

## RAPORT ȘTIINȚIFIC

2021 – 2022 (continuare)

**PROIECTUL *Intelligent FIWARE-based Generic Energy Storage Services for Environmentally Responsible Communities and Cities***

I-GRETA

### 1. Descrierea proiectului

Proiectul I-Greta abordează în mod concret obiectivul programului ERA-Net MICALL19 privind soluțiile integrate de stocare a energiei, răspunzând în același timp provocărilor UE legate de transformările tehnice asupra sistemului energetic și în special Acțiunii 4 asociată Planului Strategic European pentru Tehnologii Energetice (*ETIP-SNET Plan*). Mai mult, obiectivele proiectului sunt legate de strategia de dezvoltare inovare 2017-2026 a planului ETIP-SNET privind provocările și evoluția sistemelor energetice.

Scopul proiectului I-Greta este de a dezvolta soluții pentru operarea sistemelor energetice flexibile care beneficiază de capacități de stocare. Acestea vor fi capabile să integreze resurse regenerabile de energie în rețelele locale prin evaluarea flexibilității cererii precum și printr-un control eficient la nivel de microrețea/comunitate locală de energie, bazat pe optimizarea consumului de energie electrică, de încălzire și răcire. Soluțiile I-Greta vor fi aplicate în 5 infrastructuri de testare din 4 țări prin intermediul unei platforme digitale cu componente FIWARE. Stocarea (electrochimică) disponibilă în rețeaua prosumatorilor va fi integrată în soluția optimizată la nivel de comunitate locală de energie.

Un aspect important este legat de abordarea centrată pe utilizator și a lua în considerare nevoile atât ale operatorilor de sistem, cât și locuitorilor clădirilor (consumatori de energie), administratorilor de clădiri și a publicului în general. Utilizatorii și operatorii de sistem vor putea avea o influență asupra sistemelor automate ale clădirilor prin interfețe om-mașină (*human-machine interface*) concepute cu accent pe experiența utilizatorului; toate acestea se vor putea realiza prin dezvoltarea unei aplicații web care va putea rula pe diferite dispozitive. Preferințele utilizatorilor finali în ceea ce privește confortul termic, vor fi dependente de economia de energie și emisiile cât mai scăzute de CO<sub>2</sub>. Pentru a stimula utilizatorii în eficientizarea transferului de energie, vor fi propuse și dezvoltate strategii comportamentale precum crearea unor medii de vizualizare a proceselor energetice, de diminuare a CO<sub>2</sub> dar și *nudging* și *gamification*.

Un obiectiv relevant pentru proiect este realizarea unei platforme (folosind tehnologia FIWARE) de monitorizare și control al transferului de energie într-o comunitate de tip prosumer și care include consum flexibil sub forma unui modul de stocare electrochimică. Monitorizarea se va face cu contoare de energie electrică cu rată mare de raportare (secunde).

Rezultatele pe care le urmărește proiectul I-Greta se refera la o propunere de model de piață dinamica de energie care să permită o concurență loială și acces egal la informații, finanțare și parteneri de cooperare. Mai mult, se vor crea modele de afaceri și finanțare pentru conceptele dezvoltate în urma analizei cost-beneficiu pentru operarea anuală a instalațiilor demonstratorului în acest proiect. Toate acestea se vor realiza folosind o platformă ICT și o interfață standardizată capabilă să integreze informații provenind din surse eterogene, precum și din instalațiile demonstratorului, care va include și un algoritm de selecție optimă a investiției în stocare dar va și contribui la creșterea vizibilității echipelor de cercetare din România.

Toate provocările expuse mai sus și activitățile subsumate obiectivelor proiectului se vor face prin colaborarea activă în cadrul consorțiului:

- RWTH Aachen University, Germania, coordonator al proiectului;
- Mercedes-Benz Energy GmbH, Germania
- FH JOANNEUM (University of Applied Sciences), Austria
- Universitatea Tehnică din Graz, Austria
- Dwh GmbH, Austria.
- Universitatea din Graz, Austria
- CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH, Austria.
- EVON GmbH, Austria.
- WEB Windenergie AG, Austria.
- Universitatea „POLITEHNICA” din București, România.
- SIV Electro Concept srl, România.
- GREENIATIVE, România.
- EnergoBit, România.
- Universitatea Tehnică Chalmers, Suedia;
- HSB Göteborg ekonomisk förening, Suedia
- Örebroporten Fastigheter AB, Suedia.

## 2. Pregătire proiect i-GRETA:

Echipa proiectului a efectuat în perioada de desfășurare a proiectului pentru anul 2021 (01 ianuarie 2021 – 31 decembrie 2021) activități de cercetare-dezvoltare pentru modelarea numerică a prosumatorilor având capacități de stocare în contextul unei comunități de energie. Pe lângă aceasta, a fost începută și campania de instalare a contoarelor inteligente în locurile destinate demonstratorului propus de partenerii români, dar și dezvoltarea aplicației funcționale de integrare a datelor de la contoare în contextul platformei și tehnologiei Fiware dar și participare la activități științifice.

**Tehnologia FIREWARE:** Platforma FIWARE oferă un set simplu dar foarte puternic de IPA (Interfețe de Programare a Aplicației – API – *Application Programming Interfaces*) care să simplifice dezvoltarea în cât mai multe sectoare a așa-numitelor aplicații inteligente. Specificațiile și descrierea acestor APIs sunt publice și gratuite. Pe lângă acestea, sunt disponibile în mod *open-source* referințe și modele de implementare ale fiecărei componente FIWARE, astfel ca viitorii utilizatori FIWARE vor putea intra pe piață cu costuri minime.

FIWARE Lab este un mediu de tip „sandbox” unde au loc experimente si inovări bazate pe tehnologiile FIWARE. Astfel, antreprenori si dezvoltatori își pot testa aplicațiile bazate pe tehnologie FIWARE, utilizând date publicate de către orașe si alte organizații. FIWARE Lab este dezvoltat geografic pe o rețea distribuita compusa din noduri, dând posibilitatea unei game largi de experimente.

Structura si esența platformei FIWARE sunt date de așa numitele „Generic Enablers” (GE), care oferă un număr de funcții cu caracter general printr-o interfața API bine definita, facilitând dezvoltarea aplicațiilor inteligente in mai multe sectoare. Ele vor constitui baza arhitecturii asociate aplicației.

### 3. Etape Proiect i-GRETA:

**Etapa I** (01 Ianuarie 2021 – 31 Decembrie 2021): **Studiu pentru conditiile impuse modelelor de flexibilitate a transferului de energie in cazul prosumerilor cu elemente de stocare.**

Acest studiu a presupus in primul rand studierea si cercetarea bibliografică pentru explicitarea caracteristicilor relevante asociate prosumatorilor si comunităților de energie in contextul flexibilitatilor si soluțiilor de stocare a energiei. Cercetarea a fost facuta si pentru ultimele standarde si reglementari in domeniu din Romania. In plus a fost inceputa si campania de instalare a contoarelor inteligente impreuna cu modulele de comunicatie in locatiile demonstratorului propus de partenerii romani.

**Etapa II** (01 Ianuarie 2022 – 31 Decembrie 2022): **Dezvoltare platforma.**

In cadrul demonstratorului din Romania – Green Mogo, se urmărește optimizarea transferului de energie prin folosirea flexibilitatilor electrice si termice dar si a elementelor de stocare a energiei. Se va incepe executia fizica in cadrul demonstratorului, conform datelor planificate si proiectate in cadrul Etapei I a proiectului.

**Etapa III** (01 Ianuarie 2023 – 30 Noiembrie 2023): **Realizare demonstrator.**

Finalizarea executiei fizice si punerea in functiune a echipamentelor conform datelor planificate.

### 4. Studiu pentru conditiile impuse modelelor de flexibilitate a transferului de energie in cazul prosumerilor cu elemente de stocare.

In cadrul **Etapei I** (01 Ianuarie 2021 – 31 Decembrie 2021) au fost studiate si analizate in centrul Green Mogo – demonstratorul din Romania din cadrul proiectului – tipurile de consumatori, sistemul de alimentare generala al centrului, situatia existenta a instalatiei electrice, planurile electrice existente.

Aceste actiuni au avut in vedere proiectarea viitoarei instalatii electrice, in vederea dezvoltarii acesteia, conform standardelor existente in Romania, abordand obiectivul asumat in cadrul proiectului i-GRETA.



Figura 1

O prima intalnire a avut loc in cadrul locatiei Green Mogo (figura 1), unde a fost prezentata imaginea de ansamblu a centrului cu echipamentele existente si nevoile locale (figura 2), urmarind optimizarea transferului de energie prin folosirea flexibilitatilor electrice si termice, precum si a elementelor de stocare a energiei.

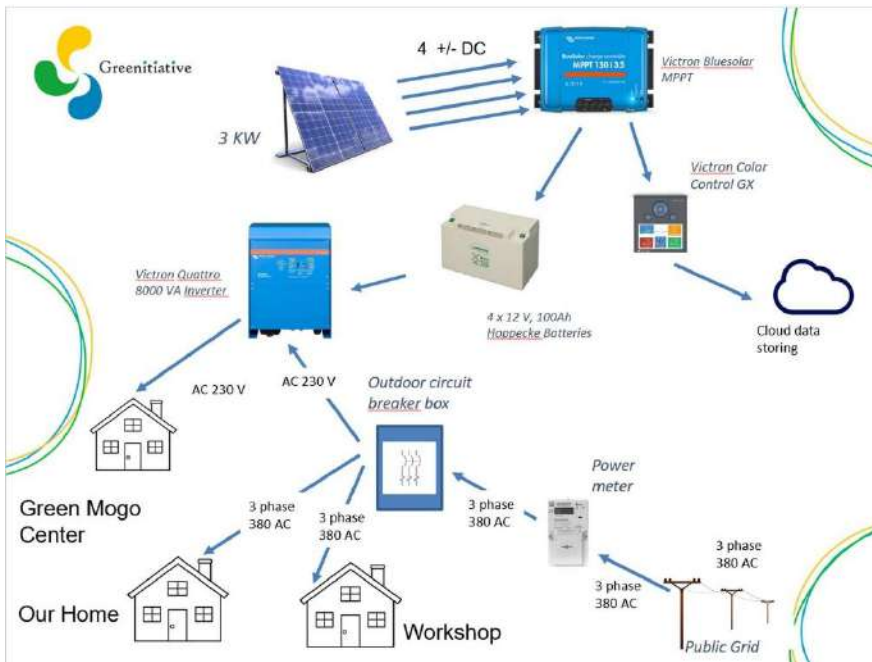


Figura 2

**Datele primare ale instalatiei existente, pot fi descrise generic, astfel:**

- a. O pompa de caldura de 10 kW putere termica; din punct de vedere electric putem estima aproximativ 6 – 6.5KW monofazata.
- b. Alimentarea cladirii (centrul GreenMogo) este monofazata, din cutia de distributie locala aflata la intrarea in curte.
- c. Un important consumator clasic la tensiune alternativa o reprezinta o alta pompa de caldura, de 9000 BTU (putere maxima – electrica – de aproximativ 1,4 kW) si boilerul electric de 3kW; ceilalti consumatori casnici sunt obisnuiti (nu a fost luata in considerare plita electrica si cuptorul, pe care le folosesc foarte rar).
- d. Pompa de caldura exterioara alimentata trifazat este utilizata exclusiv pentru incalzire / racire in anotimpul rece sau vara.
- e. Panouri instalate: 3kW putere instalata (12 panouri de 250W). Invertorul este Victron Quattro, de 8000 VA. Avem 4 baterii Hoppecke (arhitectura sistemului este hibrida) care nu mai sustin incarcarea, dar sunt prezente in instalatie deoarece arhitectura este hibrida si nu ar functiona fara ele sistemul. Fara masuratori curente, se estimeaza aproximativ 1 kWh / pe zi capacitate.

Locuinta este alimentata separat, din aceeasi cutie de alimentare aflata la intrarea in curte – fiind considerat tabloul electric general de alimentare – alimentare la tensiune alternativa 3 x 230/400VAC 50Hz, putere instalata 9kW – prezentate in figura 3.

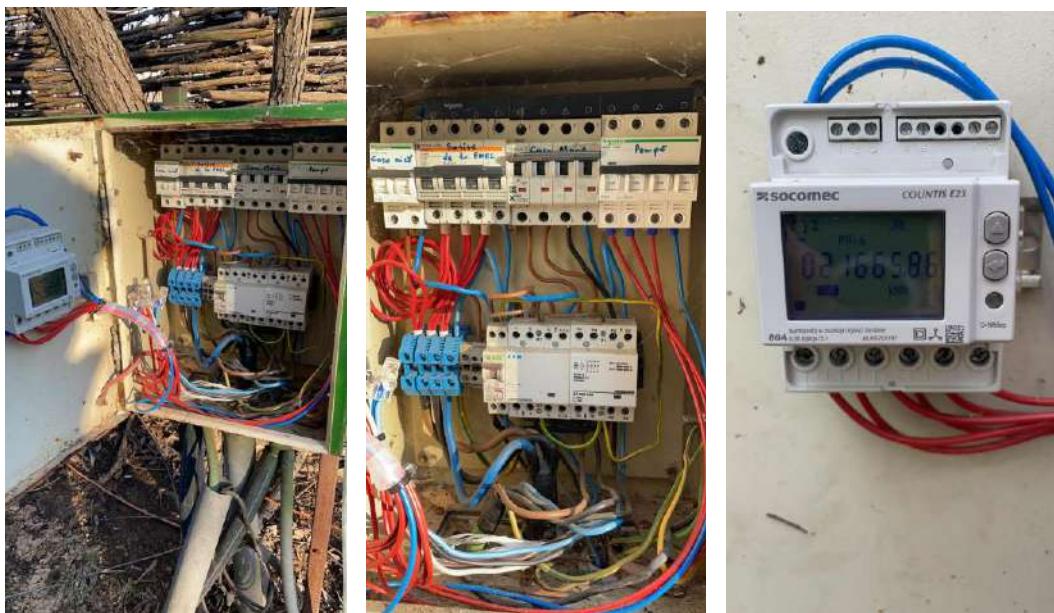


Figura 3.



In baza analizei datelor primare si a discutiilor bazate pe realitatea fizica si implicit interesul urmarit in cadrul proiectului, a fost realizata schema electrica (figura 4) a situatiei reale la inceputul proiectului, in cadrul demonstratorului GreenMogo, urmand a fi aleasa solutia tehnica finala pentru dezvoltarea platformei.

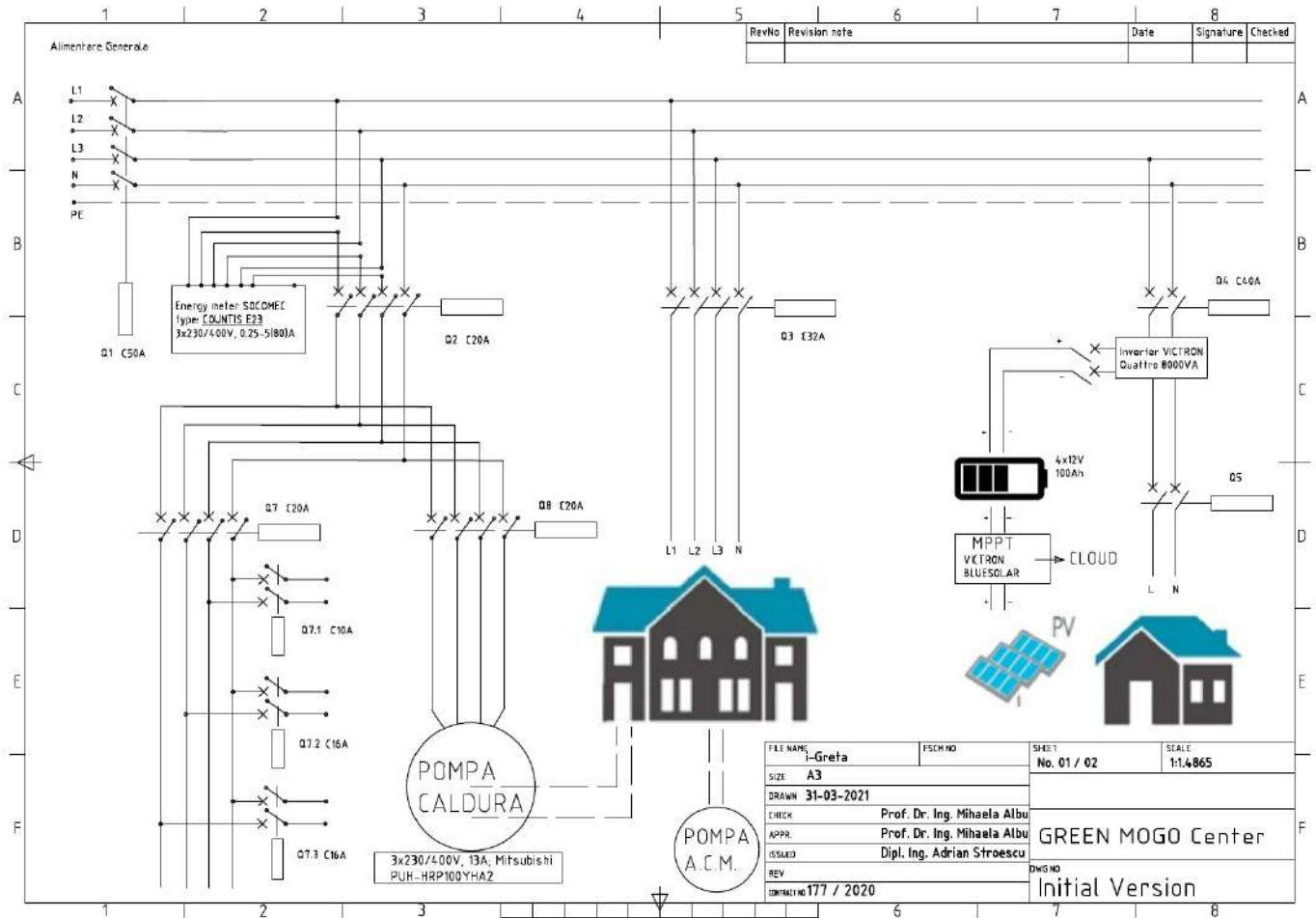


Figura 4.

### 5. Dezvoltare platforma – etapa a II-a (Ianuarie 2022 – Decembrie 2023)

In cadrul acestei etape, echipa proiectului Dipl. Ing. Doctorand Adrian Stroescu si Dipl. Ing. Doctorand Valeriu Vacaru – au pregatit si realizat planul propus in etapa I a proiectului, efectuand activitati de cercetare – dezvoltare pentru realizarea si integrarea demonstratorului Green Mogo in mediul tehnologiei FIREWIRE. Plecand de la schema electrica existenta in cadrul locatiei Green Mogo, am dezvoltat o schema electrica monofilara (figura 5), care are ca scop implementarea solutiei finale de optimizare a consumului de energie, prin utilizarea flexibila a consumurilor electrice si termice sau de stocare a energiei electrice.

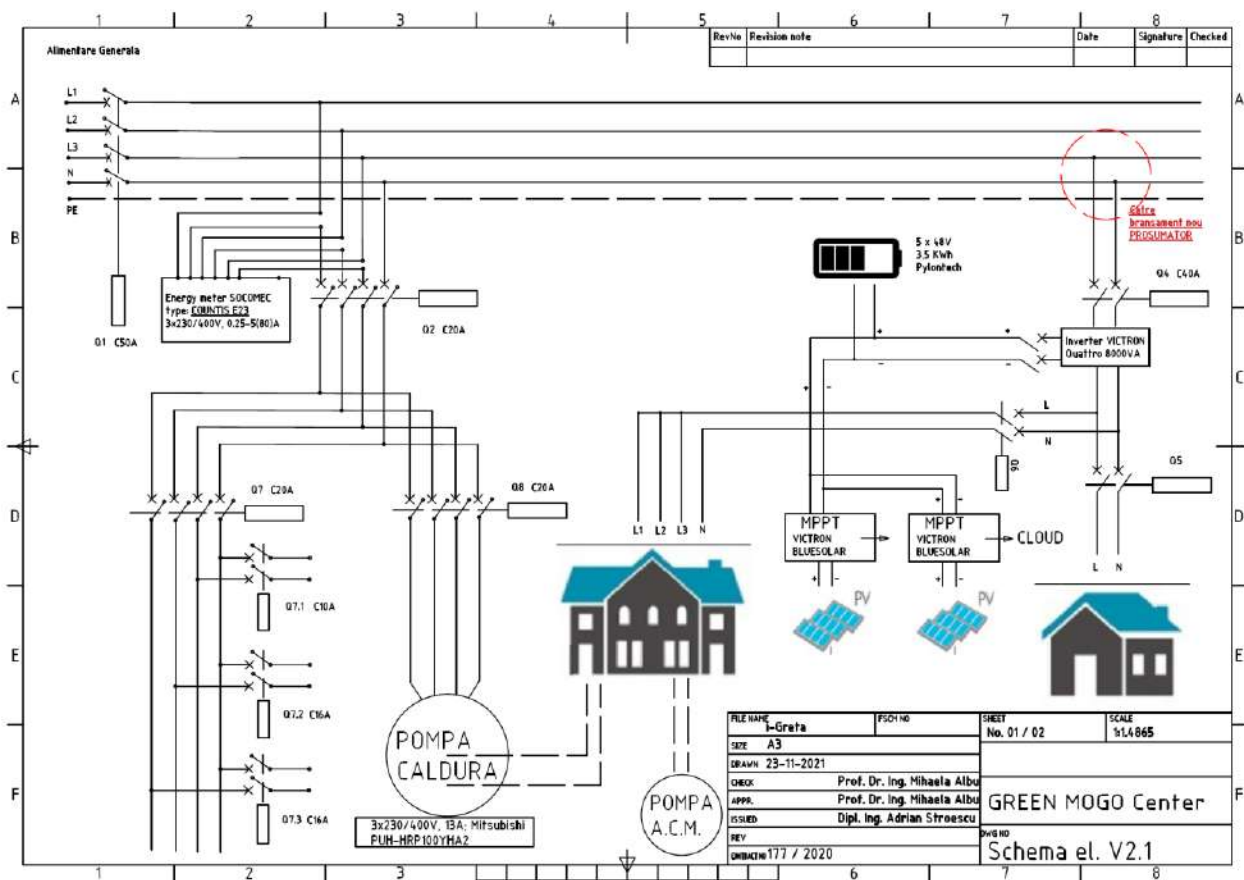


Figura 5.

In perioada Aprilie – Iunie 2022, au fost realizate listele de echipamente si detaliile de executie a lucrarii. In urma unei analize de piata privind solutiile tehnice propuse pentru realizarea lucrarii din cadrul demonstratorului Green MOGO, au fost efectuate mai multe vizite in site-uri cu proiecte asemanatoare, avand in vedere evaluarea impactului asupra mediului inconjurator si a solutiilor tehnice alese pentru executiei lucrarii.

Partea complementara a demonstratorului asociat RO Trial in proiectului I-Greta se va face pentru comunitatea de prosumatori Green Mogo pentru care se urmărește optimizarea transferului de energie prin folosirea flexibilităților electrice si termice dar si a elementelor de stocare a energiei. Si in acest caz a fost finalizata instalarea si configurarea contoarelor de energie împreuna cu extensia de tip SMX pentru transmiterea informației de măsurare către aplicația FIWARE.

In urma dezvoltarii schemei electrice monofilare realizata in prima parte a etapei a II-a, a rezultat o lista de echipamente necesare punerii in executie a lucrarii demonstrative formata din componente mecanice si electrice, prezentate in figura 6.

A	B	D	E	
Nr. Crt.	Descriere	U.M.	Cantitate	
1	1	Panou fotovoltaic CanadianSolar HiKu CS3L 340W	buc	20
2	2	Structura aluminiu cu sistem fixare panouri acoperis K2	set	1
3	3	Tablou conexiuni Sigurante AC/DC cablu fotovoltaic	buc	1
4	4	SCC145110410 SmartSolar MPPT RS 450/100-Tr	buc	2
5	5	LYN020102000 Lynx Power In	buc	2
6	6	LYN060102000 Lynx Distributor	buc	2
7	7	BMS300200000 VE. Bus BMS	buc	1
8	8	ASS030064950 RJ45 UTP Cable 1,8 m	buc	5
9	9	CIP136400010 MEGA-fuse 400A/32V(package of 5 pcs)	buc	1
10	10	Cablu MYM / H05VV-F - 5 x 6 mmp	ml	100
11	11	Rola conductor electric MYF / H07V-K 2.5 mmp albastru 100 m, cupru	buc	2
12	12	Rola conductor electric MYF / H07V-K 2.5 mmp rosu 100 m, cupru	buc	2
13	13	Rola conductor electric MYF / H07V-K 2.5 mmp verde/galben 100 m, cupru	buc	2
14	14	Rola conductor electric MYF / H07V-K 2.5 mmp negru 100 m, cupru	buc	2
15	15	Rola conductor electric MYF / H07V-K 1.5 mmp albastru 100 m, cupru	buc	2
16	16	Rola conductor electric MYF / H07V-K 1.5 mmp rosu 100 m, cupru	buc	2
17	17	Rola conductor electric MYF / H07V-K 1.5 mmp verde/galben 100 m, cupru	buc	2
18	18	Rola conductor electric MYF / H07V-K 1.5 mmp negru 100 m, cupru	buc	2
19	19	Tablou electric General (Prosumator)	buc	1
20	20	Releu DOLD / ZIEHL	buc	1
21	21	Material marunt (prize, pini, papuci, scule)	set	1
22	22	Energy meter Countis E03 40A	buc	3
23	23	Energy meter Countis E23 3PH	buc	2
24	24	Hard disk 2TB, SATA 3	buc	4
25	25	Cabluri speciale SAS	buc	4
26	26	Placuta RAM, DDR3 - 4GB, 1066 MHz (HMT151R7BFR8C-G7 - SK Hynix 1x 4GB DDR3-1066 RDHMM PC3-8500R Quad Rank x8 Module)	buc	8
27	27	Cabluri SATA 3, 30cm	buc	15
28	28	Cabluri SATA 3, 50cm	buc	15
29	29	Switch gigabit	buc	2
30	30	Raspberry pi	buc	5
31	31	Contoar SOCOMEC cu modbus RS485, trifazat	buc	3
32	32	Cutie conexiuni (180x110x70)	buc	5
33	33	ENERGY METER COUNTIS E03 1PH 40A MODBUS SO 48503039	buc	2
34	34	ENERGY METER COUNTIS E23 3PH 80A MODBUS SO 48503050	buc	2
35	35	CONT. LCD 4MOD. 4W 400V 80A RS485 MODBUS MID FR C70QTL080M4CAD	buc	1
36	36	RCBO COMPACT 1P+N 4.5 KA TYPE AC 30 MA C16 SI 5SV1313-1KK16	buc	10
37	37	PLN4-C10/1N EA 263298	buc	5
38	38	Schneider EN60947-2 2606162	buc	2
39	39	MacBook PRO 14"	buc	2
40	40	Sistem Honeywell - automatic WiFi termostats and 2 console	set	1

Figura 6.

In perioada Iulie – Septembrie 2022, in cadrul demonstratorului Green MOGO – a fost pusa in practica extinderea instalatiei electrice de alimentare si armonizarea acesteia privind functionarea prosumatorilor din comunitatea de energie conform schemei electrice prezentate in figura 5. Pentru cuantificarea practica a gradului de flexibilitate al participării prosumatorilor cu facilitati de stocare in cadrul aceleasi comunități de energie, s-au instalat mai multe echipamente care definesc notiunea de prosumator si comunitate de energie si anume:



- a. Extinderea capacitatii de generare energie electrica cu ajutorul panourilor fotoelectrice; putere nou instalata 7 kW. In figura 7 se pot observa detalii din perioada punerii in practica a sistemului fotovoltaic.

