

**MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE ȘI CERCETĂRII  
ȘTIINȚIFICE**

**UNIVERSITATEA DIN PETROSANI**

*Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică*

**Rezumat  
Teză de doctorat**

**„STUDIUL POSIBILITĂȚILOR DE UTILIZARE A RESURSELOR  
DE ENERGIE REGENERABILĂ ÎN ALIMENTAREA  
CONSUMATORILOR URBANI DIN ZONELE AFECTATE DE  
RESTRUCTURAREA INDUSTRIALĂ”**

**Conducător științific:**

**Prof.univ.dr.ing. Nan Marin-Silviu**

**Doctorand:**

**Ing. DIACONU I. Nicolae**

**Petroșani  
2016**

## CUPRINS

<b>Introducere .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPITOLUL 1. STADIUL ACTUAL ȘI PROGNOZA CONSUMULUI ȘI PRODUCȚIEI DE ENERGIE LA NIVELUL VĂII JIULUI</b>	
1.1. Stadiul actual și tendințe în ceea ce privește eficiența energetică a României .....	9
1.2. Scurtă descriere a pachetului de programe EViews .....	13
1.3. Modele specifice analizei seriilor de timp .....	14
1.4. Analiza econometrică a evoluției în timp a producției de energie electrică pe categorii de centrale electrice în România .....	15
1.4.1. Analiza evoluției în timp a producției totale de energie electrică în România în perioada 1992-2013 .....	18
1.4.2. Analiza evoluției în timp a producției de energie termoelectrică în România, în perioada 1992-2013 .....	21
1.4.3. Analiza evoluției în timp a producției de energie eoliană în România, în perioada 1992-2013 .....	24
1.5. Analiza evoluției în timp a producției totale de cărbune și a categoriilor de resurse carbonifere în România, în perioada 1992-2013 .....	26
1.5.1. Analiza evoluției în timp a producției de cărbune în România, în perioada 1992-2013 .....	28
1.5.2. Analiza evoluției în timp a producției de huiță și antracit în România, în perioada 1992-2013 .....	30
1.6. Analiza evoluției în timp a consumului de energie electrică în România, în perioada 1992-2013 .....	33
1.6.1. Analiza evoluției în timp a consumului de energie electrică în industrie (inclusiv construcții) în România, în perioada 1992-2013 .....	33
1.6.2. Analiza evoluției în timp a consumului de energie electrică a populației din România, în perioada 1992-2013 .....	36
1.7. Analiza evoluției în timp a populației din România în perioada 1992-2013 .....	39
1.8. Analiza evoluției în timp a populației domiciliată în valea Jiului, a consumului de energie electrică și a energiei termice distribuite în Valea Jiului .....	41
1.8.1. Analiza evoluției în timp a populației din Valea Jiului în perioada 1992-2013 ....	41
1.8.2. Analiza evoluției în timp a consumului de energie electrică în Valea Jiului, în perioada 1993-2013 .....	45
1.8.3. Analiza evoluției în timp a energiei termice distribuite în Valea Jiului, în perioada 1993-2013 .....	48
1.10. Concluzii .....	52
<b>CAPITOLUL 2. CONVERSIA ENERGIEI SOLARE</b>	
2.1. Noțiuni generale privind radiația solară .....	53
2.2. Conversia energiei solare .....	70
2.2.1. Conversia fototermică .....	71
2.2.2. Conversia fotoelectrică .....	83
2.3. Concluzii .....	109
<b>CAPITOLUL 3. MODELAREA ȘI SIMULAREA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE</b>	
3.1. Modelarea radiației solare pentru depresiunea Petroșani .....	111
3.2. Sisteme fotovoltaice .....	133
3.2.1. Modelarea și simularea în Matlab – Simulink a unui panou fotovoltaic .....	135
3.2.2. Modelarea și simularea în Matlab – Simulink a unui acumulator de energie electrică .....	137
3.2.3. Modelarea și simularea în Matlab – Simulink a convertoarelor statice .....	143
3.2.4. Modelarea și simularea în Matlab – Simulink a unui sistem fotovoltaic .....	160

3.3. Concluzii .....	171
----------------------	-----

**CAPITOLUL 4. PROIECTAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC CUPLAT LA REȚEA**

4.1. Descrierea stației meteorologice .....	174
4.1.1. Sistemul fotovoltaic autonom cu stocare de energie .....	175
4.1.2. Sistemul de achiziție a datelor meteorologice .....	179
4.1.3. Descrierea software-ului de monitorizare a sistemului meteorologic .....	189
4.2. Proiectarea unui sistem fotovoltaic cuplat la rețea .....	195
4.3. Concluzii .....	211
<b>CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII ȘI PROPUNERI .....</b>	<b>215</b>
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>225</b>
<b>ANEXA 1. PROGRAM MATHCAD CARACTERISTICA CURENT – TENSIUNE ȘI PUTERE – TENSIUNE .....</b>	<b>A1</b>
<b>ANEXA 2. PROGRAM MATHCAD DETERMINAREA PARAMETRILOR UNUI PANOU FOTOVOLTAIC .....</b>	<b>A4</b>
<b>ANEXA 3. PROGRAM MATHCAD MODELAREA RADIAȚIEI SOLARE .....</b>	<b>A6</b>
<b>ANEXA 4. PROGRAM MATLAB – SIMULINK ÎN VEDEREA SIMULĂRII RADIAȚIEI SOLARE .....</b>	<b>A25</b>
<b>ANEXA 5. PROGRAM MATLAB – SIMULINK BLOCURILE COMPONENTE ALE “PANOULUI FOTOVOLTAIC” .....</b>	<b>A28</b>
<b>ANEXA 6. PROGRAM MATLAB – SIMULINK SIMULAREA CONVERTORULUI DC-DC, DE TIP BUCK .....</b>	<b>A33</b>
<b>ANEXA 7. PROGRAM MATLAB – SIMULINK SIMULAREA INVERTORULUI TRIFAZAT .....</b>	<b>A36</b>
<b>ANEXA 8. PROGRAM MATLAB – SIMULINK SISTEM FOTOVOLTAIC AUTONOM FĂRĂ STOCARE DE ENERGIE .....</b>	<b>A42</b>
<b>ANEXA 9. PROGRAM MATLAB – SIMULINK SISTEM FOTOVOLTAIC AUTONOM CU STOCARE DE ENERGIE .....</b>	<b>A48</b>
<b>ANEXA 10. SCHEMA ELECTRICĂ A REGULATORULUI DE SARCINĂ CONRAD 12V/4A .....</b>	<b>A49</b>
<b>ANEXA 11. DATELE MĂSURATE CU AJUTORUL STAȚIEI METEOROLOGICE .....</b>	<b>A50</b>
<b>ANEXA 12. PROIECTAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC. VARIANTA NR.1</b>	<b>A53</b>
<b>ANEXA 13. PROIECTAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC. VARIANTA NR.2</b>	<b>A57</b>
<b>ANEXA 14. PROIECTAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC. VARIANTA NR.3</b>	<b>A61</b>

## **Cuvinte cheie: energie regenerabilă, modelare și simulare, sisteme fotovoltaice.**

Dezvoltarea continuă a societății umane se află într-o strânsă corelație cu creșterea consumului de energie electrică. În ultimii ani, setea de energie electrică la nivel global, a condus atât la creșterea nivelului de poluare, cât și la diminuarea rezervelor de combustibili fosili. Din acest motiv, problema eficienței energetice reprezintă una din prioritățile strategiei energetice atât la nivel național cât și la nivel de Uniune Europeană.

În acest context, o soluție a problemelor prezentate mai sus, o constituie creșterea ratei de producere a energiei electrice din surse regenerabile de energie.

Având în vedere cele menționate, tematica abordată în cadrul tezei de doctorat este una de actualitate ce se încadrează atât în problematica mai sus menționată, cât și în domeniile de cercetare ale Uniunii Europene.

Teza de doctorat este structurată în patru capitole și paisprezece anexe, având ca obiectiv general studiul posibilităților de utilizare a surselor de energie regenerabilă în vederea alimentării consumatorilor urbani situați în zone afectate de restructurarea industrială. Dintre sursele de energie regenerabile, cunoscute în literatura de specialitate, în cadrul tezei de doctorat se realizează un studiu amplu cu privire la posibilitățile de utilizare a surselor de energie solară din cadrul depresiunii Petroșani, în vederea proiectării unui parc fotovoltaic capabil să producă aproximativ 85% din necesarul de energie electrică utilizată de locuitorii Văii Jiului, în consumul casnic.

Astfel, în prima parte a **capitolului unu** se realizează o analiză a stadiului actual, atât la nivel național, cât și la nivelul localităților Văii Jiului, cu privire la producția și consumul de energie electrică. Pe de altă parte, se analizează din punct de vedere econometric, cu ajutorul programului Eviews, evoluția în timp a următoarelor serii de date:

- analiza producției de energie electrică pe categorii de centrale electrice la nivel național, cât și a principalelor resurse de energie primară pe surse de proveniență și categorii de resurse în România, pentru o perioadă de 24 de ani (1992-2013);
- analiza consumului final de energie electrică în România, atât la nivel de consum industrial, cât și la nivel de consum al populației, perioada analizată fiind de 24 de ani (1992-2013);
- analiza evoluției în timp a populației totale a României în tandem cu evoluția în timp a populației din localitățile Văii Jiului;
- analiza consumului casnic de energie electrică, precum și a energiei termice distribuite în localitățile din Valea Jiului.

Pe baza datelor analizate, cu ajutorul programului Eviews, au fost determinate modelele matematice aferente, prin intermediul cărora s-au realizat previziuni pe o perioadă de 6 ani (2014-2019), a valorilor seriilor de date.

În prima parte a **capitolului doi** se prezintă detaliat principalele noțiuni cu privire la radiația solară și modul de conversie a acesteia. Dintre cele mai importante subiecte tratate în partea a doua a capitolului doi, amintim:

- studiul asupra modului de calcul a randamentului și a puterii colectorarelor solare și a câmpurilor de colectoare solare;
- evidențierea principalilor factori ce influențează caracteristicile curent – tensiune și putere – tensiune ale unei celule fotovoltaice, respectiv a unui panou fotovoltaic;
- prezentarea modelelor matematice a unei celule, cât și a unui panou fotovoltaic.

Pe lângă cele menționate mai sus, în finalul capitolului se prezintă o nouă metodă de determinare a factorului de idealitate, a valorilor rezistențelor serie și paralel, cât și a valorilor intensităților curenților de saturație și de generare a unui panou fotovoltaic. Pentru a evidenția performanțele metodei propuse, se realizează o analiză comparativă cu metoda propusă de J.Cubac (2014). Pe baza valorilor intensităților curentului electric și a tensiunilor ce definesc caracteristica

curent – tensiune a panoului fotovoltaic PWP-101, determinate experimental și puse la dispoziție în articolul lui J.Cubac (2014), a fost validat modelul matematic al unui panou fotovoltaic, model matematic prezentat în detaliu în cadrul acestui capitol.

**Capitolul trei** este destinat studiului prin simulare numerică a sistemelor fotovoltaice. Astfel, în prima parte a capitolului s-au tratat următoarele probleme:

- analiza comparativă dintre valorile radiației solare globale ce cade într-un plan orizontal, în condiții de cer senin, obținute pe baza celor mai cunoscute modele matematice, și valorile radiației solare globale obținute pe cale experimentală, cu ajutorul piranometrului Voltcraft PL-110SM, cu particularizare pe municipiul Petroșani;
- prezentarea și analiza comparativă, a celor mai cunoscute formule de calcul ale coeficientului masic de aer;
- modelarea matematică bazată pe modelele Meinel, respectiv Laue, a radiației solare directe, ce cade pe un plan orizontal în municipiul Petroșani, în condiții de cer senin;
- modelarea radiației solare difuze, ce cade într-un plan orizontal în municipiul Petroșani, în condiții de cer senin;
- modelarea matematică a radiației solare directe, difuze, reflectate și globale, în condiții de cer senin, ce cade într-un plan înclinat la nivelul municipiului Petroșani;
- validarea modelului matematic al radiației solare globale ce cade într-un plan înclinat în municipiul Petroșani, pe baza datelor măsurate cu ajutorul piranometrului Voltcraft PL-110SM;
- studiul privind determinarea poziției optime față de Soare, a panourilor fotovoltaice, în cazul în care acestea sunt montate în depresiunea Petroșani;
- analiza prin simulare în Matlab – Simulink a radiației solare globale, ce cade într-un plan orizontal, în condiții de cer senin, în municipiul Petroșani. Modelul matematic implementat în cadrul programului de simulare este modelul Haurwitz.
- analiza prin simulare în Matlab – Simulink a radiației solare globale, ce cade într-un plan înclinat, în condiții de cer senin, în municipiul Petroșani.

Pe de altă parte, în acest capitol se prezintă în detaliu modelele matematice și programele de simulare, realizate în Matlab – Simulink, a principalelor elemente componente, din cadrul unui sistem fotovoltaic. Elemente din componența unui sistem fotovoltaic, modelate și simulate, sunt: panoul fotovoltaic, sistemul de stocare a energiei electrice, convertoarele dc-dc de tip buck și boost, cât și convertorul dc-ac (invertorul).

În finalul capitolului sunt analizate prin simulare, în Matlab – Simulink, două sisteme fotovoltaice autonome. Primul sistem fotovoltaic analizat este fără stocare de energie, în care consumatorul este unul de curent alternativ trifazat (o sarcină RL trifazată), iar cel de-al doilea este cu stocare de energie, în care consumatorul este de curent continuu (o sarcină rezistivă).

**Capitolul patru** este destinat proiectării unui sistem fotovoltaic cuplat la rețea, ce se dorește a fi amplasat în cadrul depresiunii Petroșani. Proiectarea sistemului fotovoltaic se face în concordanță cu datele experimentale furnizate de o stație meteorologică. Astfel, în prima parte a capitolului se proiectează un sistem meteorologic, compus din mai multe stații meteorologice și un computer personal, destinat achiziționării următoarelor date meteorologice: temperatura mediului, intensitatea radiației solare, umiditate, presiune barometrică, altitudine, viteza vântului, direcția vântului și cantitatea de precipitații. Parcul fotovoltaic de 7[MW], ce este proiectat în cadrul acestui capitol, se face cu ajutorul programului Sunny Design, astfel încât pe parcursul unui an, să producă aproximativ 85 % din necesarul de energie electrică utilizată de locuitorii Văii Jiului, în consumul casnic.

Teza de doctorat se finalizează cu un capitol de **concluzii finale** în care se evidențiază principalele concluzii și contribuții personale ale autorului, precum și o serie de propuneri ce pot fi abordate în viitor. Toate aceste concluzii la care se adaugă **bibliografia** și cele **14 anexe**, din finalul

tezei de doctorat, constituie un suport teoretic și practic, bine fundamentat, pentru cercetătorii și proiectanții de sisteme fotovoltaice.

Principale contribuții ale tezei de doctorat sunt:

- Analiza din punct de vedere econometric, în cadrul programului Eviews 8, a evoluției în timp, atât a producției de energie electrică pe categorii de centrale electrice la nivel național, cât și a principalelor resurse de energie primară pe surse de proveniență și categorii de resurse în România, pentru o perioadă de 24 de ani (1992-2013).
- Analiza din punct de vedere econometric, în cadrul programului Eviews 8, a evoluției în timp a consumului final de energie electrică în România, atât la nivel de consum în industrie (inclusiv construcții), cât și la nivel de consum al populației, perioada analizată fiind de 24 de ani (1992-2013).
- Analiza din punct de vedere econometric, în cadrul programului Eviews 8, a evoluției în timp a populației totale a României.
- Analiza din punct de vedere econometric, în cadrul programului Eviews 8, a evoluției în timp a consumului casnic de energie electrică, precum și a energiei termice distribuite în Valea Jiului.
- Analiza din punct de vedere econometric, în cadrul programului Eviews 8, a evoluției în timp a populației din Valea Jiului.
- Determinarea în cadrul programului Eviews 8 a următoarelor modele matematice:
  - modelul matematic al evoluției în timp a producției de energie electrică pe categorii de centrale electrice la nivel național;
  - modelul matematic al evoluției în timp a principalelor resurse de energie primară, pe surse de proveniență și categorii de resurse în România;
  - modelul matematic al evoluției în timp a consumului final de energie electrică în România, atât la nivel de consum industrial, cât și la nivel de consum al populației;
  - modelul matematic al evoluției în timp a populației totale a României;
  - modelul matematic al evoluției în timp a consumului casnic de energie electrică la nivelul Văii Jiului;
  - modelul matematic al evoluției în timp a energiei termice distribuite în Valea Jiului; modelul matematic al evoluției în timp a populației din Valea Jiului.
- Realizarea în cadrul programului Eviews 8, a previziunilor pe o perioadă de de 6 ani (2014-2019), a valorilor seriilor de timp analizate.
- Realizarea unui studiu amănunțit asupra modului de calcul a randamentului și a puterii unui colector solar, cât și a unui câmp de colectoare solare.
- Punerea în evidență într-un mod concis, a principalilor factori ce influențează caracteristicile curent – tensiune și putere – tensiune ale unei celule fotovoltaice, respectiv a unui panou fotovoltaic.
- Prezentarea într-un mod unitar a modelelor matematice a celulelor și a panourilor fotovoltaice.
- Determinarea unei metode bazate pe rezolvarea numerică a unui sistem de ecuații neliniare, ce are drept scop determinarea factorului de idealitate, a valorilor rezistenței serie și paralel, cât și pentru determinarea valorilor intensităților curenților de saturație și de generare a unei celule fotovoltaice, respectiv a unui panou fotovoltaic.
- Analiza comparativă din punct de vedere al deviației standard a intensității curentului, dintre metoda bazată pe rezolvarea numerică a unui sistem de ecuații neliniare și metoda propusă de J.Cubac (2014), în vederea determinării factorului de idealitate, a valorilor rezistenței serie și paralel, cât și pentru determinarea valorilor intensităților curenților de saturație și de generare a unei celule fotovoltaice, respectiv a unui panou fotovoltaic.
- Validarea modelului matematic al unui panou fotovoltaic PWP-101.
- Analiza comparativă a celor mai cunoscute modele matematice ale radiației solare globale, ce cade pe un plan orizontal, în condiții de cer senin, în municipiul Petroșani.
- Analiza comparativă dintre valorile radiației solare, obținute cu ajutorul modelelor matematice ale radiației solare globale, ce cade pe un plan orizontal, în condiții de cer senin, în municipiul

Petroșani, și valorile radiației solare obținute pe cale experimentală, cu ajutorul piranometrului Voltcraft PL-110SM.

- Simularea bazată pe modelul Haurwitz, în Matlab-Simulink, a radiației solare globale ce cade în municipiul Petroșani, într-un plan orizontal, în condiții de cer senin.
- Prezentarea și analiza comparativă, a celor mai cunoscute formule de calcul ale coeficientului masic de aer. Modelarea matematică a radiației solare directe, ce cade pe un plan orizontal în municipiul Petroșani, în condiții de cer senin. Radiația solară directă, este modelată atât pe baza modelului Meinel, cât și pe baza modelului lui Laue. Ambele modele depind de coeficientul masic de aer, care este calculat fie pe baza formulei clasice, fie pe baza formulei lui Kasten - Young.
- Modelarea radiației solare difuze, ce cade într-un plan orizontal în municipiul Petroșani, în condiții de cer senin. Modelul matematic se bazează pe modelul Haurwitz, a radiației solare globale, cât și pe modelul Meinel sau Laue a radiației solare directe.
- Ținând cont de unghiul de înclinare față de orizontală a unui panou fotovoltaic, cât și de unghiul azimutal, în cadrul tezei de doctorat, a fost realizată modelarea matematică a radiației solare directe, difuze, reflectate și globale, în condiții de cer senin, ce cade într-un plan înclinat la nivelul municipiului Petroșani. Modelul matematic al radiației solare globale, a fost validat pe datelor măsurate cu ajutorul piranometrului Voltcraft PL-110SM.
- Studiul privind determinarea poziției optime față de Soare, a panourilor fotovoltaice, în cazul în care acestea sunt montate în depresiunea Petroșani.
- Programul de simulare în Matlab – Simulink a radiației solare globale, ce cade într-un plan înclinat, în municipiul Petroșani. Simularea se bazează pe modelul matematic al radiației solare globale, model ce ține cont de unghiul de înclinare față de orizontală, cât și de unghiul azimutal al unui panou fotovoltaic.
- Prezentarea detaliată a modelelor matematice și a programelor de simulare, realizate în Matlab – Simulink, a principalelor elemente componente, din cadrul unui sistem fotovoltaic. Elemente din componența unui sistem fotovoltaic, modelate și simulate, sunt: panoul fotovoltaic, sistemul de stocare a energiei electrice (bateria), convertoarele dc-dc de tip buck și boost, cât și convertorul dc-ac (invertorul).
- Analiza detaliată, prin simulare în Matlab - Simulink, a două sisteme fotovoltaice autonome. Primul sistem fotovoltaic analizat este fără stocare de energie, în care consumatorul este unul de curent alternativ trifazat (o sarcină RL trifazată), iar cel de-al doilea este cu stocare de energie, în care consumatorul este de curent continuu (o sarcină rezistivă).
- Proiectarea și realizarea unui sistem meteorologic, compus din mai multe stații meteorologice și un computer personal. Fiecare stație meteorologică achiziționează, din locul unde este montată, informații cu privire la următoarele variabile: temperatura mediului, intensitatea radiației solare, umiditate, presiune barometrică, altitudine, viteza vântului, direcția vântului și cantitatea de precipitații.
- Proiectarea și simularea unui parc fotovoltaic de 7 MW , cuplat la rețea, în cadrul software-ului Sunny Design. Parcul fotovoltaic este proiectat astfel încât, pe parcursul unui an, să producă aproximativ 85 % din necesarul de energie electrică utilizată de locuitorii Văii Jiului, în consumul casnic.

