

B.1. Propunerea de proiect (max. 10 pagini în limba română)

1. Titlul, cu indicarea domeniului științific din lista de la secțiunea VI

Titlul proiectului de cercetare este: *Pachet software bazat pe inteligență artificială pentru managementul energetic optim în scopul creșterii independenței energetice a României*

Domeniul științific de încadrare al proiectului este „4. Asigurarea independenței energetice a României”.

2. Cuvinte cheie

Independență energetică, centrale fotoelectrice, sisteme de stocare a energiei, algoritm de optimizare metaeuristic, inteligență artificială

3. Obiective, cu indicarea importanței acestora

Obiectivul principal al proiectului este **dezvoltarea unui pachet software pentru identificarea și analiza soluțiilor de creștere a independenței energetice a României.**

În prezent, România traversează o perioadă dificilă din punct de vedere al securității energetice generată atât de punerea în aplicare a măsurilor privind combaterea schimbărilor climatice cât și de situația critică a securității energetice în contextul tensiunilor și a incertitudinii situației geopolitice regionale.

În primul rând, capacitățile de producție a energiei electrice bazate pe cărbune au fost dezafectate sau trecute în conservare într-un mod sistematic, cu scopul de a reduce emisiile de gaze cu efecte de seră. Astfel, capacitatea de producție a fost diminuată într-un ritm accelerat în timp ce construirea de noi capacități de producție, bazate pe energie regenerabile a fost implementată într-un ritm mult mai redus. Cantitatea de energie electrică exportată s-a diminuat constant, în timp ce importurile de energie au crescut în mod accelerat, astfel încât în prezent, România și-a schimbat statutul din „exportator” de energie electrică cu potențialul de a deveni un hub energetic regional în „importator net” de energie [1].

În al doilea rând, contextul geopolitic regional este dominat de incertitudine, cu temeri rezonabile privind izbucnirea unor conflicte militare convenționale în regiune dar și a intensificării agresiunilor de tip hibrid care au avut o contribuție, alături de alți factori, la apariția crizei energetice actuale. În această situație, deprecierea îngrijorătoare a securității energetice a României a impus adoptarea unor măsuri, pe termen scurt precum plafonarea prețurilor la electricitate, cât și pe termen mediu și lung prin alocarea a 1,62 miliarde € prin intermediul Planului Național de Relansare și Reziliență (PNRR) pentru noi capacități de producție electrică din surse regenerabile, capacități producție energie în cogenerare și capacități de producție hidrogen verde [2]. În prezent, Ministerul Energiei a publicat ghidurile pentru accesarea a 875 milioane € din suma totală alocată.

Ca țară membră a Uniunii Europene, România și-a asumat îndeplinirea țărilor impuse privind creșterea procentului de energie electrică generată din surse regenerabile, din totalul de producție [3]. Aceste deziderate favorizează investițiile în aceste noi tehnologii, însă introduc noi provocări pentru sistemele de transport și distribuție actuale. Noile capacități de producție riscă să suprasolicite infrastructurile curente, iar o retehnologizare a acestora implică costuri extrem de ridicate. Din acest motiv, amplasarea acestor noi surse de generare trebuie realizată adecvat pentru a evita supraîncărcarea liniilor electrice, ce poate duce la defecte grave. Din aceste considerente, este necesară dezvoltarea unor algoritmi performanți de calcul pentru identificarea celor mai eficiente strategii de creștere a independenței energetice a României pe baza noilor surse de generare. Problemele de optimizare ce trebuie soluționate în acest scop presupun analiza

unui număr mare de variabile și aspecte de funcționare ale sistemului, astfel că metodele deterministe de optimizare pot fi depășite. În cadrul acestui proiect, se urmărește aplicarea tehnicilor de inteligență artificială, precum logica fuzzy, pentru determinarea scenariilor de funcționare a capacităților de producție și a profilelor de consum de energie. Pe baza datelor obținute din analiza producției și consumului vor fi aplicate tehnici de optimizare inteligente, bazate pe algoritmi metaeuristici, pentru determinarea amplasării și operării optime a noilor capacități de producție. Prin coordonarea adecvată a tuturor resurselor din sistemul energetic, se atinge și un obiectiv secundar, anume creșterea eficienței energetice a rețelelor electrice de distribuție (RED) și a rețelei electrice de transport (RET).

O1: Identificarea și analiza soluțiilor privind dezvoltarea de noi capacități de producție fotoelectrice și a sistemelor de stocare a energiei electrice pentru consumatori rezidențiali, comerciali și industriali de mici dimensiuni.

O primă abordare pentru creșterea independenței energetice constă în stimularea instalării de sisteme fotovoltaice și sisteme de stocare pentru persoanele fizice și operatorii economici. Importanța acestei măsuri este evidențiată de derularea programului „Casa Verde, Fotovoltaice” prin care se stimulează instalarea panourilor fotovoltaice de către persoanele fizice, prin finanțarea achiziționării și montării acestora. Programul este derulat prin Administrația Fondului pentru Mediu, cu un buget alocat de 263,7 milioane RON [4]. Deși programul Casa Verde reprezintă o soluție benefică, acesta nu va putea produce un impact semnificativ la nivel național, din punct de vedere al creșterii independenței energetice. Prin urmare, proiectul de cercetare de față analizează posibilitatea extinderii acestor stimulente către operatorii economici și instituțiile care administrează clădiri cu suprafețe mari, precum centre comerciale, clădiri de birouri, spitale și sedii ale instituțiilor publice, ce ar permite instalarea de sisteme fotovoltaice cu puteri semnificativ mai mari comparativ cu cele din cadrul programului Casa Verde.

Prin oferirea de stimulente, efectele benefice asupra independenței energetice la nivel național vor rezulta prin cumulara unui număr semnificativ de capacități de producție de puteri mici. Odată implementată această strategie, un viitor obstacol va fi reprezentat de capacitatea rețelei electrice de distribuție (RED) de a asigura integrarea unei capacități importante de producție din sisteme fotovoltaice. De asemenea, este previzionată inserția pe scară largă a autovehiculelor electrice, care va aduce noi provocări rețelelor electrice de distribuție. Cu scopul de a preîntâmpina aceste probleme, proiectul de cercetare de față analizează posibilitatea introducerii sistemelor de stocare a energiei electrice în pachetul de stimulente, astfel încât consumatorii să utilizeze la maximum energia electrică generată de sistemele fotovoltaice instalate și de a reduce solicitarea rețelelor electrice de distribuție.

O2: Identificarea și analiza soluțiilor privind dezvoltarea de noi centrale fotoelectrice și sisteme de stocare a energiei electrice de dimensiuni mari

O a doua abordare pentru creșterea independenței energetice constă în construirea de noi centrale fotoelectrice de puteri mari, cu scopul de a înlocui capacitățile de producție retrase din exploatare în ultimul deceniu. Pentru aceasta este necesară atragerea de capital autohton și străin pentru realizarea investițiilor în capacități de producție din surse regenerabile și asigurarea unor scheme de sprijin financiar. Importanța crucială a acestui obiectiv este recunoscută la nivel național și reiese din includerea „Măsurii de investiții I.1 - Noi capacități de producție electrică din surse regenerabile” în Planul Național de Relansare și Reziliență.

Principalul dezavantaj al centralelor fotoelectrice este cauzat de caracterul intermitent al sursei de energie primară și tinde să eclipseze o mare parte dintre numeroasele avantaje pe care le oferă. Astfel, în cazul unui sistem electroenergetic în care predomină producția din surse regenerabile, o provocare fundamentală la adresa securității energetice reiese din faptul că disponibilitatea surselor primare nu coincide întotdeauna cu cerințele consumatorilor. Pentru a evita apariția acestei situații, proiectul de față propune implementarea sistemelor de stocare a energiei electrice de mari dimensiuni, cu scopul de a înmagazina energia generată de sursele regenerabile pe duratele când se înregistrează goluri de sarcină și valori maxime de producție și de a o reintroduce în sistem atunci când consumul atinge valori de vârf (dimineața și seara). Pe măsura implementării unui număr mare de centrale fotoelectrice și sisteme de stocare este esențială dezvoltarea unei strategii optime de coordonare a numeroaselor dispozitive, având la bază un program software.

O3: Elaborarea și implementarea unui nou algoritm de optimizare metaeuristic hibrid cu aplicabilitate în probleme de optimizarea specifice sistemelor electroenergetice.

În contextul integrării surselor regenerabile și al sistemelor de stocare atât de dimensiuni mari cât și mici, gradul de complexitate al problemelor de programare a funcționării RED și RET va crește semnificativ, fiind necesare sisteme avansate sau inteligente de control pentru a asigura o coordonare optimă între multitudinea de dispozitive conectate. Proiectul de cercetare are ca obiectiv elaborarea și implementarea unor algoritmi bazați pe inteligență artificială pentru a realiza coordonarea optimă între numeroasele dispozitive conectate la RED și RET. Importanța acestor algoritmi de optimizare se reflectă în îmbunătățirea regimurilor de funcționare a infrastructurii existente, evitând în același timp investiții suplimentare în re tehnologizarea acesteia.

O4: Dezvoltarea unui pachet software

Soluțiile analizate în cadrul proiectului de cercetare se vor baza pe simulări realizate în mediul de programare Matlab cu ajutorul unor programe de calcul dezvoltate de membrii echipei. Considerând dinamica sectorului energetic, ritmul susținut de apariție a noilor soluții tehnologice, proiectul de cercetare își propune dezvoltarea unui pachet software ce poate fi utilizat pentru analize viitoare. Pentru aceasta, programele de calcul dezvoltate pe parcursul proiectului vor fi reunite și diferitele componente vor fi armonizate într-un pachet software funcțional ce va fi publicat în regim open-source pe forum Matlab.

Prin publicarea pachetului software pe forumul internațional Matlab File Exchange, este asigurată o vizibilitate mai bună a instituțiilor care sprijină în activitatea tinerilor cercetători și anume AOȘR și UPB.

Având în vedere performanțele crescute ale tehnicilor de inteligență artificială comparativ cu metodele convenționale de calcul, acest pachet poate fi integrat în studii pe baza cărora se elaborează strategia energetică a României.

O5. Diseminarea rezultatelor

Diseminarea rezultatelor obținute în urma activității de cercetare se va realiza prin articole publicate în reviste cotate WOS cu factor de impact, dar și prin realizarea unui manual de utilizare a pachetului software dezvoltat.

4. Metodologie, cu indicarea gradului de originalitate

Construirea de noi centrale fotoelectrice de mari dimensiuni și, alături de instalarea sistemelor fotovoltaice la consumatori rezidențiali și comerciali și reprezintă numai o componentă a soluției pentru creșterea independenței energetice a României. Limitările aplicării acestor măsuri pe scară largă vor consta în necesitatea pregnantă de a dezvolta noi linii electrice pentru transportul și distribuția energiei electrice. Pentru a evita aceste viitoare probleme, proiectul de cercetare își propune, ca principală componentă originală, dezvoltarea unei strategii optime de control a sistemelor de stocare de dimensiuni mari alături de centralele fotoelectrice de puteri mari (din sectorul de transport), respectiv a sistemelor de stocare de capacitate mică și a sistemelor fotoelectrice de dimensiuni reduse (din sectorul de distribuție). În această manieră, atât rețeaua de transport cât și rețelele de distribuție se vor decongestiona și prin urmare vor permite creșterea capacităților de producție fără a necesita noi investiții, limitându-se la utilizarea judicioasă a resurselor existente. Celelalte elemente de originalitate introduse de proiectul propus sunt reprezentate de pachetul software care va integra toate funcționalitățile menționate. După cunoștința membrilor echipei, nu există un pachet software de tip open-source care să integreze toate aceste funcționalități.

Proiectul de cercetare se va concentra pe dezvoltarea a două soluții distincte pentru creșterea independenței energetice a României și anume: optimizarea funcționării rețelei de transport pentru a permite instalarea de noi capacități de producție de putere mare și optimizare funcționării rețelelor electrice de distribuție pentru a facilita instalarea unui număr mare de capacități de producție de putere mică. De asemenea, proiectul va analiza instalarea unor capacități de stocare a energiei electrice de mari dimensiuni – instalate la nivelul RET – respectiv de mici dimensiuni instalate la nivelul consumatorilor.

Trebuie menționat că, prin literatura de specialitate se înțelege: articole științifice publicate în jurnale de tip open access, respectiv articole publicate în jurnale și volumele conferințelor indexate în baze de date la care Universitatea Politehnica din București oferă acces. De asemenea, se vor utiliza datele de interes public oferite de companii precum Transelectrica, ENTSO-E, etc, și specificații tehnice disponibile pe site-urile producătorilor de echipamente. În cazul în care este necesar, se pot obține date suplimentare prin încheierea acordurilor de confidențialitate între companiile care le dețin, și echipa de cercetare din cadrul proiectului.

Activitățile planificate pentru îndeplinirea primului obiectiv, O1, sunt prezentate în continuare.

A.1.1. Documentare privind starea actuală a rețelelor electrice de distribuție și a soluțiilor tehnologiilor actuale pentru sisteme fotovoltaice și sisteme de stocare de mici dimensiuni

Se va realiza un studiu bibliografic al literaturii de specialitate referitor la starea actuală a rețelelor electrice de distribuție, la soluțiile tehnologice existente în prezent (sau disponibile în viitorul apropiat) pentru panouri fotovoltaice, invertoare și sisteme de stocare a energiei electrice de mici dimensiuni. De asemenea, se va realiza și un studiu de documentare referitor la rețele electrice de distribuție de test, pentru utilizarea acestora în etapa de testare a algoritmului de optimizare propus.

Resurse: Literatura de specialitate, date de interes public referitoare la RED furnizate de companiile care administrează RED (ex: E-distribuție) și specificații tehnice ale echipamentelor, disponibile pe site-urile producătorilor.

Rezultat: Raport de analiză privind soluțiile tehnice de generare distribuită pe baza instalațiilor fotovoltaice și a sistemelor de stocare a energiei de mici dimensiuni.

A.1.2. Definirea scenariilor studiate pe baza analizei statistice a curbelor de producție și de consum la nivel de consumator și propunerea soluțiilor pentru îmbunătățirea independenței energetice a României

Această activitate va cuprinde cuantificarea incertitudinilor legate de evoluția consumului și a producției de energie, ca urmare a unei analize statistice. În acest sens, va fi definit un set cuprinzător de scenarii ce urmează a fi analizate, generând un spectru complet de rezultate ce vor fi interpretate. O componentă importantă a acestei activități va consta în propunerea de soluții bazate pe introducerea sistemelor fotovoltaice și a sistemelor de stocare de mici dimensiuni la consumatorii din RED, cu scopul reducerii cererii de energie la nivelul întregii rețele de distribuție.

Resurse: pentru obținerea curbelor de consum se vor utiliza datele furnizate de companiile care administrează RED, pentru datele de producție a sistemelor fotovoltaice se va utiliza platforma renewable ninja [4], bazată pe modelul climatic dezvoltat de NASA, iar pentru analiza statistică se va utiliza mediul de programare Matlab.

Rezultat: Raport de cercetare ce va conține setul de scenarii privind consumul și producția de energie electrică la nivel individual și setul de soluții propuse.

A.1.3 Realizarea modelului matematic și implementarea programului de calcul asociat

În această etapă se va realiza un studiu de documentare pentru realizarea unui model matematic pentru studiul regimurilor permanente de funcționare a rețelelor electrice de distribuție (pe baza metodei ascendent descendent), care va fi ulterior implementat în mediul de programare Matlab. De asemenea, se vor formula problemele de optimizare pentru coordonare optimă între numeroasele dispozitive controlabile din RED.

Resurse: Literatura de specialitate.

Rezultat: Raport de cercetare care conține modelul matematic și programul de calcul dezvoltat în mediul Matlab.

A.1.4 Simularea scenariilor propuse, analiza rezultatelor și determinarea celor mai avantajoase soluții

În această activitate se vor simula scenariile și soluțiile propuse cu ajutorul programului de calcul dezvoltat în Matlab. Rezultatele obținute vor fi analizate și interpretate, obținând un set de observații și concluzii.

Resurse: Programul de calcul dezvoltat în activitatea A.1.3, scenariile definite și soluțiile propuse în etapa A.1.2, algoritmul metaeuristic de optimizare dezvoltat în activitatea A.3.2. Trebuie precizat că etapa A.3.2 se va desfășura în paralel cu A.1.4, cu scopul de a adapta algoritmul propus la problemele de optimizare specifice coordonării dispozitivelor din RED.

Rezultat: Raport de cercetare care conține rezultatele simulărilor, comentariile și concluziile aferente acestora. De asemenea, rezultatele obținute în această etapă vor sta la baza studiului de caz din cadrul primului articol de jurnal planificat a fi publicat.

Pentru îndeplinirea obiectivului O2 se vor desfășura activitățile următoare:

A.2.1. Documentare privind capacitățile de producție din SEN și a soluțiilor tehnologice actuale pentru centrale fotoelectrice și sisteme de stocare de mari dimensiuni

Se va realiza o analiză statistică cu privire la capacitățile de producție actuale și o documentare asupra celor planificate în viitorul apropiat a fi instalate în RET. O altă componentă importantă a acestei activități o va reprezenta studiul potențialului energetic fotovoltaic la nivelul României, pentru a identifica capacitatea ce poate fi instalată în RET. De asemenea, se va realiza și un studiu bibliografic al literaturii de specialitate din care să reiasă stadiul actual al cercetării în domeniile de interes, cât și al soluțiilor tehnice disponibile pe piață în prezent și în viitorul apropiat pentru panouri fotovoltaice, invertoare și sisteme de stocare de puteri mari, cât și a sistemelor software de control.

Resurse: Literatura de specialitate, date de interes public referitoare la RET furnizate de Transelectrica sau ENTSO-E și specificații tehnice disponibile pe site-urile producătorilor de echipamente.

Rezultat: Studiu de documentare privind capacitățile de producție din SEN, potențialul fotovoltaic la nivel național și soluțiile tehnologice actuale.

A.2.2. Definirea scenariilor studiate pe baza analizei statistice a curbelor de producție și consum și propunerea soluțiilor pentru îmbunătățirea independenței energetice a României

Utilizând logica fuzzy în analiza incertitudinilor consumului și producției de energie, vor fi definite în cadrul acestei activități un set de scenarii semnificative care vor modela cele mai probabile situații. Pe baza studiului potențialului fotovoltaic vor fi propuse soluții pentru îmbunătățirea independenței energetice a României bazate atât pe introducerea de noi facilități de producere a energiei din surse fotovoltaice, cât și a integrării sistemelor de stocare de mari dimensiuni. Integrarea în modelul studiat a scenariilor care modelează incertitudinile va conduce la un rezultat exhaustiv al analizei.

Resurse: Pentru obținerea curbelor de consum și producție se vor utiliza datele publicate pe site-ul Transelectrica, iar pentru analiza statistică se va utiliza mediul de programare Matlab.

Rezultat: Raport de cercetare care conține setul de scenarii privind consumul și producția de energie electrică la nivel național și setul de soluții propuse pentru îmbunătățirea independenței energetice a României.

A.2.3 Realizarea unui model matematic și implementarea programului de calcul

În această etapă se va realiza un studiu bibliografic pentru dezvoltarea unui model matematic pentru determinarea regimului permanent de funcționare a RET (pe baza metodei Newton Raphson) și studiul impactului soluțiilor propuse asupra sistemului electroenergetic național. În acest sens, se vor formula problemele de optimizare prin intermediul cărora se determină soluțiile optime de instalare a noilor capacități de producție. Ulterior, modelul matematic va fi implementat în mediul de programare Matlab de către membrii echipei de cercetare.

Resurse: Literatura de specialitate publicată în bazele de date la care UPB are acces, studiul de documentare realizat în etapa A.2.1, scenariile stabilite în activitatea A.2.2.

Rezultat: Model matematic pentru calculul regimului permanent de funcționare a RET, model matematic pentru problema de optimizare și programele asociate dezvoltate în Matlab.

A.2.4 Simularea scenariilor propuse, analiza rezultatelor și determinarea celor mai avantajoase soluții

În cadrul acestei activități se vor simula scenariile și soluțiile propuse cu ajutorul programului de calcul dezvoltat în Matlab. Rezultatele obținute vor fi analizate, se vor discuta rezultatele și se vor trage concluziile aferente.

Resurse: Programul de calcul dezvoltat în activitatea A.2.3, scenariile definite și soluțiile propuse în etapa A.2.2, algoritmul metaeuristic de optimizare dezvoltat în activitatea A.3.3. Se menționează că activitatea A.3.2 se va desfășura în paralel cu A.2.3 întrucât algoritmi metaeuristici vor fi modificați pentru a crește adaptabilitatea la problemele de optimizare studiate în cadrul proiectului.

Rezultat: Raport de cercetare care conține rezultatele simulărilor, comentariile și concluziile aferente acestora. De asemenea, aceste rezultate vor fi transpuse în cel de-al doilea articol planificat a fi publicat.

Activitățile asociate obiectivului O3 sunt prezentate în continuare:

A.3.1 Studiul bibliografic referitor la algoritmi metaeuristici de optimizare

Având în vedere dezvoltarea accelerată a algoritmilor metaeuristici, atât prin introducerea de noi algoritmi cât și a variantelor hibride, adaptate sau modificate ai algoritmilor existenți. Prin urmare, un studiu bibliografic al literaturii de specialitate este necesar pentru a evidenția noile tendințe din acest domeniu dinamic.

Resurse: Literatura de specialitate.

Rezultat: Raport de cercetare privind stadiul actual al algoritmilor de optimizare metaeuristici.

A.3.2 Dezvoltarea unui algoritm metaeuristic adaptat pentru studiul RED

În această etapă se va selecta un algoritm metaeuristic existent în literatura de specialitate și se va propune o nouă structură, adaptată problemei studiate, prin integrarea unor operatori, mecanisme sau principii și combinarea lor într-o nouă structură care să ofere performanțe mai bune decât cele al algoritmului original. Ulterior, algoritmul va fi implementat în Matlab și testat pe un set de funcții de referință (Benchmark Functions) [5] și pe problema de optimizare formulată în A.1.3. În urma testării, se vor identifica eventualele puncte slabe și se vor propune îmbunătățiri pentru a obține varianta finală.

Resurse: Literatura de specialitate, programul de calcul dezvoltat în activitatea A.1.3.

Rezultat: Raport de cercetare care conține descrierea algoritmului, rezultatele obținute de acesta pe funcțiile de referință și codul Matlab.

A.3.3 Dezvoltarea unui algoritm metaeuristic adaptat pentru studiul RET

În această etapă se va selecta un algoritm metaeuristic existent în literatura de specialitate și se va propune o nouă structură adaptată problemei studiate, prin selectarea unor operatori, mecanisme sau principii și combinarea lor într-o nouă structură care să ofere performanțe mai bune decât cele al algoritmului original. Ulterior, algoritmul este implementat în Matlab și testat pe un set de funcții de referință (Benchmark Functions) și pe problema de optimizare formulată în A.2.3. În urma testării se vor identifica eventualele puncte slabe și se vor propune îmbunătățiri pentru a obține varianta finală. Se menționează că RED, respectiv RET, ridică provocări diferite pentru algoritmi metaeuristici, prin urmare variantele adaptate ale acestora vor necesita particularități de abordare.

Resurse: Literatura de specialitate, programul de calcul dezvoltat în activitatea A.2.3.

Rezultat: Raport de cercetare care conține descrierea algoritmului, rezultatele obținute de acesta pe funcțiile de referință și codul Matlab.

Activitățile planificate pentru realizarea obiectivului O4 sunt prezentate în continuare.

A.4.1 Dezvoltarea pachetului software

În cadrul acestei activități, programele de calcul dezvoltate în cadrul proiectului vor fi agregate sub forma unui pachet software complet. Programele de calcul elaborate în cadrul activităților de cercetare vor fi dezvoltate în mod sistematic, prin introducerea de noi componente și funcționalități, conducând la apariția unor versiuni îmbunătățite. Din acest motiv, va fi necesară o armonizare a acestor variante diferite astfel încât pachetul să funcționeze într-un mod unitar și corect. Varianta inițială astfel obținută va fi supusă testării funcționalității și eventualelor erori vor fi remediate pentru a obține varianta finală.

Resurse: Programele de calcul dezvoltate în cadrul proiectului.

Rezultat: Codul Matlab al variantei finale a pachetului software.

A.4.2. Redactarea documentației pentru pachetului software și publicarea acestuia

În urma dezvoltării pachetului software este necesară întocmirea documentației în limba engleză care să conțină atât informații despre modelele matematice utilizate, ipotezele acceptate cât și instrucțiuni de folosire.

Resurse: Varianta finală a pachetului software.

Rezultat: Documentația pachetului software și publicarea acestuia pe forumul Matlab File Exchange.

A.5 Diseminarea rezultatelor cercetării în trei articole de revistă

Această activitate va consta în publicarea a trei articole în reviste cotate WOS cu factor de impact, dintre care cel puțin două de categoria Q1/Q2 și unul de categoria Q3 sau superior.

5. Rezultate estimate intermediare/finale cu indicarea calendarului de activități

Livrabilele obținute pe parcursul proiectului sunt prezentate în continuare, alături de termenul de livrare, (exprimat ca numărul lunii de implementare al proiectului, la finalul căreia vor fi livrate).

L1.1 Raport de analiză privind stadiul actual al independenței energetice din sectorul de distribuție a energiei - (luna 2)

L1.2 Raport de cercetare privind soluțiile ce pot fi implementate în scopul creșterii independenței energetice a rețelelor electrice de distribuție - (luna 4)

L1.3 Raport de activitate privind cercetările realizate în sectorul de utilizare a energiei (rezidențial, comercial și industrial) în sistemele electrice de distribuție, în scopul creșterii independenței energetice - (luna 6)

L1.4 Raport de cercetare care conține rezultatele simulărilor, comentariile și concluziile aferente acestora - (luna 8)

L2.1 Raport de analiză privind stadiul actual al independenței energetice la nivel național în România - (luna 10)

L2.2 Raport de cercetare privind soluțiile ce pot fi implementate în scopul sporirii independenței energetice pentru sistemul energetic național - (luna 12)

L2.3 Raport de activitate privind cercetările realizate în scopul creșterii independenței energetice la nivel național, pe baza surselor de regenerabile de energie și a sistemelor de stocare de mare capacitate - (luna 14)

L2.4 Raport de cercetare care conține rezultatele simulărilor, comentariile și concluziile aferente acestora - (luna 16)

L3.1 Raport de cercetare privind stadiul actual al algoritmilor de optimizare metaeuristici - (luna 6)

L3.2 Raport de cercetare care conține descrierea algoritmului destinat studiului RED, rezultatele obținute de acesta pe funcțiile de referință și codul Matlab - (luna 8)

L3.3 Raport de cercetare care conține descrierea algoritmului destinat studiului RET, rezultatele obținute de acesta pe funcțiile de referință și codul Matlab - (luna 12)

L4.1 Pachetul software în Matlab publicat pe forum - (luna 20)

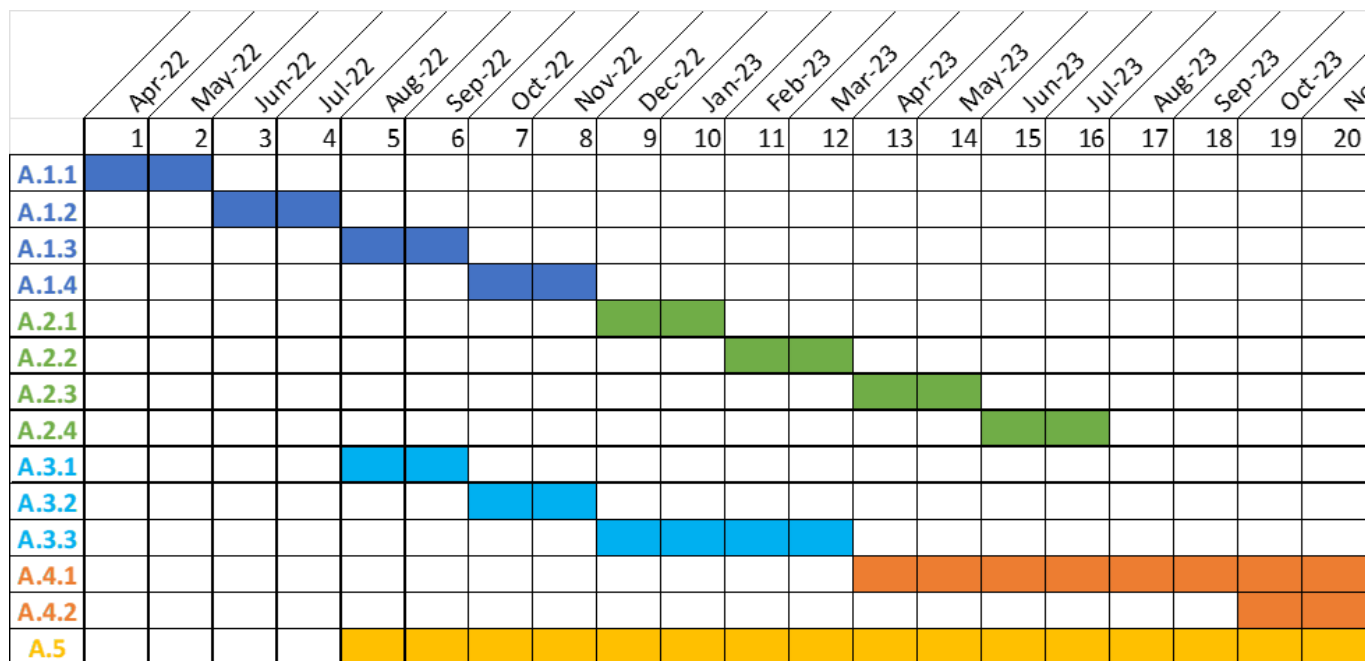
L4.2 Manual de utilizarea a pachetului software (în limba engleză) - (luna 20)

L.5.1 Primul articol trimis/acceptat spre publicare într-o revistă cotate WOS - (luna 9)

L.5.2 Al doilea articol trimis/acceptat spre publicare într-o revistă cotate WOS - (luna 14)

L.5.3 Al treilea articol trimis/acceptat spre publicare într-o revistă cotate WOS - (luna 19)

Calendarul activităților este prezentat în graficul Gant de mai jos.



6. Articole estimate a fi elaborate cu indicarea factorului de impact minim al revistei unde vor fi publicate

Diseminarea rezultatelor se va realiza prin publicarea a două articole în reviste cotate Q1/Q2, și un articol într-o revistă cotate WOS, care face parte, cel puțin, din categoria Q3 precum: IEEE Transactions on Smart Grid (Factor de Impact FI = 8.267), Swarm and Evolutionary Computation (FI = 7.177), Applied Soft Computing (FI = 6.725), IEEE Transactions on Power Systems (FI = 6.663), Energy (FI = 7.147), Advances in Engineering Software (FI = 4.141), IEEE Transactions on Power Delivery (FI = 4.13), IEEE Access (FI = 3.367), Sustainability (FI = 3.251), Mathematics (FI = 2.258) sau Energies (FI = 3.004).

Teme ce vor fi dezvoltate în cele trei articole propuse sunt următoarele:

- 1) Coordonarea optimă a resurselor distribuite (instalații fotovoltaice, sisteme de stocare cu baterii, programe de răspuns la cerere etc.) în rețele electrice de distribuție cu scopul de a îmbunătăți independența energetică,

- 2) Coordonare optimă a resurselor energetice (incluzând surse regenerabile de energie și sisteme de stocare de mare capacitate) la nivel național scopul de a îmbunătăți independența energetică
- 3) Analiza eficienței algoritmului metaeuristic hibrid adaptat problemelor specifice sistemelor energetice.

7. Bibliografie

1. Site-ul CNTEE Transelectrica S.A, accesat 19-02-2022:
https://www.transelectrica.ro/widget/web/tel/sen-grafic/-/SENGrafic_WAR_SENGraficportlet
2. Site-ul Ministerului Energiei, Planul Național de Redresare și Reziliență al României (PNRR), accesat 19-02-2022: <https://energie.gov.ro/pnrr/>
3. Țintele pentru energie regenerabilă, site-ul Comisiei Europene, accesat 19-02-2022:
https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en
4. Site-ul Programul Casa Verde Fotovoltaice, al Administrației Fondului pentru Mediu, accesat 19-02-2022: https://www.afm.ro/sisteme_fotovoltaiice.php
4. Site-ul aplicației renewable ninja , accesat 19-02-2022: <https://www.renewables.ninja/>
5. Definițiile funcțiilor de referință pentru optimizări metaeuristice, pe site-ul Simon Fraser University, accesat 19-02-2022: <https://www.sfu.ca/~ssurjano/optimization.html>

8. Suma solicitată (nu se vor specifica tipurile de cheltuieli).

Pentru îndeplinirea obiectivelor propuse în proiect, se estimează un buget necesar de 60 000 RON, din care se vor acoperi taxele pentru publicarea articolelor în regim open access și achiziția de tehnică performantă de calcul.

B.2. Titlu și rezumat în limba engleză

The project's title is: *Artificial Intelligence-based Software Package for Optimal Energy Management Aiming at Increasing Romania's Energy Independence.*

The project's abstract is provided below:

The objective of this project is the development of an Artificial Intelligence (AI) based software package for identifying and analyzing solutions to increase Romania's energy independence. The research project will focus on two main solutions for increasing the power self-sufficiency, namely: the installation of new high-power production capacity and the installation of low-power production capacity. Also, the project will analyze the installation of small- and large-capacity energy storage systems. However, without the optimal coordination of the new production sources, the current transmission and distribution infrastructures won't be able to sustain the new generation capacity. In this regard, the developed software package will explore the AI techniques capabilities in solving the complex optimization problems that describe the power system operation. The proposed algorithms will be further published in open-source mode on the Matlab forum, to increase the international scientific visibility of the research.