

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
ȘCOALA DOCTORALĂ
DOMENIUL DE DOCTORAT: INGINERIE INDUSTRIALĂ**

ing. FÎȚĂ NICOLAE DANIEL

REZUMAT

TEZĂ DE DOCTORAT

**CERCETĂRI PRIVIND IDENTIFICAREA
VULNERABILITĂȚILOR INFRASTRUCTURILOR
CRITICE DIN CADRUL SISTEMULUI
ELECTROENERGETIC NAȚIONAL DE ULTRA ÎNALTĂ
ȘI FOARTE ÎNALTĂ TENSIUNE CU CONEXIUNE
INTERNAȚIONALĂ**

**Conducător științific:
prof.univ.dr.habil.ing. MORARU ROLAND IOSIF**

**PETROȘANI
- 2020 -**

CUPRINS

Cuvânt înainte	1
Cuprins	2
Abrevieri	7
Lista figurilor	8
Lista tabelelor	10
Importanța și necesitatea temei. Obiectivele și structura tezei de doctorat	13

PARTEA I**STADIUL ACTUAL AL CADRULUI LEGISLATIV, CONCEPTUAL ȘI METODOLOGIC DE ABORDARE A INFRASTRUCTURILOR CRITICE DIN CADRUL SISTEMULUI ELECTROENERGETIC NAȚIONAL****Capitolul 1 CADRUL LEGISLATIV ȘI STRUCTURAL PRIVIND INFRASTRUCTURILE CRITICE ENERGETICE 19**

1.1. Cadrul legislativ privind infrastructurile critice	19
1.2. Concepte și noțiuni de bază ale domeniului de cercetare	21
1.3. Sectoarele industriale aferente infrastructurilor critice naționale/europene și autoritățile publice responsabile	25
1.4. Planurile de securitate pentru operatori	26
1.5. Sistemul Electroenergetic Național – sistem generator de infrastructuri critice	27
1.6. Scopul și cerințele Sistemului Electroenergetic Național	28
1.7. Funcționarea Sistemului Electroenergetic Național în organizațiile regionale de electricitate din Europa	29
1.8. Interconexiunea Sistemului Electroenergetic Național cu sistemele electroenergetice vecine	32
1.9. Funcționarea Sistemului Electroenergetic Național	32
1.10. Stările Sistemului Electroenergetic Național	34
1.11. Tipologia defectelor în funcționarea Sistemului Electroenergetic Național	36

Capitolul 2 ROLUL ȘI IMPORTANȚA INFRASTRUCTURILOR CRITICE ÎN CONTEXTUL SECURITĂȚII NAȚIONALE 37

2.1. Conceptul de infrastructură critică	37
2.2. Securitatea Energetică	43
2.3. Ciclul de viață al infrastructurilor critice	51
2.4. Stadiul actual al cercetării privind infrastructurile critice	54

Capitolul 3 METODOLOGIA DE EVALUARE A RISCURILOR ASOCIATE INFRASTRUCTURILOR CRITICE ȘI DE INTEGRARE A EVALUĂRIILOR DE RISC SECTORIALE 60

3.1. Introducere	60
3.2. Cadrul legislativ	60
3.3. Scop și obiective	61
3.4. Cauzalitatea riscurilor	62
3.5. Prezentarea conținutului metodologiei de evaluare a riscurilor	62

PARTEA II**CONTRIBUȚII PRIVIND IDENTIFICAREA VULNERABILITĂȚILOR INFRASTRUCTURILOR CRITICE DIN CADRUL SISTEMULUI ELECTROENERGETIC NAȚIONAL DE ULTRA ÎNALTĂ ȘI FOARTE ÎNALTĂ TENSIUNE CU CONEXIUNE INTERNAȚIONALĂ****Capitolul 4 MODELAREA CU GIS REȚELEI ELECTRICE DE TRANSPORT – OBIECTIV STRATEGIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ 67**

4.1. Prezentarea programului GIS	67
4.2. Modelarea și analiza spațială a hărților aferente Rețelei Electrice de Transport cu ajutorul subprogramului ArcGis	69

Capitolul 5 DELIMITAREA CONSTRUCTIV – REGIONALĂ ȘI IDENTIFICAREA INFRASTRUCTURILOR CRITICE DE INTERES STRATEGIC NAȚIONAL ȘI INTERNAȚIONAL DIN CADRUL REȚELEI ELECTRICE DE TRANSPORT 77

5.1. Delimitarea constructiv – regională a infrastructurilor critice aferente regiunilor de dezvoltare	77
5.2. Identificarea infrastructurilor critice de interes național și internațional	85

Capitolul 6	EVALUAREA RISCURILOR ASOCIATE INFRASTRUCTURILOR CRITICE ȘI INTEGRAREA ANALIZELOR DE RISC SECTORIALE – TRANSPORT ENERGIE ELECTRICĂ	92
6.1.	Identificarea și analiza riscurilor	92
6.2.	Identificarea și analiza vulnerabilităților	122
6.3.	Identificarea și analiza pericolelor	127
6.4.	Identificarea și analiza amenințărilor	128
6.5.	Conceptia și elaborarea "Metodologiei de identificare, desemnare, analiză, evaluare, protecție și securizare a infrastructurilor critice electroenergetice și evaluarea riscurilor, identificarea vulnerabilităților, pericolelor și amenințărilor generate de acestea"	129
Capitolul 7	SOLUȚII TEHNICE ȘI MANAGERIALE PROPUSE PRIVIND SIGURANȚA ȘI SECURITATEA SISTEMULUI ELECTROENERGETIC NAȚIONAL ÎN SCOPUL CREȘTERII SECURITĂȚII ENERGETICE	141
7.1.	Soluții tehnice privind siguranța Sistemului Electroenergetic Național	141
7.2.	Soluții manageriale privind securitatea Sistemului Electroenergetic Național	150
Capitolul 8	CONCLUZII, CONTRIBUȚII ORIGINALE, LIMITE ALE STUDIULUI ȘI DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE	158
8.1.	Concluzii	158
8.2.	Contribuții originale	160
8.3.	Limite ale studiului și direcții de cercetare viitoare	165
BIBLIOGRAFIE		167

ANEXE

1	Analiza Regiunii de Dezvoltare București – Ilfov (urbană, demografică, geografică, caracteristici de mediu, servicii de bază, infrastructuri critice energetice și riscuri/vulnerabilități/pericole/amenințări la adresa acestora)	172
2	Analiza Regiunii de Dezvoltare Centru (urbană, demografică, geografică, caracteristici de mediu, servicii de bază, infrastructuri critice energetice și riscuri/vulnerabilități/pericole/amenințări la adresa acestora)	177
3	Analiza Regiunii de Dezvoltare Nord – Est (urbană, demografică, geografică, caracteristici de mediu, servicii de bază, infrastructuri critice energetice și riscuri/vulnerabilități/pericole/amenințări la adresa acestora)	182
4	Analiza Regiunii de Dezvoltare Sud – Est (urbană, demografică, geografică, caracteristici de mediu, servicii de bază, infrastructuri critice energetice și riscuri/vulnerabilități/pericole/amenințări la adresa acestora)	187
5	Analiza Regiunii de Dezvoltare Sud (urbană, demografică, geografică, caracteristici de mediu, servicii de bază, infrastructuri critice energetice și riscuri/vulnerabilități/pericole/amenințări la adresa acestora)	192
6	Analiza Regiunii de Dezvoltare Sud – Vest (urbană, demografică, geografică, caracteristici de mediu, servicii de bază, infrastructuri critice energetice și riscuri/vulnerabilități/pericole/amenințări la adresa acestora)	197
7	Analiza Regiunii de Dezvoltare Vest (urbană, demografică, geografică, caracteristici de mediu, servicii de bază, infrastructuri critice energetice și riscuri/vulnerabilități/pericole/amenințări la adresa acestora)	202
8	Analiza Regiunii de Dezvoltare Nord – Vest (urbană, demografică, geografică, caracteristici de mediu, servicii de bază, infrastructuri critice energetice și riscuri/vulnerabilități/pericole/amenințări la adresa acestora)	208
9	Lista articolelor și lucrărilor științifice publicate în urma cercetării doctorale	212

1. CUVINTE CHEIE

În continuare pentru o mai bună înțelegere a expunerii ce urmează se impune enumerarea câtorva noțiuni specifice domeniului abordat: *sistem electroenergetic național, vulnerabilități, riscuri, amenințări, pericole, evaluare riscuri industriale, protecția infrastructurilor critice naționale/europene, stații electrice, linii electrice aeriene, plan de securitate la operator, securitate energetică, securitate industrială, securitate națională, bunăstare.*

2. IMPORTANȚA, NECESITATEA ȘI OBIECTIVELE TEMEI

Importanța temei

Apariția tot mai des a cazurilor de terorism electroenergetic - *black-out* (ieșirea totală din funcțiune a Sistemului Electroenergetic Național) și folosirea energiei electrice ca posibilă armă energetică sau instrument de presiune pe tot mapamondul, face ca tema abordată să fie de mare importanță și actualitate, știindu-se faptul că anumite aparate și echipamente din cadrul infrastructurilor critice energetice (stații electrice, centrale electrice, linii electrice aeriene) pot fi telecomandate de la mare distanță prin atacuri cibernetice.

Nealimentarea cu energie electrică a consumatorilor duce automat la declanșarea unei crize naționale, prin faptul că toate sectoarele economiei naționale depind de energia electrică. O dată ce criza este declanșată se instalează starea de dezechilibru social care aduce concomitent daune extreme asupra siguranței cetățeanului și securității naționale.

În acest context, Sistemul Electroenergetic Național, prin Rețeaua Electrică de Transport, devine obiectiv strategic de importanță națională prin faptul că este un generator de infrastructuri critice naționale și europene. Securitatea energetică a României depinde de independența energetică în contextul dezvoltării durabile a Uniunii Europene, de aceea trebuie creați factori de stabilitate energetică prin: asigurarea necesarului de resurse primare (gaze naturale, petrol, cărbune, uraniu, etc.) și de producere al energiei electrice și limitarea dependenței de cele din import; diversificarea surselor de resurse primare din import, de producere al energiei electrice și a rutelor de transport a acestora; creșterea nivelului de adecvare și siguranță a rețelelor naționale de transport privind întreruperea cu energie electrică și gaze naturale; protecția infrastructurii critice privind integritatea fizică a obiectivelor energetice; securizarea locurilor de muncă și a lucrătorilor prin evitarea și/sau stoparea accidentelor/incidentelor tehnice care pot duce la perturbarea sistemului energetic.

Dar securitatea energetică a României este pusă în pericol de diferite *vulnerabilități* (hazarduri naturale și antropice), *amenințări* (terorism, instabilitate politică, conflicte armate și piraterie) și *pericole* (lipsa alimentării cu materii prime necesare producerii energiei electrice, folosirea energiei electrice ca armă sau instrument de presiune, costuri mari ale energiei electrice, etc.) care pot atenta la siguranța și securitatea Sistemului Electroenergetic Național. Se consideră că este necesar ca Sistemul Electroenergetic Național să fie supus riguros unei evaluări de risc sectorial – transport energie electrică, pentru a se identifica, combate și elimina vulnerabilitățile, pericolele și amenințările care pot genera nesiguranță și insecuritate a Sistemului Electroenergetic Național. Se recomandă ca procesele de identificare, evaluare și control al riscurilor să fie realizate mai mult proactiv decât reactiv.

Necesitatea temei

Necesitatea identificării vulnerabilităților infrastructurilor critice de ultra și foarte înaltă tensiune din cadrul Sistemului Electroenergetic Național, rezultă din următoarele considerente:

- a) Știindu-se faptul că Sistemul Electroenergetic Național este de importanță strategică națională, el trebuie evaluat și monitorizat în permanență din punct de vedere al riscurilor sectoriale – transport energie electrică, în vederea identificării vulnerabilităților.
- b) Această necesitate de evaluare a riscurilor sectoriale vine și din perspectiva europeană deoarece România este interconectată la sistemul electroenergetic al Uniunii Europene care face interconexiunea diferitelor magistrale electroenergetice din țările nordice până în țările sudice sau din țările vestice până în țările estice și chiar până la capătul estic al Rusiei, Vladivostok.
- c) Prin cunoașterea vulnerabilităților se pot identifica automat pericolele și amenințările la care Sistemul Electroenergetic Național este supus și angrenat și se pot crea măsuri sau strategii naționale/europene de protecție și securizare a infrastructurilor critice naționale/europene.
- d) Anumite scenarii de risc dezvoltate au un nivel ridicat de risc cu efecte devastatoare asupra securității naționale.

- e) În acest context, Managementul Protecției Infrastructurilor Critice, Managementul Riscurilor și Managementul Securității și Sănătății în Muncă trebuie să formeze un sistem integrat de securitate, coerent, transparent și convergent către obiectivul SECURITATE.
- f) Se consideră că infrastructura critică energetică este locul comun unde se întâlnește latura militară/intelligence și latura civilă, iar datoria fiecărui specialist (militar/intelligence/civil) este de a găsi mijloace comune de securizare a acestor infrastructuri critice prin mijloace proprii comune și palpabile care conferă securitate și bunăstare României, Uniunii Europene și NATO.
- g) Accesul la energia electrică care este creat de aceste infrastructuri critice este un drept comun al fiecărui cetățean și ne responsabilizează să găsim împreună soluții tehnice/militare/intelligence pe timp de pace dar și pe timp de criză sau război.
- h) Vulnerabilitatea securității energetice trebuie combătută și eliminată prin investiții majore în infrastructură energetică (stații electrice, linii electrice și centrale electrice) și personal specializat în securitatea infrastructurilor critice și siguranța Sistemului Electroenergetic Național.
- i) Problematika privind securitatea aparatelor și echipamentelor din cadrul infrastructurilor (critice/normale) energetice nu trebuie abordată doar din perspectiva cerințelor esențiale de securitate pe care trebuie să le ia în considerare proiectanții și producătorii de aparate și echipamente energetice, ci trebuie să țină cont și de interacțiunea om - infrastructură, adică de asigurarea securității și sănătății lucrătorilor care le utilizează la locul de muncă respectiv (stație electrică, centrală electrică, linie electrică aeriană).
- j) Riscurile, pericolele și amenințările generate de utilizarea de către lucrători a aparatelor și echipamentelor energetice din cadrul infrastructurilor critice constituie un domeniu particular al riscurilor, pericolelor și amenințărilor ocupaționale la care aceștia pot fi expuși și, ca urmare, acestea nu pot fi disociate și tratate separat, ele trebuind să beneficieze de o abordare sistemică și integrată, care să ia în considerare ansamblul complex de condiționări și interdependențe specifice sistemelor de muncă moderne.
- k) Toate aceste aspecte susțin importanța și oportunitatea cercetării științifice consacrate evaluării riscurilor sectoriale – transport energie electrică, dezvoltării metodelor de evaluare dedicate minimizării riscurilor ocupaționale care să poată fi utilizate de către toți actorii implicați.

Obiective

Obiective generale

Obiectivul central al cercetărilor doctorale este de a defini o abordare metodologică, precum și instrumentele de aplicare specifice care să permită identificarea, desemnarea, analiza, evaluarea, protecția și securizarea infrastructurilor critice electroenergetice și structurarea cerințelor globale și specifice de securitate la operarea infrastructurilor critice energetice.

Rezultatul vizat constă în elaborarea și integrarea unor instrumente aplicabile de către ofițerii de legătură pentru securitate, experților sau specialiștilor pe probleme de securitate și personalului operativ din stații sau centrale electrice, care lucrează și operează cu infrastructurile critice, în vederea prevenirii și minimizării riscurilor, combaterea și eliminarea vulnerabilităților și combaterii și eliminării pericolelor și amenințărilor.

Obiective specifice

- 1) Realizarea unui studiu vizând evoluția, principiile de prevenire și minimizare a riscurilor, combatere și eliminare a vulnerabilităților, pericolelor și amenințărilor și cadrul legislativ privind protecția și securizarea infrastructurilor critice și a lucrătorilor.
- 2) Sintetizarea tipologiei și caracteristicilor de securitate ale infrastructurilor critice energetice.
- 3) Analiza structurală a procesului de apreciere a riscurilor la infrastructurile critice energetice.
- 4) Analiza multifactorială a statisticilor incidentelor tehnice, avariilor tehnice și a accidentelor de muncă la operarea infrastructurilor critice.
- 5) Elaborarea unei *Metodologii de identificare, desemnare, analiză, evaluare, protecție și securizare a infrastructurilor critice electroenergetice și evaluarea riscurilor, identificarea vulnerabilităților, pericolelor și amenințărilor generate de acestea*, aplicabilă și simplistă care necesită studiu documentar din literatura de specialitate și cunoașterea legislației naționale și europene în vigoare și a standardelor de securitate și risc. Metodologia cuprinde 3 părți componente:
 - *Infrastructurile critice neevaluate* din cadrul Sistemului Electroenergetic Național (stații electrice, centrale electrice și linii electrice), cu următoarele procese:
 - *identificare;*
 - *desemnare;*

- analiză;
- *Riscurile sau factorii de risc* la adresa infrastructurilor critice neevaluate:
 - evaluare;
 - identificare vulnerabilități;
 - identificare pericole;
 - identificare amenințări.
- *Infrastructurile critice evaluate* din cadrul Sistemului Electroenergetic Național (stații electrice, centrale electrice și linii electrice), cu următoarele procese:
 - măsuri de protecție;
 - măsuri de securizare.

3. STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT

Teza de doctorat este structurată pe 8 capitole și cuprinde în total 215 pagini, 172 pagini consacrate demersului științific propriu-zis și 43 pagini corespunzătoare celor 9 anexe, 64 figuri, 92 tabele, și 107 de referințe bibliografice.

Structura pe capitole a lucrării urmărește o abordare procesuală, prin care fiecare capitol prezintă aspecte care ulterior au fost introduse în concepția și elaborarea metodologiei. În cadrul lucrării sunt prezentate sintetic și sistematic cercetările proprii, care reprezintă rezultatul coordonării eforturilor de documentare, de culegere și prelucrare a datelor, precum și de concepție.

Partea întâia a tezei de doctorat este consacrată stadiului actual al cadrului legislativ, conceptual și metodologic de abordare a infrastructurilor critice din cadrul Sistemului Electroenergetic Național.

Partea a doua a tezei de doctorat este consacrată contribuțiilor privind identificarea vulnerabilităților infrastructurilor critice din cadrul Sistemului Electroenergetic Național de ultra înaltă și foarte înaltă tensiune cu conexiune internațională.

Capitolul 1, intitulat „*Cadrul legislativ și structural privind infrastructurile critice energetice*” este dedicat prezentării sintetice a aspectelor relevante vizând analiza cadrului legislativ și structural din domeniul infrastructurilor critice naționale și europene și a sectoarelor industriale unde acestea se regăsesc, precum și generalități privind funcționarea Sistemului Electroenergetic Național ca sistem generator de infrastructuri critice. Rezultatele analizei efectuate în cadrul acestui capitol stau la baza evidențierii rolului și importanței infrastructurilor critice din cadrul Sistemului Electroenergetic Național (stații electrice, centrale electrice și linii electrice aeriene) în contextul securității naționale.

Capitolul 2, intitulat „*Rolul și importanța infrastructurilor critice în contextul securității naționale*” este dedicat analizei și studiului cadrului conceptual al infrastructurilor critice naționale și europene privind amenințările, protecția, siguranța și securitatea lor, precum și a securității energetice privind vulnerabilitățile, amenințările și pericolele la adresa ei. Capitolul mai dezbate și faptul că energia electrică poate fi folosită ca armă energetică sau instrument de presiune. Rezultatele analizei și studiului efectuat în cadrul acestui capitol stau la baza evidențierii necesității de evaluare a riscurilor asociate infrastructurilor critice și de integrare a evaluărilor de risc sectoriale, aferente Sistemului Electroenergetic Național în contextul identificării vulnerabilităților, amenințărilor și pericolelor la adresa lui. Rezultatele analizei efectuate în cadrul metodologiei de evaluare a riscurilor asociate infrastructurilor critice și de integrare a evaluărilor de risc sectoriale stau la baza necesității temei prezentei teze de doctorat.

Capitolul 3, intitulat „*Metodologia de evaluare a riscurilor asociate infrastructurilor critice și de integrare a evaluărilor de risc sectoriale*” este dedicat analizei conceptuale și legislative, precum și a prezentării în ansamblu a metodologiei de evaluare a riscurilor asociate infrastructurilor critice și de integrare a evaluărilor de risc sectoriale. Cu această metodă se vor evalua riscurile sectoriale aferente infrastructurilor critice din cadrul sectorului energetic, subsector transport energie electrică și prezintă pașii exacti care trebuie respectați în procesul de identificare și evaluare a diferitelor scenarii de risc posibile care pot pune în pericol Sistemul Electroenergetic Național. O dată ce metoda este cunoscută și aplicată corect de către utilizatori se poate trece la evaluarea propriu-zisă a riscurilor asociate infrastructurilor critice energetice, dar nu înainte de a modela (construi) hărțile aferente Rețelei Electrice de Transport din România.

Capitolul 4, intitulat „*Modelarea cu GIS a Rețelei Electrice de Transport – Obiectiv strategic de importanță națională*” este dedicat prezentării generale a programului de modelare și analiză spațială GIS (Geographical Information System), precum și a modelării (reprezentarea cartografică în Proiecția Stereografică 1970) hărților de 220 kV și 400 kV din cadrul Rețelei Electrice de Transport din România. O dată ce hărțile de 220 kV și 400 kV sunt modelate (construite) se poate trece la delimitarea constructiv-

regională și identificarea infrastructurilor critice de interes strategic național și internațional din cadrul Rețelei Electrice de Transport.

Capitolul 5, intitulat „*Delimitarea constructiv-regională și identificarea infrastructurilor critice de interes strategic național și internațional din cadrul Rețelei Electrice de Transport*” este dedicat delimitării constructiv-regionale a infrastructurilor critice aferente regiunilor de dezvoltare din România, precum și a identificării infrastructurilor critice de interes strategic național cu conexiune internațională, infrastructurilor critice care pot deveni de interes strategic național și cu posibilă conexiune internațională și infrastructurilor critice care pot deveni de interes strategic internațional și cu posibilă conexiune națională, în scopul siguranței și securității Sistemului Electroenergetic Național și a sistemelor electroenergetice vecine. Rezultatele delimitării și identificării infrastructurilor critice efectuate în cadrul acestui capitol stau la baza evidențierii necesității de evaluare a riscurilor asociate infrastructurilor critice și de integrare a evaluărilor de risc sectoriale, aferente Sistemului Electroenergetic Național în contextul identificării vulnerabilităților, amenințărilor și pericolelor la adresa lui.

Capitolul 6, intitulat „*Evaluarea riscurilor asociate infrastructurilor critice și integrarea analizelor de risc sectoriale – Transport Energie Electrică*” este dedicat evaluării riscurilor asociate infrastructurilor critice energetice conform celor 4 scenarii de risc (*incident tehnic, avarie tehnică, calamitate naturală și atac terorist*), a identificării și analizei riscurilor (*sectoriale, naturale, tehnologice, biologice și de securitate și sănătate în muncă*), vulnerabilităților, pericolelor și amenințărilor, precum și a concepției și elaborării "*Metodologiei de identificare, desemnare, analiză, evaluare, protecție și securizare a infrastructurilor critice electroenergetice și evaluarea riscurilor, identificarea vulnerabilităților, pericolelor și amenințărilor generate de acestea*". Rezultatele obținute în urma evaluării riscurilor asociate infrastructurilor critice energetice și identificării vulnerabilităților, pericolelor și amenințărilor din cadrul acestui capitol stau la baza evidențierii necesității de îmbunătățire a creșterii siguranței și securității Sistemului Electroenergetic Național prin implementarea de soluții tehnice și manageriale, precum și a concepției și elaborării unei noi metodologii de identificare, desemnare, analiză, evaluare, protecție și securizare a infrastructurilor critice energetice. Acest capitol este baza prezentei teze de doctorat.

Capitolul 7, intitulat „*Soluții tehnice și manageriale propuse privind siguranța și securitatea Sistemului Electroenergetic Național în scopul creșterii securității energetice*” este dedicat propunerilor de soluții tehnice și manageriale în urma evaluării riscurilor asociate infrastructurilor critice energetice. Soluțiile tehnice și manageriale propuse de autor în urma evaluării riscurilor asociate infrastructurilor critice energetice și identificării vulnerabilităților, pericolelor și amenințărilor din cadrul acestui capitol, stau la baza siguranței și securității Sistemului Electroenergetic Național.

Capitolul 8, intitulat „*Concluzii, Contribuții Originale, Limite ale Studiului și Direcții de Dezvoltare Viitoare*” este dedicat concluziilor, contribuțiilor originale și limitelor studiului și direcțiilor de dezvoltare viitoare ale autorului prezentei teze de doctorat. Prezentarea detaliată a concluziilor, contribuțiilor originale și a limitelor studiului și direcțiilor de dezvoltare viitoare, descrise, pune în evidență necesitatea și aplicabilitatea prezentei teze de doctorat în mediul industrial energetic sau alte medii industriale. În cadrul acestui capitol sunt prezentate principalele aspecte desprinse din studiul și analiza conceptelor, fenomenelor, metodelor, aplicațiilor și rezultatelor obținute. Prezentarea contribuțiilor personale în domeniul temei luate în studiu în cadrul tezei de doctorat este structurată pe cele 2 componente, contribuții teoretice, respectiv contribuții aplicative, o atenție deosebită fiind acordată modului în care acestea pot fi implementate și valorificate. Au fost identificate și direcțiile principale de cercetare în care trebuie să fie orientate în viitor eforturile vizând prevenirea, reducerea, combaterea, stoparea și eliminarea riscurilor, vulnerabilităților, pericolelor și amenințărilor pentru protecția și securitatea infrastructurilor și securitatea și sănătatea lucrătorilor care operează infrastructurile critice.

Gradul de noutate al lucrării constă în modul de abordare gradual, procesual, fundamentat pe cele mai noi cunoștințe, teorii, principii și ipoteze din domeniul protecției și securității infrastructurilor critice și managementului riscurilor, într-o formă care să permită înțelegerea conceptelor, fenomenelor, analiza diferitelor tipuri de riscuri asociate infrastructurilor critice analizate și evaluate. Metoda propusă în capitolul 6 poate fi apreciată ca având caracter de noutate pe plan național.

Gradul de complexitate. Având în vedere natura infrastructurilor critice abordate, importanța contextului legislativ și reglementar, explozia informațională, precum și evoluția cercetării științifice în domeniul securității, pentru conceptualizarea sistemului și fundamentarea teoretică a modelelor utilizate, pentru elaborarea metodologiei de evaluare a riscurilor, au fost necesare cunoștințe din mai multe domenii

(inginerie electroenergetică și industrială, securitate națională, securitate energetică, securitate industrială, securitate și sănătate ocupațională, etc.), ceea ce conferă tezei de doctorat un caracter interdisciplinar și multidisciplinar.

4. CONTRIBUȚII

Contribuții originale

În cadrul prezentei teze de doctorat se descriu instrumente și soluții originale pentru sprijinirea:

- autorităților de stat pe probleme de securitate națională, securitate economică, securitate energetică;
- proprietarilor/operatorilor de infrastructuri critice naționale sau europene;
- ofițerilor de legătură pentru securitate;
- experților și specialiștilor pe probleme de securitate;
- lucrătorilor (personalul operativ din stații și centrale electrice, personalul de mentenanță și personalul de dispecerizare).

și a altor factori interesați în îndeplinirea obligațiilor prevăzute în legislația europeană și națională cu privire la:

- prevenirea și reducerea riscurilor sectoriale;
- prevenirea și reducerea riscurilor naturale;
- prevenirea și reducerea riscurilor tehnologice;
- prevenirea și reducerea riscurilor biologice;
- prevenirea și reducerea riscurilor de securitate și sănătate în muncă;
- combaterea și eliminarea vulnerabilităților;
- prevenirea, combaterea și eliminarea pericolelor;
- prevenirea, combaterea și eliminarea amenințărilor.

Consider că fundamentele teoretice și instrumentele metodologice și aplicative pe care le-am dezvoltat în cadrul stagiului de doctorat, redactate sintetic în cele ce urmează, reprezintă contribuții originale în domeniul cercetărilor care vizează creșterea nivelului de securitate al infrastructurilor critice naționale și europene și bineînțeles a factorului uman. Contribuțiile personale în domeniul menționat includ atât aspecte teoretice, cât și practice.

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

- realizarea unei analize asupra cadrului legislativ național și european privind protecția și securitatea infrastructurilor critice naționale și europene, fundamentată pe o bibliografie amplă, diversificată și deosebit de actuală;
- obiectivul autorului prezentei teze de doctorat este de a elabora o metodologie aplicabilă și simplistă de identificare, desemnare, analiză, evaluare, protecție și securizare a infrastructurilor critice electroenergetice și de evaluare a riscurilor, de identificare a vulnerabilităților și pericolelor și amenințărilor generate de acestea;
- referințele bibliografice reflectă o preocupare constantă pentru parcurgerea celor mai noi și relevante cercetări din domeniul protecției și securității infrastructurilor critice naționale și europene și cu focalizare pe domeniul specific al securității energetice, dovedind un interes deosebit pentru menținerea în actualitatea informațiilor.

Din punct de vedere al stabilirii obiectivelor de cercetare:

- identificarea, pe baza evaluărilor și analizelor realizate, a dificultăților și problemelor din domeniul protecției și securității infrastructurilor critice naționale și europene relevante pentru aspectele specifice legate de riscurile generate de acestea și stabilirea în consecință a obiectivului de cercetare a prezentei teze de doctorat;
- decelarea obiectivelor specifice și stabilirea clară a direcțiilor de acțiune și cercetare pentru realizarea obiectivelor intermediare circumscrise tematicii tezei de doctorat pe baza unor criterii atent selectate;
- identificarea posibilității de elaborare a unei *metodologii de identificare, desemnare, analiză, evaluare, protecție și securizare a infrastructurilor critice electroenergetice și analiza riscurilor, vulnerabilităților, pericolelor și amenințărilor generate de acestea*, care vine în ajutorul ofițerilor de legătură pentru securitate, experților și specialiștilor pe probleme de securitate.

Contribuții teoretice:

- Structura sistemul legislativ piramidal european privind infrastructurile critice;
- Structura funcționării sistemului național privind infrastructurile critice;
- Structura Planului de Securitate la Operator – PSO;
- Schema interdependențelor sectoarelor economiei naționale;
- Schema scopului și cerințelor SEEN;
- Organigrama funcționării SEEN din România;
- Schema stărilor SEEN;
- Schema logică a stărilor SEEN și modul de tranziție de la o stare la alta;
- Tipologia defectelor în funcționarea SEEN;
- Schema clasificărilor infrastructurilor;
- Organigrama dinamicii pericolelor și amenințărilor la adresa infrastructurilor critice;
- Organigrama amenințărilor la adresa infrastructurilor critice – etape (Evaluare Riscuri – Identificare riscuri – Identificare Vulnerabilități – Identificare Amenințări și Pericole);
- Schema structurii și modalităților de asigurare a securității energetice;
- Schema politicilor ale securității energetice;
- Organigrama amenințărilor, vulnerabilităților și pericolelor la adresa securității energetice;
- Schema de principiu al utilizării energiei electrice ca armă energetică sau instrument de presiune;
- Schema logică de folosire a mijloacelor de presiune în favoarea promovării și câștigului;
- Schema logică a funcționării lanțului energetic (producător – consumator) cu sau fără intervenția statului;
- Schemă logică (algoritm): Energia electrică – posibilă armă energetică sau instrument de presiune;
- Schema sistemului piramidal legislativ european privind evaluarea riscurilor sectoriale;
- Schema sistemului piramidal legislativ românesc privind evaluarea riscurilor sectoriale.
- Schema tipurilor de scenarii de risc;
- Organigrama descrierii detaliată a etapelor evaluării riscurilor sectoriale:
 - *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 capacității de intervenție.*

Contribuții practice și aplicative:

- Harta reprezentării cartografice în Proiecția Stereografică 1970 a stațiilor și liniilor electrice aeriene de 400 kV din România;
- Harta reprezentării cartografice în Proiecția Stereografică 1970 a stațiilor și liniilor electrice aeriene de 220 kV din România;
- Harta reprezentării cartografice în Proiecția Stereografică 1970 a stațiilor și liniilor electrice aeriene de 400 kV și 220 kV din România;
- Harta reprezentării cartografice în Proiecția Stereografică 1970 a stațiilor și liniilor electrice aeriene de 400 kV și 220 kV din România, cu evidențierea elementelor de transformare (autotransformatoare);
- Harta reprezentării cartografice în Proiecția Stereografică 1970 a stațiilor și liniilor electrice aeriene din România cu conexiune internațională;
- Harta reprezentării cartografice în Proiecția Stereografică 1970 a infrastructurilor critice din România aferente celor 8 regiuni de dezvoltare;
- Harta delimitării constructive (modelare) a tuturor infrastructurilor critice aferente celor 8 regiuni de dezvoltare regională din România;
- Harta infrastructurilor critice de interes național cu conexiune internațională;
- Harta infrastructurilor critice care pot deveni de interes național și cu posibilă conexiune internațională;
- Harta infrastructurilor critice care pot deveni de interes strategic internațional și cu posibilă conexiune națională;

- Concepția și elaborarea Metodologiei de identificare, desemnare, analiză, evaluare, protecție și securizare a infrastructurilor critice electroenergetice și analiza riscurilor, vulnerabilităților, pericolelor și amenințărilor generate de acestea;
- Analiza riscurilor sectoriale – transport energie electrică;
- Identificarea scenariilor de risc - Incident Tehnic – stație electrică 110 kV - 750 kV:
 - *Derularea secvențială și cauzală a fenomenelor și evenimentelor în cazul unui Incident Tehnic – Stație Electrică 110 kV – 750 kV;*
 - *Scenariu de risc 1 (derularea secvențială și cauzală) - Incident Tehnic: Trăsnet → Explozie → Incendiu → Întreruperea în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor;*
- Identificarea scenariilor de risc - Avarie Tehnică – stație electrică 110 kV - 750 kV:
 - *Derularea secvențială și cauzală a fenomenelor și evenimentelor în cazul unei Avarii Tehnice;*
 - *Scenariu de risc 2 (derularea secvențială și cauzală) - Avarie Tehnică: Succesiune de Incidente Tehnice – Ieșirea totală din funcțiune a SEEN;*
 - *Scenariu de risc 3 (derularea secvențială și cauzală) - Avarie: Calamitate Naturală – Ieșirea totală din funcțiune a SEEN;*
 - *Scenariu de risc 4 (derularea secvențială și cauzală) - Avarie: Atac Terorist – Ieșirea totală din funcțiune a SEEN.*
- Evaluarea scenariilor de risc asupra SEEN:
 - *Scenariu de risc 1 (derularea secvențială și cauzală) - Incident Tehnic: Trăsnet → Explozie → Incendiu → Întreruperea în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor;*
 - *Scenariu de risc 2 (derularea secvențială și cauzală) - Avarie Tehnică: Succesiune de Incidente Tehnice – Ieșirea totală din funcțiune a SEEN;*
 - *Scenariu de risc 3 (derularea secvențială și cauzală) - Avarie: Calamitate Naturală – Ieșirea totală din funcțiune a SEEN;*
 - *Scenariu de risc 4 (derularea secvențială și cauzală) - Avarie: Atac Terorist – Ieșirea totală din funcțiune a SEEN.*
- Analiza riscurilor naturale (cauze, efecte, impact):
 - *Furtună – Tornadă;*
 - *Inundație;*
 - *Secetă – Caniculă – Incendii;*
 - *Îngheț – Zăpadă – Chiciură – Avalanșe de Zăpadă;*
 - *Alunecări de teren;*
 - *Cutremure.*
- Analiza riscurilor tehnologice (cauze, efecte, impact):
 - *Incident tehnic;*
 - *Avarie tehnică.*
- Analiza riscurilor biologice(cauze, efecte, impact) :
 - *Epidemie;*
 - *Epizootie/Zoonoză).*
- Analiza riscurilor de securitate și sănătate în muncă (cauze, efecte, impact):
 - *Neimplementarea normelor naționale de SSM la nivel de management organizațional;*
 - *Nerespectarea normelor de electrosecuritate la nivel lucrativ (lucrători – personal operativ).*
- Identificarea și analiza vulnerabilităților (cauze, efecte, impact):
 - *Vulnerabilități interne cu impact intern din cadrul SEEN;*
 - *Vulnerabilități interne cu impact extern din cadrul SEEN;*
 - *Vulnerabilități externe din cadrul sistemelor electroenergetice vecine cu impact intern asupra cadrul SEEN.*
- Identificarea și analiza pericolelor (cauze, efecte, impact):
 - *Pericole din interiorul SEEN;*

- *Pericole din exteriorul SEEN.*
- Identificarea și analiza amenințărilor (cauze, efecte, impact):
 - *Amenințare Teroristă – Atac Terorist;*
 - *Amenințare Cibernetică – Atac Cibernetic.*
- Soluții tehnice privind siguranța Sistemului Electroenergetic Național:
 - *Soluții tehnice privind combaterea și eliminarea vulnerabilităților interne cu impact intern din cadrul SEEN;*
 - *Soluții tehnice privind combaterea și eliminarea vulnerabilităților interne cu impact extern asupra SEE european;*
 - *Soluții tehnice privind combaterea și eliminarea vulnerabilităților externe cu impact intern asupra SEEN;*
 - *Soluții privind construcția de infrastructuri critice energetice noi la tensiunea de 400 kV de conexiune națională;*
 - *Soluții tehnice privind construcția de infrastructuri critice energetice noi de conexiune internațională.*
- Soluții manageriale privind securitatea Sistemului Electroenergetic Național:
 - *Soluții organizatorice și administrative privind prevenirea și reducerea riscurilor sectoriale;*
 - *Soluții organizatorice și administrative privind prevenirea și reducerea riscurilor naturale;*
 - *Soluții organizatorice și administrative privind prevenirea și reducerea riscurilor tehnologice;*
 - *Soluții torganizatorice și administrative privind prevenirea și reducerea riscurilor biologice;*
 - *Soluții organizatorice și administrative privind prevenirea și reducerea riscurilor securitate și sănătate în muncă;*
 - *Soluții organizatorice și administrative privind prevenirea, combaterea și eliminarea pericolelor;*
 - *Soluții organizatorice și administrative privind prevenirea, combaterea și eliminarea amenințărilor;*
 - *Recomandări privind strategia națională de protecție Infrastructurilor Critice pe termen scurt, mediu și lung în urma soluțiilor propuse de eliminare a vulnerabilităților interne sau externe ale SEEN;*
 - *Recomandări privind strategia națională de protecție Infrastructurilor Critice pe termen scurt, mediu și lung în urma soluții tehnice propuse privind siguranța în funcționare a SEEN.*