

PHOTOVOLTAIC LIGHTING SYSTEMS FOR RURAL ISOLATED AREAS

Silvian FARA, Dumitru FINTA
IPA SA Bucharest, Romania

Abstract

Photovoltaic (PV) power plants are an attractive option for supplying electrical power to remote areas. The autonomous PV systems cover a wide area of the applications that can be developed in the country, in sites far from the national grid and with a low demand of electric power. The homes and farms electrification in rural areas by using PV systems would contribute to improving the inhabitants' social, economic and cultural standard.

In Romania, it is estimated that there are about 10,000 homes, farms and schools located in more than 500 settlements, which could be electrified and by using PV systems. In this paper is description the particular case of two settlements (Scarisoara and Prisacina) located in the Cerna Valley - the Banat Mountains which could by electrified by using PV systems.

1 Sustainable rural communities

It is well known that among the problems which humanity has to face nowadays, there are massive ecological imbalances that begin to endanger the life on earth itself. The stressed lifestyle in a polluted urban, crowded environment leads often to sickness of the mind, body and soul. We need sustainable rural communities so that we can:

- decentralise production of clothes, food;
- live in balance with nature;
- redevelop sense of community in small-scale settlements;
- empower people by reconnecting them with the production of goods for meeting their needs;
- create employment and leisure opportunities in rural areas;
- allow regional diversity to flourish and counter the standardisation of cultures by global economy and media;
- demonstrate it for the future.

Living in a sustainable rural community is a radical demonstration of alternative living. Simply the fact that people try to determine their own social and economic conditions in a sustainable rural community is an empowering action and model for society as whole. The community should try to create and maintain a dynamic link with urban communities, offering the chance to share in their way of life through educational visits. In this way, ecological practices demonstrated in the rural community can be transferred to towns and cities. Waste management, trading systems, organic agriculture and the creation of social spaces are all aspects that can be applied in cities to improve the quality of life.

It is also important to mention that a model of sustainability in one place is not necessarily good for the whole. The evolution of community is important, which means identifying and meeting the specific local needs. There are no unique solutions, each community will adapt to its own locality.

2 Problems of village electrification based on PV Systems

For the habitat proper, the electric power needs of the rural population consist in heating and lighting of buildings, cooking, performance of some handicraft activities. In a wider sense, rural energetics also includes the necessary power for agriculture, services, and industrial activities. Nowadays, it is widely accepted that the rural environment is not only a user but also a generator of energy resources for own use or for use outside the area (vegetal oils, biomass). As regards renewable energy sources, the village has available wind energy, hydraulic

energy, solar energy, biomass (domestic animals, timber, straw, vegetable waste).

In Romania there is a variety of rural settlements with different degrees of economic-social development and various elements of town management. However, there are also many rural settlements where electrification is a problem yet to be solved, such as the isolated hamlets in the Apuseni Mountains, the Cerna Valley, or the Danube Delta. In spite of the fact that these isolated villages have been included in the national electrification programme, the difficult conditions imposed by the accomplishment of the work and the long distances between them and the national grid have not permitted their electrification until now. A feasible alternative for the electrification of these areas is the use of electric energy supplied by photovoltaic systems.

The German Government offered a very important financing possibility for this project within the ELDORADO Programme. The project could not be concluded due to the negative attitude of the Romanian institution in charge with electric energy production in Romania.

The project aims to present the electrification and lighting of paths of two hamlets in the Cerna Valley (Scarisoara and Prisacina), which include 18 homes, two schools and a church. The electrification of these settlements has not been possible till this date due to the fact that the individual units are very remote, widely spread over large areas, access to the homes is difficult and only on foot or on horseback. The intention is to extend the area of electrification based on PV equipment, the electrification programme including a number of 14 hamlets located in the Cerna Valley (about 45 SHS).

