

UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ
Școala Doctorală de Inginerie Electrică
Domeniul: Inginerie Electrică

Ing. Gina-Mihaela LUNĂ

TEZĂ DE DOCTORAT

- REZUMAT -

**CERCETĂRI PRIVIND ALIMENTAREA CU
ENERGIE ELECTRICĂ A
CONSUMATORILOR PRIN
VALORIFICAREA ENERGIILOR
REGENERABILE**

Conducător științific

Prof.univ.dr.ing. Sergiu IVANOV 01.10.2018 - 03.09.2021

Prof.univ.dr.ing. Gheorghe MANOLEA 08.09.2021

CRAIOVA

2021

Justificarea temei

În anul 2018 - 2020 am lucrat în cadrul unei companii care produce și furnizează energie electrică, oferind și consultanță pentru instalarea panourilor fotovoltaice, persoanelor care se înscriu în programul de finanțare „Casa Verde Fotovoltaice”, dar și persoanelor care doresc să își achiziționeze panouri fotovoltaice din propria investiție.

Din luna septembrie a anului 2020, lucrez la o firmă parteneră a unui furnizor și producător de energie electrică, departamentul de „Activarea și managementul clienților”, unde întâlnesc, zilnic, informații referitoare la cantitatea de energie electrică generată de către sistemele fotovoltaice, dar și întrebări legate de cum să devii prosumator.

Din această experiență am concluzionat că piața energiei electrice prezintă interes pentru populație și că există numeroase persoane care doresc să producă energie electrică din surse regenerabile, însă nu dețin informațiile necesare despre sistemele fotovoltaice, despre dimensionarea acestora, despre proiectele finanțate de către Administrația Fondului pentru Mediu (AFM) și despre amortizarea investițiilor din acest domeniu.

Importanța și actualitatea temei

Sursele de energie regenerabilă sunt tot mai utilizate pentru a produce energie electrică [13], [20], [21], [24], [29], [31] - [33], [79] fiind soluții alternative pentru a reduce utilizarea combustibililor fosili, contribuind astfel la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, diversificarea ofertei de energie, la reducerea dependenței de piețele volatile dar și incerte ale combustibililor fosili, în special de gaze și petrol, de asemenea, poate să stimuleze ocuparea forței de muncă, prin apariția în sectorul noilor tehnologii “verzi”, a unor noi locuri de muncă [11].

În anul 2018 Uniunea Europeană (UE) și-a stabilit ca până în 2030, 32% din consumul de energie al UE să provină din surse de energie regenerabilă [106].

Conform unui raport publicat de către Biroul Interguvernamental de Experți în Evoluția Climei (IPCC) din cadrul Organizației Națiunilor Unite (ONU), pentru a limita efectele încălzirii globale, utilizarea combustibililor fosili trebuie să fie diminuată treptat, astfel ca până în anul 2100 să fie eliminați complet [98].

În România energia fotovoltaică este tot mai utilizată, dovadă fiind programul „Casa Verde Fotovoltaice” desfășurat între anii 2019 - 2021. Prin intermediul acestui program, se poate obține suma maximă de 20.000 lei pentru implementarea unui sistem fotovoltaic, fiind finanțat de către Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor prin intermediul AFM [157], [158], [160].

Încadrarea temei în preocupările internaționale

Încălzirea globală generată de către gazele cu efect de seră, reprezintă o preocupare pe plan internațional, dovadă fiind implicarea UE în acest sector, prin stabilirea unor obiective.

În anul 2014, s-a stabilit cadrul de politici referitor la energie și climă pentru anul 2030, acesta cuprinde un set de obiective pentru anii 2021 - 2030. Conform acestor obiective, UE și-a luat angajamentul ca până în anul 2030 să se reducă emisiile de gaze cu efect de seră cu cel puțin 40%, în comparație cu anul 1990.

Cadrul cuprinde politici care au ca obiectiv creșterea competitivității, a siguranței și a sustenabilității sistemului energetic și a economiei UE și a susținut nevoia de planuri naționale referitoare la energie și climă, dar și de strategii pe termen lung [131], [132].

La nivel internațional, energiile regenerabile sunt o preocupare atât pentru persoane fizice precum scriitori [1], [38], [41], [43], [46], [47] sau doctoranzi [10], cât și pentru organizații printre care Agenția Internațională pentru Energie Regenerabilă (IRENA) [87].

Încadrarea tezei în preocupările naționale

Schimbările climatice și utilizarea energiilor regenerabile la scară largă, reprezintă o preocupare a României, dovadă fiind modificările legislative, prezentate în „Strategia Națională pentru Dezvoltarea Durabilă a României 2030” [170], la subcapitolul „Energie regenerabilă și eficiență energetică”, unde se prezintă „Planul național de acțiune în domeniul eficienței energetice”, aprobat în anul 2015, iar în prezent, se lucrează la „Planul Național de Energie - Schimbări climatice” [152], care este elaborat în baza „Proiectului de Regulament privind guvernanta energetică”, ce cuprinde măsurile necesare și obiectivele, care sunt aplicate în acest domeniu, la nivelul UE [167].

Obiectivele până în anul 2030 ale României, cu privire la sectorul de energii regenerabile, sunt:

- creșterea ponderii cu 30,7% a surselor regenerabile de energie și a combustibililor cu conținut scăzut de carbon, în sectorul transporturilor și inclusiv a combustibililor alternativi;
- realizarea unui cadru de reglementare transparent și stabil, în domeniul eficienței energetice, cu scopul atragerii investițiilor [170].

Preocupări privind utilizările energiilor regenerabile au mai multe organizații din România precum Universitatea din Craiova [2] - [7].

Problema propusă spre rezolvare

Tema cercetării doctorale a fost abordată având în vedere:

- lipsa unor informații despre sistemele fotovoltaice accesibile persoanelor fizice;
- lipsa informațiilor referitoare la dimensionarea acestora;
- lipsa unei metodologii pentru calculul duratei de recuperare a investiției;
- lipsa unei metodologii clare pentru persoanele fizice privind accesarea fondurilor nerambursabile.

Scopul tezei

Scopul este extinderea cunoașterii și a utilizării resurselor regenerabile, mai exact a energiei fotovoltaice pentru consumatori, persoane fizice, din mediul rural și urban.

Obiectivele tezei de doctorat

O1. Realizarea unui sondaj de opinie, pentru a evidenția gradul de informare al persoanelor participante, asupra sistemelor fotovoltaice și a unui ghid practic de instalare a acestora;

O2. Elaborarea unui instrument interactiv pentru calculul numărului de panouri necesare, în funcție de consumatorii utilizați sau preconizați sau în funcție de istoricul consumului de energie electrică, dacă acesta există.

O3. Realizarea unor studii de caz, cu scopul de a evidenția impactul condițiilor meteorologice și a modului de amplasare a panourilor fotovoltaice asupra cantității de energie electrică, generată de către sistemele fotovoltaice, dar și importanța informării detaliate a populației privind utilizarea energiilor regenerabile.

Metodologia cercetării doctorale

Pentru elaborarea tezei de doctorat s-a utilizat metoda documentării din:

- cărți: [1], [8], [11] - [15], [20] - [39], [41], [43], [45] - [47], [49], [50], [59], [61] - [63], [65] - [78], [80], [83];
- articole: [2] - [7], [81];
- teze de doctorat: [10], [16], [17], [40], [64], [79], [82];
- brevete de invenție: [9], [18], [19], [42], [44], [48];

- acte normative și standarde: [97], [101], [109], [125], [125], [130], [134] - [148], [152], [155], [156], [165] - [167];
- pagini web ale unor companii, organizații și organisme cu activitate în domeniu: [84] - [96], [98] - [100], [102] - [108], [110] - [123], [126] - [129], [131] - [133], [149] - [151], [153], [154], [157] - [164], [169] - [176].

De un real folos mi-a fost metoda observației, aplicată cu ocazia efectuării studiului de caz în care s-au stabilit elementele componente ale sistemelor studiate și a orientării panourilor fotovoltaice montate pe acoperiș.

S-a folosit metoda statistică pentru realizarea sondajului de opinie cu scopul de a evidenția gradul de informare al persoanelor fizice referitor la energiile regenerabile și implicit a energiei fotovoltaice.

S-a folosit metoda experimentală pentru a stabili influența condițiilor meteorologice asupra cantității de energie electrică generată de către sistemele fotovoltaice.

Activitatea de cercetare desfășurată în cadrul tezei de doctorat a avut implicații directe în dezvoltarea unui instrument software pentru dimensionarea sistemului fotovoltaic conectat la rețea sau autonom.

Structura tezei

Teza este structurată în șase capitole

Capitolul 1 - Introducere

Capitolul 2 - Analiza posibilităților de valorificare a energiei fotovoltaice

Acesta cuprinde cadrul legislativ românesc privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor, prin valorificarea energiilor regenerabile, metodele și instrumentele utilizate pentru evaluarea potențialului energetic solar, aplicațiile energiei fotovoltaice și prezentarea componentelor sistemului fotovoltaic conectat la rețea sau autonom, precum și rolul acestora.

În cadrul acestui capitol se regăsește un studiu realizat pe o perioadă de 62 de zile cu scopul de a obține informații despre valoarea puterii medii produse și consumate la anumite ore, despre aportul surselor de energie convențională și regenerabilă în generarea puterii medii dar și despre energia obținută de la sursa fotovoltaică la anumite ore.

Capitolul 3 - Cercetări privind disponibilitatea consumatorilor de a implementa sisteme fotovoltaice

Conține un sondaj de opinie, pentru a evidenția gradul de informare al persoanelor participante, asupra sistemului de panouri fotovoltaice.

Tot în cadrul acestui capitol s-a elaborat un ghid pentru implementarea sistemului fotovoltaic cu scopul de a oferi informațiile necesare, persoanelor care doresc să cunoscă și să investească într-un sistem fotovoltaic. Acesta cuprinde schema logică a avantajelor și dezavantajelor sistemelor fotovoltaice, schema logică a documentelor necesare racordării sistemului fotovoltaic la rețeaua națională și etapele implementării sistemului fotovoltaic prin programul de finanțare nerambursabilă „Casa Verde Fotovoltaice”.

În ultima parte a acestui capitol sunt prezentate etapele care trebuie urmate pentru implementarea sistemului fotovoltaic și aparatele de măsură utilizate pentru exploatarea acestuia.

Capitolul 4 - Contribuții privind dimensionarea sistemelor fotovoltaice

Conține o aplicație pentru a calcula necesarul de energie electrică din cadrul unei locuințe. Prin intermediul acestei aplicații, se poate determina durata de recuperare a investiției.

În a doua parte a capitolului s-a verificat aplicația propusă prin particularizarea acesteia pentru șase sisteme fotovoltaice montate și utilizate atât în mediul rural cât și în mediul urban.

Dimensionarea sistemului fotovoltaic este etapa cea mai importantă, înainte de implementarea acestuia.

Dimensionarea se poate realiza pornind de la informațiile din factura de energie electrică pentru cei care sunt conectați deja la rețea sau cunoscând tipul consumatorilor care vor fi

utilizați în cadrul locuinței, însă pentru aceasta este necesară cunoșterea puterii nominale a fiecărui consumator și timpul de utilizare al acestora, pentru beneficiarii care nu sunt conectați la rețea.

Capitolul 5 - Contribuții privind studiul sistemelor fotovoltaice conectate la rețea

Cuprinde șase studii de caz realizate pentru sisteme fotovoltaice conectate la rețea implementate în județul Dolj, pentru a identifica influența temperaturii medii, duratei de strălucire a soarelui, radiației solare directe și vitezei medii a vântului asupra cantității de energie electrică prezentată.

Valorile producției energiei electrice au fost monitorizate cu ajutorul aplicației „Fusion Solar”.

Pentru fiecare studiu de caz se indică:

- puterea instalată;
- zona în care este montat: rurală sau urbană;
- orientarea panourilor;
- valorile parametrilor meteorologici;
- variația producției medii și a temperaturii medii;
- variația producției medii și a duratei de strălucire a soarelui;
- producția de energie în zilele în care soarele a fost acoperit de nori;
- variația producției medii și a radiației solare directe;
- producția medie și viteza medie a vântului;

Diseminarea rezultatelor

Rezultatele obținute în timpul elaborării tezei au fost diseminate prin publicarea a două articole, unul la conferința internațională „Modern Power System 2021” [54] și unul în revista națională „Revista Română de inginerie civilă” [56].

Concluzii

Concluzii privind puterea medie produsă de către sursa fotovoltaică, în anumite intervale orare

A fost realizat un studiu pe o perioadă de 62 de zile, la ora 08:00, 10:00, 12:00, 16:00, 18:00 și 20:00, pentru a evidenția valorile maxime și minime ale puterii medii produse din surse regenerabile și convenționale, precum și ora la care puterea medie înregistrează valori maxime.

Sursa fotovoltaică este una dintre sursele regenerabile supuse studiului, iar în urma analizei valorilor obținute s-a concluzionat că la ora 12:00, puterea medie provenită din sursa fotovoltaică, are valoare maximă și reprezintă 8,3% din puterea medie totală injectată în sistem.

Cea mai mică valoare s-a înregistrat la ora 20:00 și reprezintă 0,47% din puterea medie totală injectată în sistem.

Deși concluzia pare evidentă, ea oferă informații documentate.

Concluzii privind disponibilitatea implementării sistemelor fotovoltaice

A fost realizat un sondaj de opinie pentru a obține răspunsul la întrebări precum: importanța energiei electrice pentru persoanele chestionate, câte dintre persoanele participante au auzit despre sursele de energie regenerabilă, cât de multe informații dețin persoanele chestionate despre panourile fotovoltaice, câți sunt dispuși să investească într-un sistem fotovoltaic, care sunt motivele pentru care persoanele chestionate nu doresc să investească într-un astfel de sistem, dacă cunosc programul de finanțare nerambursabilă „Casa Verde Fotovoltaice”, câți doresc să obțină aceste fonduri nerambursabile dacă ar avea informațiile necesare și realizarea profilului persoanelor participante.

Se menționează că peste 50% dintre persoanele chestionate au fost bărbați. De asemenea, repondenții au vârsta cuprinsă între 26 - 33 de ani, sunt angajați full time iar reședința acestora este în zonă urbană, locuind la casă.

Din răspunsul participanților, s-au concluzionat următoarele:

- energia electrică este importantă pentru participanți;
- 88,23% din persoanele chestionate, au auzit de sursele regenerabile iar principala sursă de informare fiind internetul;
- doar 2,2% dintre persoane sunt extrem de informate despre sistemul fotovoltaic și implicit ce presupune acest tip de energie regenerabilă;
- 38,23%, dețin informații medii despre acest subiect;
- 55,88% dintre persoane, doresc să investească într-un astfel de sistem;
- motivul principal pentru care celelalte persoane participant nu doresc acest lucru, este lipsa informațiilor, 22,79% dintre persoane oferind acest răspuns.

Concluzii privind dimensionarea sistemelor fotovoltaice

Pentru atingerea obiectivului O2 „Elaborarea unui program interactiv pentru calculul necesarului de energie electrică din cadrul unei locuințe, în funcție de consumul de energie electrică sau de consumatorii utilizați, în vederea stabilirii numărului necesar de panouri fotovoltaice” s-a elaborat o aplicație software [94] bazată pe două metode de dimensionare (metoda consumatorilor și metoda facturii pentru energia electrică).

Metoda dimensionării sistemului fotovoltaic pe baza consumatorilor necesită cunoașterea cu exactitate a puterii nominale a consumatorilor dar și timpul de utilizare care, de regulă este estimat. Abaterile pot conduce la dimensionarea incorectă a sistemului, respectiv la generarea unei cantități insuficiente de energie electrică, dacă numărul de panouri este mai mic decât cel necesar.

Metoda dimensionării sistemului fotovoltaic pe baza informațiilor din factura de energie electrică, deși conduce la rezultate corecte, poate fi aplicată numai în cazul locuințelor care sunt racordate deja la rețeaua națională de distribuție a energiei electrice.

Cu ajutorul aplicației software concepute se calculează, pe baza metodelor menționate, consumul zilnic de energie electrică, puterea instalată a sistemului care va fi sau nu implementat și numărul necesar de panouri fotovoltaice în funcție de puterea furnizată de către un panou, selectat dintr-o listă predefinită.

Tot cu ajutorul acestei aplicații software se poate determina perioada de recuperare a investiției, în funcție de cantitatea de energie electrică folosită de către consumatorii care urmează să fie utilizați.

Programele guvernamentale specifice, în particular Programul „Casa Verde Fotovoltaice”, stimulează persoanele fizice să implementeze sisteme fotovoltaice, dovadă fiind faptul că în cele șase studii de caz, sistemele fotovoltaice au fost implementate prin intermediul acestui program.

Faptul că trei dintre proprietarii care au implementat sistemul fotovoltaic prin programul „Casa Verde Fotovoltaice” nu au dimensionat sistemul în funcție de necesarul de energie electrică, ci în funcție de suma acordată de către AFM, demonstrează că problema de la care s-a plecat inițial, respectiv lipsa informațiilor referitoare la dimensionarea acestora, a fost identificată și formulată corect.

Diferența mare dintre prețul cu care furnizorul achiziționează energia electrică injectată în rețea de către un prosumator (ex. 0,196 lei/kWh) și prețul de vânzare (ex. 0,74 lei/kWh), precum și procedura care trebuie urmată pentru obținerea avizelor necesare pentru racordare, îi determină pe unii dintre proprietarii de sisteme fotovoltaice să utilizeze energia fotovoltaică doar pentru consum propriu (ex. 4.4.1. Caz reprezentativ).

Concluzii privind impactul condițiilor meteorologice asupra producției de energie electrică generată de către sistemele fotovoltaice implementate

A fost realizată analiza comparativă între producția de energie electrică generată pe o perioadă de 189, 192 și 212 zile, în funcție de condițiile meteorologice.

În urma analizei a rezultat că:

- luna în care s-a generat cea mai mare cantitate de energie electrică a fost luna iulie, luna în care s-a înregistrat cea mai mare temperatură medie, durata de strălucire a soarelui a fost cea mai mare iar radiația solară directă a fost maximă;
- viteza medie a vântului a avut valorile cele mai mari în luna ianuarie, atunci când energia electrică generată de către sistemul fotovoltaic a avut valoare minimă, dar și în luna mai, când sistemul fotovoltaic, a generat o cantitate mare de energie electrică;
- putem spune că temperatura medie, durata de strălucire a soarelui și radiația solară directă influențează cantitatea de energie electrică generată de către sistemul fotovoltaic însă nu și viteza medie a vântului care are valorile aproximativ constante pe parcursul celor șapte luni de studiu.

Realizând o analiză comparativă între sistemele fotovoltaice conectate la rețea, cu putere instalată de 3 kW, s-a tras concluzia că:

- sistemul care a înregistrat cea mai mică producție într-o zi, a fost cel din zona rurală, din comuna Celaru, având panourile montate pe partea estică, valoare înregistrată fiind de 0,06 kWh. Producția cea mai mică de energie electrică generată de către sistemul fotovoltaic implementat în comuna Malu Mare a fost de 0,68 kWh, însă această producție minimă a fost cea mai mare comparativ cu celelalte două sisteme fotovoltaice cu puterea instalată de 3 kW;
- valoarea cea mai mare, a producției maxime, a fost generată de către sistemul implementat în comuna Malu Mare, valoarea fiind de 24,89 kWh, iar valoarea cea mai mică, a producției maxime, a fost înregistrată de către sistemul fotovoltaic implementat în zona urbană, localitatea Craiova;
- în luna ianuarie, producția a înregistrat cea mai mică valoare, sistemul implementat în comuna Celaru, a generat cea mai mică cantitate de energie electrică, urmat de către sistemul implementat în cartierul Popoveni, locul trei fiind ocupat de către sistemul fotovoltaic din comuna Malu Mare;
- în cadrul unei luni, cantitatea cea mai mare de energie electrică a fost generată de către sistemul fotovoltaic implementat în comuna Malu Mare, locul doi fiind ocupat de către sistemul din cartierul Popoveni, ultimul loc fiind ocupat de către sistemul implementat în comuna Celaru;
- în funcție de producția de energie electrică, sistemul fotovoltaic implementat în comuna Malu Mare, este cel mai eficient, pentru că a generat cea mai mare cantitate de energie electrică, atât la nivelul unei zile cât și la nivelul unei luni;
- analizând rezultatele obținute, cel mai puțin eficient sistem, este cel implementat în comuna Celaru din cauza orientării necorespunzătoare a panourilor.

Contribuții

Contribuții teoretice:

- Realizarea unor scheme logice pentru analizarea avantajelor și dezavantajelor sistemelor fotovoltaice, cu scopul de a ajuta persoanele fizice să ia decizia de a implementa aceste surse de energie.
- Realizarea unei scheme logice pentru identificarea și prezentarea documentelor necesare implementării unui sistem fotovoltaic.
- Realizarea unei scheme logice pentru identificarea documentelor necesare racordării sistemului fotovoltaic la rețeaua națională.

- Realizarea unei scheme logice care să ajute persoanele fizice să identifice mai ușor etapele care trebuie parcurse pentru implementarea unui sistem fotovoltaic.
- Identificarea și prezentarea etapelor necesare solicitantului în vederea înscrierii în programul de finanțare nerambursabilă „Casa Verde Fotovoltaice” pentru anii 2019 - 2021.
- Utilizarea aplicației „Fusion Solar”, pentru a monitoriza producția de energie electrică generată de către cele șase sisteme fotovoltaice conectate la rețea.

Contribuții experimentale:

- Realizarea unui sondaj de opinie, pentru a obține răspunsul la întrebări precum importanța energiei electrice pentru persoanele chestionate, câți sunt dispuși să investească într-un sistem fotovoltaic și câți doresc să obțină fonduri nerambursabile dacă ar avea informațiile necesare.
- Realizarea unui studiu pe o perioadă de 62 de zile, la ora 08:00, 10:00, 12:00, 16:00, 18:00 și 20:00, pentru a evidenția valorile maxime și minime ale puterii medii produse din surse regenerabile și convenționale, precum și ora la care puterea medie înregistrează valori maxime.
- Realizarea unui studiu, pe o perioadă de 62 de zile, 13.05.2021 - 13.07.2021 pentru a evidenția valorile puterii medii din fiecare tip de sursă regenerabilă sau convențională, la ora 08:00, 10:00, 12:00, 16:00, 18:00 și 20:00, pentru a obține sursa principală de generare a puterii medii la nivel național și pentru a constata ora la care sursa fotovoltaică are valorile cele mai mici dar și cele mai mari.
- Realizarea unui studiu pe o perioadă de 189, 192 și 212 zile, pentru a observa influența pe care o are temperatura medie, durata de strălucire a soarelui, radiația solară directă și viteza medie a vântului, asupra energiei electrice generate de către sistemele fotovoltaice supuse studiului.
- Realizarea unei analize comparative pentru sistemele fotovoltaice care au fost studiate, cu puterea instalată de 3 kW, pentru a evidenția eficiența sistemului în funcție de parametrii meteorologici analizați și în funcție de orientarea panourilor fotovoltaice.

Contribuții software:

- Realizarea unei aplicații software pentru dimensionarea sistemului fotovoltaic, în cazul sistemului conectat la rețea, folosind informațiile din factura de energie electrică.
- Realizarea unei aplicații software pentru dimensionarea sistemului autonom folosind consumatorii utilizați.
- Realizarea unei aplicații software care îi permite unui potențial utilizator să stabilească suma care trebuie investită.
- Realizarea unei aplicații pentru calculul perioadei de recuperare a investiției, exprimată în luni.
- Aplicația software poate fi accesată la adresa: <https://calculator.icks.ro>.

Gradul de atingere a obiectivelor propuse

Primul obiectiv al tezei „Realizarea unui sondaj de opinie, pentru a evidenția gradul de informare al persoanelor participante, asupra sistemelor fotovoltaice și a unui ghid practic de instalare a acestora” a fost atins prin chestionarea a 136 de persoane din județul Dolj și realizarea unui ghid care conține patru pași necesari instalării sistemului fotovoltaic.

