

# **ANALIZĂ PRIVIND FEZABILITATEA ECONOMICĂ ȘI SOCIALĂ A UNEI COMUNITĂȚI DE ENERGIE ÎN COMUNA CRUCEA**

**Cercetare realizată în cadrul proiectului *EMERGE - Romania: EMpowering Communities for EneRGy Transition towards Carbon NEutrality in Romania***

**Februarie 2025**

Cu sprijinul

Iceland  
Liechtenstein  
Norway grants

The logo consists of a stylized line drawing of a building or structure with several vertical bars of varying heights, representing the funding organizations.

## CUPRINS

|                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CUVÂNT ÎNAINTE.....                                                                                                                                              | 4  |
| I. PROFILUL SOCIAL, DEMOGRAFIC ȘI ECONOMIC AL COMUNEI CRUCEA .....                                                                                               | 5  |
| II. PROFILUL ENERGETIC AL COMUNEI CRUCEA ȘI VULNERABILITĂȚILE<br>ENERGETICE ALE ACESTEIA. PERSPECTIVA SĂRĂCIEI ENERGETICE ȘI<br>CONSUMATORILOR VULNERABILI. .... | 11 |
| III. NECESITATEA ȘI OPORTUNITATEA UNEI COMUNITĂȚI DE ENERGIE ÎN<br>COMUNA CRUCEA.....                                                                            | 20 |
| IV. ALINIAREA INVESTIȚIEI CU CONTEXTUL EUROPEAN ȘI NAȚIONAL AL<br>COMUNITĂȚILOR DE ENERGIE .....                                                                 | 22 |
| V. ALINIAREA CU STRATEGIA DE DEZVOLTARE A COMUNEI CRUCEA .....                                                                                                   | 23 |
| VI. SCENARIUL CU PRIVIRE LA DEZVOLTAREA UNEI COMUNITĂȚI DE ENERGIE ÎN<br>COMUNA CRUCEA.....                                                                      | 24 |
| A. SCENARIUL 1 .....                                                                                                                                             | 24 |
| B. SCENARIUL 2 .....                                                                                                                                             | 24 |
| C. SCENARIUL 3 .....                                                                                                                                             | 25 |
| VII. ANALIZA PARAMETRILOR ECONOMICI SPECIFICI SCENARIULUI I .....                                                                                                | 25 |
| A.1. Scenariul S1 - PV .....                                                                                                                                     | 25 |
| A.1.2 Analiza indicatorilor economici.....                                                                                                                       | 28 |
| A.1.3. Analiza beneficiilor membrilor comunității.....                                                                                                           | 29 |
| A.1.4. Analiza de risc.....                                                                                                                                      | 30 |
| A.1.5. Analize de sensibilitate - Analize la nivelul comunității .....                                                                                           | 31 |
| A.1.6. Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5 .....                                                                                             | 33 |
| A.2. Scenariul S1-BESS .....                                                                                                                                     | 35 |
| A.2.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică.....                                                                                        | 36 |
| A.2.2. Analize de sensibilitate. Analiza beneficiilor în scenariul S1 - BESS.....                                                                                | 38 |
| A.2.3. Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5 .....                                                                                             | 40 |
| VIII. ANALIZA PARAMETRILOR ECONOMICI SPECIFICI SCENARIULUI II .....                                                                                              | 42 |
| B.1. Scenariul S2 - PV .....                                                                                                                                     | 42 |
| B.1.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică.....                                                                                        | 43 |
| B.1.2. Analiza indicatorilor economici .....                                                                                                                     | 45 |
| B.1.3 Analiza beneficiilor membrilor comunității .....                                                                                                           | 46 |
| B.1.4 Analiza de risc pentru scenariul .....                                                                                                                     | 47 |
| B.1.5. Analize de sensibilitate - Analize la nivelul comunității.....                                                                                            | 48 |

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| B.1.6. Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5.....                                                          | 50  |
| B.2. Scenariul S2-BESS.....                                                                                                  | 52  |
| B.2.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică.....                                                    | 53  |
| B.2.2. Analize de sensibilitate. Analiza beneficiilor în scenariul S2 - BESS.....                                            | 55  |
| B.2.3. Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5.....                                                          | 58  |
| IX. ANALIZA PARAMETRILOR ECONOMICI SPECIFICI SCENARIULUI III.....                                                            | 60  |
| C.1. Scenariul S3 - PV .....                                                                                                 | 60  |
| C.1.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică.....                                                    | 61  |
| C.1.2. Analiza indicatorilor economici .....                                                                                 | 63  |
| C.1.3. Analiza beneficiilor membrilor comunității .....                                                                      | 63  |
| C.1.4. Analiza de risc pentru scenariul .....                                                                                | 64  |
| C.1.5. Analize de sensibilitate - Analize la nivelul comunității.....                                                        | 65  |
| C.1.6 Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5.....                                                           | 67  |
| C.2. Scenariul S3-BESS.....                                                                                                  | 68  |
| C.2.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică.....                                                    | 70  |
| C.2.2. Analize de sensibilitate. Analiza beneficiilor în scenariul S3 - BESS.....                                            | 72  |
| C.2.3. Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5.....                                                          | 74  |
| X. ANALIZA ASPECTELOR SOCIALE LEGATE DE CREAREA ȘI DEZVOLTARE UNEI<br>COMUNITĂȚI DE ENERGIE ÎN COMUNA CRUCEA.....            | 76  |
| XI. EXPUNEREA COMUNITĂȚII DE ENERGIE LA RISCURI FINANCIARE ÎN<br>CONTEXTUL RESPONSABILITĂȚII CU PRIVIRE LA ECHILIBRARE ..... | 94  |
| Sistem de echilibrare.....                                                                                                   | 95  |
| Evoluția pieței de echilibrare în România.....                                                                               | 97  |
| Estimarea costurilor de echilibrare .....                                                                                    | 98  |
| Estimarea costurilor de echilibrare la nivelul comunității energetice.....                                                   | 100 |
| Costuri de rețea .....                                                                                                       | 101 |
| XII. Concluzii .....                                                                                                         | 105 |
| XIII. ANEXE .....                                                                                                            | 106 |
| Termeni și variabile utilizate .....                                                                                         | 106 |
| XIV. Referințe și bibliografie .....                                                                                         | 114 |

## CUVÂNT ÎNAINTE

Comunitățile de energie sunt esențiale pentru tranziția către energie curată și permit acțiuni colective și bazate pe inițiativa cetățenilor. Acestea permit comunităților locale să colaboreze și să investească în energie regenerabilă, contribuind astfel la obiectivul politică al Planului REPowerEU de a înființa o comunitate de energie în fiecare municipiu cu o populație de peste 10.000 de locuitori până în 2025.

În cadrul **EMERGE**, ne-am propus să consolidăm cooperarea și să creștem cunoașterea reciprocă între 6 parteneri din România și Smart Innovation Norway, prin dezvoltarea unor modele standardizate și fezabile pentru înființarea și accelerarea comunităților de energie. Obiectivul principal a fost realizat pe parcursul a 5 luni de implementare a proiectului și continuă și dincolo de finalizarea acestuia.

Activitățile desfășurate au fost structurate în mai multe etape esențiale. În primul rând, am organizat un atelier bilateral de schimb de cunoștințe în Alba Iulia, cu scopul de a întări colaborarea dintre partenerii români și norvegieni din cadrul consorțiului EMERGE, cu un accent deosebit pe comunitățile de energie. De asemenea, am elaborat un raport tehnic și de politică despre „Comunitățile de energie din Norvegia, studii de caz și bune practici”, realizat de Smart Innovation Norway, care a oferit informații valoroase privind formele organizaționale, principiile de operare și cele mai bune practici ale comunităților și cooperativelor de energie din Norvegia.

Un alt pas important a fost crearea unei baze de date cu privire la comportamentul energetic și consumul de energie al utilizatorilor finali, precum și caracteristicile fundamentale ale gospodăriilor din cele trei comunități țintă ale proiectului (Buteni, Crucea, Alba Iulia), realizată pe baza unor date statistice agregate și a unui chestionar complex aplicat direct unui eșantion de 400 de persoane.

În plus, au fost realizate trei studii tehnice care au descris modele tehnice pentru comunitățile de energie adaptate la cazurile pilot EMERGE, evaluând cerințele de infrastructură și soluțiile tehnologice pentru înființarea acestora în locațiile selectate. Fiecare studiu a inclus o soluție personalizată de Net Virtual Metering, ce poate fi extinsă la nivel național pentru dezvoltarea comunităților de energie.

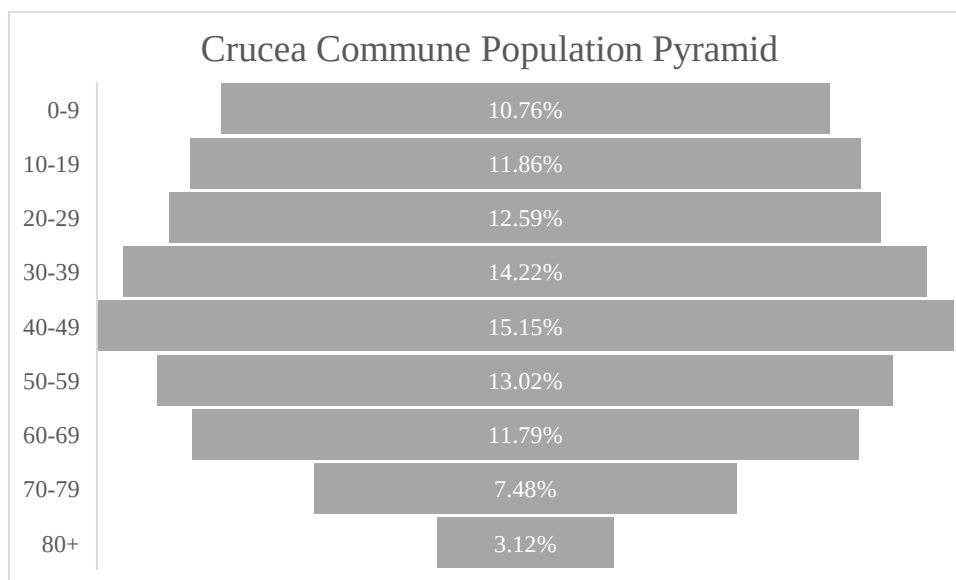
Nu în ultimul rând, am realizat trei studii economice, fiecare pentru o municipalitate țintă, care au evaluat viabilitatea financiară și beneficiile economice potențiale ale implementării comunităților de energie în aceste orașe, construind scenarii financiare pentru fiecare comunitate în parte. Prezentul material reprezintă studiul economic pentru comuna Crucea. La elaborarea acestuia au participat: Lector Univ. Dr. Corina Murafa (Coordonator), Conferențiar Univ. Dr. Simona Goia (responsabilă pentru partea de analiză socială), Prof. Univ. Dr. Adela Bâra și Prof. Univ. Dr. Simona Oprea (responsabile pentru modelarea economică), Drd. Iulia Ciurea (responsabilă pentru analiza sărăciei energetice și pentru formatare vizuală), Dl. Andrei Ilaș (responsabil pentru analiza costurilor cu echilibrarea), Dl. Cristian Bușu (responsabil pentru engagement-ul stakeholderilor).

În paralel, am dezvoltat un set de instrumente de comunicare, inclusiv broșuri destinate factorilor de decizie naționali, primarilor locali și cetățenilor interesați să inițieze un astfel de proiect în comunitățile lor.

## I. PROFILUL SOCIAL, DEMOGRAFIC ȘI ECONOMIC AL COMUNEI CRUCEA

**Comuna Crucea** face parte din județul Constanța, unul dintre cele mai importante județe din punct de vedere economic din România, situat în partea de sud-est a țării. Constanța este cunoscută pentru poziția sa strategică pe coasta Mării Negre, găzduind cel mai mare port din România și servind ca un centru cheie pentru comerț, turism și activitate industrială. Comuna Crucea, situată în acest județ, reflectă caracterul rural al regiunii, economia sa bazându-se predominant pe agricultură, comerț și industrii locale la scară mică (cum ar fi fabricarea produselor lactate). În administrarea sa se află șase sate, respectiv Crucea (reședința comunei), Băltăgești, Crișan, Gălbiori, Stupina și Șiriu. În ceea ce privește dimensiunea, comuna Crucea se mândrește **cu 243,74 km<sup>2</sup>, de aproximativ 3,36 ori mai mare** decât comuna medie de 72,63 km<sup>2</sup> întâlnită în România.

La recensământul din 2021, comuna Crucea avea o populație de **3010** locuitori, situându-se pe locul 1199 din cele 2861 de comune din România în ceea ce privește mărimea populației. Pentru referință, dimensiunea medie a unei comune din punct de vedere al numărului de locuitori este de 3393, ceea ce înseamnă că Crucea, cu 3010 locuitori, se situează **ușor sub** media națională. Figura 3 prezintă distribuția pe vârste a populației din Crucea ca procent din populația totală pentru anul 2021. Cea mai mare grupă de vârstă este 40-49 de ani, cuprinzând 456 de rezidenți (15,15% din total), în timp ce cea mai mică este grupa de vârstă 80+ , cu 94 de rezidenți (3,12%). În special, 64,58% din populație se încadrează în intervalul de vârstă 0-49 de ani, depășind media națională de 60%, în timp ce intervalul de vârstă 50-80+ reprezintă 35,42%, sub media națională de 40%. Acest lucru reflectă o **vârstă medie mai tânără** în comparație cu media națională. În plus, grupa de vârstă 0-9 ani reprezintă 10,76% din populație, ușor mai mare decât media națională de 10,4% (Populația.ro, 2021)



**Figura 1.** Piramida populației comunei Crucea (2021)

*Sursă: Elaborare proprie pe baza datelor de la Institutul Național de Statistică (2021)*

Conform Strategiei de Dezvoltare Locală (2021) a comunei, la nivelul anului 2019, numărul de locuințe este de **1096**. Numărul mediu de locuințe pe comună în România este de aproximativ 3351, conform datelor recensământului din 2021, ceea ce plasează Crucea la aproximativ **33%** din media națională. Acest lucru evidențiază o **densitate a populației** sau o dimensiune a așezării **mai mică** în comparație cu standardul național, abatere care poate fi influențată de factori precum localizarea geografică, activitatea economică sau modelele de migrație specifice regiunii. Suprafața totală locuibilă a crescut continuu de-a lungul timpului, pornind de la 38 702 metri pătrați în 1992 și ajungând la o valoare de **45 802** metri pătrați în 2019. În timp ce media națională a suprafeței locuibile pe persoană este de 24,40 metri pătrați, Regiunea Sud-Est raportează o medie de 19,01 metri pătrați. Județul Constanța înregistrează 20,36 metri pătrați, iar Crucea prezintă o valoare de **14,97** metri pătrați, ceea ce înseamnă că suprafața medie locuibilă pe persoană în comună este **sub** mediile naționale, regionale și județene înregistrate la începutul anului 2020. Indicatorul privind numărul mediu de persoane pe locuință este de **2,79**, o valoare **mai mare** decât media națională (1,99), județeană (2,57) și a Regiunii Sud-Est (2,54). În tabelul 1 puteți găsi rezumatul comparațiilor descrise.

**Tabelul 1.** Compararea indicatorilor privind locuințele: Crucea vs. România (Proporții și diferențe)

| Metric                                                  | Crucea | România | Proporție (Crucea/România) | Diferență (%) |
|---------------------------------------------------------|--------|---------|----------------------------|---------------|
| Numărul mediu de locuințe pe comună                     | 1096   | 3351    | 33%                        | -67.3%        |
| Suprafața medie locuibilă pe persoană (m <sup>2</sup> ) | 14.97  | 24.40   | 61%                        | -38.7%        |
| Număr mediu de persoane pe locuință                     | 2.79   | 1.99    | 140%                       | +40.2%        |

*Sursa: Elaborare proprie pe baza datelor administrației locale din Crucea și ale Institutului Național de Statistică (2021)*

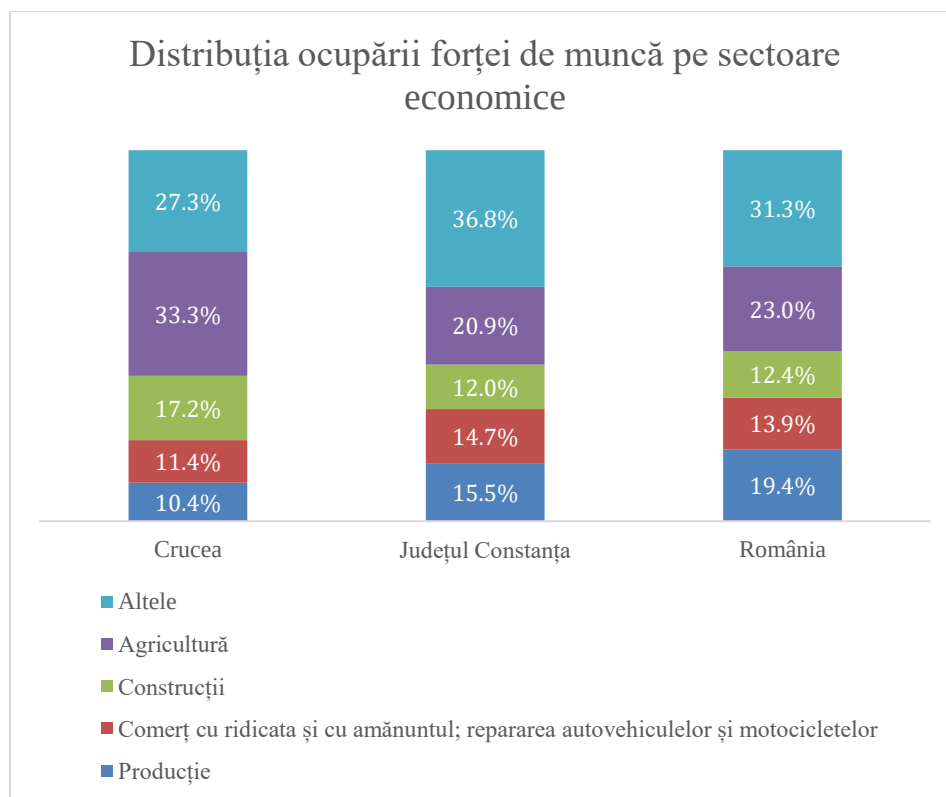
În ceea ce privește locuințele, administrația locală a raportat că nu există case foarte mari în comună în raport cu numărul de locuitori (interviu cu administrația locală, 2024). Din perspectiva comunității, lipsa caselor foarte mari indică un peisaj locativ relativ egalitar, cu mai puține disparități vizibile în ceea ce privește bunăstarea sau nivelul de trai. Din punct de vedere energetic, casele mai mici sunt, în general, mai puțin costisitoare pentru încălzire și întreținere, ajutând gospodăriile să își gestioneze mai eficient cheltuielile cu energia. Cu toate acestea, casele mai vechi și modeste din zonele rurale sunt adesea mai puțin eficiente din punct de vedere energetic, având o izolare insuficientă sau sisteme de încălzire învechite, ceea ce poate contrabalansa potențialele beneficii de cost ale caselor mai mici, lăsând locuitorii vulnerabili la facturi de energie ridicate în raport cu nivelul veniturilor lor.

În ceea ce privește economia, comuna are o economie preponderent agrară, profilul agricol constând în principal în producția vegetală și creșterea animalelor. În prezent, conform echilibrului teritorial, terenurile agricole reprezintă 88% din suprafața totală a comunei, agricultura fiind sectorul economic cu cel mai mare potențial de dezvoltare și un contributor semnificativ la generarea de venituri (Strategia de Dezvoltare Locală Crucea, 2021). Numărul total de întreprinderi care desfășoară activități pe teritoriul comunei este de 84 (LF, 2023), concentrându-se pe agricultură, activități comerciale, producția și vânzarea de produse alimentare și nealimentare

în magazine și transport. Având în vedere faptul că populația comunei este de 3010 persoane, aceasta înseamnă că există **o întreprindere la fiecare 35,83 persoane**. În mediul rural al județului Constanța având o populație totală de 223.076 persoane (INS, 2021), pot fi găsite 7613 întreprinderi (LF, 2023), ceea ce înseamnă o întreprindere la fiecare 29,30 persoane. Astfel, observăm că, în Crucea, fiecare afacere deservește **cu 6,53 mai multe persoane** față de media din mediul rural din județul Constanța. Comuna este ușor în urma mediei rurale a județului în ceea ce privește densitatea afacerilor, semnalând spațiu pentru dezvoltarea economică și creșterea antreprenoriatului în zonă.

Cu o populație rezidentă totală de 3010 persoane, populația activă a comunei numără 1364 de persoane, reprezentând 45,3% din populația totală (INS, 2021). Dintre acestea, 1177 de persoane sunt angajate, ceea ce înseamnă o rată de ocupare a forței de muncă de 86,3% în cadrul populației active, ceea ce arată că economia locală este capabilă să ofere locuri de muncă pentru majoritatea forței sale de muncă. Cu toate acestea, șomajul rămâne un motiv de îngrijorare, cu 187 de persoane, adică 13,7% din populația activă, care nu își pot găsi un loc de muncă. Pe cap de locuitor, aceasta corespunde **unei persoane angajate la fiecare 2,56 rezidenți**, ceea ce indică o participare moderată a forței de muncă în raport cu populația

După cum se arată în Figura 2, din totalul populației ocupate, majoritatea lucrează în agricultură, silvicultură și pescuit (33,3%), urmată de construcții (17,2%), comerț cu ridicata și cu amănuntul; repararea autovehiculelor și motocicletelor (11,4%), industria prelucrătoare (10,4%), și altele (27,7%). Crucea are un procent semnificativ mai mare de ocupare în agricultură (33,3%) comparativ atât cu zonele rurale din județul Constanța (20,9%), cât și cu România (23,0%). De asemenea, există un procent mai mare de ocupare în construcții (17,2%) comparativ cu nivelul rural județean și național (12,0%, respectiv 12,4%). Pe de altă parte, proporția ocupării forței de muncă în industria prelucrătoare este mai mică în Crucea (10,4%) comparativ cu județul (15,5%) și media națională (19,4%). Ocuparea forței de muncă în comerț în Crucea (11,4%) este, de asemenea, ușor inferioară atât zonelor rurale din județul Constanța (14,7%), cât și României (13,9%), conform datelor INS (2021). Dependența puternică de agricultură ridică provocări în contextul sărăciei energetice. Agricultură în zonele rurale implică adesea venituri sezoniere, salarii mai mici și o expunere ridicată la instabilitatea economică cauzată de fluctuațiile meteorologice sau de piață. Această dependență poate limita capacitatea locuitorilor de a investi în infrastructuri eficiente din punct de vedere energetic, cum ar fi izolarea locuințelor sau sisteme de încălzire moderne. Mai mult, activitățile agricole în sine pot fi mari consumatoare de energie, în special în ceea ce privește irigațiile, utilajele sau prelucrarea, iar costul ridicat al energiei poate reduce și mai mult rentabilitatea, perpetuând un ciclu al sărăciei. Același lucru este valabil și în sectorul construcțiilor, în care natura temporară a locurilor de muncă din construcții poate duce la instabilitatea veniturilor. Dependența economiei de câteva sectoare limitează oportunitățile rezidenților de a face tranziția către industrii mai puțin vulnerabile din punct de vedere energetic, perpetuând riscurile de sărăcie energetică. Pe de altă parte, din perspectiva dezvoltării unei comunități energetice, faptul că o proporție mai mare decât media de locuitori este implicată în sectorul construcțiilor poate constitui un avantaj în ceea ce privește dezvoltarea și întreținerea capacității de energie regenerabilă la nivel local.

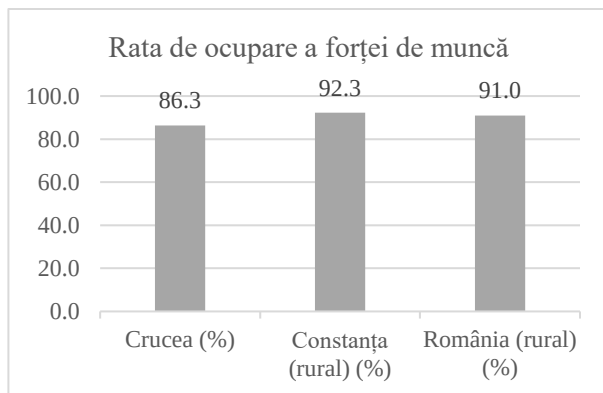


**Figura 2.** Distribuția ocupării forței de muncă pe sectoare economice în Crucea, județul Constanța și România

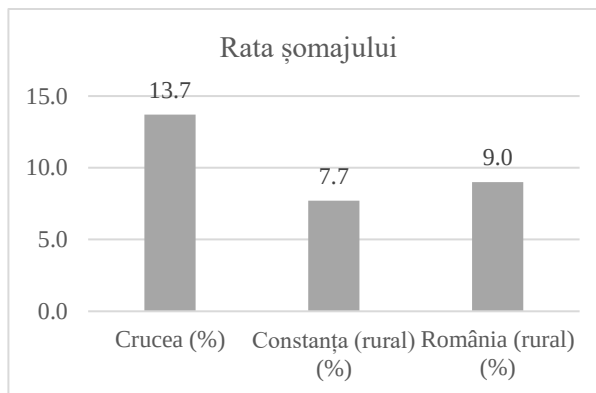
*Sursă: Elaborare proprie pe baza datelor de la Institutul Național de Statistică (2021)*

Obținem mai multe informații punând Crucea în raport cu mediul rural al județului Constanța și al României în ansamblu. Populația activă din Crucea de 1364 persoane (45,3%) este mai mare decât procentul populației active din mediul rural din Constanța (41,8%) și din mediul rural național (39%). Pe cap de locuitor, Crucea are **o persoană activă la fiecare 2,2 locuitori**, față de una la fiecare 2,4 locuitori în Constanța și una la fiecare 2,6 locuitori la nivel național. Deși acest lucru ar însemna că comuna are o rată de participare relativ mai ridicată, se pare că se confruntă cu provocări în ceea ce privește ocuparea forței de muncă. Rata sa de ocupare a forței de muncă de 86,3% este mai mică decât cea a județului, de 92,3%, și comparabilă cu media rurală națională de 91%. În schimb, șomajul este semnificativ mai ridicat în Crucea, cu 13,7%, comparativ cu 7,7% în Constanța și 9% la nivel național. Pe cap de locuitor, aceasta înseamnă că Crucea are **un șomer la fiecare 16,1 locuitori**, în timp ce Constanța are unul la fiecare 31,1 locuitori, iar zonele rurale din România au unul la fiecare 28,4 locuitori. După cum arată cifrele, Crucea pare să aibă dificultăți în a crea suficiente oportunități de angajare pentru populația sa activă. În Figura 3 și Figura 4 de mai jos putem vizualiza ratele de ocupare și șomaj din Crucea, Constanța (rural) și România (rural). O rată mai ridicată a șomajului și o rată mai scăzută a ocupării forței de muncă pot însemna venituri reduse ale gospodăriilor, ceea ce limitează capacitatea rezidenților de a-și permite costurile energiei.





**Figura 3.** Comparație între ratele de ocupare a forței de muncă: Crucea, Constanța (rural) și România (rural)



**Figura 4.** Comparație între ratele șomajului: Crucea, Constanța (rural) și România (rural)

Populația inactivă din Crucea reprezintă 54,7% din totalul locuitorilor săi, ușor mai mică decât cea din zonele rurale din Constanța (58,2%) și decât media rurală din România (61%). Aceasta înseamnă **o persoană inactivă la fiecare 1,8 locuitori** din Crucea, comparativ cu o persoană inactivă la fiecare 1,7 locuitori din Constanța și o persoană inactivă la fiecare 1,6 locuitori la nivel național. În cadrul populației inactive, apar diferențe semnificative. Studenții (din învățământul preuniversitar/universitar) reprezintă 13,2% din populația orașului Crucea, o cifră mai mică decât cea de 19,5% observată în Constanța și de 17,3% la nivel național. Pe cap de locuitor, aceasta echivalează cu **un elev la fiecare 7,6 locuitori** din Crucea, comparativ cu un elev la fiecare 5,1 locuitori din Constanța și un elev la fiecare 5,8 locuitori din zonele rurale ale României. Acest angajament educațional mai scăzut în comună ar putea limita dezvoltarea pe termen lung a forței sale de muncă.

Analizând în continuare, observăm că Crucea prezintă o dependență mai mare de surse multiple de sprijin comparativ cu Constanța și zonele rurale din România. Institutul Național de Statistică (2021) definește "susținut de alte persoane" ca fiind persoanele care nu au o ocupație generatoare de venit, nu primesc o pensie sau orice altă sursă de venit și sunt dependente de persoane fizice (cum ar fi părinți, rude sau alte persoane). Aceste persoane nu sunt înscrise într-o instituție de învățământ și nu fac parte din categoria persoanelor casnice. Această categorie include copiii preșcolari (chiar dacă primesc pensii de urmaș), persoanele în vârstă, persoanele cu handicap și invalizii care sunt întreținuți de alte persoane. De asemenea, sunt incluși copiii de vârstă școlară sub 14 ani care nu sunt înscriși într-o instituție de învățământ, nu primesc pensie de urmaș, dar se implică în activități casnice. Zece la sută din populația orașului Crucea se bazează pe sprijinul altor persoane, comparativ cu 6,8 % în Constanța și 6,4 % la nivel național. Pe cap de locuitor, aceasta reprezintă **o persoană sprijinită de alții la fiecare 10 locuitori** din Crucea, comparativ cu o persoană la fiecare 14,7 locuitori din Constanța și o persoană la fiecare 15,6 locuitori la nivel național. În mod similar, sprijinul instituțional este mai pronunțat în Crucea, cu 1,1% din populație care se bazează pe organizații de stat sau private, comparativ cu 0,6% în Constanța și 0,8% la nivel național. Aceasta echivalează cu o persoană sprijinită de instituții la fiecare 91 de locuitori din Crucea, comparativ cu o persoană la fiecare 160 de locuitori din Constanța și o persoană la fiecare

126 de locuitori la nivel național, reflectând vulnerabilitatea economică mai mare din comună. Institutul Național de Statistică (2021) definește "susținute de stat sau de organizații private" ca persoane care se află în îngrijirea instituțiilor publice (cămine de bătrâni, spitale, orfeline etc.) sau a organizațiilor private (ONG-uri). Această categorie include, de asemenea, persoanele a căror singură sursă de venit este asistența socială (de exemplu, persoanele cu handicap sprijinite de rude sau de alte persoane, pentru care statul plătește o alocație sau un salariu îngrijitorilor lor). **Potrivit administrației locale, populația vulnerabilă care primește sprijin instituțional din partea guvernului utilizează aceste fonduri pentru a cumpăra lemne de foc pentru a-și putea încălzi locuințele** (interviu cu administrația din Crucea, 2024).

Având în vedere că o parte substanțială a populației este inactivă, nivelul veniturilor disponibile este probabil să fie limitat. Această vulnerabilitate economică ar putea complica capacitatea gospodăriilor de a satisface cerințele energetice fundamentale, în special în lunile mai reci, când cresc cheltuielile de încălzire. Diminuarea implicării în educație și în dezvoltarea forței de muncă poate susține acest ciclu, deoarece o forță de muncă insuficient educată și calificată limitează capacitatea comunei de creștere economică și de reziliență. Dependența de sursele convenționale de încălzire, cum ar fi lemnul de foc, împreună cu structuri de locuit poate inadecvate ar putea intensifica sărăcia energetică din comună.

**Tabelul 2.** Comparația veniturilor între comuna Crucea și județul Constanța

| Metric                                                     | Comuna Crucea | Județul Constanța |
|------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|
| <b>Total venituri (lei)</b>                                | 11,335,789    | 3,228,300,000     |
| <b>Populație</b>                                           | 3010          | 655,997           |
| <b>Venituri pe cap de locuitor (lei)</b>                   | 3767          | 4921              |
| <b>Proporția venitului pe cap de locuitor al județului</b> | 76.57%        | 100%              |

*Sursa: Elaborare proprie, pe baza datelor administrației locale din Crucea și ale Institutului Național de Statistică (2024)*

Tabelul 2 ne oferă o imagine de ansamblu a veniturilor totale pe cap de locuitor din Crucea față de județul Constanța. Observăm **că veniturile bugetare pe cap de locuitor ale comunei Crucea sunt de 3767 lei**, reprezentând 76,57% din media județului. Fiind o comună rurală, Crucea se bazează foarte mult pe agricultură și mici industrii, care generează un randament economic mai scăzut comparativ cu zonele urbanizate sau industrializate din județ. O înclinație demografică către populațiile inactice, cum ar fi pensionarii, constrânge și mai mult activitatea economică și contribuțiile financiare din comună. Resursele financiare limitate pe cap de locuitor ale comunei pot limita capacitatea acesteia de a investi în infrastructura energetică sau de a sprijini locuitorii care se luptă cu costurile ridicate ale energiei. De exemplu, dacă administrația locală nu are venituri suficiente, este posibil să nu poată finanța proiecte de extindere a accesului la sursele de energie. În timp ce finanțarea națională și europeană este esențială pentru a acoperi deficitul de venituri, aceasta vine adesea cu condiții și întârzieri care pot încetini progresul în abordarea nevoilor locale. Finanțarea externă poate atenua parțial problemele comunei, însă soluția pe termen lung constă în consolidarea capacității economice locale, diversificarea fluxurilor de venituri și punerea în

aplicare a politicilor menite să îmbunătățească condițiile socioeconomice ale zonelor rurale precum Crucea.

## **II. PROFILUL ENERGETIC AL COMUNEI CRUCEA ȘI VULNERABILITĂȚILE ENERGETICE ALE ACESTEIA. PERSPECTIVA SĂRĂCIEI ENERGETICE ȘI CONSUMATORILOR VULNERABILI.**

Conceptul de "sărăcie energetică" este (EP) frecvent întâlnit în gospodăriile din regiunile rurale cu infrastructură rezidențială inadecvată, ceea ce duce la o calitate redusă a vieții. Într-un context larg, înțelegem sărăcia energetică ca fiind nivelurile necesare de servicii energetice necesare pentru satisfacerea nevoilor zilnice de viață, mai degrabă decât să luăm în considerare doar consumul de energie observat al unei gospodării (Lu & Ren 2023). Bouzarovski (2014) definește sărăcia energetică drept "incapacitatea unei gospodării de a avea acces la nivelurile de servicii energetice necesare din punct de vedere social și material în locuință". Deși aceste definiții oferă o perspectivă cuprinzătoare asupra sărăciei energetice, rămâne necesară o perspectivă mai restrânsă, aplicată și holistică a PE la nivel local și la nivelul gospodăriilor. Prin urmare, obiectivul principal al acestei analize este de a obține o perspectivă asupra profilului socioeconomic și a manifestărilor sărăciei energetice în municipiul Alba Iulia, unul dintre partenerii implicați în proiectul EMERGE.

Sărăcia energetică este o problemă critică în societatea noastră, deoarece afectează condițiile de viață de bază, sănătatea și oportunitățile economice și consolidează inegalitățile sociale, afectând în mod disproporționat grupurile vulnerabile, cum ar fi persoanele în vârstă, gospodăriile monoparentale și cele care trăiesc în zonele rurale (Belaïd, 2022). Gospodăriile care se confruntă cu sărăcia energetică, constrânse de venituri limitate, trebuie să acorde prioritate consumului de energie în fața altor nevoi esențiale, compromițând astfel rezultatele în materie de sănătate, educație și productivitate. Aceste decizii sunt agravate atunci când creșterea prețurilor la energie obligă familiile fie să suporte costuri substanțial mai mari cu energia, fie să își reducă nivelul de utilizare a energiei. Pe baza calculelor privind elasticitatea cererii, fără o creștere a veniturilor familiale, majoritatea familiilor nu își pot permite să își crească consumul de energie pentru a atenua provocările sărăciei energetice (CEB, 2019).

În plus, sărăcia energetică limitează accesul la tehnologiile digitale, adâncind decalajul digital și reducând oportunitățile de mobilitate socială și economică (Yue et al., 2024). Rezultatele școlare și productivitatea sunt îngreunate, deoarece copiii pot să nu aibă un iluminat adecvat sau un mediu adecvat pentru învățare (Batoool et al., 2023). Persoanele din PE prezintă o vulnerabilitate crescută la pericolele pentru sănătatea fizică, inclusiv afecțiuni respiratorii, cardiovasculare și alte afecțiuni asociate cu rate mai ridicate ale mortalității, precum și o predispoziție mai mare pentru boli mintale (CSD, 2020). Pandemia COVID-19 a sporit sărăcia energetică, deoarece recesiunea economică a dus la pierderi de venituri, lăsând multe gospodării în imposibilitatea de a-și permite costurile energetice în creștere în timpul perioadelor prelungite de izolare la domiciliu. După pandemie, situația s-a înrăutățit din cauza inflației și a creșterilor prețurilor la energie determinate de intreruperile lanțului de aprovizionare și de tensiunile geopolitice (Carfora et al., 2022).

Sărăcia energetică este deosebit de pronunțată în zonele rurale, unde infrastructura limitată și nivelul scăzut al veniturilor pot limita grav capacitatea gospodăriilor de a avea acces la surse de încălzire fiabile și moderne (González-Eguino, 2015). Multe comunități rurale se bazează încă pe sisteme tradiționale de încălzire pe bază de biomasă (de exemplu, lemn) sau cărbune, care sunt adesea ineficiente și contribuie la poluarea aerului interior și exterior. Ca să nu mai vorbim de izolarea inadecvată a locuințelor rurale mai vechi, care agravează și mai mult situația prin creșterea energiei necesare pentru menținerea unei temperaturi interioare confortabile. Aceste deficiențe de izolare și tehnologiile de încălzire învechite forțează familiile să cheltuiască o parte disproporționată din veniturile lor pentru încălzire sau să suporte condiții de viață sub nivelul optim, intensificând riscurile pentru sănătate și inegalitățile sociale.

Deși zonele rurale prezintă adesea rate mai ridicate de sărăcie energetică din cauza infrastructurii inadecvate și a veniturilor limitate, și mediile urbane se confruntă cu provocări. În orașe, clădirile învechite, izolarea deficitară și densitatea ridicată a populației pot duce la costuri energetice ridicate, în special pentru locuitorii cu venituri mici (Halkos & Gkampoura, 2021). Creșterea prețurilor locuințelor îi poate obliga pe unii locuitori din mediul urban să facă compromisuri privind consumul de energie sau să locuiască în clădiri slab izolate, agravând inegalitățile. Mai mult, dinamica dintre proprietar și chiriaș poate împiedica renovările la scară largă, deoarece niciuna dintre părți nu poate avea un stimul direct pentru a investi în măsuri de eficiență energetică. În consecință, grupurile vulnerabile din orașe - cum ar fi persoanele în vârstă care locuiesc în locuințe care nu corespund standardelor, studenții care locuiesc în chirii de proastă calitate sau migranții recenți - rămân expuse unui risc ridicat de sărăcie energetică.

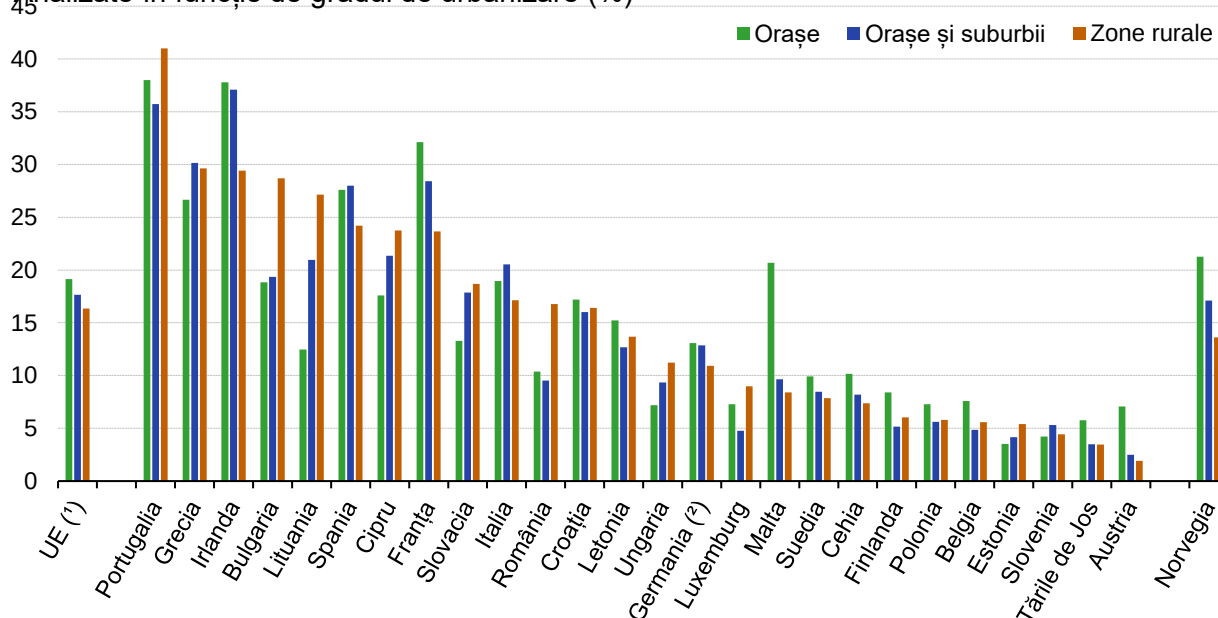
Înțelegerea acestor aspecte este esențială pentru adaptarea intervențiilor care se aliniază la profilul socioeconomic specific al municipalității, abordând în același timp disparitățile în ceea ce privește accesul la energie în România. La nivel național, România se confruntă cu provocări tot mai mari în ceea ce privește atingerea obiectivelor UE în materie de climă și energie (Parlamentul European, 2021). Studiul este deosebit de relevant în contextul Planului național pentru energie și climă al României (Comisia Europeană, 2024), care subliniază importanța justiției sociale în politica energetică. Perspectivele de la Alba Iulia pot furniza soluții scalabile pentru alte comunități rurale, consolidând angajamentul României față de politicile energetice echitabile în cadrul Uniunii Europene.

Pentru a avea o imagine mai clară, se estimează că există 32 de milioane de persoane care trăiesc în sărăcie energetică în Europa. Aproape 85% din numărul total de persoane aflate în sărăcie energetică pot fi găsite în 10 din cele 32 de state europene - Portugalia, România, Polonia, Bulgaria, Germania, Grecia, Franța, Regatul Unit, Spania și Italia (CEB, 2019). Potrivit Maier & Dreoni (2024), aproape jumătate din cei 10 % din UE cu venituri mai mici trăiesc în România, Polonia și Bulgaria. Figura 5 ilustrează procentul persoanelor care locuiesc în locuințe la nivelul UE care nu sunt confortabil încălzite în timpul iernii în 2023, clasificate în funcție de gradul de urbanizare: orașe, orașe și suburbii și zone rurale. **România se poziționează printre țările cel mai bine clasate în ceea ce privește sărăcia energetică în zonele rurale, cu aproximativ 16,8% dintre locuitorii din mediul rural care se confruntă cu dificultăți în menținerea unei locuințe calde în timpul iernii.** Acest lucru contrastează cu o proporție semnificativ mai mică de cetățeni care se află în condiții similare în orașele sale, subliniind diviziunea urban-rural în ceea ce privește accesul la energie și condițiile de locuit. Modele similare sunt observate în alte națiuni est-europene, precum Bulgaria și Lituania, care se confruntă, de asemenea, cu provocări sistemice în abordarea

nevoilor energetice rurale. Procentele relativ ridicate din aceste țări reflectă atât nivelurile mai scăzute ale veniturilor, cât și investițiile istorice insuficiente în infrastructura rurală și modernizarea locuințelor.

### Persoane care locuiesc într-o locuință care nu este confortabil încălzită în timpul iernii, 2023

Analizate în funcție de gradul de urbanizare (%)



Notă: clasificate în funcție de procentul de persoane care trăiesc în zone rurale; datele pentru Danemarca nu sunt disponibile.

<sup>(1)</sup> Estimat.

<sup>(2)</sup> Fiabilitate scăzută.

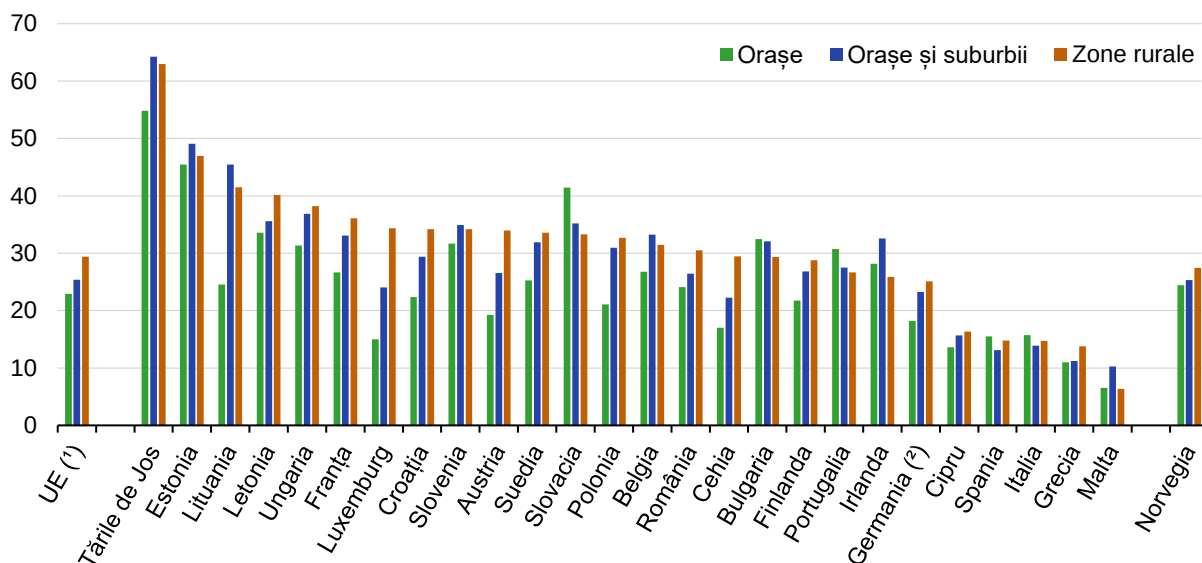
**Figura 5.** Îmbunătățiri ale eficienței energetice în locuințe în ultimii 5 ani, în funcție de gradul de urbanizare

*Sursă: Eurostat (2023)*

Figura 6, pe de altă parte, ilustrează procentul de persoane care locuiesc în locuințe în care eficiența energetică a fost îmbunătățită în ultimii cinci ani (2023). **În România, zonele rurale prezintă cea mai mare îmbunătățire a eficienței energetice, cu aproape 30 % din locuințe care au fost modernizate.** Aceasta este o evoluție pozitivă, deoarece arată că au fost depuse eforturi specifice pentru a răspunde cel puțin unora dintre nevoile energetice ale comunităților rurale. În comparație cu Uniunea Europeană în sens larg, rata de îmbunătățire în mediul rural din România este relativ puternică, în special atunci când este juxtapusă față de țări precum Malta sau Grecia, unde îmbunătățirile în zonele rurale rămân minime. Cu toate acestea, în ciuda acestor progrese, România rămâne în urma unor țări fruntașe precum Țările de Jos și Estonia, unde atât zonele rurale, cât și cele urbane au înregistrat îmbunătățiri substanțiale în ceea ce privește eficiența energetică. România trebuie să își intensifice în continuare eforturile și să se alinieze la cele mai bune practici europene în materie de politică energetică.

### Persoane care locuiesc în locuințe în care eficiența energetică a fost îmbunătățită în ultimii 5 ani, 2023

Analizate în funcție de gradul de urbanizare (%)



Notă: clasificate în funcție de procentul de persoane care trăiesc în zone rurale; datele pentru Danemarca nu sunt disponibile.

<sup>(1)</sup> Estimat.

<sup>(2)</sup> Fiabilitate scăzută.

**Figura 6.** Îmbunătățiri ale eficienței energetice în locuințe în ultimii 5 ani, în funcție de gradul de urbanizare

Sursă: Eurostat (2023)

În contextul energiei, energia electrică este disponibilă în întreaga comună. Sistemul de alimentare cu energie electrică pentru localitățile studiate include o rețea de distribuție de medie tensiune de 20 kV cu instalație aeriană, posturi de transformare aeriene și rețele de distribuție de joasă tensiune de 0,4 kV care furnizează energie electrică consumatorilor și alimentează iluminatul public. Alimentarea cu energie electrică se realizează utilizând stâlpi comuni cu rețeaua publică de distribuție, alimentarea fiind asigurată prin aceleași posturi de transformare. Stâlpii sunt realizați din beton și sunt poziționați de-a lungul drumului sau, în unele cazuri, se găsesc în grădini și alte zone de teren desemnate. La periferia comunei, se află parcul eolian Crucea, deținut de Electrica SA, care cuprinde 50 de turbine eoliene, conectate prin cabluri subterane la o nouă substație electrică, cu o capacitate de 20kV/110kV, amplasată la fața locului (substația Crucea). Această substație, la rândul său, este conectată printr-o linie de alimentare subterană scurtă (aproximativ 300 de metri) la o substație electrică centrală situată în afara sitului (substația Stupina). Aproximativ 3,4 kilometri de drumuri de acces au fost construite pentru a ajunge la sit, iar 30 de kilometri de drumuri existente vor fi modernizate și/sau reparate (Strategia de dezvoltare locală Crucea, 2021). Crucea este complet electrificată, așa cum este cazul în majoritatea zonelor rurale din România. Accesul universal la electricitate în zonele rurale din Constanța și din România contrastează puternic cu lacunele din alte sectoare de infrastructură. Cu toate acestea, deși ratele

de electrificare sunt ridicate, sărăcia energetică rămâne un motiv de îngrijorare din cauza problemelor de accesibilitate și a ineficienței multor sisteme casnice. Doar accesul la electricitate este insuficient dacă locuitorii nu își permit să o utilizeze eficient pentru încălzire, iluminat și alte nevoi esențiale.

Administrația locală a raportat că nu există zone marginalizate, nu există persoane care trăiesc în mod informal și nu există persoane fără acces la energie electrică (interviu cu administrația din Crucea, 2024). Acest lucru evidențiază anumite puncte forte ale comunei Crucea, deoarece indică faptul că comuna a atins un nivel de bază de incluziune și de furnizare a infrastructurii care asigură că serviciile esențiale sunt universal accesibile locuitorilor săi. Această lipsă a populațiilor marginalizate arată o distribuție relativ echitabilă a resurselor și oportunităților în cadrul comunei, contribuind la coeziunea socială și la sentimentul de comunitate. Din punct de vedere administrativ, aceasta implică o guvernare și o planificare eficiente, deoarece așezările informale și zonele marginalizate apar adesea din cauza lacunelor în furnizarea serviciilor publice sau a infrastructurii inadecvate. Cu toate acestea, deși absența zonelor marginalizate este un indicator pozitiv, aceasta nu înseamnă neapărat că comuna este lipsită de provocări, în special în contextul sărăciei energetice. Accesul universal la electricitate nu echivalează cu accesibilitate sau securitate energetică. Multe gospodării din Crucea se pot confrunta în continuare cu dificultăți în satisfacerea nevoilor lor energetice din cauza nivelului scăzut al veniturilor, a șomajului ridicat sau a sistemelor ineficiente de locuințe și încălzire. Astfel, în timp ce infrastructura comunei continuă să se dezvolte, vulnerabilitățile socio-economice mai largi, cum ar fi dependența de sprijinul extern sau ratele ridicate ale șomajului, necesită în continuare intervenții specifice pentru a se asigura că sărăcia energetică și provocările economice sunt abordate eficient.

Datele privind clădirile publice din comună arată că există un amestec de infrastructură modernă și mai veche. Clădirile mai mari, cum ar fi Liceul Tehnologic Crucea, cu o suprafață de 1304 metri pătrați, se încadrează în clase de eficiență energetică mai scăzute, cum ar fi clasa D. Pe de altă parte, structurile mai mici, cum ar fi școlile și grădinițele, prezintă o eficiență energetică mai bună, câteva dintre ele încadrându-se în clasa A sau B. Materialele de construcție notabile variază de la panouri termoizolante pentru structurile moderne la materiale mai vechi, cum ar fi lutul sau cărămizile pentru clădirile mai vechi. Investițiile în izolație, iluminat eficient și instalații de energie regenerabilă ar putea reduce substanțial costurile energiei și sărăcia energetică a comunităților. Comparativ cu zonele rurale la nivel național, unde 16-18% din cheltuielile totale ale gospodăriilor sunt alocate energiei (INS, 2023), veniturile relativ scăzute din Crucea și dependența ridicată de infrastructura ineficientă exacerbează probabil sărăcia energetică. Consumul de energie rezidențială pe cap de locuitor implică faptul că multe gospodării pot acorda prioritate nevoilor energetice de bază în detrimentul îmbunătățirii condițiilor de viață sau creșterii nivelului de confort.

În ceea ce privește infrastructura locală, o problemă ridicată este faptul că comuna nu dispune de un sistem de canalizare pentru colectarea și tratarea apelor uzate. Acest lucru este similar cu majoritatea localităților rurale din județul Constanța, unde doar 28 de localități rurale aveau sisteme publice de canalizare în 2023, față de 26 în 2022. La nivel național, situația este la fel de gravă, doar 17,8% din populația rurală a României fiind conectată la sisteme de canalizare, în contrast cu 98,9% în zonele urbane (INS, 2023). Prin urmare, gestionarea apelor reziduale se realizează la nivel local, gospodăriile și unitățile economice bazându-se pe fose septice sau latrine uscate improvizate. Cu toate acestea, mai multe proiecte au fost implementate și urmează să fie

implementate pentru a rezolva această problemă, iar sistemul de canalizare urmează să fie pus în funcțiune în curând, în 2025. Au fost propuse planuri de înființare a unor stații de tratare mecanică și biologică în fiecare localitate, situate în apropierea corpurilor de apă pentru a facilita evacuarea apei tratate. Fără o gestionare centralizată a apelor reziduale, gospodăriile sunt împovărate cu responsabilitatea de a întreține fose septice individuale sau alte sisteme private, multe dintre acestea necesitând echipamente mari consumatoare de energie, cum ar fi pompele. Acest lucru sporește consumul de energie la nivelul gospodăriilor, ceea ce duce la creșterea facturilor la electricitate pentru locuitorii deja supuși unor constrângeri financiare. Pentru cei care folosesc latrine tradiționale, lipsa infrastructurii moderne este adesea corelată cu locuințe ineficiente care nu dispun de sisteme adecvate de izolare, încălzire sau iluminat, ceea ce sporește și mai mult vulnerabilitatea lor energetică. Absența infrastructurii de canalizare are, de asemenea, efecte mai ample la nivelul comunității. Igiena precară reduce atractivitatea zonei pentru investiții, limitând oportunitățile de dezvoltare economică și de creare de locuri de muncă. Această stagnare poate afecta veniturile gospodăriilor și limita mijloacele financiare disponibile pentru reducerea sărăciei energetice.

Deocamdată, comuna Crucea nu are acces la rețeaua națională de distribuție a gazelor naturale. Acest lucru reflectă o problemă rurală mai amplă atât în județul Constanța, cât și în România. În 2023, doar 12 localități rurale din Constanța erau conectate la gaze naturale, ceea ce este în concordanță cu infrastructura limitată a României în acest domeniu, unde doar 744 de localități rurale sunt conectate (INS, 2023). Cu toate acestea, un proiect este în curs de desfășurare pentru a stabili un sistem de alimentare cu gaze naturale, studiul de fezabilitate fiind inițiat în 2019. Rețeaua propusă vizează conectarea satelor comunei (Crucea, Stupina, Gălbiori și, ulterior, Băltăgești, Crișan și Șiriu) la rețeaua națională și furnizarea de gaze naturale către gospodării, întreprinderi și instituții sociale. Infrastructura se află în prezent în faza de planificare sau dezvoltare, astfel încât gazele naturale nu sunt încă disponibile pentru locuitori. Acest lucru are implicații suplimentare pentru sărăcia energetică. În lipsa aprovizionării cu gaze naturale, în prezent, singurele surse existente pentru încălzirea locuințelor sunt combustibilul solid sub formă de lemne de foc, cărbune sau cocs de petrol (Crucea Local Development Strategy, 2024). Potrivit administrației locale, există câteva locuințe care au fost centrale electrice, fie cazane electrice, dar din cauza creșterii prețurilor la energie, locuitorii sunt reticenți în a le mai folosi. Unii locuitori au panouri solare pentru cazanele de apă, dar acestea pot fi folosite doar din primăvară până la sfârșitul toamnei, iar în timpul iernii au nevoie în continuare de alte surse pentru încălzire (interviu cu administrația din Crucea, 2024). Dependența de combustibilii tradiționali este deosebit de problematică, deoarece aceste surse nu sunt doar mai costisitoare pe termen lung, ci și mai puțin eficiente, necesitând cantități mai mari pentru a produce același nivel de căldură ca gazul natural. Aceste alternative pot face ca locuitorii să se confrunte cu dificultăți în a-și permite energie adecvată pentru a-și satisface nevoile de bază. Lipsa unui sistem de canalizare și lipsa gazului natural pot descuraja întreprinderile să se stabilească în zonă, ceea ce perpetuează un ciclu al sărăciei, deoarece locuitorii au mai puține mijloace de a-și îmbunătăți situația financiară și de a investi în soluții eficiente din punct de vedere energetic. Acest lucru este evidențiat de rata relativ ridicată a șomajului din zonă în comparație cu mediile naționale și județene descrise anterior. Cu toate acestea, până la crearea unei astfel de infrastructuri, dependența de sursele tradiționale de energie va continua să exacerbeze provocările legate de sărăcia energetică din comună.



Nevoile de încălzire ale comunei se bazează pe soluții alternative. Acestea includ sisteme care utilizează gaz petrolier lichefiat (GPL), combustibili lichizi (motorină sau benzină), combustibili solizi (biomasă), dispozitive electrice și surse neconvenționale, astfel cum se menționează în Strategia de dezvoltare locală a comunei (2021). Cu toate acestea, având în vedere caracterul predominant al locuințelor individuale din comună, sistemele de încălzire sunt reprezentate în mare măsură de surse individuale, cum ar fi sobe sau unități de încălzire la scară mică care utilizează combustibili lichizi sau solizi. Dispozitivele electrice sunt, de asemenea, utilizate, dar acestea sunt mai puțin frecvente din cauza costurilor de exploatare mai ridicate. Administrația comunei a declarat că se va concentra pe surse neconvenționale și cu emisii reduse pentru proiectele viitoare (Strategia de dezvoltare locală Crucea, 2021), ceea ce reprezintă un pas pozitiv în direcția atenuării acestor provocări, însă astfel de măsuri necesită investiții semnificative și timp pentru a fi puse în aplicare.

Analiza comparativă demonstrează că Crucea reflectă realitățile rurale mai largi ale României și ale județului Constanța în ceea ce privește deficiențele sale de infrastructură. Infrastructura limitată de gaze naturale și canalizare evidențiază provocările sistemice din zonele rurale. Accesul la electricitate este un punct pozitiv, însă problemele legate de accesibilitatea acesteia subminează beneficiile sale. Soluționarea acestor deficiențe de infrastructură este esențială pentru îmbunătățirea nivelului de trai, reducerea sărăciei energetice și promovarea dezvoltării durabile în Crucea și în comunitățile rurale similare.

**Tabelul 3.** Proiecte de investiții în comunele învecinate Crucea după sursa de finanțare și investițiile pe cap de locuitor

|             | Total proiecte | Finanțare națională | Finanțare europeană | Total investiții (lei) | Pe cap de locuitor (lei) | Populație |
|-------------|----------------|---------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| Silistea    | 3              | 2                   | 1                   | 64,277,048             | 54,242                   | 1185      |
| Gradina     | 5              | 4                   | 1                   | 23,605,511             | 25,112                   | 940       |
| Vulturu     | 1              | 1                   | 0                   | 14,741,644             | 21,710                   | 679       |
| Targusor    | 4              | 3                   | 1 (mixt)            | 29,384,656             | 21,370                   | 1375      |
| Pantelimon  | 9              | 8                   | 1                   | 34,290,408             | 21,000                   | 1632      |
| Saraiu      | 7              | 6                   | 1 (mixt)            | 20,098,318             | 18,575                   | 1082      |
| Horia       | 8              | 7                   | 1                   | 8,762,981              | 9,302                    | 942       |
| Crucea      | 5              | 3                   | 2                   | 25,704,180             | 8,540                    | 3010      |
| Seimeni     | 3              | 2                   | 1                   | 5,360,904              | 2,864                    | 1872      |
| Topalu      | 4              | 4                   | 0                   | 3,502,419              | 2,309                    | 1517      |
| Ghindaresti | 1              | 1                   | 0                   | 1,150,000              | 450                      | 2557      |

*Sursă: Elaborare proprie, pe baza datelor din Recorder.ro (2022)*

Tabelul 3 oferă o imagine de ansamblu și o comparație a investițiilor în comunele învecinate comunei Crucea din județ. Conform sursei de date, acestea sunt proiectele care au avut o dată de începere de la 1<sup>un</sup> aprilie 2021. Prin urmare, proiectele aflate în etapa de aprobare a finanțării sau fără o dată de începere definită nu sunt incluse în această analiză (Recorder.ro, 2022). Tabelul se

concentrează pe trei dimensiuni-cheie, și anume numărul total de proiecte implementate, împărțirea proiectelor în funcție de sursa de finanțare (națională sau europeană) și investițiile calculate pe cap de locuitor. Pentru fiecare comună, numărul total de proiecte evidențiază capacitatea administrativă și strategică de a atrage fonduri și de a pune în aplicare inițiative de dezvoltare. Defalcarea între sursele de finanțare naționale și europene pune în lumină măsura în care comunele mobilizează resurse locale față de cele internaționale pentru creșterea lor. Coloana investițiilor pe cap de locuitor este deosebit de importantă, deoarece oferă o perspectivă mai clară asupra modului în care aceste investiții se traduc în beneficii pentru locuitorii individuali în raport cu populația comunei.

Observăm că Crucea a implementat un total de cinci proiecte, cu o împărțire a finanțării de trei proiecte finanțate din surse naționale și două proiecte din fonduri europene. Proiectele implementate de comună sunt: trei proiecte de apă și canalizare, un proiect de infrastructură rutieră și un proiect de infrastructură școlară. Interesant este faptul că este singura comună din analiză care a reușit să atragă două investiții finanțate din fonduri europene, ceea ce demonstrează capacitatea administrației comunei și potențialul acesteia de a atrage și mai multe fonduri externe pentru efecte de dezvoltare pe termen lung care ar putea contribui la eradicarea sărăciei energetice. Cu toate acestea, cu investiții totale în valoare de 25 704 180 de lei și o populație de 3010 locuitori, **investiția pe cap de locuitor în Crucea este de 8540 de lei**, ceea ce este semnificativ mai mic decât mulți dintre vecinii săi. Investițiile din comună se concentrează în mare măsură pe infrastructura de bază, cum ar fi sistemele de alimentare cu apă și de canalizare, care răspund nevoilor imediate de sănătate publică și de mediu, dar nu abordează în mod direct provocările legate de sărăcia energetică. Într-un context mai larg, sărăcia energetică din Crucea, așa cum reiese din investițiile mai reduse pe cap de locuitor și din concentrarea proiectelor, provine probabil din accesul limitat la o infrastructură energetică accesibilă și durabilă. În timp ce investițiile actuale abordează lacunele critice ale infrastructurii, acestea nu abordează suficient cauzele profunde ale sărăciei energetice, cum ar fi accesul limitat la sisteme energetice moderne. Administrația Crucea a declarat, totuși, că există un proiect pentru un parc fotovoltaic în curs de elaborare (interviu cu administrația Crucea, 2024). Unii dintre următorii pași posibili ar fi ca administrația să diversifice portofoliul actual de investiții al orașului Crucea prin includerea și prioritizarea inițiativelor care vizează în mod direct eficiența energetică, pentru a îmbunătăți în continuare calitatea vieții locuitorilor săi

În ceea ce privește deschiderea locuitorilor față de proiectele energetice, cum ar fi crearea unei comunități energetice în comună, administrația locală (2024) a declarat că a fost surprinsă de cât de bine este primită ideea unei comunități energetice de către locuitorii săi de toate vârstele. În general, oamenii sunt dispuși să adopte soluții dacă primesc asistență în punerea lor în aplicare, cum ar fi să li se furnizeze direct instrumentele sau resursele necesare, după cum a declarat persoana intervievată.

În ceea ce privește sprijinul de care are nevoie administrația locală, aceștia își afirmă dorința de a beneficia de politici și orientări mai bune. Ei consideră că ar trebui implementate schimbări care să permită autorităților locale să evalueze și să abordeze tipurile specifice de asistență solicitate de locuitori, precum și să furnizeze ajutorul necesar. De exemplu, la fel ca în zonele urbane, unde proprietarii de clădiri sunt obligați să își izoleze proprietățile, comunitățile rurale ar putea beneficia de o abordare structurată a izolării termice a locuințelor. Legislația ar trebui să permită administrațiilor locale să identifice locuințele care au nevoie de izolare prin evaluări realizate de

experți și să ofere sprijin direcționat celor care au cel mai mult nevoie (interviu cu administrația Crucea, 2024).

**Tabelul 4.** Comparație între indicatorii de sărăcie energetică în cadrul scenariilor minime și maxime

| Indicator | Scenariu minim (%) | Scenariu maxim (%) |
|-----------|--------------------|--------------------|
| 2M        | 0%                 | 0%                 |
| 10%       | 2%                 | 0%                 |
| LIHC      | 0%                 | 0%                 |

*Sursă: Elaborare proprie, pe baza datelor colectate la nivel de comunitate (2024)*

Utilizând datele proprii ale proiectului, au fost calculați indicatorii de sărăcie energetică. Tabelul 4 prezintă valorile a patru indicatori ai sărăciei energetice (2M, M/2, 10% și LIHC) în două scenarii diferite - scenariul minim și scenariul maxim. Diferența dintre cele două scenarii se datorează faptului că, în cadrul sondajului, respondenții au furnizat răspunsuri sub formă de intervale. În calculele prezente, scenariul minim utilizează valoarea minimă a fiecărui interval, în timp ce scenariul maxim utilizează valoarea maximă a fiecărui interval. Astfel, indicatorii estimați variază în funcție de datele minime și maxime extrase din răspunsuri.

Indicatorul 2M reflectă proporția de gospodării ale căror cheltuieli energetice depășesc de două ori nivelul median. Acesta este conceput pentru a surprinde cazurile în care costurile energetice sunt excepțional de ridicate în raport cu cheltuielile unei gospodării tipice, indicând o povară energetică semnificativă. Un procent 2M mai ridicat sugerează că multe gospodării plătesc sume disproporționat de mari pentru energie.

Indicatorul 10% măsoară procentul gospodăriilor care cheltuiesc mai mult de 10% din venitul lor pentru cheltuielile cu energia. Cheltuielile care depășesc acest prag sunt larg recunoscute ca un indicator al sărăciei energetice, deoarece implică faptul că o gospodărie trebuie să aloce o parte substanțială din venitul său limitat pentru energie. În scenariul minim, 2 % dintre gospodării alocă mai mult de 10 % din venitul lor pentru energie, în timp ce în scenariul maxim sunt 0 %.

Indicatorul "venituri reduse, costuri ridicate" (LIHC) este un indicator compozit menit să identifice gospodăriile cu venituri reduse care sunt expuse riscului de sărăcie energetică. Acesta semnalează acele gospodării care ar putea să nu aibă flexibilitatea financiară necesară pentru a face față creșterii costurilor energiei sau pentru a investi în îmbunătățirea eficienței energetice.

Rezultatele din tabelul 4 arată valori zero pentru (aproape) toți indicatorii de sărăcie energetică, concluzionând astfel că, pe baza indicatorilor, nu există sărăcie energetică în comună. Cu toate acestea, având în vedere aspectele discutate anterior, ar fi practic imposibil ca acest lucru să se întâmple. Prin urmare, este important să reținem un foarte posibil avertisment: este posibil ca respondenții să își fi supraevaluat veniturile (sau să fi raportat în mod eronat date relevante), determinând astfel cheltuieli energetice calculate sub pragurile utilizate pentru a defini sărăcia energetică. Prin urmare, aceste cifre de 0% ar trebui interpretate cu prudență, deoarece este posibil să nu reflecte pe deplin situația reală de pe teren. Dacă veniturile ar fi raportate cu mai multă

exactitate - sau dacă s-ar lua în considerare orice subestimare a costurilor cu energia - unele gospodării ar putea, de fapt, să se califice drept sărace în energie.

### **III. NECESITATEA ȘI OPORTUNITATEA UNEI COMUNITĂȚI DE ENERGIE ÎN COMUNA CRUCEA**

#### **A. Deficiența situației actuale:**

Comuna Crucea se confruntă cu mai multe deficiențe în infrastructura energetică, în ciuda faptului că este complet electrificată și beneficiază de un acces universal la energia electrică. Deși sistemul de alimentare cu energie electrică este funcțional, cu o rețea de medie și joasă tensiune, alimentarea fiind asigurată prin posturi de transformare aeriene, există riscuri legate de eficiența acestui sistem, mai ales în zonele periferice. La periferia comunei se află parcul eolian Crucea, dar infrastructura energetică locală nu este complet adaptată la integrarea eficientă a surselor de energie regenerabilă.

Problemele majore se află în zona încălzirii locuințelor și a sărăciei energetice. În absența unui sistem de gaz natural, locuitorii depind de surse tradiționale, precum lemnele de foc sau combustibilii solizi. Aceste surse sunt costisitoare și ineficiente pe termen lung, crescând presiunea asupra locuitorilor care, din cauza veniturilor scăzute, nu își permit soluții mai eficiente și mai economice. În plus, clădirile publice din comună prezintă o eficiență energetică scăzută, cu unele clădiri mari, cum ar fi Liceul Tehnologic Crucea, având un consum energetic considerabil din cauza claselor de eficiență energetică inferioare.

Lipsa unui sistem de canalizare modern și dependența de soluții individuale pentru tratarea apelor reziduale agravează și mai mult această situație, necesități adiționale de energie fiind impuse pentru întreținerea fosei septice și a altor echipamente. Aceasta adaugă o presiune suplimentară asupra consumului de energie al gospodăriilor, în special pentru cei deja afectați de sărăcia energetică.

Un alt aspect semnificativ al comunei Crucea este numărul redus de prosumatori comparativ cu alte comune din regiune. Deși accesul la energia electrică este universal, integrarea surselor de energie regenerabilă la nivel local este încă limitată. Ponderea prosumatorilor este mult mai mică în comparație cu alte zone, ceea ce reprezintă o oportunitate pierdută pentru eficientizarea producției și consumului de energie la nivelul comunității.

Astfel, în contextul în care infrastructura energetică este deja într-un stadiu de dezvoltare și eficientizare, dar în același timp există provocări legate de costurile de energie și lipsa unor soluții moderne de încălzire și canalizare, implementarea unei comunități de energie ar reprezenta un pas esențial pentru îmbunătățirea sustenabilității energetice a comunei. Aceasta ar putea sprijini nu doar eficientizarea consumului de energie, dar și promovarea surselor regenerabile, contribuind la reducerea sărăciei energetice și îmbunătățirea calității vieții locuitorilor.

## **B. Efectul pozitiv previzionat prin realizarea unei comunități de energie:**

În contextul actual al comunei Crucea, unde există o infrastructură energetică de bază, dar și provocări semnificative legate de accesibilitatea și eficiența energetică, integrarea unui parc fotovoltaic de 400 kW ca parte a unei comunități de energie ar reprezenta o soluție strategică pentru îmbunătățirea condițiilor energetice locale. Deși comuna beneficiază de alimentare electrică completă și nu există zone marginalizate din punct de vedere al accesului la energie, problemele legate de sărăcia energetică persistă. Multe gospodării se confruntă cu dificultăți în a-și satisface nevoile energetice din cauza veniturilor reduse, șomajului ridicat și a infrastructurii ineficiente de locuințe și încălzire, ceea ce poate duce la dependența de surse de energie mai costisitoare și mai puțin eficiente, precum combustibilii solizi.

În acest context, integrarea unui parc fotovoltaic ca parte a unei comunități de energie ar contribui direct la soluționarea acestor deficiențe. Beneficiile economice ale unui astfel de proiect ar fi semnificative: valoarea netă actualizată (NPV) de 1.946.831,8 lei și o rată de rentabilitate internă (IRR) de 11,15% ar sublinia impactul pozitiv asupra economiei locale pe termen lung. Perioada de recuperare a investiției (PBP) de 8,15 ani și profitabilitatea indicată prin indicele de rentabilitate (PI) de 2,05 ar face proiectul nu doar fezabil, ci și sustenabil pe termen lung.

Mai mult, costul nivelat al energiei (LCOE) de 0,71 lei/kWh ar reprezenta o soluție accesibilă din punct de vedere economic pentru locuitorii comunei, contribuind la reducerea costurilor energetice și la scăderea dependenței de combustibilii tradiționali, care sunt mai costisitori și mai ineficienți. În plus, venitul net din energie (ENR) de 5.414.267,2 lei ar putea fi reinvestit în dezvoltarea altor proiecte locale, stimulând astfel dezvoltarea economică a zonei și îmbunătățind calitatea vieții locuitorilor.

Astfel, integrarea unui parc fotovoltaic într-o comunitate de energie nu doar că ar sprijini tranziția către surse regenerabile și sustenabile de energie, dar ar și răspunde unor nevoi urgente, cum ar fi reducerea sărăciei energetice și îmbunătățirea eficienței energetice la nivelul gospodăriilor. De asemenea, ar contribui la diminuarea riscurilor legate de vulnerabilitatea energetică a locuitorilor, reducând dependența de sursele externe și asigurând o sursă locală de energie curată și accesibilă.

## **C. Impactul negativ previzionat în cazul nerealizării unei comunități de energie:**

În absența implementării unei comunități de energie în comuna Crucea, provocările energetice existente ar putea să se amplifice semnificativ, afectând nu doar gospodăriile, ci și întreaga structură socio-economică a localității. Deși comuna beneficiază de acces complet la electricitate, infrastructura locală este în mare parte ineficientă, iar dependența de sursele tradiționale de energie, cum sunt combustibilii solizi și încălzirea electrică, pune o presiune financiară considerabilă asupra locuitorilor. Fără o soluție sustenabilă și locală, cum ar fi o comunitate de energie, locuitorii comunei vor continua să se confrunte cu facturi mari la energie și cu o eficiență scăzută a sistemelor de încălzire, care consumă cantități mari de energie, dar nu furnizează un confort adecvat.

În acest scenariu, supraproducția de energie generată de prosumatori individuali ar deveni o problemă, în special în contextul în care nu ar exista un sistem integrat care să permită gestionarea corespunzătoare a fluxurilor de energie. De exemplu, în perioadele de producție intensă, când

soarele este puternic, energia generată ar depăși cerințele locale, iar invertoarele ar trebui oprite pentru a evita suprasolicitarea rețelei. Această oprire ar duce la pierderi semnificative de energie și ar crește riscurile de instabilitate a sistemului energetic local. În plus, costurile de întreținere ale infrastructurii energetice ar rămâne mari, iar lipsa unei soluții centralizate ar însemna că gospodăriile și instituțiile publice ar rămâne dependente de surse de energie inefficiente și costisitoare, în special pe perioada sezonului rece.

De asemenea, în absența unei comunități de energie, nu ar exista o platformă comună de investiții în soluții energetice regenerabile și economii de scară, iar resursele financiare necesare pentru îmbunătățirea infrastructurii energetice ar fi mult mai greu de obținut. Fără integrarea unui parc fotovoltaic sau a altor soluții de energie regenerabilă, comuna ar continua să depindă de sursele tradiționale de energie, ceea ce ar spori vulnerabilitatea economică a locuitorilor, având în vedere creșterea prețurilor energiei și ineficiența infrastructurii existente.

În concluzie, lipsa unei comunități de energie ar duce la continuarea unui ciclu de vulnerabilitate energetică, cu facturi mari, instabilitate a sistemului energetic și costuri ridicate de întreținere. Astfel, comuna Crucea ar rata oportunitatea de a beneficia de o soluție sustenabilă, care ar putea îmbunătăți atât accesibilitatea energetică, cât și reziliența economică a locuitorilor săi.

#### **IV. ALINIAREA INVESTIȚIEI CU CONTEXTUL EUROPEAN ȘI NAȚIONAL AL COMUNITĂȚILOR DE ENERGIE**

Comunitățile de energie în Europa sunt susținute printr-un cadru legislativ favorabil și prin sprijin financiar, reglementar și informativ. Acestea beneficiază de politici publice care promovează energia decarbonizată și descentralizată, demonstrând avantaje economice, sociale și de mediu. Totuși, provocările majore includ obstacolele de finanțare, lipsa de cunoștințe tehnice și barierele socio-culturale. Aceste comunități beneficiază de susținere prin instrumente financiare și obiective de politică clar definite, dar implementarea lor necesită îmbunătățirea legislației și a oportunităților de finanțare.

Pentru detalii complete, accesează [studiul complet](#).

Comunitățile de energie din Europa au cunoscut o dezvoltare semnificativă în ultimii ani, contribuind la tranziția către surse de energie regenerabilă și la creșterea autonomiei energetice la nivel local. Iată câteva date cantitative relevante:

Număr total de comunități energetice: Până în 2023, în Europa existau aproximativ 3.500 de astfel de comunități, implicând peste 1,3 milioane de cetățeni. [Greenpeace](#)

Grecia: În 2022, Grecia a înființat 884 de comunități energetice, având un total de peste 1.700 de proiecte operaționale și o capacitate instalată de peste 1 GW. [ECSR](#)

Germania: Deși nu există date oficiale, estimările indică peste 1.700 de comunități energetice în 2022, majoritatea fiind cooperative de energie regenerabilă. [ECSR](#)

Spania: În anumite comunități, prețul energiei a scăzut cu până la 62% datorită implementării proiectelor de energie comună. [TPNews.ro](https://www.tpnews.ro)

Uniunea Europeană: Aproximativ 4% din cetățeni sunt implicați în comunități de energie, totalizând peste 9.000 de astfel de inițiative. [TPNews.ro+1Pagina Unu - Pagina 1 din Romania+1](https://www.tpnews.ro+1Pagina+Unu+-+Pagina+1+din+Romania+1)

Aceste date reflectă angajamentul și progresul european în dezvoltarea comunităților energetice, evidențiind atât diversitatea formelor de organizare, cât și impactul pozitiv asupra costurilor energetice și sustenabilității mediului.

România a transpus Directiva RED II, însă legislația națională de transpunere (OUG 163/ 2022) nu face decât să reproducă în limba română principiile generale din legislația europeană, fără operaționalizarea acestora. Legislația națională obligă ministerul de resort la efectuarea analizei obstacolelor și oportunităților, autoritatea de reglementare la organizarea de sesiuni de informare și instruire cu privire la înființarea de comunități de energie și guvernul în ansamblu la dezvoltarea unui cadru favorabil pentru comunitățile de energie. Deși a trecut mai bine de un an de la adoptarea OUG 163/ 2022, niciunul din aceste angajamente nu a fost respectat. În prezent nu există nicio formă de finanțare publică dedicată comunităților de energie sau de sprijin informațional. De altfel, o versiune supusă dezbaterii publice de către Guvern și netransmisă până la urmă Comisiei Europene a capitolului REPowerEU din Planul Național de Redresare și Reziliență recunoștea în detaliu neajunsurile cadrului legislativ actual și propunea derularea unei ample reforme dedicate comunităților de energie.

În ciuda acestui context potrivnic, în România s-a dezvoltat, pe întreg teritoriul țării, o mișcare cetățenească ambițioasă de proiectare a unor comunități de energie. Cercetarea [Greenpeace România](#) din 2024 a identificat 21 de proiecte de comunități de energie, din care două au și reușit să se înființeze și să funcționeze, în limitele cadrului legal existent (Cooperativa de Energie, Întrevecini).

În prezent, Ministerul Energiei a elaborat, în baza unui Grup de lucru activ la nivelul ministerului, formați din experți externi, care a activat de-a lungul anului 2024, un concept de cadru favorabil, aflat în prezent în avizare interministerială.

## **V. ALINIAREA CU STRATEGIA DE DEZVOLTARE A COMUNEI CRUCEA**

În strategia de dezvoltare locală a comunei Crucea, se pune un accent semnificativ pe asigurarea accesului universal la energie electrică și pe dezvoltarea infrastructurii pentru susținerea nevoilor energetice ale locuitorilor. Deși comuna este complet electrificată, cu o rețea de distribuție bine pusă la punct, se remarcă o dependență majoră de sursele tradiționale de energie, cum ar fi lemnele de foc și cărbunele, care sunt utilizate pentru încălzirea locuințelor. Aceste surse sunt nu doar ineficiente, dar și costisitoare pe termen lung, contribuind semnificativ la problema sărăciei energetice din comună.

Totodată, infrastructura de locuințe este, în multe cazuri, inefficientă din punct de vedere energetic, fără sisteme de izolație adecvate sau încălzire centralizată, ceea ce sporește vulnerabilitatea locuitorilor la costurile energetice ridicate. În acest context, o **comunitate de energie** ar putea reprezenta soluția ideală, având în vedere că prin integrarea unor soluții de energie regenerabilă, cum ar fi panourile fotovoltaice sau turbinele eoliene, s-ar reduce semnificativ dependența de combustibilii tradiționali și s-ar îmbunătăți eficiența energetică.

Prin crearea unei astfel de comunități de energie, comuna Crucea ar putea beneficia de o gestionare locală a producției și consumului de energie, optimizând astfel costurile și reducând riscurile asociate cu volatilitatea prețurilor la energie. De asemenea, integrarea unui parc fotovoltaic sau a altor surse regenerabile ar contribui la diversificarea surselor de energie și la crearea unor oportunități economice locale, prin reducerea costurilor pentru gospodării și instituții publice.

Mai mult, având în vedere proiectele de infrastructură în derulare, cum ar fi conectarea la gazele naturale și extinderea rețelei de energie regenerabilă, o comunitate de energie ar completa perfect aceste inițiative, sprijinind atât dezvoltarea economică sustenabilă, cât și îmbunătățirea calității vieții locuitorilor comunei. În acest fel, **comunitatea de energie** s-ar încadra perfect în viziunea de dezvoltare a comunei Crucea, contribuind la reducerea sărăciei energetice și la îmbunătățirea eficienței energetice, având un impact pozitiv asupra economiei și coeziunii sociale.

## **VI. SCENARII CU PRIVIRE LA DEZVOLTAREA UNEI COMUNITĂȚI DE ENERGIE ÎN COMUNA CRUCEA**

### **A. SCENARIUL 1**

A.1. Scenariul 1 presupune instalarea unui parc fotovoltaic de 400 kWp, fără sistem de stocare. Investiția inițială este de aproximativ 1,86 milioane lei. Din energia generată, doar 13,2% acoperă consumul comunității, iar din aceasta, 31,9% este folosită pentru autoconsum și 68,1% este injectată în rețea. În acest scenariu, costul energiei consumate rămâne ridicat, iar veniturile obținute sunt moderate. Durata de recuperare a investiției este de peste 10 ani, iar rentabilitatea se menține la un nivel decent, dar nu optim. Scenariul este atractiv din perspectiva costului inițial mai redus, dar cu limitări în eficiență energetică.

A.2. Scenariul S1-BESS adaugă un sistem de stocare de 2 MWh la parcul fotovoltaic de 400 kWp. Investiția totală crește la aproximativ 4,36 milioane lei. Beneficiile economice sunt semnificative: autoconsumul crește la peste 92%, iar doar 7,9% din energie mai este injectată în rețea. Față de varianta fără stocare, veniturile cresc cu 160%, iar cheltuielile scad cu 20%. Astfel, proiectul devine mult mai eficient, cu economii importante pentru membrii comunității, chiar dacă investiția este semnificativ mai mare. Cheltuielile cu energia se reduc în toate sezoanele, iar plățile finale scad considerabil.

### **B. SCENARIUL 2**

B.1. Scenariul S2 are în vedere un parc fotovoltaic de 250 kWp, fără stocare. Investiția inițială este de 1,08 milioane lei. Energia produsă acoperă 11,5% din consumul comunității, dintre care 44,5%



este folosită pentru autoconsum, iar 55,5% este injectată în rețea. Veniturile sunt cele mai mari în lunile de primăvară și vară, iar beneficiile financiare sunt moderate. Scenariul este avantajos prin prisma costului mai mic și al recuperării investiției într-un timp rezonabil, însă eficiența energetică este scăzută, iar potențialul de economisire este limitat.

B.2. Scenariul S2-BESS presupune un parc de 250 kWp și un sistem de stocare de 1 MWh. Investiția totală ajunge la 2,33 milioane lei. Energia generată acoperă 24,2% din consum, iar autoconsumul urcă la aproape 70%. Doar 10,3% din energie mai este injectată în rețea. Cheltuielile anuale cu energia scad semnificativ, iar veniturile din autoconsum cresc. Varianta cu baterii devine astfel mai atractivă economic, mai ales în scenariile tarifare cu prețuri mai mari la energie. În comparație cu scenariul S2 fără stocare, se observă o îmbunătățire clară a eficienței și a rentabilității.

### C. SCENARIUL 3

C.1. Scenariul S3 implică o centrală fotovoltaică mare, de 1 MWp, fără stocare. Investiția inițială este de 3,22 milioane lei. Din energia produsă, doar 16,2% este utilizată pentru autoconsum, iar 83,8% este injectată în rețea. Cu toate acestea, veniturile totale sunt mari, deoarece energia livrată este valorificată prin tarifele de injecție. Scenariul are o rentabilitate bună și oferă economii semnificative, dar depinde puternic de prețurile de achiziție a energiei de la comunitate.

C.2. Scenariul S3-BESS combină aceeași centrală fotovoltaică de 1 MWp cu un sistem de stocare mare, de 3,5 MWh. Investiția totală ajunge la 7,59 milioane lei. Este cel mai performant scenariu în ceea ce privește eficiența energetică: autoconsumul crește masiv, costurile finale se reduc drastic, iar veniturile din autoconsum sunt cele mai mari. Membrii comunității ajung să economisească peste 50% din cheltuielile cu energia, iar rentabilitatea investiției este excelentă în scenariile tarifare avantajoase. Deși este cel mai costisitor scenariu, aduce cele mai mari beneficii pe termen lung și oferă independență energetică ridicată pentru comunitate.

## VII. ANALIZA PARAMETRILOR ECONOMICI SPECIFICI SCENARIULUI I

### A.1. Scenariul S1 - PV

Acest scenariu (**S1 – PV**) se referă la instalarea unui **parc fotovoltaic de 400kWp** al cărui cost inițial (CAPEX) este detaliat în tabelul următor:

**Tabelul 5.** Costurile inițiale necesare pentru instalarea parcului fotovoltaic în scenariul S1 - PV

| Nr. Crt. | Denumirea                  | UM   | Cantitatea | Prețul unitar<br>(Lei fără TVA) | Valoarea<br>(Lei fără TVA) |
|----------|----------------------------|------|------------|---------------------------------|----------------------------|
| 1        | Panou fotovoltaic - 660 Wp | buc. | 610.00     | 1,456.00                        | 888,160.00                 |

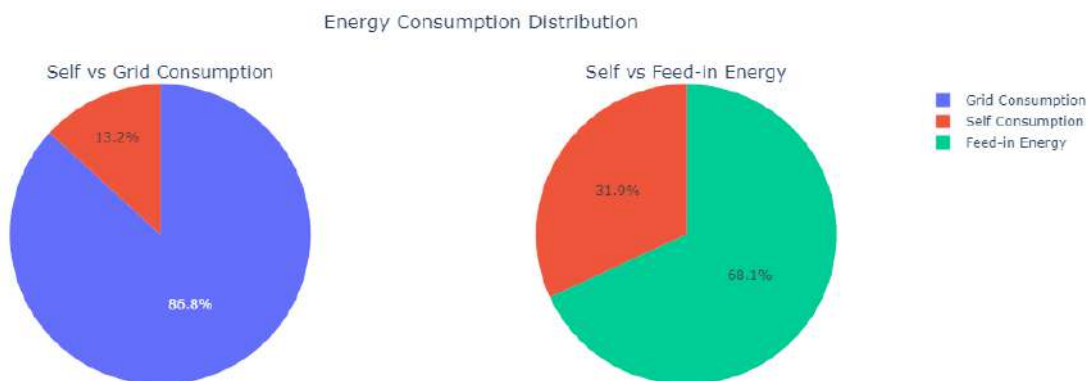
|   |                                               |      |      |            |                     |
|---|-----------------------------------------------|------|------|------------|---------------------|
| 2 | Invertor 100 kVA                              | buc. | 4.00 | 37,110.75  | 148,443.00          |
| 3 | Trafo 400 kVA                                 | buc. | 1.00 | 532,318.80 | 532,318.80          |
| 4 | Echipament Auxiliar Curenți Slabi             | buc. | 1.00 | 49,481.00  | 49,481.00           |
|   | <b>TOTAL ECHIPAMENTE</b>                      |      |      |            | <b>1,618,402.80</b> |
| 5 | Manopera - 15% din costurile cu echipamentele |      |      |            | 242.760,40          |
|   | <b>Total</b>                                  |      |      |            | <b>1.861.163,20</b> |

Pentru costurile operaționale (mentenanță, licențe software, management și administrare comunitate) considerăm OPEX aproximativ 5000 lei/lună.

**Tabelul 6.** Costurile și veniturile înregistrate în anul 2021

| Cost energie consumată din rețea (lei) | Venit din autoconsum (lei) | Venit din energia injectată în rețea (lei) | Venit total (lei) | Plăți finale (lei) |
|----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 1.111.311,7                            | 155.832,9                  | 137.692,4                                  | 293.525,3         | 973.619,3          |

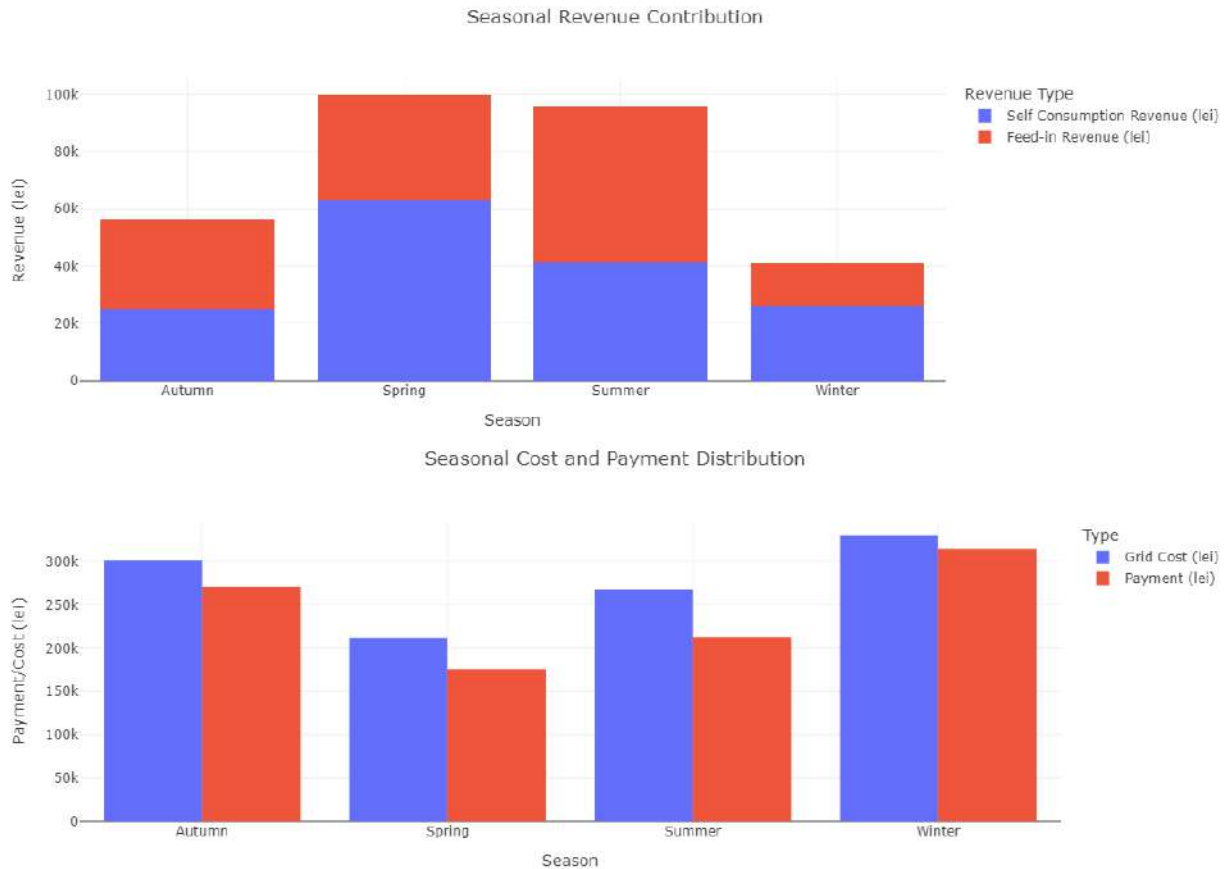
Consumul comunității este acoperit în proporție de 13,2% din energia generată de parcul fotovoltaic, iar din aceasta 31,9% este utilizată pentru auto-consum și 68,1% este livrată în rețea (Figura 7).



**Figura 7.** Distribuția energiei generate de parcul fotovoltaic în scenariul S1 - PV

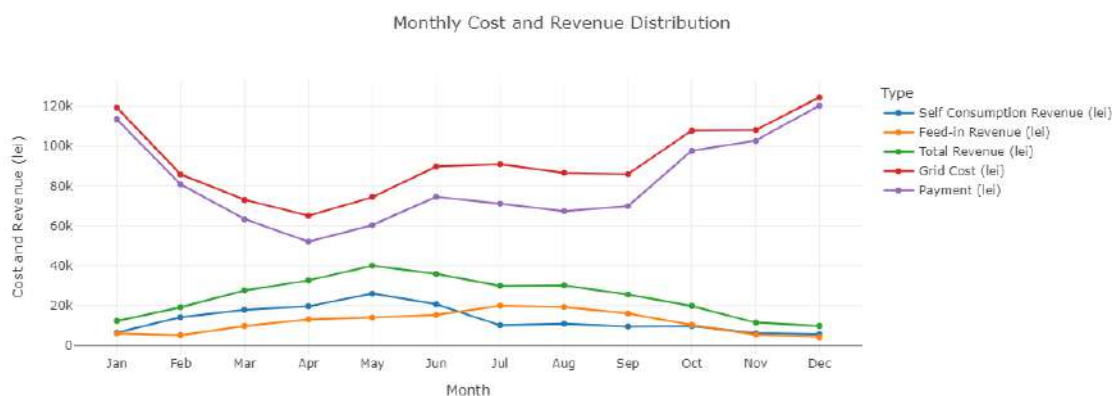
### A.1.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică

Analizând distribuția sezonieră a veniturilor din autoconsum și din energia injectată în rețea (Figura 8) se constată că lunile de primăvară și vară înregistrează cele mai mari venituri, aproximativ 67% din totalul veniturilor din perioada respectivă. Distribuția veniturilor totale pe sezoane este: toamna –19,29%; primăvara – 34,07%; vara – 32,64%; iarna – 13,98%.



**Figura 8.** Distribuția sezonieră a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul S1 - PV

În ceea ce privește distribuția cheltuielilor finale (*payment*), diferențele între sezoane sunt mai mici, după cum urmează: toamna – 27,76%; primăvara – 18,05%; vara – 21,86%; iarna – 32,31%. Distribuția lunară a cheltuielilor și veniturilor este reprezentată în Figura 9.



**Figura 9.** Distribuția lunară a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul S1 - PV

Se observă faptul că în lunile de iarnă, dar și în Noiembrie când producția fotovoltaică este scăzută, valorile plăților finale și a costurilor cu energia consumată din rețea sunt foarte apropiate. În schimb, în lunile de primăvară și vară când producția atinge valorile maxime, plățile finale cu energia electrică sunt diminuate semnificativ ca urmare a veniturilor obținute din livrarea surplusului în rețea.

#### A.1.2 Analiza indicatorilor economici

Principalii indicatori economici pentru acest scenariu, în varianta în care ToU și FiT au valori fixe (1 leu/kWh, respectiv 0,4 lei/kWh) sunt centralizați în tabelul următor.

**Tabelul 7.** Indicatorii economici pentru scenariul S1 - PV, varianta V1 pe durata proiectului de 25 ani

| Indicator                       | Valoare         |
|---------------------------------|-----------------|
| Net Present Value (NPV)         | 1.946.831,8 lei |
| Internal Rate of Return (IRR)   | 11,15%          |
| Payback Period (PBP)            | 8,15 ani        |
| Profitability Index (PI)        | 2,05            |
| Levelized Cost of Energy (LCOE) | 0.71 lei/kWh    |
| Energy Net Revenue (ENR)        | 5.414.267,2 lei |
| Return on Investment (ROI)      | 290,91%         |

Rezultatele arată că proiectul aduce **profit pentru comunitate**, chiar și după ce sunt scăzute toate cheltuielile, inclusiv investiția inițială și costurile de întreținere. **Valoarea actualizată netă (NPV)** este pozitivă, ceea ce înseamnă că, în condițiile actuale, proiectul aduce un **câștig net de aproximativ 2 milioane de lei**. Cu alte cuvinte, investiția nu doar că se recuperează, ci și generează un surplus real de valoare.

**Rata internă de rentabilitate (IRR)** este de **11,15%**, mult peste rata de actualizare de 3%. Aceasta înseamnă că investiția este rentabilă și bine fundamentată din punct de vedere economic.

**Perioada de recuperare a investiției (PBP)** este de aproximativ **8 ani**. Asta înseamnă că după 8 ani, investiția inițială este complet recuperată din economiile și veniturile generate de sistem. Este un termen favorabil pentru un proiect de energie regenerabilă, care are o durată de viață de peste 20 de ani.

**Indicele de profitabilitate (PI)** este de **2,05**, ceea ce înseamnă că, pentru fiecare leu investit, se obțin peste 2 lei beneficiu. Este un indicator clar al unei investiții reușite.

**Costul mediu al energiei produse (LCOE)** arată cât costă, în medie, producerea unui kilowatt-oră de energie de-a lungul întregii vieți a proiectului. Acest cost este competitiv în comparație cu prețurile pieței.

**Venitul net din energie (ENR)**, adică diferența dintre toate veniturile obținute și toate cheltuielile suportate (inclusiv investiția și operarea), este de **5.414.267,2 lei**. Este o sumă importantă care poate fi **redistribuită în beneficiul membrilor comunității**.

**Randamentul investiției (ROI)** este de **290,9%**, ceea ce înseamnă că s-a obținut de aproape **trei ori mai mult** decât costul total al proiectului. Această cifră confirmă faptul că proiectul este nu doar sustenabil, ci și extrem de eficient din punct de vedere financiar.

#### ***A.1.3. Analiza beneficiilor membrilor comunității***

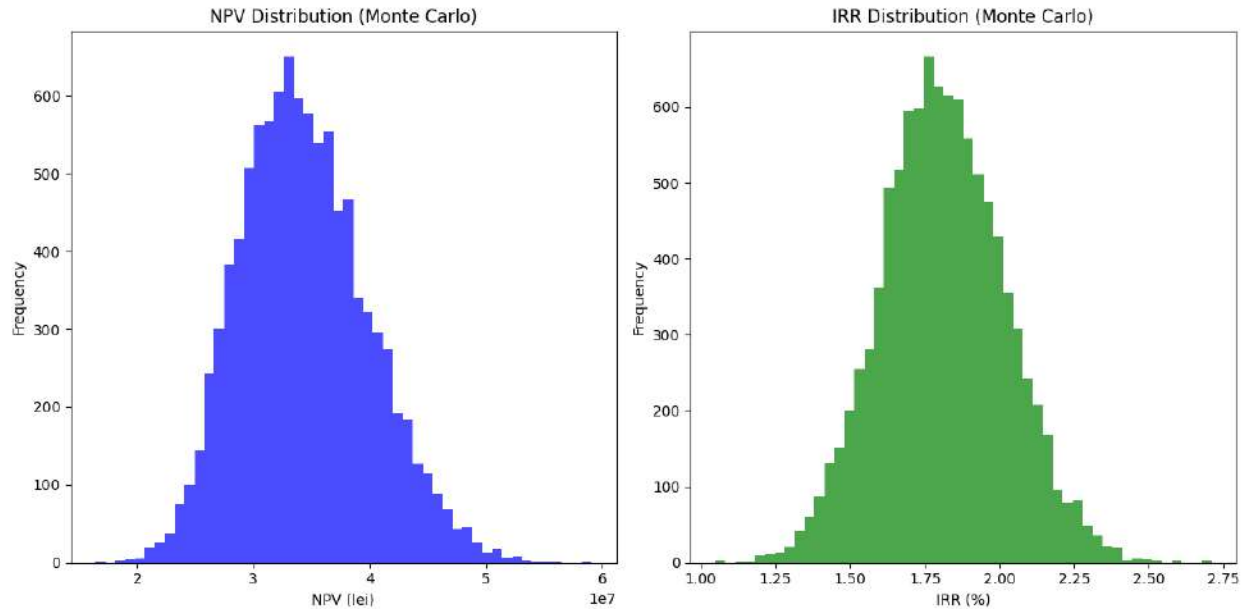
Comunitatea energetică din Crucea este formată din **427 de consumatori**, dintre care **54 sunt comercianți** și **373 sunt gospodării casnice**. Energia produsă local este împărțită în mod egal între toți membrii, iar câștigurile financiare obținute sunt distribuite în mod echitabil. Dacă investiția este suportată de întreaga comunitate și nu este acoperită prin fonduri nerambursabile, atunci **fiecare membru ar contribui cu aproximativ 4.358,7 lei**. Acesta este costul inițial estimat pentru fiecare participant.

După intrarea în comunitate, **costurile anuale ale fiecărui membru scad semnificativ** comparativ cu situația în care energia este achiziționată în mod clasic, din rețea. **Economiile anuale ajung la aproape 24%**, ceea ce arată clar că sistemul este eficient și avantajos pentru fiecare membru. Aceste economii includ și **beneficiile redistribuite** în fiecare an din venitul generat de sistem, ceea ce contribuie și mai mult la scăderea cheltuielilor cu energia pentru fiecare participant.

Un **ROI de peste 290%** arată că **participarea în comunitatea energetică este foarte rentabilă**. Astfel de rezultate pot convinge și alte gospodării sau firme să se alăture, pentru a beneficia de aceleași avantaje. În plus, modul în care sunt împărțite beneficiile între membri este bine gândit, astfel încât fiecare să primească în mod echitabil partea care i se cuvine.

#### A.1.4. Analiza de risc

Prin aplicarea metodei Monte Carlo se obțin următoarele distribuții ale indicatorilor NPV și IRR (Figura 10).



**Figura 10.** Distribuția indicatorilor NPV și IRR în analiza Monte Carlo

Rezultatele arată că proiectul este **foarte sigur din punct de vedere economic**. Chiar dacă se schimbă condițiile pieței sau apar variații în producția de energie, proiectul rămâne profitabil în toate scenariile testate.

**Valoarea actualizată netă (NPV)**, adică profitul obținut după recuperarea investiției, este concentrată în jurul sumei de **3,2 – 3,5 milioane lei**. Important este că **în 100% dintre simulări, valoarea este pozitivă**, ceea ce înseamnă că proiectul **generează profit indiferent de schimbările apărute** – fie că e vorba de fluctuații în producție, modificări ale tarifelor sau creșteri ale costurilor operaționale.

**Rata internă de rentabilitate (IRR)** are o variație mai mică, între **1,5% și 2,2%**, fiind centrată în jurul unei medii de **aproximativ 2,0%**. Asta arată o **stabilitate a performanței financiare**. Chiar și în cele mai nefavorabile scenarii – cum ar fi creșterea costurilor operaționale cu 10% sau scăderea energiei produse cu 10% combinată cu o creștere de 10% a tarifelor – **proiectul rămâne profitabil**, iar IRR rămâne pozitiv. În concluzie, analiza de risc confirmă că proiectul este **rezistent și sigur**, cu un **risc economic foarte scăzut**. Impactul variațiilor externe este limitat, iar rezultatele financiare sunt consistente, ceea ce demonstrează **viabilitatea solidă** a investiției în energie regenerabilă pentru comunitate.

### A.1.5. Analize de sensibilitate - Analize la nivelul comunității

S-au utilizat variantele tarifare V1-V5 prin care se simulează utilizarea unor tarife fixe și tarife diferențiate.

**Tabelul 8.** Variantele tarifare utilizate în analiză

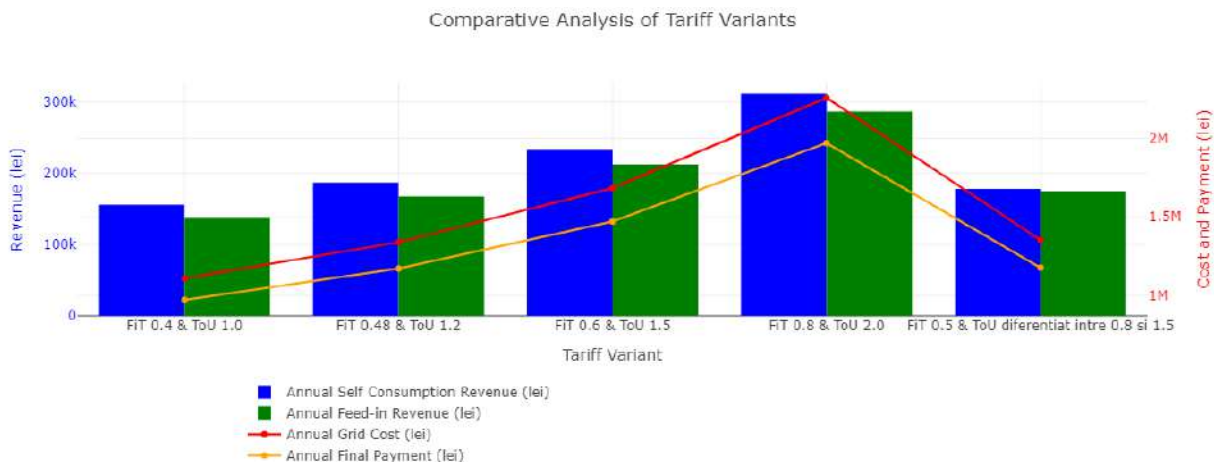
| <b>Varianta</b> | <b>FiT<br/>(lei/kWh)</b> | <b>ToU<br/>(lei/kWh)</b>            |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>V1</b>       | 0.3                      | 1                                   |
| <b>V2</b>       | 0.36                     | 1.2                                 |
| <b>V3</b>       | 0.45                     | 1.5                                 |
| <b>V4</b>       | 0.6                      | 2                                   |
| <b>V5</b>       | 0.5                      | ToU diferentiat între 0.8<br>și 1.5 |

Cheltuielile și veniturile anuale la nivelul comunității pentru fiecare variantă sunt centralizate în tabelul următor:

**Tabelul 9.** Cheltuielile și veniturile anuale înregistrate la nivelul comunității în scenariul S1 - PV pentru variantele V1 – V5

| <b>Varian<br/>ta</b> | <b>Înainte de<br/>formarea<br/>comunității</b>                                 | <b>După formarea comunității</b>                                                      |                                                                    |                                                                                          |                                  |                                                                                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | <b>Cost inițial<br/>cu energia<br/>electrică<br/><i>GridCost</i><br/>(lei)</b> | <b>Costul cu<br/>energia<br/>furnizată<br/>de rețea<br/><i>GridCost</i><br/>(lei)</b> | <b>Venit din<br/>autoconsum<br/><i>SelfConsRever</i><br/>(lei)</b> | <b>Venit din<br/>livrarea<br/>energiei în<br/>rețea<br/><i>FeedRevenue</i><br/>(lei)</b> | <b>Venit<br/>total<br/>(lei)</b> | <b>Cost final<br/>cu<br/>energia<br/>electrică<br/><i>Payment<sub>EC</sub></i><br/>(lei)</b> |
| <b>V1</b>            | 1.280.203,2                                                                    | 1.111.311,7                                                                           | 155.832,9                                                          | 137.692,4                                                                                | 293.525,3                        | 973.619,3                                                                                    |
| <b>V2</b>            | 1.623.350,4                                                                    | 1.340.448,1                                                                           | 186.999,4                                                          | 167.463,8                                                                                | 354.463,2                        | 1.172.984,4                                                                                  |
| <b>V3</b>            | 2.019.289,5                                                                    | 1.684.152,8                                                                           | 233.749,3                                                          | 212.120,8                                                                                | 445.870,1                        | 1.472.032,0                                                                                  |
| <b>V4</b>            | 2.679.188,1                                                                    | 2.256.993,8                                                                           | 311.665,7                                                          | 286.549,1                                                                                | 598.214,8                        | 1.970.444,7                                                                                  |
| <b>V5</b>            | 1.547.305,6                                                                    | 1.353.379,9                                                                           | 178.238,4                                                          | 174.906,6                                                                                | 353.145,0                        | 1.178.473,3                                                                                  |

Analiza comparativă a veniturilor și costurilor cu energia electrică în scenariul S1 - PV sunt reprezentate în Figura 11.



**Figura 11.** Analiza comparativă a veniturilor și costurilor cu energia electrică în scenariul S1 – PV

Pentru fiecare variantă s-au calculat indicatorii economici pe întreaga durată a proiectului de 25 de ani:

**Tabelul 10.** Indicatorii economici pentru scenariul S1 - PV utilizând variantele tarifare V1 – V5

| Varianta | NPV<br>(lei) | IRR    | PBP<br>(ani) | PI   | LCOE | ENR<br>(lei) | ROI     |
|----------|--------------|--------|--------------|------|------|--------------|---------|
| V1       | 1.946.831,8  | 11,15% | 8,15         | 2,05 | 0,71 | 5.414.267,2  | 290,91% |
| V2       | 1.312.733,9  | 14,78% | 6,43         | 1,71 | 0,62 | 6.849.717,7  | 368,03% |
| V3       | 2.306.680,1  | 19,96% | 4,88         | 2,24 | 0,62 | 9.002.893,2  | 483,72% |
| V4       | 3.963.257,0  | 28,31% | 3,48         | 3,13 | 0,62 | 12.591.519,2 | 676,54% |
| V5       | 1.298.400,3  | 14,71% | 6,45         | 1,7  | 0,62 | 6.818.666,9  | 366,37% |

Rezultatele arată că **modul în care sunt stabilite tarifele de energie** influențează în mod direct **performanța financiară a comunității energetice**. Fiecare variantă tarifară afectează atât **veniturile obținute din energia consumată local**, cât și **sumele încasate din vânzarea surplusului în rețea**, dar și **costurile totale suportate de comunitate**. Acești factori au un impact direct asupra unor indicatori economici importanți precum: NPV (valoare netă actualizată), IRR (rata internă de rentabilitate), PBP (perioada de recuperare) și ROI (rentabilitatea investiției).

Pe măsură ce tarifele cresc de la varianta V1 la varianta V4, **veniturile totale cresc și ele**, ceea ce duce la **îmbunătățirea tuturor indicatorilor economici**. **Varianta V4 este cea mai avantajoasă**, cu un NPV de **3.963.257 lei** și un ROI de **676,54%**, datorită veniturilor mari obținute atât din



autoconsum, cât și din energia vândută în rețea. Tot pentru V4, rata internă de rentabilitate (IRR) ajunge la **28,31%**, ceea ce o face extrem de atractivă pentru orice investitor.

În comparație, **varianta V5**, care aplică tarife diferite în funcție de intervalele orare ale zilei, are un IRR mai scăzut, de **14,7%**, dar păstrează un ROI competitiv, de **366,37%**. Acest lucru sugerează că tarifele diferențiate oferă o alternativă mai echilibrată, cu accent pe **optimizarea consumului**, chiar dacă veniturile totale sunt mai mici decât în cazul variantelor cu tarife fixe mai mari.

**Varianta V1** are cele mai reduse performanțe financiare, cu un NPV și un ROI mai mici, dar rămâne **un proiect viabil**, cu un IRR de **11,15%** și o perioadă de recuperare a investiției de aproximativ **8 ani**, ceea ce indică o abordare mai conservatoare, dar stabilă.

În toate variantele, **costul mediu al energiei produse (LCOE)** se menține constant, între **0,6 și 0,7 lei/kWh**, ceea ce arată că proiectul este eficient din punct de vedere operațional. Diferențele în performanță nu vin din costuri, ci din **modul în care este valorificată energia produsă**, adică structura tarifelor aplicate.

În concluzie, **varianta V4 este cea mai profitabilă**, maximizând veniturile și oferind cele mai bune rezultate economice. Este alegerea ideală pentru cei care doresc o rentabilitate cât mai mare. Pe de altă parte, **V5 oferă un echilibru bun între venituri și flexibilitate**, fiind potrivită pentru comunități care doresc un control mai bun asupra consumului. Celelalte variante, deși mai puțin performante, rămân fezabile și oferă în continuare economii și beneficii importante pentru comunitate.

#### **A.1.6. Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5**

Din punctul de vedere al beneficiilor repartizate membrilor comunității, au fost calculați valorile anuale ale următorilor indicatori per membru:

**Tabelul 11.** Indicatori anuali per membru calculați în scenariul S1 - PV pentru variantele V1-V5

| Varianta | Înainte de formarea comunității                                           | După formarea comunității                                                    |                                                                    |                                                                                            |                                                       |                                                                    |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|          | Costul inițial cu energia electrică<br>$\text{InitialPayment}_m$<br>(lei) | Costul înainte de redistribuirea beneficiilor<br>$\text{Payment}_m$<br>(lei) | Beneficii primite în urma redistribuirii<br>$\text{VS}_m$<br>(lei) | Cost final suportat de membru pentru energia consumată<br>$\text{FinalPayment}_m$<br>(lei) | Gradul de economisire<br>$\text{CostSaving}_m$<br>(%) | Rentabilitatea participării la comunitate<br>$\text{ROI}_m$<br>(%) |

|           |         |         |       |         |        |         |
|-----------|---------|---------|-------|---------|--------|---------|
| <b>V1</b> | 2.998,1 | 2.602,6 | 322,5 | 2.280,1 | 23,95% | 290,91% |
| <b>V2</b> | 3.801,8 | 3.139,2 | 392,2 | 2.747,0 | 27,74% | 368,03% |
| <b>V3</b> | 4.729,0 | 3.944,2 | 496,8 | 3.447,4 | 27,10% | 483,72% |
| <b>V4</b> | 6.274,5 | 5.285,7 | 671,1 | 4.614,6 | 26,45% | 676,54% |
| <b>V5</b> | 3.623,7 | 3.169,5 | 409,6 | 2.759,9 | 23,84% | 366,37% |

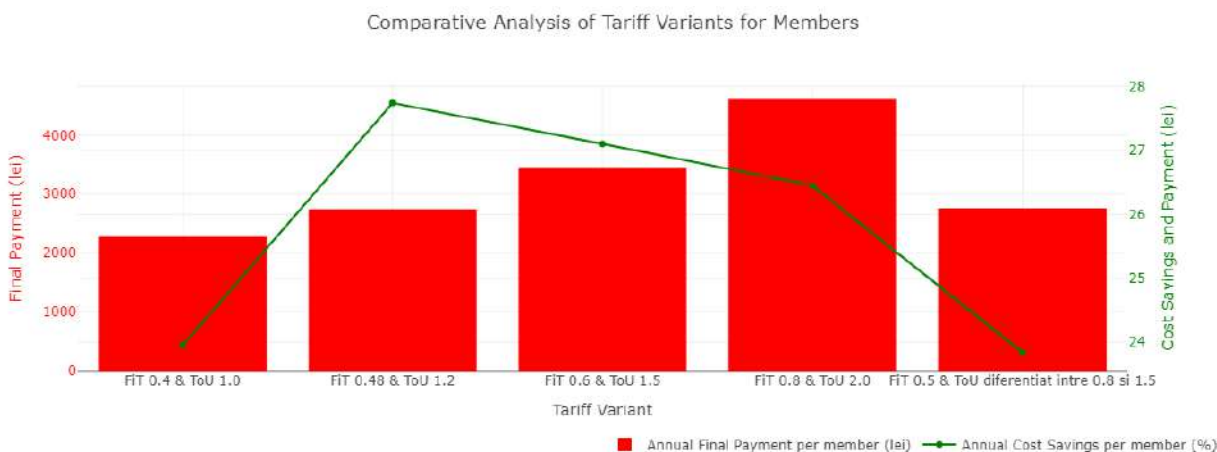
Rezultatele sugerează diferențe semnificative între variantele tarifare din perspectiva beneficiilor anuale distribuite membrilor comunității, evidențiind impactul pe care structura tarifară îl are asupra economiilor individuale și rentabilității participării.

Pentru varianta V1, membrii comunității obțin economii semnificative, cu un grad de economisire de 23,95% și un cost final anual redus la 2.280 lei. Rentabilitatea participării ( $ROI_m$ ) este de 290,91%, indicând un raport favorabil între costurile suportate și beneficiile primite. Aceasta sugerează că varianta V1, cu tarife mai mici, este accesibilă și atractivă pentru membri, dar generează beneficii moderate în comparație cu alte variante.

Pe măsură ce tarifele cresc de la V2 la V4, se observă o creștere a beneficiilor primite de membrii comunității ( $VS_m$ ), dar și a costurilor inițiale și finale. V4 oferă cel mai mare beneficiu anual redistribuit pe membru, de 671 lei, și o rentabilitate a participării de 676,5%, cea mai mare dintre toate variantele. Totuși, costul final suportat de membru rămâne relativ ridicat la 4.614 lei. Aceasta arată că varianta V4 maximizează beneficiile pentru membrii comunității, dar vine cu un cost final mai mare.

V5, cu tarife diferențiate pe intervale orare, oferă un echilibru între economii și beneficii. Gradul de economisire (23,84%) și ROI (366,3%) sunt competitive, iar costul final anual suportat de membru este mai mic decât la V2-V4, situându-se la 2.759 lei. Aceasta sugerează că structura tarifară diferențiată poate optimiza atât costurile, cât și redistribuirea beneficiilor.

Pentru cele 5 variante de tarifare sunt reprezentate comparativ costurile finale cu energia electrică și gradul de economisire în scenariul S1 - PV (Figura ).



**Figura 12.** Analiza comparativă a costurilor finale și a gradului de economisire per membru în scenariul S1 - PV

În concluzie, variantele tarifare influențează în mod direct economiile și beneficiile pentru membrii comunității. V4 maximizează rentabilitatea și beneficiile redistribuite, fiind ideală pentru cei dispuși să suporte costuri inițiale mai mari, în timp ce V1 și V5 oferă alternative echilibrate, accesibile și cu economii semnificative. Variantele intermediare, V2 și V3, sunt mai puțin atractive în ceea ce privește gradul de economisire și costurile finale suportate, dar rămân viabile.

## A.2. Scenariul S1-BESS

Acest scenariu (S1 – BESS) se referă la instalarea unui parc fotovoltaic de 400kWp și a unei instalații de stocare (Battery Energy Storage – BESS) cu o capacitate de 2MWh și putere de 300kW al căror cost inițial (CAPEX) este detaliat în tabelul următor:

**Tabelul 12.** Costuri inițiale pentru scenariul S1 - BESS

| Nr. Crt. | Parametru                                                  | Valoare                 |
|----------|------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1        | CAPEX sistem fotovoltaic 400 kWp                           | 1.861.163,20 lei        |
| 2        | CAPEX sistem stocare 2 MWh/300kW (aprox. 250,000 Euro/MWh) | 2.500.000,00 lei        |
|          | <b>TOTAL CAPEX</b>                                         | <b>4.361.163,20 lei</b> |

Pentru perioada analizată (ianuarie-decembrie 2021), pe baza valorilor de consum și generare, se obțin următoarele venituri și costuri.

Tarifele ToU și FiT sunt considerate cele din prima variantă analizată, respectiv ToU= 1 leu/kWh și FiT=0,4 lei kWh.

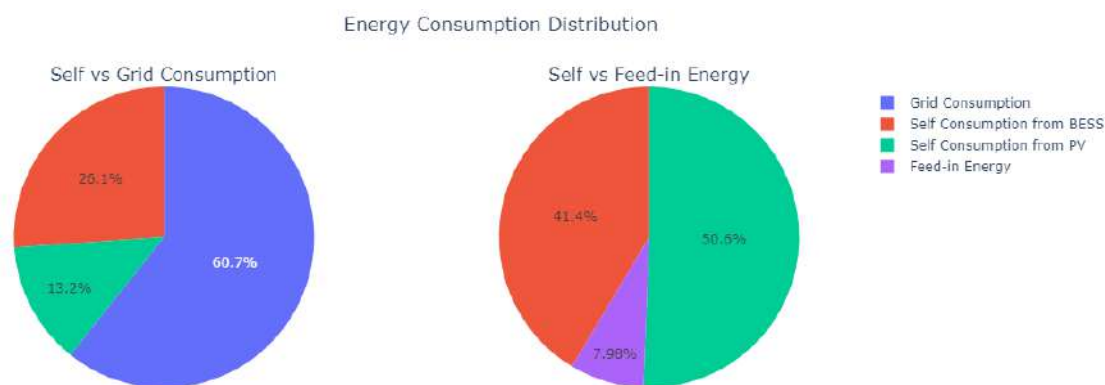
**Tabelul 13.a.** Energia generată și consumul total în anul 2021 în scenariul S1 - BESS

| Energie generată (kWh) | Consum (kWh) | Autoconsum (kWh) | Autoconsum PV (kWh) | Autoconsum BESS (kWh) | Energie injectată în rețea (kWh) | Consum din rețea (kWh) |
|------------------------|--------------|------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------|
| 546.256,7              | 1.319.797,0  | 518.604,3        | 174.114,9           | 344.489,3             | 27.452,4                         | 801.192,7              |

**Tabelul 13.b.** Costurile și veniturile înregistrate în anul 2021 în scenariul S1 - BESS

| Cost energie consumată din rețea (lei) | Venit din autoconsum (lei) | Venit din energia injectată în rețea (lei) | Venit total (lei) | Plăți finale (lei) |
|----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 777.157,0                              | 464.150,8                  | 10.157,3                                   | 474.308,2         | 766.999,6          |

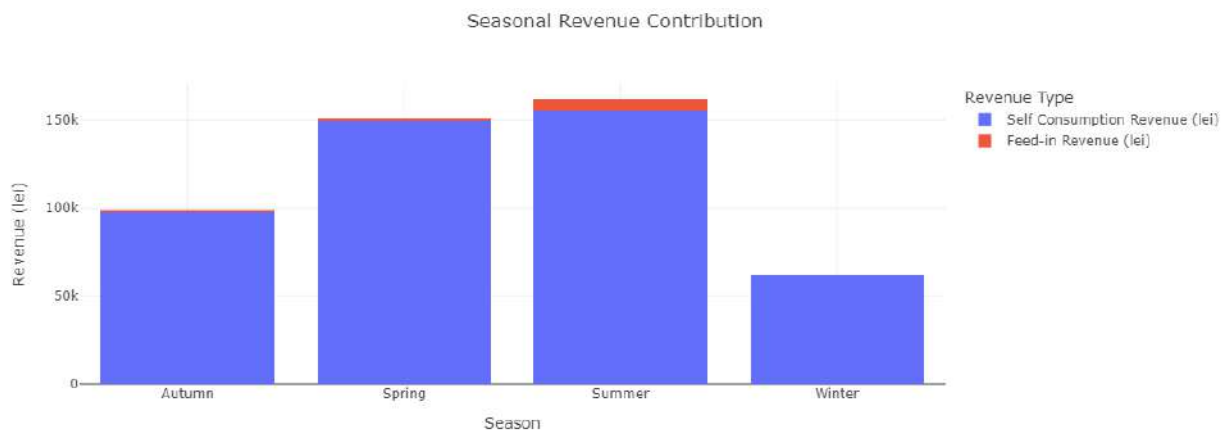
Consumul comunității este acoperit în proporție de 29,3% din energia generată de parcul fotovoltaic și de instalația de stocare. Energia generată de parc este utilizată în proporție de 50,6% pentru autoconsum, 41,4% pentru încărcarea bateriei și apoi asigurarea consumului și doar 7,9% este livrată în rețea (Figura 13).

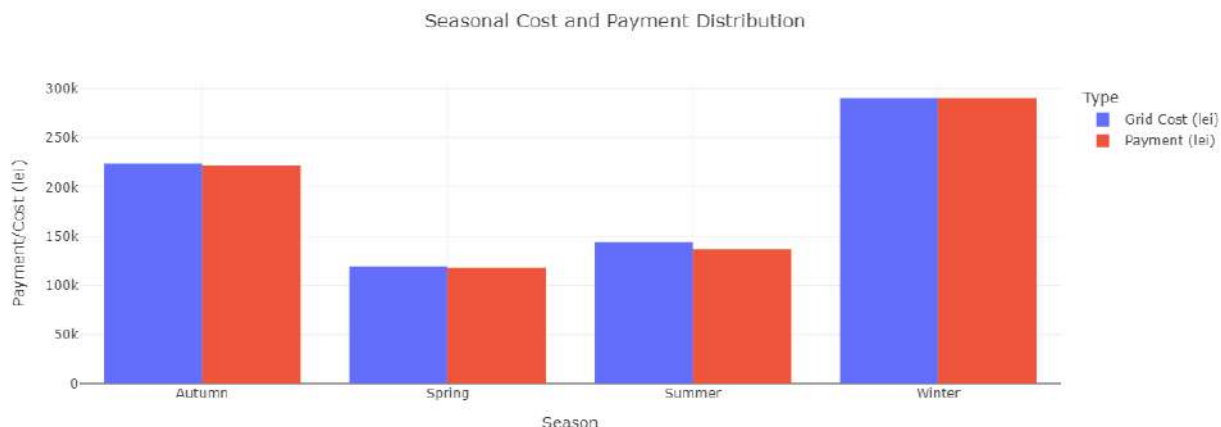


**Figura 13.** Distribuția energiei generate de parcul fotovoltaic în scenariul S1 – BESS

#### A.2.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică

Analizând distribuția sezonieră a veniturilor din autoconsum (sistem PV și BESS) și din energia injectată în rețea (Figura ) se constată că lunile de primăvară și vară înregistrează cele mai mari venituri, aproximativ 66% din totalul veniturilor din perioada respectivă, menținându-se cota din scenariul S1 fără BESS. Distribuția veniturilor totale pe sezoane este: toamna – 20,86%; primăvara – 31,74%; vara – 34,26%; iarna – 13,12%.

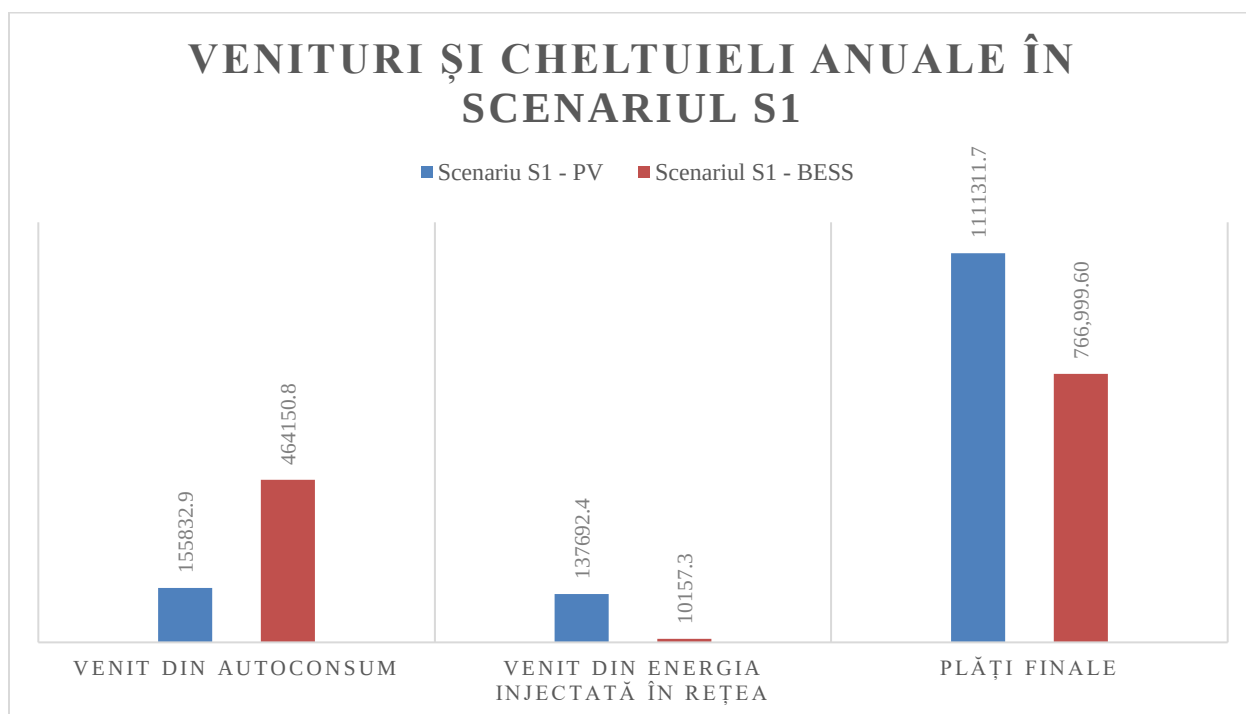




**Figura 14.** Distribuția sezonieră a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul în scenariul S1 - BESS

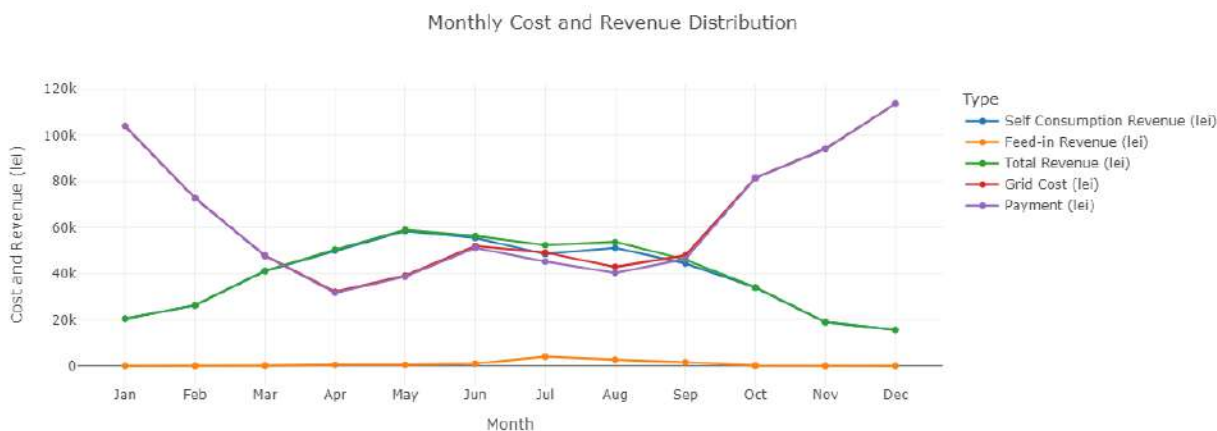
În ceea ce privește distribuția cheltuielilor finale (*payment*), diferențele între sezoane variază mult mai mult față de cele din scenariul anterior după cum urmează: toamna – 28,92%; primăvara – 15,39%; vara – 17,81%; iarna – 37,86%. Astfel, se constată o scădere procentuală a cheltuielilor primăvara și vara, însă toamna și iarna se înregistrează valori procentuale mai mari.

Față de scenariul anterior (S1 - PV) se constată o creștere a veniturilor totale de 160% și o scădere a cheltuielilor cu 20% (Figura ).



**Figura 15.** Comparație între veniturile și cheltuielile înregistrate în cele 2 variante ale scenariului 1 (S1 – PV și S1 – BESS)

Distribuția lunară a cheltuielilor și veniturilor în scenariul S1 – BESS este reprezentată în Figura 16.



**Figura 16.** Distribuția lunară a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul S1 – BESS

#### A.2.2. Analize de sensibilitate. Analiza beneficiilor în scenariul S1 - BESS

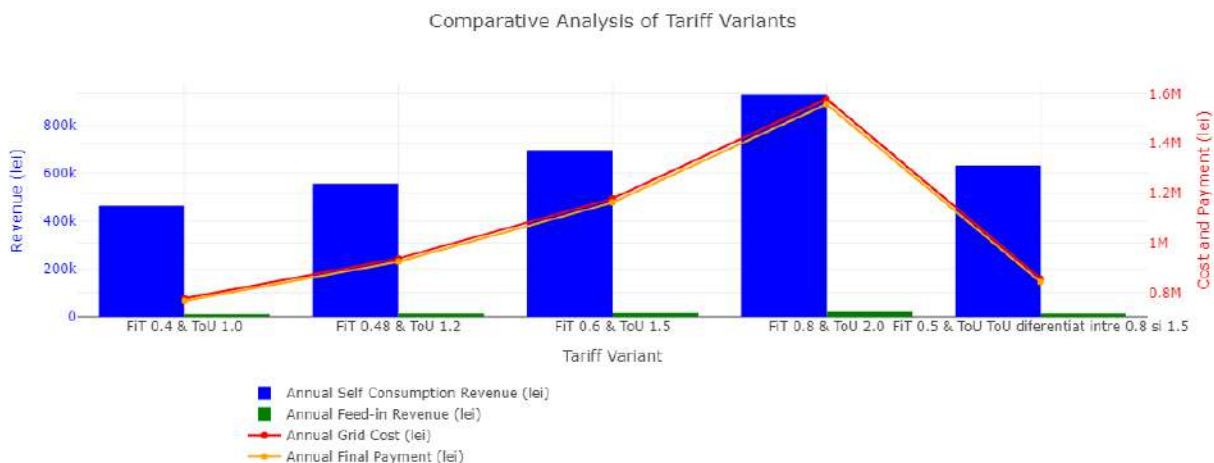
S-au utilizat aceleași variantele tarifare V1-V5 din Tabelul prin care se simulează utilizarea unor tarife fixe și tarife diferențiate. Cheltuielile și veniturile anuale la nivelul comunității pentru fiecare variantă sunt centralizate în tabelul următor:

**Tabelul 14.** Cheltuielile și veniturile anuale înregistrate la nivelul comunității pentru variantele V1 – V5 în scenariul S1 - BESS

| Varianta | Înainte de formarea comunității                               | După formarea comunității                                        |                                                         |                                                                     |                      |                                                                         |
|----------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|          | Cost inițial cu energia electrică<br><i>GridCost</i><br>(lei) | Costul cu energia furnizată de rețea<br><i>GridCost</i><br>(lei) | Venit din autoconsum<br><i>SelfConsRevenue</i><br>(lei) | Venit din livrarea energiei în rețea<br><i>FeedRevenue</i><br>(lei) | Venit total<br>(lei) | Cost final cu energia electrică<br><i>Payment<sub>Ec</sub></i><br>(lei) |
| V1       | 1,280,203.2                                                   | 777.157,0                                                        | 464.150,8                                               | 10.157,4                                                            | 474.308,2            | 766.999,6                                                               |
| V2       | 1,623,350.4                                                   | 937.395,6                                                        | 556.981,0                                               | 12.353,6                                                            | 569.334,6            | 925.042,0                                                               |
| V3       | 2,019,289.5                                                   | 1.177.753,4                                                      | 696.226,3                                               | 15.647,8                                                            | 711.874,1            | 1.162.105,6                                                             |

|           |                    |             |           |          |           |                    |
|-----------|--------------------|-------------|-----------|----------|-----------|--------------------|
| <b>V4</b> |                    | 1.578.349,8 | 928.301,7 | 21.138,3 | 949.440,0 | <b>1.557.211,5</b> |
|           | <b>2,679,188.1</b> |             |           |          |           |                    |
| <b>V5</b> |                    | 855.980,7   | 632.660,3 | 12.902,6 | 645.562,9 | <b>843.078,1</b>   |
|           | <b>1,547,305.6</b> |             |           |          |           |                    |

Analiza comparativă a costurilor veniturilor și a costurilor cu energia electrică sunt reprezentate în Figura .



**Figura 17.** Analiza comparativă a veniturilor și costurilor cu energia electrică în scenariul S1 - BESS

Pentru fiecare variantă s-au calculat indicatorii economici pe întreaga durată a proiectului de 25 de ani în scenariul S1 – BESS.

**Tabelul 15.** Indicatorii economici pentru scenariul S1 - BESS utilizând variantele tarifare V1 – V5

| <b>Varianta</b> | <b>NPV<br/>(lei)</b> | <b>IRR</b> | <b>PBP<br/>(ani)</b> | <b>PI</b> | <b>LCOE</b> | <b>ENR<br/>(lei)</b> | <b>ROI</b> |
|-----------------|----------------------|------------|----------------------|-----------|-------------|----------------------|------------|
| <b>V1</b>       | 2,435,672.9          | 7,61%      | 10,8                 | 1,56      | 0,44        | 9.672.780,9          | 221,79%    |
| <b>V2</b>       | 359,949.7            | 10,23%     | 8,8                  | 1,39      | 0,42        | 11.911.217,1         | 273,12%    |
| <b>V3</b>       | 1,687,292.4          | 13,90%     | 6,8                  | 1,78      | 0,42        | 15.268.871,4         | 350,11%    |
| <b>V4</b>       | 3,899,530.3          | 19,66%     | 5,0                  | 2,44      | 0,42        | 20.864.961,8         | 478,43%    |
| <b>V5</b>       | 1,069,795.3          | 12,22%     | 7,6                  | 1,6       | 0,42        | 13.706.847,1         | 314,29%    |

Rezultatele arată că **modul în care sunt stabilite tarifele de energie** influențează în mod direct **performanța financiară a comunității energetice**. Fiecare variantă tarifară afectează atât **veniturile obținute din energia consumată local**, cât și **sumele încasate din vânzarea surplusului în rețea**, dar și **costurile totale suportate de comunitate**. Acești factori au un impact direct asupra unor indicatori economici importanți precum: NPV (valoare netă actualizată), IRR (rata internă de rentabilitate), PBP (perioada de recuperare) și ROI (rentabilitatea investiției).

Pe măsură ce tarifele cresc de la varianta V1 la varianta V4, **veniturile totale cresc și ele**, ceea ce duce la **îmbunătățirea tuturor indicatorilor economici**. **Varianta V4 este cea mai avantajoasă**, cu un NPV de **3.963.257 lei** și un ROI de **676,54%**, datorită veniturilor mari obținute atât din autoconsum, cât și din energia vândută în rețea. Tot pentru V4, rata internă de rentabilitate (IRR) ajunge la **28,31%**, ceea ce o face extrem de atractivă pentru orice investitor.

În comparație, **varianta V5**, care aplică tarife diferite în funcție de intervalele orare ale zilei, are un IRR mai scăzut, de **14,7%**, dar păstrează un ROI competitiv, de **366,37%**. Acest lucru sugerează că tarifele diferențiate oferă o alternativă mai echilibrată, cu accent pe **optimizarea consumului**, chiar dacă veniturile totale sunt mai mici decât în cazul variantelor cu tarife fixe mai mari.

**Varianta V1** are cele mai reduse performanțe financiare, cu un NPV și un ROI mai mici, dar rămâne **un proiect viabil**, cu un IRR de **11,15%** și o perioadă de recuperare a investiției de aproximativ **8 ani**, ceea ce indică o abordare mai conservatoare, dar stabilă.

În toate variantele, **costul mediu al energiei produse (LCOE)** se menține constant, între **0,6 și 0,7 lei/kWh**, ceea ce arată că proiectul este eficient din punct de vedere operațional. Diferențele în performanță nu vin din costuri, ci din **modul în care este valorificată energia produsă**, adică structura tarifelor aplicate.

În concluzie, **varianta V4 este cea mai profitabilă**, maximizând veniturile și oferind cele mai bune rezultate economice. Este alegerea ideală pentru cei care doresc o rentabilitate cât mai mare. Pe de altă parte, **V5 oferă un echilibru bun între venituri și flexibilitate**, fiind potrivită pentru comunități care doresc un control mai bun asupra consumului. Celelalte variante, deși mai puțin performante, rămân fezabile și oferă în continuare economii și beneficii importante pentru comunitate.

### ***A.2.3. Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5***

Costul inițial al investiției calculat per consumator (CAPEX per membru) în scenariul S1 - BESS în ipoteza în care costurile sunt suportate de comunitate și nu sunt 100% nerambursabile este de 10.213,5 lei. Din punctul de vedere al beneficiilor repartizate membrilor comunității, au fost calculate valorile anuale ale următorilor indicatori per membru:



**Tabelul 16.** Indicatori anuali per membru calculați pentru variantele V1-V5 în scenariul S1 - BESS

| Varianta | Înainte de formarea comunității                                             | După formarea comunității                                                      |                                                                      |                                                                                              |                                                         |                                                                      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|          | Costul inițial cu energia electrică<br>InitialPayment <sub>m</sub><br>(lei) | Costul înainte de redistribuirea beneficiilor<br>Payment <sub>m</sub><br>(lei) | Beneficii primite în urma redistribuirii<br>VS <sub>m</sub><br>(lei) | Cost final suportat de membru pentru energia consumată<br>FinalPayment <sub>m</sub><br>(lei) | Gradul de economisire<br>CostSaving <sub>m</sub><br>(%) | Rentabilitatea participării la comunitate<br>ROI <sub>m</sub><br>(%) |
| V1       | 2.998,1                                                                     | 1.820,0                                                                        | 23,8                                                                 | 1.796,3                                                                                      | 40,09%                                                  | 221,79%                                                              |
| V2       | 3.801,3                                                                     | 2.195,3                                                                        | 28,9                                                                 | 2.166,4                                                                                      | 43,02%                                                  | 273,12%                                                              |
| V3       | 4.729,0                                                                     | 2.758,2                                                                        | 36,7                                                                 | 2.721,6                                                                                      | 42,45%                                                  | 350,11%                                                              |
| V4       | 6.274,5                                                                     | 3.696,4                                                                        | 49,5                                                                 | 3.646,9                                                                                      | 41,88%                                                  | 478,43%                                                              |
| V5       | 3.623,7                                                                     | 2.004,6                                                                        | 30,2                                                                 | 1.974,4                                                                                      | 45,51%                                                  | 314,29%                                                              |

Înainte de formarea comunității, fiecare membru plătea pentru energia din rețea o sumă cuprinsă între **aproximativ 3.000 lei (varianta V1)** și **6.274 lei (varianta V4)** pe an. Acesta era costul anual obișnuit, fără acces la sistemul fotovoltaic sau la bateria comună.

După formarea comunității, **costurile anuale cu energia scad semnificativ**. De exemplu, în varianta V1, costul scade de la **2.998,1 lei la 1.820 lei**, iar în varianta V5, de la **3.623,4 lei la 2.004,6 lei**. Aceste reduceri arată cât de eficient este sistemul atunci când energia este produsă local și stocată pentru a fi folosită inteligent.

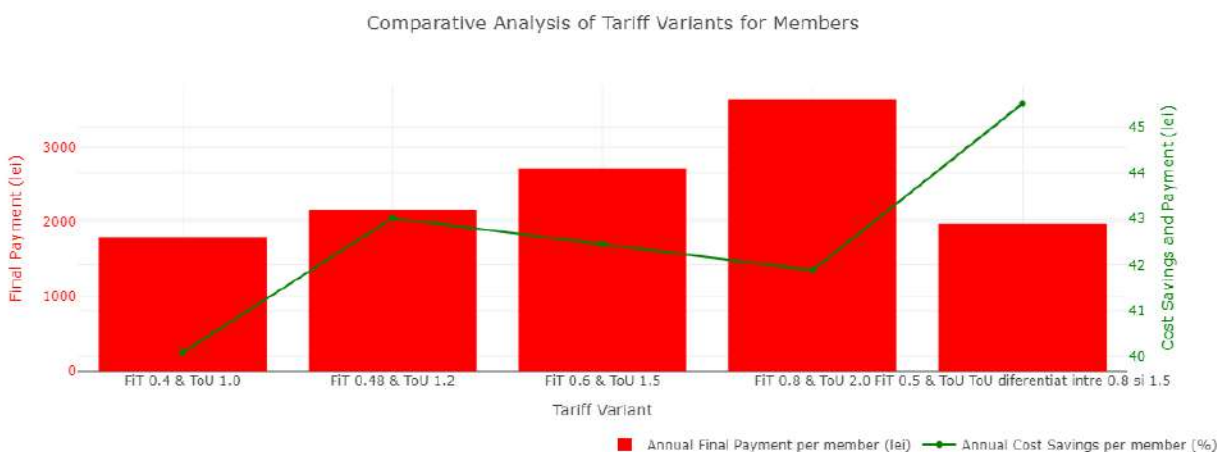
Pe lângă aceste economii, membrii comunității primesc anual și o **redistribuire a beneficiilor (Value Share)**, ca parte a câștigurilor obținute prin utilizarea comună a energiei. Această sumă variază între **23,8 lei (V1)** și **49,5 lei (V4)** pe membru. Deși este o sumă relativ mică, ea reflectă principiul de solidaritate și repartizare echitabilă a avantajelor între toți participanții.

Dacă luăm în calcul aceste beneficii, **costul final suportat de fiecare membru** este cel mai mic în varianta V1 (**1.796,3 lei**) și cel mai mare în varianta V4 (**3.646,9 lei**). Aceste sume trebuie însă analizate în contextul economiilor realizate și al profitabilității generale.

**Gradul de economisire**, adică diferența dintre ce plătea un membru înainte și ce plătește acum, variază între **40,09% (V1)** și **45,51% (V5)**. Cu alte cuvinte, fiecare membru plătește cu 40–45% mai puțin decât înainte de a face parte din comunitate – un rezultat remarcabil pentru un proiect colectiv de energie.

Un indicator esențial este **rentabilitatea participării (ROI<sub>m</sub>)**, care arată cât profit aduce un membru față de banii investiți. **Cea mai mare rentabilitate este în varianta V4 – 478,43%**, ceea ce înseamnă că fiecare membru primește înapoi aproape de cinci ori valoarea contribuției sale. Variantele V3 (**350,11%**) și V5 (**314,29%**) sunt de asemenea foarte atractive, oferind un echilibru între investiție și economii pe termen lung.

Toate aceste rezultate sunt prezentate vizual în **Figura 18**, unde sunt comparate costurile finale ale energiei și gradul de economisire pentru fiecare variantă tarifară.



**Figura 18.** Analiza comparativă a costurilor finale și a gradului de economisire per membru în scenariul S1 – BESS

O observație notabilă este faptul că, deși variantele tarifare V2 și V3 cu FiT și ToU mai mari cresc ușor costurile finale față de V1, acestea permit un grad ridicat de economisire. Varianta V5 cu tarife diferențiate oferă un echilibru rezonabil între costuri și economii, ceea ce le face atractive pentru membrii comunității. Această variantă poate încuraja schimbarea comportamentului consumatori și optimizarea autoconsumului și, reducând dependența de rețea, generează cele mai mari economii.

## VIII. ANALIZA PARAMETRILOR ECONOMICI SPECIFICI SCENARIULUI II

### B.1. Scenariul S2 - PV

Acest scenariu (**S2 – PV**) se referă la instalarea unui **parc fotovoltaic de 250kWp** al cărui cost inițial (CAPEX) este estimat la 1.078.125,0 lei. Estimarea este realizată pe baza CAPEX din scenariul S1.

Pentru costurile operaționale (mentenanță, licențe software, management și administrare comunitate) considerăm OPEX similar cu cel din scenariul S1, aproximativ 5000 lei/lună.

**Tabelul 17.** Parametrii considerați în analiza scenariului S2 - PV

| Nr. Crt. | Parametru                               | Valoare         |
|----------|-----------------------------------------|-----------------|
| 1        | CAPEX sistem fotovoltaic 250 kWp        | 1.078.125,0 lei |
| 2        | OPEX                                    | 5.000 lei/lună  |
| 3        | Rata de actualizare (discount rate - r) | 3%              |
| 4        | Rata de degradare anuală (d)            | 0,5%            |
| 5        | Durata totală a proiectului             | 25 ani          |
| 6        | Costuri cu echilibrarea                 | 0.03 lei/kWh    |

Pentru perioada analizată (ianuarie-decembrie 2021), pe baza valorilor de consum și generare, se obțin următoarele venituri și costuri. Tarifele ToU și FiT sunt considerate cele din prima variantă analizată, respectiv ToU= 1 leu/kWh și FiT=0,4 lei kWh.

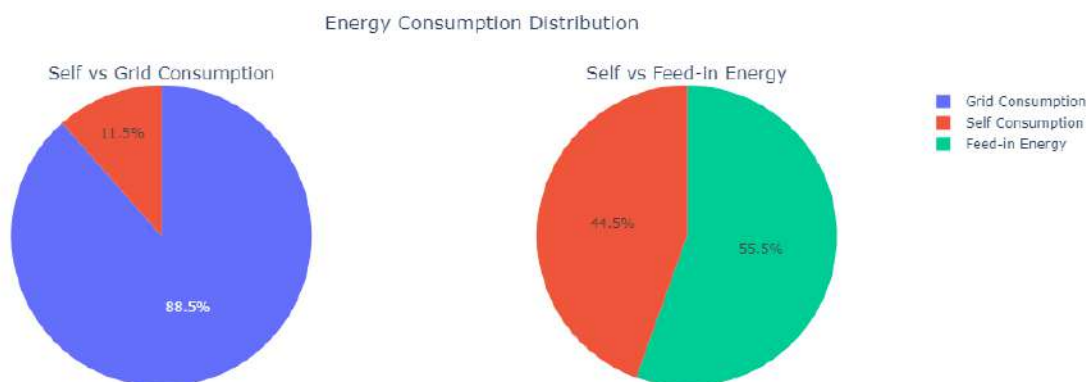
**Tabelul 18.a.** Energia generată și consumul total în anul 2021 în scenariul S2 - PV

| Energie generată (kWh) | Consum (kWh) | Autoconsum (kWh) | Energie injectată în rețea (kWh) | Consum din rețea (kWh) |
|------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|------------------------|
| 341.410,4              | 1.319.797,0  | 151.979,3        | 189.431,12                       | 1.167.817,8            |

**Tabelul 18.b.** Costurile și veniturile înregistrate în anul 2021 în scenariul S2 - PV

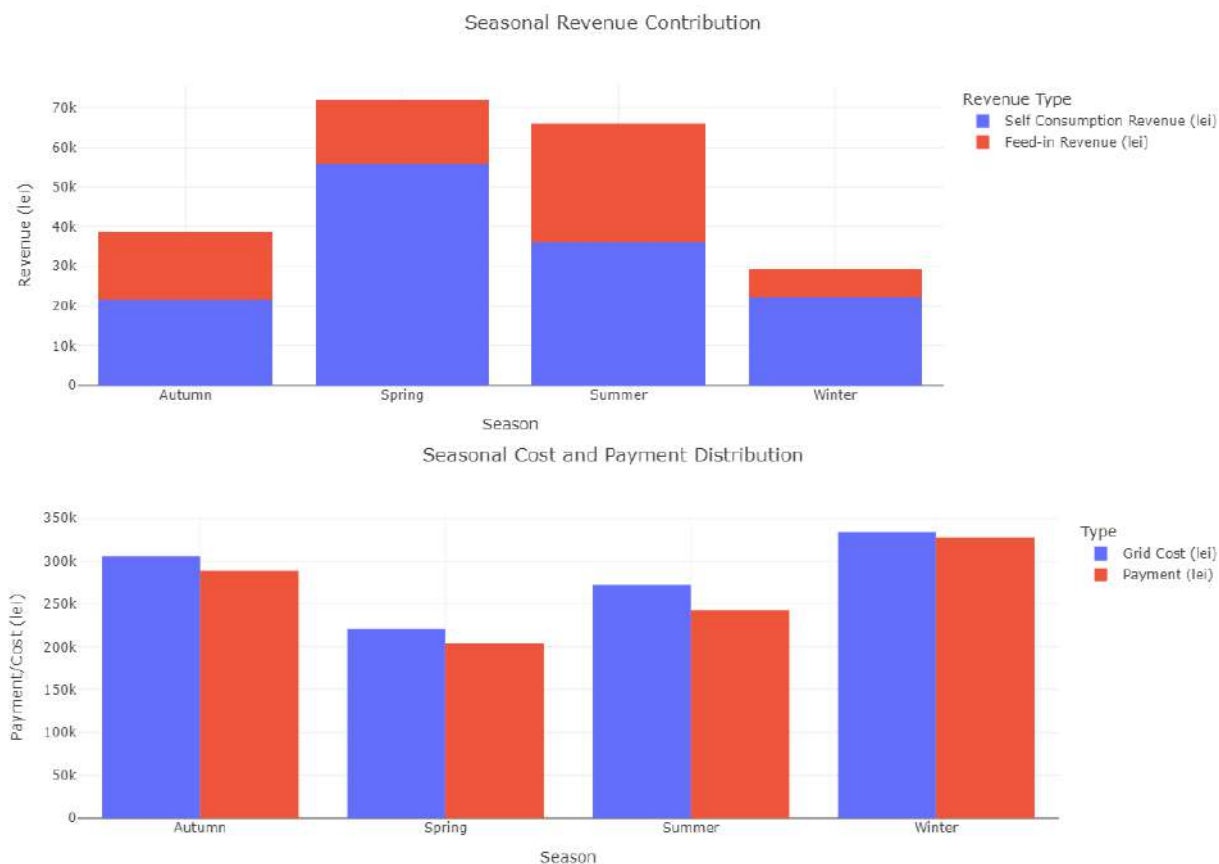
| Cost energie consumată din rețea (lei) | Venit din autoconsum (lei) | Venit din energia injectată în rețea (lei) | Venit total (lei) | Plăți finale (lei) |
|----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 1.132.783,3                            | 136.021,4                  | 70.089,5                                   | 206.110,9         | 1.062.693,7        |

Consumul comunității este acoperit în proporție de 11,5% din energia generată de parcul fotovoltaic, iar din aceasta 44,5% este utilizată pentru auto-consum și 55,5% este livrată în rețea (Figura 19).

**Figura 19.** Distribuția energiei generate de parcul fotovoltaic în scenariul S2 - PV

### ***B.1.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică***

Analizând distribuția sezonieră a veniturilor din autoconsum și din energia injectată în rețea (Figura 20) se constată că lunile de primăvară și vară înregistrează cele mai mari venituri, aproximativ 67% din totalul veniturilor din perioada respectivă. Distribuția veniturilor totale pe sezoane este: toamna –18,87%; primăvara – 34,97%; vara – 32,02%; iarna – 14,12%.



**Figura 20.** Distribuția sezonieră a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul S2 - PV

În ceea ce privește distribuția cheltuielilor finale (*payment*), diferențele între sezoane sunt mai mici, după cum urmează: toamna – 27,12%; primăvara – 19,23%; vara – 22,89%; iarna – 30,76%.

Distribuția lunară a cheltuielilor și veniturilor este reprezentată în Figura .



**Figura 21.** Distribuția lunară a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul S2 - PV

Se remarcă faptul că, în lunile de iarnă și în luna noiembrie, când producția fotovoltaică este redusă, plățile finale și costurile asociate energiei consumate din rețea sunt aproape egale. În schimb, în lunile de primăvară și vară, când producția fotovoltaică atinge niveluri maxime, plățile finale pentru energia electrică scad semnificativ datorită veniturilor generate din livrarea surplusului de energie în rețea.

### B.1.2. Analiza indicatorilor economici

Principalii indicatori economici pentru acest scenariu, în varianta în care ToU și FiT au valori fixe (1 leu/kWh, respectiv 0,4 lei/kWh) sunt centralizați în tabelul următor.

**Tabelul 19.** Indicatorii economici pentru scenariul S2 - PV, varianta V1 pe durata proiectului de 25 ani

| Indicator                       | Valoare      |
|---------------------------------|--------------|
| Net Present Value (NPV)         | 1.482.727,70 |
| Internal Rate of Return (IRR)   | 8,21%        |
| Payback Period (PBP)            | 10,26        |
| Profitability Index (PI)        | 1,64         |
| Levelized Cost of Energy (LCOE) | 0,45         |
| Energy Net Revenue (ENR)        | 5.418.338,90 |
| Return on Investment (ROI)      | 232,73%      |

Valoarea actualizată netă (**NPV**) are o valoare pozitivă, ceea ce indică faptul că proiectul generează un profit net în termeni actuali, după ce s-au luat în considerare toate costurile și veniturile. Proiectul creează valoare pentru comunitate, asigură un randament mai mare decât rata de actualizare (3%). Valoarea NPV indică faptul că, după recuperarea investiției și a costurilor, proiectul adaugă un surplus net de aproximativ 2 milioane de lei în termeni actuali.

Rata Internă de Rentabilitate (**IRR**) este de 11,15%. IRR reprezintă rata de actualizare la care valoarea actuală netă (VAN) a proiectului este zero. O valoare mai mare decât rata de actualizare (3%) indică faptul că proiectul este profitabil.

Perioada de recuperare (**PBP**) indică numărul de ani necesari pentru a recupera investiția inițială din fluxurile de numerar generate de proiect. O perioadă de recuperare de aproximativ 8 ani este favorabilă.

Indicele de profitabilitate (**PI**) arată raportul dintre valoarea actuală a beneficiilor și costul investiției. Un  $PI > 1$  indică un proiect rentabil, iar o valoare de 2,05 arată o profitabilitate semnificativă.

Costul nivelat al energiei (**LCOE**) arată costul mediu al producerii unui kWh pe durata de viață a proiectului.

Venitul net din energie (**ENR**) reprezintă diferența dintre veniturile generate și costurile totale (investiționale și operaționale). Valoarea de 5.414.267,2 lei indică un venit semnificativ care se poate redistribui membrilor comunității.

Randamentul investiției (**ROI**) arată cât de mult profit a fost generat în raport cu costurile totale. Un ROI de 290,9% indică o rentabilitate bună a investiției.

Acești indicatori confirmă faptul că proiectul este viabil din punct de vedere financiar.

### ***B.1.3 Analiza beneficiilor membrilor comunității***

În acest scenariu costul inițial al investiției calculat per consumator (CAPEX per membru) în ipoteza în care costurile sunt suportate de comunitate și nu sunt 100% nerambursabile este de 2.524,9 lei.

Pentru varianta în care se utilizează tarifele fixe (varianta V1) au rezultat următorii indicatori:

**Tabelul 20.** Indicatorii anuali calculați ca valoare medie per membru în scenariul S2 - PV

| <b>Indicator calculat pe membru</b>                                             | <b>Valoare</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Costul inițial anual (fără parc fotovoltaic) - $InitialPayment_m$               | 2.998,1 lei    |
| Costul anual înainte de redistribuirea beneficiilor - $Payment_m$               | 2.652,9 lei    |
| Beneficii anuale primite în urma redistribuirii - $VS_m$                        | 164,1 lei      |
| Cost final anual suportat de membru pentru energia consumată - $FinalPayment_m$ | 2.488,7 lei    |
| Gradul de economisire - $CostSaving_m$                                          | 16,99%         |
| Rentabilitatea participării la comunitate - $ROI_m$                             | 311,20%        |

Rezultatele arată că **proiectul aduce beneficii reale și consistente pentru membrii comunității energetice**, atât din perspectiva **economiilor la facturile de energie**, cât și din punct de vedere al **rentabilității investiției**.

După ce membrii au aderat la comunitate, **costul anual cu energia scade semnificativ** în comparație cu ceea ce plăteau anterior. Acest lucru confirmă **impactul pozitiv și concret al proiectului asupra bugetului fiecărui participant**, prin reducerea cheltuielilor cu energia electrică.

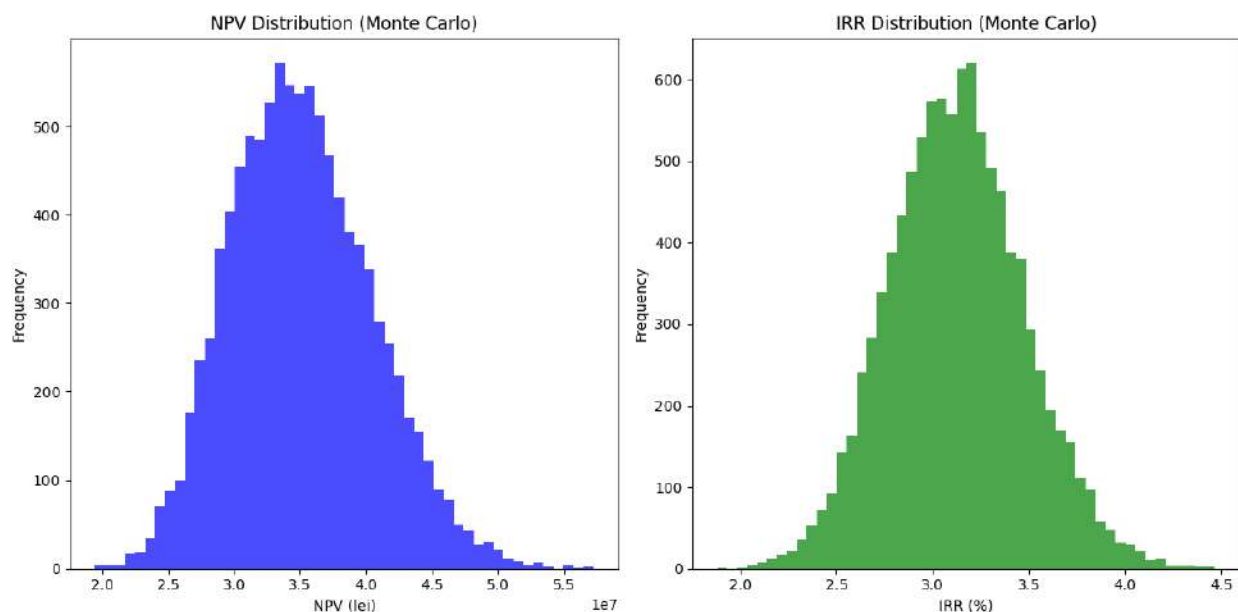
**Economiile anuale sunt în jur de 17%**, ceea ce reflectă **eficiența energetică a sistemului fotovoltaic** și **beneficiile financiare directe** pentru fiecare membru. Aceste economii includ și **redistribuirea anuală a câștigurilor** generate de comunitate, ceea ce contribuie și mai mult la scăderea costurilor individuale.

În plus, **rentabilitatea participării (ROI) depășește 300%**, ceea ce înseamnă că, pe termen lung, fiecare membru recuperează investiția de trei ori și chiar mai mult. Un astfel de nivel de rentabilitate arată că proiectul nu doar că este eficient, dar poate deveni **un model de urmat pentru alte gospodării sau organizații interesate să se alăture**.

Aceste rezultate confirmă nu doar **viabilitatea economică a comunității energetice**, ci și faptul că **sistemul de redistribuire este corect și bine gândit**, asigurând beneficii echitabile pentru toți participanții.

#### ***B.1.4 Analiza de risc pentru scenariu***

Prin aplicarea metodei Monte Carlo se obțin următoarele distribuții ale indicatorilor NPV și IRR (Figura ).



**Figura 22.** Distribuția indicatorilor NPV și IRR în analiza Monte Carlo

Distribuția NPV este concentrată în jurul unei valori pozitive, situată între aproximativ 3 și 4 milioane de lei, ceea ce sugerează că proiectul este profitabil în toate scenariile simulate. Probabilitatea unui NPV pozitiv este de 100%, indicând că, indiferent de variațiile introduse în generare, tarife sau costuri operaționale, proiectul își păstrează viabilitatea economică. Distribuția IRR prezintă valori cuprinse între aproximativ 2,5% și 3,5%, cu o medie de aproximativ 3,2%. Chiar și în cele mai nefavorabile scenarii, precum creșterea costurilor operaționale cu 10% sau reducerea producției energetice concomitent cu o majorare a tarifelor cu 10%, rata internă de rentabilitate rămâne pozitivă. Acest lucru subliniază reziliența proiectului în fața unor condiții economice mai puțin favorabile. Analiza de risc confirmă că proiectul este extrem de sigur, având un NPV pozitiv în toate simulările efectuate. Riscurile asociate sunt reduse, iar variațiile în parametrii critici, precum generarea, tarifele sau costurile, au un impact limitat asupra viabilității financiare. Intervalul restrâns al valorilor IRR indică o stabilitate și o consistență ridicată a performanței financiare, consolidând încrederea în succesul proiectului pe termen lung.

#### **B.1.5. Analize de sensibilitate - Analize la nivelul comunității**

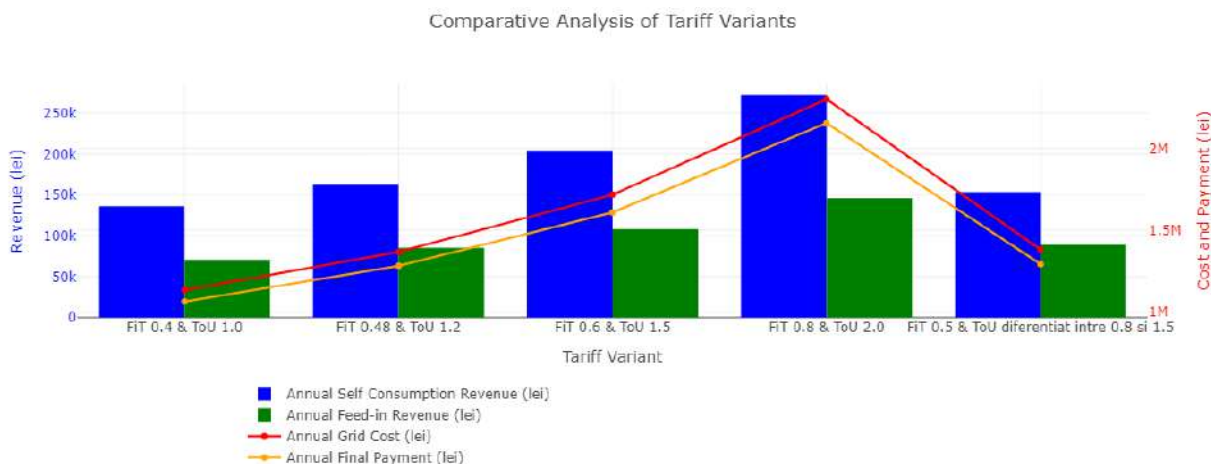
Cheltuielile și veniturile anuale la nivelul comunității pentru fiecare variantă din scenariul S2 – PV sunt centralizate în tabelul următor:

**Tabelul 21.** Cheltuielile și veniturile anuale înregistrate la nivelul comunității în scenariul S2 - PV pentru variantele V1 – V5

| Varianta | Înainte de formarea comunității                               | După formarea comunității                                        |                                                       |                                                                     |                      |                                                                         |
|----------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|          | Cost inițial cu energia electrică<br><i>GridCost</i><br>(lei) | Costul cu energia furnizată de rețea<br><i>GridCost</i><br>(lei) | Venit din autoconsum<br><i>SelfConsRever</i><br>(lei) | Venit din livrarea energiei în rețea<br><i>FeedRevenue</i><br>(lei) | Venit total<br>(lei) | Cost final cu energia electrică<br><i>Payment<sub>EC</sub></i><br>(lei) |
| V1       | 1.280.203,2                                                   | 1.132.783,3                                                      | 136.021,4                                             | 70.089,5                                                            | 206.111,0            | 1.062.693,8                                                             |
| V2       | 1.623.350,4                                                   | 1.366.346,8                                                      | 163.225,7                                             | 85.244,0                                                            | 248.469,7            | 1.281.102,8                                                             |
| V3       | 2.019.289,5                                                   | 1.716.692,2                                                      | 204.032,2                                             | 107.975,7                                                           | 312.007,9            | 1.608.716,4                                                             |
| V4       | 2.679.188,1                                                   | 2.300.601,1                                                      | 272.042,9                                             | 145.862,0                                                           | 417.904,8            | 2.154.739,1                                                             |
| V5       | 1.547.305,6                                                   | 1.380.495,7                                                      | 153.375,5                                             | 89.032,6                                                            | 242.408,1            | 1.291.463,0                                                             |



Analiza comparativă a veniturilor și costurilor cu energia electrică în scenariul S2 - PV sunt reprezentate în Figura 23.



**Figura 23.** Analiza comparativă a veniturilor și costurilor cu energia electrică în scenariul S2 - PV

Pentru fiecare variantă s-au calculat indicatorii economici pe întreaga durată a proiectului de 25 de ani:

**Tabelul 22.** Indicatorii economici pentru scenariul S2 - PV utilizând variantele tarifare V1 – V5

| Varianta | NPV<br>(lei) | IRR    | PBP<br>(ani) | PI   | LCOE | ENR<br>(lei) | ROI     |
|----------|--------------|--------|--------------|------|------|--------------|---------|
| V1       | 1.284.669,8  | 12,20% | 7,55         | 2,19 | 0,59 | 3.355.139,8  | 311,20% |
| V2       | 1.109.732,6  | 16,49% | 5,81         | 2,03 | 0,51 | 4.352.941,0  | 403,75% |
| V3       | 1.858.035,8  | 22,63% | 4,32         | 2,72 | 0,51 | 5.849.642,9  | 542,58% |
| V4       | 3.105.207,7  | 32,59% | 3,03         | 3,88 | 0,51 | 8.344.146,2  | 773,95% |
| V5       | 1.038.343,9  | 15,89% | 6,01         | 1,96 | 0,51 | 4.210.154,4  | 390,51% |

Rezultatele obținute pentru Scenariul S2 – care presupune instalarea unui parc fotovoltaic cu o capacitate de 250 kWp – arată clar că acest tip de investiție aduce **beneficii semnificative pentru comunitate**, atât în ceea ce privește **scăderea costurilor cu energia electrică**, cât și **creșterea veniturilor** obținute din energia produsă local.

După formarea comunității energetice și instalarea sistemului fotovoltaic, **costurile anuale cu energia preluată din rețea scad semnificativ**. De exemplu, în varianta tarifară V1, costul scade de la **1.280.203,2 lei** la **1.062.693,8 lei**, iar în varianta V4, de la **2.679.188,1 lei** la **2.154.739,1 lei**. Aceste reduceri confirmă **eficiența utilizării energiei locale**, produsă chiar în interiorul comunității.

**Veniturile obținute din autoconsum și din vânzarea energiei neutilizate în rețea** contribuie direct la aceste economii. Cea mai mare valoare este înregistrată în varianta V4, unde veniturile

totale ajung la **417.904,8 lei**. În schimb, variantele cu tarife mai mici, precum V1, aduc venituri mai reduse (**206.111 lei**), dar și costuri finale mai mici pentru comunitate.

Analiza realizată pe o perioadă de **25 de ani** arată diferențe importante între cele cinci variante tarifare. **Varianta V4 este cea mai profitabilă**, cu:

- NPV (valoare netă actualizată) de **3.105.207,7 lei**
- IRR (rata internă de rentabilitate) de **32,59%**
- Perioadă de recuperare a investiției (PBP) de **3,03 ani**
- Rentabilitatea investiției (ROI) de **773,95%**

Aceste cifre arată că varianta V4 oferă **cele mai mari beneficii financiare și o recuperare rapidă a investiției**.

Și varianta V3 are o performanță foarte bună, cu un NPV de **1.858.035,8 lei** și un IRR de **22,63%**, reprezentând o opțiune excelentă pentru cei care caută **un echilibru între venituri și costuri**.

În schimb, **variantele V1 și V2**, deși implică **costuri mai mici**, aduc **o rentabilitate mai modestă** în comparație cu V3 și V4. Totuși, sunt în continuare **investiții sigure**, având valori pozitive pentru NPV și ROI-uri de peste **300%**.

**Varianta V5**, care presupune tarife diferențiate în funcție de momentul consumului, oferă un compromis interesant: **un echilibru între venituri și costuri**, cu un ROI de **390,51%** – mai mic decât în cazul V4, dar totuși atractiv.

În concluzie, toate cele cinci variante tarifare analizate fac ca **investiția în parcul fotovoltaic să fie profitabilă pentru comunitate**. Totuși, **V3 și V4 se remarcă drept cele mai rentabile opțiuni**, oferind câștiguri mari, perioade scurte de recuperare și stabilitate financiară. Variantele V1 și V2 sunt potrivite pentru comunitățile care caută **costuri finale mai mici**, chiar dacă rentabilitatea este mai redusă. Varianta V5 oferă **o alternativă echilibrată**, fiind ideală pentru cei care vor să combine **eficiența economică cu flexibilitatea tarifară**. Aceste rezultate arată că **optimizarea tarifelor și utilizarea eficientă a energiei locale** sunt esențiale pentru a maximiza avantajele unei comunități energetice.

#### ***B.1.6. Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5***

Din punctul de vedere al beneficiilor repartizate membrilor comunității, au fost calculate valorile anuale ale următorilor indicatori per membru:

**Tabelul 23.** Indicatori anuali per membru calculați în scenariul S2 - PV pentru variantele V1-V5

| Varianta | Înainte de formarea comunității                                           | După formarea comunității                                                    |                                                                    |                                                                                            |                                                       |                                                                    |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|          | Costul inițial cu energia electrică<br>$\text{InitialPayment}_m$<br>(lei) | Costul înainte de redistribuirea beneficiilor<br>$\text{Payment}_m$<br>(lei) | Beneficii primite în urma redistribuirii<br>$\text{VS}_m$<br>(lei) | Cost final suportat de membru pentru energia consumată<br>$\text{FinalPayment}_m$<br>(lei) | Gradul de economisire<br>$\text{CostSaving}_m$<br>(%) | Rentabilitatea participării la comunitate<br>$\text{ROI}_m$<br>(%) |
| V1       | 2.998,1                                                                   | 2.652,9                                                                      | 164,1                                                              | 2.488,7                                                                                    | 16,99%                                                | 311,20%                                                            |
| V2       | 3.801,8                                                                   | 3.199,9                                                                      | 199,6                                                              | 3.000,2                                                                                    | 21,08%                                                | 403,75%                                                            |
| V3       | 4.729,0                                                                   | 4.020,4                                                                      | 252,9                                                              | 3.767,5                                                                                    | 20,33%                                                | 542,58%                                                            |
| V4       | 6.274,5                                                                   | 5.387,8                                                                      | 341,6                                                              | 5.046,2                                                                                    | 19,57%                                                | 773,95%                                                            |
| V5       | 3.623,7                                                                   | 3.233,0                                                                      | 208,5                                                              | 3.024,5                                                                                    | 16,53%                                                | 390,51%                                                            |

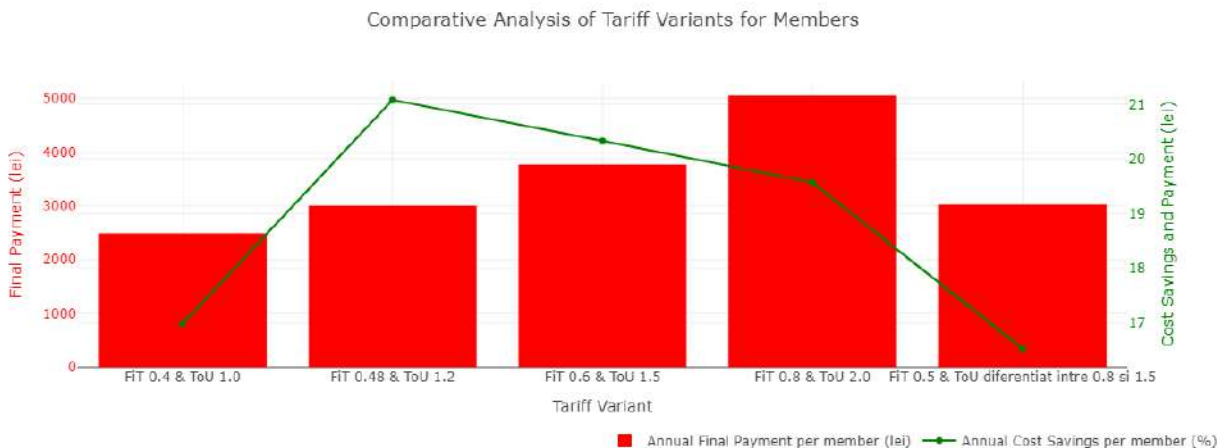
Costul inițial cu energia electrică per membru scade semnificativ pentru fiecare variantă tarifară după formarea comunității. De exemplu, în varianta V1, costul final scade de la 2.998,1 lei la 2.488,7 lei, marcând o reducere a cheltuielilor suportate. Varianta V4, deși presupune un cost inițial mai mare (6.274,5 lei), reușește să reducă costul final la 5.046,2 lei, datorită veniturilor mai mari din autoconsum.

Beneficiile redistribuite anual per membru ( $\text{VS}_m$ ) contribuie direct la reducerea costurilor finale, având valori cuprinse între 164,1 lei în varianta V1 și 341,6 lei în varianta V4. Aceste beneficii reflectă modul în care surplusul energetic și veniturile sunt distribuite echitabil între membrii comunității.

Gradul de economisire ( $\text{CostSaving}_m$ ) arată reduceri semnificative ale costurilor anuale pentru membrii comunității, variind între 16,53% în varianta V5 și 21,08% în varianta V2. Aceste economii subliniază eficiența sistemului implementat și beneficiile financiare directe ale participării la comunitate. Deși varianta V2 oferă cel mai mare grad de economisire, alte variante, precum V4, compensează prin rentabilitatea ridicată.

Cea mai mare valoare a ROI este observată în varianta V4 (773,95%), ceea ce subliniază profitabilitatea ridicată a investiției pentru membrii comunității. Varianta V3 oferă, de asemenea, un ROI semnificativ (542,58%), fiind o opțiune atractivă pentru membrii care urmăresc un echilibru între costuri și beneficii. În schimb, variantele V1 și V5 oferă un ROI mai mic, dar rămân profitabile, cu valori de 311,20%, respectiv 390,51%.

Pentru cele 5 variante de tarificare sunt reprezentate comparativ costurile finale cu energia electrică și gradul de economisire în scenariul S2 - PV (Figura 24).



**Figura 24.** Analiza comparativă a costurilor finale și a gradului de economisire per membru în scenariul S2 - PV

Rezultatele sugerează că variantele V3 și V4 oferă un grad ridicat de rentabilitate și economii consistente, însă variantele V1 și V2 pot fi preferate de membrii care prioritizează costuri finale mai mici, iar varianta V5 oferă o soluție echilibrată între costuri și rentabilitate.

## B.2. Scenariul S2-BESS

Acest scenariu (S2 – BESS) se referă la instalarea unui **parc fotovoltaic de 250kWp** și a unei **instalații de stocare (Battery Energy Storage – BESS) cu o capacitate de 1MWh și putere de 150kW** al căror cost inițial (CAPEX) este detaliat în tabelul următor:

**Tabelul 24.** Costuri inițiale pentru scenariul S2 – BESS

| Nr. Crt. | Parametru                                                  | Valoare              |
|----------|------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1        | CAPEX sistem fotovoltaic 250 kWp                           | 1.078.125,0 lei      |
| 2        | CAPEX sistem stocare 1 MWh/150kW (aprox. 250,000 Euro/MWh) | 1.250.000,0 lei      |
|          | <b>TOTAL CAPEX</b>                                         | <b>2328125.0 lei</b> |

Pentru perioada analizată (ianuarie-decembrie 2021), pe baza valorilor de consum și generare, se obțin următoarele venituri și costuri. Tarifele ToU și FiT sunt considerate cele din prima variantă analizată, respectiv ToU= 1 leu/kWh și FiT=0,4 lei kWh.

**Tabelul 25.a.** Energia generată și consumul total în anul 2021 în scenariul S2 - BESS

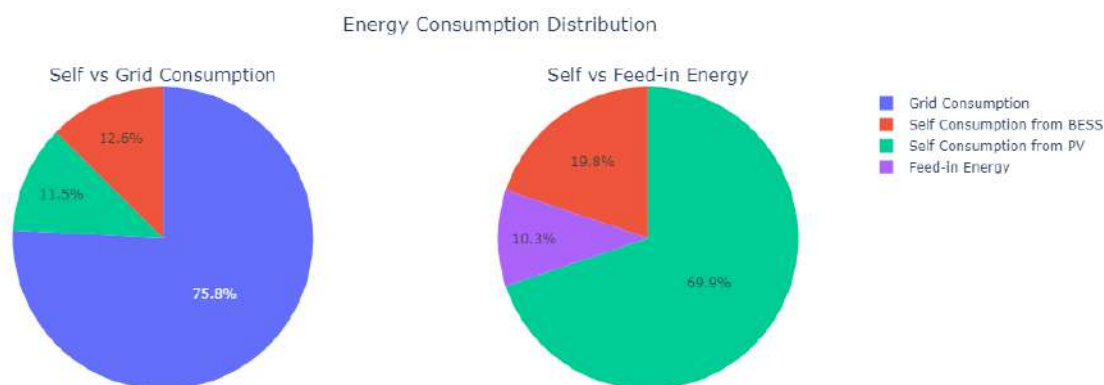
| Energie generată (kWh) | Consum (kWh) | Autoconsum (kWh) | Autoconsum PV (kWh) | Autoconsum BESS (kWh) | Energie injectată în rețea | Consum din rețea (kWh) |
|------------------------|--------------|------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|
|------------------------|--------------|------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|

|           |             |           |           |           |          |             |
|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|
|           |             |           |           |           | (kWh)    |             |
| 341.410,4 | 1.319.797,0 | 318.882,4 | 151.979,3 | 166.903,2 | 22.427,9 | 1.000.914,6 |

**Tabelul 25.b.** Costurile și veniturile înregistrate în anul 2021 în scenariul S2 - BESS

| Cost energie consumată din rețea (lei) | Venit din autoconsum (lei) | Venit din energia injectată în rețea (lei) | Venit total (lei) | Plăți finale (lei) |
|----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 970.887,2                              | 285.399,8                  | 8.298,3                                    | 293.698,2         | 962.588,8          |

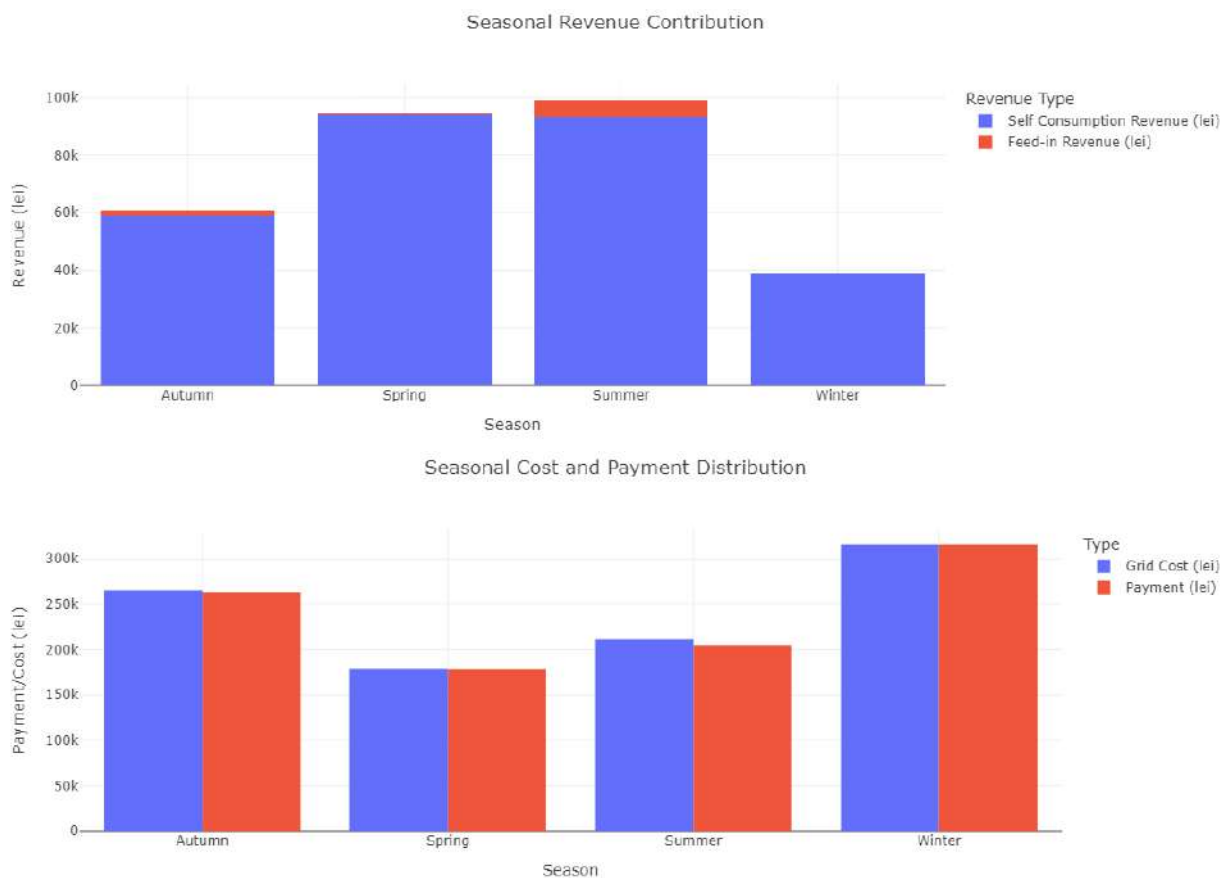
Consumul comunității este acoperit în proporție de 24,2% din energia generată de parcul fotovoltaic și de instalația de stocare. Energia generată de parc este utilizată în proporție de 69,9% pentru autoconsum, 19,8% pentru încărcarea bateriei și apoi asigurarea consumului și doar 10,3% este livrată în rețea.



**Figura 25.** Distribuția energiei generate de parcul fotovoltaic în scenariul S2 - BESS

### ***B.2.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică***

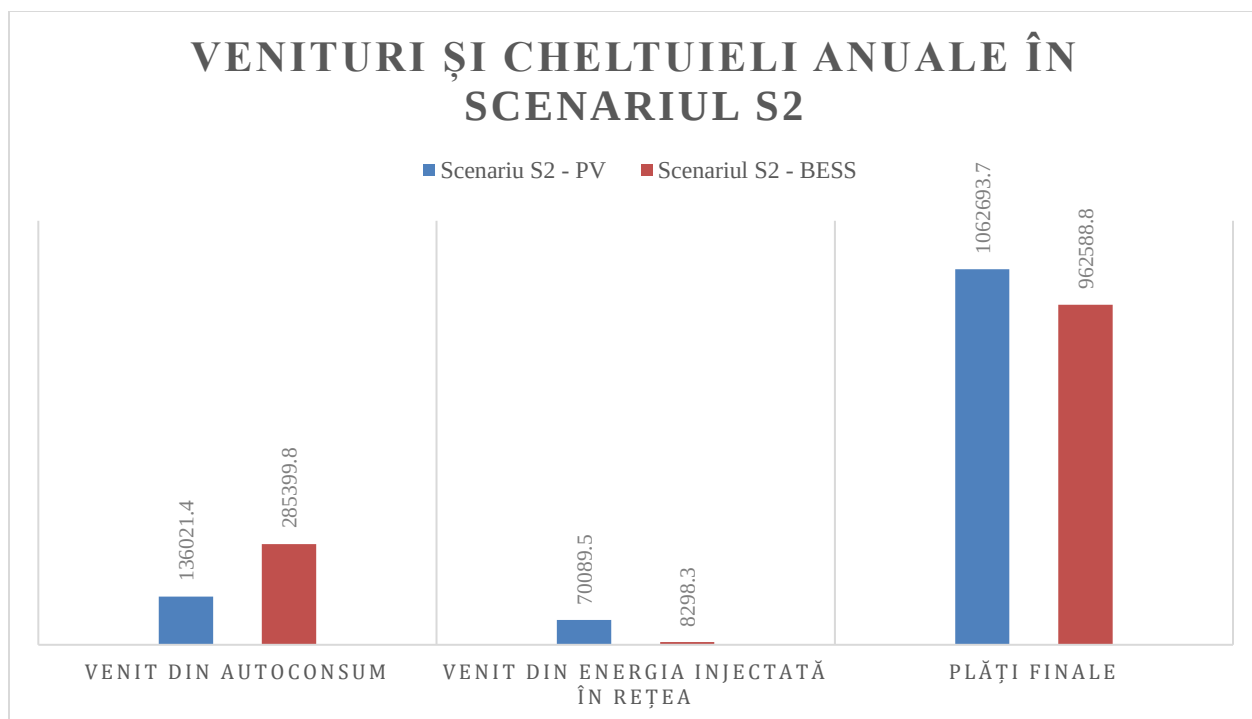
Analizând distribuția sezonieră a veniturilor din autoconsum (sistem PV și BESS) și din energia injectată în rețea (Figura) se constată că lunile de primăvară și vară înregistrează cele mai mari venituri, aproximativ 66% din totalul veniturilor din perioada respectivă, menținându-se cota din scenariul S1 fără BESS. Distribuția veniturilor totale pe sezoane este: toamna – 20,69%; primăvara – 32,21%; vara – 33,84%; iarna – 13,25%.



**Figura 26.** Distribuția sezonieră a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul în scenariul S2 - BESS

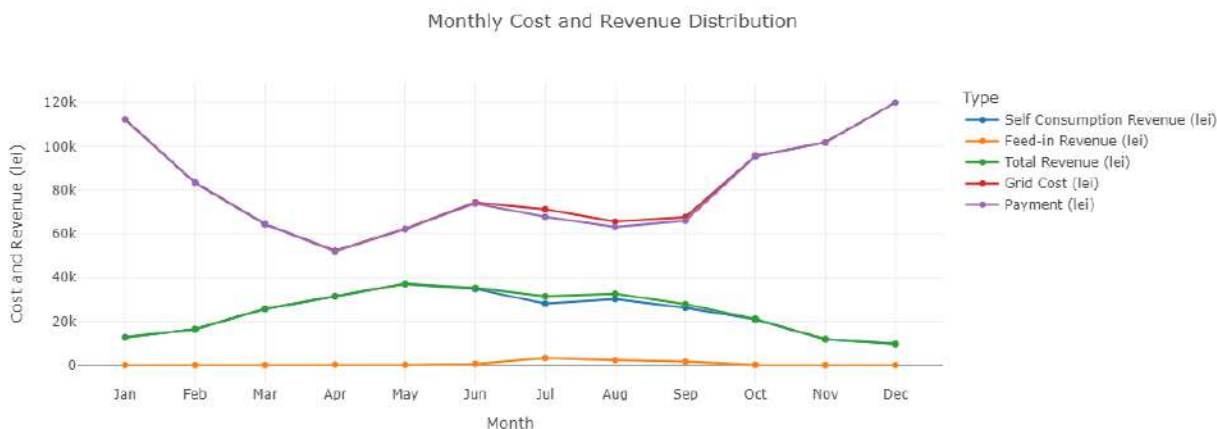
În ceea ce privește distribuția cheltuielilor finale (*payment*), diferențele între sezoane sunt: toamna – 27,34%; primăvara – 18,56%; vara – 21,29%; iarna – 32,79%.

Față de scenariul anterior (S2 - PV) se constată o creștere a veniturilor totale de 142% și o scădere a cheltuielilor cu doar 9%.



**Figura 27.** Comparație între veniturile și cheltuielile înregistrate în cele 2 variante ale scenariului 2 (S2 – PV și S2 – BESS)

Distribuția lunară a cheltuielilor și veniturilor în scenariul S2 – BESS este reprezentată în Figura 28.



**Figura 28.** Distribuția lunară a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul S2 – BESS

### **B.2.2. Analize de sensibilitate. Analiza beneficiilor în scenariul S2 - BESS**

S-au utilizat aceleași variantele tarifare V1-V5 din Tabelul prin care se simulează utilizarea unor tarife fixe și tarife diferențiate. Cheltuielile și veniturile anuale la nivelul comunității pentru fiecare variantă sunt centralizate în tabelul următor:

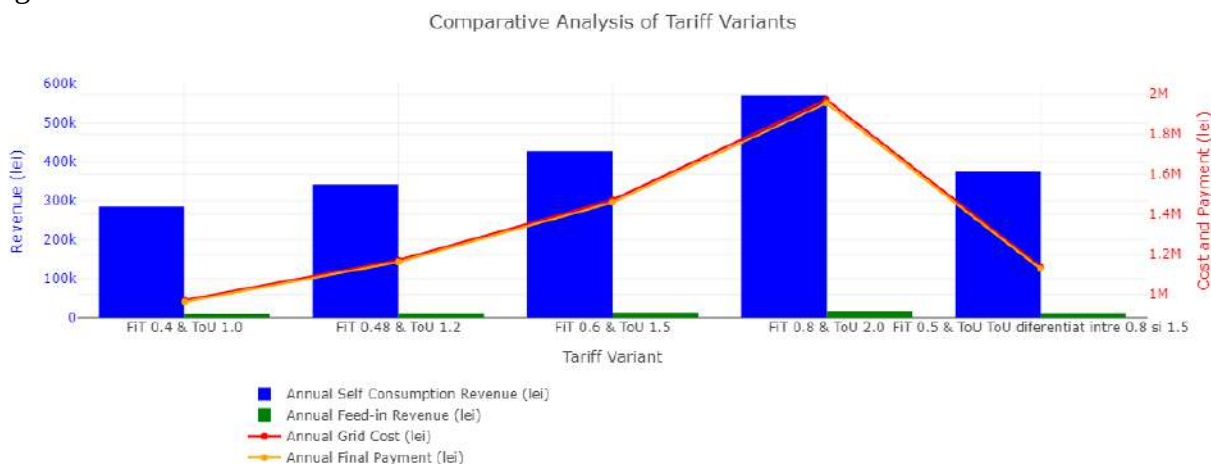
**Tabelul 26.** Cheltuielile și veniturile anuale înregistrate la nivelul comunității pentru variantele V1 – V5 în scenariul S2 - BESS

| Varianta | Înainte de formarea comunității                               | După formarea comunității                                        |                                                     |                                                                     |                      |                                                            |
|----------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------|
|          | Cost inițial cu energia electrică<br><i>GridCost</i><br>(lei) | Costul cu energia furnizată de rețea<br><i>GridCost</i><br>(lei) | Venit din autoconsum<br><i>SelfConsRev</i><br>(lei) | Venit din livrarea energiei în rețea<br><i>FeedRevenue</i><br>(lei) | Venit total<br>(lei) | Cost final cu energia electrică<br><i>Payment</i><br>(lei) |
| V1       | 1,280,203.2                                                   | 970.887,2                                                        | 285.399,8                                           | 8.298,3                                                             | 293.698,1            | 962.588,9                                                  |
| V2       | 1,623,350.4                                                   | 1.171.070,1                                                      | 342.479,7                                           | 10.092,6                                                            | 352.572,3            | 1.160.977,5                                                |
| V3       | 2,019,289.5                                                   | 1.471.344,5                                                      | 428.099,7                                           | 12.783,9                                                            | 440.883,6            | 1.458.560,6                                                |
| V4       | 2,679,188.1                                                   | 1.971.801,8                                                      | 570.799,6                                           | 17.269,5                                                            | 588.069,1            | 1.954.532,3                                                |
| V5       | 1,547,305.6                                                   | 1.138.016,3                                                      | 374.875,9                                           | 10.541,1                                                            | 385.417,0            | 1.127.475,2                                                |

Rezultatele din Tabelul 26 evidențiază că utilizarea sistemului de stocare reduce semnificativ costurile finale cu energia electrică pentru toate variantele tarifare. Costurile cu energia furnizată de rețea (*GridCost*) scad substanțial, datorită utilizării eficiente a energiei stocate. De exemplu, pentru varianta V1, costul final scade de la 1.280.203,2 lei la 962.588,9 lei, iar pentru varianta V4, costul scade de la 2.679.188,1 lei la 1.954.532,3 lei. Veniturile obținute din autoconsum sunt considerabil mai mari în comparație cu scenariul fără baterie (S2 - PV), fiind maxime în varianta V4 (570.799,6 lei). Acestea evidențiază rolul bateriei în creșterea autoconsumului și reducerea dependenței de rețea. Veniturile totale din autoconsum și din livrarea energiei în rețea sunt, de asemenea, mai mari datorită flexibilității oferite de stocare. De exemplu, varianta V3 generează venituri totale de 440.883,6 lei, iar varianta V4 atinge un maxim de 588.069,1 lei. Aceste rezultate subliniază că variantele cu tarife mai mari sau diferențiate optimizează beneficiile financiare ale comunității.



Analiza comparativă a costurilor veniturilor și a costurilor cu energia electrică sunt reprezentate în Figura.



**Figura 29.** Analiza comparativă a veniturilor și costurilor cu energia electrică în scenariul S2 – BESS

Pentru fiecare variantă s-au calculat indicatorii economici pe întreaga durată a proiectului de 25 de ani în scenariul S2 – BESS.

**Tabelul 27.** Indicatorii economici pentru scenariul S2 - BESS utilizând variantele tarifare V1 – V5

| Varianta | NPV<br>(lei) | IRR    | PBP<br>(ani) | PI   | LCOE | ENR<br>(lei) | ROI     |
|----------|--------------|--------|--------------|------|------|--------------|---------|
| V1       | 1.482.727,7  | 8,21%  | 10,26        | 1,64 | 0,45 | 5.418.338,9  | 232,73% |
| V2       | 1.107.236,6  | 11,20% | 8,13         | 1,48 | 0,41 | 6.805.176,4  | 292,30% |
| V3       | 2.153.871,6  | 15,38% | 6,21         | 1,93 | 0,41 | 8.885.432,8  | 381,66% |
| V4       | 3.898.263,2  | 21,99% | 4,45         | 2,67 | 0,41 | 12.352.526,9 | 530,58% |
| V5       | 1.496.500,3  | 12,79% | 7,29         | 1,64 | 0,41 | 7.578.863,7  | 325,54% |

Rezultatele obținute în acest scenariu arată că instalarea unui parc fotovoltaic cu o putere de 250 kWp **aduce beneficii importante pentru comunitate**, reducând semnificativ costurile cu energia și generând venituri suplimentare din producția locală de electricitate.

**Costurile anuale cu energia cumpărată din rețea scad clar** după formarea comunității. De exemplu, în varianta tarifară V1, costul scade de la **1.280.203,2 lei** la **1.062.693,8 lei**, iar în varianta V4 – cea mai performantă – scăderea este de la **2.679.188,1 lei** la **2.154.739,1 lei**. Acest lucru se datorează faptului că o parte importantă din energia necesară este produsă chiar în cadrul comunității, reducând dependența de furnizorii externi.

Pe lângă această reducere, **comunitatea obține venituri importante** din folosirea energiei produse local (autoconsum) și din vânzarea surplusului în rețea. Varianta V4, care beneficiază de cele mai mari tarife, generează cele mai mari venituri: **417.904,8 lei**. În schimb, variantele cu tarife

mai mici – cum este V1 – obțin venituri mai modeste (**206.111,0 lei**), dar mențin costuri finale mai scăzute.

Privind întreaga durată de viață a proiectului, de **25 de ani**, diferențele între variantele tarifare devin evidente.

**Varianta V3** este de asemenea o opțiune foarte solidă, cu un NPV de **1.858.035,8 lei** și o IRR de **22,63%**, fiind recomandată celor care doresc **un echilibru între investiție și beneficii**.

**Variantele V1 și V2** sunt mai accesibile, cu **costuri mai mici**, dar și cu **rentabilitate ceva mai redusă**. Chiar și așa, ele rămân opțiuni sigure, cu NPV-uri pozitive și ROI-uri de peste **300%**.

**Varianta V5**, care presupune tarife diferențiate în funcție de momentul zilei, oferă un compromis între venituri și flexibilitate. ROI-ul său este de **390,51%**, mai mic decât cel al variantei V4, dar totuși atractiv pentru un proiect de acest tip.

În concluzie, **toate variantele tarifare fac ca proiectul să fie profitabil**, dar **V3 și V4 sunt cele mai avantajoase**, oferind câștiguri mari, recuperare rapidă a investiției și o performanță financiară remarcabilă. **V1 și V2** sunt recomandate pentru comunități care doresc **costuri mai mici**, iar **V5** este potrivită pentru cei care vor **un echilibru între tarif, cost și venituri**.

### B.2.3. Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5

Costul inițial al investiției calculat per consumator (CAPEX per membru) în scenariul S2 - BESS în ipoteza în care costurile sunt suportate de comunitate și nu sunt 100% nerambursabile este de 5.452,3 lei. În tabelul de mai jos sunt centralizate beneficiile membrilor comunității pentru acest scenariu.

**Tabelul 28.** Indicatori anuali per membru calculați pentru variantele V1-V5 în scenariul S2 - BESS

| Varianta | Înainte de formarea comunității                                             | După formarea comunității                                                      |                                                                      |                                                                                              |                                                         |                                                                      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|          | Costul inițial cu energia electrică<br>InitialPayment <sub>m</sub><br>(lei) | Costul înainte de redistribuirea beneficiilor<br>Payment <sub>m</sub><br>(lei) | Beneficii primite în urma redistribuirii<br>VS <sub>m</sub><br>(lei) | Cost final suportat de membru pentru energia consumată<br>FinalPayment <sub>m</sub><br>(lei) | Gradul de economisire<br>CostSaving <sub>m</sub><br>(%) | Rentabilitatea participării la comunitate<br>ROI <sub>m</sub><br>(%) |
| V1       | 2.998,1                                                                     | 2.273,7                                                                        | 19,43                                                                | 2.254,3                                                                                      | 24,81%                                                  | 232,73%                                                              |
| V2       | 3.801,3                                                                     | 2.742,6                                                                        | 23,64                                                                | 2.718,9                                                                                      | 28,48%                                                  | 292,30%                                                              |
| V3       | 4.729,0                                                                     | 3.445,8                                                                        | 29,94                                                                | 3.415,8                                                                                      | 27,77%                                                  | 381,66%                                                              |

|           |                |         |       |         |        |         |
|-----------|----------------|---------|-------|---------|--------|---------|
| <b>V4</b> | <b>6.274,5</b> | 4.617,8 | 40,44 | 4.577,4 | 27,05% | 530,58% |
| <b>V5</b> | <b>3.623,7</b> | 2.665,1 | 24,69 | 2.640,5 | 27,13% | 325,54% |

Rezultatele pentru scenariul S2 - BESS, prezentate în Tabelul 28, oferă o perspectivă clară asupra beneficiilor economice obținute de membrii comunității, comparând costurile înainte și după implementarea sistemului de stocare pentru cele cinci variante tarifare V1-V5.

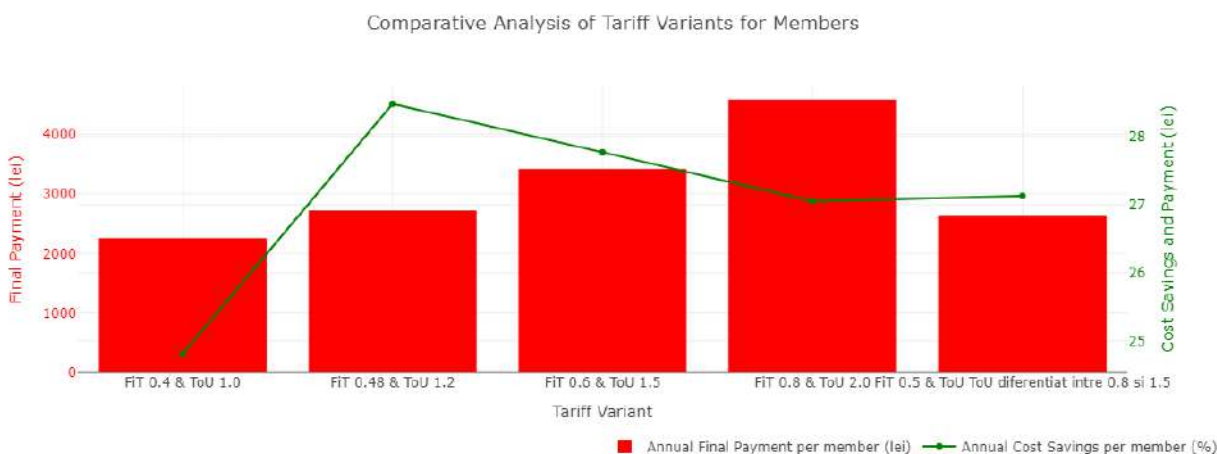
Costul inițial al energiei electrice per membru scade semnificativ după formarea comunității. De exemplu, pentru varianta V1, costul final suportat de membru scade de la 2.998,1 lei la 2.254,3 lei, iar pentru varianta V4, costul final scade de la 6.274,5 lei la 4.577,4 lei. Această reducere reflectă beneficiile directe ale stocării energiei și redistribuirii veniturilor.

Beneficiile redistribuite anual per membru contribuie la reducerea costurilor suportate de fiecare membru, având valori cuprinse între 19,43 lei în varianta V1 și 40,44 lei în varianta V4. Acest mecanism asigură o distribuție echitabilă a beneficiilor rezultate din utilizarea eficientă a energiei stocate și regenerabile.

Gradul de economisire variază între 24,81% în varianta V1 și 28,48% în varianta V2, demonstrând eficiența sistemului de stocare în reducerea costurilor pentru membrii comunității. Variantele V3, V4 și V5 prezintă un grad de economisire de aproximativ 27%, ceea ce subliniază consistența beneficiilor generate.

Varianta V4, cu un ROI de 530,58%, este cea mai profitabilă, indicând că membrii care aleg această variantă beneficiază de cea mai mare valoare pentru investiția lor. Varianta V3, cu un ROI de 381,66%, și varianta V2, cu un ROI de 292,30%, sunt, de asemenea, atractive din perspectiva rentabilității. Varianta V1, deși are un ROI mai mic (232,73%), rămâne profitabilă și reprezintă o opțiune accesibilă pentru membrii cu costuri inițiale mai reduse.

Pentru cele 5 variante de tarifare sunt reprezentate comparativ costurile finale cu energia electrică și gradul de economisire.



**Figura 30.** Analiza comparativă a costurilor finale și a gradului de economisire per membru în scenariul S2 – BESS

Analiza comparativă arată că scenariul S2 - BESS oferă economii semnificative și o rentabilitate ridicată pentru membrii comunității, indiferent de varianta tarifară aleasă. Totuși, variantele V3 și V4 se remarcă prin combinația optimă între economii și rentabilitate, în timp ce variantele V1 și V2 sunt mai accesibile din perspectiva costurilor. Varianta V5 oferă un echilibru între costuri și beneficii, fiind o soluție potrivită pentru membrii care doresc stabilitate financiară și avantaje pe termen lung. Aceste rezultate confirmă impactul pozitiv al integrării unui sistem de stocare asupra viabilității economice și sustenabilității comunității.

## IX. ANALIZA PARAMETRILOR ECONOMICI SPECIFICI SCENARIULUI III

### C.1. Scenariul S3 - PV

Acest scenariul (S3 – PV) se referă la instalarea unui **parc fotovoltaic de 1MWp** al cărui cost inițial (CAPEX) este estimat la 3.220.000,0 lei. Estimarea este realizată pe baza CAPEX din scenariul S1.

Pentru costurile operaționale (mentenanță, licențe software, management și administrare comunitate) considerăm OPEX similar cu cel din scenariul S1, aproximativ 5000 lei/lună.

**Tabelul 29.** Parametrii considerați în analiza scenariului S3 - PV sunt centralizați în tabelul următor:

| Nr. Crt. | Parametru                               | Valoare         |
|----------|-----------------------------------------|-----------------|
| 1        | CAPEX sistem fotovoltaic 1000 kWp       | 3.220.000,0 lei |
| 2        | OPEX                                    | 5.000 lei/lună  |
| 3        | Rata de actualizare (discount rate - r) | 3%              |
| 4        | Rata de degradare anuală (d)            | 0,5%            |
| 5        | Durata totală a proiectului             | 25 ani          |
| 6        | Costuri cu echilibrarea                 | 0.03 lei/kWh    |

Pentru perioada analizată (ianuarie-decembrie 2021), pe baza valorilor de consum și generare, se obțin următoarele venituri și costuri. Tarifele ToU și FiT sunt considerate cele din prima variantă analizată, respectiv ToU= 1 leu/kWh și FiT=0,4 lei kWh.

**Tabelul 30.a.** Energia generată și consumul total în anul 2021 în scenariul S3 - PV

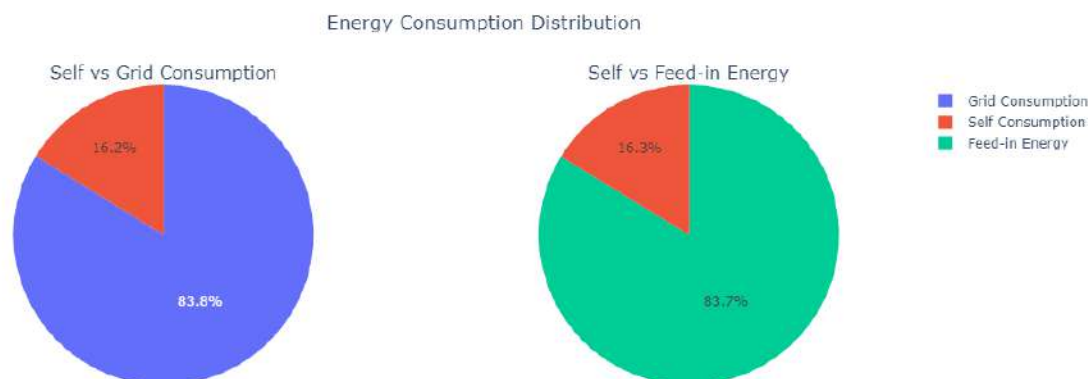
| Energie generată (kWh) | Consum (kWh) | Autoconsum (kWh) | Energie injectată în rețea (kWh) | Consum din rețea (kWh) |
|------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|------------------------|
| 1.313.736,8            | 1.319.797,0  | 213.747,4        | 1.099.989,4                      | 1.106.049,6            |

**Tabelul 30.b.** Costurile și veniturile înregistrate în anul 2021 în scenariul S3 - PV

| Cost energie consumată din rețea | Venit din autoconsum | Venit din energia injectată în rețea | Venit total | Plăți finale |
|----------------------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------|--------------|
|----------------------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------|--------------|

|             |           |           |           |           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| (lei)       | (lei)     | (lei)     | (lei)     | (lei)     |
| 1.072.868,1 | 191.303,9 | 406.996,1 | 598.300,0 | 665.872,0 |

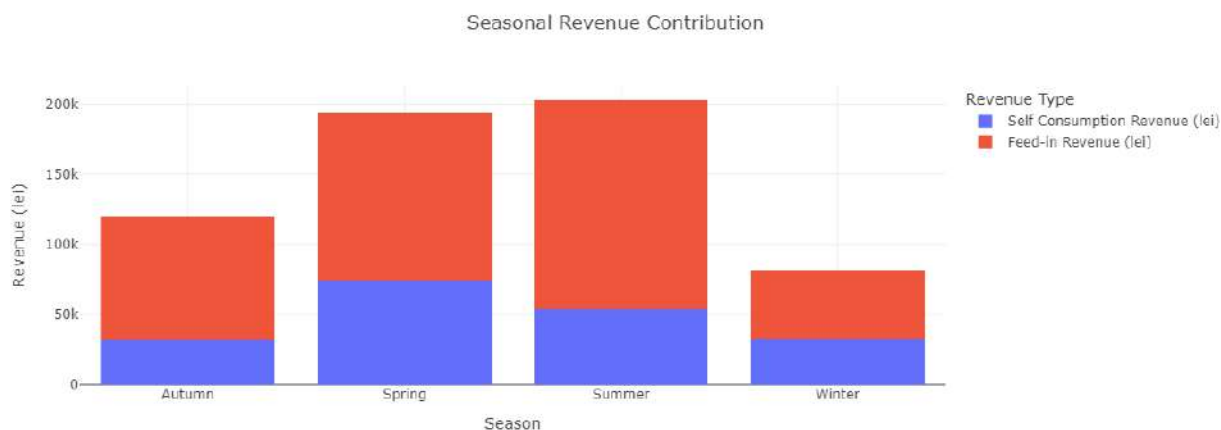
Consumul comunității este acoperit în proporție de doar 16,2% din energia generată de parcul fotovoltaic, iar din aceasta 16,3% este utilizată pentru auto-consum și 83,7% este livrată în rețea (Figura 31).

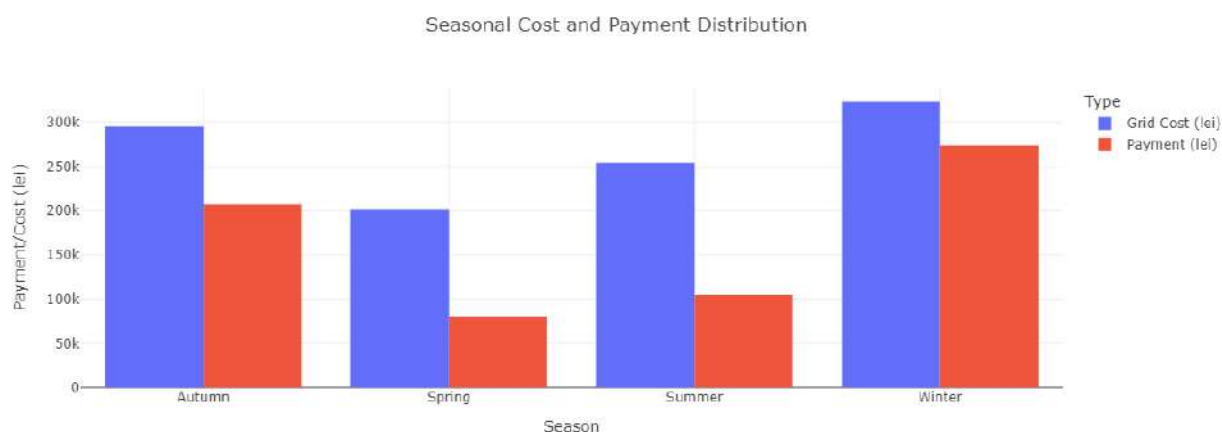


**Figura 31.** Distribuția energiei generate de parcul fotovoltaic în scenariul S3 - PV

### ***C.1.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică***

Analizând distribuția sezonieră a veniturilor din autoconsum și din energia injectată în rețea (Figura 32) se constată că lunile de primăvară și vară înregistrează cele mai mari venituri, aproximativ 66% din totalul veniturilor din perioada respectivă. Distribuția veniturilor totale pe sezoane este: toamna –19,93%; primăvara – 32,47%; vara – 33,96%; iarna – 13,62%.





**Figura 32.** Distribuția sezonieră a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul S3 - PV

În ceea ce privește distribuția cheltuielilor finale (*payment*), diferențele între sezoane sunt mai mari, după cum urmează: toamna – 31,09%; primăvara – 12,11%; vara – 15,68%; iarna – 41,10%.

Distribuția lunară a cheltuielilor și veniturilor este reprezentată în Figura 33.



**Figura 33.** Distribuția lunară a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul S3 - PV

Se remarcă faptul că, în lunile de primăvară și vară, când producția fotovoltaică atinge niveluri maxime, plățile finale pentru energia electrică scad semnificativ datorită veniturilor generate din livrarea surplusului de energie în rețea.

### C.1.2. Analiza indicatorilor economici

Principalii indicatori economici pentru acest scenariu, în varianta în care ToU și FiT au valori fixe (1 leu/kWh, respectiv 0,4 lei/kWh) sunt centralizați în tabelul următor.

**Tabelul 31.** Indicatorii economici pentru scenariul S3 - PV, varianta V1 pe durata proiectului de 25 ani

| Indicator                       | Valoare          |
|---------------------------------|------------------|
| Net Present Value (NPV)         | 5.626.763,8 lei  |
| Internal Rate of Return (IRR)   | 15,79%           |
| Payback Period (PBP)            | 6,07 ani         |
| Profitability Index (PI)        | 2,55             |
| Levelized Cost of Energy (LCOE) | 0,85 lei/kWh     |
| Energy Net Revenue (ENR)        | 12.593.526,7 lei |
| Return on Investment (ROI)      | 391,10%          |

Valoarea netă actualizată (NPV) de 5.626.763,8 lei indică faptul că proiectul generează un câștig financiar substanțial pe durata sa, demonstrând viabilitatea economică. Rata internă de rentabilitate (IRR) de 15,79% arată că investiția este atractivă și robustă din punct de vedere economic.

Perioada de recuperare a investiției (PBP) de 6,07 ani este relativ scurtă pentru un proiect de această dimensiune, subliniind faptul că în acest scenariu comunitatea își poate recupera rapid capitalul investit și pot beneficia de câștiguri pe termen lung. Indicele de profitabilitate (PI) de 2,55 reflectă o utilizare eficientă a resurselor.

Costul nivelat al energiei (LCOE) de 0,85 lei/kWh, deși mai mare comparativ cu scenariile anterioare, este competitiv și justificabil având în vedere dimensiunea parcului fotovoltaic. Venitul net din energie (ENR) de 12.593.526,7 lei subliniază potențialul de generare a unor venituri semnificative pe durata proiectului.

Rata de rentabilitate a investiției (ROI) de 391,10% indică faptul că proiectul generează câștiguri de aproape patru ori mai mari decât costurile inițiale, fiind extrem de profitabil.

### C.1.3. Analiza beneficiilor membrilor comunității

În acest scenariu costul inițial al investiției calculat per consumator (CAPEX per membru) în ipoteza în care costurile sunt suportate de comunitate și nu sunt 100% nerambursabile este de 7540,98 lei.

Pentru varianta în care se utilizează tarifele fixe (varianta V1) au rezultat următorii indicatori:

**Tabelul 32.** Indicatorii anuali calculați ca valoare medie per membru în scenariul S3 - PV

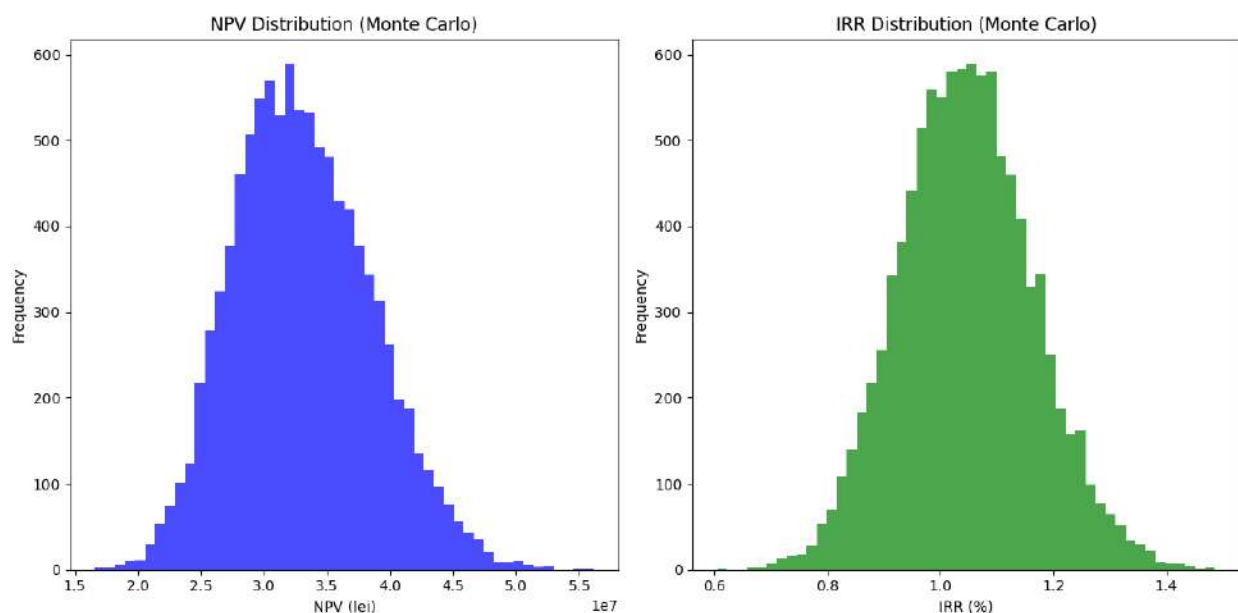
| Indicator calculat pe membru | Valoare |
|------------------------------|---------|
|------------------------------|---------|

|                                                                              |             |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Costul inițial anual (fără parc fotovoltaic) - InitialPaymentm               | 2.998,1 lei |
| Costul anual înainte de redistribuirea beneficiilor - Paymentm               | 2.512,6 lei |
| Beneficii anuale primite în urma redistribuirii - VSm                        | 953,2 lei   |
| Cost final anual suportat de membru pentru energia consumată - FinalPaymentm | 1.559,4 lei |
| Gradul de economisire - CostSavingm                                          | 47,99%%     |
| Rentabilitatea participării la comunitate - ROIIm                            | 391,10%     |

După instalarea parcului, costul anual suportat de membru înainte de redistribuirea beneficiilor scade la 2.512,6 lei, reflectând reducerea dependenței de energia furnizată de rețea prin utilizarea energiei produse local. Redistribuirea beneficiilor generate de surplusul de energie aduce fiecărui membru un avantaj anual semnificativ de 953,2 lei. Această redistribuire contribuie direct la reducerea costurilor finale suportate de fiecare membru. Astfel, costul final anual suportat de membru pentru energia consumată ajunge la 1.559,4 lei, marcând o reducere considerabilă față de costul inițial. Gradul de economisire atinge 47,99%, evidențiind eficiența economică a proiectului și avantajele directe pentru membrii comunității. Rentabilitatea participării la comunitate este de 391,10%, ceea ce demonstrează că membrii obțin un câștig de aproape patru ori mai mare decât investiția lor inițială. Acest indicator subliniază atractivitatea financiară a proiectului și justifică integrarea parcului fotovoltaic pentru reducerea cheltuielilor cu energia electrică.

#### ***C.1.4. Analiza de risc pentru scenariul***

Prin aplicarea metodei Monte Carlo se obțin următoarele distribuții ale indicatorilor NPV și IRR (Figura 34).



**Figura 34.** Distribuția indicatorilor NPV și IRR în analiza Monte Carlo în scenariul S3 - PV



Distribuția NPV este concentrată în jurul unei valori pozitive, situată între aproximativ 2,5 și 4 milioane de lei, ceea ce sugerează că proiectul este profitabil în toate scenariile simulate. Probabilitatea unui NPV pozitiv este de 100%, indicând că, indiferent de variațiile introduse în generare, tarife sau costuri operaționale, proiectul își păstrează viabilitatea economică. Distribuția IRR prezintă valori cuprinse între aproximativ 0,8% și 1,2%, cu o medie de aproximativ 1,1%. Chiar și în cele mai nefavorabile scenarii, precum creșterea costurilor operaționale cu 10% sau reducerea producției energetice concomitent cu o majorare a tarifelor cu 10%, rata internă de rentabilitate rămâne pozitivă. Acest lucru subliniază reziliența proiectului în fața unor condiții economice mai puțin favorabile. Analiza de risc confirmă că proiectul este extrem de sigur, având un NPV pozitiv în toate simulările efectuate. Riscurile asociate sunt reduse, iar variațiile în parametrii critici, precum generarea, tarifele sau costurile, au un impact limitat asupra viabilității financiare. Intervalul restrâns al valorilor IRR indică o stabilitate și o consistență ridicată a performanței financiare, consolidând încrederea în succesul proiectului pe termen lung.

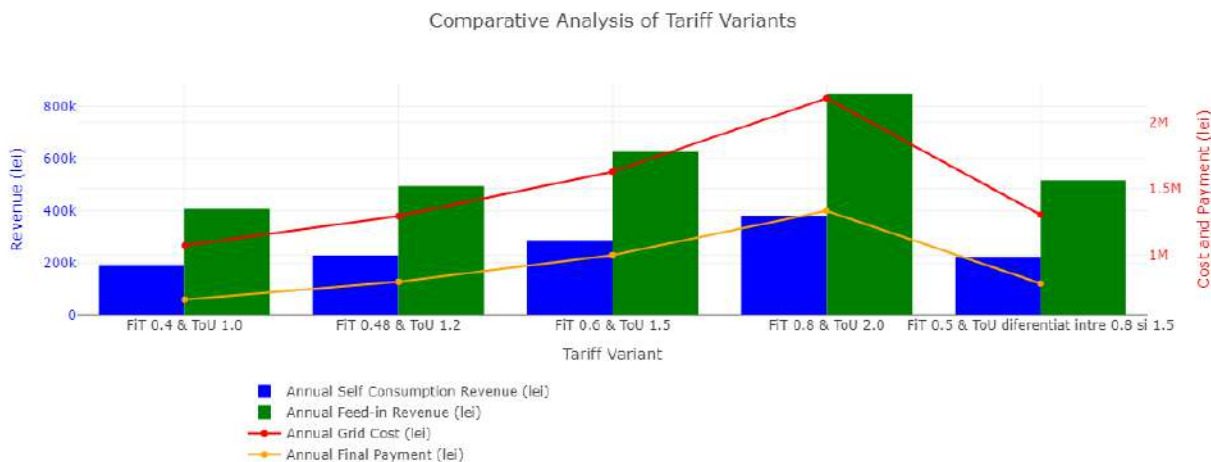
#### ***C.1.5. Analize de sensibilitate - Analize la nivelul comunității***

S-au utilizat variantele tarifare V1-V5 din Tabelul 6. Cheltuielile și veniturile anuale la nivelul comunității pentru fiecare variantă din scenariul S3 – PV sunt centralizate în tabelul următor:

**Tabelul 33.** Cheltuielile și veniturile anuale înregistrate la nivelul comunității în scenariul S3 - PV pentru variantele V1 – V5

| <b>Variant<br/>a</b> | <b>Înainte de<br/>formarea<br/>comunității</b>                              | <b>După formarea comunității</b>                                               |                                                                    |                                                                                        |                                  |                                                                             |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                      | <b>Cost<br/>inițial cu<br/>energia<br/>electrică<br/>GridCost<br/>(lei)</b> | <b>Costul cu<br/>energia<br/>furnizată<br/>de rețea<br/>GridCost<br/>(lei)</b> | <b>Venit din<br/>autoconsum<br/>SelfConsReven<br/>ue<br/>(lei)</b> | <b>Venit din<br/>livrarea<br/>energiei în<br/>rețea<br/>FeedReven<br/>ue<br/>(lei)</b> | <b>Venit<br/>total<br/>(lei)</b> | <b>Cost final<br/>cu energia<br/>electrică<br/>PaymentE<br/>C<br/>(lei)</b> |
| <b>V1</b>            | <b>1.280.203,2</b>                                                          | 1.072.868,2                                                                    | 191.303,9                                                          | 406.996,1                                                                              | 598.300,0                        | <b>665.872,1</b>                                                            |
| <b>V2</b>            | <b>1.623.350,4</b>                                                          | 1.294.078,1                                                                    | 229.564,7                                                          | 494.995,3                                                                              | 724.560,0                        | <b>799.082,8</b>                                                            |
| <b>V3</b>            | <b>2.019.289,5</b>                                                          | 1.625.893,0                                                                    | 286.955,9                                                          | 626.994,0                                                                              | 913.949,9                        | <b>998.899,0</b>                                                            |
| <b>V4</b>            | <b>2.679.188,1</b>                                                          | 2.178.917,8                                                                    | 382.607,9                                                          | 846.991,9                                                                              | 1.229.599,8                      | <b>1.331.925,9</b>                                                          |
| <b>V5</b>            | <b>1.547.305,6</b>                                                          | 1.303.440,8                                                                    | 223.998,1                                                          | 516.995,1                                                                              | 740.993,2                        | <b>786.445,7</b>                                                            |

Analiza comparativă a veniturilor și costurilor cu energia electrică în scenariul S3 - PV sunt reprezentate în Figura 35.



**Figura 35.** Analiza comparativă a veniturilor și costurilor cu energia electrică în scenariul S3 - PV

După formarea comunității, costurile cu energia furnizată de rețea scad semnificativ față de situația inițială, indicând reducerea dependenței de rețea prin utilizarea energiei produse local. De exemplu, pentru varianta V1, costul scade de la 1.280.203,2 lei la 665.872,1 lei, iar pentru varianta V4, de la 2.679.188,1 lei la 1.331.925,9 lei. Veniturile totale, obținute din autoconsum și livrarea surplusului de energie în rețea, sunt cele mai mari în variantele V3 și V4, datorită tarifelor mai mari sau diferențiate. De exemplu, varianta V4 generează venituri totale de 1.229.599,8 lei, iar V3 atinge 913.949,9 lei. Aceste variante maximizează beneficiile financiare pentru comunitate prin valorificarea energiei produse la tarife mai avantajoase.

Pentru fiecare variantă s-au calculat indicatorii economici pe întreaga durată a proiectului de 25 de ani:

**Tabelul 34.** Indicatorii economici pentru scenariul S3 - PV utilizând variantele tarifare V1 – V5

| Varianta | NPV<br>(lei) | IRR    | PBP<br>(ani) | PI   | LCOE | ENR<br>(lei) | ROI     |
|----------|--------------|--------|--------------|------|------|--------------|---------|
| V1       | 5.626.763,8  | 15,79% | 6,07         | 2,75 | 0,85 | 12.593.526,7 | 391,10% |
| V2       | 3.979.283,9  | 19,90% | 4,9          | 2,24 | 0,77 | 15.567.699,8 | 483,47% |
| V3       | 6.038.972,5  | 25,91% | 3,8          | 2,88 | 0,77 | 20.028.959,5 | 622,02% |
| V4       | 9.471.786,8  | 35,78% | 2,77         | 3,94 | 0,77 | 27.464.392,4 | 852,93% |
| V5       | 4.158.001,2  | 20,43% | 4,78         | 2,29 | 0,77 | 15.954.799,2 | 495,49% |

Analiza indicatorilor economici pentru o perioadă de 25 de ani evidențiază diferențe semnificative între variantele tarifare. Varianta V4 se remarcă prin cea mai bună performanță, având un NPV de 9.471.786,8 lei, o IRR de 35,78% și o perioadă de recuperare a investiției (PBP) de doar 2,77 ani. Aceste rezultate subliniază eficiența economică maximă și timpul foarte scurt necesar pentru

recuperarea investiției. De asemenea, ROI de 852,93% confirmă rentabilitatea excepțională a acestei variante. Varianta V3 prezintă, de asemenea, o performanță foarte bună, cu un NPV de 6.038.972,5 lei, o IRR de 25,91% și un PBP de 3,8 ani, fiind o opțiune echilibrată între rentabilitate și accesibilitate. Variantele V2 și V5 oferă, de asemenea, performanțe solide, cu NPV-uri de 3.979.283,9 lei și 4.158.001,2 lei, și ROI-uri de 483,47%, respectiv 495,49%. Acestea reprezintă opțiuni potrivite pentru comunitățile care prioritizează un echilibru între costuri și beneficii.

Varianta V1, deși mai accesibilă, are o performanță economică relativ mai modestă în comparație cu celelalte variante. Cu un NPV de 5.626.763,8 lei, un ROI de 391,10% și un PBP de 6,07 ani, aceasta oferă o soluție mai puțin costisitoare, dar cu beneficii financiare mai moderate.

### C.1.6 Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5

Din punctul de vedere al beneficiilor repartizate membrilor comunității, au fost calculate valorile anuale ale următorilor indicatori per membru:

**Tabelul 35.** Indicatori anuali per membru calculați în scenariul S3 - PV pentru variantele V1-V5

| Varianta | Înainte de formarea comunității                                 | După formarea comunității                                          |                                                          |                                                                                  |                                              |                                                           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|          | Costul inițial cu energia electrică<br>InitialPaymentm<br>(lei) | Costul înainte de redistribuirea beneficiilor<br>Paymentm<br>(lei) | Beneficii primite în urma redistribuirii<br>VSm<br>(lei) | Cost final suportat de membru pentru energia consumată<br>FinalPaymentm<br>(lei) | Gradul de economisire<br>CostSavingsm<br>(%) | Rentabilitatea participării la comunitate<br>ROIsm<br>(%) |
| V1       | 2.998,1                                                         | 2.512,6                                                            | 953,2                                                    | 1.559,4                                                                          | 47,99%                                       | 391,10%                                                   |
| V2       | 3.801,8                                                         | 3.030,6                                                            | 1.159,2                                                  | 1.871,4                                                                          | 50,78%                                       | 483,47%                                                   |
| V3       | 4.729,0                                                         | 3.807,7                                                            | 1.468,4                                                  | 2.339,3                                                                          | 50,53%                                       | 622,02%                                                   |
| V4       | 6.274,5                                                         | 5.102,9                                                            | 1.983,6                                                  | 3.119,3                                                                          | 50,29%                                       | 852,93%                                                   |
| V5       | 3.623,7                                                         | 3.052,6                                                            | 1.210,8                                                  | 1.841,8                                                                          | 49,17%                                       | 495,49%                                                   |

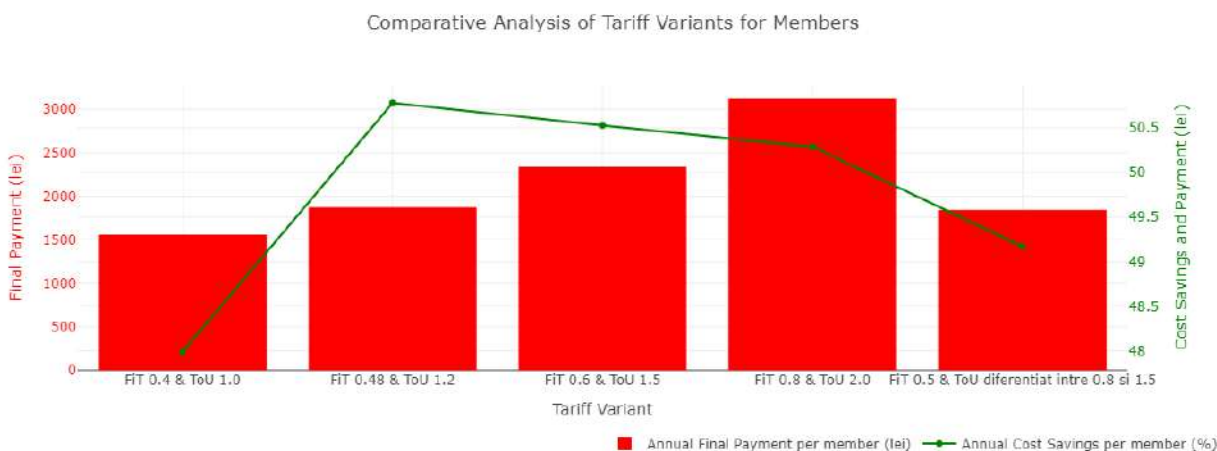
Costul inițial cu energia electrică per membru scade considerabil după formarea comunității și redistribuirea beneficiilor. De exemplu, în varianta V1, costul final suportat de membru scade de la 2.998,1 lei la 1.559,4 lei, iar în varianta V4, costul scade de la 6.274,5 lei la 3.119,3 lei. Aceste reduceri subliniază impactul direct al parcului fotovoltaic asupra costurilor energetice individuale.

Beneficiile redistribuite anual per membru sunt maxime în varianta V4 (1.983,6 lei) datorită veniturilor mai mari generate din livrarea surplusului de energie în rețea și din autoconsum. Chiar și în variantele cu venituri mai mici, cum ar fi V1, beneficiile redistribuite rămân semnificative (953,2 lei), contribuind la reducerea costurilor finale.

Gradul de economisire reflectă reducerile procentuale ale costurilor energetice pentru membrii comunității. Acesta variază între 47,99% în varianta V1 și 50,78% în varianta V2, indicând eficiența economică ridicată a proiectului pentru toate variantele. Variantele V3, V4 și V5 oferă, de asemenea, economii consistente, cu valori ale gradului de economisire de aproximativ 50%.

Rentabilitatea participării la comunitate este cel mai mare în varianta V4 (852,93%), ceea ce demonstrează că această variantă maximizează beneficiile financiare pentru membrii comunității. Varianta V3, cu un ROI de 622,02%, oferă o combinație atractivă între rentabilitate și costuri accesibile. Variantele V2 și V5 prezintă ROI-uri de 483,47% și 495,49%, respectiv, fiind opțiuni echilibrate pentru membrii care doresc economii consistente și rentabilitate bună. Varianta V1, deși are un ROI mai modest (391,10%), rămâne o opțiune viabilă pentru membrii cu un buget inițial mai mic.

Pentru cele 5 variante de tarificare sunt reprezentate comparativ costurile finale cu energia electrică și gradul de economisire în scenariul S3 - PV (Figura 36).



**Figura 36.** Analiza comparativă a costurilor finale și a gradului de economisire per membru în scenariul S3 - PV

Scenariul S3 - PV aduce beneficii financiare semnificative membrilor comunității, indiferent de varianta tarifară aleasă. Totuși, variantele V3 și V4 oferă cele mai mari beneficii economice, iar varianta V4 se remarcă prin gradul său maxim de rentabilitate. Variantele V2 și V5 oferă un echilibru între economii și rentabilitate, în timp ce varianta V1 este cea mai accesibilă, dar cu beneficii financiare mai moderate. Aceste rezultate confirmă impactul pozitiv al parcului fotovoltaic asupra reducerii cheltuielilor și creșterii sustenabilității economice pentru membrii comunității.

## C.2. Scenariul S3-BESS

Acest scenariu (**S3 – BESS**) se referă la instalarea unui **parc fotovoltaic de 1000kWp** și a unei **instalații de stocare (Battery Energy Storage – BESS) cu o capacitate de 3,5MWh și putere de 750kW** al căror cost inițial (CAPEX) este detaliat în tabelul următor:

**Tabelul 36.** Costuri inițiale pentru scenariul S3 - BESS

| Nr. Crt. | Parametru                                                    | Valoare                |
|----------|--------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1        | CAPEX sistem fotovoltaic 1000 kWp                            | 3.220.000,0 lei        |
| 2        | CAPEX sistem stocare 3,5 MWh/750kW (aprox. 250,000 Euro/MWh) | 4.375.000,0 lei        |
|          | <b>TOTAL CAPEX</b>                                           | <b>7.595.000,0 lei</b> |

Pentru perioada analizată (ianuarie-decembrie 2021), pe baza valorilor de consum și generare, se obțin următoarele venituri și costuri. Tarifele ToU și FiT sunt considerate cele din prima variantă analizată, respectiv ToU= 1 leu/kWh și FiT=0,4 lei kWh.

**Tabelul 37.a.** Energia generată și consumul total în anul 2021 în scenariul S3 - BESS

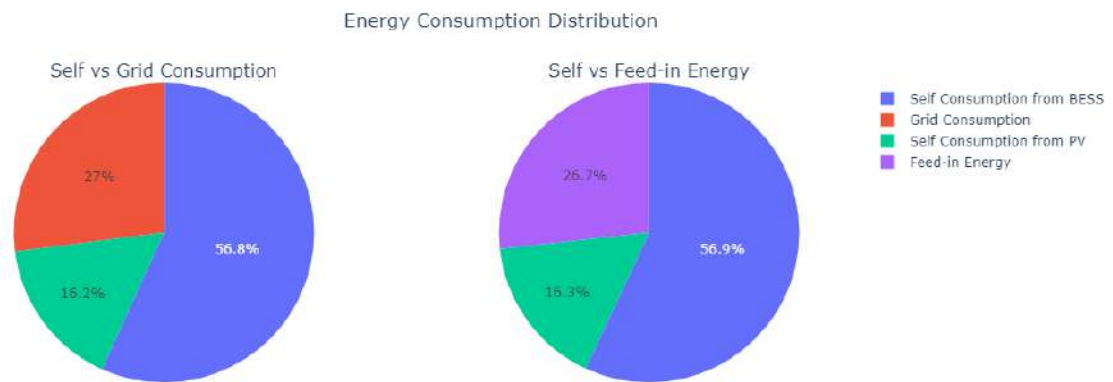
| Energie generată (kWh) | Consum (kWh) | Autoconsum (kWh) | Autoconsum PV (kWh) | Autoconsum BESS (kWh) | Energie injectată în rețea (kWh) | Consum din rețea (kWh) |
|------------------------|--------------|------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------|
| 1.313.736,8            | 1.319.797,0  | 963.183,8        | 213.747,4           | 749.436,4             | 350.204,9                        | 356.613,2              |

**Tabelul 37.b.** Costurile și veniturile înregistrate în anul 2021 în scenariul S3 - BESS

| Cost energie consumată din rețea (lei) | Venit din autoconsum (lei) | Venit din energia injectată în rețea (lei) | Venit total (lei) | Plăți finale (lei) |
|----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 345.914,8                              | 862.049,5                  | 129.575,8                                  | 991.625,4         | 216.338,9          |

Consumul comunității este acoperit în proporție de 73% din energia generată de parcul fotovoltaic și de instalația de stocare. Energia generată de parc este utilizată în proporție de 16,3% pentru

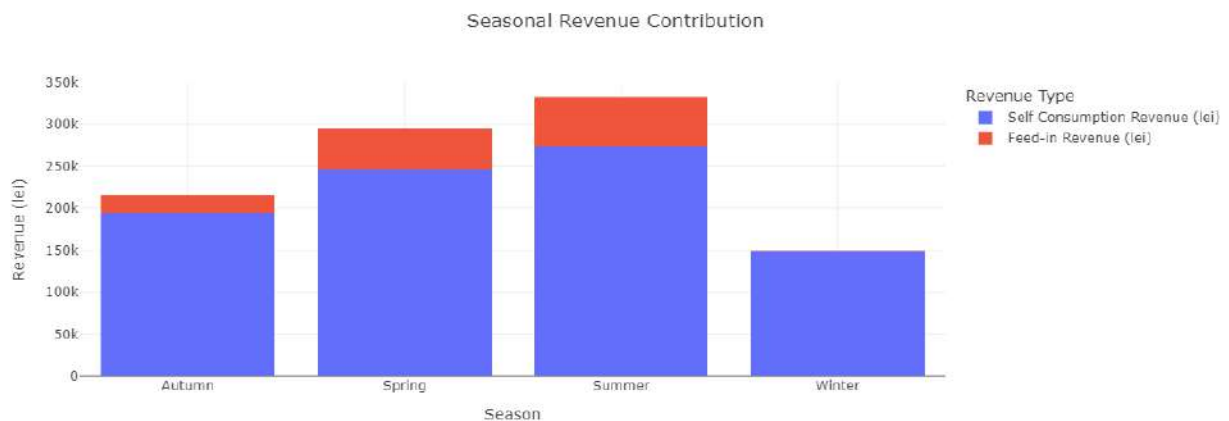
autoconsum, 56,9% pentru încărcarea bateriei și apoi asigurarea consumului și 26,7% este livrată în rețea (Figura 37).

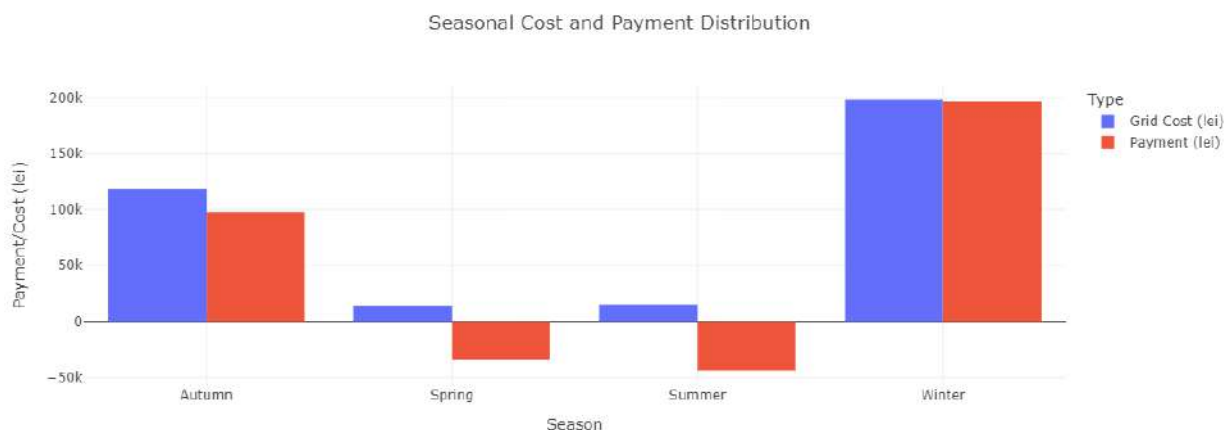


**Figura 37.** Distribuția energiei generate de parcul fotovoltaic în scenariul S3 - BESS

### ***C.2.1. Distribuția veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică***

Analizând distribuția sezonieră a veniturilor din autoconsum (sistem PV și BESS) și din energia injectată în rețea (Figura 38) se constată că lunile de primăvară și vară înregistrează cele mai mari venituri, aproximativ 66% din totalul veniturilor din perioada respectivă, menținându-se cota din scenariul S1 fără BESS. Distribuția veniturilor totale pe sezoane este: toamna – 21,67%; primăvara – 29,72%; vara – 33,56%; iarna – 15,03%.

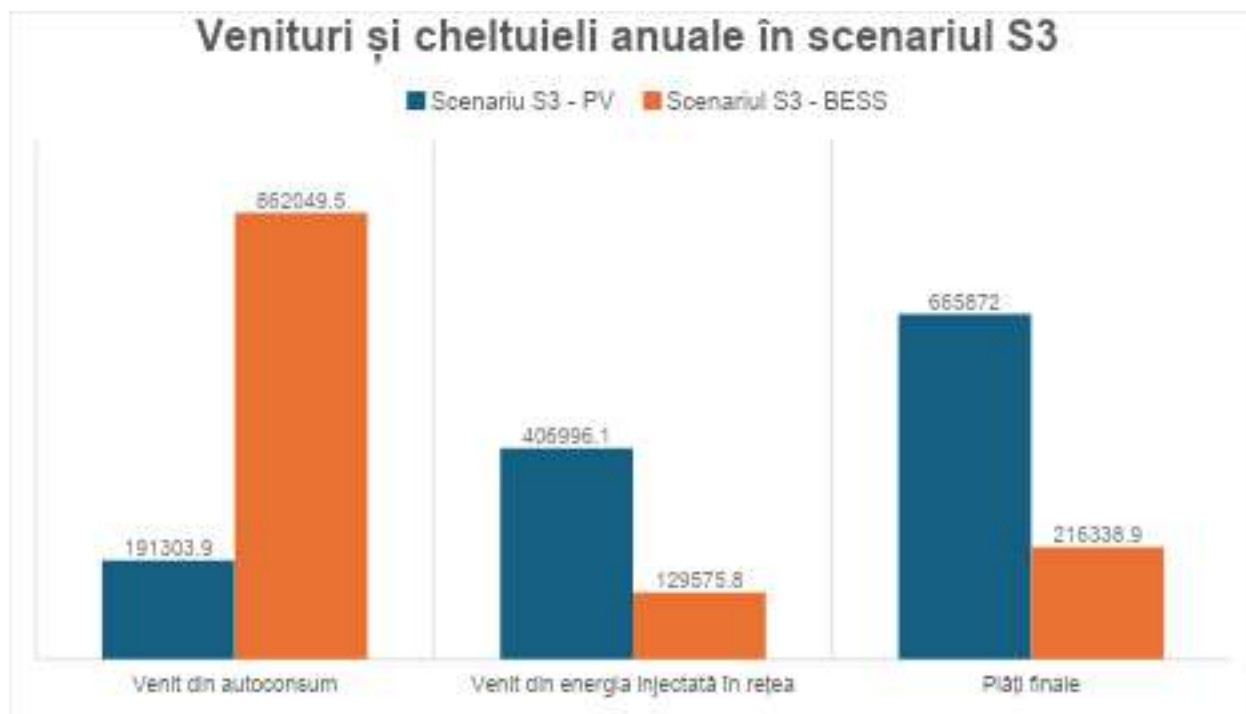




**Figura 38.** Distribuția sezonieră a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul în scenariul S3 - BESS

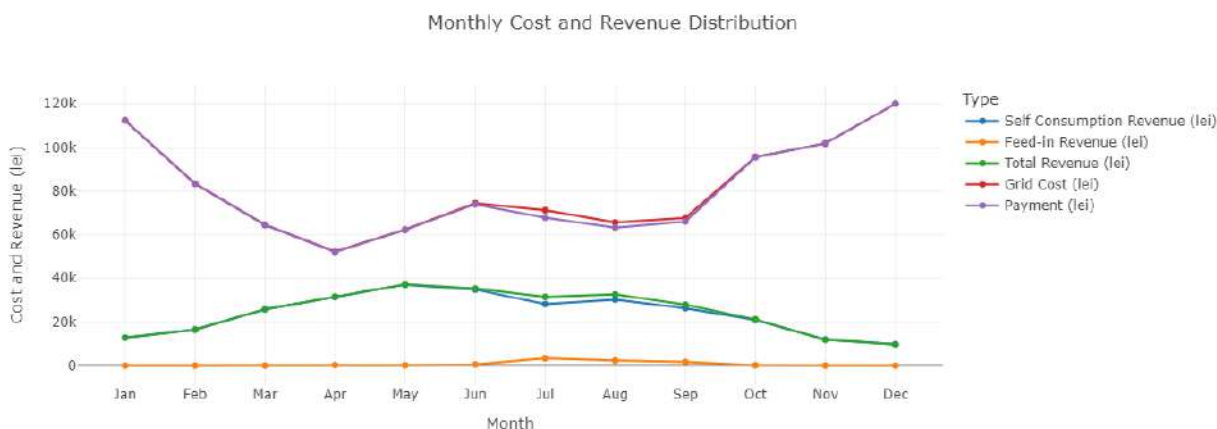
În ceea ce privește distribuția cheltuielilor finale (*payment*), în lunile de primăvară și vară comunitatea înregistrează un venit net din surplusul injectat în rețea, în timp ce în lunile de iarnă și toamnă sunt înregistrate cheltuieli cu energia consumată din rețea.

Față de scenariul anterior (S3 - PV) se constată o creștere a veniturilor totale de 166% și o scădere a cheltuielilor cu 68% (Figura 39).



**Figura 39.** Comparație între veniturile și cheltuielile înregistrate în cele 2 variante ale scenariului 3 (S3 – PV și S3 – BESS)

Distribuția lunară a cheltuielilor și veniturilor în scenariul S3 – BESS este reprezentată în Figura 40.



**Figura 40.** Distribuția lunară a veniturilor și cheltuielilor cu energia electrică în scenariul S3 – BESS

### C.2.2. Analize de sensibilitate. Analiza beneficiilor în scenariul S3 - BESS

Cheltuielile și veniturile anuale la nivelul comunității pentru fiecare variantă sunt centralizate în tabelul următor:

**Tabelul 38.** Cheltuielile și veniturile anuale înregistrate la nivelul comunității pentru variantele V1 – V5 în scenariul S3 - BESS

| Variant<br>a | Înainte de<br>formarea<br>comunității                           | După formarea comunității                                          |                                                         |                                                                           |                         |                                                                    |
|--------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|              | Cost<br>inițial cu<br>energia<br>electrică<br>GridCost<br>(lei) | Costul cu<br>energia<br>furnizată<br>de rețea<br>GridCost<br>(lei) | Venit din<br>autoconsum<br>SelfConsReven<br>ue<br>(lei) | Venit din<br>livrarea<br>energiei în<br>rețea<br>FeedReven<br>ue<br>(lei) | Venit<br>total<br>(lei) | Cost final<br>cu<br>energia<br>electrică<br>PaymentE<br>C<br>(lei) |

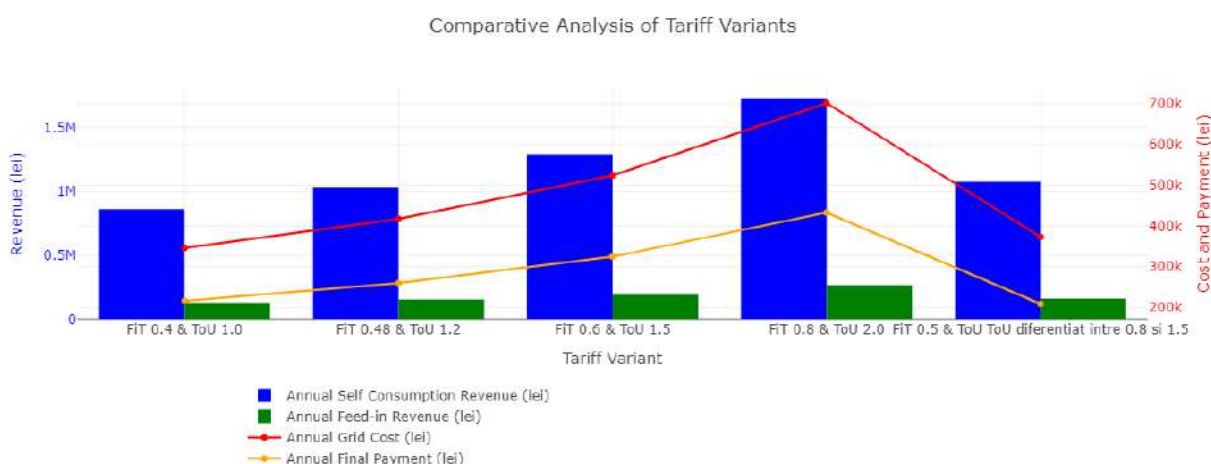


|           |                    |           |             |           |             |                  |
|-----------|--------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|------------------|
| <b>V1</b> | <b>1,280,203.2</b> | 345,914.8 | 862,049.6   | 129,575.8 | 991,625.4   | <b>216,339.0</b> |
| <b>V2</b> | <b>1,623,350.4</b> | 417,237.4 | 1,034,459.5 | 157,592.2 | 1,192,051.7 | <b>259,645.2</b> |
| <b>V3</b> | <b>2,019,289.5</b> | 524,221.4 | 1,293,074.4 | 199,616.8 | 1,492,691.2 | <b>324,604.6</b> |
| <b>V4</b> | <b>2,679,188.1</b> | 702,528.0 | 1,724,099.2 | 269,657.8 | 1,993,757.0 | <b>432,870.2</b> |
| <b>V5</b> | <b>1,547,305.6</b> | 373,137.0 | 1,076,742.4 | 164,596.3 | 1,241,338.7 | <b>208,540.6</b> |

Costurile cu energia furnizată de rețea scad drastic, datorită utilizării energiei stocate în baterie. De exemplu, în varianta V1, costurile scad de la 1.280.203,2 lei la doar 345.914,8 lei, iar în varianta V4, de la 2.679.188,1 lei la 702.528,0 lei. Aceste reduceri demonstrează eficiența bateriei în diminuarea dependenței de rețea. Veniturile din autoconsum sunt semnificativ mai mari datorită posibilității de stocare a surplusului energetic, fiind maxime în varianta V4 (1.724.099,2 lei). Veniturile din livrarea energiei în rețea completează această performanță, cu valori de până la 269.657,8 lei în aceeași variantă.

Venitul total combinat (autoconsum și feed-in) este cel mai mare în varianta V4 (1.993.757,0 lei), urmat de V3 (1.492.691,2 lei), ceea ce face ca aceste variante să fie cele mai profitabile pe termen lung. Costul final al energiei electrice este, de asemenea, cel mai redus în varianta V5 (208.540,6 lei), indicând o utilizare extrem de eficientă a energiei.

Analiza comparativă a costurilor veniturilor și a costurilor cu energia electrică sunt reprezentate în Figura 41.



**Figura 41.** Analiza comparativă a veniturilor și costurilor cu energia electrică în scenariul S3 - BESS

Pentru fiecare variantă s-au calculat indicatorii economici pe întreaga durată a proiectului de 25 de ani în scenariul S3 – BESS.

**Tabelul 39.** Indicatorii economici pentru scenariul S3 - BESS utilizând variantele tarifare V1 – V5

| Variantă | NPV (lei)    | IRR    | PBP (ani) | PI   | LCOE | ENR (lei)    | ROI     |
|----------|--------------|--------|-----------|------|------|--------------|---------|
| V1       | 7,754,518.9  | 10.93% | 8.31      | 2.02 | 0.38 | 21,858,680.0 | 287.80% |
| V2       | 3,083,254.3  | 13.87% | 6.81      | 1.41 | 0.36 | 26,579,912.4 | 349.97% |
| V3       | 5,925,032.8  | 18.08% | 5.36      | 1.78 | 0.36 | 33,661,761.1 | 443.21% |
| V4       | 10,661,330.3 | 24.86% | 3.96      | 2.4  | 0.36 | 45,464,842.3 | 598.62% |
| V5       | 3,549,137.1  | 14.57% | 6.52      | 1.47 | 0.36 | 27,740,914.6 | 365.25% |

Pe durata proiectului de 25 de ani, indicatorii economici arată o performanță variabilă între variantele tarifare. Varianta V4 se remarcă drept cea mai profitabilă, cu un NPV de 10.661.330,3 lei, o IRR de 24,86% și un ROI de 598,62%. Perioada de recuperare a investiției (PBP) de doar 3,96 ani subliniază faptul că această variantă maximizează beneficiile economice și minimizează timpul necesar pentru recuperarea investiției. Varianta V3 prezintă, de asemenea, performanțe excelente, cu un NPV de 5.925.032,8 lei și un ROI de 443,21%, fiind o opțiune atractivă pentru comunitățile care doresc un echilibru între costuri și beneficii. Variantele V1, V2 și V5 oferă rezultate solide, dar mai puțin impresionate comparativ cu V3 și V4. De exemplu, varianta V1, deși are un NPV de 7.754.518,9 lei, prezintă o IRR mai modestă de 10,93% și o perioadă de recuperare mai lungă (8,31 ani). Integrarea sistemului de stocare de 3,5 MWh/750 kW îmbunătățește semnificativ performanța economică a scenariului S3 - BESS. Varianta V4 este cea mai avantajoasă, oferind cele mai mari venituri, cea mai rapidă recuperare a investiției și un grad ridicat de rentabilitate. Varianta V3 este o alternativă excelentă, combinând profitabilitatea și eficiența. Variantele V1, V2 și V5, deși mai puțin performante, rămân profitabile și viabile pentru comunitate. Aceste rezultate subliniază importanța sistemelor de stocare pentru creșterea autonomiei energetice și maximizarea valorii energiei regenerabile.

### C.2.3. Beneficiile membrilor comunității în variantele V1 – V5

Costul inițial al investiției calculat per consumator (CAPEX per membru) în scenariul S3 - BESS în ipoteza în care costurile sunt suportate de comunitate și nu sunt 100% nerambursabile este de 17,786.9 lei. În tabelul de mai jos sunt centralizate beneficiile membrilor comunității pentru acest scenariu.

**Tabelul 40.** Indicatori anuali per membru calculați pentru variantele V1-V5 în scenariul S3 - BESS

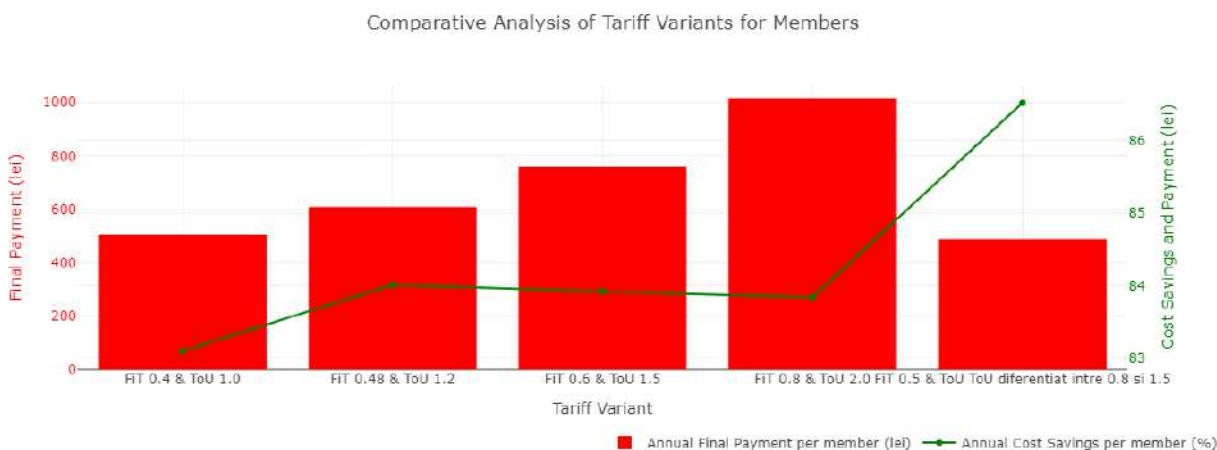
| Varianta | Înainte de formarea comunității                                 | După formarea comunității                                          |                                                       |                                                        |                                            |                                                           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|          | Costul inițial cu energia electrică<br>InitialPaymentm<br>(lei) | Costul înainte de redistribuirea beneficiilor<br>Paymentm<br>(lei) | Beneficii primite în urma redistribuirii VSm<br>(lei) | Cost final suportat de membru pentru energia consumată | Gradul de economisire<br>CostSavngm<br>(%) | Rentabilitatea participării la comunitate<br>ROIIm<br>(%) |

|           |                |         |       | FinalPayment<br>ntm<br>(lei) |        |         |
|-----------|----------------|---------|-------|------------------------------|--------|---------|
| <b>V1</b> | <b>2.998,1</b> | 810.1   | 303.5 | 506.7                        | 83.10% | 287.80% |
| <b>V2</b> | <b>3.801,3</b> | 977.1   | 369.1 | 608.1                        | 84.01% | 349.97% |
| <b>V3</b> | <b>4.729,0</b> | 1,227.7 | 467.5 | 760.2                        | 83.92% | 443.21% |
| <b>V4</b> | <b>6.274,5</b> | 1,645.3 | 631.5 | 1,013.8                      | 83.84% | 598.62% |
| <b>V5</b> | <b>3.623,7</b> | 873.9   | 385.5 | 488.4                        | 86.52% | 365.25% |

Costul inițial anual per membru, înainte de formarea comunității, scade considerabil după integrarea sistemului de stocare. De exemplu, în varianta V1, costul final suportat de membru scade de la 2.998,1 lei la doar 506,7 lei, ceea ce reprezintă o reducere semnificativă de 83,10%. Chiar și în varianta cu cele mai mari costuri inițiale, V4, costul final scade de la 6.274,5 lei la 1.013,8 lei, subliniind eficiența economică a proiectului. Redistribuirea beneficiilor rezultate din surplusul de energie stocată aduce avantaje semnificative membrilor. De exemplu, în varianta V4, membrii primesc beneficii anuale redistribuite de 631,5 lei, cea mai mare valoare dintre toate variantele. În varianta V1, beneficiile redistribuite sunt de 303,5 lei, contribuind direct la reducerea costurilor finale.

Gradul de economisire variază între 83,10% în varianta V1 și un impresionant 86,52% în varianta V5. Aceste valori demonstrează eficiența sistemului de stocare în reducerea costurilor energetice pentru membrii comunității, indiferent de varianta tarifară selectată. Variantele V3 și V4, cu grad de economisire de 83,92% și 83,84%, oferă combinația optimă între economii și beneficii redistribuite. Rentabilitatea participării la comunitate este cea mai mare în varianta V4 (598,62%), subliniind valoarea ridicată a investiției pentru membrii comunității. Varianta V3, cu un ROI de 443,21%, și varianta V5, cu un ROI de 365,25%, sunt, de asemenea, opțiuni foarte profitabile. Varianta V1, cu un ROI de 287,80%, oferă o soluție accesibilă și viabilă pentru membrii cu un buget inițial mai redus.

Pentru cele 5 variante de tarificare sunt reprezentate comparativ costurile finale cu energia electrică și gradul de economisire (Figura 42).



**Figura 42.** Analiza comparativă a costurilor finale și a gradului de economisire per membru în scenariul S3 – BESS

Integrarea bateriei în scenariul S3 - BESS aduce beneficii economice semnificative pentru membrii comunității. Reducerea costurilor și creșterea economiilor sunt consistente pentru toate variantele tarifare. Varianta V4 se remarcă prin cea mai mare rentabilitate și beneficii distribuite, fiind ideală pentru maximizarea avantajelor economice. Varianta V5 oferă cea mai mare reducere procentuală a costurilor, fiind o soluție excelentă pentru economii individuale. Variantele V3 și V2 oferă un echilibru optim între economii și rentabilitate, în timp ce varianta V1 rămâne o opțiune accesibilă, dar mai puțin profitabilă pe termen lung.

## **X. ANALIZA ASPECTELOR SOCIALE LEGATE DE CREAREA ȘI DEZVOLTARE UNEI COMUNITĂȚI DE ENERGIE ÎN COMUNA CRUCEA**

În vederea explorării și analizei diferitelor aspecte sociale (precum acceptanța, relații în comunitate, oportunități, obstacole etc.) care ar putea influența în mod decisiv șansele de succes ale unei comunități energetice a fost derulată în perioada octombrie-decembrie 2024 o anchetă pe baza de chestionar în cele trei localități incluse în studiul pilot din cadrul proiectului de cercetare **“EMERGE - Împuternicirea Comunităților pentru Tranziția Energetică către Neutralitatea Climatică în România”**, proiect implementat de Academia de Studii Economice din București, liderul învățământului superior economic și de administrație publică din România, alături de diversi parteneri din România- S.C. Energy Advisor S.R.L. (Renergia), Universitatea Politehnica din Timișoara, Municipiul Alba Iulia, Comuna Buteni (jud. Arad) și Comuna Crucea (jud. Constanța) - și din Norvegia - (Smart Innovation Norway).

Pornind de la premisa că în multe situații, deși soluția tehnică există și funcționează, uneori existând chiar și un istoric și date favorabile din punct de vedere tehnic și economic în acest sens, factori sociali ce țin de relațiile în comunitate și anumite dinamici sociale ale grupului joacă un rol esențial și pot influența semnificativ șansele de reușită în implementarea unui proiect (precum acela al constituirii unor comunități energetice în anumite regiuni) ne-am propus să explorăm diferite fațete sociale în cele trei comunități analizate, ce surprind aspecte diverse: **de la relațiile dintre membrii comunității și relațiile acestora cu diferite autorități sociale, până la elemente ce țin de încredere, acceptanță și disponibilitate, norme și atitudini sociale, cultura energetică a cetățenilor, motivatori și obstacole în vederea constituirii unei comunități energetice.** Adesea, există un **decalaj între evoluțiile tehnice și științifice și elemente ce țin de acceptarea socială a unei noi soluții tehnice**, încrederea cetățenilor în aceasta, nivelul de cunoaștere și înțelegere a acesteia- aspecte ce țin de psihologie și sociologie, care necesită uneori **perioade mai lungi de timp pentru a fi internalizate și implicit însușite și implementate efectiv de comunitate.**

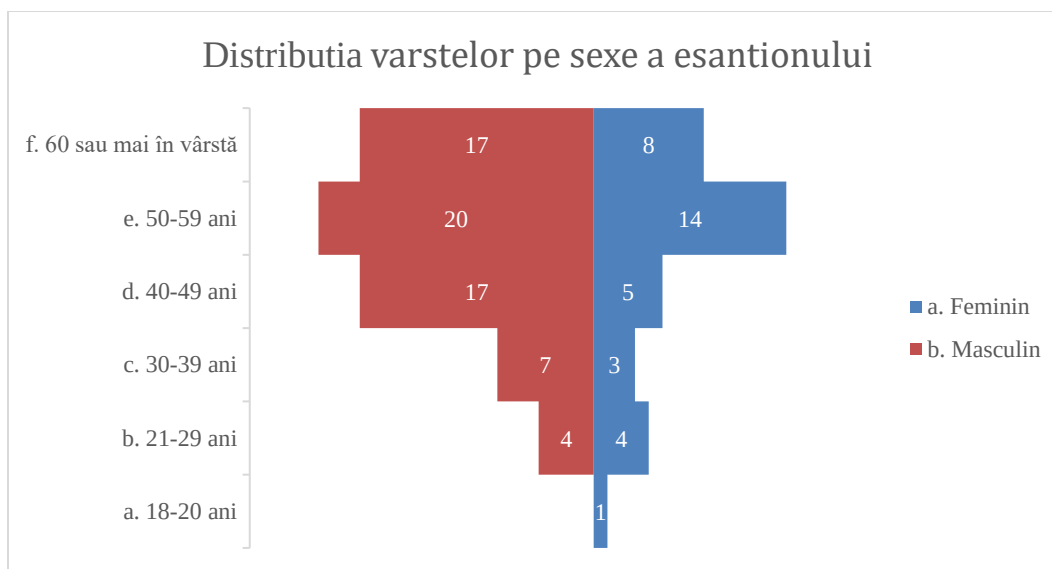
Obiectivul principal al anchetei pe baza de chestionar derulate în cele trei localități (două în mediul rural și una în mediul urban) constă în explorarea **principalelor aspecte de ordin social ce ar putea influența crearea și dezvoltarea unei comunități energetice durabile în localitatea respectivă.** O primă formă a chestionarului a fost dezvoltată pornind de la literatura de specialitate

din domeniu, sesiuni de brainstorming in echipa proiectului si feedback-ul primit de la partenerii din proiect. S-a evitat pe cat posibil evaluarea unor **aspecte mai sensibile** prin adresarea de intrebari directe in acest sens respondentilor. S-a incercat ca astfel de elemente sa fie **surprinse si evaluate indirect**, fara ca respondentii sa fie expusi/ confruntati frontal unor anumite aspecte ce le-ar putea crea disconfort si ar putea conduce implicit la raspunsuri eronate, care sa pericliteze relevanta cercetarii.

A rezultat un **chestionar complex**, care a fost testat pe teren de catre partenerii din Alba-Iulia, Crucea si Buteni. In urma testarii pilot in teren s-a primit feedback, care a fost operationalizat si a rezultat astfel forma finala a chestionarului. De asemenea au existat mai multe sesiuni de instruire cu operatorii de interviu cat si instructiuni scrise pentru completarea chestionarului si modul de abordare a respondentilor. Chestionarul a fost distribuit atat online cat si pe suport de hartie, datele fiind digitalizate ulterior. Au fost colectate **400 de chestionare valide**, astfel: **200 din Alba-Iulia, 100 din Buteni si 100 din Crucea**. Ca si modalitate de **esantionare**, in Alba-Iulia chestionarul s-a aplicat in gospodariile din blocurile vizate pentru constituirea unei comunitati energetice si apoi in cele din zonele adiacente acestora. In comunele Buteni si Crucea chestionarele au fost aplicate proportional in toate satele arondate comunei, astfel incat sa avem o acoperire cat mai larga si esantionul sa nu fie unul de convenienta, ci unul relevant, in care diverse grupuri sociale si demografice sunt reprezentate. Raspunsurile au fost oferite de „capul gospodariei” sau de un alt reprezentant al acesteia, care sa cunoasca situatia in gospodarie si sa aiba atat informatiile solicitate cat si putere decizionala.

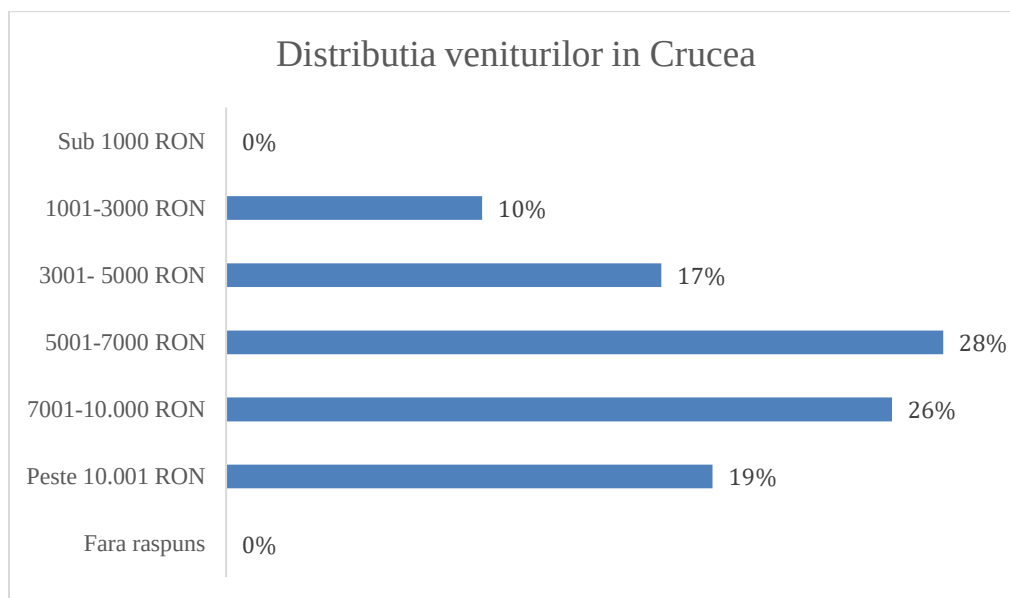
Chestionarul a fost structurat in **7 parti principale**, care au cuprins un număr de peste 80 de întrebări: I. Date demografice, II. Date despre locuinta/ cladire, III. Norme/ atitudini sociale/ relatii in comunitate, IV. Cultura energetica, V. Niveluri de incredere, VI. Disponibilitate/ dorinta de a face parte dintr-o comunitate energetica, VII. Motivatori si inhibitori ai dorintei de a face parte dintr-o comunitate energetica. In continuare, pentru fiecare localitate in parte, vor fi prezentate principalele rezultate ale cercetarii. Intrebarile au fost atat inchise (cu multiple posibilitati de raspuns) cat si deschise

In ceea ce priveste aspectele demografice in localitatea Crucea esantionul prezinta urmatoarele caracteristici: majoritatea respondentilor au varsta intre 40-59 ani (56%), 25% peste 60 de ani si 19% sub 40 de ani. 35% sunt de sex feminin si 65% masculin, iar in ceea ce priveste ultima scoala absolvita, 15% au studii gimnaziale sau primare, 43% scoala profesionala sau liceul si 42% au studii universitare.



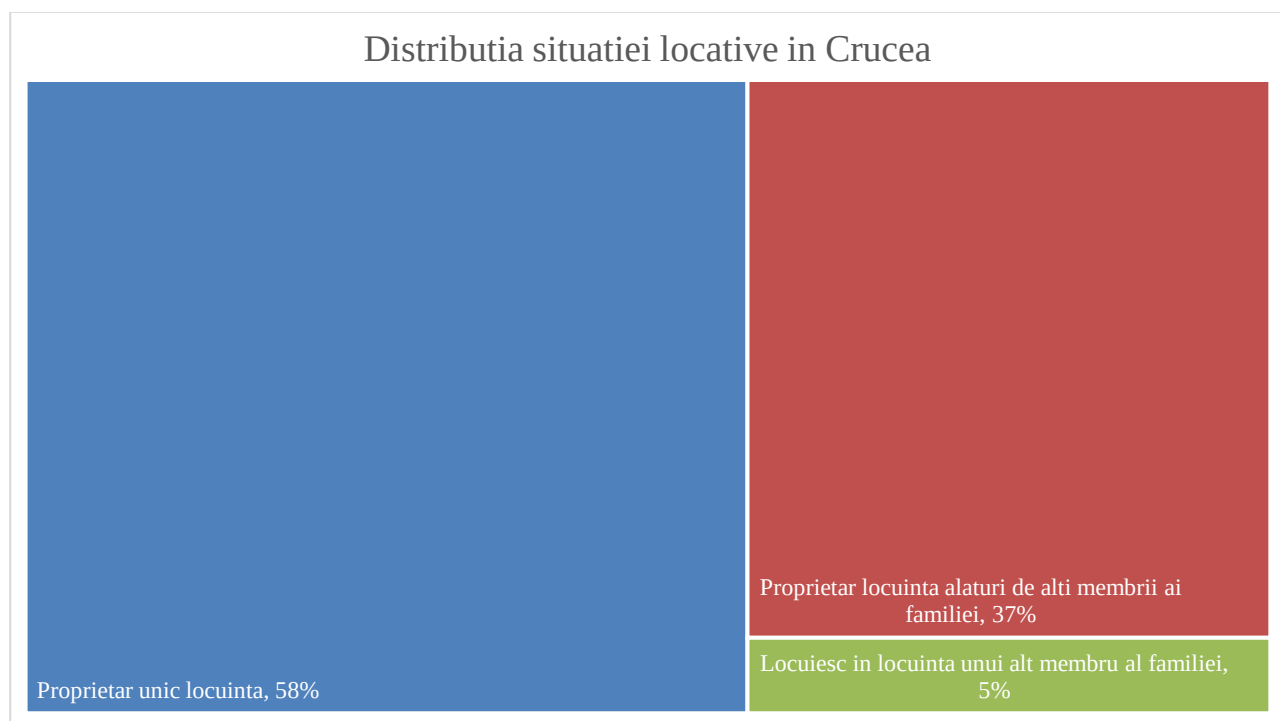
**Figura 43.** Distributia varstelor pe sexe a esantionului din Crucea (2024)

63% dintre cei intervievați sunt angajați (mare parte cu norma întreaga), 12% lucrători în gospodăria proprie, 17% pensionari și 8% antreprenori. Numărul mediu de membri în gospodărie este de 2.77, iar acela de minori de 0.53. În ceea ce privește venitul, 10% au un venit net mediu lunar pe gospodărie între 1.001 și 3.000 lei, în timp ce 17% între 3.001 și 5.000 lei, 28% între 5.001 și 7.000 lei, 26% între 7.001 și 10.000 lei și 19% castiga peste 10.001 lei. Se observă că familiile cu mai mulți membri, au și un venit mai mare pe gospodărie.



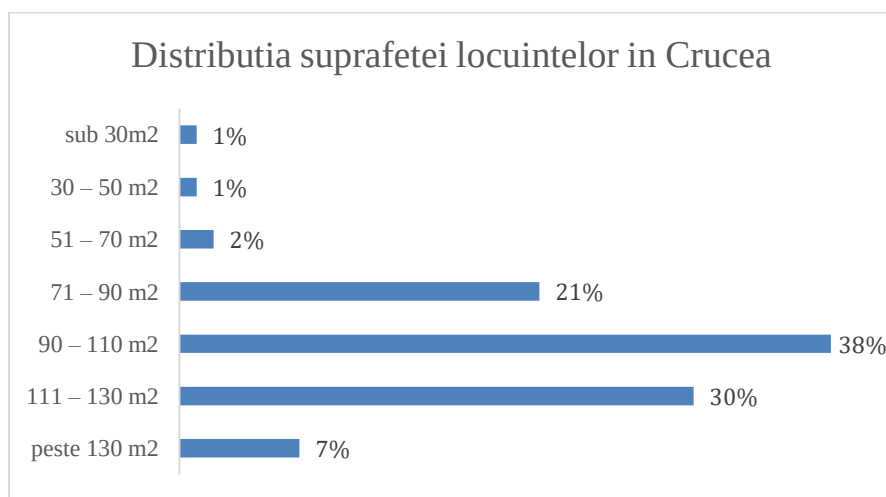
**Figura 44.** Distributia veniturilor in Crucea (2024)

Aproape 70% dintre respondenti sunt casatoriti cu copii, o mica parte (4%) casatoriti fara copii sau necasatoriti cu copii (7%), intr-o relatie stabila fara copii (4%) si 16% necasatoriti fara copii. In ceea ce priveste situatia locativa, aproape 60% sunt proprietari unici ai locuintei, 37% proprietari alaturi de alti membri ai familiei si doar 5% locuiesc in casa unui alt membru al familiei. Nu avem chiriasi.



**Figura 45.** Distribuția situației locative în Crucea (2024)

Profilul demografic al esantioului este caracterizat prin: o populatie relativ imbatranita, majoritatea cu studii medii, mare parte angajati, cu venituri medii, casatoriti cu copii si proprietari ai locuintei.



**Figura 46.** Distribuția situației locative în Crucea (2024)

În ceea ce privește caracteristicile locuinței, putem remarca faptul că au suprafețe generoase, doar 25% având o suprafață sub 90mp. În tabelele 41, 42, 43 și 44, de mai jos, se pot observa plățile lunare medii pentru electricitate și încălzire, în funcție de suprafețele locuințelor.

**Tabelul 41.** Plata lunară medie pentru factura de electricitate în sezonul rece (octombrie–martie) în funcție de suprafața locuinței în Crucea

| Suprafața locuinței | Sub 100 RON | 101-200 RON | 201-300 RON | 301-400 RON | 401-500 RON | 501-600 RON | Peste 601 RON |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| sub 30m2            | 100.00%     | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%         |
| 30 – 50 m2          | 100.00%     | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%         |
| 51 – 70 m2          | 0.00%       | 100.00%     | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%         |
| 71 – 90 m2          | 4.76%       | 38.10%      | 47.62%      | 4.76%       | 4.76%       | 0.00%       | 0.00%         |
| 90 – 110 m2         | 0.00%       | 28.95%      | 60.53%      | 2.63%       | 0.00%       | 5.26%       | 2.63%         |
| 111 – 130 m2        | 0.00%       | 23.33%      | 53.33%      | 16.67%      | 0.00%       | 0.00%       | 6.67%         |
| peste 130 m2        | 0.00%       | 0.00%       | 28.57%      | 14.29%      | 14.29%      | 14.29%      | 28.57%        |

**Tabelul 42.** Plata lunară medie pentru factura de electricitate în sezonul cald (aprilie – septembrie) în funcție de suprafața locuinței în Crucea

| Suprafața locuinței | Sub 100 RON | 101-200 RON | 201-300 RON | 301-400 RON | 401-500 RON |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| sub 30m2            | 100.00%     | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |
| 30 – 50 m2          | 100.00%     | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |
| 51 – 70 m2          | 100.00%     | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |
| 71 – 90 m2          | 42.86%      | 28.57%      | 28.57%      | 0.00%       | 0.00%       |
| 90 – 110 m2         | 5.26%       | 44.74%      | 42.11%      | 2.63%       | 5.26%       |
| 111 – 130 m2        | 10.00%      | 16.67%      | 66.67%      | 6.67%       | 0.00%       |
| peste 130 m2        | 0.00%       | 0.00%       | 28.57%      | 71.43%      | 0.00%       |

**Tabelul 43.** Costurile lunare medii pentru încălzire (gaze, lemne, etc.) în sezonul rece (octombrie-martie) în funcție de suprafața locuinței în Crucea

| Suprafața locuinței | Sub 400 RON | 401-500 RON | 501-600 RON | 601-700 RON | 701-800 RON | 801-1000 RON | Peste 1001 RON |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------------|
| sub 30m2            | 100.00%     | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%        | 0.00%          |
| 30 – 50 m2          | 100.00%     | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%        | 0.00%          |
| 51 – 70 m2          | 50.00%      | 0.00%       | 50.00%      | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%        | 0.00%          |
| 71 – 90 m2          | 9.52%       | 38.10%      | 19.05%      | 23.81%      | 4.76%       | 0.00%        | 4.76%          |



|                     |       |        |        |        |        |        |        |
|---------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>90 – 110 m2</b>  | 0.00% | 18.42% | 21.05% | 28.95% | 23.68% | 2.63%  | 5.26%  |
| <b>111 – 130 m2</b> | 0.00% | 10.00% | 3.33%  | 20.00% | 26.67% | 26.67% | 13.33% |
| <b>peste 130 m2</b> | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 14.29% | 14.29% | 71.43% |

**Tabelul 44.** Costurile lunare medii pentru factura de gaze sau echivalentul (spre ex. lemne) în sezonul cald (aprilie-septembrie) in Crucea

| <b>Suprafata<br/>locuintei</b> | <b>Sub 100<br/>RON</b> | <b>101-200<br/>RON</b> | <b>201-300<br/>RON</b> | <b>501-600<br/>RON</b> |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>sub 30m2</b>                | 100.00%                | 0.00%                  | 0.00%                  | 0.00%                  |
| <b>30 – 50 m2</b>              | 100.00%                | 0.00%                  | 0.00%                  | 0.00%                  |
| <b>51 – 70 m2</b>              | 100.00%                | 0.00%                  | 0.00%                  | 0.00%                  |
| <b>71 – 90 m2</b>              | 85.71%                 | 14.29%                 | 0.00%                  | 0.00%                  |
| <b>90 – 110 m2</b>             | 94.74%                 | 0.00%                  | 5.26%                  | 0.00%                  |
| <b>111 – 130 m2</b>            | 96.67%                 | 3.33%                  | 0.00%                  | 0.00%                  |
| <b>peste 130 m2</b>            | 71.43%                 | 14.29%                 | 0.00%                  | 14.29%                 |

Pentru o mai buna imagine de ansamblu asupra costurilor lunare cu energia, le-am calculat mai jos si in functie de numarul de membri din gospodarie.

**Tabelul 45.** Plata lunara medie pentru factura de electricitate in sezonul rece (octombrie–martie) in functie de numarul membrilor din gospodarie in Crucea

| <b>Numar de<br/>membri in<br/>gospodarie</b> | <b>Sub 100<br/>RON</b> | <b>101-200<br/>RON</b> | <b>201-300<br/>RON</b> | <b>301-400<br/>RON</b> | <b>401-500<br/>RON</b> | <b>501-600<br/>RON</b> | <b>Peste 601<br/>RON</b> |
|----------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| <b>1</b>                                     | 18.75%                 | 43.75%                 | 25.00%                 | 6.25%                  | 0.00%                  | 6.25%                  | 0.00%                    |
| <b>2</b>                                     | 0.00%                  | 27.27%                 | 60.61%                 | 6.06%                  | 3.03%                  | 0.00%                  | 3.03%                    |
| <b>3</b>                                     | 0.00%                  | 30.77%                 | 57.69%                 | 7.69%                  | 0.00%                  | 3.85%                  | 0.00%                    |
| <b>4</b>                                     | 0.00%                  | 16.67%                 | 58.33%                 | 16.67%                 | 0.00%                  | 0.00%                  | 8.33%                    |
| <b>5</b>                                     | 0.00%                  | 18.18%                 | 45.45%                 | 9.09%                  | 0.00%                  | 9.09%                  | 18.18%                   |
| <b>6</b>                                     | 0.00%                  | 0.00%                  | 0.00%                  | 0.00%                  | 100.00%                | 0.00%                  | 0.00%                    |
| <b>8</b>                                     | 0.00%                  | 0.00%                  | 0.00%                  | 0.00%                  | 0.00%                  | 0.00%                  | 100.00%                  |

**Tabelul 46.** Plata lunara medie pentru factura de electricitate in sezonul cald (aprilie – septembrie) in functie de numarul membrilor din gospodarie in Crucea

| <b>Numar de<br/>membri in<br/>gospodarie</b> | <b>Sub 100<br/>RON</b> | <b>101-200<br/>RON</b> | <b>201-300<br/>RON</b> | <b>301-400<br/>RON</b> | <b>401-500<br/>RON</b> |
|----------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|----------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|

|          |        |        |        |         |         |
|----------|--------|--------|--------|---------|---------|
| <b>1</b> | 43.75% | 18.75% | 37.50% | 0.00%   | 0.00%   |
| <b>2</b> | 21.21% | 33.33% | 33.33% | 12.12%  | 0.00%   |
| <b>3</b> | 7.69%  | 34.62% | 53.85% | 3.85%   | 0.00%   |
| <b>4</b> | 8.33%  | 33.33% | 58.33% | 0.00%   | 0.00%   |
| <b>5</b> | 9.09%  | 9.09%  | 54.55% | 18.18%  | 9.09%   |
| <b>6</b> | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 100.00% | 0.00%   |
| <b>8</b> | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%   | 100.00% |

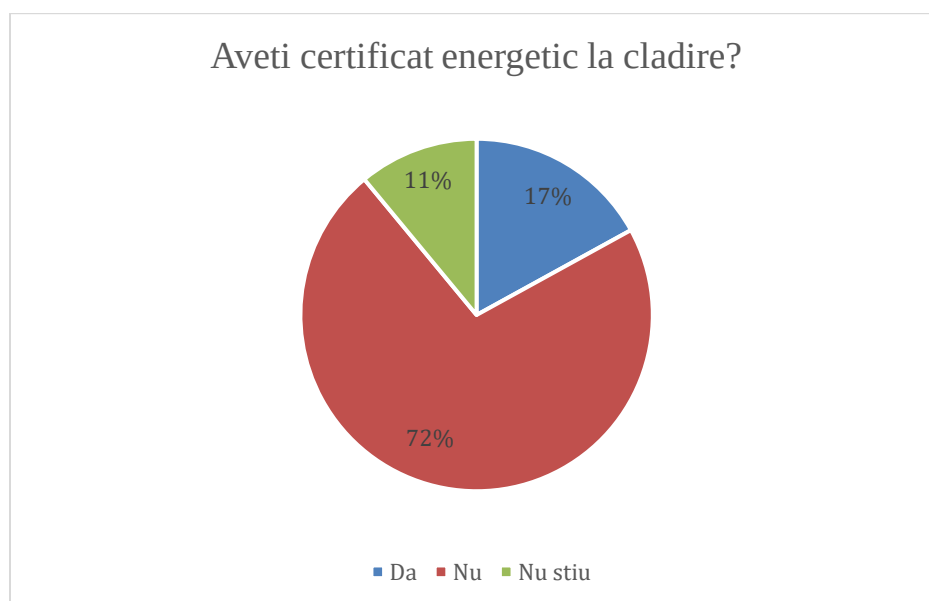
**Tabelul 47.** Costurile lunare medii pentru incalzire (gaze, lemne, etc.) în sezonul rece (octombrie-martie) in functie de numarul membrilor din gospodarie in Crucea

| <b>Numar de membri in gospodarie</b> | <b>Sub 400 RON</b> | <b>401-500 RON</b> | <b>501-600 RON</b> | <b>601-700 RON</b> | <b>701-800 RON</b> | <b>801-1000 RON</b> | <b>Peste 1001 RON</b> |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| <b>1</b>                             | 25.00%             | 25.00%             | 25.00%             | 6.25%              | 6.25%              | 0.00%               | 12.50%                |
| <b>2</b>                             | 3.03%              | 27.27%             | 12.12%             | 21.21%             | 27.27%             | 3.03%               | 6.06%                 |
| <b>3</b>                             | 0.00%              | 11.54%             | 15.38%             | 34.62%             | 19.23%             | 11.54%              | 7.69%                 |
| <b>4</b>                             | 0.00%              | 0.00%              | 16.67%             | 41.67%             | 25.00%             | 8.33%               | 8.33%                 |
| <b>5</b>                             | 0.00%              | 18.18%             | 0.00%              | 0.00%              | 9.09%              | 36.36%              | 36.36%                |
| <b>6</b>                             | 0.00%              | 0.00%              | 0.00%              | 0.00%              | 0.00%              | 0.00%               | 100.00%               |
| <b>8</b>                             | 0.00%              | 0.00%              | 0.00%              | 0.00%              | 0.00%              | 100.00%             | 0.00%                 |

**Tabelul 48 .** Costurile lunare medii pentru factura de gaze sau echivalentul (spre ex. lemne) în sezonul cald (aprilie-septembrie) in functie de numarul membrilor din gospodarie in Crucea

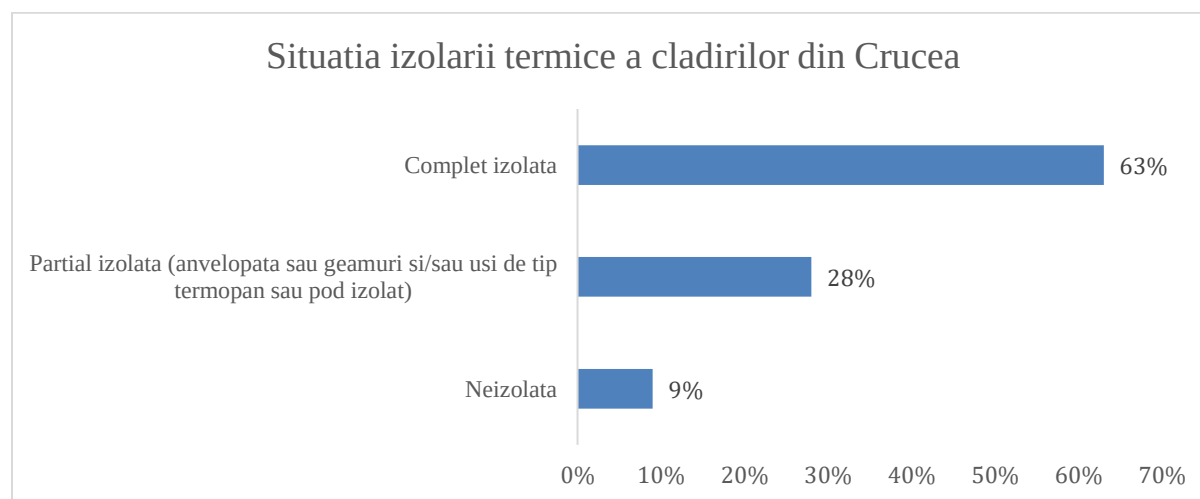
| <b>Numar de membri in gospodarie</b> | <b>Sub 100 RON</b> | <b>101-200 RON</b> | <b>201-300 RON</b> | <b>501-600 RON</b> |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>1</b>                             | 81.25%             | 18.75%             | 0.00%              | 0.00%              |
| <b>2</b>                             | 93.94%             | 3.03%              | 0.00%              | 3.03%              |
| <b>3</b>                             | 92.31%             | 0.00%              | 7.69%              | 0.00%              |
| <b>4</b>                             | 100.00%            | 0.00%              | 0.00%              | 0.00%              |
| <b>5</b>                             | 90.91%             | 9.09%              | 0.00%              | 0.00%              |
| <b>6</b>                             | 100.00%            | 0.00%              | 0.00%              | 0.00%              |
| <b>8</b>                             | 100.00%            | 0.00%              | 0.00%              | 0.00%              |

În ceea ce privește anul construcției, 38% sunt construite înainte de 1980, 42% între 1981-2000 și restul de 20% după 2001. Doar 17% dintre locuințe au certificat energetic (majoritatea dintre ele construite după 2001), 72% nu dețin certificat energetic, iar 11% nu știu dacă au acest certificat.



**Figura 47.** Distribuția certificatelor energetice ale clădirilor din Crucea (2024)

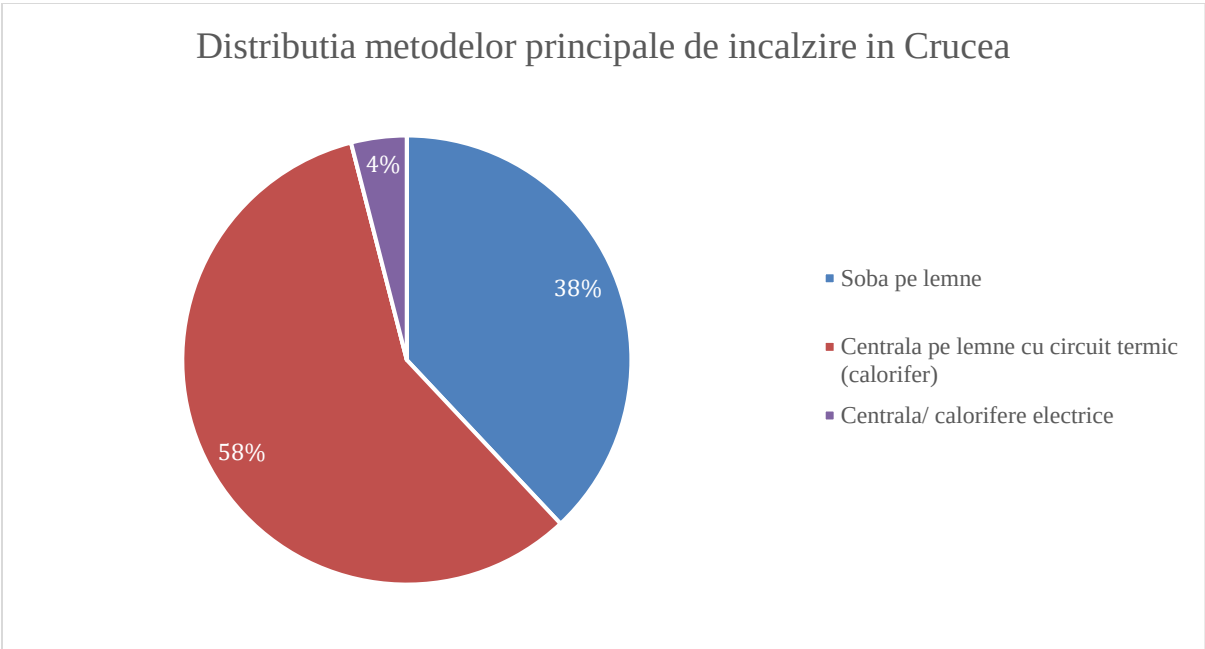
Dintre cei ce dețin certificat energetic, mai mult de jumătate nu cunosc clasa energetică. În ceea ce privește izolarea, observăm că sub 10% dintre locuințe nu sunt izolate, 63% declară că sunt complet izolate și 28% parțial izolate.



**Figura 48.** Situația izolării termice a clădirilor din Crucea (2024)

În ceea ce privește materialul de construcție, cele mai multe clădiri (61%) sunt din pământ/chirpici (reflexând astfel specificul zonei), 11% din cărămidă și 28% din beton și alte prefabricate din beton. În ceea ce privește *metoda principală de încălzire*, 95% folosesc lemne: 38% sobă pe lemne

si 58% centrală pe lemne cu circuit termic (calorifer). 4% folosesc centrală/ calorifere electrice si o gospodarie are centrala pe gaze. Acest lucru sugereaza ca respondentii au investit in imbunatatiri energetice, deci sunt preocupati de subiect si poate exista potential pentru crearea unei comunitati energetice. Nu se folosesc alte surse regenerabile de energie conform declaratiilor respondentilor.



**Figura 49.** Distribuția metodelor principale de incalzire in Crucea (2024)

Principalele date referitoare la aspectele demografice si caracteristicile locuintei sunt prezentate sintetic in tabelul urmator:

**Tabelul 49.** Date referitoare la aspectele demografice si caracteristicile locuintei in Crucea (2024)

| Caracteristica |                          | Frecventa relativa (%) Crucea |
|----------------|--------------------------|-------------------------------|
| Varsta         | 18-20 ani                | 1%                            |
|                | 21-29 ani                | 8%                            |
|                | 30-39 ani                | 10%                           |
|                | 40-49 ani                | 22%                           |
|                | 50-59 ani                | 34%                           |
|                | 60 ani sau mai in varsta | 25%                           |
| Sex            | Feminin                  | 35%                           |
|                | Masculin                 | 65%                           |
|                | Prefer sa nu spun        | 0%                            |

|                                  |                                 |     |
|----------------------------------|---------------------------------|-----|
| Ultima scoala absolvita          | Scoala primara                  | 1%  |
|                                  | Gimnaziu                        | 14% |
|                                  | Liceu                           | 19% |
|                                  | Școală profesională             | 24% |
|                                  | Universitate-Licență            | 30% |
|                                  | Universitate-Masterat           | 12% |
|                                  | Studii post-universitare        | 0%  |
|                                  | Doctorat                        | 0%  |
| Situatia pe piata muncii         | Angajat cu normă întreagă       | 62% |
|                                  | Angajat cu normă parțială       | 1%  |
|                                  | Am propria afacere              | 8%  |
|                                  | Șomer                           | 0%  |
|                                  | Pensionar                       | 17% |
|                                  | Elev/ student                   | 0%  |
|                                  | Lucrator in gospodaria proprie  | 12% |
|                                  | Altele                          | 0%  |
| Venitul net lunar per gospodărie | Sub 1000 RON                    | 0%  |
|                                  | 1001-3000 RON                   | 10% |
|                                  | 3001- 5000 RON                  | 17% |
|                                  | 5001-7000 RON                   | 28% |
|                                  | 7001-10.000 RON                 | 26% |
|                                  | Peste 10.001 RON                | 19% |
|                                  | Fara raspuns                    | 0%  |
|                                  |                                 |     |
| Situția familială                | Casatorit(a) cu copii           | 69% |
|                                  | Casatorit(a) fara copii         | 4%  |
|                                  | Necasatorit(a) cu copii         | 7%  |
|                                  | Necasatorit(a) fara copii       | 16% |
|                                  | Intr-o relatie stabila cu copii | 0%  |

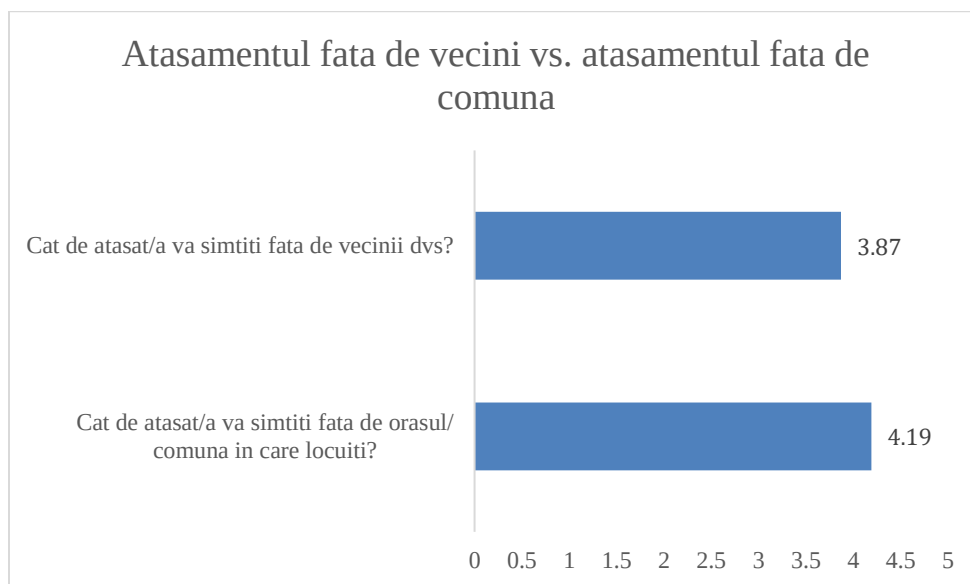
|                                            |                                                           |     |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----|
|                                            | Intr-o relatie stabila fara copii                         | 4%  |
| Situatia locativă                          | Proprietar unic locuinta                                  | 58% |
|                                            | Proprietar locuinta alaturi de alti membrii ai familiei   | 37% |
|                                            | Chirias la privat(i)                                      | 0%  |
|                                            | Chirias la stat                                           | 0%  |
|                                            | Locuiesc in locuinta unui alt membru al familiei          | 5%  |
|                                            | Altele                                                    | 0%  |
| Suprafata locuintei                        | sub 30m <sup>2</sup>                                      | 1%  |
|                                            | 30 – 50 m <sup>2</sup>                                    | 1%  |
|                                            | 51 – 70 m <sup>2</sup>                                    | 2%  |
|                                            | 71 – 90 m <sup>2</sup>                                    | 21% |
|                                            | 90 – 110 m <sup>2</sup>                                   | 38% |
|                                            | 111 – 130 m <sup>2</sup>                                  | 30% |
|                                            | peste 130 m <sup>2</sup>                                  | 7%  |
| An constructie cladire                     | Inainte de 1900                                           | 0%  |
|                                            | Intre 1901 si 1920                                        | 0%  |
|                                            | Intre 1921-1940                                           | 1%  |
|                                            | Intre 1941-1960                                           | 8%  |
|                                            | Intre 1961-1980                                           | 29% |
|                                            | Intre 1981-2000                                           | 42% |
|                                            | Intre 2001- 2020                                          | 20% |
|                                            | Dupa 2021                                                 | 0%  |
| Aveti certificat energetic la cladire?     | Da                                                        | 17% |
|                                            | Nu                                                        | 72% |
|                                            | Nu stiu                                                   | 11% |
| Daca da, stiti care este clasa energetica? | Nu este cazul, nu am certificat                           | 73% |
|                                            | Nu stiu clasa din certificat                              | 19% |
|                                            | Da, si anume...                                           | 8%  |
| Situatie izolare termica a cladirii        | Neizolata                                                 | 9%  |
|                                            | Partial izolata (anvelopata sau geamuri si/sau usi de tip | 28% |

|                                                                                                |                                                 |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----|
|                                                                                                | termopan sau pod izolat)                        |     |
|                                                                                                | Complet izolata                                 | 63% |
| Materialul principal din care este este construita cladirea                                    | Lemn                                            | 0%  |
|                                                                                                | Pamant/ Chirpici                                | 61% |
|                                                                                                | Caramida                                        | 11% |
|                                                                                                | Beton si alte prefabricate din beton            | 28% |
|                                                                                                | Altele                                          | 0%  |
| Incalzirea gospodariei se face preponderent cu                                                 | Soba pe lemne                                   | 38% |
|                                                                                                | Centrala pe lemne cu circuit termic (calorifer) | 57% |
|                                                                                                | Centrala pe gaze                                | 1%  |
|                                                                                                | Centrala/ calorifere electrice                  | 4%  |
|                                                                                                | Alte surse regenerabile de energie              | 0%  |
| Plata lunară medie pentru factura de electricitate în sezonul rece (octombrie-martie)          | Sub 100 RON                                     | 3%  |
|                                                                                                | 101-200 RON                                     | 28% |
|                                                                                                | 201-300 RON                                     | 51% |
|                                                                                                | 301-400 RON                                     | 8%  |
|                                                                                                | 401-500 RON                                     | 2%  |
|                                                                                                | 501-600 RON                                     | 3%  |
|                                                                                                | Peste 601 RON                                   | 5%  |
| Plata lunară medie pentru factura de electricitate în sezonul cald (aprilie – septembrie)      | Sub 100 RON                                     | 18% |
|                                                                                                | 101-200 RON                                     | 28% |
|                                                                                                | 201-300 RON                                     | 44% |
|                                                                                                | 301-400 RON                                     | 8%  |
|                                                                                                | 401-500 RON                                     | 2%  |
|                                                                                                | 501-600 RON                                     | 0%  |
|                                                                                                | Peste 601 RON                                   | 0%  |
| Costurile lunare medii pentru incalzire (gaze, lemne, etc.) în sezonul rece (octombrie-martie) | Sub 400 RON                                     | 5%  |
|                                                                                                | 401-500 RON                                     | 18% |
|                                                                                                | 501-600 RON                                     | 14% |
|                                                                                                | 601-700 RON                                     | 22% |
|                                                                                                | 701-800 RON                                     | 19% |
|                                                                                                | 801-1000 RON                                    | 10% |
|                                                                                                | Peste 1001 RON                                  | 12% |
| Costurile lunare medii pentru factura de gaze                                                  | Sub 100 RON                                     | 92% |
|                                                                                                | 101-200 RON                                     | 5%  |
|                                                                                                | 201-300 RON                                     | 2%  |

|                                                                                     |               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----|
| sau echivalentul<br>(spre ex. lemne)<br>în sezonul cald<br>(aprilie-<br>septembrie) | 301-400 RON   | 0% |
|                                                                                     | 401-500 RON   | 0% |
|                                                                                     | 501-600 RON   | 1% |
|                                                                                     | Peste 601 RON | 0% |

Urmatoarea sectiune a chestionarului surprinde si evalueaza prin intrebari indirecte **normele, atitudinile sociale si relatiile din comunitate**. Un nivel ridicat de atasament fata de localitate si fata de vecini, existenta unor proiecte comune cu vecinii si oferirea de sprijin reciproc in anumite activitati, creaza (cel putin la nivel teoretic) premise optime pentru cladirea si dezvoltarea sustenabila a unor comunitati energetice. Similar, presupunem ca lipsa de atasament fata de localitate, inexistentia unor relatii cu vecinii si chiar o eventuala situatie conflictuala intre acestia, pot face mai dificila angrenarea cetatenilor intr-un proiect complex, precum o comunitate energetica si buna gestionare a acesteia pe termen lung.

Conform declaratiilor respondentilor din comuna Crucea, 90% sunt atasati si foarte atasati de comuna, iar 81% atasati si foarte atasati de vecini, ceea ce sugereaza un punct bun de pornire. In figura de mai jos putem vizualiza nivelul mediu de atasament față de comună și față de vecini, reprezentat pe o scară de la 1 (deloc atașat) la 5 (foarte atașat).



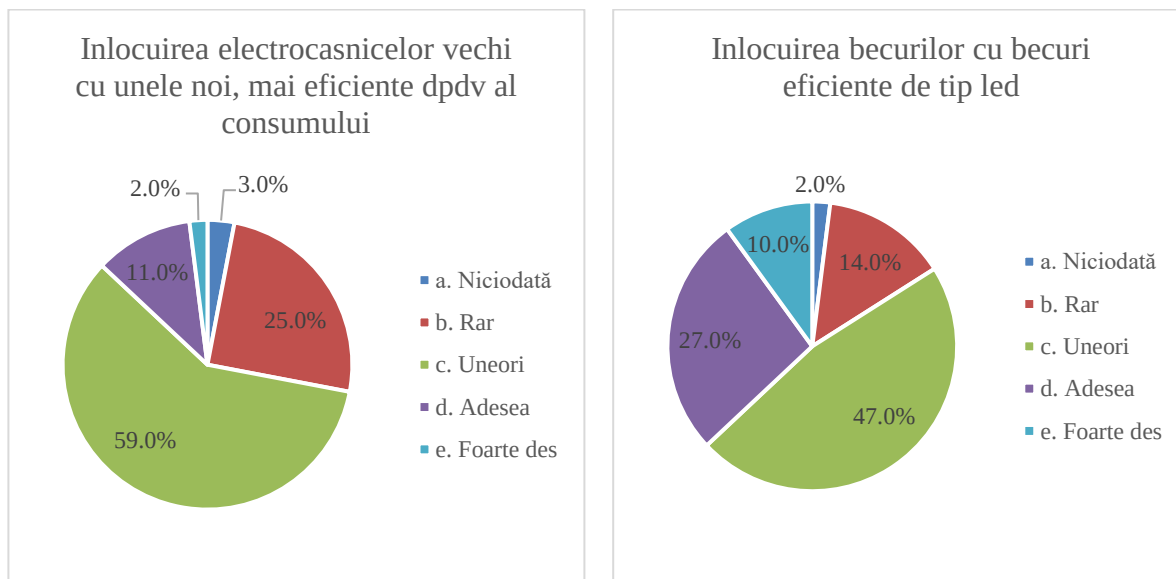
**Figura 50.** Atasamentul fata de vecini si comuna în Crucea (2024)

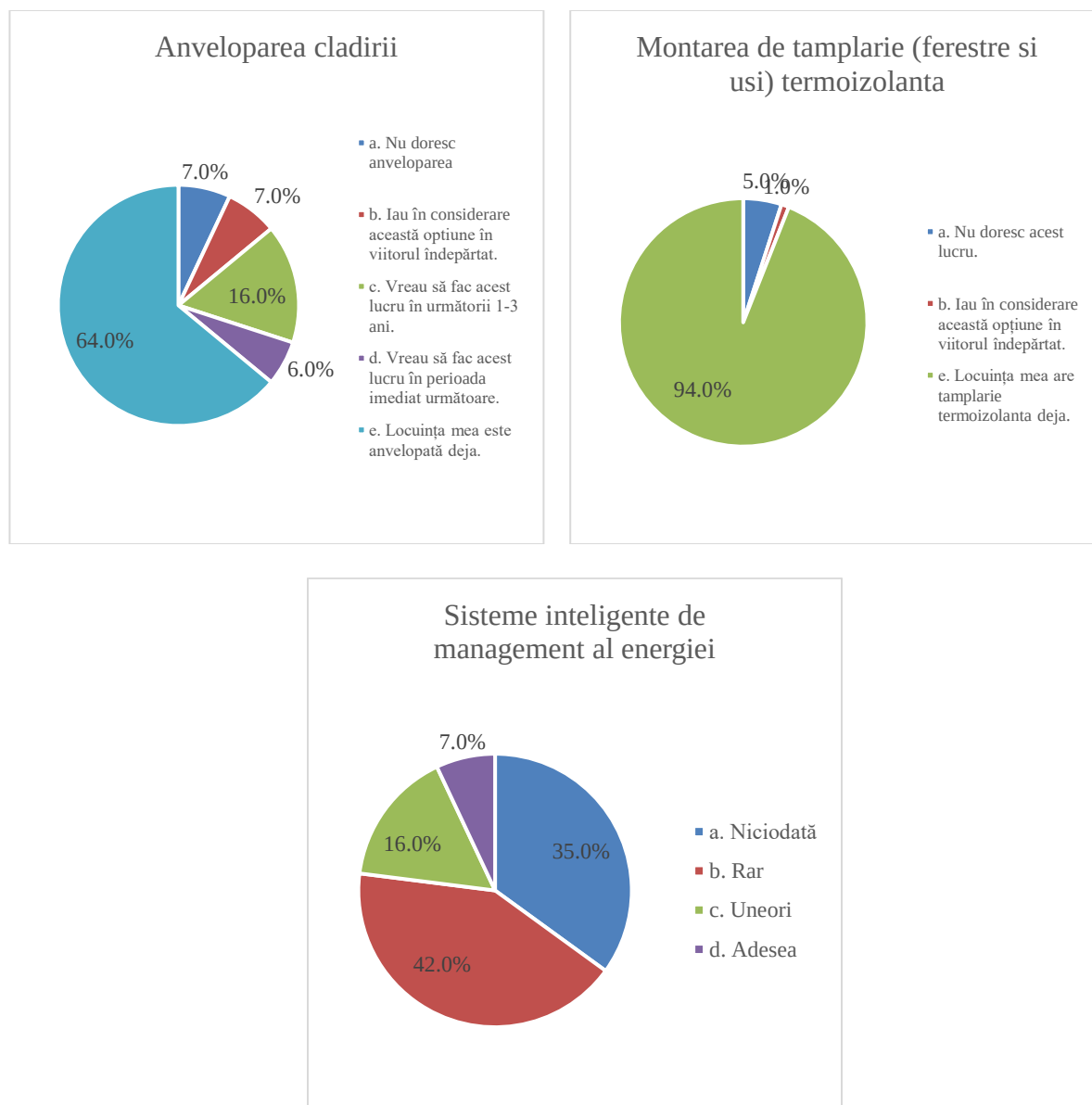
In ceea ce priveste relatiile dintre vecini, acestia se cunosc intre ei si isi stiu situatiile familiale, comunica si considera ca au o relatie buna (ponderile sunt de peste 85-90% in general), lipsita de conflicte (97% nu raporteaza conflicte cu vecinii). Cu toate acestea, un procent semnificativ redus (circa 55%) deruleaza activitati si proiecte comune cu vecinii, iar dintre cei care fac acest lucru, cea mai mare parte deruleaza doar ocazional astfel de activitati comune. Cele mai frecvent activitati comune desfasurate se refera la activitati in gospodarie, urmate de petreceri si activitati cu copiii. Ingrijitul impreuna al spatiilor comune are loc doar intr-o oarecare masura pentru cei mai multi dintre respondenti, in ciuda relatiilor bune existente in comunitate. Vecinii se ajuta intre



ei la activitatile gospodaresti(peste 75%), la cumparaturi (circa 60%), in rezolvarea problemelor de sanatate (circa 70%), impartitul sculelor si altor obiecte de care nu au nevoie continuu (circa 50%). Apare astfel recomandarea, ca pornind de la bunele relati de vecinatate sa se genereze diverse proiecte care sa fie gestionate in comun, acestea putand fi un bun precursor, care sa puna bazele si sa pregateasca membrii comunitatii pentru eventuale activitati ulterioare mai complexe, cum ar fi constituirea unei comunitati de energie. In ceea ce priveste procesul de luare a deciziilor, sub 10% il considera anevoios, deciziile fiind luate de regula in urma discutiilor si intalnirilor, uneori prin vot.

Urmatoarea sectiune a chestionarului evalueaza **cultura energetica** a respondentilor. In mod normal, cu cat nivelul de cunoastere asupra unui subiect este mai ridicat, cu atat mai redusa este probabilitatea ca o initiativa pe aceasta tema sa fie respinsa in mod nejustificat, din frica de necunoscut si nou. Aproape toate persoanele care au participat la studiu in localitatea Crucea isi cunosc consumurile medii lunare la energie electrica si lemne (peste 90%), in timp ce doar circa 10% dintre respondenti au cunostinte clare despre costuri si modalitatea de calcul a facturii de energie electrica. In ceea ce priveste sursele regenerabile de energie, respondentilor le sunt cele mai cunoscute cele solar fotovoltaic (panourile fotovoltaice), urmate de eolian, biogaz si energie hidroelectrică regenerabila. In ceea ce priveste eficientizarea consumului de energie, majoritatea fac referire la anveloparea cladirii, tamplaria termoizolanta si inlocuirea becurilor cu becuri eficiente de tip led. Inlocuirea electrocasnicelor vechi cu unele noi, mai eficiente dpdv al consumului si folosirea de sisteme inteligente de management a energiei reprezinta o optiune pentru un numar redus de respondenti. Graficele de mai jos ilustreaza ponderile de adoptie ale fiecărei solutii de eficientizare a consumului in comuna Crucea:



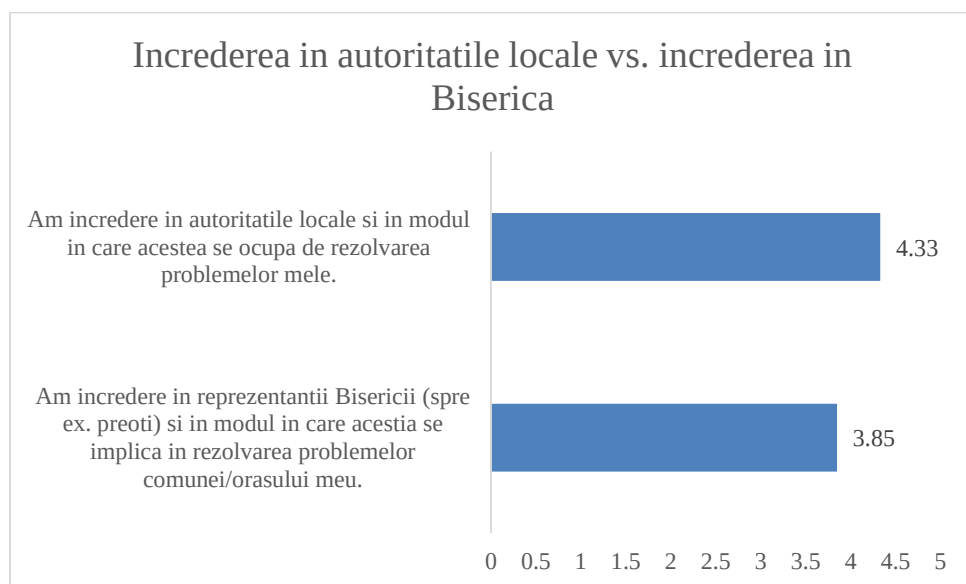


**Figura 51.** Ponderile de adoptie ale diverselor solutii de eficientizare a consumului în Crucea (2024)

În ceea ce privește familiarizarea cu anumite concepte, studiul desfasurat releva faptul ca jumatate dintre respondenti sunt familiarizati cu ideea ca pot produce in propria gospodarie si ulterior consuma si eventual vinde energie, peste 40% cunosc si termenul de prosumator si comunitate energetica si stiu la ce se refera acestea. Desigur, date fiind natura raspunsurilor (inchise), este posibil sa existe erori de autoevaluare/ raportare si in fapt numarul celor care chiar inteleg conceptele mentionate mai sus sa fie in fapt mult mai redus.

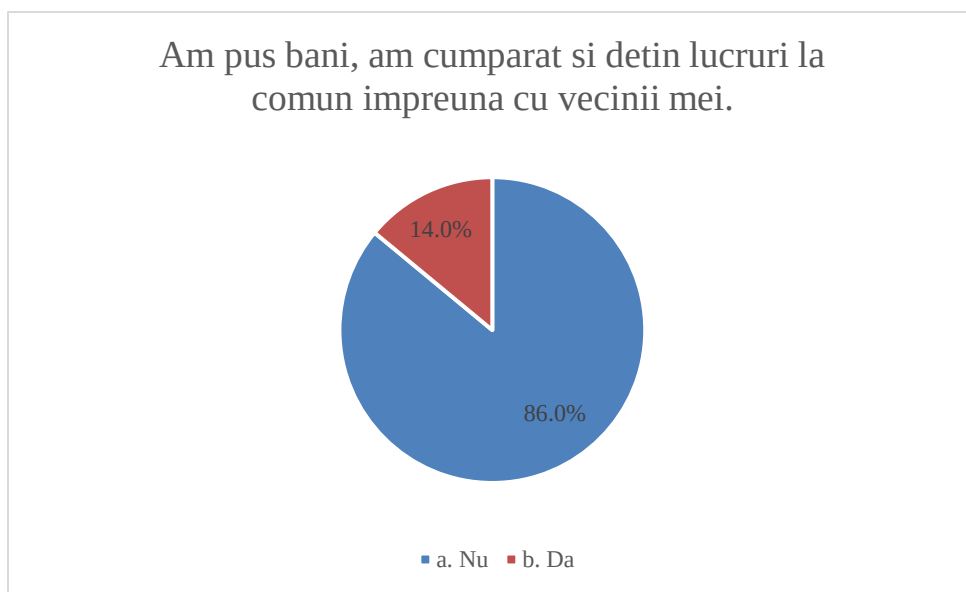
Sectiunea urmatoare evalueaza **nivelul de incredere** al respondentilor in diferite autoritati si comunitatile de vecini. Se remarca un nivel foarte ridicat de incredere in autoritatile locale (raportat de circa 90% dintre respondenti, surprinzator in comparatie cu nivelul general de incredere la nivel

national) si Biserica (raportat de peste 80% dintre respondenti). In figura de mai jos putem vizualiza nivelul mediu de incredere fata de autoritatile locale si fata de Biserica, reprezentat pe o scară de la 1 (deloc atasat) la 5 (foarte atasat).



**Figura 52.** Nivelul mediu de încredere față de autoritățile locale și față de Biserica în Crucea (2024)

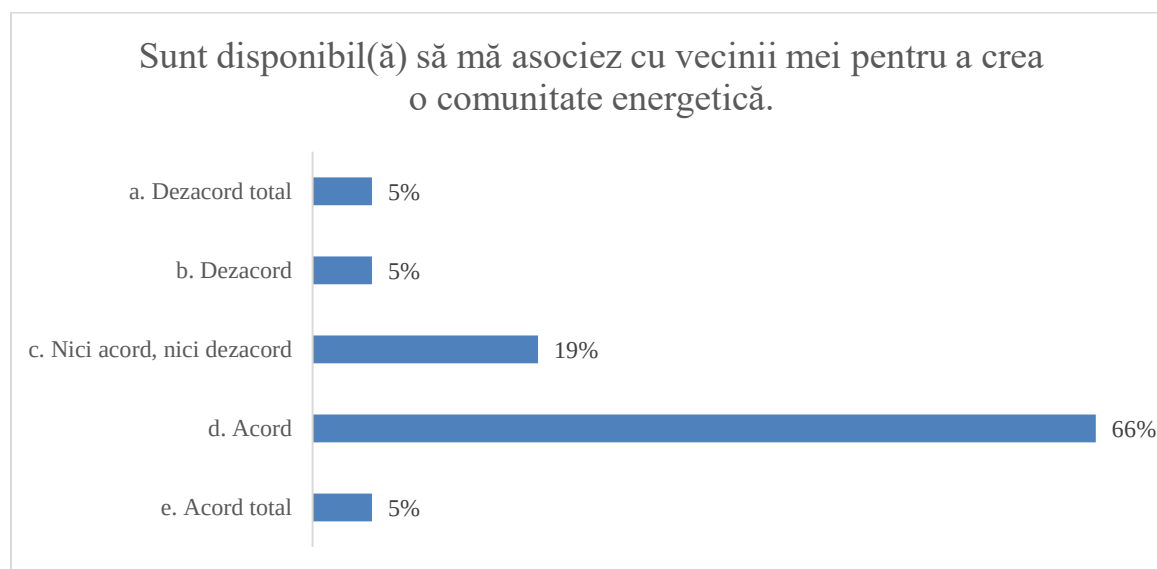
În ceea ce privește deținerea de lucruri la comun cu vecinii, sub 15% (vezi figura de mai jos) dintre cei intervievați raportează acest lucru, aceste obiecte reprezintă în general scule și utilaje și toți cei care au astfel de obiecte în co-proprietate sunt mulțumiți de modul în care sunt gestionate la comun și se declară dispuși să repete experiența.



**Figura 53.** Lucruri deținute în comun în Crucea (2024)

Deși procentul celor care au întreprins acțiuni concrete de gestionare la comun a diverselor obiecte este redus, experiențele pozitive ale acestora reprezintă un semnal pozitiv și pot reprezenta un îndemn în comunitate pentru demararea unor proiecte mai complexe în această direcție. Pe de altă parte, dintre ceilalți 85% care nu dețin obiecte în co-proprietate cu vecinii, circa o treime nici nu ar fi dispusi să încerce și să adere la astfel de inițiative. Recomandarea este ca persoanele care au experimentat lucruri pozitive cu gestionarea în comun a unor obiecte să fie stimulate să împartășească experiențele proprii bune și cu ceilalți vecini, în ideea de a îi inspira și da le da încredere și lor să aibă inițiative similare.

În continuare este evaluată **disponibilitatea/ dorința de a face parte dintr-o comunitate energetică** a respondenților. Inițial operatorii de interviu s-au asigurat ca toți cei intervievați au o bună și corectă înțelegere a conceptului de comunitate energetică. Peste 65% dintre respondenți își exprimă dorința de a se asocia cu vecinii pentru a crea o comunitate energetică și sunt de acord să pună bani la comun cu aceștia pentru a cumpăra panouri fotovoltaice sau alte echipamente care produc energie. Cu toate acestea, circa un sfert dintre cei dispusi să facă acest lucru, nu s-ar asocia cu toți vecinii.

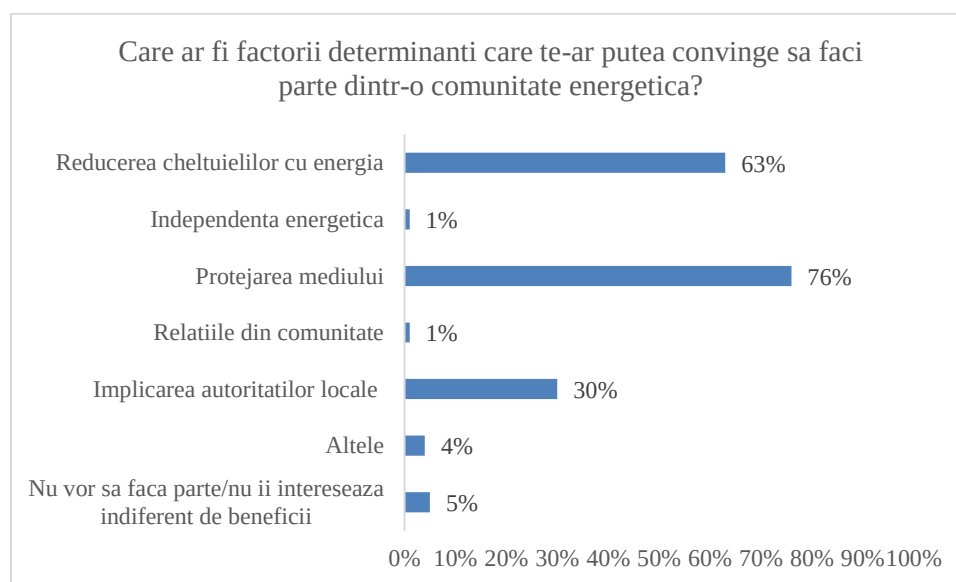


**Figura 54.** Disponibilitatea asocierii cu vecinii pentru crearea unei comunități energetice în Crucea, % (2024)

Eventuale neînțelegeri pot apărea la modul de gestionare al echipamentelor producătoare de energie într-o comunitate energetică: amplasament, managementul operational etc. Sub 15% dintre respondenți ar fi dispusi să se implice efectiv în managementul comunității energetice, cei mai mulți (circa 60%) preferând opțiunea ca o firmă externă să gestioneze tehnic și administrativ comunitatea energetică și neconsiderând potrivit ca membrii comunității energetice să gestioneze tehnic și administrativ comunitatea energetică. Putem sesiza astfel o provocare legată de gestionarea responsabilităților, respondenții dorind să externalizeze cât mai mult din procesul administrativ și managerial al comunității energetice. Pentru circa 80% dintre respondenți dorința

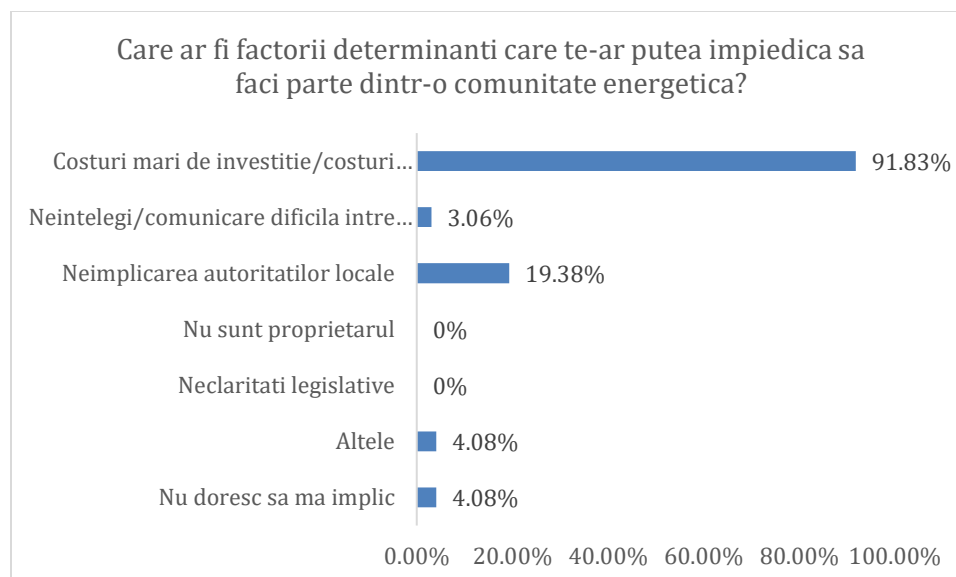
de a face parte dintr-o comunitate energetica ar fi mai mare daca primaria, respectiv primarul si angajatii din primaria ar fi si ei parte din aceasta comunitate energetica. In mod surprinzator la mai putin de 30% dintre respondenti li s-ar diminua dorinta de a se alatura unei comunitati energetice daca vederea/ privelistea le-ar fi afectata negativ de amplasarea unor echipamente tehnice, circa jumatate manifestand indiferenta fata de acest aspect. Peste 70% dintre respondenti se declara preocupati de protejarea mediului inconjurator si schimbarile climatice ce au loc in prezent, sunt dispusi sa intreprinda actiuni concrete si sa invecasca bani in masuri ce conduc la reducerea emisiilor de carbon.

In ceea ce priveste principalii **factori determinanti care i-ar putea convinge sa faca parte dintr-o comunitate energetica**, respondenti mentioneaza frecvent reducerea costurilor (63%), protejarea mediului (76%), implicarea autoritatilor locale (30%).



**Figura 55.** Factori determinanti in vederea crearii unei comunități energetice in Crucea, % (2024)

Pe de alta parte printre **factorii frecvent mentionati care i-ar putea impiedica sa faca parte dintr-o comunitate energetica** se numara costurile ridicate (si eventual costuri ascunse) legate de achizitionarea echipamentelor necesare, defectiuni tehnice si eventuala lipsa de implicare a autoritatilor in acest proces.



**Figura 56.** Factori inhibitori in procesul de creare a unei comunități energetice în Crucea, % (2024)

Tinand cont de raspunsurile deschise obtinute, in cazul in care se doreste consolidarea unei atitudini favorabile a cetatenilor vis-a-vis de ideea de comunitate energetica, recomandarea este ca potentialele initiative de infiintare a unor comunitati energetice sa fie sprijinite logistic, administrativ si financiar de autoritati si potentialilor membrii sa li se prezinte in mod clar si concret beneficiile financiare si de mediu, cat si calitatea solutiei tehnice.

## **XI. EXPUNEREA COMUNITĂȚII DE ENERGIE CU LA RISCURI FINANCIARE ÎN CONTEXTUL RESPONSABILITĂȚII CU PRIVIRE LA ECHILIBRARE**

Costurile de echilibrare a energiei electrice în Europa au devenit un subiect important, pe măsură ce continentul se îndreaptă către o piață a energiei mai integrată și mai eficientă. Comisia Europeană a introdus Ghidul privind echilibrarea energiei electrice (EBGL) în 2017 pentru a armoniza piețele de echilibrare din toate statele membre și pentru a crea o piață paneuropeană pentru serviciile de sistem. Punerea în aplicare a platformelor europene de echilibrare a energiei, cum ar fi TERRE, MARI, PICASSO și IGCC, a reprezentat un pas esențial în această direcție. Aceste platforme urmăresc să sporească eficiența echilibrării, să integreze piețele și să promoveze schimbul transfrontalier de energie de echilibrare. Scopul este de a obține o achiziție de energie de echilibrare mai competitivă din punctul de vedere al costurilor și, în cele din urmă, costuri mai mici pentru consumatorii finali

Costurile de echilibrare variază de la o țară europeană la alta, [studiile](#) și datele de [pe piață](#) sugerând că creșterea costurilor de echilibrare datorată variabilității și incertitudinii vântului se ridică la aproximativ 1-4,5 EUR/MWh pentru penetrări ale vântului de până la 20% din cererea de energie. Pentru producătorii de energie eoliană, costurile medii de echilibrare suportate variază între 2-3 €/MWh, deși există excepții notabile în unele țări în care costurile pot fi semnificativ mai mari.

România este una dintre aceste excepții, în care costurile de echilibrare pentru generatoarele eoliene pot ajunge până la 20 EUR/MWh, în timp ce pentru centralele solare fotovoltaice acestea pot ajunge la 12-15 EUR/MWh - cauza fiind o piață de echilibrare mai puțin dezvoltată, cu puțini actori și o piață intrazilnică mică și nelichidă care nu stimulează gestionarea activă a portofoliului. Stabilind o valoare de referință a costurilor de echilibrare de 4 EUR/MWh, ca în cazul Germaniei, și presupunând un cost de echilibrare de 9 EUR/MWh și 12 EUR/MWh pentru energia eoliană, ajungem la o medie de 1,2 EUR pe MWh în costuri suplimentare pentru consumatorii români, iar adăugând comisionul de gestionare al retailerilor de 20% și TVA de 19% ajungem la un total de 1,71 EUR/MWh costuri suplimentare. O gospodărie care consumă 2 MWh pe an ar plăti 3,42 EUR.

Pe măsură ce comerțul transfrontalier cu servicii de echilibrare devine mai frecvent, armonizarea mecanismelor de decontare a dezechilibrelor devine tot mai importantă pentru a asigura eficiența pieței. În plus, pe măsură ce piețele intraday devin mai lichide și mai răspândite, costurile de echilibrare ar trebui să scadă și ele. Se preconizează că punerea în aplicare a acestor noi mecanisme și platforme de echilibrare va aduce îmbunătățiri semnificative în ceea ce privește securitatea sistemului și va spori bunăstarea socială globală. Cu toate acestea, rămân provocări, inclusiv necesitatea de a atenua potențialele probleme legate de puterea pieței și de a aborda riscurile ridicate legate de prețuri pe piețele de echilibrare a energiei. Pe măsură ce mai mulți operatori de sisteme de transport se conectează la platformele europene de echilibrare în anii următori, se așteaptă ca eficiența și lichiditatea acestor piețe să se îmbunătățească în continuare.

### ***Sistem de echilibrare***

Sistemul de echilibrare în rețelele electrice de curent alternativ este un mecanism esențial pentru menținerea stabilității rețelei și prevenirea întreruperilor de curent. Acesta cuprinde reglementări, procese și piețe menite să asigure echilibrul puterii active care determină frecvența utilităților. Sistemele europene de echilibrare au evoluat de la orientările din Manualul de operațiuni UCTE la un cadru juridic mai standardizat. Punerea în aplicare a orientărilor privind rețelele în 2016-2017 a stabilit reglementări obligatorii în toate statele membre ale UE. Sistemul de echilibrare este reglementat de două documente-cheie:

1. Linia directoare privind echilibrarea energiei electrice
2. Ghidul de funcționare a sistemului de transport al energiei electrice

Piața europeană a energiei electrice funcționează pe baza unui model de autodispecerizare cu responsabilitate de echilibrare. Principalele caracteristici includ:

- **Părțile implicate pe piață:** Generatorii, consumatorii, furnizorii cu amănuntul și comercianții determină dispecerizarea activelor lor.
- **Mecanisme de tranzacționare:** Bursele de energie, platformele brokerilor sau acordurile bilaterale facilitează tranzacționarea.
- **Părți responsabile cu echilibrarea (BRP):** Fiecare punct de racordare la rețea este asociat cu un BRP, responsabil cu echilibrarea portofoliului său.

Termene și gestionarea portofoliului

- **Perioadele de decontare a dezechilibrelor (PDS):** standardizate la PDS de 15 minute.
- **Gestionarea portofoliului:** BRP își pot ajusta pozițiile prin tranzacții sau prin distribuirea de active pentru a minimiza dezechilibrele.

Piețele spot includ licitațiile pentru ziua următoare și piețele intrazilnice. Operatorii de sisteme de transport (OST) mențin echilibrul sistemului folosind diferite tipuri de rezerve:

- Rezerva de limitare a frecvenței (FCR)
- Rezerva de restabilire automată a frecvenței (aFRR)
- Rezerva manuală de restabilire a frecvenței (mFRR)

Aceste rezerve sunt achiziționate prin diverse mecanisme, cu modele de piață în evoluție, pentru a spori concurența și participarea. Dezechilibrele BRP sunt decontate financiar de către OTS prin utilizarea prețurilor de dezechilibru.

OTS asigură stabilitatea rețelei prin menținerea unui echilibru al sistemului aproape de zero. Aceasta implică procurarea și activarea rezervelor de echilibrare, clasificate ca rezerve de limitare a frecvenței (FCR), rezerve de restabilire automată a frecvenței (aFRR) și rezerve de restabilire manuală a frecvenței (mFRR). Aceste rezerve, achiziționate prin licitații sau acorduri bilaterale, sunt utilizate pentru a corecta dezechilibrele în timp real. Mecanismele de piață, cum ar fi tranzacționarea pentru ziua următoare și intrazilnică, oferă BRP opțiuni pentru atenuarea dezechilibrelor, prețurile de decontare stimulând un comportament eficient.

În România, OST Transelectrica gestionează sistemul de echilibrare. Prețurile de pe piața de echilibrare sunt influențate de doi factori principali: 1) necesitatea de a crește producția și/sau de a reduce consumul și 2) necesitatea de a reduce producția și/sau de a crește consumul. Sistemul energetic trebuie să fie echilibrat în orice moment, adică oferta trebuie să fie egală cu cererea. Atunci când sistemul este deficitar, OST plătește participanților un preț unic pentru a reduce cererea sau pentru a crește producția - prețul sistemului (SP) este pozitiv. Atunci când sistemul este excedentar, OST plătește participanților un preț unic pentru a crește cererea sau pentru a reduce producția - SP este negativ. BRP își gestionează portofoliile încercând să fie cât mai puțin expuse posibil la prețurile de sistem pozitive sau negative care rezultă din diferențele dintre consumul și/sau producția previzionate și cele reale. OTS achiziționează MWh necesari prin licitații care, în marea majoritate a cazurilor, sunt influențate de prețurile pentru ziua următoare.

**Tabelul 50.** Situația financiară a BRP în funcție de situația sistemului

| System            | Market Participant |            |
|-------------------|--------------------|------------|
|                   | In Surplus         | In Deficit |
| System in Surplus | Loss               | Profit     |
| System in Deficit | Profit             | Loss       |

*Sursa: reprezentare proprie*



### ***Evoluția pieței de echilibrare în România***

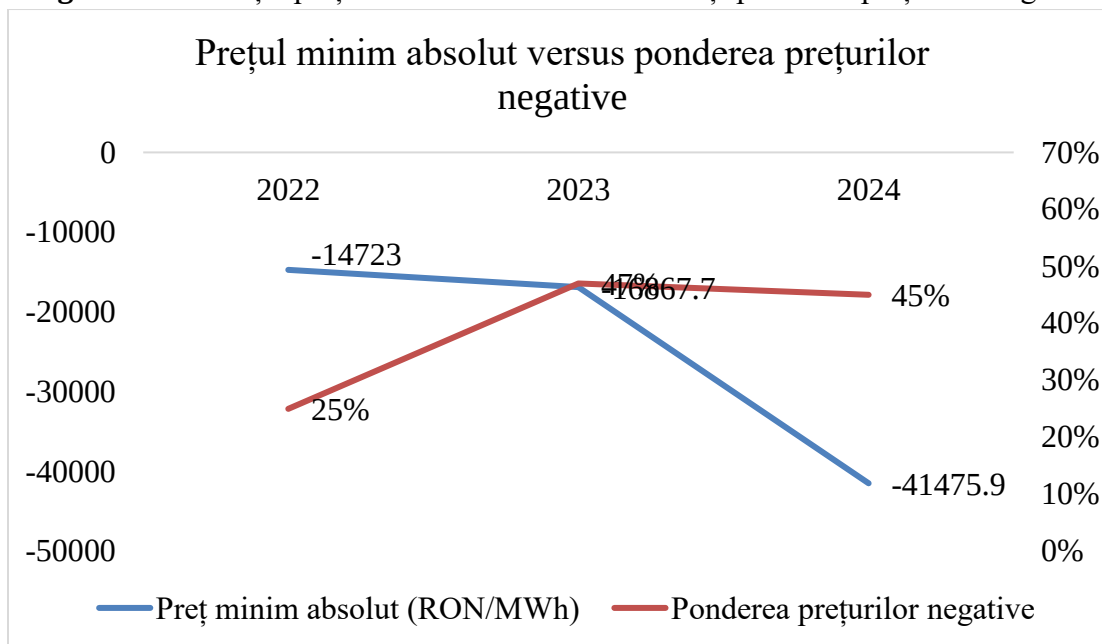
În ultimii trei ani, în România au fost instalați până la 2 000 MW de noi sisteme fotovoltaice pe acoperișuri și aproximativ 300 MW de noi capacități solare și eoliene la scară utilitară. Prin urmare, având în vedere starea piețelor de echilibrare și intrazilnice, prețurile de sistem au cunoscut o evoluție semnificativă, în timp ce ponderea prețurilor negative, asociate perioadelor de producție excedentară de energie, a crescut brusc.

Prețurile minime absolute au fost de -14723 RON/MWh în 2022, în timp ce în 2023 au scăzut la -16868/MWh. În 2024, acest preț a scăzut la -41476 RON/MWh (Figura 57). Ponderea prețurilor negative a crescut de la 25 % în 2022 la 45 % în 2024, în conformitate cu evoluția prețurilor de sistem. Pe scurt, numărul perioadelor în care producția depășește consumul a crescut pe măsură ce mai multă energie regenerabilă este introdusă în sistem.

Fiecare consumator și producător de energie electrică care dispune de un contor trebuie să fie reprezentat pe piața de echilibrare și, în prezent, nu există excepții în ceea ce privește persoanele care trebuie să fie incluse pe această piață. Pentru a consolida milioanele de puncte de măsurare în cererea și consumul agregate, părțile responsabile cu echilibrarea (BRP) asigură acest serviciu. BRP gestionează programele de cerere și de producție ale participanților lor și alocă aceste costuri pe baza abaterilor de la programele declarate față de programele realizate.

Conform rapoartelor [Transelectrica](#), există maximum 11 participanți la această piață, toți producători de energie electrică care pot reduce sau crește producția în funcție de [nevoile](#) sistemului. Cel mai flexibil dintre acești participanți, având în vedere parcul de producție, este Hidroelectrică, care are și poziția dominantă.

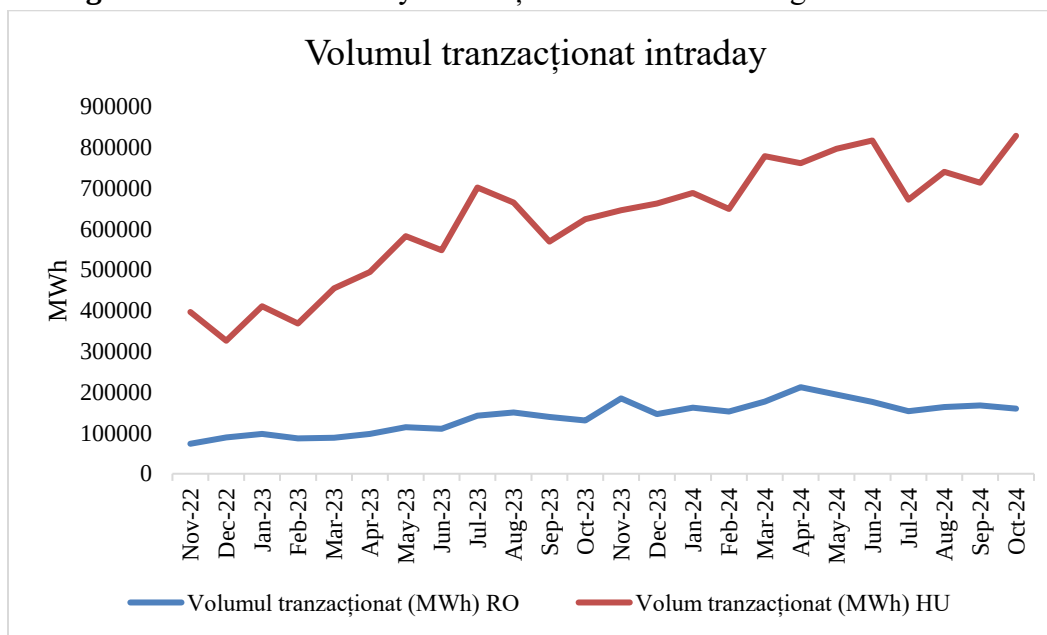
**Figura 57.** Evoluția prețurilor de sistem în România și ponderea prețurilor negative



Sursă: Entso-e

Această evoluție este așteptată pe măsură ce mai multă energie regenerabilă intră în sistem, care poate fi gestionată mai bine cu ajutorul piețelor intrazilnice lichide și al gestionării active a portofoliului. Din păcate, în prezent, România are o piață intrazilnică mică în comparație cu cea a Ungariei (Figura 58), deoarece România tranzacționează de 5 ori mai puțină energie pe piața intrazilnică decât vecinul său occidental.

**Figura 58.** Puterea intraday tranzacționată la bursă în Ungaria vs România



Surse: HUPEX & OPCOM

### **Estimarea costurilor de echilibrare**

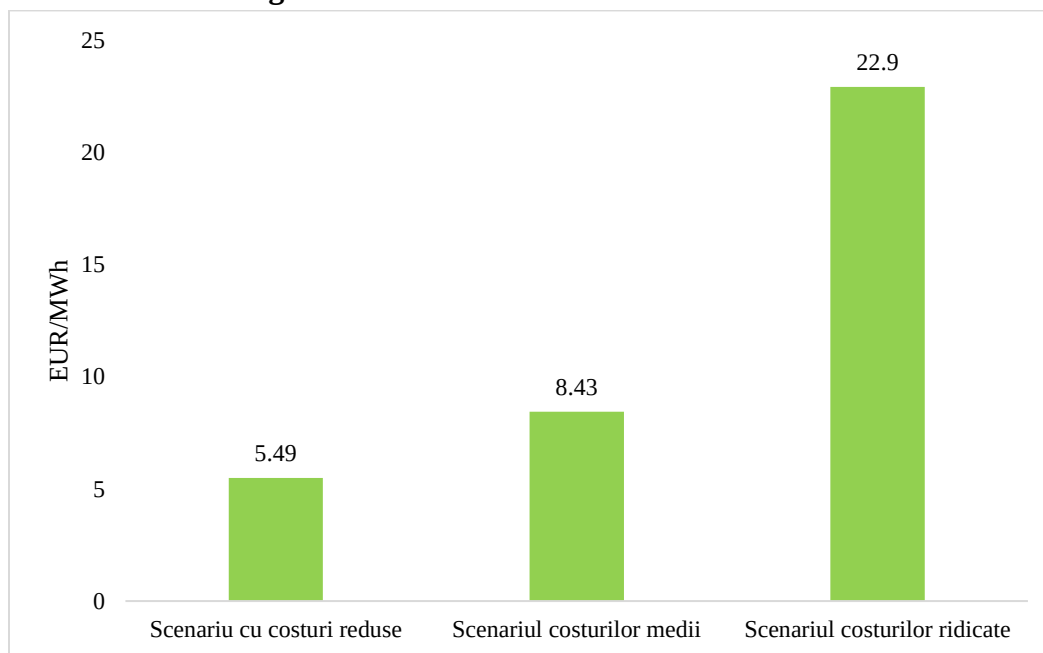
Pentru acest studiu, costurile de echilibrare au fost estimate în același mod în care BRP le calculează pentru participanții la piață. Fiecare producător și consumator este asociat cu o BRP, practic o entitate cu acces la piața de echilibrare care gestionează programele, previziunile și abaterile de la previziuni ale membrilor săi. Comunitățile energetice vor avea două opțiuni: fie să se alăture unei BRP existente, fie să devină ele însele o BRP, dacă consumul și producția sunt suficient de ridicate pentru a merita efortul suplimentar. Profilurile de producție și de cerere sunt agregate la nivelul BRP și apoi costurile, pozitive sau negative, sunt împărțite la consumul și producția fiecărui membru al BRP pentru a ajunge la valori monetare unice pe MWh.

În acest studiu, am lucrat cu prețurile de sistem din 2023 furnizate de ENTSOE. Portofoliul nostru BRP a presupus o dimensiune de 1000 MWh de bază pentru fiecare perioadă de decontare de 15 minute. Am conceput trei scenarii pentru a afla costurile pe MWh (figura 3). Ipoteza noastră privind abaterile aleatorii este preluată din datele furnizate de [Transelectrica](#) pentru abaterile din mai 2024, ultima lună raportată, și încearcă să reproducă stohasticitatea abaterilor reale de pe piață. Calea cea mai lungă ar fi de a dispune de date reale cu abateri reale și de a verifica calculele BRP, dar aceste date sunt confidențiale și pot fi approximate prin costurile finale de echilibrare estimate de participanții la piață.

- 1) În primul scenariu, am permis erori cuprinse între -5% și 5% din echilibrul net al producției și consumului. Am randomizat aceste erori pentru fiecare punct de date din setul de date de bază de 1000 MWh, și anume 35040 ISP-uri. Am multiplicat apoi rezultatele în MWh cu prețul sistemului furnizat de ENTSOE. În cele din urmă, am adăugat aceste costuri și le-am împărțit la numărul de ISP pentru a ajunge la un preț unic pe MWh în EUR/MWh. Rezultatele alese, având în vedere natura aleatorie a abaterii, au fost un cost de **5,49 EUR /MWh**.
- 2) În cel de-al doilea scenariu, am permis erori cuprinse între -10% și 10% din echilibrul net al producției și consumului. Am randomizat aceste erori pentru fiecare punct de date din setul de date de bază de 1000 MWh, și anume 35040 ISP-uri. Am multiplicat apoi rezultatele în MWh cu prețul sistemului furnizat de ENTSOE. În cele din urmă, am adăugat aceste costuri și le-am împărțit la numărul de FSI pentru a obține un preț unic pe MWh în EUR/MWh. Rezultatele alese, având în vedere natura aleatorie a abaterii, au fost un cost de **8,43 EUR /MWh**.
- 3) În cel de-al treilea scenariu, am permis erori cuprinse între -12% și 12% din echilibrul net al producției și consumului. Am randomizat aceste erori pentru fiecare punct de date din setul de date de bază de 1000 MWh, și anume 35040 ISP-uri. Am multiplicat apoi rezultatele în MWh cu prețul sistemului furnizat de ENTSOE. În cele din urmă, am adăugat aceste costuri și le-am împărțit la numărul de FSI pentru a obține un preț unic pe MWh în EUR/MWh. Rezultatele alese, având în vedere natura aleatorie a abaterii, au fost un cost de **22,9 EUR /MWh**.

O modalitate alternativă de a efectua aceste calcule ar fi fost să se lucreze cu date reale privind consumul și producția pentru comunitățile în sine și să se calculeze costurile de echilibrare la nivel comunitar. Cu toate acestea, aceste calcule ar fi fost mai puțin exacte deoarece, în lumea reală, fiecare punct de consum sau comunitate aparține unei BRP și beneficiază de efecte de portofoliu în care abaterile se anulează reciproc, iar costurile sunt mai mici decât dacă ar fi fost calculate individual. Astfel, metoda aleasă reflectă mai realist comportamentul pieței și, implicit, costurile.

**Figura 59.** Estimarea costurilor de echilibrare



*Sursă: estimare proprie bazată pe datele ENTSOE*

### ***Estimarea costurilor de echilibrare la nivelul comunității energetice***

Pe piețele de echilibrare, mărimea abaterii contează cel mai mult pentru costurile finale de echilibrare. Astfel, cu cât este mai mare producția și/sau consumul, cu atât sunt mai mari abaterile probabile care trebuie gestionate, ceea ce se traduce prin costuri de echilibrare mai mari, în absența unei gestionări active a portofoliului și a tranzacționării intraday. Am reflectat această realitate a pieței prin alegerea unor costuri de echilibrare mai ridicate pentru comunitățile mai mari din distribuția de probabilitate disponibilă a costurilor de echilibrare în simularea noastră. sunt mai mari abaterile potențiale și costurile ridicate asociate.

**Crucea** este o comună în județul Constanța, România, cu o populație de aproximativ 3.000 de locuitori. Cuprinde cinci sate: Crucea, Băltăgești, Crișan, Gălbiori și Șiriu.

Comuna Crucea din județul Constanța este racordată la rețeaua națională de energie. În perioada anuală 10/2023 - 09/2024, consumul total de energie s-a ridicat la 1.319,16 MWh. Din cauza lipsei infrastructurii necesare pentru producerea energiei din surse regenerabile, racordarea la rețeaua națională este exclusiv unidirecțională. Comunitatea Crucea este formată din 427 de consumatori de energie electrică, dintre care 54 sunt consumatori comerciali și 373 sunt consumatori rezidențiali, toți conectați la rețeaua națională prin rețeaua de joasă tensiune.

**Tabelul 51.** Consumul de energie electrică în Crucea

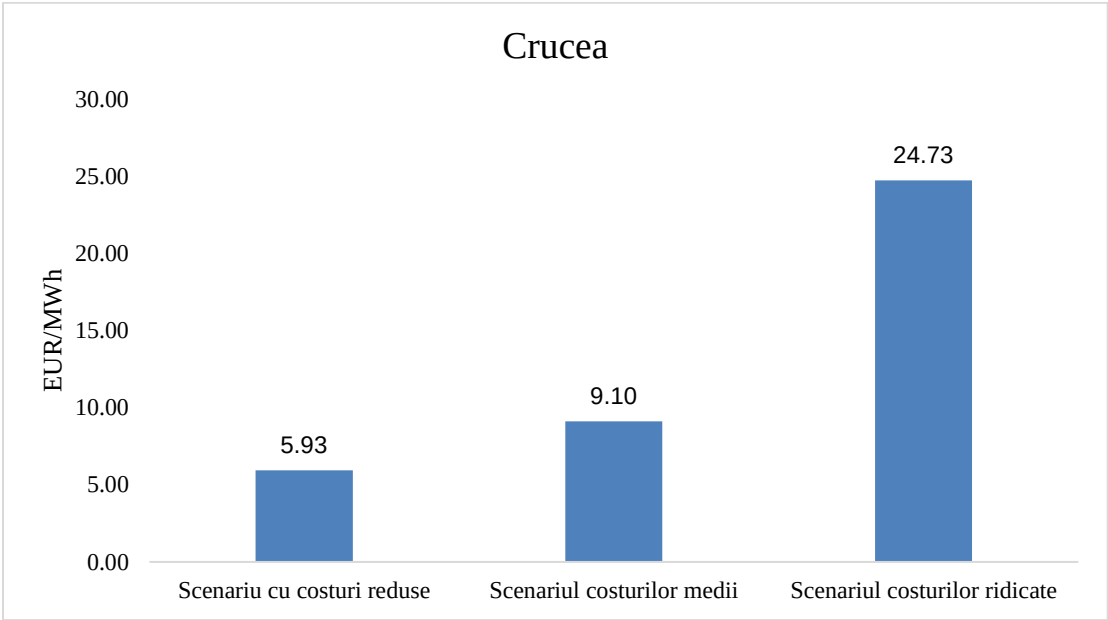
| <b>Luna</b>  | <b>COMERCIAL<br/>[MWh]</b> | <b>CASNIC<br/>[MWh]</b> | <b>TOTAL<br/>[MWh]</b> |
|--------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Ian          | 70.238                     | 59.838                  | 130.076                |
| Feb          | 55.390                     | 48.889                  | 104.279                |
| Mar          | 45.709                     | 49.547                  | 95.256                 |
| Apr          | 42.093                     | 46.802                  | 88.895                 |
| Mai          | 50.976                     | 54.743                  | 105.719                |
| Iun          | 57.577                     | 58.046                  | 115.623                |
| Iul          | 51.935                     | 52.902                  | 104.837                |
| Aug          | 46.057                     | 55.316                  | 101.373                |
| Sep          | 45.010                     | 54.032                  | 99.042                 |
| Octombrie    | 62.255                     | 59.691                  | 121.946                |
| Noi          | 64.247                     | 53.670                  | 117.917                |
| Dec          | 75.394                     | 59.194                  | 134.588                |
| <b>Total</b> | <b>667</b>                 | <b>653</b>              | <b>1.320</b>           |

*Sursă: Administrația Crucea*

Crucea este al doilea cel mai mare consumator de energie electrică dintre cele trei comunități analizate. Astfel, am estimat că costurile de echilibrare sunt cu 8% mai mari decât în scenariul de bază, deoarece cu cât consumul este mai mic, cu atât sunt mai mici abaterile potențiale și costurile

asociate. După cum s-a explicat în paragraful introductiv, distribuția costurilor este una probabilistică, dată fiind natura probabilistică a abaterilor. Prin urmare, ținând seama de fundamentele pieței, și anume o expunere mai redusă la abateri conduce la costuri mai mici, am încercat să reflectăm aceste fundamente ale pieței prin creșterea treptată a costurilor pentru fiecare comunitate, pornind de la calculele de referință, în funcție de mărimea consumului și a producției.

**Figura 60.** Echilibrarea costurilor comunității energetice din Crucea



*Sursă: estimare proprie*

Anual, costurile de echilibrare ale comunităților prezentate în acest raport sunt următoarele:

**Tabelul 52.** Costurile anuale de echilibrare în funcție de scenariu

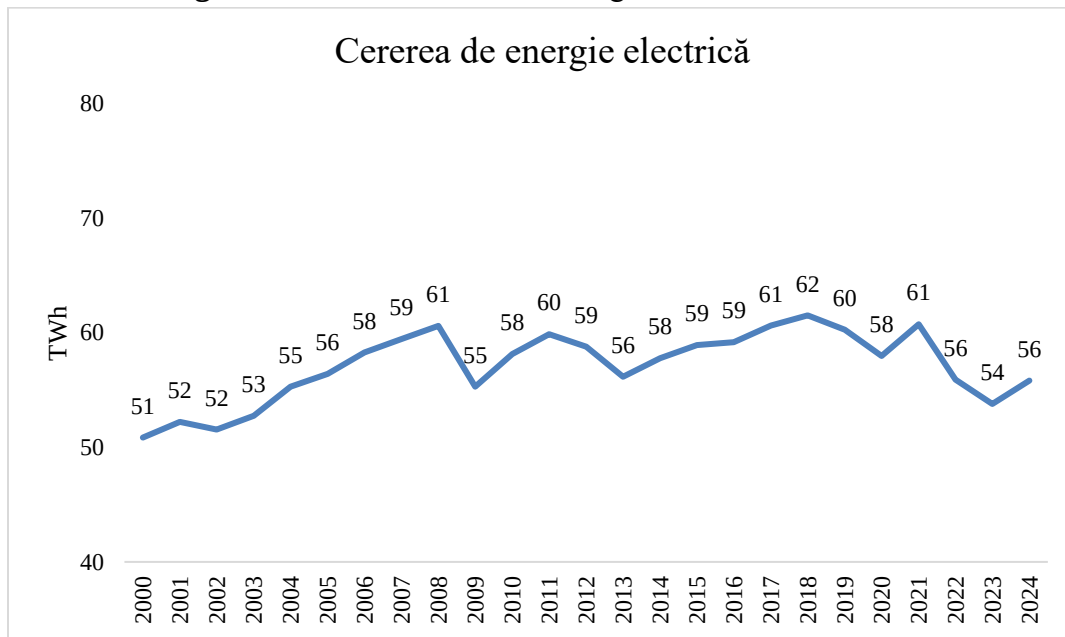
|        | Consum<br>MWh | Costuri<br>reduse<br>(EUR/MWh) | Costuri<br>medii<br>(EUR/MWh) | Costuri<br>ridicate<br>(EUR/MWh) |
|--------|---------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Crucea | 1319.16       | 7822.62                        | 12004.36                      | 32622.83                         |

*Sursă: calcule proprii*

**Costuri de rețea**

Rețeaua electrică este o parte esențială a țărilor moderne cu economii avansate. Rețeaua electrică este întreținută și dezvoltată printr-o serie de taxe pentru fiecare MWh care tranzitează rețeaua electrică la înaltă, joasă sau medie tensiune. Cu cât numărul de MWh este mai mare, cu atât costurile de întreținere și dezvoltare a rețelei electrice sunt mai mici. România a înregistrat o scădere a cererii de energie electrică în ultimii trei ani, de la 61 TWh în 2021 la 54 TWh în 2023. Cererea pentru 2024 este estimată la aproximativ 56 TWh, o creștere de aproximativ 4% față de datele din 2023.

**Figura 61:** Cererea anuală de energie electrică în România



*Sursă: Ember*

Există trei surse de venituri care contribuie la menținerea rețelei și la extinderea acesteia, dacă este necesar. Acestea sunt grupate în servicii de sistem, transport - introducerea și extragerea energiei electrice din cablurile de înaltă tensiune și costuri de distribuție grupate în taxe de înaltă, medie și joasă tensiune. Tabelul 4 oferă o prezentare generală a taxelor de rețea pentru fiecare MWh de cerere în România. Costurile de rețea sunt stabilite de autoritatea națională de reglementare și acoperă, de obicei, costurile de întreținere și extindere a rețelei și un profit pentru operatori care este limitat la 4-8% pe an.

**Tabelul 53.** Taxe de rețea în România începând cu decembrie 2024

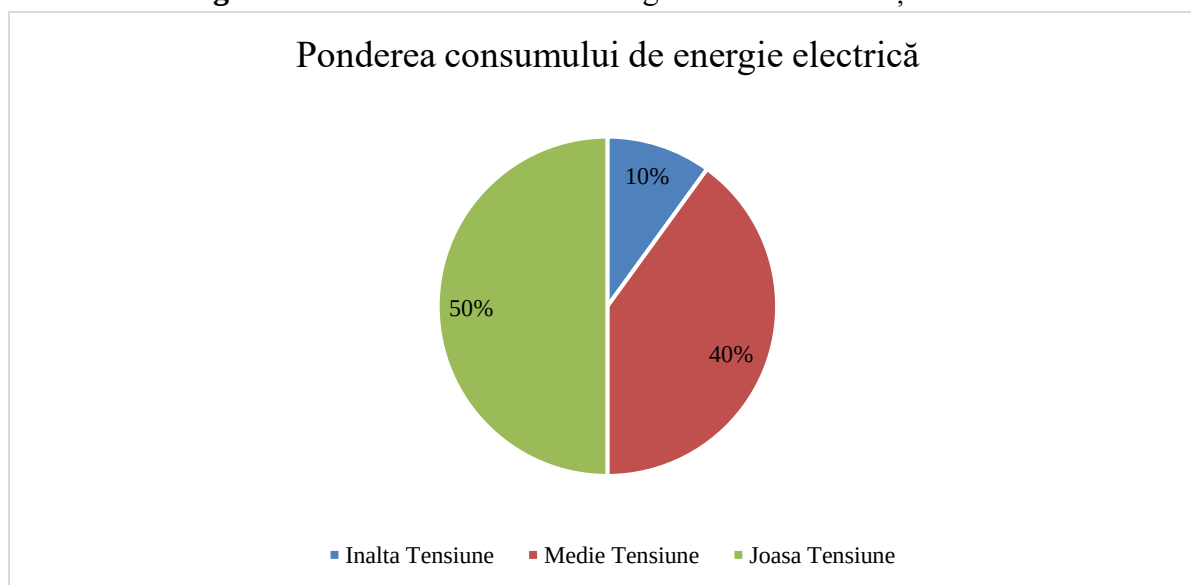
| Regiune           | System Service<br>RON/MWh | Tariff TG -<br>Introduction<br>in the<br>network | Tarif fTL -<br>Extraction<br>from the<br>network | Tariff High<br>Voltage | Tariff Medium<br>Voltage | Tariff Low<br>Voltage |
|-------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Moldova           | 11.51                     | 3.82                                             | 27.72                                            | 30.68                  | 65.92                    | 205.86                |
| Transilvania Nord | 11.51                     | 3.82                                             | 27.72                                            | 31.22                  | 74.86                    | 190.16                |
| Transilvania Sud  | 11.51                     | 3.82                                             | 27.72                                            | 29.55                  | 63.05                    | 185.49                |
| Banat             | 11.51                     | 3.82                                             | 27.72                                            | 19.43                  | 58.37                    | 166.56                |
| Muntenia          | 11.51                     | 3.82                                             | 27.72                                            | 14.83                  | 56.77                    | 168.26                |
| Muntenia Nord     | 11.51                     | 3.82                                             | 27.72                                            | 34.72                  | 74.69                    | 238.63                |
| Dobrogea          | 11.51                     | 3.82                                             | 27.72                                            | 28.38                  | 69.4                     | 197.46                |
| Oltenia           | 11.51                     | 3.82                                             | 27.72                                            | 42.46                  | 85.13                    | 205.89                |

*Sursă: Nova Power and Gas*

Pentru a estima evoluția costurilor de rețea într-un scenariu în care 300 000 de gospodării fac parte din comunități energetice, ceea ce înseamnă aproximativ 1 TWh mai puțină cerere totală, presupunând un consum anual de 3,36 MWh pe gospodărie, am presupus că cererea de energie

electrică este grupată după cum urmează: 10% este consumată la înaltă tensiune, 40% la medie tensiune și 50% la joasă tensiune.

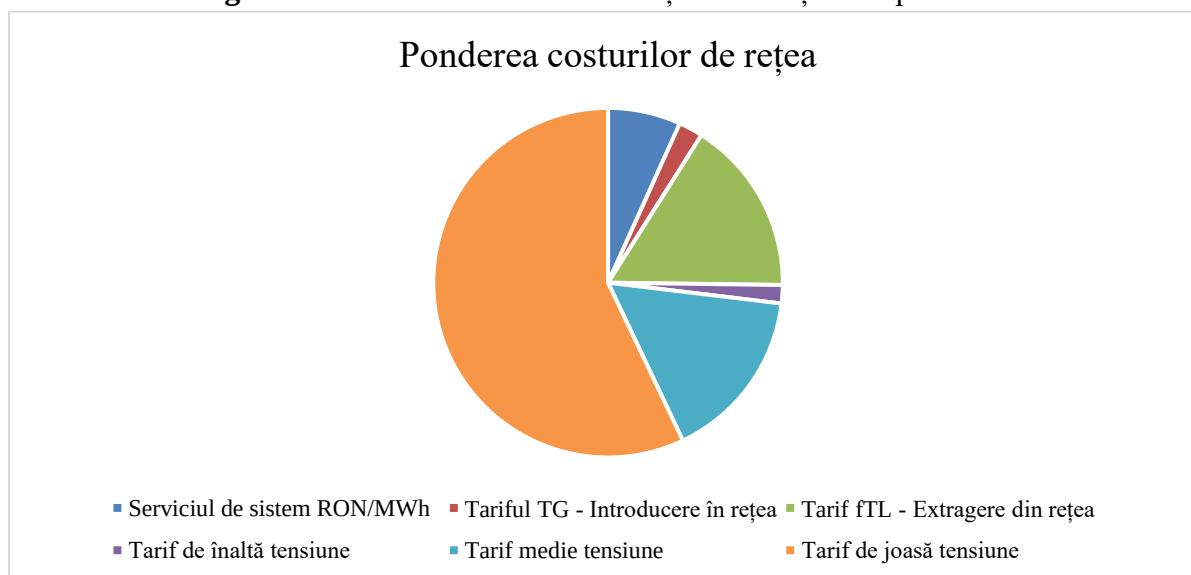
**Figura 62.** Ponderea cererii de energie electrică în funcție de tensiune



*Sursă: Estimare proprie*

Cele mai multe costuri de rețea revin consumatorilor de joasă tensiune, deoarece aceștia au cele mai mari costuri per MWh.

**Figura 63.** Ponderea costurilor de rețea în funcție de tipul de costuri



*Sursă: Estimare proprie*

În 2024, am estimat că costurile de rețea erau de 9,53 miliarde RON pentru o cerere de 56 TWh de energie electrică, adică 170 RON/MWh sau 34 EUR/MWh. Rezultatele pentru o cerere totală de 55 TWh, excluzând 1 TWh presupus a fi autoconsumat de membrii comunităților energetice a

fost de 9,36 miliarde RON, echivalentul a 3,11 RON/MWh suplimentar, echivalentul a 0,62 EUR suplimentar pe MWh consumat. Rezultatele arată că, în ciuda oricărei afirmații contrare, costurile de rețea nu cresc semnificativ pe măsură ce mai multe persoane aderă la comunitățile energetice și au o pondere mai mare a cererii acoperite prin autoconsum. În general, costurile de rețea cresc cu 2% pentru fiecare 2% de scădere a cererii.

Cercetarea actuală a arătat o creștere a prețurilor de echilibrare în România din cauza dublării intervalelor cu prețuri de sistem negative în România în ultimii doi ani, pe fondul instalării a peste 2 GW de energie regenerabilă în România, în cea mai mare parte prosumatori. Excedentul de sistem a crescut semnificativ, ceea ce a condus la creșterea prețurilor de echilibrare pentru toți participanții la piață.

În prezent, prețurile de echilibrare în România sunt de aproximativ 8-9 EUR pe MWh pentru energia solară fotovoltaică și de până la 15 EUR pe MWh pentru energia eoliană terestră, mult mai mari decât prețurile de aproximativ 4 EUR pe MWh observate în Germania, care are o pondere mult mai mare a energiei regenerabile decât România în mixul său de energie electrică, în principal din cauza faptului că piețele intrazilnice pe care se tranzacționează deviațiile pentru a reduce costurile de echilibrare sunt mai puțin dezvoltate în România decât în Germania.

Am estimat costuri de echilibrare cuprinse între 5,49 EUR/MWh și 22,9 EUR pe MWh pentru comunitățile energetice analizate în acest studiu, în conformitate cu referințele de piață preluate din rapoartele de piață, în principal prin simularea costurilor unui portofoliu BRP folosind date pentru 2023.

Am observat, de asemenea, că cererea de energie electrică a stagnat în România, după ce a scăzut de la un nivel ridicat observat în 2021, ceea ce crește costurile generale ale sistemului. Calculele noastre pentru aproximativ 1 TWh reprezentând cererea comunitară de energie arată că costurile rețelei cresc liniar cu 2% pentru fiecare 2% de reducere a cererii.

Comunitățile energetice ar trebui să fie foarte conștiente de aceste costuri suplimentare pe care sistemul le suportă odată cu dezvoltarea mai multor energii regenerabile și a autoconsumului, ceea ce duce la scăderea cererii de energie. Calea cea mai prietenoasă cu sistemul de a face față acestor costuri mai mari este cea care implică stabilirea de competențe în comunitățile energetice pentru a gestiona costurile de echilibrare și portofoliile lor de cerere și producție, astfel încât valoarea creată de aceste comunități să fie împărțită ca beneficii pentru comunitățile însele. În acest caz, odată ce piața intrazilnică va prinde viteză în România și prețurile se vor alinia mai mult la piața germană, dezvoltarea comunităților energetice poate fi accelerată în continuare. O modalitate de a organiza această stabilire a competențelor este prin înființarea unui comerciant cu amănuntul de energie electrică în care comunitățile energetice sunt acționari și guvernează structura pentru a maximiza beneficiile care pot fi obținute prin investițiile lor.



## **XII. Concluzii**

Studiul de fezabilitate al comunității energetice din comuna Crucea a debutat prin conturarea profilului social, demografic și economic al comunității. Următorul capitol a analizat infrastructura energetică și vulnerabilitățile asociate, evidențiind riscul sărăciei energetice. În capitolul trei s-a argumentat necesitatea și oportunitatea unei comunități de energie regenerabilă, iar în cel de-al patrulea s-a demonstrat alinierea propunerii la obiectivele europene și naționale. Capitolul cinci a subliniat concordanța acestui proiect cu Planul de Dezvoltare Locală, iar al șaselea a detaliat cele trei scenarii de implementare (variante PV și PV + BESS, cu capacități diferite), calibrate pentru echilibrarea cost-beneficiu. Analiza economică din capitolele șapte până la nouă a confirmat viabilitatea financiară prin indicatori NPV, IRR și simulări Monte Carlo, în timp ce în capitolul zece studiul de percepție socială a relevat un nivel ridicat de acceptare comunitară și potențial de guvernare participativă. În cele din urmă, evaluarea riscurilor financiare și de echilibrare din capitolul unsprezece a subliniat sustenabilitatea economică și adaptabilitatea proiectului pe termen lung. În ansamblu, propunerea de comunitate energetică în Crucea se dovedește fezabilă, scalabilă și în deplină concordanță cu politicile naționale și europene, având potențialul de a reduce sărăcia energetică și de a stimula dezvoltarea durabilă a zonei.

### XIII. ANEXE

#### *Termeni și variabile utilizate*

**1) Time of Use (ToU)** reprezintă tariful pentru energia electrică consumată din rețea. În perioada de aplicare a Ordonanței de Urgență nr. 27/2022, valabilă până în martie 2025, prețurile sunt plafonate astfel: 0,68 lei/kWh (TVA inclus) pentru un consum lunar între 0 și 100 kWh; 0,80 lei/kWh (TVA inclus) pentru un consum lunar între 100,01 și 255 kWh; 1,3 lei/kWh (TVA inclus) pentru un consum lunar peste 255 kWh. Estimăm că după această perioadă tarifele vor fi între 1 - 2 lei/kWh;

**2) Feed-in Tariff (FiT)** reprezintă tariful pentru energia electrică injectată în rețea. Deși în prezent se aplică decontarea cantitativă în termen de 24 de luni de la data livrării, după această perioadă tariful FiT corespunzător energiei active produse și livrate în rețea corespunde prețului mediu ponderat înregistrat în Piața pentru Ziua Următoare (PZU) aferent lunii în care a fost produsă și livrată energia electrică respective. Conform OPCOM, prețul mediu ponderat a variat între 0,4 lei/kWh și 1,19 lei/kWh între 2022- 2024.

Tarifele utilizate în analiza inițială sunt: ToU=1 leu/kWh; FiT=0,4 lei/kWh. În analizele de sensibilitate au fost simulate scenariile în care tarifele cresc până la 2 lei/kWh pentru ToU și 0,7 lei/kWh pentru FiT. De asemenea, este considerată și o variantă în care se aplică tarife diferențiate pe intervale orare.

**3) Prețurile dezechilibrelor (PD)**, conform analizei realizate de Andrei Ilas, variază între 5,93 și 24,73 Euro/MWh, fiind considerate 3 scenarii: *Low costs scenario* – 5,93 Euro/MWh; *Mid costs scenario* – 9,1 Euro/MWh și *High costs scenario* – 24,73 Euro/MWh. Pentru simulări vom considera ultimul scenariu în care prețurile dezechilibrelor sunt de aproximativ 25 Euro/MWh, echivalent 125 lei/MWh (0,125 lei/kWh). Conform <https://www.eon.ro/info-prosumatori>, prețul dezechilibrelor se calculează lunar de către furnizor, iar acesta poate fi pozitiv sau negativ. În exemplele furnizate de E.ON prețul a fost între 0.0097 lei/kWh și 0.02623 lei/kWh. Vom considera în analizele de mai jos un preț de 0,03 lei/kWh.

**4) Grid Cost** reprezintă costul cu energia electrică din rețea la prețul reglementat sau stabilit de furnizor (ToU) care include următoarele taxe și tarife suplimentare:

1. Tarife reglementate pentru servicii de rețea:

- Tariful de transport care include componenta de extracție din rețea (TL) este un cost asociat cu extragerea energiei din rețeaua de transport.
- Tarif pentru serviciul de sistem (TSS) acoperă costurile pentru menținerea echilibrului și siguranței sistemului energetic național.

- Tarif de distribuție variază în funcție de nivelul de tensiune (joasă, medie, înaltă) și de operatorul de distribuție; acoperă costurile de livrare a energiei către consumatorul final. Pentru joasă tensiune, tariful variază între 185 și 239 lei/MWh.

## 2. Contribuții la scheme de sprijin:

- Certificate verzi - costuri asociate cu promovarea energiei din surse regenerabile; furnizorii au obligația de a achiziționa un număr de certificate verzi proporțional cu energia furnizată.
- Contribuția pentru cogenerare de înaltă eficiență - susține producția combinată de energie electrică și termică la un randament ridicat.

## 3. Taxe și impozite:

- Acciza reprezintă taxa impusă de stat pentru consumul de energie electrică; valoarea poate varia în funcție de destinația consumului (comercial sau necomercial).
- Taxa pe valoarea adăugată (TVA). În prezent, cota standard este de 19% și se aplică la suma totală a celorlalte componente.

În cazul în care comunitatea plătește costuri cu dezechilibre, ToU se diminuează cu prețul dezechilibrelor. Pe baza acestor aspecte, definim costul cu energia consumată din rețea astfel:

$$GridCost = \sum_t D^t \times (ToU^t - PD^t)$$

Unde:

- $D^t$  reprezintă consumul de energie electrică din rețea în intervalul  $t$ ;
- $ToU^t$  este tariful aplicat pentru consum;
- $PD^t$  reprezintă prețul dezechilibrelor actualizate periodic de furnizor.

**5) Feed-in Revenue** reprezintă venitul net încasat de comunitate din injectarea energiei în rețea. Acesta se calculează pe baza tarifului FiT. Din venitul obținut se scad costurile dezechilibrelor.

Să presupunem că o comunitate injectează 1.000 kWh într-o lună, iar furnizorul oferă un FiT de 0,5 lei/kWh. În acest caz avem:

Venitul brut din vânzare:  $1.000 \text{ kWh} \times 0,5 \text{ lei/kWh} = 500 \text{ lei}$

Costul dezechilibrelor:  $1.000 \text{ kWh} \times 0,03 \text{ lei/kWh} = 30 \text{ lei}$

**Feed-in Revenue:**  $500 \text{ lei} - 30 \text{ lei} = 470 \text{ lei}$

Definim venitul obținut de comunitate din livrarea (injectarea) energiei în rețea astfel:

$$FeedRevenue = \sum_t S^t \times (FiT^t - PD^t)$$

Unde:

- $S^t$  reprezintă surplusul de generare locală injectată în rețea în intervalul  $t$ ;
- $FiT^t$  este tariful aplicat pentru energia livrată în rețea;

#### **6) Self Consumption Revenue. Mecanisme de partajare a energiei generate în comunitate (Energy Sharing)**

Conceptul de **Energy Sharing** se referă la distribuirea sau partajarea energiei produse local, în mod echitabil și eficient, între membrii unei comunități energetice. Acest concept este bazat pe ideea că energia generată local, de exemplu de la un parc fotovoltaic, o turbină eoliană sau alte surse regenerabile, poate fi utilizată direct de membrii comunității fără a trece prin piața convențională de energie, reducând costurile și dependența de rețelele centralizate. Energia generată este împărțită între membrii comunității în mod egal deoarece fiecare membru contribuie la investiția inițială în mod egal sau această investiție este suportată exclusiv din fonduri nerambursabile.

Pentru energia generată și consumată local se aplică următoarele taxe:

- taxe și contribuții - 0 lei/ kWh
- tarif distribuție la jumătate din tariful de distribuție actual – 105 lei/MWh
- energia produsă și consumată la nivelul comunității, în timp real, este alocată membrilor comunității în mod egal la tarif zero

Astfel, venitul din autoconsum (**Self Consumption Revenue**) reprezintă economiile înregistrate de comunitate ca urmare a consumului energiei generate local și se obține ca diferență dintre costul cu energia electrică dacă aceasta ar fi fost consumată din rețea (la ToU, inclusiv taxele și tarifele suplimentare corespunzătoare *Grid Cost*) și costul actual în cazul în care energia este consumată la tarif zero și se aplică tariful de distribuție de 105 lei/MWh.

Definim venitul net din autoconsum astfel:

$$SelfConsRevenue = \sum_t (C^t, G^t) \times ToU^t - \beta_{EC}$$

Unde  $\beta_{EC}$  reprezintă costul cu tariful de distribuție aplicat la nivelul comunității.

#### **7) Beneficiul economic al comunității (Value Share)**

Definim costul final sau plata comunității ( $Payment_{EC}$ ) cheltuielile/veniturile înregistrate de comunitate la finalul unei perioade (lună sau an):

$$Payment_{EC} = GridCost - FeedRevenue$$

Fiecare membru al comunității are alocată o cotă de generare egală pe care o poate consuma integral sau parțial, în funcție de consumul său. Astfel, putem defini plățile ( $Payment_m$ ) fiecărui membru  $m$  pe baza excedentului de consum (cheltuială) sau surplusului de generare (venit) înregistrate la finalul unei perioade (lună sau an):

$$Payment_m = GridCost_m - FeedRevenue_m$$

Surplusul de generare și excedentul de consum atât la nivelul fiecărui membru și la nivelul comunității se înregistrează cu ajutorul contorizării inteligente. Diferența dintre suma plăților individuale și plata comunității reprezintă un *beneficiu economic al comunității (Value Share)* și se redistribuie membrilor în cote egale sau poate fi păstrată pentru alte proiecte de investiții.

$$VS_{EC} = \sum_m Payment_m - Payment_{EC}$$

## 8) Indicatori financiari

Pentru analiza economică a scenariilor sunt utilizați următorii indicatori:

1. *Net Present Value (NPV)* reprezintă valoarea actualizată netă calculată conform ecuației:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF^t}{(1+r)^t} - CAPEX$$

Unde:

- $CF^t$  - Fluxul de numerar la momentul  $t$  compus din venitul net obținut din energia produsă și consumată local ( $SelfConsRevenue^t$ ) la care se adaugă veniturile din livrarea surplusului în rețea ( $FeedRevenue^t$ ). Pe durata proiectului aceste valori vor fi ajustate cu o rată de degradare anuală ( $d$ ) care reflectă scăderea în timp a producției fotovoltaice. Din veniturile nete lunare se scad costurile operaționale ( $OPEX$ ).
- $r$  - Rata de actualizare (discount rate). Aceasta variază între 3-10% pentru proiectele regenerabile, însă putem considera un discount rate de 3% în cazul în care proiectul are o finanțare nerambursabilă semnificativă, riscuri financiare și tehnologice scăzute și obiective sociale și sustenabilitate prioritară.
- $t$  - Anul sau perioada curentă, unde  $t=0$  este investiția inițială.
- $n$  - Durata totală a proiectului (numărul de perioade analizate).
- CAPEX - Costul total al investiției pentru implementarea proiectului

Interpretare: dacă  $NPV > 0$  proiectul este profitabil și aduce beneficii comunității; dacă  $NPV < 0$  proiectul aduce pierderi; dacă  $NPV = 0$  proiectul nu aduce beneficii nete.

2. *Internal Rate of Return (IRR)* este rata de actualizare ( $r$ ) care face ca Net Present Value (NPV) să fie egal cu zero. Formula IRR este:

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF^t}{(1 + IRR)^t} - CAPEX = 0$$

3. *Payback Period (PBP)* reprezintă perioada necesară pentru a recupera investiția inițială.

$$PBP = \frac{CAPEX}{\underline{CF}}$$

Unde:

$CF$  - Fluxul mediu anual de numerar pe durata proiectului

4. *Profitability Index (PI)* reprezintă raportul dintre valoarea actualizată a fluxurilor de numerar și investiția inițială.

$$PI = \frac{PV}{CAPEX}$$

Unde PV este valoarea actualizată a fluxurilor de numerar viitoare (discounted cash flows) și poate fi calculat pe baza NPV astfel:

$$PV = NPV + CAPEX$$

Interpretare: dacă  $PI > 1$  proiectul este profitabil, deoarece valoarea actualizată a fluxurilor de numerar viitoare depășește investiția inițială; dacă  $PI < 1$  proiectul aduce pierderi, deoarece valoarea actualizată este mai mică decât investiția inițială; dacă  $PI = 1$  proiectul este la limita rentabilității.

5. *Levelized Cost of Energy (LCOE)* reprezintă costul unitar al energiei produse de un sistemul fotovoltaic, calculat pe durata sa de viață. LCOE indică prețul minim la care energia trebuie vândută (sau utilizată) pentru a acoperi costurile totale ale proiectului, incluzând investiția inițială (CAPEX); costurile de operare și întreținere (OPEX) actualizate; degradarea sau scăderea producției în timp.

$$LCOE = \frac{CostActual}{E}$$

Unde:

CostActual reprezintă costurile totale actualizate compuse din CAPEX (costul inițial al investiției) și costurile totale de operare și întreținere actualizate la valoarea prezentă. Acestea se obțin astfel:

$$OPEX_{actual} = \sum_{t=1}^n \frac{OPEX^t}{(1+r)^t}$$

E – energia totală generată ajustată pentru a surprinde degradarea anuală a panourilor solare cu o rata anuală de degradare (de exemplu  $d=0.5\%$  pe an).

6. *Energy Net Revenue (ENR)* reprezintă venitul generat de proiect pe întreaga durată de viață, după deducerea costurilor operaționale (mentenanță, licențe software, management și administrare comunitate).

$$ENR = \sum_{t=1}^n CF^t$$

7. *Return on Investment (ROI)* este un indicator economic care măsoară beneficiile proiectului prin raportarea venitului net la costul inițial al investiției.

$$ROI = \frac{ENR}{CAPEX} \times 100$$

Interpretare: dacă  $ROI > 100\%$  proiectul aduce beneficii comunității, iar aceste beneficii sunt mai mari decât investiția inițială; dacă  $ROI < 100\%$  proiectul nu recuperează suficient pentru a aduce un beneficii echivalente cu investiția; dacă  $ROI = 100\%$  proiectul recuperează investiția inițială, fără a aduce beneficii comunității.

## 9) Analiza beneficiilor membrilor comunității

Pentru evaluarea beneficiilor fiecărui membru se calculează următorii indicatori:

1. *Investiția individuală inițială (CAPEX per membru)* reprezintă valoarea investiției raportat la nr de locuitori/ gospodării din comunitate

$$CAPEX_m = \frac{CAPEX}{m}$$

2. Ținând cont că energia generată local se distribuie în mod egal între membrii, putem să determinăm *venitul din energia generată per membru ( $VE_m$ )* astfel:

$$VE_m = \frac{ENR}{m}$$

Dacă ENR este calculat anual, acest rezultat arată ce economii generează proiectul pentru fiecare membru într-un an. Este un indicator al rentabilității economice directe pentru fiecare membru. Dacă ENR este pozitiv și comunitatea decide să redistribuie veniturile, acest indicator ar putea fi utilizat pentru a stabili valoarea redistribuirii. Dacă ENR este negativ (costuri mai mari decât veniturile), acest indicator poate arăta ce contribuție suplimentară ar fi necesară din partea fiecărui membru pentru a acoperi pierderile.

3. *Rentabilitatea participării fiecărui membru în comunitate ( $ROI_m$ )*. Comparând venitul per membru cu investiția individuală inițială (CAPEX per membru), se poate analiza rentabilitatea participării fiecărui membru în comunitate.

$$ROI_m = \frac{VE_m}{CAPEX_m}$$

În cazul în care energia este alocată în cote egale, acest indicator va fi egal cu ROI pentru comunitate.

4. În cazul în care se distribuie în cote egale beneficiile comunității (*Value Share*), *beneficiul fiecărui membru* ( $VS_m$ ) se determină astfel:

$$VS_m = \frac{VS_{EC}}{m}$$

Aceste beneficii se scad din valoarea plăților individuale ( $Payment_m$ ) astfel încât facturile finale ale membrilor vor fi mai mici în cazul cheltuielilor sau mai mari în cazul în veniturilor.

5. *Gradul de economisire* (*Cost Saving*) reprezintă o metodă standard de a exprima economiile de costuri ca procent din cheltuiala inițială și este definit astfel:

$$CostSaving_m = \frac{InitialPayment_m - FinalPayment_m}{InitialPayment_m} \times 100$$

Unde:

$InitialPayment_m$  reprezintă costul inițial cu energia electrică, fără existența sau afilierea la comunitate:

$$InitialPayment_m = \sum_t C_m^t \times ToU^t + \beta_G$$

$FinalPayment_m$  reprezintă plata finală (cheltuială sau venit) din care se scad beneficiile obținute prin redistribuire:

$$FinalPayment_m = Payment_m - VS_m$$

Dacă indicatorul are o valoare pozitivă, membrul  $m$  a realizat economii. De exemplu, dacă  $CostSaving_m=20\%$  înseamnă că membrul a economisit 20% din cheltuielile inițiale. Dacă indicatorul are valoare negativă, atunci costurile finale sunt mai mari decât cele inițiale, indicând o pierdere sau o creștere a cheltuielilor.

## 10) Analiza de risc

Analiza Monte Carlo este o metodă utilă pentru a evalua riscurile și incertitudinile asociate unui proiect. Pentru scenariile considerate, putem aplica această metodă pentru a modela variațiile și incertitudinile în indicatorii economici.

Etapele Analizei Monte Carlo

1. Identificarea variabilelor de intrare incerte:



- Rata de generare anuală ( $\pm 5\%$  variație).
  - Rata de actualizare ( $\pm 2\%$  în jurul valorii centrale, de exemplu,  $8\% \pm 2\%$ ).
  - Tarifele ToU și FiT ( $\pm 10\%$  variație).
  - Costurile operaționale ( $\pm 10\%$ ).
2. Definirea distribuțiilor probabile pentru fiecare variabilă:
    - Generare anuală - distribuție normală (media este generarea medie anuală).
    - Rata de actualizare - distribuție uniformă în intervalul specificat.
    - Tarife și costuri - distribuție normală sau uniformă.
  3. Se calculează indicatorii economici NPV, IRR iterativ (de exemplu 10,000 simulări).
  4. Analiza rezultatelor: obținem graficul de distribuție pentru NPV și IRR și identificăm probabilitatea de succes ( $\text{NPV} > 0$ ).

### **11) Analize de sensibilitate**

Simulăm indicatorii economici pentru diverse sisteme de tarifyare. Pentru fiecare scenariu sunt analizate următoarele variante:

- V1 – se consideră tarifye fixe:  $\text{FiT}=0,4$  lei/kWh și  $\text{ToU}=1$  leu/kWh.
- V2 – este simulată varianta în care FiT si ToU au o creștere de 20%, respectiv  $\text{FiT}=0.48$  lei/kWh și  $\text{ToU}=1.2$  lei/kWh
- V3 – este simulată varianta în care FiT si ToU au o creștere de 50%%, respectiv  $\text{FiT}=0.6$  lei/kWh și  $\text{ToU}=1.5$  lei/kWh
- V4 – este simulată varianta în care FiT si ToU au o creștere de 100%%, respectiv  $\text{FiT}=0.8$  lei/kWh și  $\text{ToU}=2$  lei/kWh
- V5 –  $\text{FiT}=0,5$  lei/kWh și sunt aplicate tarifye diferențiate pentru ToU, astfel: 0,8 lei/kWh în orele de noapte între 1:00-6:00; 1,2 leu/kWh între 6:00-10:00 dimineața; 1 leu kWh între 10:00-16:00 și 1,5 lei/kWh seara, între 16:00-24:00.

#### XIV. Referințe și bibliografie

Lu, S. & Ren, J. 2023, 'A comprehensive review on energy poverty: definition, measurement, socioeconomic impact and its alleviation for carbon neutrality', *Environmental Development and Sustainability*, viewed 7 January 2025, <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04143-7>.

Bouzarovski, S. 2014, 'Energy poverty in the European Union: Landscapes of vulnerability', *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, vol. 3, no. 3, pp. 276–289.

Bouzarovski, S. 2018, *Energy Poverty: (Dis) Assembling Europe's Infrastructural Divide*, Springer Nature.

Omic, E. 2019, *Energy Poverty in Europe: How Energy Efficiency and Renewables Can Help*, Council of Europe Development Bank (CEB).

Batool, K., Zhao, Z.Y., Sun, H. et al., 2023. Modeling the impact of energy poverty on income poverty, health poverty, educational poverty, and environmental poverty: a roadmap towards environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, pp.85276–85291. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28238-w>

Maier, S. & Dreoni, I. 2024, *Who is "energy poor" in the EU*, European Commission, JRC138418.

European Parliament, 2021. *Climate action in Romania: EU progress on climate action – How are the Member States doing?* PE 696.185. Available at: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS\\_BRI\(2021\)69618\\_5\\_EN](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI(2021)69618_5_EN) (Accessed: 3 January 2025).

European Commission, 2024. *Romania: Final updated NECP 2021-2030 submitted*. Available at: [https://commission.europa.eu/publications/romania-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024\\_en](https://commission.europa.eu/publications/romania-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en) (Accessed: 3 January 2025).

Yue, Q., Zhang, M. & Song, Y., 2024. Impact of digital divide on energy poverty across the globe: The mediating role of income inequality. *Energy Policy*, 195(C).

Eurostat 2024, *Living conditions in Europe - energy efficiency in households*

Institutul Național de Statistică (INS) 2023, *Rezultate definitive RPL 2021*, Recensământul României, viewed 27 December 2024, <https://www.recensamantromania.ro/rezultate-rpl-2021/rezultate-definitive/>.

Ministry of Development, Public Works, and Administration (2021). *Orașe mici în România - Raport sinteză*. Available at: [www.mdlpa.ro](http://www.mdlpa.ro) (Accessed: 2 January 2025).

Centrul pentru studiul democrației (CSD) 2020, *Sărăcia energetică crește odată cu criza COVID-19: Este timpul pentru dreptul la energie*, viewed 27 December 2024, <https://democracycenter.ro/publicatii/saracia-energetica-creste-odata-cu-criza-covid-19-este-timpul-pentru-dreptul-la-energie/>.

Ministry of Development, Public Works, and Administration, 2021. *Orașe mici în România: Raport sinteză*. Available at: <http://www.mdplp.ro> (Accessed: 6 January 2025).

Listafirme.ro (LF), 2023. *Lista firmelor din România*. Available at: <https://membri.listafirme.ro/pagini/p2.htm> (Accessed: 7 January 2025).

Murafa, C., Sinea, A., Jiglău, G. & Bădescu, G. 2017, *Sărăcia energetică și consumatorul vulnerabil: Cât de departe suntem de Europa?*, Centrul pentru studiul democrației (CSD).

National Institute of Statistics, 2022. *Fondul de locuințe la 31 decembrie 2021*. Available at: <https://www.insse.ro/cms/ro/content/fondul-de-locuinte> (Accessed: 6 January 2025).

National Institute of Statistics, 2022. *Condițiile de viață ale populației din România în anul 2021*. Institutul Național de Statistică. Available at: [https://insse.ro/cms/sites/default/files/field/publicatii/conditiile\\_de\\_viata\\_ale\\_populatiei\\_din\\_romania\\_in\\_anul\\_2021.pdf](https://insse.ro/cms/sites/default/files/field/publicatii/conditiile_de_viata_ale_populatiei_din_romania_in_anul_2021.pdf) (Accessed: 6 January 2025).

Sinea, A. & Jiglău, G. 2021, *Sărăcia energetică în România și nevoia schimbării de paradigmă: De la consumatorul vulnerabil la cetățeni cu drept la energie*, Centrul pentru studiul democrației (CSD).

Murafa, C., Sinea, A. & Jiglău, G. 2017, *Sărăcia energetică și consumatorul vulnerabil: Evidențe din România și Europa (Policy Brief)*, Centrul pentru studiul democrației (CSD).

Enerdata (2023) *Romania energy market*. Available at: <https://www.enerdata.net/estore/energy-market/romania/> (Accessed: 10 January 2025).

Recorder (2023) *Investiții*. Available at: <https://recorder.ro/investitii/> (Accessed: 10 January 2025).

Vornicu-Chira, A., Sinea, A., Lese, M. & Jiglău, G. 2024, *Identifying the vulnerabilities to the ETS 2 in Romania: Policy recommendations for the adoption of the National Social Climate Plans*.

Carfora, A., Scandurra, G. & Thomas, A. 2022, 'Forecasting the COVID-19 effects on energy poverty across EU member states', *Energy Policy*, vol. 161, 112597.

Oliveras, L. et al. 2021, 'Energy poverty and health: Trends in the European Union before and during the economic crisis, 2007–2016', *Health & Place*, vol. 67, p. 102294.

Hanke, F., Guyet, R. & Feenstra, M. 2021, 'Do renewable energy communities deliver energy justice? Exploring insights from 71 European cases', *Energy Research & Social Science*, vol. 80, 102244.

Belaïd, F. 2022, 'Implications of poorly designed climate policy on energy poverty: Global reflections on the current surge in energy prices', *Energy Research & Social Science*, vol. 92, 102790.

Streimikiene, D., Kyriakopoulos, G.L., Lekavicius, V. & Siksnyte-Butkiene, I. 2021, 'Energy poverty and low carbon just energy transition: Comparative study in Lithuania and Greece', *Social Indicators Research*, vol. 158, no. 1, pp. 319–371.

Crucea Administration Interview. 2024, *Interview about the Crucea commune*, interviewed by I. Ciurea, 19 December, Bucharest.

Crucea Townhall 2021, *Strategia de dezvoltare a comunei Crucea pentru intervalul 2021–2027*, viewed 7 January 2025, <https://primaria-crucea.ro/programe-si-strategii/>.

Data.gov.ro n.d., *Portalul Național de Date Deschise*, viewed 2 January 2025, <https://data.gov.ro/>.

González-Eguino, M. (2015). Energy poverty: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.013>

Halkos, G. E., & Gkampoura, E.-C. (2021). Evaluating the effect of economic crisis on energy poverty in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 110981. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110981>