3 Technical solutions

The solution based on centralized PV systems for the electric power supply of villages is nowadays replaced by that of individual solar

home systems (SHS). The project under discussion is also based on the use of individual SHS. The target is the electrification of a number of 18 individual homes, two schools, a village club and a church. The installed power taken into consideration for each separate unit is of about 500 W, following that a number of 22 SHS systems will be built. It is estimated that the average daily electric power consumption for each unit will be of approximately 2.5 kWh (during winter time) and 1.5 kWh (during summer time). A unitary technical solution has been adopted for each separate unit. The block diagram of an SHS system is presented below (fig. 1).

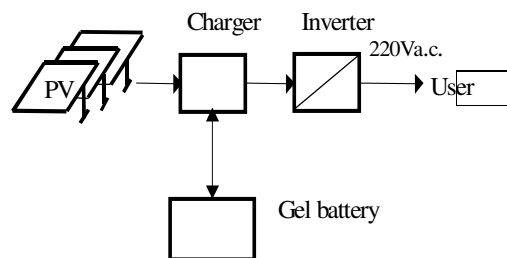


Figure 1 Photovoltaic Solar Home System - Block Diagram

Solar radiation is converted directly into d.c. electric energy by the solar modules, the system being also provided with elements for protection against overcurrent, overvoltage, and with earth connection. The electric energy produced is stored in batteries in order to ensure power supply during periods when there is no solar radiation, and the inverter performs the d.c./a.c. conversion. The connection of the batteries to the system for recharging or for inverter supply as well as the disconnection of the batteries when they are charged and the users can be supplied directly by the photovoltaic generator is controlled by the charge controller.

An SHS unit consists of:

- a) Photovoltaic generator: 12 PV modules - 600 Wp*; 12 V d.c. (*Wp-watt peak; Peak power under usual test conditions: Air Mass $AM=1.5$; Irradiance $E=1000 \text{ W/m}^2$; Cell temperature $T_c=25 \text{ }^\circ\text{C}$)

- b) Storage batteries: 24 V d.c., 500 Ah, C100. Gel batteries have the advantage that they do not require a special place for location.
- c) Nominal autonomy without sun: 4-5 days.
- d) Charge controller: 30 A; 24 V d.c.
- e) Inverter : 24 V d.c./230 V a.c; 1500 VA.
- f) Module frames: for mounting of the PV modules; tilting angle against horizontal: 30° to 55°; orientation: south facing.

At the instruments and equipment installation, the specific features of each individual home will be taken into account, eliminating as much as possible supplementary installation constructions. The photovoltaic panels will be installed in each user's own yard and the indoor equipment will be mounted in a suitable place inside the house. The power supply of the loads in 220 V; 50 Hz from the solar generator will be done by means of an electric distribution box equipped with an electric power meter and possibly with indicating instruments for current and voltage measuring (d.c. and a.c.).

The loads connected to each solar generator are: refrigerator, compact fluorescent lamp, visual-audio instruments, home appliances. Each owner will be instructed as regards the procedures for the use of the available electric power supplied by the PV plant.

For lighting streets and paths is dedicated the street light set (see fig. 2).

In this newly developed photovoltaic street-and path lighting system, the battery for first time has been integrated invisibly and theft-proof into the pole foundation. As this lamp will be deployed on the edge of streets or paths, the hot dip-galvanized battery enclosure is located such that it can be covered with 5-10 cm gravel layer for protecting battery and electronics against high ambient temperatures. Using an integrated timing device, the lamp can be switched off and on during night.

