

**UNIVERSITATEA „BABEȘ-BOLYAI” DIN CLUJ-NAPOCA**

**FACULTATE DE GEOGRAFIE**

**ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOGRAFIE**

**Rezumat**

**Evaluarea și utilizarea energiilor regenerabile în Regiunea de  
Dezvoltare Centru, România**

**Conducător de doctorat:  
Acad. Prof. Dr. Benedek József**

**Student-doctorand:  
Sebestyén Tihamér-Tibor**

**Cluj-Napoca**

**2020**

## Conținut

1. Statement of the Researched Topic .....	8
1.1. The theoretical framework of the present research .....	8
1.2. Impact areas of Renewable energy projects .....	10
1.3. Renewable Energy, from EU to the region .....	13
1.3.1. Renewable Energy Policy in EU .....	13
1.3.2. Renewable Energy Policy in Romania .....	16
1.3.3. The researched region .....	19
1.4. Objectives of the research .....	21
1.5. Structure of the thesis .....	22
1.6. Emphasis of the importance of the research .....	24
2. Assessment of Biomass Energy Potential in Centre Development Region of Romania .....	26
2.1. Data and methods .....	26
2.1.1. Quantitative data collection .....	28
2.1.3. Methodology for calculation of theoretical biomass potential .....	31
2.1.4. Technical Biomass Potential in Centre Development Region of Romania .....	37
2.2. Results of the Biomass Energy Potential Assessment .....	40
2.2.1. Theoretical Biomass Potential Assessment .....	40
2.2.1.1. Protected areas.....	41
2.2.1.2. Biomass potential from forest residues and wood waste .....	42
2.2.1.3. Vineyards and Orchards Pruning .....	45
2.2.1.4. Public area and landscape maintenance .....	47
2.2.1.5. Agricultural by-products .....	48
2.2.1.6. Sugar beet production and energy potential .....	52
2.2.1.7. Meadows and Pastures .....	53
2.2.1.8. Potential of energy crops production on abandoned, degraded and wetlands.....	54
2.2.1.9. Livestock manure for energy production .....	57
2.2.1.10. Municipal Waste for energy production.....	58
2.2.1.11. Energy production potential at Water Treatment Plants .....	60
2.2.1.12. Integrated Theoretic Energy Potential of Biomass Resources in CDR .....	61
2.2.2. Technical energy potential of biomass resources .....	66
2.2.2.1. Technical Energy Potential of Woody Biomass .....	66
2.2.2.2. Agricultural Residues and Municipal Waste .....	69
2.2.2.3. Technical energy potential of manure and sludge .....	72
2.2.2.3.1. Technical energy potential of cattle farms in the region .....	73
2.2.2.3.2. Technical energy potential from pig farms in the region .....	75
2.2.2.3.3. Technical energy potential of sheep farms in the region .....	76
2.2.2.3.4. Technical energy potential of poultry farms in the region .....	77
2.2.2.3.5. Technical energy potential of waste water sludge in the region .....	79
2.2.2.4. Integrated technical biomass energy potential assessment .....	81
3. Assessment Solar Energy Potential in Centre Development Region of Romania .....	84
3.1. Introduction in Solar Energy Potential Calculation .....	84
3.2. Data and Methodology .....	86
3.2.1. Mapping of the global solar radiation .....	86
3.3. Technical analysis of the PV power generation potential in CDR .....	88
3.3.1. On-Grid solar PV systems .....	89
3.3.2. Off-grid solar PV systems .....	91
3.4. Results of the Solar Energy Potential Assessment .....	92
3.4.1. Global solar radiation .....	92
3.4.2. Technical solar PV energy potential .....	94
3.4.2.1. Grid-Connected PV power generation .....	95
3.4.2.2. Off-grid PV power generation.....	98
3.4.3. Integration of energy outcomes of on-grid and off-grid PV system .....	99
3.4.4. Status of PV Electricity Generation in Region.....	102
4. Assessment of Wind Energy Potential in Centre Development Region of Romania.....	106
4.1. Wind energy in Romania .....	106
4.2. Methodology of annual wind energy production calculation by WindSim 9.0 simulator.....	107
4.2.1. Modeling of wind fields and annual energy productions by WindSim 9.0 software.....	107
4.2.1.1. Terrain .....	108
4.2.1.2. Wind Fields .....	109

4.2.1.3. Placing the objects .....	110
4.2.1.4. Exploring the wind database .....	111
4.2.1.5. Generation of wind resource maps .....	111
4.2.1.6. Annual energy production .....	112
4.2.1.7. Verifying the correctness of the modeling .....	115
4.2.2. Identification of optimal sites for wind turbines .....	116
4.3. Results of wind energy potential simulations .....	117
4.3.1. Wind energy potential in Alba County .....	118
4.3.2. Wind energy potential in Braşov County .....	124
4.3.3. Wind energy potential in Covasna County .....	130
4.3.4. Wind energy potential in Harghita County .....	136
4.3.5. Wind energy potential in Mureş County .....	142
4.3.6. Wind energy potential in Sibiu County .....	149
4.4. Evaluation of Wind Energy Potential .....	156
5. Integrated Renewable Energy Potential of Central Development Region of Romania .....	160
6. Social perceptions regarding to Renewable Energy Sources in Central Development Region of Romania .....	163
6.1. Social attitude survey regarding RES application .....	163
6.2. Methodology and data .....	166
6.3. Results of the questionnaire survey .....	171
6.3.1. Citizens energy usage patterns .....	172
6.3.2. Social awareness about renewable energy sources .....	183
6.3.3. Citizens expectations and visions about renewable energy management/citizens involvement .....	195
7. Conclusions .....	209
7.1. Results of the Evaluation of Renewable Energy Sources .....	209
7.2. Summary of the scientific results .....	212
7.3. Recommendations for implementation of renewable energy projects .....	214
7.4. Further scientific objectives .....	215
Bibliography .....	216

**Cuvinte-cheie:** evaluare a potențialului surselor de energii regenerabile: energie solară, eolian și biomasă, percepții sociale cu privire la sursele regenerabile de energie

## **Rezumat:**

Fundalul teoretic - discutat în primul capitol - al temei cercetate se bazează pe cele mai noi abordări teoretice de dezvoltare regională, și anume utilizarea surselor de energie regenerabilă are un rol unic în dezvoltarea durabilă a regiunilor. În literatura de specialitate, s-a discutat despre contribuția energiilor regenerabile la sustenabilitatea regională, subliniind avantajele și beneficiile sociale, economice și de mediu.

Conform teoriei sistemelor, politica referitoare la energia regenerabilă este poziționată în cadrul politicilor naționale de dezvoltare pe termen lung, dar are relevanță și în mai multe subdomenii în strategiile de dezvoltare regională. Încorporarea proiectelor de energie regenerabilă în planurile de acțiune strategică la nivel regional ar putea acționa ca un subsector constructiv și suplimentar, în timp ce diversificarea economiei merită menționată. Mai mult, prin implementarea proiectelor bazate pe energie regenerabilă, atenuarea emisiilor de carbon și a aprovizionării cu energie securizată contribuie semnificativ la competitivitatea regiunii, datorită creșterii ratei de ocupare a forței de muncă în sectoarele economice noi și atenuează impactul negativ al activităților economice asupra mediului local. Ținând cont de aspectele menționate mai sus, implementarea proiectelor de energie regenerabilă are o influență semnificativă și pozitivă asupra dezvoltării regionale sustenabile.

În următoarele trei capitole, teza de doctorat conține analize regionale privind estimarea a trei surse principale de energie regenerabilă, și anume biomasă, energie solară și eoliană. Pe baza producțiilor de energie, un număr mare de hărți tematice au fost elaborate de softwareurile ArcGIS 10.1 și WindSim 9.0. Ca rezultate, hărțile tematice ale potențialului energetic includ toate cele 413 unități administrative locale din Regiunea de Dezvoltare Centrală, având o analiză la nivelul UAT-uri.

