

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

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

Sistem inteligent de management a energiei din surse regenerabile
acronim „SIMER”

Domeniu științific:

1. Surse regenerabile de energie

Domenii științifice secundare:

1. Schimbări climatice
2. Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră

2. Cuvinte cheie

1. Surse regenerabile de energie (SRE)
2. Sistem inteligent
3. Eficiență energetică
4. Inteligență artificială
5. Energie

3. Obiective, cu indicarea importanței acestora

Obiectivul general al acestui proiect constă în dezvoltarea și validarea unui sistem informatic deschis, adaptabil și integrabil, ce înglobează instrumente inovative, bazate pe inteligența artificială, dedicat optimizării funcționării sistemelor fotovoltaice pentru producerea de energie electrică, în vederea acoperirii cât mai mult a necesarului de consum și livrării surplusului în rețeaua națională. *SIMER* va fi **primul sistem** ce permite monitorizarea în timp real, diagnoza și predicția sistemelor fotovoltaice pentru producerea de energie electrică, în vederea acoperirii necesarului de consum și livrării surplusului în rețeaua națională.

Odată cu dezvoltarea tehnologiei și creșterea gradului de utilizare a mașinilor electrice, consumul de energie crește pe zi ce trece. Cererea de energie devine mult mai mare decât energia reală generată în aproape toate țările. Prin urmare, energia este considerată una dintre elementele de bază pentru creșterea oricărei economii și un factor esențial pentru evaluarea progresului oricărui stat sau țară [1]. În funcție de impactul energiei, economia de energie este foarte esențială în reducerea costurilor cu energia.

Multe tehnologii de eficiență energetică au fost folosite în scopuri rezidențiale. Aceste tehnologii pot fi clasificate în două mari tipuri: *sisteme de generare a energiei* și *soluții pentru reducerea consumului*. Prima soluție ar putea fi obținută prin instalarea unui sistem de microgenerare (sisteme fotovoltaice și/sau turbine eoliene). A doua soluție ar putea fi realizată prin dezvoltarea unor sisteme de management inteligente care ar putea programa funcționarea aparatelor electrocasnice [2].

Sistem inteligent este un termen ce se regăsește în multe aplicații din viața noastră de zi cu zi, de exemplu, în domeniul managementului energiei, al aplicațiilor medicale și al automatizării industriale și auto. Subiectul cheie al sistemelor inteligente îl reprezintă noile invenții în domeniile ingineriei sistemelor, nanotehnologiei, biotehnologiei, tehnologiei optice, tehnologiei avansate a materialelor sau nano electronicii [3].

În 04.09.2019 a fost publicat Ordinului nr. 1287/2018 pentru aprobarea Ghidului de finanțare a Programului privind instalarea sistemelor de panouri fotovoltaice (PV) pentru producerea de energie electrică, în vederea acoperirii necesarului de consum și livrării surplusului în rețeaua națională. Program cunoscut sub denumirea de „Casa Verde Fotovoltaice” prin care se asigură o subvenție de la stat, de până la 20.000 de lei pentru persoanele fizice care doresc să își monteze acasă sisteme fotovoltaice. Conform Administrației Fondului pentru Mediu (AFM), peste 13.000 de persoane fizice au beneficiat de finanțare pentru a-și monta un sistem fotovoltaic și a deveni prosumatori (produc și livrează energie din surse regenerabile). Ghidul de finanțare prevede că montajul se face doar pentru sisteme fotovoltaice de minim 3 kWp [4].

Potrivit legislației, prețul pe care un prosumator îl primește pentru energia electrică introdusă în rețeaua națională este prețul mediu ponderat înregistrat pe piața în anul anterior. Operatorul comercial al pieței de energie electrică (OPCOM) a publicat prețul mediu ponderat înregistrat în Piața pentru Ziua Următoare în anul 2021, în valoare de 539,00 lei/MWh (0,539 lei/KWh). Comparativ, furnizorii de energie solicită un preț de 1,4-3 lei/KWh, deoarece în momentul în care se face regularizarea, furnizorii nu plătesc prosumatorilor tarife de transport, distribuție, taxa de cogenerare, certificate verzi, acciza etc pentru energia introdusă de aceștia în rețea, ci numai pentru energia consumată de aceștia din rețea. Însă chiar și așa, prețurile energiei marfă (fără tarife/taxe etc) atât pe piața concurențială, cât și pe cea de serviciu universal sunt de 0,7-1,2 lei/KWh, cu 22,5-100% peste prețul pe care-l primesc prosumatorii pentru energia introdusă în sistem în 2022.

Pentru micii prosumatori, care și-au instalat panouri solare de 3-5 KW, menite a acoperi în principal consumul propriei case, a introduce energie electrică în rețea devine, în acest context, un proces din ce în ce mai ineficient. Preferabil ar fi: **(I).** achiziționarea unor acumulatori și, în loc să introducă zilnic energie în rețea, să o stocheze, **(II.)** instalarea unui sistem inteligent pentru controlul energiei consumate.

Dacă un consumator ar putea, de exemplu stoca și consuma zilnic din proprii acumulatori pe timpul nopții în medie 3 KWh, în cursul unui an s-ar realiza economii importante, însă costul acumulatoriilor, instalării și metenantei acestora, precum și modificările aduse sistemului fotovoltaic prin schimbarea tipului de invertor (de la on-grid la off-grid, adaugarea unui regulator de tensiune, etc) ar reprezenta în plus o investiție care ar fi greu de amortizat (în funcție de numărul de acumulatori – 2-5 ani).

Dezvoltarea internetului și a inteligenței artificiale a dus la apariția de aplicații destinate controlului diverselor echipamente electrocasnice. Astfel, o casă inteligentă (smart home) este prevăzută cu echipamente inteligente (electronice, electrocasnice, sisteme de încălzire, securitate, media, etc.) care pot fi comandate și controlate centralizat printr-un program software. Acestea pot fi gestionate de la distanță, prin aplicații pe Internet, și local prin întrerupătoare inteligente. Odată cu evoluția Internet of Things (IoT), *smart home* a evoluat de la concept la un set de instrumente și aplicații care ne fac viața mai ușoară și mai sigură. Echipamentele electronice sau electrice sunt prevăzute cu comunicație wi-fi, au la bază senzori speciali și /sau programe, care funcționează pe baza unor algoritmi care dictează funcționarea aparaturii din casă.

În prezent se implementează sisteme automatizate de siguranță, de confort a temperaturii sau a intensității luminoase și aplicații pentru control multimedia. Sistemele inteligente pornesc echipamentele de încălzire de la distanță, fac cafeaua înainte de a ne ridica din pat, udă gazonul sau topesc zăpada înainte să se depună și închid sau deschid poarta.

În acest context, scopul propunerii de proiect cu titlul: *Sistem inteligent de management a energiei din surse regenerabile* (SIMER) constă în dezvoltarea și validarea unui sistem informatic deschis, adaptiv și integrator, ce înglobează instrumente inovative, bazate pe inteligența artificială, dedicat sistemelor fotovoltaice pentru producerea de energie electrică, în vederea acoperirii necesarului de consum și livrării surplusului în rețeaua națională. În consecință, **provocarile** proiectului sunt: asigurarea monitorizării, diagnozei și predicției funcționării sistemului fotovoltaic, în regim on-grid și optimizarea funcționării acestuia printr-un sistem de management proactiv integrat bazat pe instrumente inteligente de monitorizare și control.

În cadrul acestui proiect de cercetare, se propune realizarea unui *Sistem inteligent de management a energiei din surse regenerabile* (SIMER), cu următoarele **obiective tehnologice**: **1.** analiza funcționalității întregului sistem sursă – distribuție- consumator de energie, pornind de la conceptul de Demand Side Management (DSM) prin definirea indicatorilor de performanță și condițiile de funcționare de la cerință spre furnizare, cu asigurarea nivelurilor de performanță, eficiență și impact asupra mediului caracteristice comunităților energetice sustenabile, cu consumuri de energie din surse clasice aproape egale cu zero; **2.** monitorizare, controlare și/sau automatizare în timp real (măsurarea principalilor parametri ai fluxurilor de energie, ai parametrilor de mediu dar și parametrii de proces) pentru o corelare cât mai precisă între producția și consumul energetic. Se va încerca utilizarea de senzori de tip Narrowband sau WiFi-low Consumption și vor acoperi toate aspectele funcționale și de mediu în care operează generatorul fotovoltaic; **3.** stocarea de informații obținute, analizarea în mod dinamic pe baza standardelor în vigoare și a specificațiilor de echipament parte a generatorului fotovoltaic astfel încât să se poată sugera alerte, avertizări, road-map-uri și acțiuni de mentenanță bazate pe mărimi măsurate și recomandări ale producătorilor precum și recomandări de tip "best practices"; **4.** asigurarea unei scalări cât mai liniară a consumurilor cu activitățile cu posibilitatea în același timp a implementării unor strategii cu obiectiv cost minim, impact de mediu redus și confort climatic maxim; **5.** informarea și implicarea utilizatorilor, administratorilor, operatorilor în atingerea obiectivelor de eficiență energetică. Sistemul inteligent de management a energiei din surse regenerabile va îndeplini și funcțiile de modularitate și flexibilitate cu posibilitate de îmbunătățire continuă.

Sistemul inteligent de management a energiei din surse regenerabile va evalua starea de bună funcționare a generatorului și va optimiza parametrii de exploatare ai acestuia astfel încât să fie atinse limitele garantate de producătorii componentelor. Este bine cunoscut faptul că o defectuoasă exploatare a unui banc de acumulatori poate duce foarte repede la scăderea performanțelor acestora sau mai rău la defectarea individuală sau în grup a acumulatorilor. Tehnologii de tip battery balancer și battery monitoring systems se comercializează în prezent, dar interoperabilitatea acestora într-un sistem nu a fost dovedită încă.

Sistemul inteligent de management a energiei din surse regenerabile va avea și posibilități de tip load shedding, scheduling, prioritization. Astfel acesta va putea controla consumatorii (iluminare, aer condiționat,

„consumatori smart”) pentru a atinge nivelul maxim de eficiență în bilanțul energetic total. Structura *sistemului inteligent de management a energiei din surse regenerabile* propusă este prezentată în figura 1.

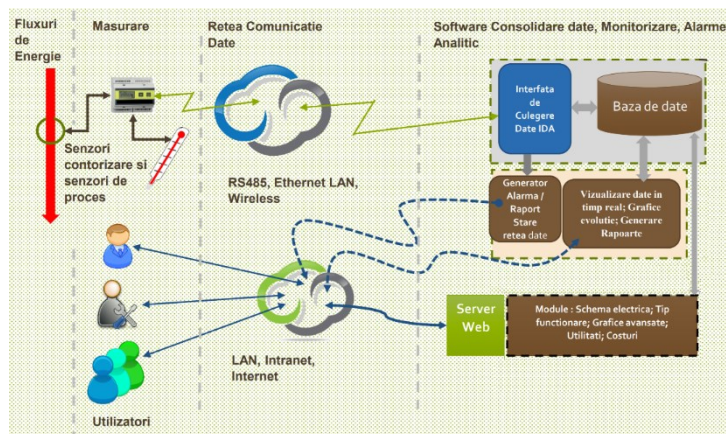


Fig. 1. Structura SIMER propusă

Obiective specifice ale proiectului, sunt: **O1. Identificarea arhitecturii sistemului și a studiilor de caz ce vor fi folosite pentru validarea acestuia.** Arhitectura identificată în urma acestui demers trebuie să fie flexibilă, deschisă și integrativă pentru a permite integrarea oricărui instrument dezvoltat ulterior. Studiile de caz identificate trebuie să aibă grade de complexitate diferite pentru a permite validarea sistemului într-un proces de tip step-by-step. **O2. Colectarea, administrarea și prelucrarea datelor necesare funcționării sistemului.** Funcționalitatea și performanțele SIMER depind într-o foarte mare măsură de descrierea cât mai detaliată și precisă a sistemului PV și a măsurilor corective sau preventive de aplicat. Aceste date vor fi corelate cu procesul de monitorizare în timp real. **O3. Modelarea, testarea și integrarea instrumentelor** de modelare, monitorizare, diagnoză, predicție a energiei produse cu sistemele PV, în regim de funcționare on-grid în SIMER. Aceste instrumente sunt bazate pe tehnicile inteligenței artificiale (ex. agenți inteligenți, rețele neuronale etc.) și vor asigura caracterul modular, integrativ și adaptabil al soluției propuse. **O4. Testarea, operarea și validarea performanțelor SIMER,** prin simularea step-by-step pe studiile de caz propuse. **O5. Diseminarea** rezultatelor cercetării sub forma de articole publicate în jurnale și prezentate în cadrul unor manifestări științifice internaționale.

Principalele *avantaje* ale unui astfel de sistem, precum cel propus, sunt: **a.** sistemele de consum energetic pot fi sisteme dinamice a căror evoluție poate fi dependentă de modul de monitorizare și control; **b.** evoluția sistemului poate fi urmărită și analizată de un sistem personalizat de management energetic. Sistemul propus trebuie să fie capabil să măsoare principalele fluxuri energetice și principalii consumatori, pentru identificarea oportunităților de îmbunătățire și identificarea rapidă a ieșirii din parametrii; **c.** introducerea bugetelor de consum pe grupe și implicarea utilizatorilor prin informare în timp real sunt practici ce aduc un nivel superior de performanță energetică; **d.** aplatizarea curbei de sarcină și reducerea încărcării sistemului intern de distribuție energetică; **e.** reducerea costurilor de achiziție energie prin creșterea predictibilității de consum (prin previzionare pe bază de istoric și monitorizare pentru încadrare efectivă în estimat).

Evoluția, în timp, a unui sistem de consum energetic este prezentată în figura 2.

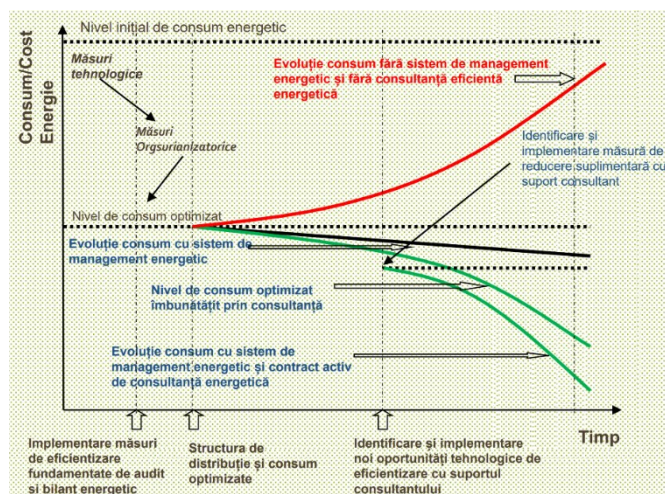


Fig. 2. Evoluția, în timp, a unui sistem de consum energetic, în mai multe variante de monitorizare și management

4. Metodologie, cu indicarea gradului de originalitate

Integrarea elementelor de inteligență artificială în instrumentele suport reprezintă un **element de absolută originalitate** a acestei propuneri. De asemenea, **algoritmii de predicție bazați pe rețele neuronale**, vor fi folosiți fără a avea nevoie de **informații a priori** referitoare la comportamentul prosumer-ilor. Acest aspect reprezintă un **element de originalitate** al prezentului proiect. Un alt **element de originalitate** al SIMER constă în faptul că instrumentele inteligente integrate vor avea capacitatea, pe baza informațiilor predicționale, **sa perceapă** schimbările dinamice ale mediului prin intermediul senzorilor și în baza acestor informații vor putea **sa rezoneze** interpretând percepțiile și **să rezolve problemele** apărute, printr-o acțiune locală. Aceste acțiuni pot consta în: reprogramarea folosirii, conectarea sau deconectarea unor consumatori etc.. **Elementul de inovare** adus de proiect constă în dezvoltarea unor modele funcționale asociate sistemelor PV, și în implementarea unui SIMER cu utilizarea unor interfețe prietenoase bazate pe instrumente virtuale.

Soluțiile furnizate de SIMER asigură: **monitorizarea** în timp real a funcționării sistemului PV, printr-un sistem de contorizare inteligent integrat, colectarea și stocarea acestor date. Ele reprezintă pentru funcțiile de diagnoză și predicție integrate, informații primare. Acestea sunt completate de date obținute prin verificarea și interogarea bazei de date a ANM, legate de factorii meteo ce influențează producția de energie din surse regenerabile.

Sistemul inteligent de management a energiei are structura prezentată în figura 3.

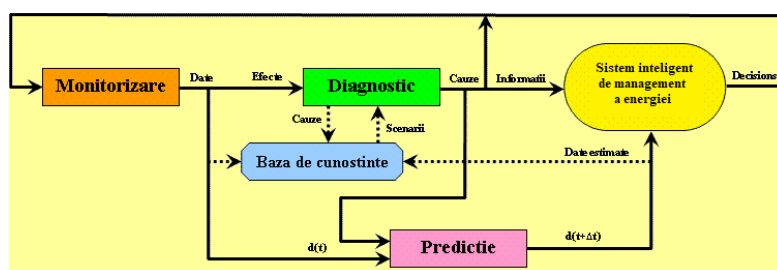


Fig. 3. Funcțiile locale ale sistemului inteligent de management a energiei

Principalele funcții locale ce vor fi implementate prin propunerea de proiect, pentru managementul energetic, sunt: **monitorizare, diagnostic și predicție**.

În vederea evaluării stării de funcționare (cum ar fi situațiile de avarie, perioadele de supra sau subsarcină, gradul de încărcare a sistemului de stocare etc. (**efecte**)) și identificarea **cauzelor** generatoare de stări de avarie sau alarmă la nivelul rețelei, în cadrul sistemului propus este implementată **funcția de diagnostic**. **Datele** rezultate în **urma monitorizării în timp real** a sistemului vor reprezenta, pentru funcția de diagnostic și de predicție, intrările primare. Ele vor fi stocate într-o **baza de cunostinte** alături de informațiile formalizate sub forma de **reguli sau scenarii** provenite din expertiza echipei de cercetare. Ca o consecință a implementării acestei funcții, sistemul va avea “capacitatea de a face față defectelor” (Fault Ride Through), “capacitatea de a funcționa la tensiune scăzută” (Low Voltage Ride Through) și garanția că nu va fi deconectat la vârfuri sau goluri de tensiune.

Funcția de predicție integrată are o bază de cunoștințe instruită și îmbunătățită on-line cu noi scenarii. Ea este considerată **cheia monitorizării variabilității radiației solare**. Prin predicții realizate pe termen scurt, mediu sau lung, referitoare la producția de energie din SER sau la curba de consum, garantează o îmbunătățire a utilizării energiei. Estimarea tendinței de producere a energiei electrice se bazează pe ciclicitatea (zi/noapte, iarnă/vară) a factorilor de mediu (radiație solară, temperatură) și pe scăderea randamentului instalațiilor datorată uzurii. Aceste informații vor avea un impact important nu numai asupra planului de acțiuni ulterior ci și asupra sistemului de evaluare financiară al energiei verzi.

Rezultatele acțiunii locale a acestor funcții vor fi integrate în **sistemul inteligent bazat pe agenți inteligenți**. Funcționarea acestuia conferă întregului sistem un **caracter adaptiv și proactiv**. Funcțiile sale obiectiv, integrate sub forma măsurilor de performanță impuse în mod obiectiv agenților inteligenți în momentul proiectării, constau în: **controlul stabilității rețelei și reducerea vulnerabilității microréțelei**.

Agenții inteligenți îndeplinesc 3 funcții: **percep** condițiile dinamice din mediul în care acționează (zi/noapte, iarnă/vară, viteză vânt, gradul de încărcare al elementelor de stocaj), **acționează** pentru a reduce vulnerabilitatea rețelei prin conectarea anumitor consumatori prioritari, prin reconfigurarea arhitecturii rețelei, prin stabilirea regimului de funcționare etc. și **raționează** pentru a interpreta percepții, a rezolva probleme fără intervenția operatorului uman, a face inferențe, și a stabili ce acțiuni să execute (exemplu: prin remedierea unei avarii se maximizează energia utilă la nivel de rețea locală, implicând astfel micșorarea transferului energetic din rețeaua națională de energie și diminuarea pierderilor prin transportul energiei electrice).

În prezent, politica energetică a Uniunii Europene (UE) consideră drept obiective centrale: securitatea în alimentarea cu energie a consumatorilor, competitivitatea și sustenabilitatea. În vederea atingerii acestor target-uri, prin strategiile europene sunt impuse o serie de obiective. Preocupările intense la nivel european pentru producerea distribuită (PD) din surse de energie regenerabilă (SER) au fost concretizate prin alcătuirea unui cluster de proiecte, numit Integration of Renewable Energy Sources and Distributed Generation into the European Electricity Grid (IRED cluster) [5]. Studiile care s-au realizat în urma acestor proiecte, au scos în evidență **necesitatea existenței unui sistem de gestiune energetică de la nivel micro până la nivel macro, strategiile de control existente nefiind aplicabile mereu cu succes.**

Un astfel de sistem inteligent de management a energiei electrice folosește tehnologii și platforme de comunicare pentru conectarea dispozitivelor, senzorilor și elementelor de execuție. Tehnologiile inovatoare sunt integrate treptat în activitățile noastre zilnice și în relațiile noastre fizice și emoționale cu comunitățile noastre [6, 7]. Aceasta înseamnă că începem să creăm o structură separată cu interacțiune socială transparentă.

În [8] autorii sugerează în că ideea de automatizare a locuinței este strâns legată de comandarea anumitor componente specifice, cum ar fi aparatele de aer condiționat, întrerupătoarele de lumină, și alți consumatori. În [9] se afirmă că această tendință ar putea fi justificată în primul rând prin costurile mai mici și avantajele financiare ale producției industriale și tehnologiilor în cercetarea academică. Autorii au menționat în [10] că, în trecut, abordările în cazul casei inteligente erau în domenii strategice (inginerie, infrastructură și sateliți), dar în prezent abordările se îndreaptă către activitățile casnice, de exemplu, sistemele de control al rețelei, sistemele inteligente de parcare și diverse aplicații pentru smartphone-uri.

Sistemele inteligente de management a energiei electrice sunt percepute ca o soluție de a gestiona aparatele și de a controla cererea de energie într-o casă inteligentă. Aceste sisteme monitorizează și colectează date care includ generarea, distribuția și transportul energiei electrice [11]. Astfel, aceste sisteme sunt aplicații de monitorizare și colectare a datelor, care acoperă producția și livrarea rețelei de energie electrică. Această definiție a fost susținută pe scară largă pentru a sugera o cale de urmat pentru furnizarea energiei electrice [12]. În [13], sistemele inteligente de management a energiei electrice este cheia pentru managementul rețelei inteligente și de succes din partea cererii pentru prosumatori. Sistemele inteligente de management a energiei electrice realizează monitorizarea și reglarea în timp real a diferitelor aparate electrocasnice în funcție de nevoile utilizatorului prin dispozitive inteligente de asistență controlate de interfețe umane pentru a reduce prețurile la energie electrică și pentru a îmbunătăți eficiența energetică. Autorii au menționat în [14] că, din cauza preocupărilor tot mai mari cu privire la sustenabilitatea energiilor regenerabile și a emisiilor de mediu, sistemele inteligente de management a energiei electrice a fost create pentru a gestiona energiile din surse regenerabile la nivel local (turbine eoliene, panouri solare etc.). Autorii au afirmat în [15] că, în funcție de evoluțiile rapide din domeniul inovațiilor avansate în electricitate și energie durabilă, aceste sisteme inteligente s-au confruntat cu o preocupare tot mai mare într-o generație descentralizată, reducerea cererii și perioadele de vârf pentru a oferi consumatorilor sau furnizorilor de servicii soluții adecvate [16].

În ultimii ani au fost studiate mai multe abordări, cum ar fi infrastructura în ceea ce privește contorizarea [17], tehnologiile cu senzori inteligenți [18], aparatele inteligente pentru casă [19], rețeaua electrică din locuință [20] și sistemul de stocare a energiei la domiciliu [21]. În general, un sistem inteligent de management a energiei electrice (SIMER) se referă la aplicarea controlului de supraveghere și a achiziției de date, inclusiv și în partea de generare a energiei electrice, și anume cu conceptul de rețea inteligentă. Acest concept a fost larg acceptat pentru a sugera tendința viitoare de dezvoltare a rețelelor electrice.

În această sens, putem spune că sisteme precum SIMER au devenit esențiale pentru clienții rezidențiali, pentru gestionarea cu succes a cererii rețelelor inteligente [22]. Aceste sisteme trebuie să se ocupe de monitorizarea și comandarea în timp real a diverselor aparate electrocasnice, în funcție de preferințele utilizatorului, prin sisteme ambientale inteligente controlate de o interfață om-mașină, cu scopul de a reduce costurile cu energia electrică și de a îmbunătăți eficiența utilizării energiei [23].

În [24] se propune un algoritm online de declanșare a evenimentelor pentru managementul energetic al gospodăriilor inteligente cu scopul de a reduce costul energiei electrice, cu o garanție a nivelului de confort pentru membrii gospodăriei. Soluția de management al energiei propusă poate face față cererii aleatorii a consumatorilor și este implementată fără intervenția utilizatorului. În consecință, membrii gospodăriei nu trebuie să preseteze manual intervalul de timp de funcționare al aparatelor. Se adoptă o metodă de optimizare Lyapunov pentru a programa sarcina controlabilă în gospodărie pe baza doar informațiilor curente. Mai mult, cu scopul de a declanșa execuția algoritmului online, astfel încât să reducă frecvența de execuție și calculele inutile, autorii folosesc un mecanism declanșat de evenimente. Rezultatele simulării arată că soluția propusă ar putea reduce efectiv factura de energie electrică și poate garanta nivelul de confort al utilizatorilor.

O abordare teoretică pentru cooperarea între gospodării și entitatea care deservește energia electrică într-o comunitate inteligentă, este prezentată și în [25]. Autorii, având în vedere capacitatea potențială de răspuns la

cerere a unităților de aer condiționat, își propun să le folosească pentru a scădea costurile cu energie ale unei comunități inteligente. Controlerul de aer condiționat propus este conceput pentru a reduce cantitatea de energie electrică achiziționată de la rețeaua principală prin controlul unităților de aer condiționat. Acest lucru este posibil printr-un algoritm online de management al energiei pentru aer condiționat, bazat pe optimizarea Lyapunov, care ia în considerare atât consumul de energie pentru aer condiționat, cât și nivelul de confort termic al consumatorilor. Rezultatele obținute demonstrează că modelul propus are un potențial semnificativ de a servi ca un mijloc eficient de îmbunătățire a profitabilității entității care deserveste sarcina și de reducere a cheltuielilor gospodăriilor.

În [26] scopul este de a investiga modul în care comportamentul consumatorilor se modifică după aplicarea prețurilor dinamice a energiei electrice și persistența acestor schimbări. Ei efectuează o investigație profundă concentrată pe acest domeniu de cercetare și, de asemenea, discută implicațiile politice ale managementului cererii pentru a muta consumul în zilele care au mai multă radiație solară, reducând în același timp consumul total. În acest scop, este implementat un experiment dinamic de stabilire a prețurilor pe insula Nushima, situată în centrul Japoniei, cu participarea a 50 de gospodării. Rezultatele arată că tariful dinamic a adus o reducere cu aproximativ 13,8% a consumului de energie electrică în comparație cu perioada pre-experiment. Aceste rezultate pot fi utile pentru dezvoltarea unei politici de conservare durabilă a energiei în insulele îndepărtate.

Casa inteligentă este o tehnologie emergentă în continuă creștere acum. Încorporează multe tehnologii noi pentru a îmbunătăți calitatea vieții umane. Într-adevăr, dispozitivele de automatizare a locuințelor nu tratează adesea problemele în mod independent, deoarece majoritatea sunt instrumente de unică folosință. Cu toate acestea, este diferit când vine vorba de un sistem de automatizare a locuinței care conectează diverse dispozitive și aplicații la toate datele. Din acest motiv, gospodăriile caută, de asemenea, forme și metode pentru a-și schimba stilul de viață, profitând de tehnologiile IoT recent accesibile. Cererea de energie și măsurarea sunt considerate obiectivul principal al gospodăriilor.

Sistemul inteligent de management a energiei din surse regenerabile propus va fi implementat, la UVT, în cadrul clădirii Institutului de Cercetare Științifică și Tehnologică Multidisciplinară (ICSTM), unde va fi monitorizată instalația fotovoltaică cu rol de shading "**Large Array Solar Tracker 3.75kWp**".

Infrastructura disponibilă în cadrul ICSTM este disponibilă și pe platforma <http://erris.gov.ro/Valahia-University-of-Targoviste>. Activitatea desfășurată în ICSTM se bazează pe dezvoltarea de materiale, dispozitive și sisteme, aplicate în producerea de energie regenerabilă cât și integrarea acestora în clădiri prin creșterea eficienței energetice și reducerea consumurilor de materiale. Structura laboratoarelor ICSTM este bazată pe echipamente cu un grad de complexitate ridicat, astfel încât, problematica cunoașterii, în întreaga diversitate, a influențelor și determinărilor cauzale ale fenomenelor și proceselor de cercetare, proiectare, modelare și fabricație să satisfacă noile trepte tehnice și tehnologice. În ICSTM, putem aminti existența următoarelor instalații de producere a energiei: **OnGrid Rooftop terasa de 33.15kWp** (compusă din module PV Si mono/poli/amorf, CIGS; invertore OnGrid transformerless de la SMA), **OffGrid BIPV parasolar și cortină de 42.5kWp** (compusă din module PV poli-Si, invertore hibride de la Victron), **Large Array Solar Tracker 3.75kWp** (compus din 15 module PV și 2 invertore de la SMA), dezvoltate în cadrul proiectului POSCCE-A2-O2.2.1-2009-4, ID proiect: 916 - <http://916.icstm.ro>, precum și câteva sisteme fotovoltaice de dimensiuni/puteri mai mici (On-Grid **8PVS, 2X4PVS, 3PVS**, Off-Grid **10PVS, 1PV+1EOL, 2PVS**) – dezvoltate în cadrul proiectului PN-II-PT-PCCA-2011-3.2-1616 - <http://indesen.ats.com.ro>.

Prezenta propunere are un impact important în: **domeniul economic** prin creșterea interesului pentru utilizarea energiei regenerabile în România, datorită conștientizării importanței acesteia cât și prin stimularea investițiilor în SER integrate în clădiri oferite de sistemul inteligent din prezenta propunere; prin creșterea capacității sistemului de cercetare-dezvoltare-inovare din România în domeniul utilizării SER; prin utilizarea eficientă a resurselor energetice electrice naționale prin folosirea SIMER; **domeniul social** prin concentrarea personalului uman în domeniul abordat, în special prin atragerea și implicarea tinerilor absolvenți și a studenților din anii terminali din cadrul UVT, în activitatea de cercetare, crescând astfel competența tinerilor în arii de dezvoltare europene; **domeniul educațional** oferind posibilitatea integrării cercetării studențești, a cercetării prin programe doctorale, precum și a dezvoltării platformelor bazate pe comunicații și transfer de date la distanță. Implicarea mediului academic în elaborarea acestei propuneri asigură interfața între domeniul industrial și cel al cercetării fundamentale și aplicative; **protecția mediului** prin furnizarea de soluții optime de alimentare cu energie electrică în condiții de rețele de joasă tensiune cu producere distribuită conectate la rețeaua națională. Prin eficientizarea producerii de electricitate din surse de energie regenerabilă se va contribui la reducerea utilizării centralelor convenționale, ceea ce conduce în mod implicit la reducerea emisiilor de noxe și protejarea mediului înconjurător.

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

Acest proiect va fi abordat atât din punct de vedere constructiv cât și din punct de vedere funcțional, fiind împărțit în două etape:

Etapă 1. Cercetare privind componentele sistemului SIMER (11.04.2022-31.12.2022 ~ 9 luni)

Activitatea 1.1. Analiza comparativa functionalista a tehnicilor de management energetic a centralei PV si sistematizarea acestora;

Activitatea 1.2. Analiza comparativa functionalista a metodelor si tehnicilor inteligentei artificiale integrate in managementul sistemelor PV si sistematizarea acestora;

Activitatea 1.3. Modelarea schemelor de monitorizarea, supraveghere si control a sistemelor PV;

Activitatea 1.4. Modelarea functionala a sistemelor PV si a restrictiilor de functionare a acestuia;

Activitatea 1.5. Proiectarea și simularea modelului functional al sistemului PV;

În această etapă, se va realiza o **cercetare aprofundată** stadiului actual al cercetarilor in domeniul propunerii de proiect cu scopul sistematizari într-un sistem coerent, integrat a soluțiilor posibile pentru optimizarea configuratiei de sisteme PV si a managementului energetic al acestora. (activ.1.1. și activ.1.2.), iar din punct de vedere al **abordării constructive** (activ.1.3. și activ.1.4.), se va propune modelarea, simularea si proiectarea modelului funcțional al sistemelor PV inteligente prin: determinarea schemelor de monitorizare si control optime pentru regimurile de functionare: normal, avarie, consum constant, consum variabil, regim de functionare insularizat (autonom) sau regim de functionare non-autonom (conectat la rețeaua nationala); identificarea componentei software bazată pe inteligența artificiala care integrata în modelul functional al sistemului PV ce permite monitorizarea la distanta a parametrilor energiei produse, diagnoza si predictia productiei (in functie de paramaterii de mediu etc.) si controlul functionarii rețelei; iar, din punct de vedere al **abordării funcționale** (activ.1.5.), se va propune proiectarea și simularea modelului functional al sistemului PV.

Etapă 2. Crearea, integrarea si testarea componentelor sistemului SIMER (01.01.2023-04.12.2023 ~ 11 luni)

Activitatea 2.1. Operarea in conditii de simulare a componente software de supraveghere, diagnoza, predictie si control, bazate pe inteligenta artificiala;

Activitatea 2.2. Crearea infrastructurii software si hardware a SIMER si operarea in conditii experimentale;

Activitatea 2.3. Monitorizarea parametrilor de mediu și a parametrilor energetici;

Activitatea 2.4. Operarea sistemului SIMER in conditii reale;

Activitatea 2.5. Validarea sistemului SIMER.

În această etapă, se va continua **abordarea funcționala** prin crearea propriu- zisa, integrarea si testarea componentelor sistemului SIMER, astfel se va aborda: specificatiile de proiectare a infrastructurii hardware si software (calculul de proiectare, analiza tehnico-economica a solutiei); crearea sistemului software si operarea acesteia in conditii experimentale si reale; dezvoltarea programului software prin integrare si experimentare si validarea propriu-zisa a acestuia prin analiza comparativa de conformitate a rezultatelor.

Diagrama Gantt a activităților din carul proiectului este prezentată în figura 4.

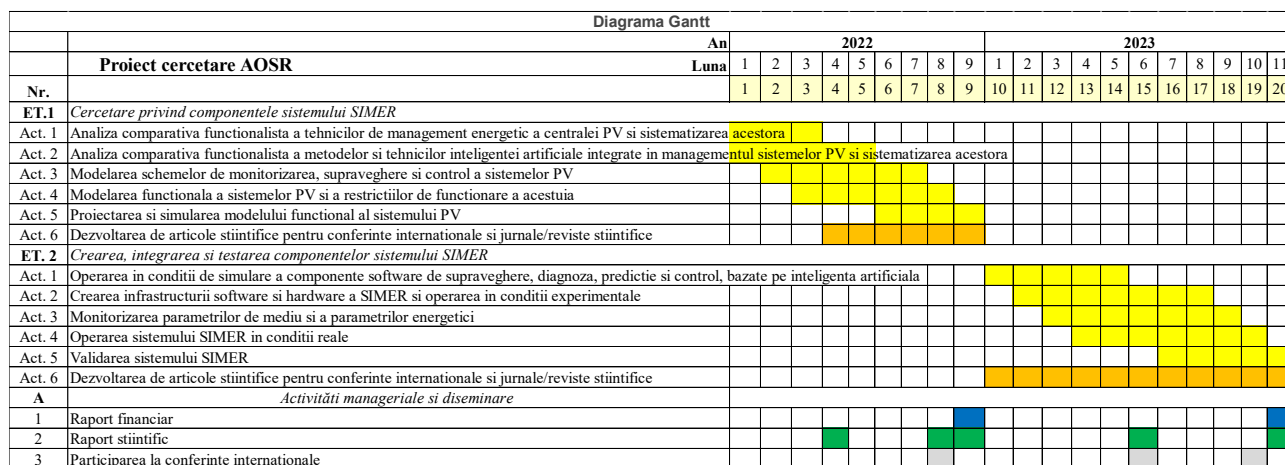


Fig. 4. Diagrama Gantt

Componența echipei de cercetare ce sustine această propunere de proiect reunește un colectiv de cercetare ce dispune de o infrastructură de cercetare de ultimă oră în domeniul abordat, cu expertiza recunoscută și confirmată pe tematicile proiectelor componente ce le girează. În structurarea colectiv de cercetare a fost

considerată o agendă comună de cercetare și domeniile de excelență specifice fiecărui membru, cu rezultate certificate atât în cercetarea fundamentală și aplicativă cât și în dezvoltarea experimentală.

În rezumat, contribuția și expertiza membrilor implicați în SIMER sunt prezentate în tabelul 1.

Domeniu	Dragomir Otilia Elena	Drăgoi Cătălin	Gurgu Valentin	Duca Octavian	Paun Marius
Inteligență artificială / algoritmi inteligenți	X	X		X	
Surse regenerabile de energie (SRE)	X		X		
PD-SER / Calitatea și siguranța în exploatare	X				
Sisteme pentru stocarea energiei			X	X	
Senzori inteligenți		X	X	X	X
Sisteme pentru controlul proceselor	X			X	X
Programare sisteme embedded	X	X		X	X
Algoritmi de predicție	X	X			

Tabelul 1. Expertiza pe domenii de competența a membrilor echipei de cercetare

Este foarte important să se instaureze un sistem de prevenire a riscurilor care să le identifice din timp, să le evalueze, să găsească motivele care conduc la apariția acestora, să se ia măsuri preventive și să se elaboreze măsuri alternative. Directorul de proiect trebuie să fie sensibil la evoluțiile negative și să le prevină. Riscurile pot fi tehnice, financiare, de timp, de management, de resurse, de operații și de comunicare. La fiecare întâlnire a echipei de management al proiectului, coordonatorul proiectului va oferi o imagine de ansamblu a riscurilor identificate și a măsurilor acestora. Coordonatorul proiectului va fi responsabil pentru gestionarea riscurilor. În fiecare raport de activitate al proiectului, directorul proiectului va evalua riscurile, în ceea ce privește: identificarea unui risc posibil, măsuri de atenuare a riscului, măsuri corective în cazul apariției unei probleme și gradul de tratare al problemelor. Tabelul 2 prezintă riscurile identificate și măsurile propuse de tratare a acestora. Acest tabel va fi actualizat în mod regulat pe parcursul derulării proiectului.

Descrierea riscului identificat	Gradul de risc (mic/mediu/mare)	Măsuri de tratare a riscului
Există o varietate foarte mare de algoritmi inteligenți ce pot fi aplicați în cadrul sistemului de management de eficiență energetică. Riscul este ca un posibil algoritm mai bun să fie ignorat.	mic	Exploatarea unui număr mare de algoritmi inteligenți studiați și deja implementați de directorul de proiect reduce la minim posibilitatea apariției acestui risc.
Întrucât proiectul combină un domeniu ambițios cu o durată relativ scurtă, disponibilitatea în timp util a resurselor necesare poate reprezenta un risc pentru proiect.	mediu	Monitorizarea periodică a progresului proiectului, întâlniri periodice săptămânale între membrii echipei de cercetare, în care vor fi discutate următorii pași și toate aspectele identificate, vor permite adoptarea în timp util a oricăror acțiuni corective care ar putea fi necesare pentru a face față unor astfel de situații și a minimiza impactul acestora asupra obiectivelor proiectului.
Impactul real al sistemului este redus în ceea ce privește acoperirea și influența	mediu	Identificarea clară a mesajelor și încurajarea frecventă de comunicare cu instituțiile ce pot fi utilizatoare de astfel de sisteme inteligente de management
Pe baza datelor achiziționate și a prelucrărilor acestora, SIMER să nu îndeplinească toate cerințele tehnologice de evaluare a ieșirilor acestuia	mediu	Se vor utiliza metode alternative și dacă aceste nu există se va compensa măsura cu senzori suplimentari.

Tabelul 2. Riscurile identificate și măsurile de tratare ale acestora la începutul proiectului

Planul de diseminare prin valorificarea și difuzarea cunoștințelor și rezultatelor de cercetare este sintetizat în tabelul 3.

Data	Rapoarte științifice	Articole științifice
30.07.2022	Raport intermediar	-
05.12.2022	Raport intermediar	1 articol într-un jurnal indexat ISI 1 articol la conferință internațională din domeniul performanțelor PV
30.06.2023	Raport intermediar	1 articol într-un jurnal indexat ISI, cu factor de impact 1 articol la conferință internațională din domeniul Sistemelor inteligente
04.12.2023	Raport final	1 articol într-un jurnal din zona roșie/galbenă 1 articol la conferință internațională din domeniul Energiei regenerabile

Tabelul 3. Planul de diseminare

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

Rezultatele obținute în urma desfășurării activităților din cadrul proiectului vor fi valorificate prin publicarea de articole în jurnale cu factor de impact sau prin prezentarea acestora în cadrul unor conferințe internaționale, așa cum se poate observa în tabelul 4. Se observă că toate articolele vor fi indexate/cotate în baza de date Web of Science.

Perioada	Journal/Revistă/Conferință
11.04.2022 - 30.07.2022	
01.08.2022 - 05.12.2022	- Journal of Science and Arts, http://www.josa.ro, ISSN: 1844-9581 - Journal indexat <i>Web of Science</i> - The 6th International Conference on Sensors, Materials and Manufacturing (ICSMM 2022), November 22-24, 2022, Bangkok, Thailand - Submission deadline – 10 July 2022 - Lucrările ultimelor ediții ale ICSMM au fost indexate <i>Web of Science (Ei Compendex, Scopus)</i>
06.12.2022 - 30.06.2023	- Studies in Informatics and Control, https://sic.ici.ro/, ISSN: 1220-1766 - Impact Factor (JIF 2020 = 1.649), AIS 2020 = 0.156 - Journal din zona albă (Automation & Control Systems) 9th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT 2023) - May 2023 - Submission deadline – February 2023 - Lucrările tuturor edițiilor anterioare ale CoDIT sunt publicate în <i>IEEE Xplore</i> și <i>Web of Science</i>
01.07.2022 - 04.12.2023	- Sensors, https://www.mdpi.com/journal/sensors, ISSN: 1424-8220 - Impact Factor (JIF 2020 = 3.576) - Journal din zona roșie (Instruments & Instrumentation) - International Conference on Renewable Energy and Sustainable Development (ICRES D 2023), November 11-12, 2023 in Tokyo, Japan - Submission deadline – 01 July 2023 - Lucrările ultimelor ediții ale ICRES D au fost indexate <i>Web of Science</i>

Tabelul 4. Planul de publicare

Diagrama modului de elaborare a articolelor din cadrul proiectului este prezentată în figura 5.

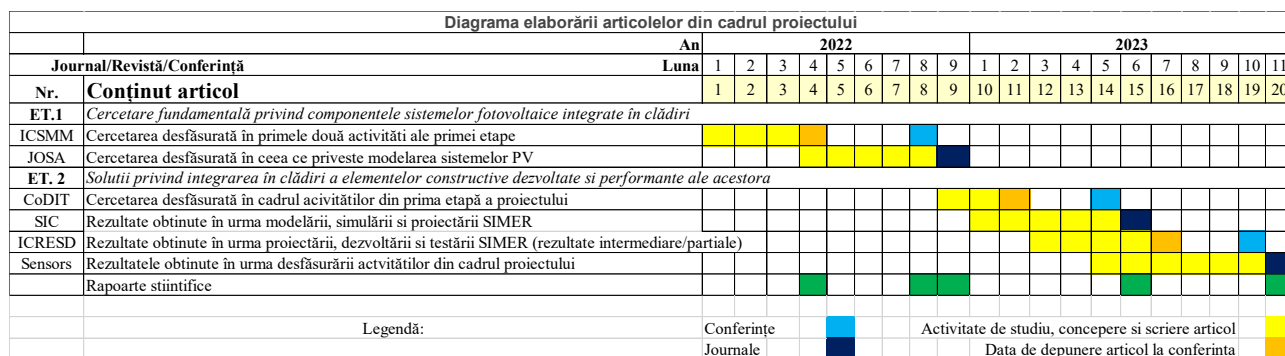


Fig. 5. Diagrama elaborării articolelor din cadrul proiectului

7. Bibliografie

- Aswani C., Rathana N., *Home Energy Management System for High Power Intensive Loads*. Emerging Trends in Electrical, Electronics & Instrumentation Engineering: An international J (EEIEJ) 1.2, 2014
- Chuah J.W., Raghunathan A., Niraj K.J., *An evaluation of energy-saving technologies for residential purposes*. IEEE PES General Meeting. IEEE, 2010.
- Glesner M., Philipp F., *Embedded systems design for smart system integration*. ISVLSI, 2013.
- Administrația Fondului de Mediu, *Ordinul nr. 1287/2018 pentru aprobarea Ghidului de finanțare a Programului privind instalarea sistemelor de panouri fotovoltaice pentru producerea de energie electrică*, https://www.afm.ro/sisteme_fotovoltaiice_ghid_finantare.php

5. IRED cluster <http://www.ired-cluster.org/>, DISPOWER project www.dispower.org și MICROGRIDS project <http://microgrids.power.ece.ntua.gr/micro/default.php>, CRISP project <http://www.ecn.nl/crisp>, DGFACTS project <http://dgfacts.labein.es/dgfacts/index.jsp>, DGNET project <http://www.dgnet.org/>, SUSTELNET project <http://www.sustelnet.net/>, INVESTIRE project <http://investire-network.com/>
6. Zaki M., Alquraini A., Sheltami T.R., *Home Automation using EMOTIV: Controlling TV by Brainwaves*. J. Ubiquitous Syst. Pervasive Networks 10.1, 27-32, 2018.
7. Dvorak J., Krejcar O., Lim K.C., *Application of universal remote control of non-smart home appliances for smart home concepts*. International Journal of Digital Enterprise Technology 1.3, 276-291, 2019.
8. Amri Y., Setiawan M.A., *Improving smart home concept with the internet of things concept using raspberrypi and nodemcu*. IOP Conf. Series: Materials Science and Eng. Vol.325. No.1. IOP Pub., 2018
9. Ndolo A., *Smart home monitoring*. Qeios, doi: 10.32388/508747, 2019.
10. Katsinoulas L., Papoutsidakis M., Tseles D., *Smart home applications for energy saving and increased security*, International Journal of Computer Applications, vol. 175, no. 8, pp. 38–44, Oct. 2017.
11. Sami B.S., *An intelligent power management investigation for stand-alone hybrid system using short-time energy storage*. International Journal of Power Electronics and Drive Systems 8.1, 367, 2017.
12. Yamagishi H., *Microbial contamination and countermeasures in home bathrooms and toilets*, Indoor Environment, vol. 22, no. 1, pp. 73–79, 2019.
13. Kim S., Christiaans H., Baek J.S., *Smart Homes as Product-Service Systems: Two Focal Areas for Developing Competitive Smart Home Appliances*. Service Science 11.4, 292-310, 2019.
14. Mehrjerdi H., *Peer-to-peer home energy management incorporating hydrogen storage system and solar generating units*. Renewable Energy 156, 183-192, 2020.
15. Yoon J., *Deep-learning approach to attack handling of IoT devices using IoT-enabled network services*. Internet of Things 11, 100241, 2020.
16. Kim Junyon, *HEMS (home energy management system) base on the IoT smart home*. Contemporary Engineering Sciences 9.1 21-28, 2016.
17. Ikpehai A., Adebisi B., Rabie K.M., *Broadband PLC for Clustered Advanced Metering Infrastructure (AMI) Architecture*. Energies 9, 569, 2016.
18. Ahmed M.A., Kang Y.C., Kim, Y.C., *Communication Network Architectures for Smart-House with Renewable Energy Resources*. Energies 8, 8716–8735, 2015.
19. Bradac Z., Kaczmarczyk V., Fiedler P., *Optimal Scheduling of Domestic Appliances via MILP*. Energies 8, 217–232, 2015.
20. Collotta M., Pau G., *A Novel Energy Management Approach for Smart Homes Using Bluetooth Low Energy*. IEEE J. Sel. Areas Commun. 33, 2988–2996, 2015.
21. Pascual J., Sanchis P., Marroyo L., *Implementation and Control of a Residential Electrothermal Microgrid Based on Renewable Energies, a Hybrid Storage System and Demand Side Management*. Energies 7, 210–237, 2014.
22. Collotta M., Pau G., *A Solution Based on Bluetooth Low Energy for Smart Home Energy Management*. Energies 8, 11916–11938, 2015.
23. Collotta M., Pau G., *An innovative approach for forecasting of energy requirements to improve a smart home management system based on BLE*. IEEE Trans. on Green Commun. and Net. 1.1, 112-120, 2017.
24. Fan W., Liu N., Zhang J., *An Event-Triggered Online Energy Management Algorithm of Smart Home: Lyapunov Optimization Approach*. Energies 9, 381, 2016.
25. Fan W., Liu N., Zhang J., Lei J., *Online Air-Conditioning Energy Management under Coalitional Game Framework in Smart Community*. Energies 9, 689, 2016.
26. Nguyen T.T.K., Shimada K., Ochi Y., Matsumoto T., Matsugi H., Awata T., *An Experimental Study of the Impact of Dynamic Electricity Pricing on Consumer Behavior: An Analysis for a Remote Island in Japan*. Energies 9, 1093, 2016.

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

Bugetul alocat realizării proiectului este de 60.000 lei, sumă ce este împărțită egal pe cei doi ani, așa cum este prezentat în tabelul 5.

An	Perioada	Sumă alocată
2022	11.04.2022-31.12.2022 ~ 9 luni	30.000 lei
2023	01.01.2023-04.12.2023 ~ 11 luni	30.000 lei
Total	11.04.2022-04.12.2023 ~ 20 luni	60.000 lei

Tabelul 5. Bugetul alocat realizării proiectului

B.2. Titlu și rezumat în limba engleză (max. 10 rânduri)

Intelligent system for green energy management
acronim „SIMER”

Summary:

Many technologies were used for residential purposes. These technologies can be categorized into two broad types: power generation systems and solutions to reduce consumption. The first solution approach could be achieved by means of installing micro generation system like solar panels or wind turbine at homes. The second solution it could be achieved by implementing smart management systems that could schedule the operation of the home appliances. The project scope is the development of a *Intelligent system for green energy management (SIMER)* that will empower the small energy prosumers in order to streamline the energy consumption of their own production systems. By using a SIMER that can automatically control various electrical devices when the energy production from the photovoltaic system is high, which will eventually lead to a decrease in energy bills. The software used in a SIMER is what moderates the ingoing and outgoing data and communications. The software application is the implementation of an smart home energy management system using artificial intelligence concepts in monitoring and power system control.