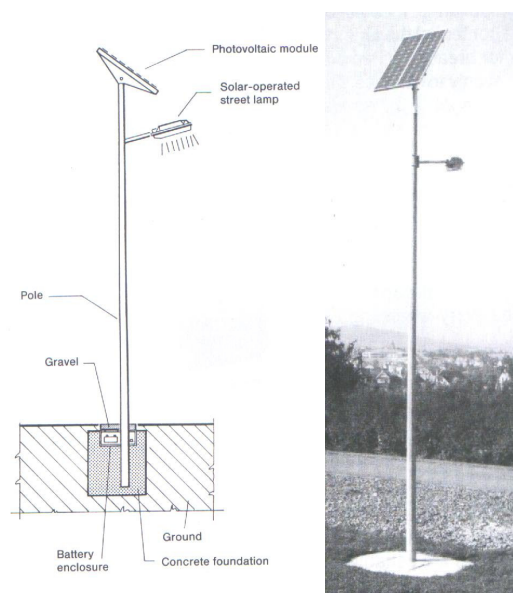


Figure 2 Solar street set for lighting

Street light set consisting of:

- two 53 Wp modules, connected in series (24 V);
- one 8 m steel pole, hot dip-galvanized, with mast cover and module support structure;
- one lamp fixture of cast aluminium, with acrylic cover, 24 V electronic ballast, 18 W or 26 W Dulux fluorescent lamp, switch with daylight sensor, and additional timer;
- one charge regulator LR 7/24 with deep discharge protection;
- two 12 V/100 Ah Varta batteries;
- battery enclosure, hot dip-galvanized, with cover and EDPM-seal for in-ground installation, and with pipe connection into the lamp pole for battery degassing;
- one complete set of neoprene cables for interconnecting all lamp components.

4 Considerations regarding the adopted solution

The solution of centralized systems for PV power supply and lighting of paths in villages has generally been replaced worldwide by that of individual domestic systems (SHS) in consideration of the following reasons:

- the explicit definition of the ownership status for each individual case results in increased responsibility of each user family;
- SHS permits each user to adjust his own electricity consumption according to the power generated by the PV system, which depends on weather conditions;
- elimination of additional costs for construction and installation which would be necessary in the case of centralized systems;
- the experience of some African and Asian countries has shown that, with centralized systems, it is necessary to have a guard at night to prevent possible theft or vandalism;
- the construction of a standard plant which can be implemented at each user's site reduces even more the necessity of minimal technical knowledge for equipment operation and maintenance which has to be acquired by the locals.

The design and construction of these systems is based on the experience and knowledge gained by IPA's specialists in the specific projects which have been developed in the last years in Romania, as well as on the dissemination of the projects results in national and international workshops and conferences. In this sense, we can mention the conclusion in 1996 of the project "Pilot PV/Thermal Power Plant for a Peasant Farm in Romania", accomplished within the Programme JOULE II of DG XII of the European Union, and the conclusion in 1998 of the project "PV ENVIRONMENT - Demonstration of Low Power Standard PV Units for Environmental protection in Isolated Mountain Areas", under the EU Programme INCO-COPERNICUS of DG XVII

The project has a research character and is mainly aimed at raising the awareness of the population in rural areas as regards the facilities offered by the use of photovoltaic systems for satisfying the minimal electric power requirements for domestic use.

Figure 3 shows the PV modules of solar installation used for a rural household.



Figure 3 The PV modules of an solar installation used for a rural household

5 Conclusions

The proposed project includes the construction of a pilot plant based on photovoltaic systems which will be a reference in the programme for the electrification of rural settlements in Romania's mountain areas. The further extension of this method of electrification depends on the technical results obtained, on the impact on the local population, and on the financial resources available for the future expansion of such systems in these areas. The electrification of these hamlets, situated in a particularly picturesque geographical area of Romania, will have beneficial effects on the living standard of the inhabitants, and therefore will slow down the young people's migration to towns. It will also be possible to create the conditions necessary for the development of agro-tourism in the region.

RES projects are environmentally friendly and are linked with the rational use of energy. On this basis, the sustainable development of the future world, cleaner, more efficient, more healthy, in a new millenium could be considered.

Learning from the experience of the past, it is imperative to take actions in order to save the Romanian village, birthplace of the nation, and that can only be done by economic development, infrastructure modernization, higher degree of education and culture,

professional prospects for the youth, conservation of positive traditions, sufficiency of energy resources.

References

1. M. S. Imamura, P. Helm and W. Palz, *Photovoltaic System Technology. A European Handbook*, M. S. Stephens Assoc., UK., 1992.
2. A. Akbarzadeh, *Fundamentals of Remote Area Power Supply Systems*, Melbourne, 3000 Victoria, Australia, 1994.
3. M. S. Imamura, *Grid-Connected PV Plants: Field Experiences in Germany and a Pursuit of Higher Solar Energy Collection Efficiency*, PVSEC-7 Proceedings, Nagoya, Japan, 1993.
4. S. Fara, D. Finta, Gh. Micu, *PV/Thermal System in the Romanian Plain. Possibilities to Enhance Performance*, EUROSUN'96 Proceedings - Freiburg, Germany, 1996.
5. S. Fara, D. Finta, *Problems of Village Electrification based on PV Systems in Romania: Individual Solar Home Systems for Settlements in the Cerna Valley*, WREC 98, Firenze, Italy, 1998.



Silvian FARA

Head of RES Department,
IPA SA Bucharest
Calea Floreasca 167, 72321
Bucharest, Romania
Tel.: +40-21/230 22 93
Fax: +40-21/230 70 63

E-mail: sfara@automation.ipa.ro

<http://www.ipa.ro>

Education: Bucharest Polytechnic University, Automation Engineering Faculty. Experience: project manager in various national projects in petrol, chemicals, energy sectors and applications in the field of clean technologies, energy efficiency and environmental protections. In the last years, he has been involved in projects related to renewable energy sources (as Head of RES Department). He was Romanian project manager for three joint R&D projects within EU programmes (JOULE II, INCO-Copernicus, Leonardo da Vinci).



Dumitru FINTA

IPA SA Bucharest, RES
Department
Calea Floreasca 167, 72321
Bucharest, Romania
Tel.: +40-21/230 22 93
Fax: +40-21/230 70 63

Education: Bucharest Polytechnic University, Electrotechnic Engineering Faculty. Project Manager in various national projects in petrol, chemical, energy sectors and applications in the field of clean technologies, energy efficiency and environmental protections. In the ten last years, extensive experience as

Project Assistant in joint international R&D projects successfully concluded by IPA SA (JOULE II, INCO – Copernicus, Leonardo da Vinci).

Received at 20.12.2002, reviewed at 10.01.2003

References:

Dr. David CARTER

Professor Ramon SAN MARTIN

SISTEME FOTOVOLTAICE DE ILUMINAT PENTRU ZONE RURALE IZOLATE

Rezumat

Sistemele de energie fotovoltaică pot fi opțiuni alternative atractive pentru alimentarea cu energie și iluminarea zonelor rurale izolate. Sistemele autonome PV acoperă o arie largă a aplicațiilor ce pot fi dezvoltate în multe locuri din țară, dar mai ales în zonele depărtate de rețeaua națională de electricitate. Electrificarea caselor și fermelor din zonele rurale izolate prin utilizarea sistemelor PV poate contribui la îmbunătățirea condițiilor sociale, economice și culturale ale oamenilor acestor locuri.

În România sunt estimate aproximativ 10.000 de case, ferme și școli din mai mult de 500 de așezări rurale, care sunt încă neelectrificate și o mare parte dintre acestea ar putea fi electrificate prin utilizarea sistemelor PV.

Această lucrare prezintă în particular cazul a două cătune (Scărișoara și Prisăcina) de pe Valea Cernei – Munții Banatului, care pot fi electrificate prin utilizarea sistemelor PV.

1 Comunități rurale durabile

Se știe foarte bine că printre problemele cu care se confruntă umanitatea în zilele noastre se află și dezechilibrele ecologice masive care încep să pună în primejdie însăși viața pe pământ. Stilul de viață stresant într-un mediu urban poluat, aglomerat, duce adesea la îmbolnăvirea minții, corpului și a sufletului. Avem nevoie de comunități rurale durabile din mai multe motive și anume:

- pentru a realiza un mod de trai în echilibru cu natura;

- pentru a da un alt curs dezvoltării pe scară mică a comunităților rurale;
- pentru a crea locuri de muncă și posibilități de agrement în zonele rurale;
- pentru conservarea metodelor ecologice tradiționale de producerea hranei;
- pentru conservarea diversităților regionale (obiceiuri și mod de trai);
- și ca o demonstrație pentru viitor.

Traicul într-o comunitate durabilă este o demonstrație radicală de trai alternativ. Simplul fapt că oamenii încearcă să-și determine propriile lor condiții economice și sociale într-o comunitate rurală durabilă este o acțiune încurajatoare și un model pentru întreaga societate. Comunitatea ar trebui să încerce să creeze și să mențină o legătură dinamică cu comunitățile urbane, oferind șansa să împărtășească felul lor de viață prin vizite educaționale. În acest fel, practicile ecologice demonstrate în comunitatea rurală pot fi transferate metropolelor și orașelor. Multe aspecte ce țin de activitățile sociale și economice dezvoltate în aceste locuri pot fi aplicate și în orașe, pentru a îmbunătăți calitatea vieții.

Este de asemenea important de menționat că un model de durabilitate într-un anumit loc nu poate fi neapărat un bun exemplu. Evoluția comunității este importantă, ceea ce înseamnă identificarea și satisfacerea nevoilor locale specifice. Nu există soluții unice, fiecare comunitate adaptându-se propriei sale localități.

2 Probleme de electrificare a satelor având la bază sistemele PV

Reduse numai la habitat, nevoile de energie ale populației rurale constau în încălzirea locuințelor, pregătirea hranei, practicarea unor activități meșteșugărești. În sens mai larg, energetica rurală include și necesarul de energie pentru agricultură, servicii, mici activități industriale. În accepțiunea modernă, mediul rural este nu numai consumator de energie ci și generator de surse energetice pentru uz propriu

sau pentru exteriorul zonei (uleiuri vegetale, biomasă). Ca surse de energie regenerabilă, zonele rurale dispun de energie eoliană, energie hidrolică, energie solară și biomasă (animale domestice, lemne, paie, deșeuri vegetale).

În România există o varietate de așezări rurale cu diferite grade de dezvoltare economico-socială și, în multe cazuri, cu elemente specifice așezărilor urbane. Cu toate acestea, există încă un număr destul de însemnat de așezări rurale unde electrificarea este o problemă ce trebuie rezolvată, cum ar fi unele cătune izolate din munții Apuseni, de pe Valea Cernei (munții Banatului) ori din Delta Dunării. Condițiile dificile de acces și distanțele foarte mari față de rețeaua națională de electricitate nu au permis până în prezent electrificarea lor. Pornind de la aceste considerente, localitățile izolate ar trebui incluse în programul național de electrificare și una dintre alternativele fezabile pentru electrificarea acestora poate fi și utilizarea sistemelor fotovoltaice independente SHS.

Guvernul German a oferit cu câțiva ani în urmă o importantă oportunitate de co-finanțare a unui proiect pentru România, în cadrul Programului ELDORADO, destinat acestui scop. Proiectul nu a putut fi demarat datorită unei atitudini negative, la acel moment, din partea autorității naționale, responsabile cu producerea și distribuția energiei electrice în România. Proiectul includea într-o primă etapă electrificarea caselor și iluminarea ulițelor pentru două cătune de pe Valea Cernei (Scărișoara și Prisăcina), care au un număr total de 18 case, două școli și o biserică.

Electrificarea acestora de la rețea nu a fost posibilă datorită dispersării pe o arie largă a locuințelor și a distanțelor mari dintre ele, a accesului foarte dificil în zonă (singurele posibilități de acces fiind mersul pe jos sau călare). În baza unui studiu de fezabilitate a rezultat că electrificarea integrală a acestei zone (14 cătune de pe Valea Cernei) ar fi posibilă pe baza soluțiilor de utilizare a sistemelor PV (45 de sisteme independente SHS).

3 Soluții tehnice

Lucrarea de față prezintă elementele principale care stau la baza utilizării sistemelor individuale SHS, pentru cazul particular avut în vedere și anume electrificarea unui număr de 18 case, două școli, un cămin cultural și o biserică și iluminarea ulițelor din cele două cătune menționate mai sus. Puterea instalată luată în considerare pentru fiecare unitate este de aproximativ 400 W, avându-se în vedere realizarea unui număr de 22 de sisteme SHS. Consumul mediu zilnic de electricitate estimat va fi de aproximativ 2,5 kWh în perioada de iarnă și de aproximativ 1,5 kWh în perioada de vară. Soluția tehnică adoptată este unitară, schema bloc a unui sistem SHS fiind prezentată în figura 1.

Radiația solară este convertită direct în energie electrică, prin intermediul modulelor fotovoltaice, sistemul fiind prevăzut cu elemente de protecție la supracurent, supratensiune și legare la pământ. Sistemul este astfel dimensionat încât energia electrică produsă să asigure necesarul de energie luat în calcul pentru un vârf de sarcină mediu și pentru stocarea unei anumite cantități de energie în baterii, pentru a fi utilizată în perioadele de timp în care radiația solară este scăzută sau nulă (noaptea și în zilele noroase și cu nebulozitate mare). Conversia din 24 Vc.c în 220 Vc.a. este asigurată de un inverter sinusoidal. Regimul de încărcare – descărcare al bateriilor cât și variațiile consumului de energie din sistem sunt controlate automat de regulatorul de sarcină, care reprezintă de fapt inima sistemului.

Un sistem SHS tipic constă din:

- a. Generatorul fotovoltaic: 12 module PV – putere totală instalată 600 Wp*; 12 Vc.c. (*Wp-watt peak; puterea de vârf în condiții standard de testare; Masa aerului $AM=1,5$; Radiația solară $E=1000 \text{ W/m}^2$; Temperatura celulei $T_c=25^\circ\text{C}$)
- b. Bateriile de stocare: 24 Vc.c., 500Ah, C100. Bateriile cu gel au avantajul că nu necesită spațiu separat pentru amplasare;

- c. Autonomia sistemului: 4 - 5 zile în condiții fără soare;
- d. Regulatorul de sarcină : 30 A; 24 Vc.c.
- e. Invertorul: 24 V c.c./230 V c.a; 1500 VA.
- f. Ramele metalice pentru montarea modulelor PV; unghiul de înclinare față de orizontală (între 30° și 55° , funcție de sezon), reglajul putându-se realiza manual; orientarea modulelor PV: cu fața spre sud.

La instalarea aparatelor și echipamentelor sistemului trebuie avute în vedere caracteristicile constructive specifice fiecărei case, astfel încât să fie eliminate pe cât posibil elementele de construcție suplimentare care ar influența în final costurile de instalare. Astfel, panourile fotovoltaice pot fi montate de fiecare utilizator la nivelul solului, în curtea proprie sau în anumite cazuri, pe acoperișul casei, iar echipamentele de interior (bateriile de stocare, regulatorul, inverterul, aparatura de protecție și distribuție) pot fi instalate în locurile cele mai adecvate din interiorul locuinței. Alimentarea consumatorilor (220 V; 50 Hz) de la generatorul solar se realizează prin utilizarea unei cutii de distribuție echipate cu aparatura de protecție necesară, cu un contor de energie electrică și, pe cât posibil, cu aparate indicatoare pentru măsurarea în principal a curentului și tensiunii (atât în c.a. cât și în c.c.).

Receptoarele conectate la un generator solar-SHS pot fi: un frigider, lămpi fluorescente economice compacte, aparatură audio-vizuală, aparatură electro-casnică. Fiecare proprietar trebuie instruit în vederea utilizării în mod rațional a energiei electrice livrate de propriul generator fotovoltaic.

În cadrul acestui proiect de electrificare a două mici așezări rurale, pe lângă asigurarea necesarului minim de electricitate fiecărei locuințe, este de asemenea foarte importantă iluminarea ulițelor. În acest scop, pot fi utilizate unități fotovoltaice individuale pentru iluminatul stradal, un astfel de ansamblu fiind prezentat în figura 2.

Această soluție prezintă o noutate prin faptul că bateria de stocare a energiei nu este la vedere, ea fiind montată în fundația de la baza stâlpului. Prin utilizarea unui programator de timp integrat, lampa poate fi aprinsă pe timpul nopții.

Un set (o unitate) de iluminat stradal constă din:

- două module de 53 Wp, conectate în serie (24 V c.c.);
- un stâlp din oțel galvanizat de 8 m înălțime, pe vârful căruia este fixată structura metalică pentru montarea modulelor PV;
- o carcasă fixă din aluminiu care conține, un balast electronic de 24 V, o lampă fluorescentă de 18 W sau 26 W Dulux, un întreruptor cu senzor de lumină și un programator de timp;
- un regulator de încărcare LR 7/24 cu protecție la descărcări profunde;
- două baterii Varta de 12 V/100 Ah;
- un set complet de cabluri din neopren pentru interconectarea lămpii cu celelalte componente montate pe stâlp.

4 Considerații privind soluțiile adoptate

Pe plan mondial, metoda sistemelor centralizate de energie furnizată de PV a fost mai mult sau mai puțin abandonată și înlocuită cu sistemele individuale casnice SHS, din următoarele motive:

- definirea clară a statutului de proprietate pentru fiecare caz implică responsabilitate mărită pentru fiecare utilizator;
- SHS permite fiecărui consumator reglarea consumului de electricitate la electricitatea oferită în condiții meteorologice schimbătoare;
- eliminarea costurilor suplimentare de instalare;
- experiența unor țări din Africa și Asia a demonstrat necesitatea în cazul sistemelor centralizate a prezenței unui paznic pentru a preveni eventuale furturi și vandalisme;
- realizarea unei instalații standard ce va fi implementată la un anumit obiectiv oferă posibilitatea însușirii rapide a minimului de cunoștințe tehnice pentru exploatare și întreținere de către localnici.

Proiectarea și instalarea unor astfel de sisteme PV se pot baza pe experiența și cunoștințele specialiștilor de la IPA, acumulate pe perioada realizării în ultimii ani a unor proiecte pilot demonstrative în România. În acest sens pot fi menționate finalizarea în 1996 a proiectului “Stație pilot termo-fotovoltaică pentru o fermă țărănească în România” - în cadrul Programului JOULE II - DG XII al UE și finalizarea în 1998 a proiectului “Unități PV demonstrative de mică putere pentru protecția mediului în zone montane izolate” - în cadrul Programului INCO-COPERNICUS - DG XVII al UE.

Aceste proiecte au avut un caracter demonstrativ, cu scopul popularizării în rândul populației din mediul rural, și nu numai, a facilităților oferite de sistemele PV ca o alternativă fezabilă de alimentare cu energie electrică în situațiile prezentate în lucrare (consumatorii de energie sunt amplasați la distanțe mari față de rețea iar necesarul de energie estimat nu este foarte mare).

Figura 3 prezintă aria modulelor PV din cadrul unei instalații solare fotovoltaice utilizate pentru alimentarea unei gospodării rurale.

5 Concluzii

Concluzia generală care se desprinde din această lucrare este aceea că soluțiile tehnice prezentate pot fi fezabile atât tehnic cât și economic în acele zone rurale unde condițiile de acces sunt grele și rețeaua națională este situată la distanțe mari. Luarea în considerare de către factorii responsabili din sectorul producerii și distribuției energiei electrice și a acestor alternative de electrificare și crearea unor fonduri speciale destinate acestui scop, ar putea rezolva, fie și parțial, într-un viitor apropiat, problema electrificării satelor din zonele montane izolate.