

Gina-Mihaela LUNĂ

Colecția STUDIA DOCTORALIA

Directorul colecției

IPS Prof.univ.dr. Irineu Ion POPA
Director al CSUD - IOSUD
Universitatea din Craiova

COMITETUL ȘTIINȚIFIC

Prof.univ.dr. Bădică Costin, Școala doctorală „Constantin Belea” a Facultății de Automatică Calculatoare și Electronică

Prof.univ.dr. Burlea Șchipoiu Adriana, Școala doctorală de Științe Economice

Prof.univ.dr. Cosmulescu Sina Niculina, Școala doctorală de Ingineria resurselor animale și vegetale

Prof.univ.dr. Damean Sorin Liviu, Școala doctorală de Științe sociale și umaniste

Prof.univ.dr. Dumitru Nicolae, Școala doctorală „Academician Radu Voinea” a Facultății de Mecanică

Prof.univ.dr. Enache Sorin, Școala doctorală de Inginerie electrică și energetică

Prof.univ.dr. Gautier Laurent, Université de Bourgogne, Dijon, Franța

Lector univ.dr. Matei Andaluzia Cristina, Școala doctorală de Științe

Prof.univ.dr. Matei Gheorghe, Școala doctorală de Științe Economice

Prof.univ.dr. Mazilu Mirela Elena, Școala doctorală de Științe

Prof.univ.dr. Micu Sorin, Școala doctorală de Științe

Prof.univ.dr. Mitrea Ion, Școala doctorală de Ingineria resurselor animale și vegetale

Prof.univ.dr. Ocoleanu Ticu Nelu, Școala doctorală de teologie ortodoxă „Sfântul Nicodin”

Prof.univ.dr. Otovescu Dumitru, Școala doctorală de Științe sociale și umaniste

Prof.univ.dr. Olteanu Gabriel, Școala doctorală a Facultății de Drept

Prof.univ.dr. Panea Nicu, Școala doctorală „Alexandru Piru” a Facultății de Litere

Prof.univ.dr. Petre Nicolae, Școala doctorală de Inginerie electrică și energetică

Prof.univ.dr. Răducanu Ruxandra, Școala doctorală a Facultății de Drept

Prof.univ.dr. Selișteanu Dan, Școala doctorală „Constantin Belea” a Facultății de Automatică Calculatoare și Electronică

Prof.univ.dr. Spulbăr Cristi Marcel, Școala doctorală de Științe Economice

Conf.univ.dr. Stan Răzvan, Școala doctorală de Teologie ortodoxă „Sfântul Nicodin”

Prof.univ.dr. Tarniță Daniela, Școala doctorală „Academician Radu Voinea” a Facultății de Mecanică

Prof.univ.dr. Teodorescu Cristiana-Nicola, Școala doctorală „Alexandru Piru” a Facultății de Litere

Gina-Mihaela LUNĂ

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



**EDITURA UNIVERSITARIA
Craiova, 2022**

Referenți științifici:

Prof.univ.dr. Ing. Mihaela POPESCU

Prof.univ.dr. Ing. Gheorghe MANOLEA

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

LUNĂ, GINA MIHAELA

Cercetări privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor prin valorificarea energiilor regenerabile / Gina Mihaela Lună. -

Craiova : Universitaria, 2022

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-1870-1

620.9

© 2021 by Editura Universitaria

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și sub orice formă, cum ar fi xeroxarea, scanarea, transpunerea în format electronic sau audio, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețelele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informațiilor, cu scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și/sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

Lista cu abrevieri și simboluri

AFM - Administrația Fondului pentru Mediu
AGM - Absorbent Glass Mat (acumulator)
ANM - Administrația Națională de Meteorologie
ANRE - Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei
ATR - Aviz tehnic de racordare
AJAX - Asynchronous JavaScript and Extensible Markup Language, tehnică de programare pentru realizarea aplicației “Calculator dimensionare sistem fotovoltaic”
BAPV - panouri fotovoltaice aplicate pe clădiri (Building Applied Photovoltaics)
BIPV - panouri fotovoltaice integrate în clădiri (Building Integrated Photovoltaics)
°C - grade Celsius
CdTe - telură de cadmiu
CIGS - selenură de galiu cu indiu de cupru
CSS - Cascading Style Sheets, limbaj ce adaugă stil paginii web “Calculator dimensionare sistem fotovoltaic”
DSC - celulă solară sensibilizată la colorant
FHD - Full High Definition
GaAs - arseniură de galiu
HD - High Definition
IE - Internet Explorer
IPCC - Biroul Interguvernamental de Experti în Evoluția Climei din cadrul ONU
LED - diodă electroluminiscentă (Light Emitting Diode)
Li - litiu
Lit - litera
LTO - acumulatori din titan de litiu (Lithium Titanat Oxid)
MPPT - controler de urmărire a punctului de putere maxim (Maximum Power Point Tracking)
ONU - Organizația Națiunilor Unite
ORR - Operator de rețea relevant
PHP - Hypertext Preprocessor, limbaj de programare pentru realizarea aplicației “Calculator dimensionare sistem fotovoltaic”
PUD - planul urbanistic de detaliu
PUZ - planul urbanistic zonal
PVGIS - Sistem informatic geografic fotovoltaic (Photovoltaic Geographical Information System)
PWM - Pulse Width Modulation