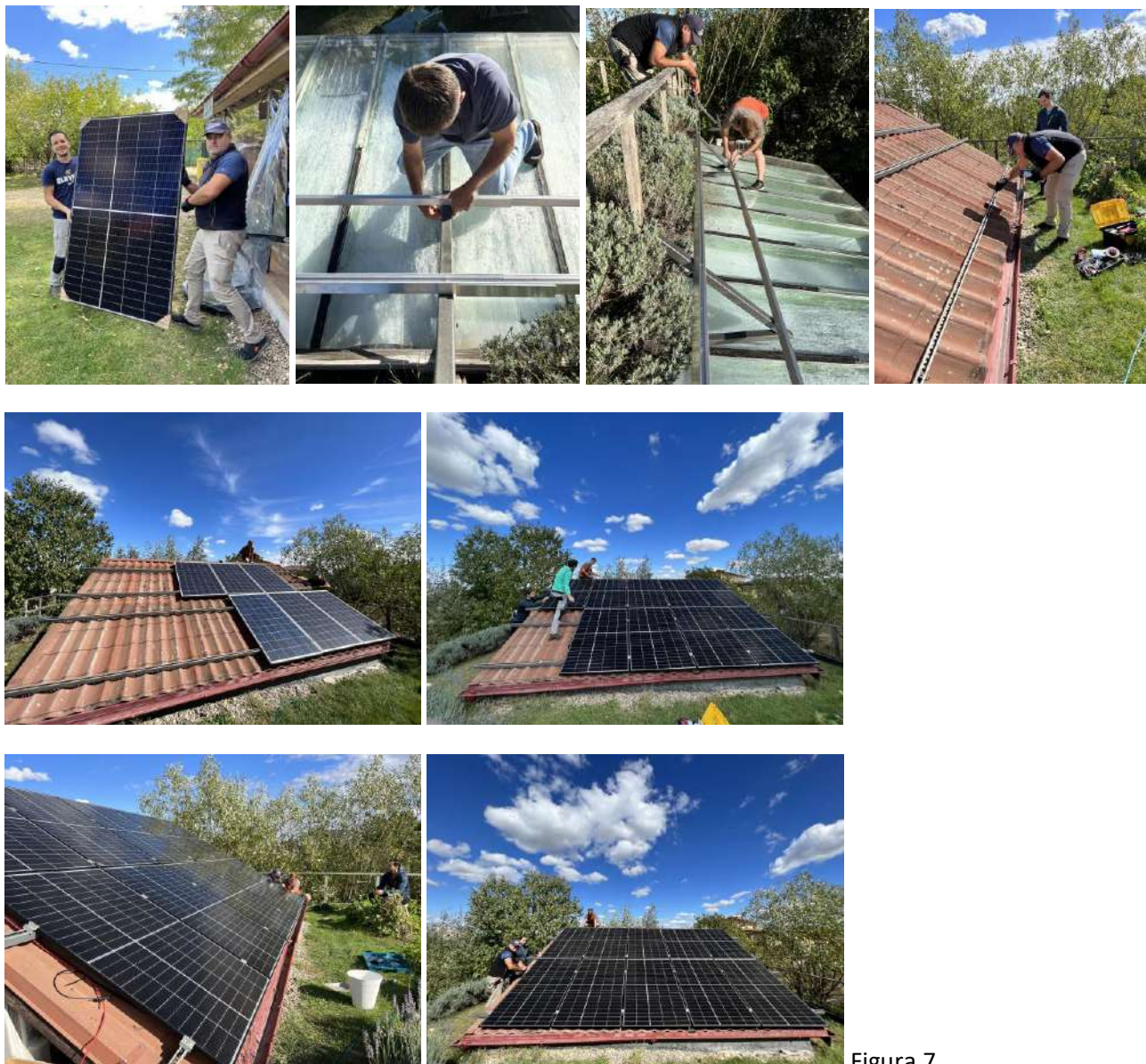


Figura 7.

- b. Instalarea unui sistem de stocare bazat pe baterii Li-Ion cu o putere de 3,5 kW si 37Ah aferenta fiecarui element al acestui sistem. Figura 8.



Figura 8.

- c. Instalarea unui invertor care interconectează rețeaua la tensiune continua la care sunt conectate panourile fotoelectrice si sistemul de stocare cu rețeaua la tensiune alternativa care alimentează utilizatorii de energie ai prosumatorilor. De mentionat ca acest invertor poate sa furnizeze informație de măsurare pentru toate echipamentele care sunt conectate pe partea de tensiune continua (putere generata, tensiune (valoare efectiva), intensitatea curentului pentru PV, nivel de tensiune, stare de incarcare etc. pentru sistemul de stocare, nivelul de tensiune al barei de tensiune continua etc.). Aceasta informație urmeaza sa fie integrata in cadrul aplicației FIWARE. Figura 9.



Invertor



MPPT

Figura 9.