În ceea ce privește metodologia și datele utilizate în cercetarea de față, potențialul energetic al biomasei se bazează pe baza locală de date statistice (agricol, silvicultură, animale, gestionarea deșeurilor etc.). Potențialul de energie solară a fost analizat de software-ul ArcGIS 10.1 Solar Irradiation Module, în timp ce disponibilitatea zonelor pentru parcuri solare PV și acoperișuri a fost evaluată folosind estimări științifice bazate pe literatura disponibilă și experiențe acumulate. În cazul potențialului energiei eoliene, există 23 de stații meteorologice în regiunea cercetată, datele meteorologice au fost colectate de la aceste stații în intervalul de timp de 10 până la 30 de ani. Pentru simularea potențialului de energie eoliană, a fost aplicat un software special de simulare a parcurilor eoliene, respectiv WindSim 9.0. Din cauza că softwareul menționat a fost cu opțiunea „trial” - testare, rezoluția zonei simulate a fost limitată, prin urmare, fiecare județ a fost analizat separat. La sfârșitul simulărilor de energie eoliană a fost elaborată o hartă a potențialului energetic eolian integrat pentru întreaga regiune.

În fiecare caz, potențialele teoretice și tehnice de energie au fost estimate, ținând cont de cele mai recente soluții tehnologice pentru energiile regenerabile disponibile și raporturi de conversie a energiei. În plus, a fost elaborată harta finală integrată a potențialelor teoretice și tehnice de energie ale diferitelor surse pentru fiecare unitate administrativă locală din regiunea cercetată.

Dincolo de costurile investiționale ale proiectelor bazate pe energie regenerabilă, nu poate fi neglijată acceptarea socială, deoarece poate fi un catalizator al investițiilor sau un obstacol dificil în fața implementării. Din această perspectivă, au fost analizate circumstanțele socio-economice ale gospodăriilor, căile de utilizare ale energiei, precum și participarea și posibila implicare a diferitelor grupuri de părți interesate, grupuri de interese și cetățeni.

Având în vedere toți factorii menționați mai sus, după evaluarea detaliată a potențialelor de energie regenerabilă, în a doua parte a cercetării, percepția cetățenilor a fost, de asemenea, evaluată folosind un sondaj reprezentativ de chestionare și au fost realizate, de asemenea, mai multe interviuri. Scopul principal a fost colectarea unei cantități mari de informații de la locuitorii regiunii despre cunoștințele lor legate de energiile regenerabile, despre comportamentul consumului de energie și despre atitudinea lor față de aplicațiile RES. Sondajul a fost realizat de autorul cercetării prezente, iar după completarea chestionarului au fost organizate câteva interviuri cu focus grupuri, inclusiv antreprenori locali, primari, decidenți locali etc., în diferite orașe din regiune. Evaluarea sondajului a fost efectuată folosind programul SPSS, care este capabil să gestioneze cantități mari de date și să efectueze toate analizele.

În concluzii, sunt analizate rezultatele științifice ale cercetării, recomandările pentru implementarea proiectelor de energie regenerabilă și alte obiective de cercetare științifică. În cercetarea de doctorat, ca un rezumat al obiectivelor atinse, pot fi menționate următoarele:

- Elaborarea metodologiei specificată pentru estimarea potențialului energetic al resurselor de biomasă și integrarea lor
- Implementarea metodologiei de evaluare a surselor regenerabile de energie într-o regiune aleasă, respectiv în Regiunea de Dezvoltare Centru
- Evaluarea potențialelor energetice la nivel local pentru următoarele surse: biomasă, eoliană și solară
- Identificarea locației în care sunt disponibile surse de energie semnificative pentru biomasă, spații adecvate pentru instalații solare fotovoltaice sau instalații de turbină eoliană, inclusiv simularea producției de energie anuală în MWh
- Analiza parametrilor geografici, meteorologici pentru evaluarea surselor de energie regenerabile,
- Cartografierea producțiilor potențial de energie prin software-ul ArcGIS 10.1 și sisteme de simulare a fermelor eoliene prin software-ul WindSim 9.0
- Estimarea potențialului de energie la nivel teoretic și tehnic pentru surse de biomasă, eoliană și solară

Pe baza unui sondaj reprezentativ prin completarea chestionare, evaluarea percepției sociale asupra surselor de energie regenerabile, modelele de utilizare a energiei, cunoștințe despre surse de energie regenerabile, deschidere și disponibilitate de participare la implementarea proiectelor de energie regenerabilă la nivel local

- Concluzii privind rolul locuitorilor locali în implementarea diferitelor proiecte bazate de energie regenerabilă în Regiunea de Dezvoltare Centru