QD - celulă cu nanocristale
SEN - Sistemul Energetic Național
TVA - taxa pe valoarea adăugată
UE - Uniunea Europeană
UHD - Ultra High Definition
UV - Ultraviolete
UVA - Ultraviolete tip A;
UVB - Ultraviolete tip B;
UVC - Ultraviolete tip C;

INTRODUCERE

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 Experti 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 implemetarea 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 temei 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].

Cercetări privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor prin valorificarea energiilor regenerabile

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 cinci capitole

Introducere

Capitolul 1 - 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 2 - Cercetări privind disponibilitatea consumatorilor de a implementa sisteme fotovoltaice

Conține un sondaj de opinie, pentru a evidenția gradul de informare al persoanelor participante asupra utilizării 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

Cercetări privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor prin valorificarea energiilor regenerabile

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 3 - 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 factura de energie electrică pentru cei care sunt conectați deja la rețea sau cu ajutorul 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 4 - 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;

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

Cercetări privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor prin valorificarea energiilor regenerabile

soarelui, radiația solară directă și viteza medie a vântului, asupra energiei electrice generată 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>.

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].

Capitolul 1

ANALIZA POSIBILITĂȚILOR DE VALORIFICARE A ENERGIEI FOTOVOLTAICE

1.1. Cadrul legislativ românesc privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor, prin valorificarea energiilor regenerabile

Producerea energiei electrice din surse alternative, la nivel național, se bazează pe un cadru legislativ stufos, care reglementează:

- sistemul de promovare a producerii energiei electrice din surse de energie regenerabilă [148];
- condițiile tehnice de racordare la rețelele electrice de interes public pentru prosumatorii cu injecție de putere activă în rețea [147];
- procedura de racordare a locurilor de consum care aparțin prosumatorilor care au instalații ce produc energie electrică din surse de energie regenerabilă cu puterea instalată de maxim 27 kW, respectiv maxim 100 kW [145] pentru un loc de consum, la rețelele electrice care sunt de interes public [130], [135], [136], [139], [143];
- regulile de comercializare a energiei electrice care este produsă în centralele electrice, din surse de energie regenerabilă, având puterea instalată de maxim 27 kW, aparținând prosumatorilor [137], [142], [146];
- contractul cadru pentru vânzarea și cumpărarea energiei electrice, care este produsă de către prosumatori, în centralele electrice din surse de energie regenerabilă, având puterea instalată de maxim 27 kW pentru un loc de consum, dar și pentru a modifica unele reglementări din sectorul de energie electrică [138], [140], [144];
- instalarea sistemelor de panouri fotovoltaice pentru a produce energie electrică, cu scopul de a acoperii necesarul de consum, dar și de a livra surplusul în rețeaua națională [109], [134].

Sistemul de promovare a producerii energiei electrice din surse de energie regenerabilă [148] stabilește:

- cota anuală de achiziție estimată pentru următorul an dar și pentru anul precedent, a certificatelor verzi. Aceasta este stabilită în funcție de consumul de energie electrică final estimat pentru următorul an;
- numărul de certificate verzi obținute de către prosumatorii care au implementat unități care produc energie electrică din surse regenerabile;

- valoarea cu care se tranzacționează certificatele verzi [148].

Condițiile tehnice de racordare la rețelele electrice de interes public pentru prosumatorii cu injecție de putere activă în rețea [130], [139], [147] cuprind următoarele:

- soluția de racordare sau/și modul de funcționare care este stabilit cu operatorul de rețea, pentru livrarea energiei în rețea, pe o durată determinată sau nedeterminată;
- informațiile pe care prosumatorii trebuie să le ofere operatorului de rețea relevant (ORR);
- elementele componente ale instalației de utilizare, a prosumatorului, circuitele de c.a. utilizate în instalația de producere a energiei precum și echipamentele de comutație, întreruptoare, funcții de protecție și rele;
- elementele componente ale instalației de racordare [130], [145], [147], [156].

Regulamentul referitor la racordarea utilizatorilor, la rețelele electrice care sunt de interes public [165] se adresează:

- utilizatorilor care solicită să se realizeze racordarea la rețeaua națională a locului de consum sau/și de producere nou;
- utilizatorilor care solicită să se modifice instalația prin intermediul căreia să se realizeze racordarea la rețeaua națională a locului de consum sau/și de producere;
- utilizatorilor cărora li se modifică la locurile de producere și/sau de consum, elemente administrative sau tehnice energetice caracteristice acestora [135].

Procesul de racordare presupune parcurgerea etapelor prevăzute în fig. 1.1: