



UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
ȘCOALA DOCTORALĂ
TEZĂ DE DOCTORAT

PROTECȚIA, SIGURANȚA ȘI SECURITATEA
OBIECTIVELOR COMPLEXE ÎN DOMENIUL
ENERGO-EXTRACTIV DIN ROMÂNIA

PROTECTION, SAFETY AND SECURITY OF COMPLEX OBJECTIVES IN
THE ENERGY-EXTRACTIVE FIELD IN ROMANIA

Conducător de Doctorat:

***Prof.univ.dr.ing.* SORIN MIHAI RADU**

Doctorand:

Alexandru A. BURIAN

2024

Lucrarea este o provocare de cunoaștere în domeniu, este utilă decidenților și elaboratorilor de strategii de dezvoltare, în rândul cercetătorilor și elaboratorilor de soluții productiv-economice, ingineresti și socio-tehnice pentru sustenabilitate, protecție, siguranță și securitate.

- **Cadrul conceptual de motivare a cercetării prin teza de doctorat**

- Din rândul obiectivelor energo-miniere complexe fac parte, exemplificativ, și 1) centralele electro-nucleare, 2) minele subterane de extragere/ exploatare a uraniului, 3) uzinele și instituturile de concentrare și pregătire a combustibilului nuclear uranifer.
- În 2019 în manieră incipientă și, în continuare, în mod concret în data de 24 mai 2022 între Guvernul României (SN Nucleareletrica) și SUA (NuScale Power) a fost semnat acordul de construcție în premieră mondială în România, la Doiceșri-Dâmbovița a Centralei Small Modular Reactors, SMR.
- Viitoarea investiție (orizontul de timp pentru punere în funcțiune este 2030) pe lângă setul de măsuri de protecție validat pe plan internațional va trebui să aibă concepute și operaționalizate măsuri specifice de protecție, siguranță și securitate.
- Prin prezenta Teză de doctorat, în baza cercetărilor proprii, se aduc decidenților soluții noi, inovative, contribuții originale cu soluții în premieră pentru protecția, siguranța și securitatea obiectivelor industriale complexe SMR și minele de uraniu din România.
- În principal, se recomandă operarea holistică, integrată a PSS și folosirea întregului ciclu nuclear autohton, pornind de la extracția uraniului din subteran, prepararea-concentrarea acestuia, arderea în reactoarele atomo-nucleare și depozitarea deșeurilor radioactive.

În context, deficitele de Protecție, Siguranță și Securitate (PSS), reunite, se referă la:

1) Lipsa de viziune ferm asumată, 2) Lipsa unei Strategii Energetice reală, 3) Incoerență, nepredictibilitate și contradicții de natură legislative în domeniu, 4) Lipsa de Planuri și Programe concrete pentru investițiile energo-nucleare și mentenanță, 5) Lipsa de Surse de finanțare autohtone sau valorificarea insuficientă a celor străine, 6) PSS incomplete, recurgerea la importuri de combustibil tip uraniu cu toate că România are zăcămintele de acest fel și experiență în exploatarea, prelucrarea și folosirea uraniului autohton.

Totodată, se manifestă:

7) Stagnare/ stare de așteptare și lipsă de ofensivă pentru colaborări, cooperări, atrageri de investitori și investiții în marile obiective energo-miniere din România, 8) Capacitate managerială generală și administrativă în declin în domeniu, 9) Uzura fizică și morală a Sistemului Energetic Național de producție, transport, distribuție, 10) Slaba cercetare pentru identificarea de noi zăcămintele și resurse energetice, lipsa de programe distincte pentru investiții, PSS adaptate și completate specific în privința obiectivelor energo-miniere complexe.

S-au avut în vedere următoarele:

- Descrierea existenței obiectivelor energo-miniere complexe pe plan național și internațional, și a problematicii tehnice-tehnologice, protecției, siguranței și securității în aceste infrastructuri;
- Identificarea complexității viitorului obiectiv investițional, în premieră globală în România (Small Modular Reactors, SMR) în zona cercetată (Doicești-Dâmbovița);
- Descrierea posibilelor situații critice, a obstacolelor și neconformităților referitoare la investiția SMR în zona cercetată;
- Examinarea PSS și a mulțimii variantelor constructive-funcționale (investiția) în zona examinată științific;
- Propuneri de soluții, variante și alternative de PSS integrat, neredundant care să ofere fezabilitate investițională, tehnică, tehnologică și reglementativă în zonă;
- Definirea modelului perspectivelor pentru investiții SMR în România și în UE.

Obiectivul principal al tezei de doctorat este studiul caz al SMR Doicești-Dâmbovița (investiție în premieră mondială, care se va realiza în România) și a unor unități miniere (Tulgheș-Harghita și Grințieș-Neamț) din perspectiva abordării originale, noi a protecției, siguranței și securității acestor obiective energo-miniere complexe.

Se are în vedere scoaterea în evidență a caracterul tehnologic modern a obiectivului SRM și extinderea impactului asupra sistemului energetic românesc și european din perspectiva securității energetice a României și UE, a mediului, a flexibilității și durabilității tehnologice, cu posibilitatea de generalizare pe plan mondial a acestui tip de activitate industrială.

În România și pe plan global există prevederi multiple de protecție, siguranță și securitate nucleară, distincte și separate, care în diferite cazuri sunt neconcordante, excesive sau necuprinzătoare, ceea ce reclamă abordarea lor integrată, complexă, reunită, articulată ori combinată pentru eficiență și relevanță.

Evaluările de protecție, siguranță și securitate sunt sistematice și constau în verificarea dacă cerințele aplicabile sunt concretizate în toate fazele ciclului de viață ale electro-centralei nucleare.

Se realizează studiul cantitativ analitic spre a demonstra siguranța electro-centralei nucleare, situația adecvată a proiectării și performanța generală.

Frecvent, se recurge la analiza deterministă a protecției, siguranței și securității, evaluarea probabilistică a pericolelor.

Intră în atenție probabilitatea și consecințele diferitelor tranziții, precum și accidente posibile.

Cunoașterea impactului pe care îl are protecția, siguranța și securitatea integrată nucleară reprezintă obiectul strategic al cercetării.

Viziunea reunită, integrată, armonizată, articulată, combinată a protecției, siguranței și securității nucleare, de la exploatarea minieră la deșeuri radioactive, contribuie la atenționarea în timp real, cu celeritate a factorilor decidenți, folosind mijloacele moderne de telecomunicare și Inteligență Artificială la prevenirea, evitarea sau diminuarea efectelor negative ale incidentelor/accidentelor nucleare în SMR și, în general, în domeniu.

Problematica fiind complexă, s-a recurs și la unele metode matematice moderne și statistice, precum și la reprezentări grafice (îndeosebi, prin scheme-bloc) ale evenimentelor și proceselor investigate

S-a recurs analiza activităților de armonizare a obiectivelor entităților organizaționale productiv-economice (obiectivele energo-miniere complexe) cu tipurile de reglementări referitoare la protecție, siguranță și securitate, avansând noi propuneri în domeniu, la care s-au adăugat resursele/ tipurile de probleme de alocare a resurselor de creștere protecției, prevenției, bazat pe modelare și simulare.

Abordarea metodologică a fost concretizată prin metode diversificate de colectare și analiză a datelor: pe teren, din întrevederi oficiale cu investitorii, decidenți și operatori din obiectivele energo-miniere complexe, focalizarea fiind realizată pe studiul de caz al situațiilor de protecție, siguranță și securitate în domeniul centralelor nucleare și a minelor de exploatare subterană a uraniului, care furnizează comestibilul pentru acerste unități.

Pe această bază s-au elaborat concepții proprii pentru domeniul cercetat, contribuții științifice personale, originale.

Metodele de analiză a datelor se referă la interpolare, extrapolare, așezarea matricială a variabilelor, analiza SWOT și TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), folosirea computerelor, a internetului și programelor software de derulare a datelor, schemele–bloc, bibliografia largă și relațiile logice de formulare a noilor soluții propuse.

Acest demers original este util pentru dezvoltarea prin investiția în premieră mondială în România a Small Modular Reactors, SMR; de asemenea, este folositor elaborărilor de Strategie energetică națională actualizată, de tactici, planuri și programe în domeniu.

Capitolul I are titlul *Sisteme complexe de resurse energetice și miniere în România, în UE și pe plan internațional. Evoluții și tendințe*.

Sunt tratate obiectivele energo-miniere complexe, protecția, siguranța și securitatea lor, având în vedere faptul că aceste infrastructuri industriale au în continuare rol hotărâtor în dezvoltarea socială contemporană și în viitor.

Capitolul 2 poartă denumirea *Baza tehnică, economică și legislativă pentru protecția, siguranța și securitatea obiectivelor energetice nucleare și miniere complexe și periculoase*.

În cuprinsul acestuia, ca studiu de caz, se evidențiază baza tehnică pentru protecția, siguranța și securitatea obiectivelor energetice nucleare și miniere complexe și periculoase.

Sunt redate considerații privind Small Modular Reactors, SMR, și semnificația tehnologiei neutre în domeniu.

Se recurge la completarea cu baza legislativă pentru protecția, siguranța și securitatea obiectivelor energetice nucleare și miniere complexe în domeniul cercetat.

Capitolul 3 are denumirea *Managementul integrat pentru PSS în obiectivul complex energetic nuclear cu reactoare mici modulare SMR din zona Doicești-Dâmbovița*.

Este cercetat amplasamentul Centralei SMR în zona Doicești-Dâmbovița și influențele asupra protecției, siguranței și securității nucleare.

În esență, se prezintă Electro-centralele modulare nucleare din SUA și investiția NuScale Power în România, precum și modelul de protecție nucleară preconizat.

Capitolul 4 are titlul *Cerințe de protecție, siguranță și securitate pentru SMR și zăcămintele miniere uranifere*.

În manieră proprie sunt redate sistematizat problemele și soluțiile noi de protecție în aceste domenii complexe și periculoase.

În mod elocvent sunt tratate legăturile între spațiul operațional nuclear și cel al deciziilor în protejarea, siguranța și securitatea sistemelor complexe de tip SMR.

Capitolul 5 este denumit *Soluții de PSS tehnico-economică și juridică a sistemului SMR. Rezultate ale cercetării aplicative*.

În principal, este prezentată propunerea de integrare a PSS din studiul de caz, rezultatele obținute și recomandările proprii referitoare la protecție, siguranță și securitate în SMR,

Capitolul 6 poartă titlul *Popuneri de sistem de protecție, siguranță și securitate integrat pentru SMR Doicești-Dâmbovița*.

Se prezintă abordarea integrală a protecției, siguranței și securității în obiectivele energo-miniere complexe cu referire la noua abordare a PSS din perspectiva eficientizării și atotcuprinderii problematicei de protecție a sistemului examinat.

Capitolul 7 se intitulează *Evaluarea tehnico-economică a soluțiilor propuse, direcții de evoluții în domeniu*. Se relatează concludent despre rularea datelor pentru evaluarea informatizată a soluțiilor tehnico-economice propuse.

În principal, se fac precizări și propuneri despre arhitectura sistemelor de risc și siguranță pentru SMR și pentru minele de uraniu (obiectivele energo-miniere complexe).

În toate situațiile se resimte cerința de informarea și implicare a publicului din zona Doicești – Dâmbovița privind SMR.

Fiecare din cele 7 Capitole de bază se încheie cu Concluzii preliminare.

Capitolul 8 are titlul *Concluzii finale, propuneri și recomandări, evidențierea contribuțiilor proprii, originale și direcții de cercetare în viitor*.

În esență, se prezintă propunerea originală avansată de autor, bazată pe integrarea PSS pentru obiectivele energo-miniere complexe.

Rezultatele teoretice și practice în teza de doctorat se regăsesc în total 86 *reprezentări grafice* (scheme, desene, figuri, imagini), din care 50 sunt originale, elaborate de autor, 1 relație matematică, 11 *tabele* (din total 14) cu date și informații noi, originale, lansate pentru prima oară în domeniu, toate intrate sub incidența *copy-right*-ului redate în Indexuri specifice.

Lucrarea de doctorat, în esență sa structurală, are 8 *capitole, bibliografie cu 202 referințe actualizate din țară și străinătate*, de asemenea 24 Referințe bibliografice personale.

În teza de doctorat sunt redate *concluzii preliminare* aferente investigațiilor potrivit temei și cerințelor de contribuție științifică personală.

În ultimul capitol din *rezultatele obținute* se întâlnesc 14 *concluzii finale*, 20 *propuneri și recomandări*, respectiv 21 *contribuții științifice proprii, originale*.

Acestora li se adaugă un număr de 3 *direcții principale de cercetare* în domeniu, în viitor.