Principalele propuneri sunt:

- Realizarea mai multor stații meteorologice (două stații meteorologice pentru fiecare oraș din componența depresiunii Petroșani), identice cu cea prezentată în cadrul tezei. Prin intermediul acestora, se poate realiza un studiu mult mai precis al potențialului energetic al depresiunii Petroșani.
- Pe baza datelor obținute de la stațiile meteorologice, montate în fiecare oraș a Văii Jiului, se pot realiza prognoze meteorologice, cu privire la starea vremii din depresiunea Petroșani. Aceste

prognoze meteorologice se pot pune la dispoziția cetățenilor Văii Jiului și nu numai, prin intermediul agențiilor media, sau prin internet.

- Dezvoltarea unei biblioteci în Matlab – Simulink în vederea simulării unor sisteme fotovoltaice complexe.
- Valorificarea rezultatelor prezentate în cadrul tezei, prin intermediul unui proiect finanțat din fonduri europene, în vederea realizării unui parc fotovoltaic, amplasat în cadrul depresiunii Petroșani.

Principalele articole publicate pe parcursul stagiului doctoral, sunt:

1. Andraș, I., Nan, M.S., Jula, D., Mihăilescu, S., **Diaconu, N.**, *Analiza caracteristicilor la tăiere mecanică a lignitului și rocilor sterile excavate în carierele din Oltenia*, Revista Minelor, nr.11-12/2006, ISSN 1220-2053, pp. 21-24, 2006
2. Dosa, I., **Diaconu, N.**, *Comparative exergy analysis of a single stage heat pump and a heat pump cascade operating at different temperature lifts*, International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM Volume 1, Issue 4, Albena, Bulgaria, pp. 123-130, 18 - 24 June 2015
3. **Diaconu N.**, Nan M., Stoicuța O., *Studiul radiației solare în contextul restructurării industriale și a necesității reducerii poluării mediului înconjurător*, Revista Industria Textilă, nr.9, vol 66 București, 2015
4. **Diaconu N.**, Nan M., Stoicuța O., *Cercetări privind realizarea unui sistem de monitorizate meteorologică pentru creșterea eficienței în execuția și exploatarea instalațiilor solare și pentru reducerea poluării mediului*, Revista Industria Textilă, nr.9, vol 66 București, 2015
5. **Diaconu, N.**, *Cercetări privind stadiul actual și tendințe moderne în construcția și exploatarea instalațiilor destinate valorificării resurselor energie regenerabilă*, Raport științific nr. 1
6. **Diaconu, N.**, *Cercetări teoretice și experimentale privind parametrii constructivi și funcționali ai instalațiilor destinate valorificării resurselor de energie regenerabilă*, Raport științific nr. 2
7. **Diaconu, N.**, *Contribuții la conceperea unor tehnologii și instalații pentru valorificarea resurselor de energie regenerabile în zonele afectate de restructurarea industrială*, Raport științific nr.3
8. Durău, L., **Diaconu, N.**, *Energia regenerabilă, soluția unui mediu curat*, The Sixth Balkan Mining Congress, Petroșani, Romania, eProceedings, ISBN 978-973-741-435-9, 20 – 23 sept. 2015
9. Kovacs, I., Andraș, I., Nan, M.S., **Diaconu, N.**, *Research regarding the possibility of drag cutting (shearing) the sand stone in the conditions of romanian lignite open pit mines*, 8<sup>th</sup> International Symposium on Interdisciplinary regional research, pp.. 82-87, ISBN 963 2 19-268-2, Hungary-Romania-Serbia-Montenegro Szeged (Ungaria), 2005
10. Nan, M.S., **Diaconu, N.**, Dandea, L.D., Demian, D., *Nevoia de formare profesională în sistemul de transport feroviar în condițiile realizării interoperabilității și flexibilității în exploatare*, Dezvoltarea infrastructurii feroviare – politici, proiecte și tehnologii - Conferințele Club Feroviar, Sibiu, 22-23 feb. 2012
11. Nan, M.S., **Diaconu, N.**, Dandea, D., Demian, D., *Flexibility and adaptability in professional transports staff training, the basic component in the implementation of European railway interoperability*, Buletin al Conferinței Club Feroviar 2012, Buletin Informativ Railwai PRO, Sibiu, 2012