Al doilea obiectiv al tezei „Elaborarea unui instrument interactiv pentru calculul numărului de panouri necesare, în funcție de consumatorii utilizați sau preconizați sau în funcție de istoricul consumului de energie electrică” s-a concretizat prin realizarea unei aplicații descrise în capitolul 4.

Cel de-al treilea obiectiv al tezei, „Realizarea unor studii de caz, cu scopul de a evidenția impactul condițiilor meteorologice și a modului de amplasare a panourilor fotovoltaice asupra

cantității de energie electrică, generată de către sistemele fotovoltaice, dar și importanța informării detaliate a populației privind utilizarea energiilor regenerabile” a fost atins prin realizarea analizei producției de energie electrică generată în șase locații pe anumite perioade de timp, așa cum rezultă din capitolul 5.

Direcții de cercetare viitoare

Sondajul de opinie prezentat în capitolul 3, poate fi dezvoltat prin chestionarea unui număr mai mare de persoane, din mai multe județe, pentru identificarea mai multor motive pentru care nu se dorește implementarea sistemelor fotovoltaice.

Programul pentru dimensionarea sistemelor fotovoltaice, prezentat în capitolul 4, se poate dezvolta, prin introducerea datelor precum temperatura medie, durata de strălucire a soarelui, radiația solară directă și viteza medie a vântului, din România și din alte țări ale Terrei, pentru dimensionarea acestora cât mai aproape de randamentul pe care îl au, în funcție de condițiile meteorologice, dar și prin realizarea unui catalog din care să se selecteze componentele sau sistemul fotovoltaic, determinându-se automat suma investită.

Deoarece sistemele fotovoltaice prezentate în capitolul 5, au fost monitorizate pe o perioadă de șapte luni, se poate extinde studiul pe o perioadă mai mare, pentru a observa cum influențează condițiile meteorologice, producția de energie electrică, generată de către acestea.

Bibliografie

1. Aklin M., Urpelainen J., *Renewables: The politics of a global energy transition*, The MIT Press, March 2018.
2. Alboteanu L. I., Degeratu Sonia, Rizescu S., Coman D., Bizdoaca G.N., Caramida C., *Active solar panel tracking system actuated by shape memory alloy springs*, International Conference on Applied and Theoretical Electricity, Octombrie 2014, pp.1-5.
3. Alboteanu L. I., Bulucea Aida Cornelia, Degeratu Sonia, *Estimating solar irradiation absorbed by photovoltaic panels with low concentration located in Craiova, Romania*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, vol. 7, nr. 3, Martie 2015, pp. 2644-2661.
4. Alboteanu L. I., Ravigan F., Degeratu Sonia, *Methods for Increasing Energy Efficiency of Photovoltaic Systems*, International Journal of Power and Renewable Energy Systems, vol. 1, 2014.
5. Alboteanu L. I., Manolea Gh., Ivanov S., *Modelling and simulation of a stand-alone photovoltaic system*, *Power Systems and Power Technology*, Santander, Spain Septembrie 2008, pp. 189-193.
6. Alboteanu L. I., *Pneumatic Tracking System for Photovoltaic Panel*, *Hidraulica*, nr.1, 2015, pp. 32-39.
7. Alboteanu L. I., Manolea Gh., Ravigan F., *Positioning systems for solar panels placed in isolated areas*, *Annals of the University of Craiova, Electrical Engineering series*, nr. 30, 2006, pp. 163-168.
10. Arabisala H., *Improving the efficiency of solar photovoltaic power system*, Rhode Island, 2013, Teză de doctorat.
11. Armstrong J. M., *The future of energy: The 2021 guide to the energy transition - renewable energy, energy technology, sustainability, hydrogen and more*, Energy Technology Publishing, February 2021.
13. Bartmann D., Fink D., Sagrillor M., *Homebrew wind power: A hands – on guide to harnessing the wind*, Buckville Publications, June 2013.
20. Donovan C.W., *Renewable energy finance: Powering the future*, Imperial College Press, 2015.
21. Donovan C. W., *Renewable energy finance: Funding the future of energy*, Second edition, World Scientific Publishing Europe Ltd, May 2020.
24. Dukish B., *Extreme fundamentals of energy: Alternative energy and green technology*, Fixtron Corporation, February 2010.
29. Ginsberg M., *Harness it: Renewable energy technologies and project development models transforming the grid*, Business Expert Press, June 2019.
31. Gipe P., *Wind power: Renewable energy for home, farm, and business*, Chelsea Green Publishing, April 2004.
32. Gipe P., *Wind energy for the rest of us: A comprehensive Guide to wind power and how to use it*, Wind-works.org, November 2016.
33. Gipe P., *Wind energy basics: A guide to home and community scale wind - energy systems*, Chelsea Green Publishing, May 2009.
38. Hossain J., Mahmud A., *Large scale renewable power generation: Advances in technologies for generation, transmission and storage*, Springer International Publishing AG, February 2014.
41. Jacobson M. Z., *100% clean, renewable energy and storage for everything*, Cambridge University Press, October 2020.
43. Keith T., *Governing the wind energy commons*, West Virginia University Press, May 2019.

