Obretenova Mila Ilieva, Popescu Florin Gabriel, Lazăr Teodora, Cruțeru Emanuel Alin, Lazăr Dan Cristian, Slușariuc Gabriela, Safta Gheorghe Eugen , Șchiopu Adrian Mihai	<i>Vulnerability and Risk Management to Ensure the Occupational Safety of Underground Mines</i> , MDPI – Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Eng 6, no. 5: 88. (Q2), DOI: 10.3390/eng6050088, WOS:001495930500001, 2025
47	Fiță Nicolae Daniel, Herbei Mihai Valentin, Stănilă Sorina Daniela, Zamora Adriana, Mureșan – Grecu Florin, Safta Gheorghe Eugen	<i>Securitatea și protecția obiectivelor industriale din cadrul economiei naționale</i> , Editura Focus Petroșani, ISBN: 978-973-677-370-9, 2023
48	Fritts, T.H.	<i>Economic Costs of Electrical System Instability and Power Outages Caused by Snakes on the Island of Guam</i> , Int. Biodeterior. Biodegrad. 2002, 49, 93–100, 2002
49	Fotău, I.	<i>Electroenergetică</i> , Editura Universitat, Petroșani, 2003

50	Gajdzik, B.; Wolniak, R.; Nagaj, R.; Żuromskaitė-Nagaj, B.; Grebski, W.W.	<i>The Influence of the Global Energy Crisis on Energy Efficiency: A Comprehensive Analysis</i> . Energies 2024, 17, 947. https://doi.org/10.3390/en17040947 .
51	Gheorghe Eugen Safta , Nicolae Daniel Fiță, Sorin Mihai Radu, Florin Gabriel Popescu, Mila Ilieva Obretenova,	<i>SWOT analysis of Romanian coal resources in the context of ensuring energy security</i> , WSEAS Transactions on Environment and Development, vol. 20, pp. 1003-1010, 2024, Print ISSN: 1790-5079, E-ISSN: 2224-3496, DOI:10.37394/232015.2024.20.91, 2024
52	Gheorghe Eugen Safta , Manuel C. Săvulescu, Florin Mureșan – Grecu, Adrian Mihai Șchiopu, Emanuel Alin Cruceru, Nicolae Daniel Fiță	<i>Assessment of the risk of technical incidents, disturbances and damages at Lupeni Mine</i> , University of Petrosani – Mining Review, ISSN-L 1220-2053 / ISSN 2247-8590, vol. 30, issue 3 / 2024, pp. 111-117, DOI: 10.2478/minrv-2024-0032, 2024
53	Gheorghe E. Safta , Daniel N. Fita, Florin G. Popescu, Alin E. Cruceru, Razvan C. Olteanu, Adrian M. Schiopu, Gabriela Popescu,	Scientific Research, New Technologies and Applications Vol. 9, Chapter 6: <i>Improving the Quality of Electricity in Eastern Europe: Challenges and Solutions</i> , Book Publisher International, India, ISBN 978-93-48388-71-1 (Print), ISBN 978-93-48388-65-0 (eBook), DOI: 10.9734/bpi/srnta/v9/3291, 2024
54	Gheorghe A., Mureșan L.	<i>Energy Security</i> , Springer Publishing House, Dordrecht, The Netherlands, 2010
55	Gheorghe, A., et al	<i>Resilience and Engineering System – research trends and challenges</i> , International Journal Critical Infrastructures, 2015
56	Gheorghe, A., et al	<i>Testing Critical Infrastructre Vulnerability: An Essay in Probabilistic Resilience Analysis</i> , in the volume Computational Models of Risks to Infrastructres, D. Skanata and D. M. Byrd (Eds.), IOS Press, Amsterdam, 2007
57	Gheorghe, A., et al	<i>Critical Infrastructures at Risk – Securing the european electricity critical infrastructures</i> , Springer Publishing House, Dordrecht, The Netherlands, 2006
58	Gong, G.; Mahato, N.K.; He, H.; Wang, H.; Jin, Y.; Han, Y.	<i>Transient Stability Assessment of Electric Power System Based on Voltage Phasor and CNN-LSTM</i> . In Proceedings of the 2020 IEEE/IAS Industrial and Commercial Power System Asia (I&CPS Asia), Weihai, China, 13–15 July 2020; pp. 443–448, 2020
59	Guzun, B., Gal, S.A., Darie, G., Olovinaru, D.	<i>Centrale, stații și rețele electrice – elemente de bază</i> , Editura Academiei Române, București, 2005
60	Hazi, A., Hazi, G.	<i>Stații și posturi de transformare</i> , Editura Tehnică Info Chișinău, Chișinău, 2003
61	Hazi, A., Hazi, G.	<i>Partea electrică a centralelor și stațiilor</i> , Editura Tehnică Info Chișinău, Chișinău, 2003
62	Hikita, M., et al.	<i>Electromagnetic noise spectrum caused by partial discharge in air at high voltage substations</i> , IEEE, 1998
63	Holmgren, A.J.	<i>Quantitative Vulnerability Analysis of Electric Power Networks</i> ; Royal Institute of Technology: Stockholm, Sweden, 2006
64	Holmgren, A.J.; Jenelius, E.; Westin, J.	<i>Evaluating Strategies for Defending Electric Power Networks Against Antagonistic Attacks</i> . IEEE Trans. Power Syst, 22, 76–84, 2007
65	Iordache, M., Hurdubețiu, S. s.a.	<i>Elemente moderne în realizarea stațiilor electrice</i> , Editura AGIR, București, 2000
66	ISO – International Standard of Management	<i>31000: 2018 – Managementul riscului</i>
67	Ilieva-Obretenova, M.,	<i>Information System Functions for SmartGrid Management, Sociology Study</i> , Volume 6, Number 2, February 2016, (Serial Number 57) pp. 96-104, ISSN 2159-5526 (Print), ISSN 2159-5534 (Online), DOI: 10.17265/2159-5526/2016.02.002, 2016
68	Ilieva-Obretenova M.	<i>Impact of an energy conservation measure on reducing CO2 emissions</i> . Electrotehnica & Electronica (E+E), Vol. 56 (3-4), 2021, pp.46-54, ISSN: 0861-4717 (Print), 2603-5421 (Online), 2021

69	Jia, Y.; Meng, K.; Xu, Z.	<i>N-k Induced Cascading Contingency Screening</i> , IEEE Trans. Power Syst. 2015, 30, 2824–2825, 2015
70	John D. McDonald	<i>Electric Power Substations Engineering</i> , CRC Press, 2003.
71	Johnson, J., Gheorghe, A.	<i>Antifragility analysis and Measurement Framework for Systems of Sytems</i> , Int. J. Disaster Risk Science, 4 (4): 159-168, 2013
72	Johansson, J.; Hassel, H.; Zio, E.	<i>Reliability and vulnerability analyses of critical infrastructures: Comparing two approaches in the context of power systems</i> . Reliab. Eng. Syst. Saf, 120, 27–38, 2013
73	Jufri, F.H.; Widiputra, V.; Jung, J.	<i>State-of-the-art review on power grid resilience to extreme weather events: Definitions, frameworks, quantitative assessment methodologies, and enhancement strategies</i> . Appl. Energy, 239, 1049–1065, 2019
74	Kezunovic, M.; Dobson, I.; Dong, Y.	<i>Impact of extreme weather on power system blackouts and forced outages: New challenges</i> . In Proceedings of the 7th Balkan Power Conference, Šibenik, Croatia, 10–12 September 2008; pp. 1–5, 2008
75	Keith Harker	<i>High Voltage Power Network Construction</i> , Institution of Engineering and Technology Publishing, ISBN: 9781785614231, e-ISBN: 978-1-78561-424-8, https://doi.org/10.1049/PBPO110E , 2018
76	Kiel, E.S.; Kjølle, G.H.	<i>The impact of protection system failures and weather exposure on power system reliability</i> . In Proceedings of the International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2019 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe), Genova, Italy, 10–14 June 2019; pp. 1–6, 2019
77	Kumar, S., et al.	<i>Recent Advances in Energy Storage Systems for Renewable Source Integration: A Technology Review</i> . Sustainability, 14(10), 5985. https://doi.org/10.3390/su14105985 , 2022
78	Khanna, K.; Govindarasu, M.	<i>Resiliency-Driven Cyber-Physical Risk Assessment and Investment Planning for Power Substations</i> , IEEE Trans. Contr. Syst. Technol, 32, 1743–1754, 2024
79	Lazăr Teodora, Fiță Nicolae Daniel, Marcu Marius Daniel, Uțu Ilie, Păsculescu Dragoș, Popescu Florin Gabriel, Lazăr Dan Cristian	<i>Utilizarea energiei electrice – Curs universitar</i> , Editura Risoprint Cluj Napoca, ISBN: 978-973-53-3274-7, 2024.
80	Lava, V.	<i>Annotated Bibliography of UHV AC Substation Equipment, 1968 –1985 (Technical Report)</i> . U.S. DOE, 1985
81	Lee, C.	<i>Why Do Terrorists Target the Energy Industry? A Review of Kidnapping, Violence and Attacks against Energy Infrastructure</i> . Energy Res. Soc. Sci. 87, 102459, 2022
82	Li, Q.; Li, H.Q.; Huang, Z.M.; Li, Y.Q.	<i>Power system vulnerability assessment based on transient energy hybrid method</i> . Power Syst. Protect. Control, 41, 1–6, 2013
83	Li, X.; Qi, Z.	<i>Impact of cascading failure based on line vulnerability index on power grids</i> . Energy Syst, 1–26, 2021
84	Liu, Y.; Zhong, J.	<i>Risk Assessment of Power Systems under Extreme Weather Conditions-A Review</i> . In Proceedings of the 2017 IEEE Manchester PowerTech, Manchester, UK, 18–22 June 2017; pp. 1–6, 2017
85	Liu, Y.	<i>Short-term operational reliability evaluation for power systems under extreme weather conditions</i> . In Proceedings of the 2015 IEEE Eindhoven PowerTech, Eindhoven, The Netherlands, 29 June–2 July 2015; pp. 1–5, 2015
86	Mahato, N.K.; Yang, J.; Sun, Y.; Yang, D.; Zhang, Y.; Gong, G.; Hao, J.	<i>Physical Security of Electric Power Substations: Threats and Mitigation Measures</i> . In Proceedings of the 2023 3rd International Conference on Electrical Engineering and Mechatronics Technology (ICEEMT), Nanjing, China, 21 July 2023; IEEE: Piscataway, NJ, USA, pp. 434–438, 2023

87	Mahato, N.K.; Yang, J.; Sun, Y.; Zhang, S.; Gong, G.; Hao, J.	<i>Response Plan for Physical Security of Electric Power Substation</i> . In Proceedings of the 2023 3rd International Conference on Big Data, Artificial Intelligence and Risk Management, Chengdu, China, 24 November 2023; ACM: New York, NY, USA, 2023; pp. 57–61, 2023
88	Mahato, N.K.; Yang, J.; Yang, J.; Gong, G.; Hao, J.	Physical Security Auditing for Utilities: A Guide to Resilient Substation. <i>Safety</i> 2024, 10, 80, 2024
89	Matko, M.; Golobič, M.; Kontić, B.	<i>Reducing risks to electric power infrastructure due to extreme weather events by means of spatial planning: Case studies from Slovenia</i> . <i>Utilities Policy</i> , 44, 12–24, 2017
90	Marcu Marius Daniel, Fiță Nicolae Daniel, Radu Sorin Mihai, Diodiu Ioan Lucian, Șchiopu Adrian Mihai, Olteanu Constantin Răzvan, Cruceru Emanuel Alin	<i>Optimizarea și securizarea sistemelor energetice prin utilizarea inteligenței artificiale – Manual universitar</i> , Editura Risoprint Cluj Napoca, ISBN: 978-973-53-3309-6, 2025
91	Liu, C.-C.	<i>Strategic Power Infrastructure Defense (SPID): A Wide Area Protection and Control System</i> . In Proceedings of the IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition, Yokohama, Japan, 6–10 October 2002; IEEE: Piscataway, NJ, USA, Volume 1, pp. 500–502, 2002
92	McDonald, J. D.	<i>Electric Power Substations Engineering (3rd ed.)</i> . CRC Press, 2012
93	Mila Ilieva Obretenova, Emanuel Alin Cruceru, Adrian Mihai Șchiopu	<i>Energy Management: Quality – Efficiency – Rationalization – Storage – Security</i> , LAP – Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-8-43170-9, 2025.
94	Mila Ilieva Obretenova, Florin Gabriel Popescu, Ioan Sima	<i>Electricity – Essential element od european security</i> , LAP – Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-8-43321-5, 2025.
95	Moraru Roland	<i>Securitate și sănătate în muncă: tratat universitar</i> , Editura Focus, Petroșani, 2013
96	Moraru R., Băbuț G.	<i>Managementul riscurilor - Abordare globală - Concepte, principii și structură</i> , Editura Universitas, Petroșani, 2009
97	Moraru, R.I., Păun, A.P., Dura, C.C., Dinulescu, R., Potcovaru, A-M.	<i>Analysis of the drivers of Occupational Health and Safety performance disclosures by Romanian companies</i> , Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, Issue 3, pp. 197 – 214, https://doi.org/10.24818/18423264/54.3.20.12 , 2020
98	Musa, B. U.	<i>Prediction of emissions due to switching of primary plant within high voltage substations</i> (Thesis). University of Strathclyde, 2009
99	Mureșan, L.	<i>Geopolitica și abordarea conceptului de protecție a infrastructurilor critice naționale</i> , Revista Alarma, nr.1/2009, pp. 3-5, 2009
100	Nawaraj Kumar Mahato, Jiaxuan Yang, Junfeng Yang, Ren Qiang, Gangjun Gong and Jianhong Hao	Physical Security Threat Assessment and Resource Investment Allocation for Electric Power Substations, <i>Energies</i> 2025, 18(3), 648; https://doi.org/10.3390/en18030648 , 2025
101	Nesti, T.; Sloothak, F.; Zwart, B.	<i>Emergence of Scale-Free Blackout Sizes in Power Grids</i> . <i>Phys. Rev. Lett.</i> 2020, 125, 058301. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.058301 , 2020
102	N.D. Fita, F.G. Popescu, A.M. Schiopu, F. Muresan-Grecu, G.E. Safta, D.C. Lazar,	<i>Situation of romanian energy resources for stability and ensure energy security</i> , Proceedings of the 4th International Conference on Energy, Environment and Storage of Energy – ICEESEN 2024, 5-7 September 2024, Cappadocia-Turkiye, ISBN: 978-605-4448-97-5, DOI: 10.35250/kun/9786054448975, www.icesen.com , 2024
103	N.D. Fita, F.G. Popescu, A.M. Schiopu, F. Muresan-Grecu, G.E. Safta, D.C. Lazar	<i>Analisis of security supply with energy resources of European Union to ensure its energy security</i> , Proceedings of the 4th International Conference on Energy, Environment and Storage of Energy – ICEESEN 2024, 5-7 September 2024, Cappadocia-

		Turkiye, ISBN: 978-605-4448-97-5, DOI: 10.35250/kun/9786054448975, www.iceesen.com, 2024
104	Nicolae Daniel Fiță, Mila Ilieva Obretenova, Teodora Lazar, Florin Muresan - Grecu, Adrian Mihai Schiopu, Gheorghe Eugen Safta	<i>Modeling the permanent regime of 220/110/20 kV Sardanesti power substation</i> , Annals of the University of Petrosani Electrical Engineering, Vol. 25 (Lii), Universitas Publishing House, Petrosani - Romania 2023, ISSN 1454-8518SCIPIO, EBSCO, Ulrich's Periodicals Directory TM, SCIPIO, EBSCO, Annals of the University of Petrosani Electrical Engineering, Vol 25, p41, 2023
105	Nicolae Daniel Fiță, Mila Ilieva Obretenova, Teodora Lazar, Florin Muresan – Grecu, Gheorghe Eugen Safta , Adrian Mihai Schiopu	<i>Risk Assessments in Terms of Occupational Health And Safety for 220/110/20 kV Sardanesti Power Substation</i> , Fiabilitate si Durabilitate - Fiability & Durability, nr. 2/2023, Editura “Academica Brâncuși” , Târgu Jiu, ISSN 1844 – 640X, Indexcopernicus, EBSCO, JournalSeek, DOAJ, ULRICHS, SCIPIO, Academica Brancusi 2023-12-01, 2023
106	Nicolae Daniel Fiță, Mila Ilieva Obretenova, Adina Tătar, Florin Muresan – Grecu, Gheorghe Eugen Safta , Adrian Mihai Schiopu	<i>Assessment of the Level of Safety and Health at Work of the 400/220/110/20 kV Mintia Power Substation</i> , Fiabilitate si Durabilitate - Fiability & Durability, nr. 2/2023, Editura “Academica Brâncuși”, Târgu Jiu, ISSN 1844 – 640XIndexcopernicus, EBSCO, JournalSeek, DOAJ, ULRICHS, SCIPIO, Academica Brancusi 2023-12-01, 2023
107	Nicolae Daniel Fiță, Marius Daniel Marcu, Ilie Uțu, Dragos Pasculescu, Florin Gabriel Popescu, Teodora Lazăr	<i>Critical analysis of the 220/110/20 kV Sardanesti power substation from Romania in the context of identification elements of instability and insecurity</i> , Proceedings of International Conference on Artificial Intelligence, Computer, Data Science and Applications – ACDSA 2024, February 2024, University of Seychelles Mahe, Seychelles, Publisher IEEE, Date added to IEEE Explore: 20 March 2024, www.acdsa.org, DOI: 10.1109/ACDSA59508.2024.10467230 https://ieeexplore.ieee.org/document/10467230
108	Nicolae Daniel Fiță, Sorin Mihai Radu, Marius Daniel Marcu	<i>Security risk assessment of electricity supply at 220/110/20 kV Sardanesti power substation from Romania</i> , Proceedings of International Symposium on Fundamentals of Electrical Engineering – ISFEE, 2023, 16 – 18 November 2023, Bucharest, Romania, Publisher: IEEE, 2023 Date Added to IEEE Xplore: 21 August 2024 DOI: 10.1109/ISFEE60884.2023.10637031
109	Ouyang, M.	<i>Comparisons of purely topological model, betweenness based model and direct current power flow model to analyze power grid vulnerability</i> . Chaos Interdiscip. J. Nonlinear Sci. 2013, 23, 023114, 2013
110	Paladin DesignBase®	https://www.easypower.com/products/paladin-designbase
111	Pana L, Grabara J, Pasculescu D, Pasculescu VM, Moraru RI.,	<i>Optimal quality management algorithm for assesing the usage capacity level of mining transformers</i> , Polish Journal of Management Studies. 2018;18(2):233-44, 2018
112	Panteli, M.; Mancarella, P.	<i>Influence of extreme weather and climate change on the resilience of power systems: Impacts and possible mitigation strategies</i> . Electr. Power Syst. Res, 127, 259–270, 2015
113	Panteli, M.; Mancarella, P.	<i>Modeling and Evaluating the Resilience of Critical Electrical Power Infrastructure to Extreme Weather Events</i> . IEEE Syst, 11, 1733–1742, 2015
114	Panteli, M.; Mancarella, P.; Trakas, D.N.; Kyriakides, E.; Hatziargyriou, N.D.	<i>Metrics and Quantification of Operational and Infrastructure Resilience in Power Systems</i> , IEEE Trans. Power Syst, 32, 4732–4742, 2017
115	Pahwa, S.; Scoglio, C.M.; Scala, A.	<i>Abruptness of Cascade Failures in Power Grids</i> . Sci. Rep, 4, 3694, 2014
116	Pagani, G.A.; Aiello, M.	<i>The Power Grid as a complex network: A survey</i> . Phys. A Stat. Mech. Its Appl, 392, 2688–2700, 2013
117	Pasculescu D, Niculescu T.,	<i>Study of transient inductive-capacitive circuits using data acquisition systems</i> , International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; 2(1):323-9, 2015

118	Pasulescu VM, Radu SM, Pasulescu D, Niculescu T.,	<i>Dimensioning the intrinsic safety barriers of electrical equipment intended to be used in potentially explosive atmospheres using the SimPowerSystems software package</i> , International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; 1:417, 2013
119	Petrilean, D.C.; Fiță, N.D.; Vasilescu, G.D.; Ilieva-Obretenova, M.; Tataru, D.; Cruceru, E.A.; Mateiu, C.I.; Nicola, A.; Darabont, D.-C.; Cazac, A.-M.; et al.	<i>Sustainability Management Through the Assessment of Instability and Insecurity Risk Scenarios in Romania's Energy Critical Infrastructures</i> . Sustainability, 17, 2932. https://doi.org/10.3390/su17072932 , 2025
120	Powell, C.	<i>Power Substation Break-in Leaves More than 1,500 without Power in Milton, KY</i> ; WLKY Louisville: Floyd County, IN, USA, 2024
121	Rizea, M.	<i>Protectia infrastructurilor critice in spatial euroatlantic</i> , București, 2008
122	Riurean, S.; Fiță, N.-D.; Păsculescu, D.; Slușariuc, R.	<i>Securing Photovoltaic Systems as Critical Infrastructure: A Multi-Layered Assessment of Risk, Safety, and Cybersecurity</i> . Sustainability, 17, 4397. https://doi.org/10.3390/su17104397 , 2025
123	Safta Gheorghe Eugen , Cruceru Emanuel Alin, Sima Ioan, Lazăr Dan Cristian, Ilcea Gabriel Ioan, Popescu Florin Gabriel, Fiță Nicolae Daniel (coordonator),	<i>Aspecte ale rețehnologizării și optimizării stațiilor electrice</i> , Editura Risoprint Cluj Napoca, ISBN: 978-973-53-3358-4, 2025
124	Salimian, M.R.; Aghamohammadi, M.R..	<i>A Three Stages Decision Tree-Based Intelligent Blackout Predictor for Power Systems Using Brittleness Indices</i> . IEEE Trans. Smart Grid, 9, 5123–5131, 2018
125	Salmeron, J.; Wood, K.; Baldick, R.	<i>Analysis of Electric Grid Security Under Terrorist Threat</i> . IEEE Trans. Power Syst, 19, 905–912, 2004
126	Sorin Mihai Radu, Mila Ilieva Obretenova, Emanuel Alin Cruceru	<i>Artificial intelligence in energy</i> , LAP – Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-8-43781-7, 2025
127	Smal, T.; Wieprow, J.	<i>Energy Security in the Context of Global Energy Crisis: Economic and Financial Conditions</i> . Energies, 16, 1605. https://doi.org/10.3390/en16041605 , 2023
128	Shiner, R.; Diaz, M.	<i>Columbia Utilities: Power Outage in Southern Columbia Caused by Car Hitting Pole, Knocking out Substation</i> ; abc17news: Columbia, MO, USA, 2022
129	Somers, J.	<i>Power Restored in Edwardsville after Car Crash Triggers Widespread Outage</i> ; 5 On Your Side: Raleigh, NC, USA, 2024
130	Șerbu, T.	<i>Fiabilitatea și riscul instalațiilor</i> , Editura Matrix Rom, București, 2000
131	Terry Krieg (Editor), John Finn (Editor)	<i>Substations (CIGRE Green Books)</i> , International Council on Large Electric System (CIGRE), Study Committee B3: Substations, Springer Reference, 2019
132	The White House: Washington, DC, USA	<i>The National Strategy for the Physical Protection of Critical Infrastructures and Key Assets</i> , https://www.dhs.gov/xlibrary/assets/Physical_Strategy.pdf , 2023
133	Togkoz, B.E., Gheorghe, A.	<i>Resilience. An emergent characterization of complex interdependent critical infrastructures</i> , in The European Journal of Critical Services and Infrastructures Protection, vol. 1, no. 1, 2013
134	Poudyal, A.; Lamichhane, S.; Wertz, C.; Mahmud, S.U.; Dubey, A.	<i>Hurricane and Storm Surges-Induced Power System Vulnerabilities and Their Socioeconomic Impact</i> . In Proceedings of the 2024 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM), Seattle, WA, USA, 21–25 July 2024; pp. 1–5, 2024
135	Reynolds, D.; Melrose, J.; Mikkelsen, E.	<i>Randolph County Substation Damaged by Gunfire Weeks After Similar Attack in Moore County</i> ; FOX8 WGHP: Sophia, NC, USA, 2023
136	Romero, N.; Xu, N.; Nozick, L.K.; Dobson, I.; Jones, D.	<i>Investment Planning for Electric Power Systems Under Terrorist Threat</i> . IEEE Trans. Power Syst. 2012, 27, 108–116, 2012

137	Sganga, N.	<i>Physical Attacks on Power Grid Rose by 71% Last Year, Compared to 2021</i> ; CBS News: New York, NY, USA, 2023
138	Qi, W.; Yan, X.; Bin, Q.; Shuang, L.X.; Hui, Y.	<i>A Risk Assessment Method of Intelligent Substation Relay Protection Device Based on Severity Index</i> . In Proceedings of the 2019 IEEE 2nd International Conference on Electronics Technology (ICET), Chengdu, China, 10–13 May 2019; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2019; pp. 381–386, 2019
139	United States Department of Energy – Office of Energy Assurance	<i>Vulnerability Assessment Methodology – Electric Power Infrastructure</i> , 2002.
140	Vâlciu, A.	<i>Operarea sistemului electroenergetic ca infrastructură critică, Protecția Infrastructurilor Critice din sectorul energetic – TRANSELECTRICA</i> , București, 2013
141	Viner, D.	<i>Accident analysis and risk control</i> , Derek Viner Pty Ltd, Melbourne, 1991
142	Volkanovski, A.; Čepin, M.; Mavko, B.	<i>Application of the Fault Tree Analysis for Assessment of Power System Reliability</i> . Reliab. Eng. Syst. Saf, 94, 1116–1127. https://doi.org/10.1016/j.res.2009.01.004 , 2009
143	Zhang, S.; Pan, G.; Li, B.; Gu, W.; Fu, J.; Sun, Y.	<i>Multi-Timescale Security Evaluation and Regulation of Integrated Electricity and Heating System</i> , IEEE Trans. Smart Grid, 2024
144	Zang, T.; Wang, Z.; Wei, X.; Zhou, Y.; Wu, J.; Zhou, B.	<i>Current Status and Perspective of Vulnerability Assessment of Cyber-Physical Power Systems Based on Complex Network Theory</i> . Energies 2023, 16, 6509, 2023
145	Zhao, Y.; Cao, Y.; Li, Y.; Zeng, B.; Shahidehpour, M.; Cai, Y.	<i>Risk-Based Contingency Screening Method Considering Cyber-Attacks on Substations</i> , IEEE Trans. Smart Grid 2022, 13, 4973–4976, 2022
146	Zhou, K.; Dobson, I.; Wang, Z.	<i>The Most Frequent N-k Line Outages Occur in Motifs That Can Improve Contingency Selection</i> . IEEE Trans. Power Syst. 2024, 39, 1785–1796, 2024
147	Zonouz, S.; Davis, C.M.; Davis, K.R.; Berthier, R.; Bobba, R.B.; Sanders, W.H.	<i>SOCCA: A Security-Oriented Cyber-Physical Contingency Analysis in Power Infrastructures</i> . IEEE Trans. Smart Grid 2014, 5, 3–13, 2014
148	Wang, W.; Song, Y.; Li, Y.; Jia, Y.	<i>Research on Cascading Failures Model of Power Grid Based on Complex Network</i> . In Proceedings of the 2020 Chinese Control and Decision Conference (CCDC), Hefei, China, 22–24 August 2020; pp. 1367–1372.
149	Wang, Y.	<i>Design and implementation of wireless data acquisition system for measurements in high voltage substations</i> (Thesis). University of Strathclyde, 2005
150	Wei, X.; Gao, S.; Huang, T.; Bompard, E.; Pi, R.; Wang, T.	<i>Complex Network-Based Cascading Faults Graph for the Analysis of Transmission Network Vulnerability</i> . IEEE Trans. Ind. Inform. 2018, 15, 1265–1276, 2018
151	Xiang, Y.; Wang, T.; Wang, Z.	<i>A Framework for Preventive Control of Power Systems to Defend against Extreme Events</i> , CSEE J. Power Energy Syst. 2023, 10, 856–870, 2023
152	Xie, J.; Liu, C.-C.; Sforina, M.; Bilek, M.; Hamza, R.	<i>Threat Assessment and Response for Physical Security of Power Substations</i> . In Proceedings of the IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies, Europe, Istanbul, Turkey, 12–15 October 2014; IEEE: Piscataway, NJ, USA, pp. 1–6, 2014
153	Xie, J.; Liu, C.-C.; Sforina, M.; Bilek, M.; Hamza, R.	<i>On-Line Physical Security Monitoring of Power Substations: Physical Security Monitoring of Power Substations</i> . Int. Trans. Electr. Energ. Syst. 2016, 26, 1148–1170, 2016
154	Yan, Y.; Liu, Z.; Feng, J.; Yu, Z.; Xu, X.	<i>Monte-Carlo Method for Substation Seismic Risk Assessment</i> . In Proceedings of the Second International Conference on Statistics, Applied Mathematics, and Computing Science (CSAMCS 2022), Nanjing, China, 28 March 2023; Jin, S., Dai, W., Eds.; SPIE: Bellingham, WA, USA, 2023; p. 110, 2023

CONTEXTUL ȘI MOTIVAȚIA CERCETĂRII

1. Importanța temei

În era modernă, energia electrică reprezintă coloana vertebrală a societății. Funcționarea serviciilor esențiale, infrastructurii critice, industriilor și gospodăriilor depinde de o alimentare sigură și neîntreruptă cu energie electrică. În acest context, securitatea alimentării consumatorilor capătă o importanță strategică, fiind o componentă cheie a securității energetice naționale.

Securitatea alimentării cu energie electrică implică capacitatea Sistemului Energetic Național de a furniza energie electrică în mod continuu, la parametri tehnici adecvați (tensiune și frecvență stabilă), cu un grad minim de întreruperi și vulnerabilități. Aceasta include atât disponibilitatea resurselor energetice, cât și fiabilitatea rețelelor de transport și distribuție a energiei electrice. De asemenea, securitatea energetică trebuie să ia în considerare reziliența în fața atacurilor cibernetice, teroriste, sabotajelor, dezastrelor naturale sau avariilor tehnice.

Sistemele de alimentare cu energie electrică sunt supuse unui spectru larg de riscuri, printre care: supradimensionarea cererii față de ofertă, în special în perioadele de vârf sau în condiții climatice extreme, defecțiuni tehnice ale echipamentelor de transport și distribuție, atacuri cibernetice, care pot viza infrastructura digitală a operatorilor de rețea, fenomenele naturale extreme, cum ar fi furtunile, cutremurele sau incendiile, instabilitatea geopolitică și dependența de importurile de energie sau componente critice.

Pentru a garanta securitatea alimentării consumatorilor, este esențială implementarea unor politici și tehnologii moderne: diversificarea surselor de energie – utilizarea unui mix energetic echilibrat (hidro, gaz, termo, nuclear și regenerabil) reduce dependența de o singură sursă, modernizarea rețelelor de transport și distribuție – prin introducerea conceptului de „smart grid”, rețelele devin mai eficiente și mai rezistente la perturbații, sisteme de stocare a energiei – bateriile de mare capacitate și alte tehnologii de stocare pot atenua fluctuațiile în alimentare, producția distribuită de energie – permite consumatorilor să devină prosumatori, reducând presiunea pe rețelele centrale și planuri de răspuns rapid la crize – sistemele de alertă, redundanțele și capacitățile de reacție pot minimiza impactul întreruperilor.

Tranziția energetică globală aduce noi provocări și oportunități pentru securitatea alimentării. Digitalizarea, integrarea surselor regenerabile intermitente și creșterea mobilității electrice necesită soluții flexibile și inteligente. În același timp, decarbonizarea Sistemului Energetic Național trebuie să fie însoțită de măsuri pentru menținerea fiabilității Rețelei Electrice de Transport. Tehnologiile emergente, precum inteligența artificială, blockchain sau hidrogenul verde, pot juca un rol important în crearea unui sistem energetic sigur, sustenabil și rezilient.

Securitatea alimentării cu energie electrică a consumatorilor este o prioritate națională și globală, care presupune un efort integrat între guverne, companii, comunități și cetățeni. Într-un context marcat de schimbări climatice, transformări tehnologice și instabilități geopolitice, asigurarea unui Sistem Energetic Național robust și adaptabil este esențială pentru dezvoltarea durabilă și stabilitatea economică. Investițiile în infrastructură, cercetare și politici publice coerente vor determina capacitatea societății de a răspunde eficient acestor provocări.

Stațiile electrice sunt noduri strategice în Rețeaua Electrică de Transport și în Rețeaua Electrică de Distribuție a energiei electrice ce realizează transformarea tensiunii (foarte

întă tensiune – înaltă tensiune – medie tensiune – joasă tensiune), protecția și comanda fluxurilor de energie și monitorizarea parametrilor rețelei. Fără funcționarea corectă și continuă a stațiilor electrice, consumatorii finali pot fi afectați de întreruperi, variații de tensiune sau chiar avarii majore.

Multe stații electrice din Rețeaua Electrică de Transport au fost construite în anii '70-'80 și suferă de uzură fizică și morală, lipsa automatizărilor și vulnerabilități de securitate cibernetică. Modernizarea (re tehnologizare și optimizare) acestora este esențială pentru integrarea surselor regenerabile, gestionarea consumului variabil și asigurarea rezilienței în fața schimbărilor climatice sau a riscurilor geopolitice.

Tema abordată în prezenta teză de doctorat CERCETĂRI PRIVIND ANALIZA CRITICĂ A STAȚIEI ELECTRICE SĂRDĂNEȘTI ÎN CONTEXTUL ASIGURĂRII SECURITĂȚII INDUSTRIALE A CONSUMATORILOR DIN BAZINUL CARBONIFER OLTENIA, devine foarte interesantă, pragmatică și reală, deoarece insecuritatea alimentării cu energie electrică a consumatorilor industriali poate duce la insecuritate industrială, insecuritate economică, insecuritate societală și insecuritate națională, mai ales în noul context de vulnerabilitate energetică mondială.

Această temă este de o importanță strategică, având implicații directe asupra calității vieții cetățenilor, funcționării instituțiilor și dezvoltării economice zonale. Analiza critică a stației electrice nu doar identifică punctele vulnerabile ale infrastructurii energetice, ci oferă și direcții de acțiune pentru un sistem mai sigur, mai eficient și mai rezilient.

Lucrarea abordează și analizează conceptele fundamentale legate de securitatea alimentării cu energie electrică, riscurile asociate întreruperilor, măsurile de protecție și tendințele viitoare în domeniul Sistemului Energetic Național.

2. Necesitatea temei

Necesitatea CERCETĂRI PRIVIND ANALIZA CRITICĂ A STAȚIEI ELECTRICE SĂRDĂNEȘTI ÎN CONTEXTUL ASIGURĂRII SECURITĂȚII INDUSTRIALE A CONSUMATORILOR DIN BAZINUL CARBONIFER OLTENIA, rezultă din următoarele considerente:

- deoarece stația electrică este un obiectiv național de importanță strategică – infrastructură critică națională, ea trebuie analizată, gestionată, monitorizată și evaluată din punct de vedere al stabilității, protecției, securizării și rezilienței acesteia;
- necesitatea stabilității, protecției, securizării și rezilienței stației electrice vine din obligativitatea europeană impusă de ENTSO-E (sistemul european al operatorilor și transportatorilor de electricitate) și de CNTEE Transelectrica SA (operatorul național de transport și sistem);
- prin identificarea amenințărilor, pericolelor, riscurilor și vulnerabilităților la adresa stației electrice se pot genera diferite strategii privind siguranța și securitatea acesteia;
- investițiile în infrastructură și în resursa umană specializată devine factor central al stabilității, siguranței și securității stației electrice și implicit a Sistemului Energetic Național;
- toate aspectele enumerate mai sus converg către consacrarea cercetării științifice pe direcția securitate industrială și securitate energetică și să devină pentru decidenții economici, o problemă stringentă de asigurare a securității și bunăstării naționale și de dezvoltare durabilă și sustenabilă.

3. Obiective generale

Definirea unor metodologii și algoritmi specifici zonei de securitate industrială, securitate energetică și implicit securitate națională care să includă toate operațiile și acțiunile necesare identificării și evaluării tuturor scenariilor de risc plauzibile ce pot atenta la siguranța și securitatea stației electrice Sărdănești și a Sectorului Energetic Național.

Aceste metodologii și algoritmi trebuie integrați într-un Plan de Securitate Industrială care trebuie să existe obligatoriu la toți operatorii, gestionarii și proprietarii de infrastructuri critice naționale și europene din domeniul energetic.

4. Obiective specifice

Elaborarea unei analize critice a stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești, prin următoarele acțiuni:

- a) Noțiuni teoretice privind prezentarea stației electrice, metodologia de evaluare a riscurilor, premisele privind riscurile și modelarea regimurilor de funcționare (permanent și de scurtcircuit);
- b) Identificarea potențialelor amenințări, pericole și vulnerabilități pe fiecare stație electrică în parte de 220 kV, 110 kV și 20 kV;
- c) Evaluarea riscurilor de securitate energetică: nealimentarea cu energie electrică, avarie tehnică, calamitate naturală, atac terorist și incendiu la autotransformatorul AT 220//110/20 kV – 200 MVA;
- d) Modelarea regimurilor de funcționare: regimul permanent (pierderi de puteri active și reactive, căderi de tensiune, circulația de curenți, circulația de puteri, depășiri de tensiune, încărcare autotransformatoare și transformatoare și pierderi totale) și de scurtcircuit (barele de 220 kV și 110 kV);
- e) Elaborarea de soluții tehnice privind siguranța și securitatea stației electrice.

5. Structura tezei de doctorat

În urma documentării temeinice legislative, tehnice și de securitate și în urma culegerii de informații și date prețioase de la diferite autorități ale statului responsabile cu asigurarea și creșterea securității energetice, am elaborat prezenta teză de doctorat cu următoarea structură procesuală și selectivă:

1.	Cuvânt înainte	– 1 pagină;	16 pagini
2.	Cuprins	– 4 pagini;	
3.	Listă abrevieri (42)	– 1 pagină;	
4.	Listă figuri (61)	– 2 pagini;	
5.	Listă tabele (39)	– 2 pagini;	
6.	Introducere	– 6 pagini;	
7.	Capitolul 1	– 21 pagini;	142 pagini cercetare științifică
8.	Capitolul 2	– 73 pagini;	
9.	Capitolul 3	– 14 pagini;	
10.	Capitolul 4	– 22 pagini;	
11.	Capitolul 5	– 12 pagini;	
12.	Anexa 1	– 9 pagini;	32 pagini
13.	Anexa 2	– 9 pagini;	
14.	Anexa 3	– 5 pagini;	
15.	Bibliografie (154)	– 9 pagini.	

Introducerea, este dedicată *importanței și necesității temei, obiectivelor generale și specifice, structura tezei de doctorat și gradului de nouitate și complexitate.*

Capitolul 1, intitulat SISTEMUL ENERGETIC NAȚIONAL – SISTEM GENERATOR DE SECURITATE INDUSTRIALĂ, este dedicat prezentării importanței Sistemului Energetic Național în asigurarea securității energetice și naționale.

Are următoarea structură: Definiție, Componentă, Structură (elemente de generare a energiei electrice, rețele electrice și consumatori de energie electrică), Scop și Cerințe, Stări, Tipologie defecte, Funcționare, Importanța strategică, Riscul de black-out și reziliența națională, Rețeaua Electrică de Transport (importanță, descriere, componentă și securitate și fiabilitate) și Noțiuni fundamentale de securitate (securitatea industrială, securitatea și protecția infrastructurilor critice și securitatea energetică).

Electricitatea produsă în Sistemul Energetic Național și transportată prin intermediul Rețelei Electrice de Transport (coloana vertebrală a SEN compusă din mai multe infrastructuri critice energetice), reprezintă un pilon esențial al funcționării societății, economiei, instituțiilor de apărare, intelligence și ordine publică ale statului.

Capitolul 2, intitulat ANALIZA CRITICĂ A STAȚIEI ELECTRICE 220/110/20 kV SĂRDĂNEȘTI, este dedicat dedicat analizei critice a stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești și reprezintă nucleul central al prezentei teze de doctorat.

Are următoarea structură: Prezentarea stației electrice, metodologia de evaluare a riscurilor, premisele privind riscurile și modelarea regimurilor de funcționare (stația electrică de 220 kV, stația electrică de 110 kV, stația electrică de 20 kV, descrierea metodologiei de evaluare a riscurilor de securitate energetică, premisele eoretice privind riscurile și noțiuni teoretice privind modelarea regimurilor de funcționare: regimul permanent și de scurtcircuit), Identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților (stația electrică 220 kV, stația electrică 110 kV și stația electrică 20 kV), Evaluarea riscurilor de securitate energetică (evaluarea riscului de alimentare cu energie electrică, evaluarea riscului avarie tehnică, evaluarea riscului calamitate naturală, evaluarea riscului atac terorist și evaluarea riscului incendiu AT 220/110/20 kV – 200 MVA) și Modelarea regimurilor de funcționare (regimul permanent și modelarea regimului de scurtcircuit).

Electricitatea distribuită de stația electrică 220/110/20 kV Sărdănești are rol hotărâtor în securitatea alimentării consumatorilor industriali din Bazinul Energetic Minier Oltenia și CFR.

La tensiunea de 220 kV (tensiune de transport a energiei electrice), stația electrică reprezintă un nod important de conexiune între stația electrică 400/220/110 kV Urechești și stația electrică 220/110 kV Craiova Nord.

La tensiunea de 110 kV stația electrică asigură alimentarea cu energie electrică a următoarelor obiective industriale miniere din Bazinul Carbonifer Oltenia și CFR: Jilț, Drăgotești, Pinoasa, Roșia – Peșteana, SRA Peșteana, Turceni T01, Turceni T03, Turceni 05 și CFR: Plopșoru – CFR 1 și Plopșoru CFR 2.

Identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților s-a efectuat pentru următoarele obiective: stația electrică de 220 kV; stația electrică de 110 kV; stația electrică de 20 kV.

Evaluarea riscurilor de securitate energetică s-a efectuat prin următoarele: evaluarea riscului de alimentare cu energie electrică; evaluarea riscului Avarie Tehnică; evaluarea riscului Calamitate Naturală; evaluarea riscului Atac Terorist; evaluarea riscului Incendiu AT 220//110/20 kV – 200 MVA

Modelarea modului de funcționare s-a efectuat pentru următoarele regimuri: regimul permanent; regimul de scurtcircuit.

Capitolul 3, intitulat SOLUȚII TEHNICE ȘI ORGANIZATORICE PRIVIND SIGURANȚA ȘI SECURITATEA STAȚIEI ELECTRICE 220/110/20 kV SĂRDĂNEȘTI, este dedicat dezvoltării Soluțiilor tehnice și organizatorice privind siguranța și securitatea stației electrice Sărdănești, compuse din cele trei strategii aferente: Identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților (stația electrică 220 kV, stația electrică 110 kV și stația electrică 20 kV), Evaluarea riscurilor de securitate energetică (evaluarea riscului de alimentare cu energie electrică, evaluarea riscului Avarie Tehnică, evaluarea riscului Calamitate Naturală, evaluarea riscului Atac Terorist și evaluarea riscului Incendiu AT 220//110/20 kV – 200 MVA) și Modelarea regimurilor de funcționare (regimul permanent și regimul de scurtcircuit).

Are următoarea structură: Soluții tehnice și organizatorice generate de identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților; Soluții tehnice și organizatorice generate de evaluarea riscurilor de securitate energetică; Soluții tehnice și organizatorice generate de modelarea regimurilor de funcționare și Soluții tehnice și organizatorice privind siguranța și securitatea stației electrice.

Capitolul 4, intitulat PLANUL DE SECURITATE INDUSTRIALĂ A STAȚIEI ELECTRICE 220/110/20 kV SĂRDĂNEȘTI, este dedicat dezvoltării planului de securitate industrială care reprezintă totalitatea amenințărilor, pericolelor, riscurilor și vulnerabilităților potențiale cu efect de instabilitate și insecuritate a stației electrice.

Are următoarea structură: Rolul planului de securitate al proprietarului / operatorului / administratorului deținător de infrastructură critică națională/europeană, Scop și obiective, Întocmire, avizare și aprobare, Confidențialitate, Structura organizațională, Cadrul legislativ, Caracteristici ale unității administrativ-teritoriale pe raza căreia este amplasată infrastructura critică, Sisteme de operare, Descrierea infrastructurii, facilităților și echipamentelor din infrastructura critică națională / europeană, Personal, Aspecte generale privind analiza riscurilor legate de securitate, Facilitățile și operațiunile cu grad ridicat de risc, Securitatea fizică a infrastructurii critice naționale / europene și controlul accesului, Tehnologia informațiilor și rețele de comunicații, Controlul documentelor, Personalul de securitate aferent infrastructurii critice națională / europeană, Echipamente și tehnologii legate de securitate, Tehnologia comunicațiilor, Resurse și instrumente mixte, Revizuirea și actualizarea PSO, Rolul și responsabilitățile angajaților, Roluri-cheie și responsabilități – Personalul de securitate, Analiza critică (identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților, evaluarea riscurilor de securitate și modelarea regimurilor de funcționare), Elaborarea strategiei de securitate energetică, Concluzii finale și Anexe.

Capitolul 5, intitulat CONCLUZII, CONTRIBUȚII ORIGINALE, LIMITE ALE STUDIULUI ȘI DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE, este dedicat dezvoltării Concluziilor, Contribuțiilor originale, Limitelor studiului și Direcțiilor de cercetare viitoare.

Are următoarea structură: Concluzii (specifice și generale), Contribuții originale (din punct de vedere al cercetărilor bibliografice și analizei stadiului actual al temei abordate, din punct de vedere al stabilirii obiectivelor de cercetare, din punct de vedere al cercetării teoretice, din punct de vedere al contribuțiilor practice și aplicative și din punct de vedere al diseminării rezultatelor), Limite ale studiului și Direcții de cercetare viitoare.

6. Gradul de noutate

Abordarea, analiza critică, identificarea și evaluarea graduală și procesuală argumentată pe cunoștințe, metodologii și algoritmi noi din domeniul ingineriei energetice, securității industriale, energetice și al infrastructurilor critice.

Noutate: Metodologia integrată de evaluare critică a stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești, infrastructură critică energetică de înaltă importanță strategică industrială, care combină identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților, evaluarea riscurilor de securitate energetică și modelarea regimurilor de funcționare și cuantificată prin propunerea de măsuri de siguranță și securitate a stației electrice, în contextul securității alimentării cu energie electrică a consumatorilor industriali din Bazinul Carbonifer Oltenia.

7. Gradul de complexitate

Necesitatea și cunoașterea unor cunoștințe interdisciplinare, multidisciplinare și transdisciplinare din mai multe domenii ale economiei și industriei naționale: securitatea industrială, securitatea energetică, protecția și reziliența infrastructurilor critice, securitatea ocupațională, inginerie electrică și energetică, etc.

CONCLUZII, CONTRIBUȚII ORIGINALE, LIMITE ALE STUDIULUI ȘI DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE

1.1. CONCLUZII

1.1.1. Concluzii specifice

Capitolul 1: SISTEMUL ENERGETIC NAȚIONAL – SISTEM GENERATOR DE SECURITATE INDUSTRIALĂ (cuprinde informații teoretice de mare importanță și reprezintă baza prezentei teze de doctorat)

În contextul globalizării și al accelerării proceselor de industrializare, energia a devenit un factor strategic esențial pentru funcționarea societății moderne. Sistemul Energetic Național nu reprezintă doar infrastructura prin care se produce, transportă și distribuie energia electrică, ci constituie coloana vertebrală a securității industriale a unui stat. Fără un sistem energetic robust, stabil și flexibil, activitățile economice, infrastructura critică și securitatea energetică națională ar fi profund vulnerabile. Securitatea industrială presupune protejarea proceselor tehnologice și a resurselor critice împotriva riscurilor care pot produce întreruperi sau pierderi. Sistemul Energetic Național contribuie la acest obiectiv prin:

- *Asigurarea continuității alimentării cu energie* – procesele industriale moderne depind de un flux energetic constant; o întrerupere poate genera pierderi financiare majore și riscuri tehnologice;
- *Diversificarea surselor de energie* – reducerea dependenței de o singură sursă sau tehnologie limitează vulnerabilitățile;
- *Redundanța și flexibilitatea rețelei* – capacitatea de a redirecționa fluxurile energetice în caz de avarie;
- *Integrarea cu rețelele europene* – crește reziliența și permite importul de energie în situații critice.

Un Sistem Energetic Național eficient:

- *Susține competitivitatea industrială* prin furnizarea energiei electrice la costuri predictibile;
- *Sprijină tranziția energetică* către surse regenerabile, reducând impactul asupra mediului;
- *Crește reziliența națională* – capacitatea de a răspunde rapid la crize energetice sau industriale.

Pentru a-și consolida rolul de generator de securitate industrială, Sistemul Energetic Național trebuie să urmeze câteva direcții strategice:

- *Modernizarea infrastructurii și integrarea tehnologiilor inteligente (smart grid);*
- *Diversificarea mixului energetic* cu accent pe energie regenerabilă și stocare;
- *Întărirea protecției cibernetice și a planurilor de reacție la incidente;*
- *Interconectarea extinsă* cu rețelele din regiune pentru flexibilitate în aprovizionare.

Sistemul Energetic Național este mult mai mult decât o infrastructură tehnică, este un instrument strategic de asigurare a securității industriale și, implicit, a securității naționale. Stabilitatea și modernizarea sa determină reziliența economiei, siguranța proceselor industriale și capacitatea țării de a răspunde provocărilor viitoare. Investițiile, inovația și protecția acestui sistem sunt, prin urmare, imperative pentru un viitor sigur și sustenabil.

Capitolul 2: ANALIZA CRITICĂ A STAȚIEI ELECTRICE 220/110/20 kV SĂRDĂNEȘTI (cuprinde o analiză intrinsecă strategică a stației electrice și reprezintă coloana vertebrală a prezentei teze de doctorat)

Stațiile electrice de transformare joacă un rol fundamental în funcționarea Sistemului Energetic Național, asigurând conversia nivelurilor de tensiune, continuitatea alimentării și stabilitatea rețelei. Stația electrică Sărdănești reprezintă un nod strategic în Rețeaua Electrică de Transport (la tensiunea de 220 kV) și implicit în Rețeaua Electrică de Distribuție (la tensiunea de 110 kV), fiind responsabilă atât pentru preluarea energiei din rețeaua de transport de înaltă tensiune, cât și pentru alimentarea consumatorilor industriali și rezidențiali din zona Bazinului Carbonifer Oltenia. Scopul acestui studiu este realizarea unei analize critice, cu accent pe identificarea și evaluarea riscurilor, precum și modelarea regimurilor de funcționare, în vederea asigurării securității energetice și a creșterii rezilienței infrastructurii.

În prima parte a analizei s-au prezentat următoarele:

- *localizarea și descrierea stației electrice Sărdănești* (stațiile de 220 kV, 110 kV și de 20 kV – localizarea strategică a stației permite interconectarea cu alte noduri majore, ceea ce crește redundanța, dar și complexitatea gestionării fluxurilor de putere);
- *descrierea metodologiei de evaluare a riscurilor* (permite identificarea, analiza, evaluarea, tratarea și monitorizarea riscurilor – pentru cuantificare, se utilizează matricea de risc: probabilitate \times gravitate (impact));
- *premisele teoretice privind riscurile;*
- *noțiuni teoretice privind modelarea regimurilor de funcționare* (regimul permanent și regimul de scurtcircuit – permite identificarea următoarelor: analiza fluxurilor de sarcină, simularea defectelor, stabilitatea tranzitorie și comportamentul la scurtcircuit);
- descrierea programului de modelare (Paladin DesignBase 7.0.).

În a doua parte a cercetării, s-au analizat următoarele:

- *amenințările, pericolele și vulnerabilitățile* din cadrul celor trei stații electrice componente: stația de 220 kV, stația de 110 kV și stația de 20 kV;
- *evaluarea riscurilor de securitate energetică*, cele mai probabile: evaluarea riscului de nealimentare cu energie electrică, evaluarea riscului Avarie Tehnică, evaluarea riscului Calamitate Naturală, evaluarea riscului Atac Terorist și evaluarea riscului de Incendiu la AT (autotransformator) 220/110/20 kV – 200 MVA;
- *modelarea regimurilor de funcționare*: regimul permanent (pierderi de puteri active și reactive, căderi de tensiune, circulația de curenți, circulația de puteri, depășiri de tensiune, încărcare autotransformatoare și pierderi totale) și de scurtcircuit (scurtcircuit de bara de 220 kV, scurtcircuit de bara de 110 kV și scurtcircuit toate nodurile).

Stația electrică Sărdănești este un element cheie al Sistemului Energetic Național, dar se confruntă cu riscuri complexe, atât tehnice, cât și operative și cibernetice. Analiza critică arată necesitatea:

- *modernizării și fiabilității schemelor de conexiuni* a circuitelor primare în stația de 220 kV;
- *modernizării celulelor electrice* aferente fiecărei linii electrice aeriene în parte și a autotransformatorului și celor două transformatoare;
- *modernizării echipamentelor de mare putere și importanță* (autotransformatoare, transformatoare, întreruptoare, separatoare, transformatoare de tensiune și curent, descărcători, etc.);

- creșterii rezilienței SCADA prin securizare cibernetică;
- implementării redundanțelor în rețelele de 220 kV, 110 kV și 20 kV;
- adoptării unei măsuri tehnice de mentenanță predictivă bazată pe monitorizare online;
- reducerea probabilității incidentelor majore și îmbunătățirea securității energetice a zonei industrializate.

Capitolul 3: SOLUȚII TEHNICE ȘI ORGANIZATORICE PRIVIND SIGURANȚA ȘI SECURITATEA STAȚIEI ELECTRICE 220/110/20 kV SĂRDĂNEȘTI (cuprinde soluțiile tehnice și organizatorice aferente fiecărei analize în parte și reprezintă stabilitatea și reziliența stației electrice)

În contextul creșterii cerințelor privind fiabilitatea sistemelor energetice și al securității alimentării cu energie electrică a consumatorilor industriali și casnici, asigurarea siguranței și securității într-o stație electrică cu tensiuni ridicate reprezintă o prioritate. Stația Sărdănești, având nivelele de 220/110/20 kV, necesită punerea în practică a unor măsuri tehnice și organizatorice solide și a unor proceduri operaționale riguroase, adaptate normativelor românești și europene în vigoare. Integrarea următoarelor măsurilor tehnice și organizatorice va asigura funcționarea în siguranță a stației electrice, prin:

- soluții tehnice și organizatorice generate de identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților;
- soluții tehnice și organizatorice generate de evaluarea riscurilor de securitate energetică;
- soluții tehnice și organizatorice generate de modelarea regimurilor de funcționare;
- soluții tehnice și organizatorice privind siguranța și securitatea stației electrice.

Această abordare coordonată și integrată contribuie semnificativ la reducerea riscurilor pentru personal și echipamente, creșterea fiabilității stației electrice și Sistemului Energetic Național și conformarea cu legislația românească și europeană aplicabilă.

Capitolul 4: DEZVOLTAREA PLANULUI DE SECURITATE INDUSTRIALĂ A STAȚIEI ELECTRICE 220/110/20 kV SĂRDĂNEȘTI (cuprinde concretizarea tuturor cercetărilor de la capitolele anterioare și cuantificarea lor într-un Plan de Securitate Industrială, care reprezintă un document confidențial aferent fiecărei infrastructuri critice în parte, unde se adună toate informațiile privind analiza critică (evaluări, expertize, audituri, modelări și simulări, etc.).

În contextul global actual, caracterizat de digitalizare accelerată, interconectivitate și intensificarea amenințărilor cibernetică și fizice, operatorii economici se confruntă cu o nevoie imperativă de a-și consolida securitatea și siguranța. Elaborarea unui plan de securitate industrială nu mai reprezintă o opțiune, ci o obligație strategică și legală, menită să protejeze resursele, datele, infrastructura și personalul. Planul de securitate industrială la nivel de operator este un document complex, care îmbină măsuri preventive, proceduri de răspuns și mecanisme de monitorizare, asigurând continuitatea activității și reducerea vulnerabilităților. Un plan de securitate industrială trebuie să fie construit în conformitate cu cadrul legislativ și normativ relevant. Acesta include legislația națională privind protecția infrastructurilor critice, reglementările de siguranță și securitate a muncii, normele privind protecția datelor cu caracter personal (precum GDPR, în Uniunea Europeană), precum și standardele internaționale (SR EN ISO/IEC 27001 pentru securitatea informației, ISO 22301 pentru continuitatea afacerii). Respectarea acestor norme asigură nu doar conformitatea legală, ci și creșterea credibilității organizației.

Punctul de plecare în dezvoltarea planului de securitate industrială este evaluarea riscurilor. Aceasta presupune:

- *Identificarea amenințărilor*: fizice (incendii, intruziuni, sabotaj) și cibernetice (atacuri ransomware, phishing, scurgeri de date);
- *Determinarea vulnerabilităților*: lipsa sistemelor redundante, personal insuficient instruit, echipamente neactualizate;
- *Estimarea impactului*: evaluarea consecințelor financiare, reputaționale și operaționale în cazul materializării unui risc.

Planul de securitate industrială trebuie testat prin exerciții practice și simulări. Revizuirea periodică, pe baza lecțiilor învățate din incidente reale sau simulate, asigură adaptarea la noi amenințări și tehnologii emergente. Îmbunătățirea continuă este esențială într-un mediu de risc dinamic. Un plan de securitate industrială eficient nu se rezumă la tehnologie și documente, ci implică resursa umană. Organizarea periodică de sesiuni de formare, simulări de răspuns la incidente și campanii de conștientizare contribuie la reducerea erorilor umane și creșterea vigilenței angajaților. Dezvoltarea planului de securitate industrială la operatorul de infrastructură critică este un proces strategic, integrat și dinamic. Acesta nu doar protejează activele organizației, ci și susține reputația, încrederea partenerilor și stabilitatea pe termen lung. Într-o lume în care amenințările evoluează constant, operatorii trebuie să trateze securitatea și siguranța ca pe un element central al culturii organizaționale, bazat pe evaluare riguroasă, implementare coerentă și îmbunătățire continuă. Prezentul Plan de Securitate Industrială conține analiza critică a stației electrice (identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților, evaluarea riscurilor de securitate și modelarea regimurilor de funcționare) și se cuantifică cu soluții tehnice și organizatorice privind siguranța și securitatea stației electrice Sărdănești.

Capitolul 5: CONCLUZII, CONTRIBUȚII ORIGINALE, LIMITE ALE STUDIULUI ȘI DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE (cuprinde concluziile specifice și generale, contribuțiile originale, limitelor studiului și direcțiilor de cercetare viitoare)

Analiza detaliată a stației electrice Sărdănești a evidențiat rolul strategic pe care aceasta îl deține în alimentarea cu energie electrică a principalelor unități industriale din Bazinul Carbonifer Oltenia, în special a celor implicate în extracția și prelucrarea cărbunelui. Studiul a demonstrat că:

- *Fiabilitatea și securitatea în exploatare* sunt factori critici în prevenirea întreruperilor majore de alimentare, cu impact direct asupra continuității proceselor industriale și asupra siguranței personalului;
- *Structura și configurația actuală a instalațiilor* prezintă atât puncte forte (redundanță parțială, posibilități de reconfigurare operativă), cât și vulnerabilități (componente cu uzură avansată și protecții cu tehnologie învechită);
- *Analiza critică* arată că optimizarea performanței stației poate conduce la o reducere substanțială a costurilor operaționale și la îmbunătățirea securității energetice regionale.

1.1.2. Concluzii generale

Tema abordată în prezenta teză de doctorat cu titlul CERCETĂRI PRIVIND ANALIZA CRITICĂ A STAȚIEI ELECTRICE SĂRDĂNEȘTI ÎN CONTEXTUL ASIGURĂRII SECURITĂȚII INDUSTRIALE A CONSUMATORILOR DIN BAZINUL CARBONIFER OLTENIA, este foarte interesantă, pragmatică și reală, deoarece insecuritatea alimentării cu energie electrică a consumatorilor industriali poate duce la insecuritate industrială, insecuritate economică, insecuritate societală și insecuritate națională, mai ales în noul context de vulnerabilitate energetică mondială.

Această temă este de o importanță strategică, având implicații directe asupra calității vieții cetățenilor, funcționării instituțiilor și dezvoltării economice zonale. Analiza critică a stației electrice nu doar identifică punctele vulnerabile ale infrastructurii energetice, ci oferă și direcții de acțiune pentru un sistem mai sigur, mai eficient și mai rezilient.

Lucrarea abordează și analizează conceptele fundamentale legate de securitatea alimentării cu energie electrică, riscurile asociate întreruperilor, măsurile de protecție și tendințele viitoare în domeniul Sistemului Energetic Național.

Necesitatea analizei critice a stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești rezultă din următoarele considerente:

- deoarece stația electrică este un obiectiv național de importanță strategică – infrastructură critică națională, ea trebuie analizată, gestionată, monitorizată și evaluată din punct de vedere al stabilității, protecției, securizării și rezilienței acesteia;
- necesitatea stabilității, protecției, securizării și rezilienței stației electrice vine din obligativitatea europeană impusă de ENTSO-E (sistemul european al operatorilor și transportatorilor de electricitate) și de CNTEE Transelectrica SA (operatorul național de transport și sistem);
- prin identificarea amenințărilor, pericolelor, riscurilor și vulnerabilităților la adresa stației electrice se pot genera diferite măsuri tehnice și organizatorice sau strategii privind siguranța și securitatea acesteia;
- investițiile în infrastructură și în resursa umană specializată devine factor central al stabilității, siguranței și securității stației electrice și implicit a Sistemului Energetic Național;
- toate aspectele enumerate mai sus converg către consacrarea cercetării științifice pe direcția inginerie și securitate industrială – securitate energetică – securitate economică și să devină pentru decidenți, o problemă stringentă de asigurare a securității și bunăstării naționale și de dezvoltare durabilă și sustenabilă.

Electricitatea produsă în Sistemul Energetic Național și transportată prin intermediul Rețelei Electrice de Transport (coloana vertebrală a SEN compusă din mai multe infrastructuri critice energetice), reprezintă un pilon esențial al funcționării societății, economiei, instituțiilor de apărare, intelligence și ordine publică ale statului.

Electricitatea distribuită de stația electrică 220/110/20 kV Sărdănești are rol hotărâtor în securitatea alimentării consumatorilor industriali din Bazinul Carbonifer Oltenia și CFR.

La tensiunea de 220 kV (tensiune de transport a energiei electrice), stația electrică reprezintă un nod important de conexiune între stația electrică 400/220/110 kV Urechești și stația electrică 220/110 kV Craiova Nord.

La tensiunea de 110 kV stația electrică asigură alimentarea cu energie electrică a următoarelor obiective industriale miniere din Bazinul Carbonifer Oltenia și CFR: Jilț, Drăgotești, Pinoasa, Roșia – Peșteana, SRA Peșteana, Turceni T01, Turceni T03, Turceni 05 și CFR: Plopșoru – CFR 1 și Plopșoru CFR 2.

Identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților s-a efectuat pentru următoarele obiective: stația electrică de 220 kV; stația electrică de 110 kV; stația electrică de 20 kV.

Evaluarea riscurilor de securitate energetică s-a efectuat prin următoarele: evaluarea riscului de alimentare cu energie electrică; evaluarea riscului Avarie Tehnică; evaluarea riscului Calamitate Naturală; evaluarea riscului Atac Terorist; evaluarea riscului Incendiu AT 220//110/20 kV – 200 MVA

Modelarea modului de funcționare s-a efectuat pentru următoarele regimuri de funcționare: regimul permanent și regimul de scurtcircuit:

Cele trei soluții tehnice și organizatorice generate (soluții tehnice și organizatorice generate de identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților, soluții tehnice și organizatorice generate de evaluarea riscurilor de securitate energetică, soluții tehnice și organizatorice generate de modelarea regimurilor de funcționare) stau la baza soluțiilor tehnice și organizatorice privind siguranța și securitatea stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești și implicit a Sistemului Energetic Național.

S-a dezvoltat și Planul de Securitate Industrială, ce acoperă toate riscurile, vulnerabilitățile, pericolele și amenințărilor potențiale asupra obiectivelor energetice din cadrul stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești.

1.2. CONTRIBUȚII ORIGINALE

În cadrul prezentei lucrări de cercetare științifică (teză de doctorat) se arată elementele și soluțiile de bază pentru ajutorul decidenților pe probleme de inginerie industrială, securitate industrială și securitate energetică, proprietarilor, gestionarilor și operatorilor de infrastructuri critice naționale și europene din cadrul CNTEE Transelectrica SA, ofițerilor de legătură securitate din cadrul stațiilor electrice, specialiștilor, experților și a altor entități interesate în asigurarea securității industriale, energetice și naționale.

Apreciez că bazele teoretice și elementele de metodologie și aplicative pe care le-am sintetizat, reprezintă contribuții originale care denotă creșterea nivelului de stabilitate și securitate industrială și energetică.

Contribuțiile personale conțin aspecte teoretice și practice.

1.2.1. Din punct de vedere al cercetărilor bibliografice și analizei stadiului actual al temei abordate

- a) Realizarea și abordarea unei analize temeinice asupra cadrelor legislative naționale și europene privind protecția și securizarea stațiilor electrice, cotate ca infrastructuri critice naționale și europene din cadrul Sistemului Energetic Național, este fundamentată pe o bibliografie diversificată și actuală;
- b) Referințele bibliografice arată preocuparea constantă privind cele mai actuale cercetări în contextul securizării infrastructurilor critice naționale și europene din cadrul Sistemului Energetic Național unde se dovedește o preocupare marcantă privind actualizarea informațiilor și evenimentelor.

1.2.2. Din punct de vedere al stabilirii obiectivelor de cercetare

- a) Identificarea pe baza amenințărilor, pericolelor și a vulnerabilităților, pe baza evaluării riscurilor de securitate energetică și pe baza modelării regimurilor de funcționare, a elementelor de instabilitate și insecuritate din cadrul stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești, în contextul stabilirii obiectivelor de cercetare;

- b) Stabilirea exactă a liniilor principale de acțiune și cercetare – dezvoltare – inovare, pentru realizarea obiectivelor aferente prezentei lucrări de cercetare și pe baza unor elemente selectate foarte atent.

1.2.3. Din punct de vedere al cercetării teoretice

Contribuții teoretice:

- a) Identificarea contribuțiilor CNTEE Transelectrica SA în calitate de membru ENTSO-E:
- *Securitatea și coordonarea sistemului electric european:* participă la menținerea securității și stabilității rețelei electrice interconectate a Europei, una dintre cele mai mari din lume;
 - *Planificarea și dezvoltarea rețelei:* colaborează la elaborarea planurilor de dezvoltare pe termen lung ale rețelei electrice europene, contribuind la integrarea surselor de energie regenerabilă și la atingerea obiectivelor de neutralitate climatică până în 2050;
 - *Implementarea codurilor de rețea:* participă la dezvoltarea și aplicarea codurilor de rețea europene, care stabilesc reguli tehnice și comerciale pentru funcționarea pieței interne de energie electrică;
 - *Coordonarea regională a securității:* este implicată în inițiativele de coordonare regională a securității, care vizează optimizarea funcționării rețelelor electrice la nivel regional.
- b) Identificarea beneficiilor României prin participarea activă la ENTSO-E:
- *Acces la o piață energetică integrată:* facilitează schimburile transfrontaliere de energie electrică, contribuind la securitatea aprovizionării și la stabilitatea prețurilor;
 - *Integrarea surselor regenerabile:* sprijină integrarea eficientă a surselor de energie regenerabilă în sistemul electric național și european;
 - *Dezvoltarea infrastructurii energetice:* participarea în ENTSO-E permite accesul la fonduri și expertiză pentru modernizarea și extinderea rețelei electrice.
- c) Identificarea recomandărilor ENTSO-E privind aspecte majore ale funcționării unui sistem energetic național în cadrul sistemului energetic european: *acoperirea consumului; reglaj primar al puterii; reglaj secundar frecvență – putere; reglajul tensiunii; siguranța funcționării la criteriul (N-1) elemente; măsuri antiavarie;*
- d) Identificarea beneficiilor Rețelei Electrice de Transport în contextul interconexiunii europene: *creșterea fiabilității; creșterea securității; ajutorul de avarie fără a fi necesară instalarea și menținerea în rezervă caldă a unei puteri importante; schimburi comerciale de energie electrică dintre România, Uniunea Europeană și țările vecine;*
- e) Identificarea componentelor securității industriale: *securitatea resurselor naturale; securitatea energetică; securitatea chimică; securitatea alimentară; securitatea cibernetică; securitatea infrastructurilor critice; securitatea ecologică; securitatea comercială; securitatea intervențiilor în caz de urgență; securitatea transporturilor substanțelor periculoase; securitate nucleară; securitatea deșeurilor;*
- f) Identificarea considerentelor implementării normelor de securitate industrială asupra stațiilor electrice (infrastructuri critice energetice): *identificarea potențialelor amenințări interne și externe asupra obiectivelor industriale; identificarea și evaluarea riscurilor asupra obiectivelor industriale; identificarea și evaluarea riscurilor de securitate și sănătate în muncă asupra lucrătorilor; identificarea*

vulnerabilităților obiectivelor industriale; securizarea obiectivelor industriale și a locurilor de muncă aferente; securizarea lucrătorilor din cadrul obiectivelor industriale; securizarea infrastructurilor critice și creșterea rezilienței acestora; siguranța implementării procedurilor și regulamentelor pe timp de criză și / sau război; siguranța implementării normelor de situații de urgență sau situații speciale de urgență; securizarea informațiilor, a secretelor de stat și a informațiilor clasificate; securizarea continuării proceselor industriale, a alimentării cu materii prime și/sau energie; securizarea resurselor umane specializate pe domeniul securitate industrială;

- g) Identificarea elementelor de instabilitate la adresa securității industriale:
- *Amenințări:* interne: proprii angajați; corupție; sabotaj; furt; violență la locul de muncă; criminalitate; externe: calamități naturale; crize naționale; situații speciale; acte de terorism; poluare; război; legislație precară;
 - *Riscuri:* generarea stării de instabilitate și insecuritate industrială generarea stării de instabilitate și insecuritate a locurilor de muncă și lucrătorilor;
 - *Vulnerabilități:* posibilitatea unor atacuri criminale, teroriste și cibernetice; posibilitatea unor incidente majore asupra obiectivelor industriale sau infrastructurilor critice; posibilitatea unor accidente de muncă asupra lucrătorilor;
 - *Acte de rea-voință:* posibilitatea unor incidente sau accidente;
- h) Componenta și schema conceptului de Sistem Integrat de Securitate Industrială: *Managementul Riscului; Managementul Securității și Protecției Infrastructurilor Critice; Managementul Securității Și Sănătății în Muncă; Managementul Anti-Mită; Managementul Continuității Activității;*
- i) Etapizarea Sistemului Integrat de Securitate Industrială: *Analiza și identificarea amenințărilor interne și externe; Identificarea și evaluarea riscurilor de securitate; Identificarea vulnerabilităților; Identificarea și evaluarea riscurilor de securitate și sănătate în muncă; Auditarea (evaluarea conformării cu cerințele legale și cu alte cerințe) obiectivelor industriale; Identificarea locurilor de muncă cu pericol iminent de accidentare; Identificarea și evaluarea infrastructurilor critice; Implementarea managementului anti-mită; Implementarea managementului continuității activității;*
- j) Identificarea rezultatelor provenite din analiza, identificarea și auditarea obiectivelor industriale: *Elaborarea strategiilor de securitate; Amenințările identificate; Tolerarea și minimizarea riscurilor industriale și de S.S.M. identificate; Vulnerabilitățile identificate; Infrastructurile critice identificate; Elementele generatoare de insecuritate; Elementele de rea-voință;*
- k) Rolul, scopul, definițiile, legislația și componenta protecției infrastructurilor critice;
- l) Importanța sectoarelor industriale aferente infrastructurilor critice naționale și europene;
- m) Structura și schema Planului de Securitate la Operatorul de infrastructură critică:
- *Date de identificare:* Datele despre operatorul de infrastructură critică; Descrierea infrastructurii critice (localizare, domeniu de activitate, importanță națională);
 - *Analiza riscurilor:* Identificarea amenințărilor relevante (fizice, cibernetice, organizaționale); Evaluarea vulnerabilităților; Calcularea nivelului de risc (de obicei cu matrici de risc);
 - *Măsuri de protecție și prevenție:* Măsuri fizice (garduri, supraveghere video, control acces, patrulare); Măsuri cibernetice (firewall-uri, sisteme de detecție a intruziunilor, backup-uri); Măsuri organizaționale (proceduri, instruire angajați, controlul accesului la informații);

- *Planuri de intervenție și răspuns*: Proceduri de alertare rapidă; Roluri și responsabilități în caz de incident: Colaborarea cu autoritățile (Poliție, SRI, ISU, STS);
 - *Plan de continuitate a activității*: Măsuri pentru menținerea operaționalității în caz de incidente; Proceduri de revenire la normal;
 - *Mecanisme de monitorizare și audit*: Cum se verifică implementarea măsurilor; Frecvența controalelor interne; Rapoarte către autoritățile competente (de ex. către Centrul Național de Coordonare a Protecției Infrastructurilor Critice – CNCPIC);
 - *Program de instruire și exerciții*: Instruirea regulată a personalului; Organizarea de exerciții de simulare a incidentelor;
 - *Anexe*: Hărți; Organigrame; Liste de contact de urgență; Alte documente relevante (planuri de evacuare, etc.).
- n) Rolul, scopul, definirea și componența rezilienței infrastructurilor critice;
- o) Structura, schema monofilară și componența circuitelor primare ale stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești, pe fiecare stație în parte;
- p) Descrierea, etapizarea și schematizarea metodologiei de evaluarea a riscurilor de securitate energetică: *Etapa 1* – Construirea scenariilor de risc, *Etapa 2* – Prioritizarea și selectarea scenariilor de risc, *Etapa 3* – Evaluarea probabilității și impactului, *Etapa 4* – Modalitatea de calcul a riscului și analiza incertitudinii, *Etapa 5* – Analiza capacităților de intervenție;
- q) Premisele teoretice privind riscurile, inclusiv modelul matematic pe 3 și 5 nivele de risc;
- r) Prezentarea și modelul matematic privind modelarea regimurilor de funcționare (regimul permanent și de scurtcircuit).

1.2.4. Din punct de vedere al contribuțiilor practice și aplicative

Contribuții practice:

- a) Generarea și dezvoltarea schemei de proces, trasabilitate și dispunere în teren a infrastructurilor critice energetice din cadrul SEN: *centrale electrice* → producere energie electrică, *stații electrice* → conexiune și transformare energie electrică și *linii electrice* → transport și distribuție energie electrică;
- b) Generarea și dezvoltarea schemei, modului de lucru și componența SEN: *Subsistemul Energetic la Energiei Regenerabile* → hidro/fotovoltaic/eolian/biomasă, *Subsistemul Energetic al Gazelor Naturale* → termocentrale pe gaze naturale, *Subsistemul Energetic al Cărbunelui* → termocentrale pe cărbune, *Subsistemul Energetic al Uraniului* → centrale nucleare;
- c) Identificarea, rolul, scopul și necesitatea interconexiunilor internaționale la tensiunea de 400 kV ale SEN în scopul siguranței și securității: *Ucraina* (LEA Roșiori – Mukacevo și Isaccea – Ucraina Sud, linie dezafectată ce funcționa la tensiunea de 750 kV), *Ungaria* (LEA Nădab – Bekescsaba și Arad – Sandorfalva), *Serbia* (LEA Reșița – Pancevo 2 și Porțile de Fier – Djerdap), *Bulgaria* (LEA Țânțăreni – Kosloduy, Rahman – Dobrudja și Stupina – Varna), *Republica Moldova* (Isaccea - Vulcănești);
- d) Generarea și dezvoltarea schema funcționării SEN la ENTSO-E: *România* → *Guvernul României* → *Secretariatul General al Guvernului* → *CNTEE Transelectrica SA* (operator de transport și sistem) → *Sistemul Energetic Național* → *ENTSO-E* (sistem energetic european);

- e) Identificarea principalilor factori de risc (cauze defect) în cazul unui scenariu de black-out: *Defecțiuni în Rețeaua Electrică de Transport, Dezechilibre între producție și consum, Defecțiuni ale centralelor electrice, Coordonare deficitară în Dispeceratul Energetic Național, Probleme în sistemele de protecție și automatizare, Cyber-atacuri sau erori informatice, Calamități naturale sau catastrofe;*
- f) Identificarea și exemplificarea elementelor-cheie în evaluarea rezilienței naționale: *Capacitatea instituțională, Infrastructura critică, Răspunsul la crize, Economie și finanțe, Dimensiunea societală, Dimensiunea de securitate și apărare, Sustenabilitate și schimbări climatice;*
- g) Identificarea și exemplificarea metodelor de evaluare a rezilienței naționale: *Indicatori cantitativi și calitativi (indicele de guvernare, indicele de percepție a corupției, capacitatea sistemului medical, nivelul de digitalizare etc.); Scenarii și simulări de criză (exerciții naționale, tip „tabletop” sau simulate); Evaluări externe (audituri NATO, UE sau ale altor parteneri internaționali); Consultări publice și sondaje (pentru măsurarea percepției populației);*
- h) Identificarea și exemplificarea etapelor prevenirii, pregătirii și gestionării crizelor de energie electrică (acțiuni majore):
- *Evaluarea riscurilor:* evaluarea riscurilor la adresa siguranței alimentării cu energie electrică; metodologia de identificare a scenariilor regionale de criză de energie electrică; identificarea scenariilor regionale de criză de energie electrică; identificarea scenariilor naționale de criză de energie electrică; metodologia pentru evaluările adecvării pe termen scurt și sezoniere; evaluările adecvării pe termen scurt și sezoniere;
 - *Planurile de pregătire pentru riscuri:* stabilirea planurilor de pregătire pentru riscuri; conținutul planurilor de pregătire pentru riscuri în ceea ce privește măsurile naționale; conținutul planurilor de pregătire pentru riscuri în ceea ce privește măsurile regionale și bilaterale; evaluarea planurilor de pregătire pentru riscuri;
 - *Gestionarea crizelor de energie electrică:* alerta timpurie și declararea unei crize de energie electrică; cooperare și asistență; respectarea normelor pieței;
 - *Evaluare și monitorizare:* evaluare ex post; monitorizarea; tratarea informațiilor confidențiale;
- i) Generarea și dezvoltarea schemei interdependențelor dintre sistemele publice naționale și Rețeaua Electrică de Transport: *Sistemul Energetic Național → Rețeaua Electrică de Transport (stații electrice și linii electrice + centralele electrice) → Sisteme Publice Naționale (sistem alimentar, sistem transport, sistem financiar, sistem industrial, sistem administrativ, sistem informații/comunicații/situații de urgență, sisteme de infrastructuri critice);*
- j) Generarea și dezvoltarea schemei funcțiunilor operatorului național de transport și sistem CNTEE Transelectrica SA: *Sistemul Energetic Național → Rețeaua Electrică de Transport → CNTEE Transelectrica SA (operator: transport, sistem, piață echilibrare, comercial, metering, telecomunicații și IT);*
- k) Componenta Rețelei Electrice de Transport (toate stațiile electrice la tensiunea de 400 kV și 220 kV, toate liniile electrice aeriene la tensiunea de 400 kV și 220 kV și centralele generatoare de energie electrică).

Contribuții aplicative:

În cadrul acestei cercetări aplicative au fost obținute următoarele rezultate cu caracter de noutate: *Metodologie integrată de evaluare critică a unei stații electrice de înaltă importanță strategică industrială, care combină identificarea amenințărilor, pericolelor și*

vulnerabilităților, evaluarea riscurilor de securitate energetică și modelarea regimurilor de funcționare și cuantificată prin propunerea de măsuri de siguranță și securitate a stației electrice Sărdănești în contextul securității alimentării cu energie electrică a consumatorilor industriali din Bazinul Carbonifer Oltenia.

Acțiuni:

- a) Analiza critică a stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești prin identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților pentru următoarele obiective energetice:
 - Stația electrică 220 kV;
 - Stația electrică 110 kV;
 - Stația electrică 20 kV.
- b) Analiza critică a stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești prin evaluarea următoarelor riscuri de securitate energetică:
 - Evaluarea riscului de alimentare cu energie electrică;
 - Evaluarea riscului Avarie Tehnică;
 - Evaluarea riscului Calamitate Naturală;
 - Evaluarea riscului Atac Terorist;
 - Evaluarea riscului Incendiu AT 220//110/20 kV – 200 MVA.
- c) Modelarea funcționării stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești prin următoarele regimuri:
 - Modelarea regimului permanent (pierderi de puteri active și reactive, căderi de tensiune, circulația de curenți, circulația de puteri, depășiri de tensiune, încărcare autotransformatoare și pierderi totale);
 - Modelarea regimului de scurtcircuit (scurtcircuit de bara de 220 kV, scurtcircuit de bara de 110 kV și scurtcircuit toate nodurile);
- d) Dezvoltarea Soluțiilor tehnice și organizatorice privind siguranța și securitatea stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești, compusă din următoarele:
 - Soluții tehnice și organizatorice generate de identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților;
 - Soluții tehnice și organizatorice generate de evaluarea riscurilor de securitate energetică;
 - Soluții tehnice și organizatorice generate de modelarea regimurilor de funcționare.
- e) Dezvoltarea și elaborarea Planului de Securitate Industrială – document strategic confidențial ce cuprinde toate informațiile privind analiza critică a stației electrice Sărdănești (identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților, evaluarea riscurilor de securitate și modelarea regimurilor de funcționare), cotată ca infrastructură critică, precum și soluțiile tehnice și organizatorice privind siguranța și securitatea stației electrice Sărdănești.

1.2.5. Din punct de vedere al diseminării rezultatelor

În perioada stagiului de doctorat și al documentărilor prealabile efectuate am publicat ca prim și coautor un număr de **12** articole științifice și **2** cărți publicate la edituri naționale și **4** capitole de carte publicate la edituri internaționale, după cum urmează (detalii în anexa 1):

- **1** articol publicat în revistă (MDPI) indexată Web of Science (Q2);
- **11** lucrări științifice publicate în reviste de specialitate indexate BDI;
- **2** cărți publicate la edituri naționale;

- 4 capitole de carte publicate la edituri internaționale.

1.3. LIMITE ALE STUDIULUI

Limitele esențiale ale cercetărilor prezentate în cadrul prezentei lucrări de cercetare pentru analiza critică a stației electrice 220/110/20 kV Sărdănești prin identificarea amenințărilor, pericolelor și vulnerabilităților, evaluarea următoarelor riscuri de securitate energetică și modelarea regimurilor de funcționare, pot fi sintetizate astfel:

- tema de cercetare științifică abordată are misiunea de a identifica elementele de instabilitate și insecuritate la adresa stației electrice cotate ca infrastructură critică, prin analiza critică, în scopul de prevenire și eliminare a amenințărilor potențiale și să fie aplicabilă de către ofițerul de legătură securitate, experților și specialiștilor pe probleme de securitate industrială, energetică și națională;
- o analiză și abordare de acest gen este imperios necesară să pornească de la decidenții, gestionarii, operatorii și managerii de infrastructuri critice naționale și europene, pentru asigurarea unui climat sănătos de securitate industrială, energetică și națională.

1.4. DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE

Astfel, adâncirea și accentuarea cunoștințelor tehnice și de securitate în această specializare de cercetare multidisciplinară, interdisciplinar și transdisciplinară, abordată în cadrul prezentei lucrări de cercetare științifică și a contribuțiilor personale aduse, pot fi propuse următoarele direcții esențiale de cercetare spre care să fie direcționate și mobilizate eforturile în contextul continuării și desăvârșirii cercetărilor științifice:

- continuitatea și aprofundarea cercetărilor va trebui să cuprindă direcții importante privind cultura de protecție și securizare a infrastructurilor critice naționale și europene (stații electrice) la fiecare gestionar/proprietar/operator de infrastructură critică națională și europeană (stație electrică), deficitare pe plan european și național;
- necesitatea de verificare a modului în care ofițerul de legătură securitate și specialiștii, organizează și gestionează protecția și securizarea infrastructurilor critice naționale și europene (stații electrice), în scop de prevenire și reziliența stărilor de black-out;
- extinderea analizei către întregul lanț de alimentare din Bazinul Carbonifer Oltenia, pentru a identifica interdependențele critice între stațiile electrice și liniile de transport; implementarea și testarea în teren a sistemelor de monitorizare bazate pe inteligență artificială, cu capacitate de detectare timpurie a anomaliilor;
- studiul impactului integrării sursele regenerabile de energie asupra stabilității și securității alimentării stației Sărdănești;
- elaborarea unui cadru de politici și proceduri pentru creșterea rezilienței infrastructurii energetice în fața riscurilor naturale și tehnologice și crearea unei platforme digitale de analiză în timp real care să centralizeze datele din exploatare și să faciliteze luarea deciziilor operative.