46. Kilcollins W., Maintenance fundamentals for wind technicians, Cengage Learning, May 2012.
47. Layton E., Do-it-Yourself Solar and Wind Energy System: DIY Off-grid and On-grid Solar Panel and Wind Turbine System, CreateSpace Independent Publishing Platform, February 2015.
54. Lună G. M., Method for designing a photovoltaic system, Modern Power System, Cluj-Napoca, Iunie 2021, în curs de publicare.
56. Lună G. M., Research on the use of a photovoltaic system in an urban locality, Revista Română de inginerie civilă, vol. 12, no. 3, Septembrie 2021, pp. 355-363.
79. Vac S. C., Fezabilitatea economică și financiară a resurselor regenerabile de energie, Cluj-Napoca, 2012. Teză de doctorat.
87. * * * Agenția Internațională pentru Energie Regenerabilă, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_RRA_Moldova_2019_RO.pdf (ultima accesare 29.10.2021).
98. * * * Combustibili fosili, https://ro.wikipedia.org/wiki/Combustibil_fosil (ultima accesare 31.11.2021).
106. * * * Energii regenerabile, <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/ro/sheet/70/energia-din-surse-regenerabile> (ultima accesare 29.06.2021).
131. * * * Obiectivele UE stabilite pentru anul 2030, <https://www.consilium.europa.eu/ro/policies/climate-change/#> (ultima accesare 30.11.2020).
132. * * * Obiectivele UE pentru anul 2030, <https://op.europa.eu/webpub/eca/lr-energy-and-climate/ro/> (ultima accesare 29.06.2021).
152. * * * Planul Național de Energie - schimbări climatice, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ro_final_necp_main_ro.pdf (ultima accesare 29.06.2021).
157. * * * Programul „Casa verde fotovoltaice 2019”, <https://alba24.ro/programul-casa-verde-2019-finantare-de-la-stat-cu-20-000-de-lei-pentru-instalarea-de-panouri-fotovoltaice-692231.html> (ultima accesare 22.06.2021).
158. * * * Programul „Casa verde fotovoltaice 2020”, <https://www.b1.ro/stiri/social/casa-verde-2020-acte-342360.html> (ultima accesare 22.06.2021).
160. * * * Programul „Casa Verde 2021”, https://www.economica.net/programul-casa-verde-fotovoltaice-pentru-instalarea-de-panouri-cu-subven-ie-de-20-000-de-lei-a-fost-modificat-care-sunt-schimbarile_196469.html (ultima accesare 22.06.2021).
167. * * * Regulamentul UE 2018/1999 al parlamentului european și al consiliului, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1999&from=EN> (ultima accesare 29.06.2021).
170. * * * Strategia națională pentru dezvoltarea durabilă a României 2030, <https://www.edu.ro/sites/default/files/Strategia-nationala-pentru-dezvoltarea-durabila-a-Rom%C3%A2niei-2030.pdf> (ultima accesare 30.11.2020).